

تم تحميل وعرض المادة من

# منهجي

mnhaji.com



موقع منهجي منصة تعليمية توفر كل ما يحتاجه المعلم  
والطالب من حلول الكتب الدراسية وشرح للدروس  
بأسلوب مبسط لكافة المراحل التعليمية وتوزيع  
المناهج وتحضير وملخصات ونماذج اختبارات وأوراق  
عمل جاهزة للطباعة والتحميل بشكل مجاني

حمل تطبيق منهجي ليصلك كل جديد



قررت وزارة التعليم تدريس  
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها



وزارة التعليم  
Ministry of Education

المملكة العربية السعودية

# الرياضيات 1-3

التعليم الثانوي - نظام المسارات

السنة الأولى المشتركة

قام بالتأليف والمراجعة

فريق من المتخصصين

يوزع مجاناً للإبّاع



وزارة التعليم  
Ministry of Education  
2024-1446

طبعة 2024-1446

## ح) وزارة التعليم ، ١٤٤٥هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

وزارة التعليم

الرياضيات ١-٣ - التعليم الثانوي - نظام المسارات - السنة الأولى

المشتركة. / وزارة التعليم - ط ١٤٤٦ - الرياض ، ١٤٤٥هـ

١٩٠ ص ؛ ٢١ X ٢٧.٥ سم

رقم الإيداع: ١٤٤٥/٢٢٢٢٢

ردمك: ٦-٦٧٥-٥١١-٦٠٣-٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

[www.moe.gov.sa](http://www.moe.gov.sa)

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"



[ien.edu.sa](http://ien.edu.sa)

أعضاءنا المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم؛  
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.



[fb.ien.edu.sa](https://fb.ien.edu.sa)





## نبذة عن نظام المسارات في المرحلة الثانوية

عزيزي الطالب:

إن تقدم الدول وتطورها يقاس بمدى قدرتها على الاستثمار في التعليم، ومدى استجابة نظامها التعليمي لمتطلبات العصر ومتغيراته. وحرصاً من وزارة التعليم على ديمومة تطوير أنظمتها التعليمية، واستجابة لرؤية المملكة العربية السعودية 2030 فقد بادرت إلى اعتماد مشروع تطوير نظام التعليم الثانوي إلى نظام "المسارات" بهدف إحداث تغيير حقيقي وشامل في المرحلة الثانوية.

ما الذي سيقدمه لك نظام المسارات في المرحلة الثانوية؟

إن نظام المسارات يقدم أنموذجاً تعليمياً متميزاً وحديثاً للتعليم الثانوي بالمملكة العربية السعودية يسهم بكفاءة فيما يلي:

- تعزيز قيم المواطنة لديك من خلال التركيز عليها في جميع المواد؛ استجابة لمطالب التنمية المستدامة العالمية، والخطط التنموية في المملكة التي تؤكد على ترسيخ ثنائية القيم والهوية، وتقوم على تعاليم الإسلام، والوسطية، ومفهوم المواطنة، والانتماء.
- تأهيلك بما يتوافق والتخصصات المستقبلية في الجامعات والكليات أو المهن المطلوبة؛ لضمان مواءمة مخرجات التعليم مع متطلبات سوق العمل بشكل وثيق وحقيقي.
- تمكينك من متابعة تعليمك في المسار المفضل لديك في مراحل مبكرة وبخطط مركزة ومرتبطة، وفق ميولك وقدراتك.
- تمكينك من الالتحاق بالتخصصات العلمية والإدارية النوعية المرتبطة بسوق العمل ووظائف المستقبل.
- دمجك في بيئة تعليمية ممتعة ومحفزة داخل المدرسة قائمة على فلسفة بنائية، وممارسات تطبيقية ضمن مناخ تعليمي نشط.
- نقلك عبر رحلة تعليمية متكاملة من المرحلة الابتدائية حتى الجامعة، قائمة على امتداد منطقي للمسارات التخصصية منذ مرحلة التأسيس حتى نهاية المرحلة الثانوية.
- تسهيل عملية الانتقال إلى مرحلة ما بعد التعليم العام، حيث تتواءم المسارات مع التخصصات في مرحلة ما بعد الثانوية، ومع متطلبات سوق العمل، مما يجعل انتقالك للمرحلة اللاحقة يسيراً وأكثر كفاءة.
- تزويدك بالمهارات التقنية المعينة لك على التعامل مع الحياة والتجاوب مع متطلبات سوق العمل.
- توسيع الفرص أمامك عبر خيارات متنوعة غير الجامعات مثل: الحصول على شهادات مهنية، والالتحاق بالكليات التطبيقية، والحصول على دبلومات وظيفية.

ما الجديد في مشروع تطوير المرحلة الثانوية (المسارات)؟

نظام المسارات نظام تعليمي قائم على التعلم عبر المستويات الدراسية، ويتكوّن من تسعة فصول دراسية تُدرّس في ثلاث سنوات، تتضمن سنة أولى مشتركة يدرس فيها الطالب مجالات علمية وإنسانية متنوعة، تليها سنتان تخصصيتان، يُسكن الطالب بها في مسار عام وأربعة مسارات تخصصية تتسق مع ميوله وقدراته، وهي: المسار الشرعي، مسار إدارة الأعمال، مسار علوم الحاسب والهندسة، مسار الصحة والحياة.



## ما الذي يجعل نظام المسارات الأفضل لك؟

1. وجود مواد دراسية جديدة؛ تتسق مع متطلبات الثورة الصناعية الرابعة والخطط التنموية، ورؤية المملكة 2030؛ تدرسها ضمن مسارك، وتهدف لتنمية مهارات التفكير العليا وحل المشكلات، وتنمية مهاراتك البحثية.
  2. برامج المجال الاختياري في المسار العام؛ ويكون مبنياً على احتياجات سوق العمل، حيث يمكنك الالتحاق بمجال اختياري محدد وفق مصفوفة مهارات وظيفية؛ لتحصل على شهادة مهنية بإتقان تلك المهارات بعد إتمامها.
  3. مقاييس فرز وتوجيه؛ تضمن تحقيق كفاءتك وفاعليتك، وتساعدك على تحديد اتجاهك وميولك ومكان القوة لديك؛ مما ينعكس على نجاحك في المستقبل.
  4. العمل التطوعي؛ يعد أحد متطلبات تخرجك، مما يساعدك على توطيد علاقاتك الإنسانية، وبناء وتنمية وتماسك مجتمعك.
  5. التجسير؛ تستطيع الانتقال من مسار إلى آخر وفق آليات محددة، فيمكنك حتى بعد نهاية السنة الثانية تغيير تخصصك.
  6. حصص الإتقان؛ تطوير مستواك التحصيلي ومهاراتك من خلال تقديم حصص الإتقان الإثرائية والعلاجية.
  7. خيارات التعليم عن بعد والتعلم المدمج؛ التي بنيت في نظام المسارات على أسس من المرونة والملاءمة والتفاعل والفعالية.
  8. خطة التسريع للمتطلبات الجامعية؛ تقديم مقررات تغني عن دراستك لها في الجامعات.
  9. مشروع التخرج؛ يشترط أن تقدم مشروع تخرج في مجال تخصصك؛ لدمج خبراتك النظرية مع ممارساتك التطبيقية.
  10. شهادات مهنية ومهارية؛ تمنح لك بعد إنجاز مهام محددة واختبارات معينة بالشراكة مع جهات تخصصية.
- ### كيف أستطيع تحديد توجهي بعد السنة المشتركة؟

يُمنح الطالب الفرصة للانخراط في مجالات التعلم التي يستطيع أن يبدع ويتميز بها عبر مجموعة من المقاييس تساعد على اختيار التخصص المناسب له، والكشف عن ميوله بوقت مبكر وفق مهاراته وقدراته.

### بماذا ينفرد بناء الخطة الدراسية في نظام المسارات؟

- تحقيق تعليم عادل ومتكافئ لجميع الطلاب، لذا فقد صمم الجدول الدراسي ليكون أكثر ثباتاً؛ مما يقلل الهدر والضغط النفسي لدى الطالب.
- بنيت الخطة وفق رؤية تكاملية للمرحلتين ما قبل وبعد التعليم الثانوي، بحيث تضمن للطالب رحلة تعليمية متكاملة.
- بنيت بشكل متوازن ووزعت على شكل مواد دراسية يكمل بعضها بعضاً؛ لتساعد الطالب على إبراز طاقاته، وتنمية ميوله ومواهبه.
- تتصف بالثبات، فهي موحدة بين الثانويات بشكل عام؛ مما يسهل انتقال الطالب من مدرسة إلى أخرى دون هدر.





# المقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

تعد مادة الرياضيات من المواد الدراسية الأساسية التي تهيئ للطلاب فرص اكتساب مستويات عليا من الكفايات التعليمية، مما يتيح له تنمية قدرته على التفكير وحل المشكلات، ويساعده على التعامل مع مواقف الحياة وتلبية متطلباتها.

ومن منطلق الاهتمام الذي توليه حكومة خادم الحرمين الشريفين بتنمية الموارد البشرية، وعياً بأهمية دورها في تحقيق التنمية الشاملة، كان توجه وزارة التعليم نحو تطوير المناهج الدراسية وفي مقدمتها مناهج الرياضيات، بدءاً من المرحلة الابتدائية، سعياً للارتقاء بمخرجات التعليم لدى الطلاب، والوصول بهم إلى مصاف أقرانهم في الدول المتقدمة.

وتتميز هذه الكتب بأنها تتناول المادة بأساليب حديثة، تتوافر فيها عناصر الجذب والتشويق، التي تجعل الطالب يقبل على تعلمها ويتفاعل معها، من خلال ما تقدمه من تدريبات وأنشطة متنوعة، كما تؤكد هذه الكتب على جوانب مهمة في تعليم الرياضيات وتعلمها، تتمثل فيما يأتي:

- الترابط الوثيق بين محتوى الرياضيات وبين المواقف والمشكلات الحياتية.
  - تنوع طرائق عرض المحتوى بصورة جذابة مشوقة.
  - إبراز دور المتعلم في عمليات التعليم والتعلم.
  - الاهتمام بالمهارات الرياضية، والتي تعمل على ترابط المحتوى الرياضي وتجعل منه كلاً متكاملًا، ومن بينها: مهارات التواصل الرياضي، ومهارات الحس الرياضي، وحل المشكلات، ومهارات التفكير العليا.
  - الاهتمام بتوظيف التقنية في المواقف الرياضية المختلفة.
  - الاهتمام بتوظيف أساليب متنوعة في تقويم الطلاب بما يتناسب مع الفروق الفردية بينهم.
- ولمواكبة التطورات العالمية في هذا المجال، فإن المناهج المطورة والكتب الجديدة سوف توفر للمعلم مجموعة متكاملة من المواد التعليمية المتنوعة التي تراعي الفروق الفردية بين الطلاب، بالإضافة إلى البرمجيات والمواقع التعليمية، التي توفر للطلاب فرصة توظيف التقنيات الحديثة والتواصل المبني على الممارسة، مما يؤكد دوره في عملية التعليم والتعلم.
- ونحن إذ نقدّم هذه الكتب لأعزائنا الطلاب، لنأمل أن تستحوذ على اهتمامهم، وتلبي متطلباتهم وتجعل تعلمهم لهذه المادة أكثر متعة وفائدة.

والله ولي التوفيق



ستركز في دراستك هذا العام على عدة موضوعات هندسية، تشمل ما يأتي:

● **المنطق الرياضي** واستعماله في البراهين الهندسية والجبرية.

● **العلاقات بين الزوايا والمستقيمات.**

● **العلاقات في المثلث،** وتطابق المثلثات، وتشابهها.

● **التحويلات الهندسية** والتمائل في الأشكال الثنائية والثلاثية الأبعاد.

● **خواص الأشكال الرباعية** ونظريات **الدائرة.**

وفي أثناء دراستك، ستتعلم طرائق لحل المسائل الهندسية وتمثيلها بصور متعددة وسوف تفهم لغة الرياضيات وتتعلم أدواتها، وتنمي قدراتك الذهنية وتفكيرك الرياضي.



## كيف تستعمل كتاب الرياضيات؟

- اقرأ فقرة **(فيما سبق)** لتعرف ارتباط هذا الدرس بما درسته من قبل، ولتعرف أفكار الدرس الجديد اقرأ فقرة **والآن**.
- ابحث عن **(المفردات)** المظللة باللون الأصفر باللغتين العربية والإنجليزية، وقرأ تعريف كل منها.
- راجع المسائل الواردة في **مثال** والمحلولة بخطوات تفصيلية؛ لتوضيح أفكار الدرس الرئيسة.
- ارجع إلى **إرشادات للدراسة** حيث تجد معلومات وتوجيهات تساعدك في متابعة الأمثلة المحلولة.
- ارجع إلى فقرة **قراءة الرياضيات**؛ لتتذكر نطق بعض الرموز والمصطلحات الرياضية.
- اربط بين المعنى اللغوي والمعنى الرياضي للمفردة، من خلال فقرة **ربط المفردات**
- تذكر بعض المفردات التي تعلمتها من قبل، بالرجوع إلى فقرة **مراجعة المفردات**
- ارجع إلى فقرة **تنبيه!** دائماً لتعرف الأخطاء الشائعة التي يقع فيها كثير من الطلاب حول بعض المفاهيم الرياضية فتجنبها.
- ارجع إلى **الصيغ والرموز** في آخر الكتاب لتعرف الرموز التي تعلمتها في المرحلة المتوسطة وما يقابلها في المرحلة الثانوية، ولتعرف أيضاً أهم الصيغ والرموز التي وردت في هذا الكتاب.
- ارجع إلى المثال المشار إليه مقابل بعض التمارين في فقرتي **تأكد** و **تدرب وحل المسائل** ليساعدك على حل هذه التمارين وما شابهها.
- نفذ **اختبار الفصل** في نهاية كل فصل، بعد أن تراجع أفكار الدرس الرئيسة في **دليل الدراسة والمراجعة**. أو بعد مراجعة ما دونته من أفكار في **المطويات**
- استعن بصفحتي **الإعداد للاختبارات**؛ لتتعرف أنواع أسئلة الاختبارات وبعض طرق حلها.
- نفذ **الاختبار التراكمي** في نهاية كل فصل لمراجعة الأفكار الرئيسة للفصل وما قبله من فصول.





## الفهرس

### التشابه

الفصل  
6

11	التهيئة للفصل 6
12	6-1 المضلعات المتشابهة
20	6-2 المثلثات المتشابهة
29	اختبار منتصف الفصل
30	6-3 المستقيمات المتوازية والأجزاء المتناسبة
39	6-4 عناصر المثلثات المتشابهة
46	توسع 6-4  معمل الهندسة : الكسريات
48	دليل الدراسة والمراجعة
51	اختبار الفصل
52	الإعداد للاختبارات
54	اختبار تراكمي

### التحويلات الهندسية و التماثل

الفصل  
7

57	التهيئة للفصل 7
58	7-1 الانعكاس
66	7-2 الإزاحة (الانسحاب)
72	7-3 استكشاف  معمل الهندسة : الدوران
73	7-3 الدوران
79	اختبار منتصف الفصل
80	80 استكشاف 7-4  معمل الحاسبة البيانية : تركيب التحويلات الهندسية
81	7-4 تركيب التحويلات الهندسية
89	توسع 7-4  معمل الهندسة : التبليط
94	7-5 التماثل
100	7-6 التمدد
107	دليل الدراسة والمراجعة
111	اختبار الفصل
112	الإعداد للاختبارات
114	اختبار تراكمي





117	.....	التهيئة للفصل 8
118	.....	8-1 الدائرة ومحيطها
126	.....	8-2 قياس الزوايا والأقواس
134	.....	8-3 الأقواس والأوتار
141	.....	8-4 الزوايا المحيطية
148	.....	اختبار منتصف الفصل
149	.....	8-5 المماسات
156	.....	8-6 القاطع والمماس وقياسات الزوايا
164	.....	8-7 قطع مستقيمة خاصة في الدائرة
170	.....	استكشاف 8-8  معمل الحاسبة البيانية: معادلة الدائرة
171	.....	8-8 معادلة الدائرة
176	.....	دليل الدراسة والمراجعة
181	.....	اختبار الفصل
182	.....	الإعداد للاختبارات
184	.....	اختبار تراكمي
186	.....	الصيغ والرموز





التشابه  
Similarity

## فيما سبق:

درست النسبة والتناسب وتطبيقاتهما الحياتية.

## والآن:

■ أتعرف على المضلعات المتشابهة، وأستعمل النسبة والتناسب لحل المسائل.

## لماذا؟

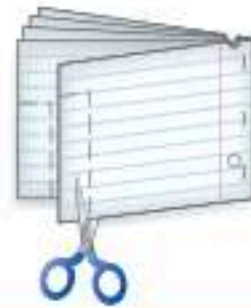
تصميم: يتم تصميم بعض المجسمات والمباني لتشابه أشياء مشهورة بحيث يكون هناك تناسب بين الأطوال في تلك المجسمات ونظيراتها في الشكل الأصلي.



## المطويات منظم أفكار

التشابه، اعمل هذه المطوية؛ لتساعدك على تنظيم ملاحظتك حول الفصل 6، مبتدئاً بثلاث أوراق من دفتر الملاحظات.

- 1 اطو كلاً من الأوراق الثلاث من المنتصف.
- 2 قص الأوراق على طول خط الطي.
- 3 قص الجانب الأيسر لكل ورقة؛ لعمل شرائط فهرسة، ثم ثبت الحافة اليمنى؛ بحيث تشكل الأوراق دفترًا.
- 4 اكتب عنوان الفصل على الصفحة الأولى، وأرقام الدروس على الأشرطة، وخصص الصفحة الأخيرة للمفردات الجديدة.







## التهيئة للفصل 6

### تشخيص الاستعداد:

أجب عن الاختبار الآتي. انظر المراجعة السريعة قبل الإجابة عن الاختبار.

#### مراجعة سريعة

##### مثال 1

حل المعادلة:  $\frac{4x-3}{5} = \frac{2x+11}{3}$

المعادلة الأصلية  $\frac{4x-3}{5} = \frac{2x+11}{3}$

خاصية الضرب التبادلي  $3(4x-3) = 5(2x+11)$

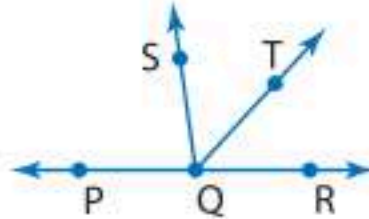
خاصية التوزيع  $12x-9 = 10x+55$

خاصية الجمع والطرح للمساواة  $2x = 64$

خاصية القسمة للمساواة  $x = 32$

##### مثال 2

في الشكل أدناه،  $\overrightarrow{QP}$ ،  $\overrightarrow{QR}$  نصفان مستقيمان متعاكسان، و  $\overrightarrow{QT}$  ينصف  $\angle SQR$ ، إذا كان:  $m\angle SQR = (6x+8)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle TQR$ ،  $m\angle SQT$ .



بما أن  $\overrightarrow{QT}$  ينصف  $\angle SQR$ ، فإن:

تعريف منصف الزاوية  $m\angle SQR = 2(m\angle TQR)$

بالتعويض  $6x+8 = 2(4x-14)$

خاصية التوزيع  $6x+8 = 8x-28$

خاصية الطرح للمساواة  $-2x = -36$

خاصية القسمة للمساواة  $x = 18$

وبما أن  $\overrightarrow{QT}$  ينصف  $\angle SQR$ ، فإن:

تعريف منصف الزاوية  $m\angle SQT = m\angle TQR$

بالتعويض  $m\angle SQT = 4x-14$

بالتعويض عن  $x=18$  والتبسيط  $m\angle SQT = 58^\circ$

#### اختبار سريع

حل كلًا من المعادلات الآتية:

(1)  $\frac{3x}{8} = \frac{6}{x}$

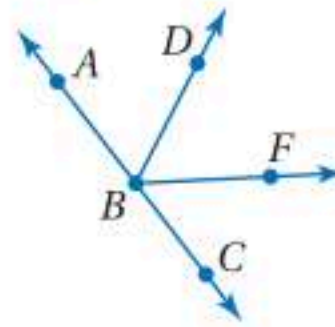
(2)  $\frac{7}{3} = \frac{x-4}{6}$

(3)  $\frac{x+9}{2} = \frac{3x-1}{8}$

(4)  $\frac{3}{2x} = \frac{3x}{8}$

(5) **تعليم:** نسبة عدد الطلاب إلى عدد المعلمين في مدرسة هي 17 إلى 1. إذا كان عدد طلاب المدرسة 1088 طالبًا، فما عدد المعلمين؟

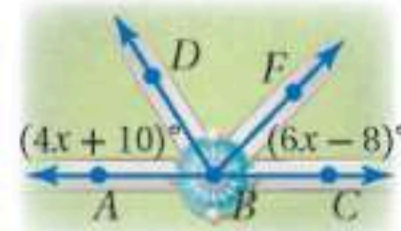
**جبر:** في الشكل أدناه،  $\overrightarrow{BA}$ ،  $\overrightarrow{BC}$  نصفان مستقيمان متعاكسان، و  $\overrightarrow{BD}$  ينصف  $\angle ABF$ . (مهارة سابقة)



(6) إذا كان:  $m\angle ABF = (3x-8)^\circ$ ،  $m\angle ABD = (x+14)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle ABD$ .

(7) إذا كان:  $m\angle FBC = (2x+25)^\circ$ ،  $m\angle ABF = (10x-1)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle DBF$ .

(8) **حدائق:** يخطط مهندس لإضافة ممرات تصل إلى نافورة كما هو مبين أدناه، إذا كان  $\overrightarrow{BA}$ ،  $\overrightarrow{BC}$  نصفين مستقيمان متعاكسين و  $\overrightarrow{BD}$  ينصف  $\angle ABF$ ، فأوجد  $m\angle FBC$ .





# المضلعات المتشابهة

## Similar Polygons

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



### لماذا؟

يزين بعض الأشخاص شاشات حواسيبهم باستعمال صور شخصية لهم، وذلك بوضع صورة بحجمها الأصلي في وسط الشاشة، أو بتكبيرها لتملأ الشاشة، إلا أن الطريقة الثانية تُظهر الصورة مشوهة؛ لأن الصورة الأصلية والصورة الجديدة لا تكونان متشابهتين هندسيًا.

**تحديد المضلعات المتشابهة:** المضلعات المتشابهة لها الشكل نفسه، ولكن ليس بالضرورة أن يكون لها القياسات نفسها.

### فيما سبق:

درست استعمال التناسب لحل المسائل.

(مهارة سابقة)

### والآن:

- استعمل التناسب لتحديد المضلعات المتشابهة.
- أحل مسائل باستعمال خصائص المضلعات المتشابهة.

### المفردات:

المضلعات المتشابهة

similar polygons

معامل التشابه

scale factor

نسبة التشابه

similarity ratio

أضف إلى  
مطوبتك

### المضلعات المتشابهة

### مفهوم أساسي

يتشابه مضلعان إذا وفقط إذا كانت زواياهما المتناظرة متطابقة، وأطوال أضلاعهما المتناظرة متناسبة.

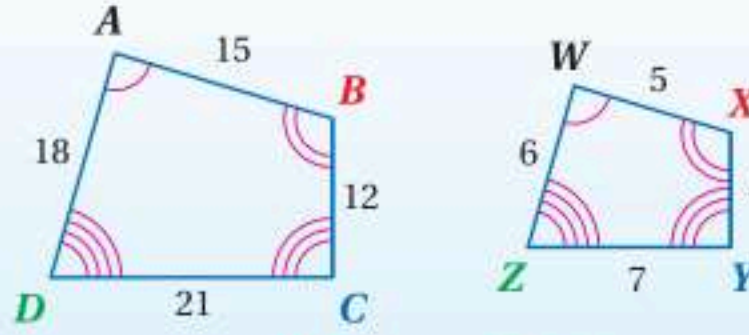
مثال: في الشكل أدناه،  $ABCD$  يشابه  $WXYZ$ .

الزوايا المتطابقة:

$$\angle A \cong \angle W, \angle B \cong \angle X, \angle C \cong \angle Y, \angle D \cong \angle Z$$

التناسب:

$$\frac{AB}{WX} = \frac{BC}{XY} = \frac{CD}{YZ} = \frac{DA}{ZW} = \frac{3}{1}$$

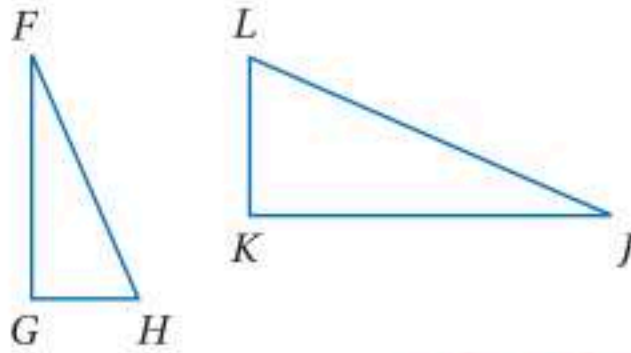


الرموز:  $ABCD \sim WXYZ$

وكما هو الحال في عبارة التطابق، فإن ترتيب الرؤوس في عبارة التشابه مثل  $ABCD \sim WXYZ$  مهم جدًا؛ لأنه يحدّد الزوايا المتناظرة والأضلاع المتناظرة.

### استعمال عبارة التشابه

### مثال 1

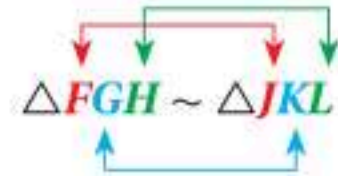


إذا كان  $\triangle FGH \sim \triangle JKL$ ، فاكتب جميع أزواج الزوايا المتطابقة، واكتب تناسبًا يربط بين الأضلاع المتناظرة.

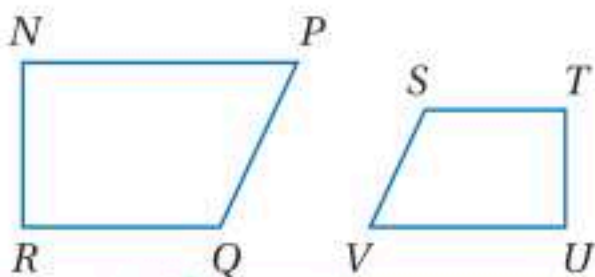
استعمل عبارة التشابه.

الزوايا المتطابقة:  $\angle F \cong \angle J, \angle G \cong \angle K, \angle H \cong \angle L$

التناسب:  $\frac{FG}{JK} = \frac{GH}{KL} = \frac{HF}{LJ}$



تحقق من فهمك



1) إذا كان  $NPQR \sim UVST$ ، فاكتب جميع أزواج الزوايا المتطابقة، واكتب تناسبًا يربط بين الأضلاع المتناظرة.

### قراءة الرياضيات

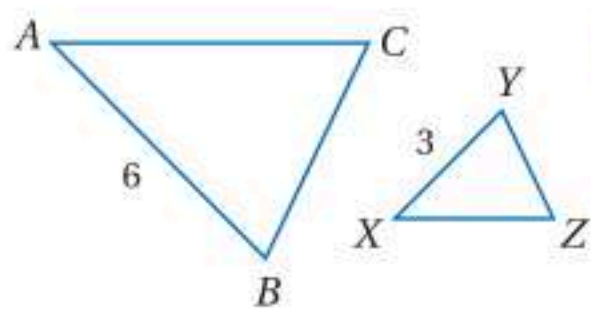
الرموز  $\sim$  و  $\cong$ :

يُقرأ الرمز  $\sim$  يشابه،

ويُقرأ الرمز  $\cong$  لا يشابه،

أو ليس مشابهًا.





النسبة بين طولي ضلعين متناظرين لمضلعين متشابهين تُسمى **معامل التشابه** أو (عامل المقياس). ويعتمد معامل التشابه على ترتيب المقارنة.

ففي الشكل المجاور  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$

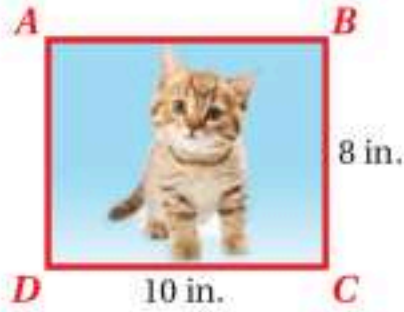
ومعامل تشابه  $\triangle ABC$  إلى  $\triangle XYZ$  يساوي  $\frac{6}{3}$  أو 2

بينما معامل تشابه  $\triangle XYZ$  إلى  $\triangle ABC$  يساوي  $\frac{3}{6}$  أو  $\frac{1}{2}$

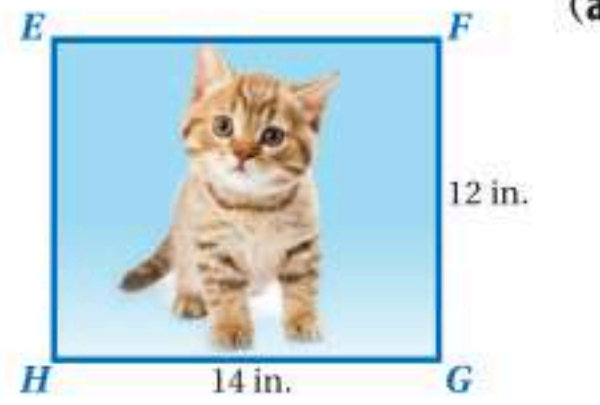
معامل التشابه بين مضلعين متشابهين يسمى **نسبة التشابه** أحياناً

### تحديد المضلعات المتشابهة

### مثال 2 من واقع الحياة



**صور:** يريد كمال أن يستعمل الصورة المستطيلة الشكل المجاورة خلفية لشاشة الحاسوب، ولكنه يحتاج لتغيير أبعادها، حدّد ما إذا كانت كلٌّ من الصورتين المستطيلتين الآتيتين مشابهةً لها أم لا؟ وإذا كانت كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه. وضح إجابتك.



(a) **الخطوة 1:** قارن الزوايا المتناظرة.

بما أن جميع زوايا المستطيل قوائم، والزوايا القوائم متطابقة، فإن الزوايا المتناظرة متطابقة.

**الخطوة 2:** قارن النسب بين أطوال الأضلاع المتناظرة.

$$\frac{BC}{FG} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3} \quad \frac{DC}{HG} = \frac{10}{14} = \frac{5}{7}$$

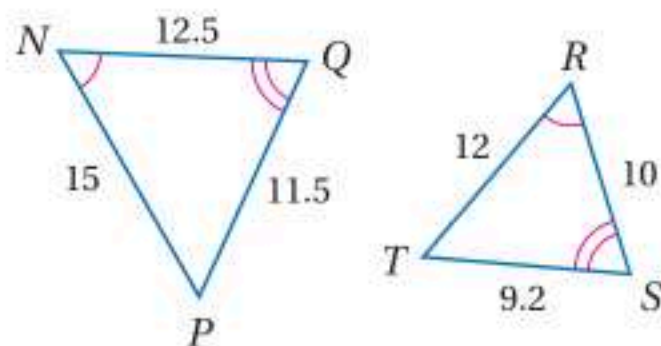
وحيث إن  $\frac{5}{7} \neq \frac{2}{3}$ ، فإن الأضلاع المتناظرة غير متناسبة، وعليه فإن  $ABCD \not\sim EFGH$  إذن فالصورتان غير متشابهتين.

(b) **الخطوة 1:** بما أن  $ABCD, JKLM$  مستطيلان، فإن الزوايا المتناظرة متطابقة.

**الخطوة 2:** قارن النسب بين أطوال الأضلاع المتناظرة.

$$\frac{BC}{KL} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3} \quad \frac{DC}{ML} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$$

وحيث إن  $\frac{2}{3} = \frac{2}{3}$ ، فإن الأضلاع المتناظرة متناسبة، وعليه فإن  $ABCD \sim JKLM$ ؛ إذن فالصورتان متشابهتان ومعامل تشابه  $ABCD$  إلى  $JKLM$  يساوي  $\frac{2}{3}$



### تحقق من فهمك

(2) حدّد ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، ووضح إجابتك.

### إرشادات للدراسة

**تناسب المستطيلات:**  
لاختبار تناسب أضلاع مستطيلين، يكفي اختبار تناسب ضلعين متتاليين من المستطيل الأول مع الضلعين المناظرين لهما في المستطيل الثاني؛ لأن المستطيل فيه كل ضلعين متقابلين متطابقان.

### إرشادات للدراسة

**التحقق من صحة الحل:**  
للتحقق من معامل التشابه، أوجد النسبة بين طولي ضلعين متناظرين آخرين.

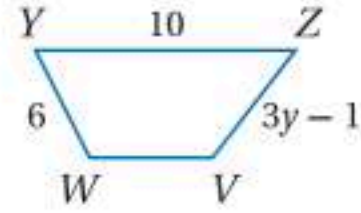
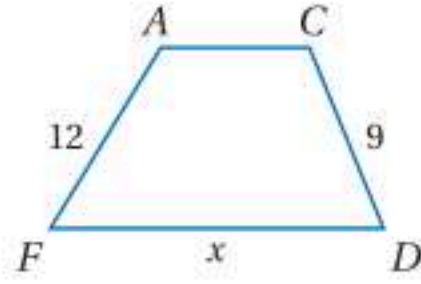


**استعمال الأشكال المتشابهة:** يمكنك استعمال معاملات التشابه والتناسبات، لحل مسائل تتضمن أشكالاً متشابهة.

### إرشادات للدراسة

التشابه والتطابق،  
إذا كان المضلعان  
متطابقين فإنهما  
متشابهان أيضاً. وتكون  
جميع الزوايا المتناظرة  
متطابقة، وأطوال  
الأضلاع المتناظرة  
متناسبة، والنسبة  
بين طولي كل ضلعين  
متناظرين هي 1:1.

### مثال 3 استعمال الأشكال المتشابهة لإيجاد القيم المجهولة



في الشكل المجاور،  $ACDF \sim VWYZ$ .

(a) أوجد قيمة  $x$ .

استعمل أطوال الأضلاع المتناظرة لكتابة تناسب

$$\frac{CD}{WY} = \frac{DF}{YZ}$$

الأضلاع المتناظرة متناسبة

$$\frac{9}{6} = \frac{x}{10}$$

$CD = 9, WY = 6, DF = x, YZ = 10$

خاصية الضرب التبادلي

$$9(10) = 6(x)$$

بالضرب

$$90 = 6x$$

بقسمة كلا الطرفين على 6

$$15 = x$$

(b) أوجد قيمة  $y$ .

الأضلاع المتناظرة متناسبة

$$\frac{CD}{WY} = \frac{FA}{ZV}$$

$CD = 9, WY = 6, FA = 12, ZV = 3y - 1$

$$\frac{9}{6} = \frac{12}{3y - 1}$$

خاصية الضرب التبادلي

$$9(3y - 1) = 6(12)$$

بالضرب

$$27y - 9 = 72$$

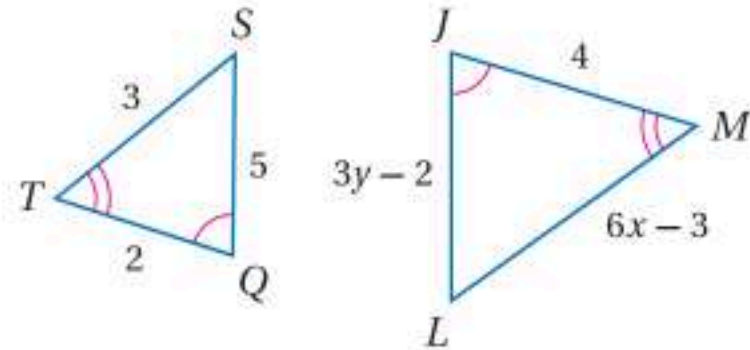
بإضافة 9 لكلا الطرفين

$$27y = 81$$

بقسمة كلا الطرفين على 27

$$y = 3$$

### تحقق من فهمك



إذا كان  $\triangle JLM \sim \triangle QST$ ، فأوجد قيمة المتغير في كلِّ مما يأتي:

(3A)  $x$

(3B)  $y$

النسبة بين أيّ طولين متناظرين في المضلعين المتشابهين تساوي معامل التشابه بينهما. ويؤدي هذا إلى النظرية الآتية حول محيطي المضلعين المتشابهين.

### إرشادات للدراسة

تحديد المثلثات  
المتشابهة،  
عندما تُعطى زوجين  
من الزوايا المتناظرة  
المتطابقة في مثلثين،  
تذكر أنه يمكنك  
استعمال نظرية الزاوية  
الثالثة؛ لإثبات أن  
الزاويتين المتناظرتين  
الباقيتين متطابقتان  
أيضاً.

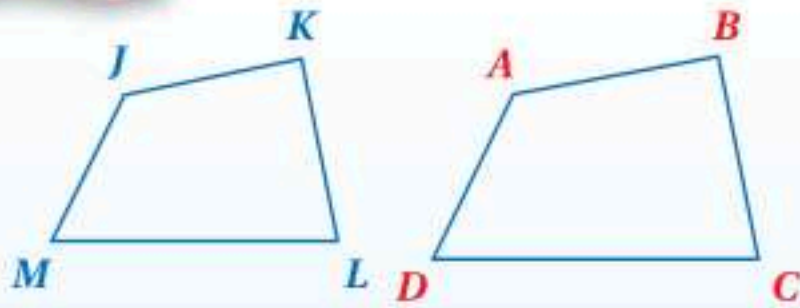
أضف إلى

مطوبتك

### محيطا المضلعين المتشابهين

### نظرية 6.1

إذا تشابه مضلعان، فإن النسبة بين محيطيهما تساوي معامل التشابه بينهما.



مثال: إذا كان  $ABCD \sim JKLM$ ، فإن:

$$\frac{AB}{JK} = \frac{BC}{KL} = \frac{CD}{LM} = \frac{DA}{MJ} = \frac{AB + BC + CD + DA}{JK + KL + LM + MJ}$$

ستبرهن النظرية 6.1 الخاصة بحالة المثلثات في السؤال 34





## تنبیه!

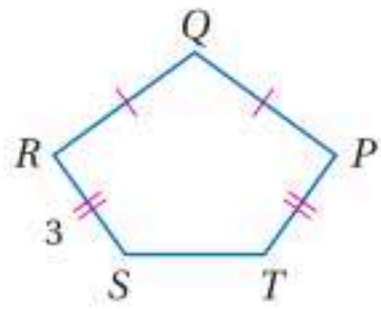
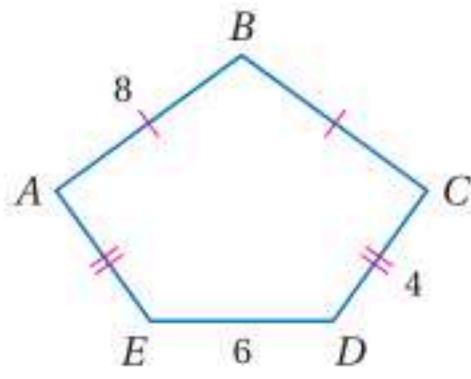
### المحيط:

تذكر أن المحيط هو المسافة حول الشكل، وعندما تريد إيجاد محيط مضلع، احرص على أن تجد مجموع أطوال جميع أضلاعه، وقد تستعمل قوانين هندسية: لإيجاد أطوال الأضلاع غير المعطاة.

## مثال 4

### استعمال معامل التشابه لإيجاد المحيط

إذا كان  $ABCDEF \sim PQRST$ ، فأوجد معامل تشابه  $ABCDEF$  إلى  $PQRST$  ومحيط كل مضلع.



معامل تشابه  $ABCDEF$  إلى  $PQRST$  يساوي  $\frac{CD}{RS}$  أي  $\frac{4}{3}$ .

وبما أن:  $\overline{BC} \cong \overline{AB}$ ,  $\overline{AE} \cong \overline{CD}$ ,

فإن محيط  $ABCDEF$  يساوي  $8 + 8 + 4 + 6 + 4 = 30$ .

استعمل محيط  $ABCDEF$ ، ومعامل التشابه لكتابة تناسب.

افترض أن محيط  $PQRST$  يساوي  $x$ .

النظرية 6.1

$$\frac{4}{3} = \frac{\text{محيط } ABCDEF}{\text{محيط } PQRST}$$

بالتعويض

$$\frac{4}{3} = \frac{30}{x}$$

خاصية الضرب التبادلي

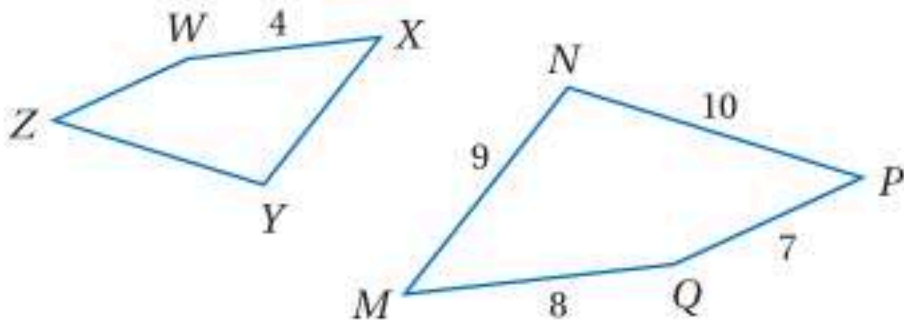
$$(3)(30) = 4x$$

بقسمة كلا الطرفين على 4

$$22.5 = x$$

إذن محيط  $PQRST$  يساوي 22.5.

## تحقق من فهمك

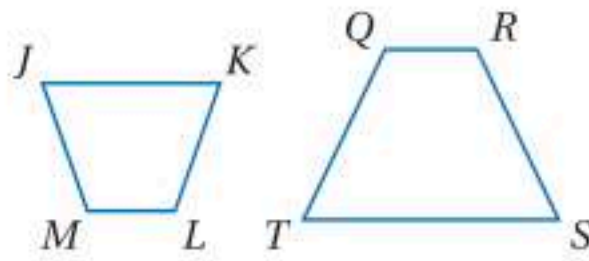


(4) إذا كان  $MNPQ \sim XYZW$ ، فأوجد معامل تشابه  $MNPQ$  إلى  $XYZW$ ، ومحيط كل مضلع.

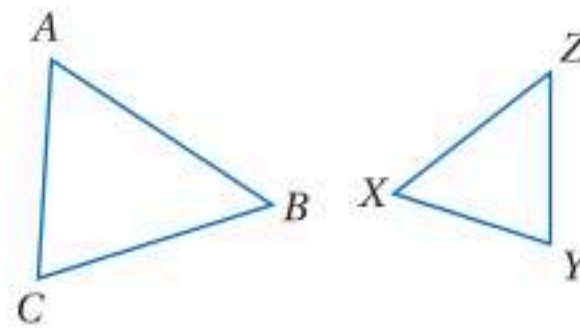
## تأكد

اكتب جميع الزوايا المتطابقة، واكتب تناسباً يربط بين الأضلاع المتناظرة في كل مما يأتي:

$$JKLM \sim TSRQ \quad (2)$$

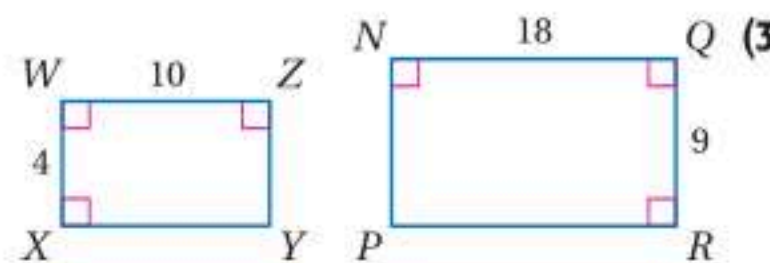
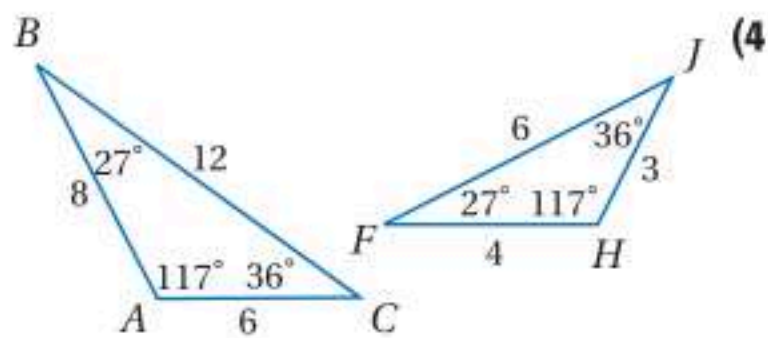


$$\triangle ABC \sim \triangle ZYX \quad (1)$$



حدد ما إذا كان المضلعان في كل من السؤالين الآتيين متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، وضح إجابتك.

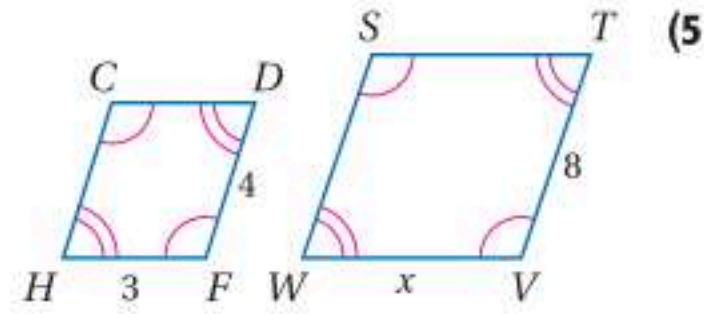
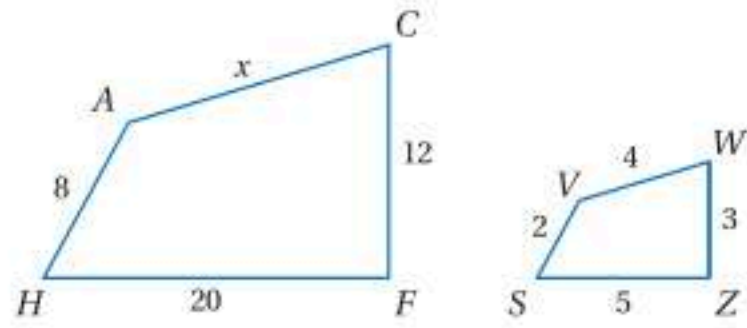
## المثال 2





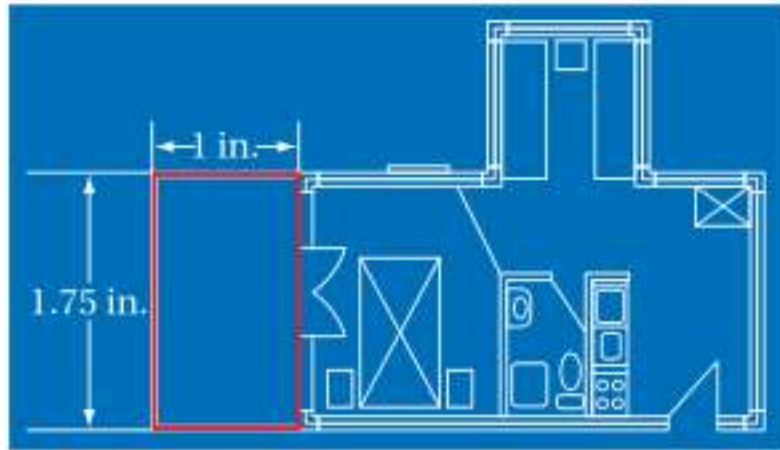
### المثال 3

في كلِّ ممَّا يأتي، إذا كان المضلعان متشابهين، فأوجد قيمة  $x$ .



### المثال 4

(7) **تصميم:** في مخطط الشقة المجاور، عرض الشرفة 1 in وطولها 1.75 in. إذا كان طول الشرفة الحقيقي 15 ft، فما محيطها؟

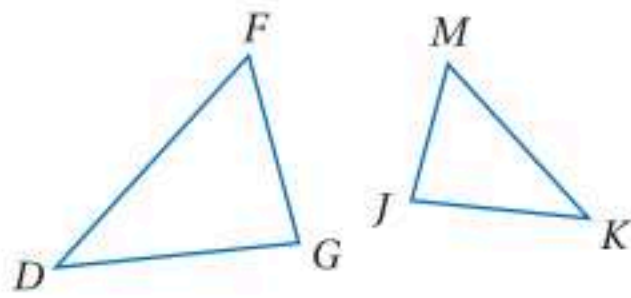


## تدريب وحل المسائل

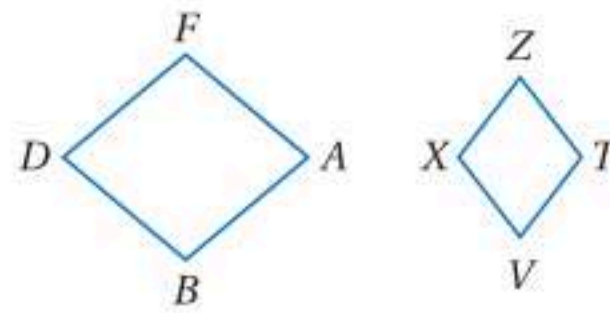
### المثال 1

اكتب جميع الزوايا المتطابقة، ثم اكتب تناسبًا يربط الأضلاع المتناظرة للمضلعين في كلِّ ممَّا يأتي:

$$\triangle DFG \sim \triangle KMJ \quad (9)$$

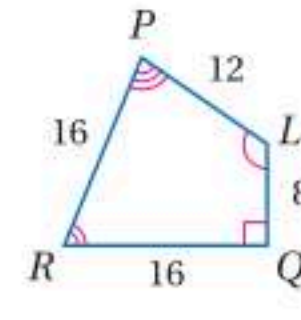
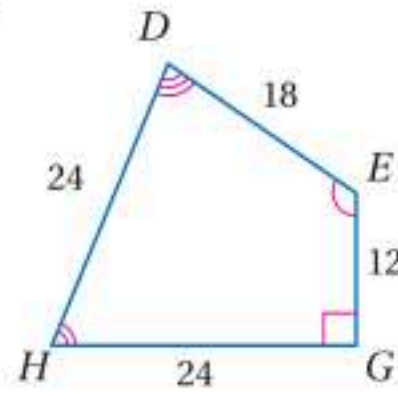
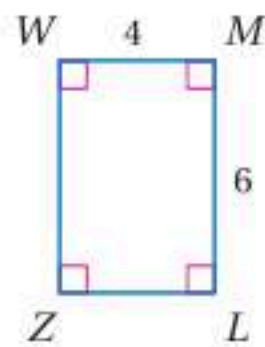
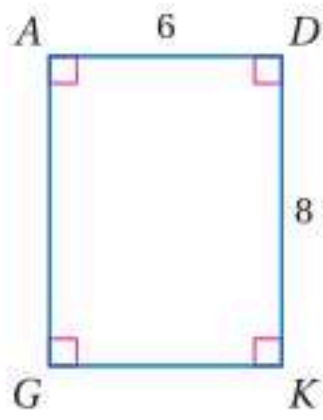


$$ABDF \sim VXZT \quad (8)$$



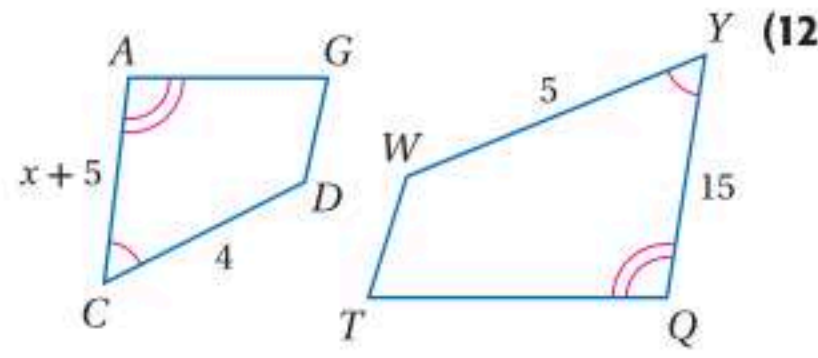
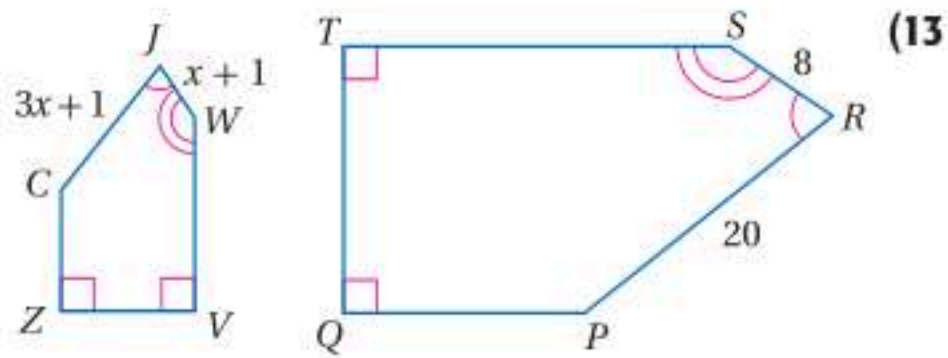
### المثال 2

حدّد ما إذا كان المضلعان في كلِّ ممَّا يأتي متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، وإلا فوضح السبب.



### المثال 3

في كلِّ ممَّا يأتي، إذا كان المضلعان متشابهين، فأوجد قيمة  $x$ .



### المثال 4

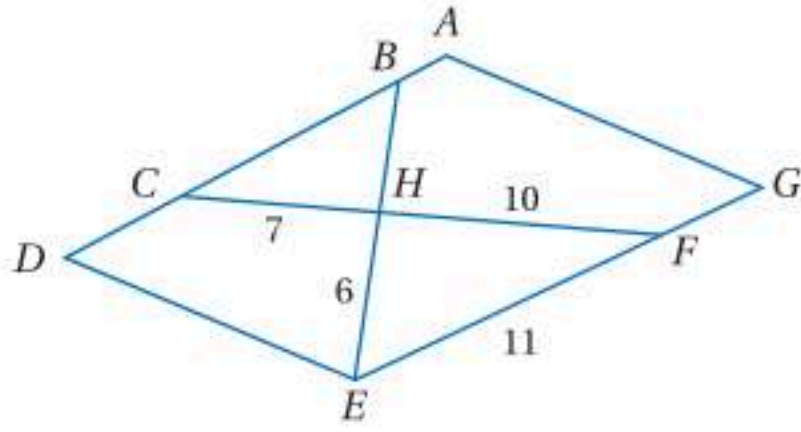
(14) طول المستطيل ABCD يساوي 20 m، وعرضه 8 m، وطول المستطيل QRST المشابه له يساوي 40 m. أوجد معامل تشابه المستطيل ABCD إلى المستطيل QRST، ومحيط كل منهما.



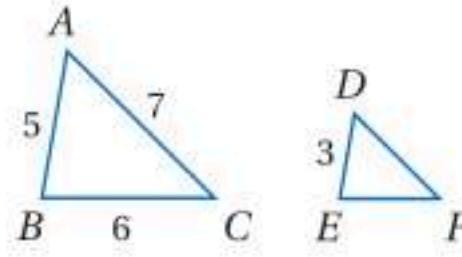


أوجد محيط المثلث المحدد في كل مما يأتي:

(16)  $\triangle CBH \sim \triangle FEH$ ، إذا كان  $\triangle CBH$ .



(15)  $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ ، إذا كان  $\triangle DEF$ .



(17) إذا كان معامل التشابه بين مستطيلين متشابهين 1:2، ومحيط المستطيل الكبير 80 m، فأوجد محيط المستطيل الصغير.

(18) إذا كان معامل التشابه بين مربعين متشابهين 3:2، ومحيط المربع الصغير 50 ft، فأوجد محيط المربع الكبير.

**مثلثات متشابهة:** في الشكل المجاور، المثلثات:  $AHB, AGC, AFD$

متشابهة وفيها:  $\angle AHB \cong \angle AGC \cong \angle AFD$ .

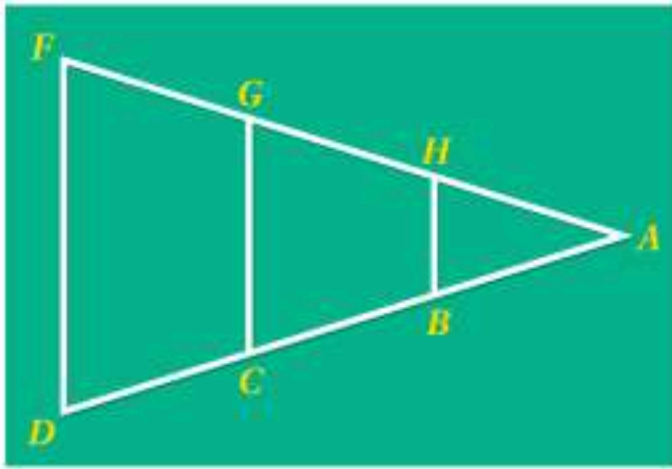
أوجد الأضلاع التي تناظر الضلع المُعطى أو الزوايا التي تطابق الزاوية المُعطاة في كل من الأسئلة الآتية.

$\overline{AB}$  (19)

$\overline{FD}$  (20)

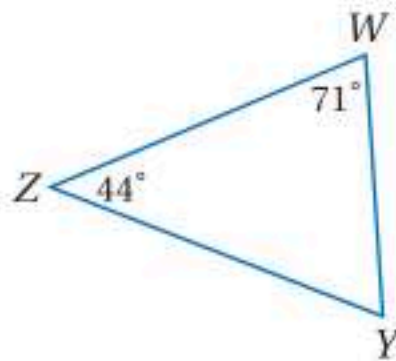
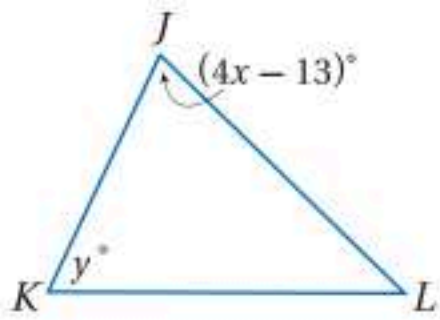
$\angle ACG$  (21)

$\angle A$  (22)

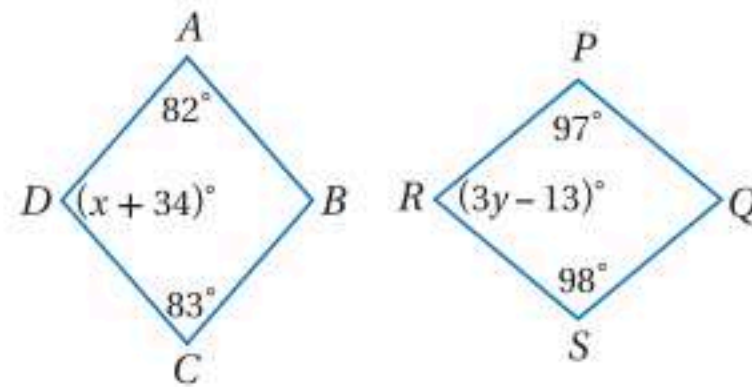


أوجد قيمة كل متغير فيما يأتي:

(24)  $\triangle JKL \sim \triangle WYZ$



(23)  $ABCD \sim QSRP$



(25) **عرض الشرائح:** إذا كانت أبعاد صورة على شريحة 13 in في  $9\frac{1}{4}$  in، ومعامل تشابه صور الشريحة إلى الصور المعروضة بواسطة جهاز العرض 1:4؛ فما أبعاد الصورة المعروضة؟



**الربط مع الحياة**

يرى بعض التربويين أن نسبة 75% إلى 90% من معارف الشخص يتم الحصول عليها عن طريق الوسائل البصرية، ومن هنا جاءت أهمية استعمال جهاز عرض الشرائح في العملية التعليمية.

**هندسة إحداثية:** حدّد ما إذا كان المستطيلان  $WXYZ, ABCD$  المعطاة إحداثيات رؤوسهما في السؤالين الآتيين متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه؛ وضح إجابتك.

(26)  $A(-1, 5), B(7, 5), C(7, -1), D(-1, -1); W(-2, 10), X(14, 10), Y(14, -2), Z(-2, -2)$

(27)  $A(5, 5), B(0, 0), C(5, -5), D(10, 0); W(1, 6), X(-3, 2), Y(2, -3), Z(6, 1)$



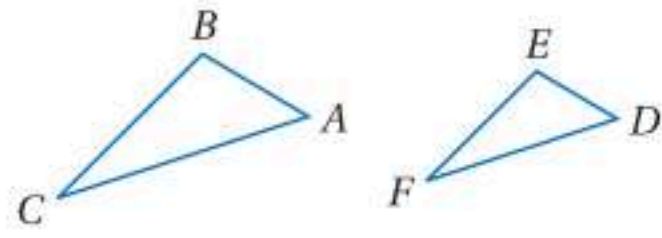
حدّد ما إذا كان المضلعان في كلّ مما يأتي متشابهين دائماً أو أحياناً أو غير متشابهين أبداً، وضح إجابتك.

(28) مثلثان منفرجا الزاوية (29) شبه منحرف ومتوازي أضلاع

(30) مثلثان قائما الزاوية (31) مثلثان متطابقا الضلعين

(32) مثلث مختلف الأضلاع، ومثلث متطابق الضلعين

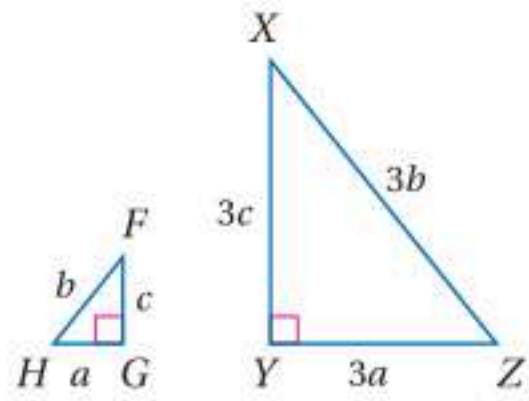
(33) مثلثان متطابقا الأضلاع



(34) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 6.1 (في حالة المثلثات)

$$\text{المعطيات: } \triangle ABC \sim \triangle DEF, \frac{AB}{DE} = \frac{m}{n}$$

$$\text{المطلوب: إثبات أن: } \frac{\text{محيط } \triangle ABC}{\text{محيط } \triangle DEF} = \frac{m}{n}$$



(35) **تغيير الأبعاد:** في الشكل المجاور،  $\triangle FGH \sim \triangle XYZ$

(a) بيّن أن النسبة بين محيطي المثلثين هي النسبة نفسها بين أضلاعهما المتناظرة.

(b) إذا أضيف لطول كل ضلع 6 وحدات، فهل المثلثان الجديدان متشابهان؟

(36) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستكتشف تشابه المربعات.

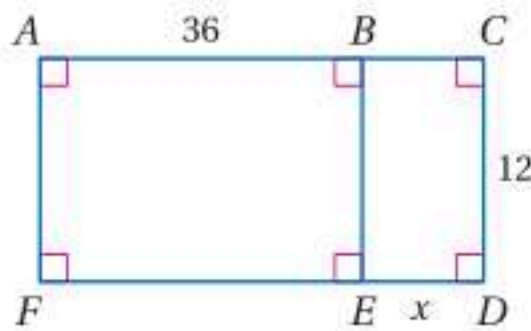
(a) **هندسياً:** ارسم ثلاثة مربعات مختلفة الأبعاد، وسمّها  $ABCD, PQRS, WXYZ$ ، وقس طول ضلع كل مربع وسجّل الأطوال على المربعات.

(b) **جدولياً:** احسب النسب بين أطوال الأضلاع المتناظرة لكل زوج مربعات فيما يأتي ودونها في جدول:

$ABCD, PQRS; PQRS, WXYZ; WXYZ, ABCD$ . هل كل مربعين من المربعات متشابهان؟

(c) **لفظياً:** ضع تخميناً حول تشابه جميع المربعات.

### مسائل مهارات التفكير العليا



(37) **تحذّر:** في الشكل المجاور، ما قيمة (قيم)  $x$

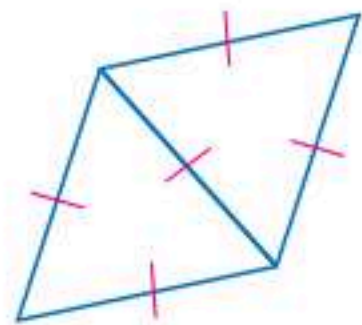
التي تجعل  $BEFA \sim EDCB$ ؟

(38) **إجابة مفتوحة:** أوجد مثلاً مضاداً للعبارة الآتية:

”جميع المستطيلات متشابهة“

(39) **برهان:** إذا كان المستطيل  $BCEG$  فيه  $BC:CE = 2:3$ ، وكان المستطيل  $LJAW$  فيه  $LJ:JA = 2:3$

فأثبت أن:  $BCEG \sim LJAW$



(40) **تبرير:** يمكن دمج مثلثين متساويي الأضلاع متطابقين؛ لتكوين شكل رباعي

كما في الشكل المجاور. إذا كوّن شكلًا رباعياً آخر من مثلثين متساويي الأضلاع

متطابقين آخرين، فأَيُّ العبارات التالية صحيحة حول الشكل المجاور، والشكل

الذي كوّنته: يجب أن يكونا متشابهين، المجاور قد يكونا متشابهين، أو غير

متشابهين. فسّر إجابتك.

(41) **تبرير:** ارسم مضلعين خماسيين منتظمين أطوال أضلاعهما مختلفة. هل المضلعان متشابهان؟ وهل كل

مضلعين منتظمين ومتساويين في عدد الأضلاع متشابهان؟ وضح إجابتك.

(42) **اكتب:** بيّن أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين المضلعات المتطابقة والمضلعات المتشابهة.





## تدريب على اختبار

(44) مستطيلان متشابهان. إذا كان معامل التشابه بينهما 3:5، ومحيط المستطيل الكبير 65 m، فما محيط المستطيل الصغير؟

- 49 m C                      29 m A  
59 m D                      39 m B

(43) إذا كان:  $PQRS \cong JKLM$  ومعامل تشابه  $PQRS$  إلى  $JKLM$  يساوي 4:3، وكان  $QR = 8$  cm، فما طول  $KL$ ؟

- 8 cm C                      24 cm A  
6 cm D                       $10\frac{2}{3}$  cm B

## مراجعة تراكمية

حل كل تناسب مما يأتي: (مهارة سابقة)

$$\frac{2x+3}{x-1} = \frac{-4}{5} \quad (47)$$

$$\frac{2}{4y+5} = \frac{-4}{y} \quad (46)$$

$$\frac{c-2}{c+3} = \frac{5}{4} \quad (45)$$

(48) هندسة إحداثية أوجد إحداثيات نقطة تقاطع قطري  $JKLM$  الذي رؤوسه:  $J(2, 5), K(6, 6), L(4, 0), M(0, -1)$  (مهارة سابقة)

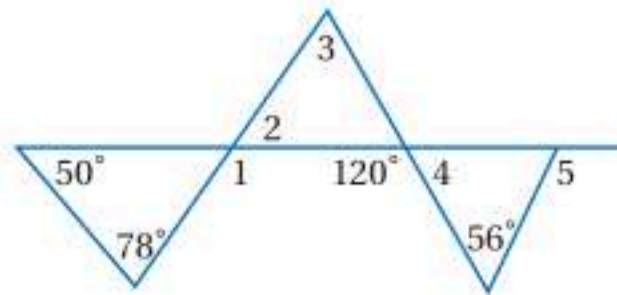
اكتب الفرض الذي تبدأ به برهاناً غير مباشر لكل عبارة مما يأتي: (مهارة سابقة)

$$\overline{PQ} \cong \overline{ST} \quad (50)$$

(49) إذا كان  $3x > 12$ ، فإن  $x > 4$ .

(51) منصف زاوية الرأس لمثلث متطابق الضلعين هو ارتفاع للمثلث أيضاً.

في الشكل المجاور، أوجد قياس كل من الزوايا الآتية. (مهارة سابقة)



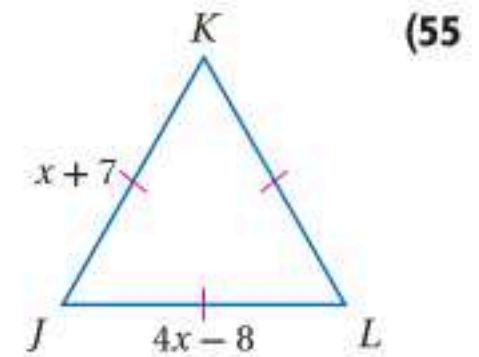
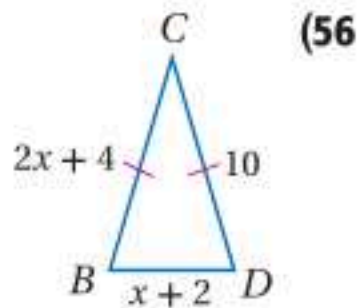
$$m\angle 1 \quad (52)$$

$$m\angle 2 \quad (53)$$

$$m\angle 3 \quad (54)$$

## استعد للدرس اللاحق

جبر أوجد قيمة  $x$  وطول كل ضلع في كل من المثلثين الآتيين: (مهارة سابقة)







# المثلثات المتشابهة

## Similar Triangles

# 6-2



**لماذا؟**

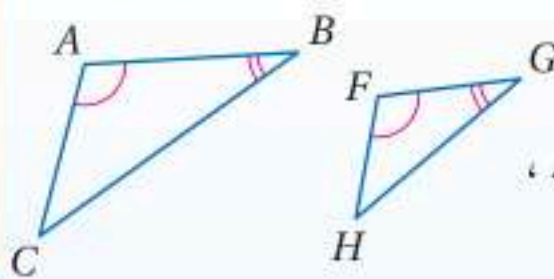
أراد خالد أن يرسم نسخة مشابهة لشعار نادي التزلج المجاور على مُلصقي كبير، فبدأ أولاً برسم قطعة مستقيمة أسفل المُلصق، ثم استعمل نسخة من المثلث الأصلي لينسخ زاويتي القاعدة، ثم مدّ الضلعين غير المشتركين للزاويتين.



**تحديد المثلثات المتشابهة:** في الفصل الثالث تعلمت اختبارات تحديد ما إذا كان مثلثان متطابقين أم لا، ولتشابه المثلثات اختبارات أيضاً. والرسم السابق يبيّن أنه إذا طبقت زاويتان في مثلث زاويتين في مثلث آخر، فإن المثلثين متشابهان.

أضف إلى

مطوبتك



**مسلمة 6.1 التشابه بزائويتين (AA)**

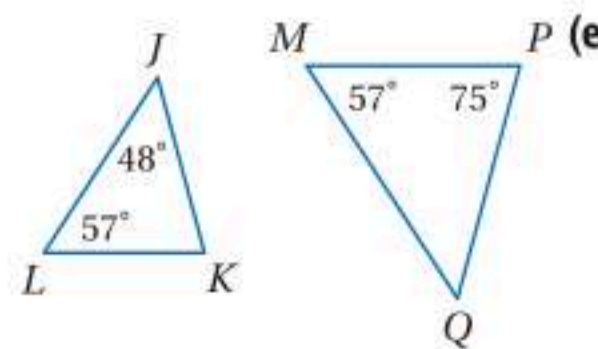
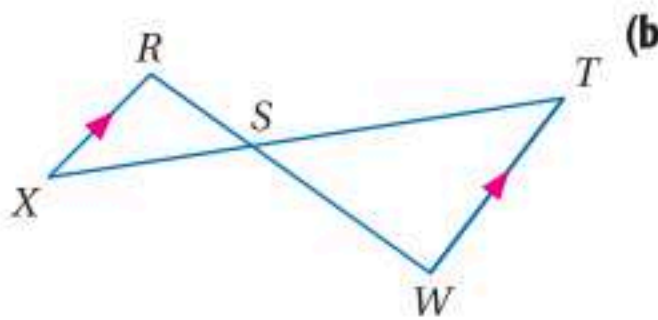
إذا طبقت زاويتان في مثلث زاويتين في مثلث آخر، فإن المثلثين متشابهان.

مثال: في المثلثين  $ABC$ ,  $FGH$ ، إذا كانت:  $\angle A \cong \angle F$ ,  $\angle B \cong \angle G$ ، فإن:  $\triangle ABC \sim \triangle FGH$ .

**استعمال مسلمة التشابه DD**

**مثال 1**

حدّد في كل مما يأتي ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه. ووضّح إجابتك.

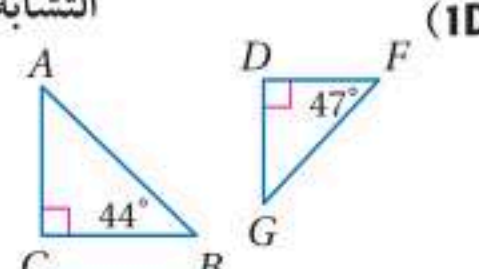
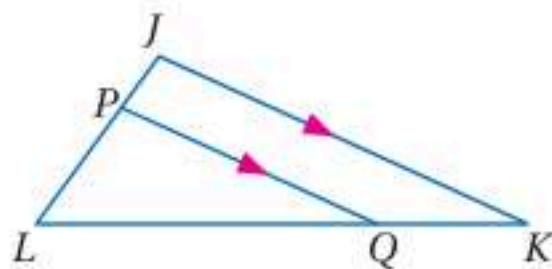


(e) بما أن:  $m\angle L = m\angle M$ ، إذن:  $\angle L \cong \angle M$ . ومن نظرية مجموع قياسات زوايا المثلث يكون:  $57^\circ + 48^\circ + m\angle K = 180^\circ$ ؛ إذن  $m\angle K = 75^\circ$ . وبما أن  $m\angle P = 75^\circ$ ، فإن  $\angle K \cong \angle P$ ؛ إذن  $\triangle LJK \sim \triangle MQP$  وفق المسلمة AA.

(b)  $\angle RSX \cong \angle WST$  وفق نظرية الزاويتين المتقابلتين بالرأس. ولأن  $\overline{RX} \parallel \overline{TW}$ ، فإن  $\angle R \cong \angle W$  وفق نظرية الزاويتين المتبادلتين داخلياً؛ إذن  $\triangle RSX \sim \triangle WST$  وفق المسلمة AA.

**تحقق من فهمك:** حدّد في كل مما يأتي ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ووضّح إجابتك.

(1B) التشابه ووضّح إجابتك.





يمكنك استعمال مسلمة التشابه AA لإثبات النظريتين الآتيتين:

### إرشادات للدراسة

#### رسم الأشكال:

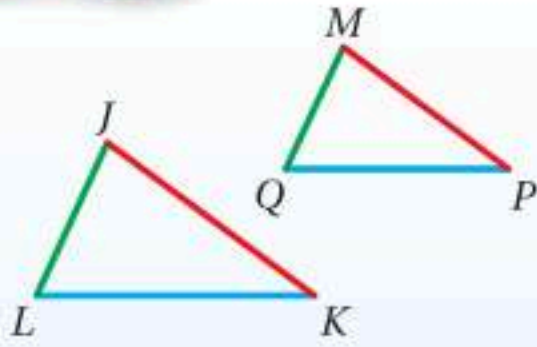
قد تساعدك إعادة رسم المثلثين المتشابهين، بحيث تظهر الأضلاع المتناظرة في الاتجاه نفسه.

أضف إلى

مطوبتك

### نظريتان

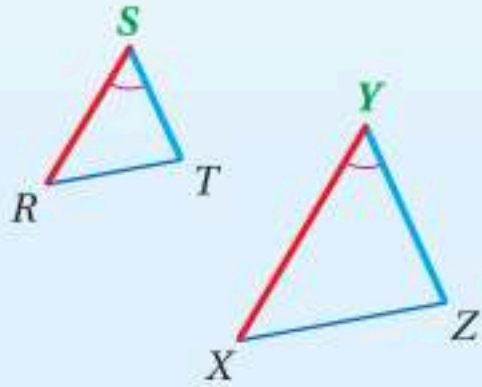
#### 6.2 التشابه بثلاثة أضلاع (SSS)



إذا كانت أطوال الأضلاع المتناظرة لمثلثين متناسبة، فإن المثلثين متشابهان.

مثال: إذا كان:  $\frac{JK}{MP} = \frac{KL}{PQ} = \frac{LJ}{QM}$ ، فإن  $\Delta JKL \sim \Delta MPQ$ .

#### 6.3 التشابه بضلعين وزاوية محصورة (SAS)



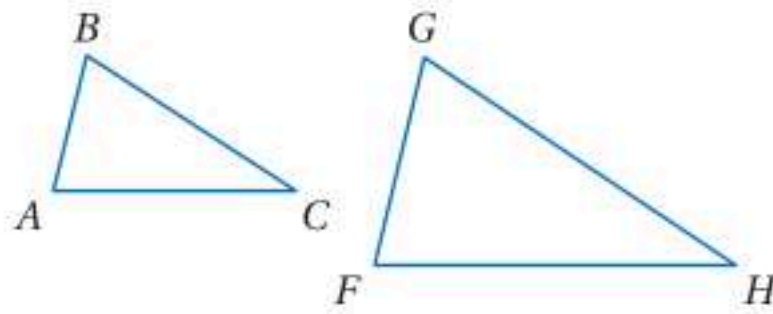
إذا كان طولاً ضلعين في مثلث ما متناسبين مع طولَي الضلعين المناظرين لهما في مثلث آخر وكانت الزاويتان المحصورتان بينهما متطابقتين، فإن المثلثين متشابهان.

مثال: إذا كان  $\angle S \cong \angle Y$ ،  $\frac{RS}{XY} = \frac{ST}{YZ}$ ، فإن  $\Delta RST \sim \Delta XYZ$ .

ستبرهن النظرية 6.3 في السؤال 17

### برهان النظرية 6.2

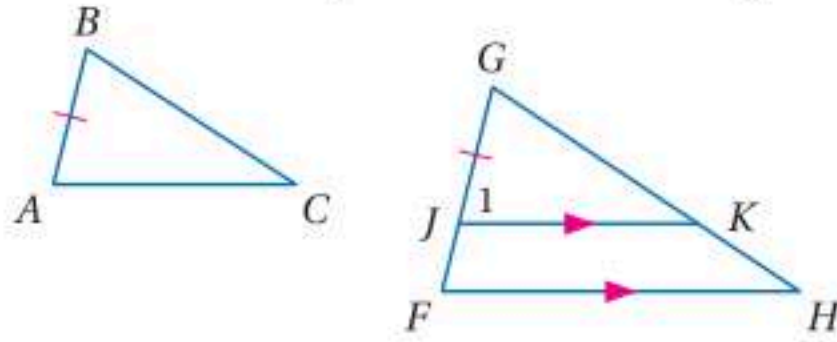
اكتب برهاناً حرراً للنظرية 6.2



المعطيات:  $\frac{AB}{FG} = \frac{BC}{GH} = \frac{AC}{FH}$

المطلوب:  $\Delta ABC \sim \Delta FGH$

البرهان:



عيّن النقطة J على  $\overline{FG}$ ، بحيث يكون  $JG = AB$ .  
ارسم  $\overline{JK}$ ، بحيث يكون  $\overline{JK} \parallel \overline{FH}$ .  
سمّ  $\angle GJK$  بالرمز  $\angle 1$ .

بما أن  $\angle G \cong \angle G$  وفق خاصية الانعكاس،  
و  $\angle 1 \cong \angle F$  وفق مسلمة الزاويتين المتناظرتين،  
فإن،  $\Delta GJK \sim \Delta GFH$  وفق مسلمة التشابه AA.

ومن تعريف المضلعات المتشابهة يكون:  $\frac{JG}{FG} = \frac{GK}{GH} = \frac{JK}{FH}$

وبالتعويض ينتج أن:  $\frac{AB}{FG} = \frac{GK}{GH} = \frac{JK}{FH}$

وبما أن:  $\frac{AB}{FG} = \frac{BC}{GH} = \frac{AC}{FH}$ ، إذن يمكننا استنتاج أن:  $\frac{GK}{GH} = \frac{BC}{GH}$ ،  $\frac{JK}{FH} = \frac{AC}{FH}$ ، وهذا يعني أن:

$GK = BC$ ،  $JK = AC$ ، لذلك  $\overline{GK} \cong \overline{BC}$ ،  $\overline{JK} \cong \overline{AC}$

ومن مسلمة التطابق SSS، يكون  $\Delta ABC \cong \Delta JGK$ .

ولأن العناصر المتناظرة في المثلثين المتطابقين تكون متطابقة فإن:  $\angle B \cong \angle G$ ،  $\angle A \cong \angle 1$ ، وبما أن:  $\angle 1 \cong \angle F$ ؛ إذن  $\angle A \cong \angle F$  وفق خاصية التعدي؛ إذن ومن مسلمة التشابه AA، يكون  $\Delta ABC \sim \Delta FGH$ .



مثال 2 استعمال نظريتي التشابه SSS, SAS

حدّد في كلّ مما يأتي ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه، ووضّح إجابتك.

$$\frac{PR}{SR} = \frac{8}{20} = \frac{2}{5}, \frac{PQ}{ST} = \frac{6}{15} = \frac{2}{5}$$

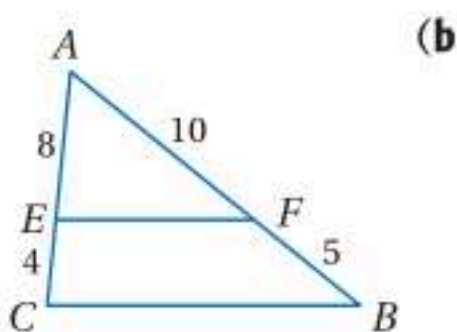
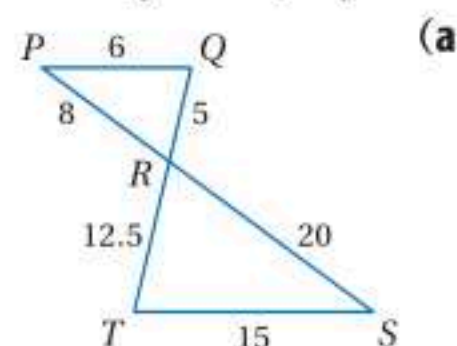
$$\frac{QR}{TR} = \frac{5}{12.5} = \frac{50}{125} = \frac{2}{5}$$

إذن  $\triangle PQR \sim \triangle STR$  وفق نظرية التشابه SSS.

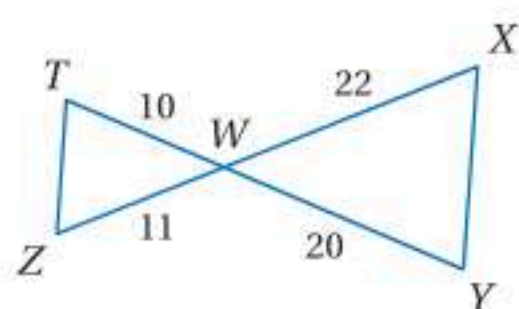
من خاصية الانعكاس  $\angle A \cong \angle A$ .

$$\frac{AF}{AB} = \frac{10}{10+5} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}, \frac{AE}{AC} = \frac{8}{8+4} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}$$

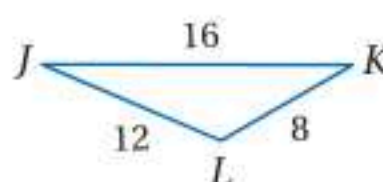
بما أن طولي الضلعين اللذين يحصران  $\angle A$  في  $\triangle AEF$  متناسبان مع طولي الضلعين المناظرين لهما في  $\triangle ACB$ ، إذن  $\triangle AEF \sim \triangle ACB$  وفق نظرية التشابه SAS.



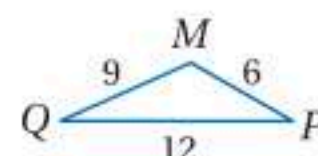
تحقق من فهمك



(2B)



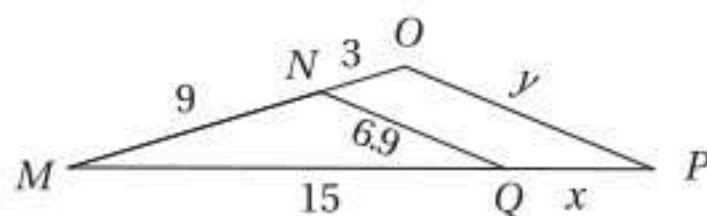
(2A)



يمكنك أن تُقرّر أي الشروط كافية لإثبات تشابه مثلثين.

مثال 3 من اختبار

المثلثان  $MNQ, MOP$  في الشكل المجاور متشابهان، ما قيمة  $x$ ؟



5 C

12 A

4 D

10 B

اقرأ سؤال الاختبار

في هذا السؤال تعلم، أنّ  $\triangle MNQ \sim \triangle MOP$ ، ومطلوب منك إيجاد طول قطعة مجهولة.

حل سؤال الاختبار

بما أنّ  $\triangle MNQ \sim \triangle MOP$ ، فإن الأضلاع المتناظرة متناسبة أي أن  $\frac{MN}{MO} = \frac{MQ}{MP}$ ، وبما أن

$$MN = 9, MO = 12, MQ = 15, MP = 15 + x$$

اختبر كلّاً من بدائل الإجابة حتى تجد واحداً منها يحقق التناسب  $\frac{9}{12} = \frac{15}{15+x}$ :

البديل A: إذا كان  $x = 12$  فإن:  $\frac{9}{12} \stackrel{?}{=} \frac{15}{15+12}$

X غير صحيح

$$\frac{3}{4} \neq \frac{5}{9}$$

البديل B: إذا كان  $x = 10$  فإن:  $\frac{9}{12} \stackrel{?}{=} \frac{15}{15+10}$

X غير صحيح

$$\frac{3}{4} \neq \frac{3}{5}$$

البديل C: إذا كان  $x = 5$  فإن:  $\frac{9}{12} \stackrel{?}{=} \frac{15}{15+5}$

$$\frac{3}{4} = \frac{3}{4}$$

✓ صحيح، إذن فإن إجابة السؤال هي C.

إرشادات للدراسة

الأضلاع المتناظرة، لتحديد الأضلاع المتناظرة لمثلثين، ابدأ بمقارنة أطول ضلعين ثم الضلعين التاليين لهما طولاً وأخيراً أقصر ضلعين.



## تحقق من فهمك

(3) في المثال السابق، ما قيمة  $y$ ؟

20.7 D

9.2 C

8.4 B

5.2 A

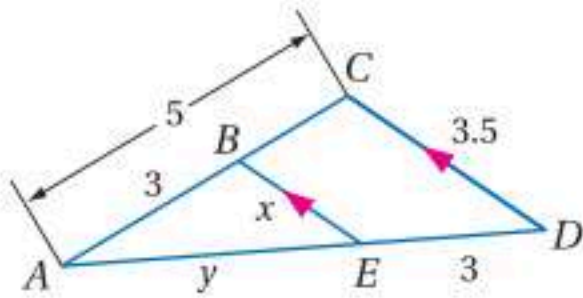
**استعمال المثلثات المتشابهة:** تشابه المثلثات مثل تطابق المثلثات، يحقق خصائص الانعكاس والتمائل والتعدي.

أضف إلى مطويتك	نظرية 6.4	خصائص المثلثات المتشابهة
	خاصية الانعكاس للتشابه:	$\triangle ABC \sim \triangle ABC$
	خاصية التماثل للتشابه:	إذا كان $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ ، فإن $\triangle DEF \sim \triangle ABC$ .
	خاصية التعدي للتشابه:	إذا كان $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ ، $\triangle DEF \sim \triangle XYZ$ فإن $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$ .

ستبرهن النظرية 6.4 في السؤال 18

## أجزاء المثلثات المتشابهة

### مثال 4



أوجد طول  $BE, AD$  في الشكل المجاور.

بما أن  $\overline{BE} \parallel \overline{CD}$ ، فإن:  $\angle ABE \cong \angle ACD$ ،  $\angle AEB \cong \angle ADC$ ؛ لأنها زوايا متناظرة، ومن مسلمة التشابه AA، يكون  $\triangle ABE \sim \triangle ACD$ .

تعريف المضلعات المتشابهة

$$\frac{AB}{AC} = \frac{BE}{CD}$$

$$AC = 5, CD = 3.5, AB = 3, BE = x$$

$$\frac{3}{5} = \frac{x}{3.5}$$

خاصية الضرب التبادلي

$$(3.5) \cdot 3 = 5 \cdot x$$

بقسمة كلا الطرفين على 5

$$2.1 = x$$

وعليه فإن  $BE$  يساوي 2.1

تعريف المضلعات المتشابهة

$$\frac{AC}{AB} = \frac{AD}{AE}$$

$$AC = 5, AB = 3, AD = y + 3, AE = y$$

$$\frac{5}{3} = \frac{y + 3}{y}$$

خاصية الضرب التبادلي

$$5 \cdot y = 3(y + 3)$$

خاصية التوزيع

$$5y = 3y + 9$$

ب طرح  $3y$  من كلا الطرفين

$$2y = 9$$

بقسمة كلا الطرفين على 2

$$y = 4.5$$

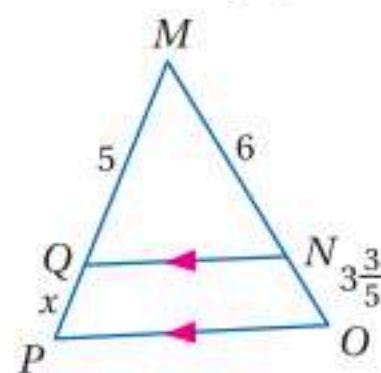
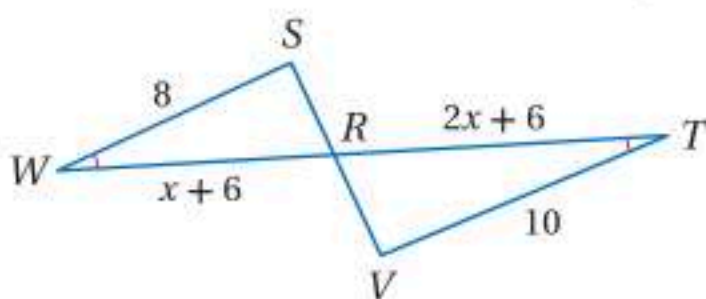
وعليه فإن:  $AD = y + 3 = 7.5$

أوجد كل طول فيما يأتي.

## تحقق من فهمك

WR, RT (4B)

QP, MP (4A)

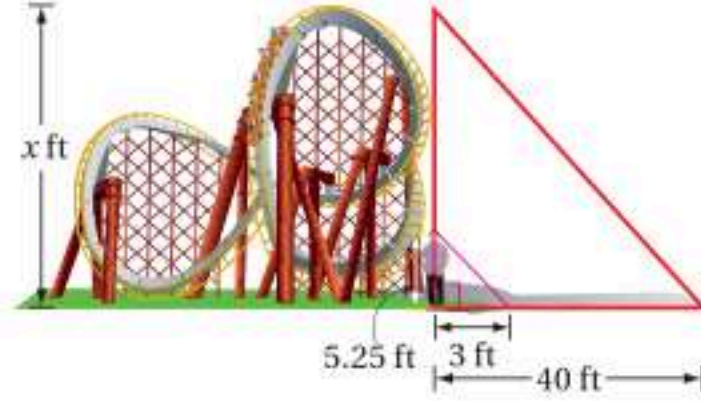




**أفعوانية:** يريد تركي أن يقدّر ارتفاع الأفعوانية في مدينة الألعاب، فلاحظ أنه عندما كان طول ظله 3 ft ، كان طول ظل الأفعوانية 40 ft . إذا كان طول تركي 5 ft و 3 in ، فكم قدمًا ارتفاع الأفعوانية؟

**افهم:** المعطيات: طول ظل تركي 3 ft ، وطول ظل الأفعوانية 40 ft ، وطول تركي 5 ft و 3 in . المطلوب: ارتفاع الأفعوانية.

ارسم مخططاً توضيحياً. 5 ft و 3 in تساوي 5.25 ft



**خطط:** في مسائل الظل، افترض أن الزاويتين المتكونتين من شعاعي الشمس وأي جسمين رأسيين تكونان متطابقتين، وأن المثلث المتشكل من الجسم والأرض وشعاع الشمس المارّ بقمة الجسم قائم الزاوية، وبما أن هناك زوجين من الزوايا المتطابقة، فإن المثلثين القائمي الزاوية متشابهان وفق مسلمة التشابه AA؛ إذن يمكن كتابة التناسب الآتي:

$$\frac{\text{طول ظل تركي}}{\text{ارتفاع الأفعوانية}} = \frac{\text{طول تركي}}{\text{طول ظل الأفعوانية}}$$

**حل:** افترض أن ارتفاع الأفعوانية يساوي  $x$  و عوض القيم المعروفة.

بالتعويض  $\frac{5.25}{x} = \frac{3}{40}$

خاصية الضرب التبادلي  $3 \cdot x = 40(5.25)$

بالضرب  $3x = 210$

بقسمة كلا الطرفين على 3  $x = 70$

إذن ارتفاع الأفعوانية يساوي 70 ft .

**تحقق:** طول ظل الأفعوانية يساوي 13.3 مرة تقريباً من طول ظل تركي. تحقق لترى ما إذا كان ارتفاع

الأفعوانية يساوي  $13.3 \approx \frac{40}{3}$  مرة من طول تركي،  $13.3 \approx \frac{70 \text{ ft}}{5.25 \text{ ft}}$  ✓

تحقق من فهمك ✓

**5) بنايات:** يقف منصور بجوار بناية، وعندما كان طول ظله 9 ft ، كان طول ظل البناية 322.5 ft . إذا كان طول منصور 6 ft ، فكم قدمًا ارتفاع البناية؟

إرشادات للدراسة

تحويل الوحدات:

$$\begin{aligned} 12 \text{ in} &= 1 \text{ ft} \\ 3 \text{ in} &= \frac{3}{12} \text{ ft} \\ &= 0.25 \text{ ft} \end{aligned}$$

أي أن 5 ft و 3 in تساوي 5.25 ft

إرشادات لحل المسألة

حدّد الإجابات المعقولة:

عندما تحل مسألة، تحقق من معقولية إجابتك. في هذا المثال، طول ظل تركي أكبر بقليل من نصف طوله، وكذلك طول ظل الأفعوانية أكبر من نصف ارتفاعها بقليل؛ لذا فالإجابة معقولة.

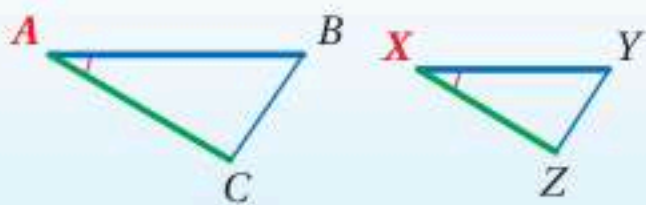
أضف إلى

مطوبتك

تشابه المثلثات

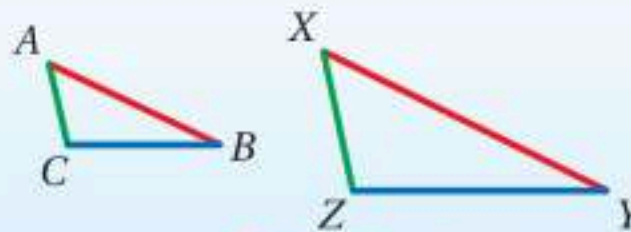
ملخص المفهوم

نظرية التشابه SAS



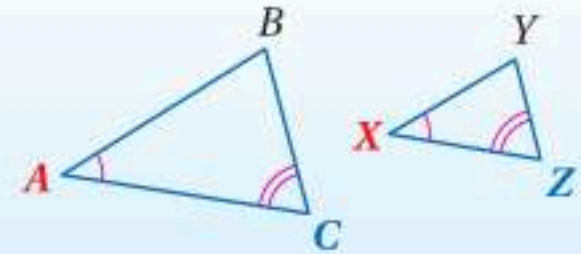
إذا كانت:  $\angle A \cong \angle X, \frac{AB}{XY} = \frac{AC}{XZ}$  ، فإن:  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$

نظرية التشابه SSS



إذا كانت:  $\frac{AB}{XY} = \frac{BC}{YZ} = \frac{CA}{ZX}$  ، فإن:  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$

مسلمة التشابه AA

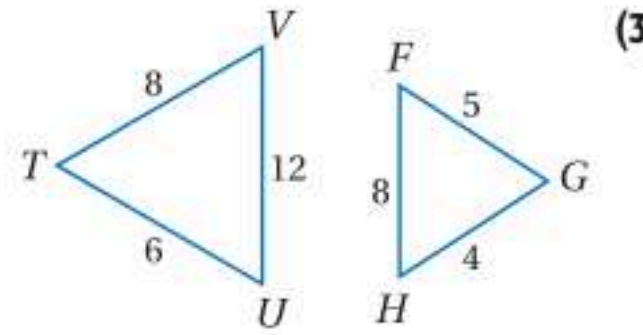
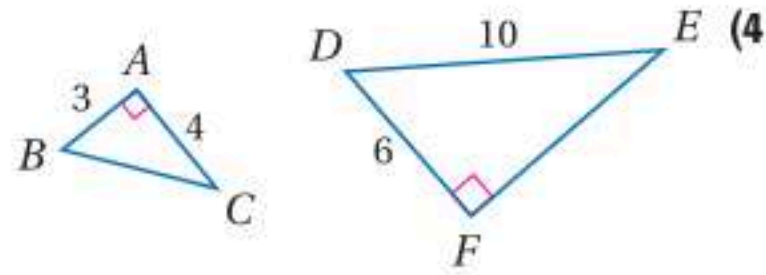
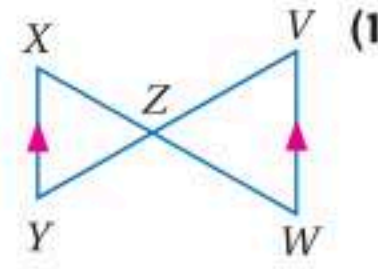
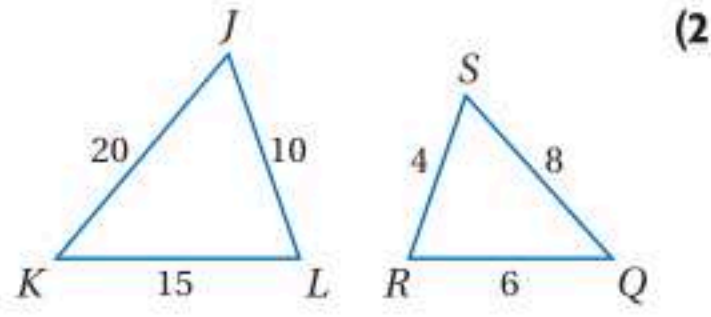


إذا كانت:  $\angle A \cong \angle X, \angle C \cong \angle Z$  ، فإن:  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$

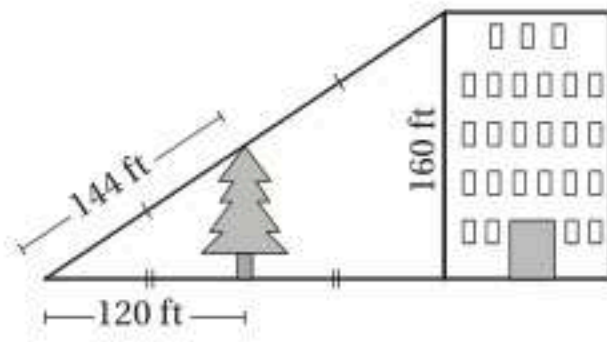


المثالان 1, 2

في كلِّ ممَّا يأتي حدِّد ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك فاكتب عبارة التشابه، ووضِّح إجابتك.



(5) اختيار من متعدد: استعمل الشكل أدناه في إيجاد ارتفاع الشجرة؟



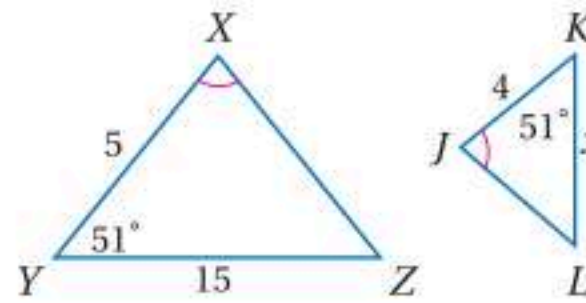
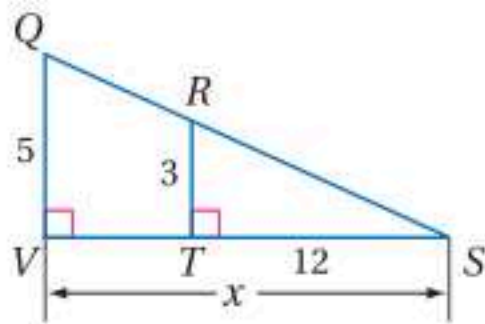
- 264 ft A  
60 ft B  
72 ft C  
80 ft D

المثال 3

المثال 4 جبر: أوجد الطول المطلوب في كلِّ من السؤالين الآتيين:

VS (7)

KL (6)



المثال 4

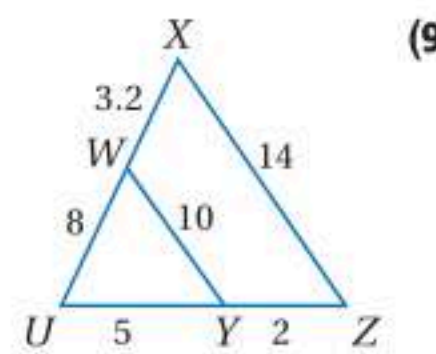
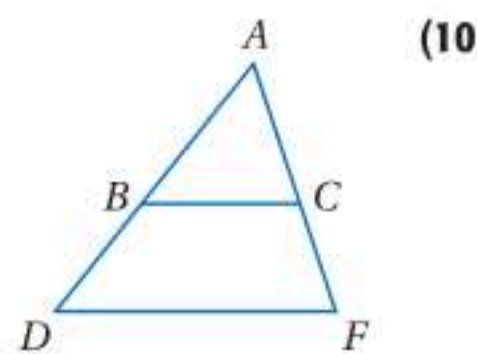
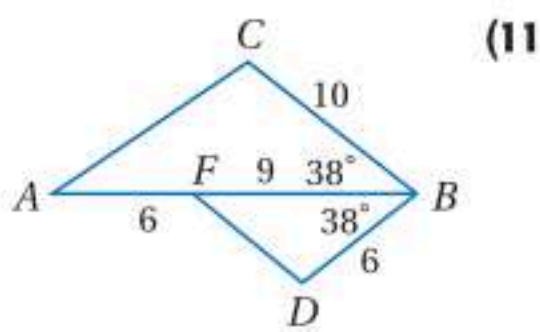
المثال 5

(8) اتصالات: طول ظلِّ برج اتصالاتٍ في لحظةٍ معينةٍ 100 ft، ويجواره لوحة تحذيرية مثبتة على عمودٍ طول ظله في اللحظة ذاتها 3 ft و 4 in، إذا كان ارتفاع عمود اللوحة 4 ft و 6 in، فما ارتفاع البرج؟

تدرب وحل المسائل

الأمثلة 1-3

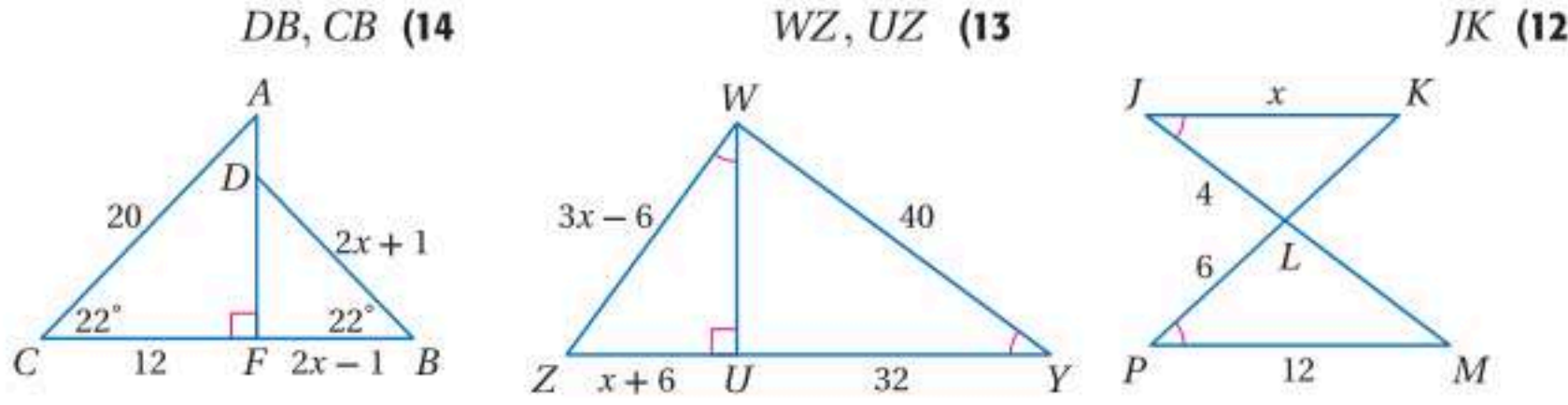
في كلِّ ممَّا يأتي، حدِّد ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه، وإلا فحدِّد المعلومات الإضافية الكافية لإثبات أنهما متشابهان؟ ووضِّح إجابتك.





جبر: أوجد الطول المطلوب في كل مما يأتي:

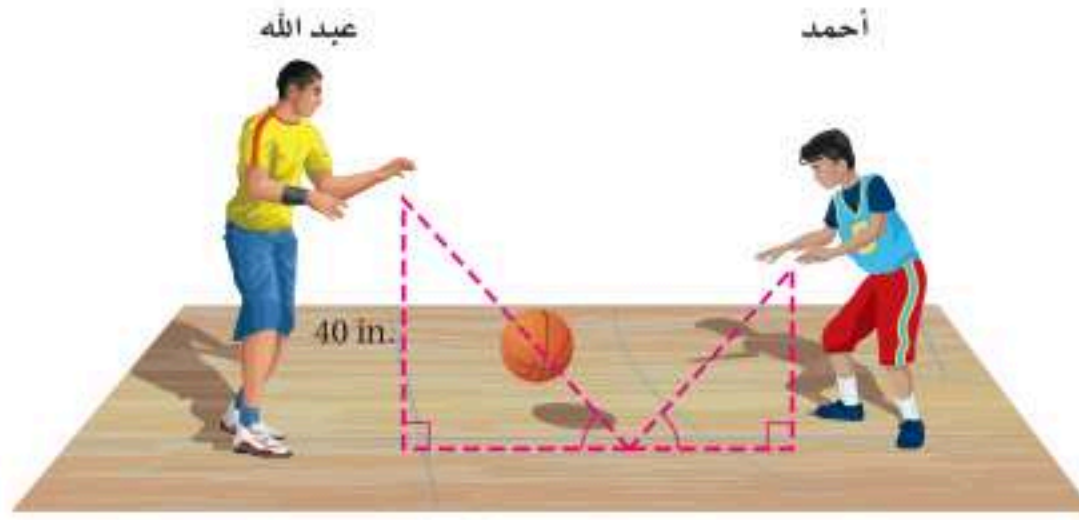
المثال 4



(15) **رياضة:** يقف أيمن بجوار مرمى كرة السلة. إذا كان طول أيمن 5 ft و 11 in، وطول ظلّه 2 ft، وكان طول ظل مرمى كرة السلة في اللحظة ذاتها 4 ft و 4 in، فما ارتفاع المرمى تقريباً؟

المثال 5

(16) **رياضة:** رمى عبد الله الكرة لترتد نحو أحمد، فارتطمت بسطح الأرض على بُعد  $\frac{2}{3}$  المسافة بينهما، وكانت الزاويتان الناتجتان عن مسار الكرة و سطح الأرض متطابقتين. إذا رمى عبدالله الكرة من ارتفاع 40 in عن سطح الأرض، فعلى أي ارتفاع سيلتقطها أحمد؟



**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين في كل مما يأتي:

(18) النظرية 6.4

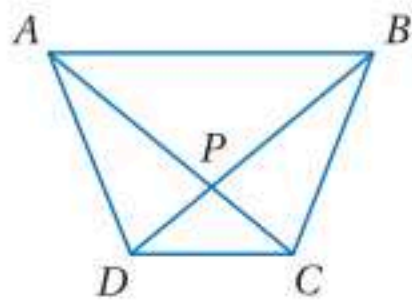
(17) النظرية 6.3

(20) المعطيات:  $ABCD$  شبه منحرف.

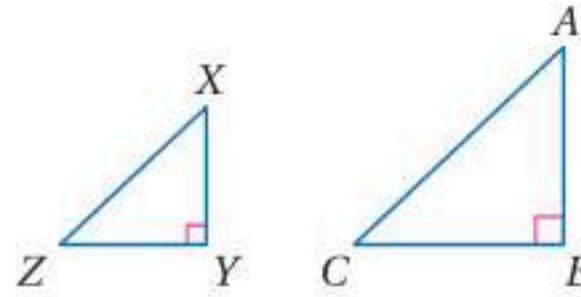
(19) المعطيات:  $\triangle ABC$  و  $\triangle XYZ$  قائما الزاوية

المطلوب: إثبات أن  $\frac{DP}{PB} = \frac{CP}{PA}$

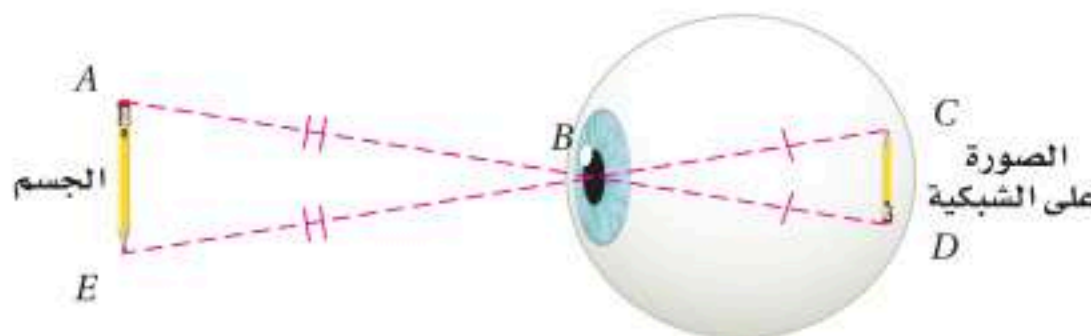
$$\frac{XY}{AB} = \frac{YZ}{BC}$$



المطلوب: إثبات أن  $\triangle YXZ \sim \triangle BAC$



(21) **رؤية:** عندما ننظر إلى جسم، فإن صورته تُسقط على الشبكية عبر البؤبؤ، وتكون المسافتان من البؤبؤ إلى أعلى الجسم وأسفله متساويتين، والمسافتان من البؤبؤ إلى أعلى الصورة وأسفلها على الشبكية متساويتين أيضاً. هل المثلثان المتكونان بين الجسم والبؤبؤ وبين البؤبؤ والصورة متشابهان؟ وضح إجابتك.



الربط مع الحياة

يحدث قصر النظر عندما تجمع عدسة العين أشعة الضوء أمام الشبكية، ويحدث طول النظر عندما تجمع عدسة العين أشعة الضوء خلف الشبكية.

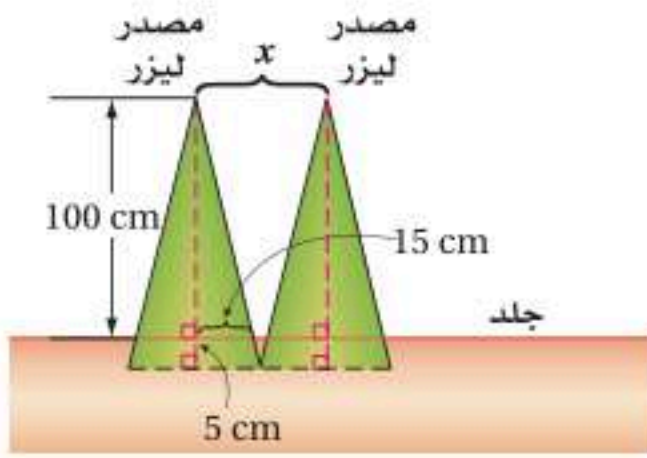


هندسة إحدائية: إحداثيات رؤوس المثلثين  $\triangle XYZ$ ,  $\triangle WYV$  هي:  $X(-1, -9)$ ,  $Y(5, 3)$ ,  $Z(-1, 6)$ ,  $W(1, -5)$ ,  $V(1, 5)$ .

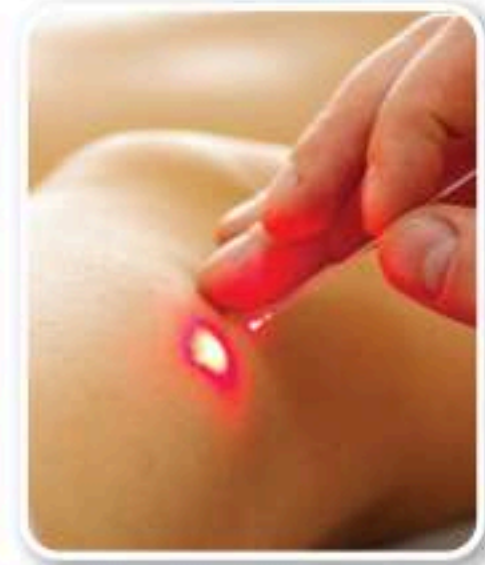
(22) مثل المثلثين بيانياً، وأثبت أن  $\triangle XYZ \sim \triangle WYV$ .

(23) أوجد النسبة بين محيطي المثلثين.

(24) قياس: إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle JKL$ . وطول كل ضلع في  $\triangle JKL$  يساوي نصف طول الضلع المناظر له في  $\triangle ABC$ ، ومساحة  $\triangle ABC$  تساوي  $40 \text{ in}^2$ ، فما مساحة  $\triangle JKL$ ؟ ما العلاقة بين مساحتي  $\triangle ABC$ ،  $\triangle JKL$ ، ومعامل التشابه بينهما؟



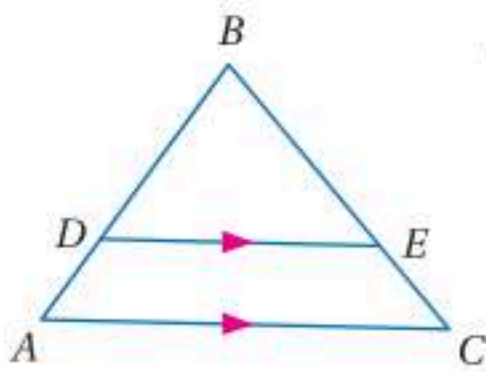
(25) علاج: استعمل معلومات الربط بالحياة والشكل المجاور لإيجاد المسافة التي يجب أن تفصل بين مصدري أشعة الليزر حتى تكون المنطقتان المعالجتان المتطابقتان بكل من المصدرين غير متداخلتين.



### الربط مع الحياة

في بعض العلاجات الطبية تستعمل أشعة الليزر التي تلامس الجلد وتخرقه مكونة مثلثات متشابهة.

(26) تمثيلات متعددة: في هذه المسألة ستستقصي الأجزاء المتناسبة في مثلث.



(a) هندسياً: ارسم  $\triangle ABC$  وارسم  $\overline{DE}$ ، بحيث تكون موازية لـ  $\overline{AC}$  كما في الشكل المجاور.

(b) جدولياً: قس الأطوال  $AD, DB, CE, EB$  وسجلها في جدول، وأوجد النسبتين  $\frac{AD}{DB}, \frac{CE}{EB}$  وسجلهما في الجدول نفسه.

(c) لفظياً: اكتب تخميناً حول القطع المستقيمة الناتجة عن مستقيم يوازي أحد أضلاع مثلث ويقطع الضلعين الآخرين.

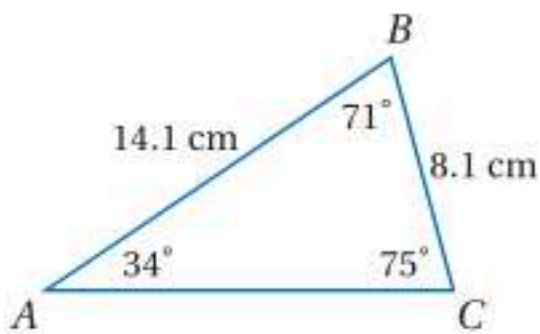
## مسائل مهارات التفكير العليا

(27) اكتب: بين أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين مسلمة التشابه AA، ونظرية التشابه SSS، ونظرية التشابه SAS.

تحذّر: إذا كانت النسبة بين أطوال أضلاع مثلث هي: 2:3:4 ومحيطه 54 in، فأجب عما يأتي:

(28) إذا كان طول أصغر أضلاع مثلث آخر مشابه هو: 16 in، فما طول كل من الضلعين الآخرين فيه؟

(29) قارن النسبة بين محيطي المثلثين ومعامل التشابه بينهما. ماذا تلاحظ؟



(30) تبرير: قياسات زوايا مثلثين متشابهين هي:  $50^\circ, 85^\circ, 45^\circ$ . وأطوال أضلاع أحدهما 3, 4, 5.2 وحدات، وأطوال أضلاع المثلث الآخر  $x, x, x + 1.8, x - 1.5$  وحدة، أوجد قيمة  $x$ .

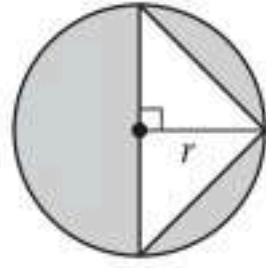
(31) مسألة مفتوحة: ارسم مثلثاً مشابهاً لـ  $\triangle ABC$  المجاور، ووضح كيف تعرف أنهما متشابهان.

(32) اكتب: اشرح طريقة يمكنك استعمالها لرسم مثلث يشابه مثلثاً معلوماً، وأطوال أضلاعه ضعف أطوال أضلاع المثلث المعلوم.



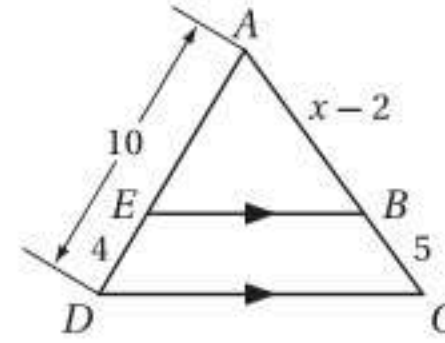
## تدريب على الاختبار المعياري

(34) جبر: أي مما يأتي يُمثل مساحة المنطقة المظللة؟



- $\pi r^2 + r$  C                       $\pi r^2$  A  
 $\pi r^2 - r^2$  D                       $\pi r^2 + r^2$  B

(33) إجابة مطوّلة: في الشكل أدناه  $\overline{EB} \parallel \overline{DC}$ .

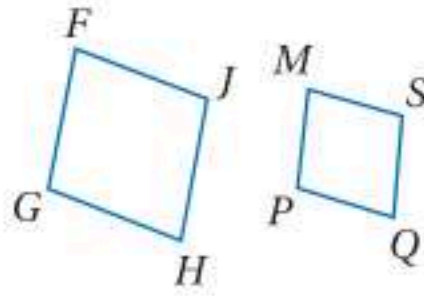


- (a) اكتب تناسبًا يمكن استعماله لإيجاد قيمة  $x$ .  
 (b) أوجد قيمة  $x$  وطول  $\overline{AB}$ .

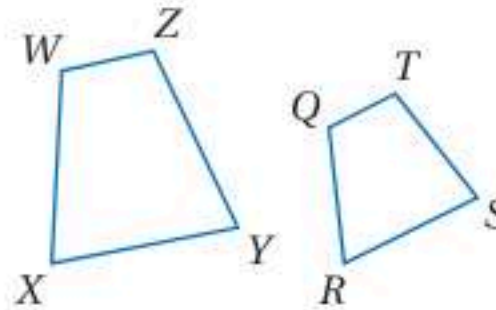
## مراجعة تراكمية

اكتب جميع الزوايا المتطابقة ثم اكتب تناسبًا يربط الأضلاع المتناظرة للمضلعين في كلِّ ممَّا يأتي: (الدرس 6-1)

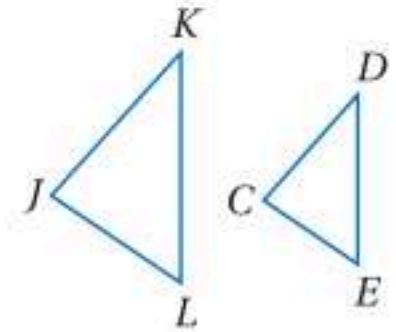
$FGHJ \sim MPQS$  (37)



$WXYZ \sim QRST$  (36)

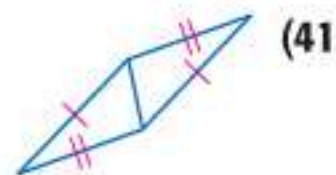


$\triangle JKL \sim \triangle CDE$  (35)

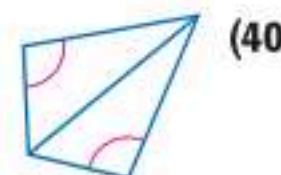


(38) **القطع الهندسية السبع:** تتكون مجموعة القطع الهندسية السبع (Tangram) في الشكل المجاور من سبع قطع: مربع صغير، مثلثين صغيرين قائمَي الزاوية ومتطابقين، مثلثين كبيرين قائمَي الزاوية ومتطابقين، مثلث قائم الزاوية متوسط المقاس، وشكل رباعي. كيف يمكنك أن تتحقق من أن الشكل الرباعي متوازي أضلاع؟ وضح إجابتك. (مهارة سابقة)

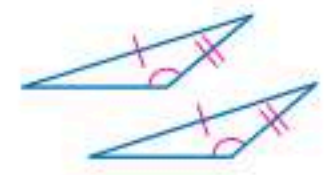
حدّد المسلمة التي يمكن استعمالها؛ لإثبات تطابق المثلثين في كلِّ ممَّا يأتي، واكتب "غير ممكن" في الحالة التي لا يمكنك فيها إثبات التطابق. (مهارة سابقة)



(41)



(40)



(39)

## استعد للدرس اللاحق

حل كل تناسبٍ ممَّا يأتي:

$$\frac{x-2}{2} = \frac{3}{8} \quad (45)$$

$$\frac{20.2}{88} = \frac{12}{x} \quad (44)$$

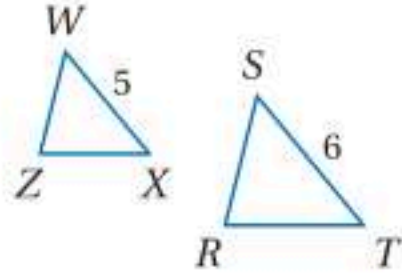
$$\frac{x}{10} = \frac{22}{50} \quad (43)$$

$$\frac{3}{4} = \frac{x}{16} \quad (42)$$

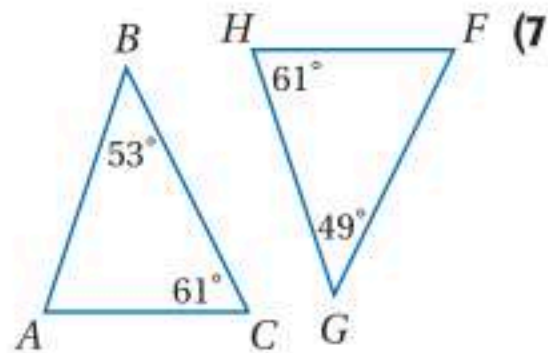
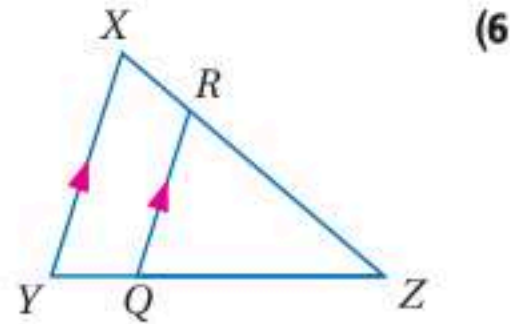




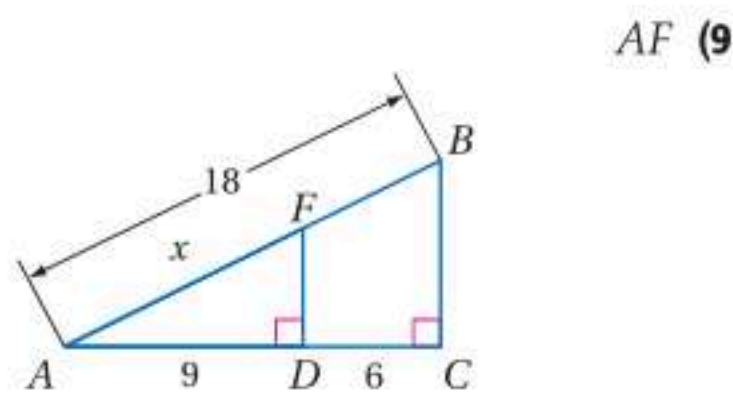
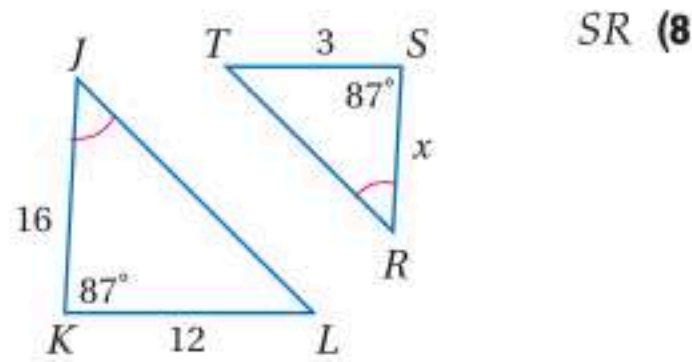
(5) إذا كان:  $\Delta WZX \sim \Delta SRT$  ،  
 $\Delta WZX$  محيط  $ST = 6$  ,  $WX = 5$   
 إذا كان محيط  $\Delta SRT$  يساوي 18 وحدة. (الدرس 1-6)



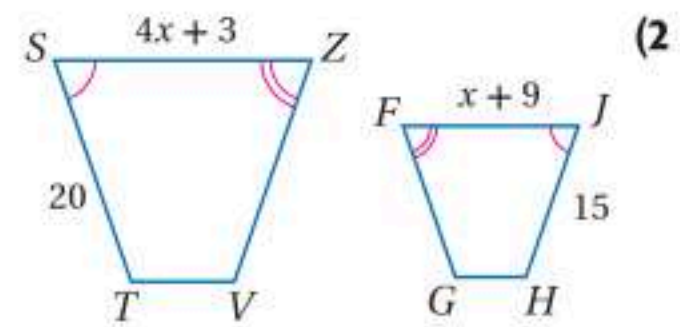
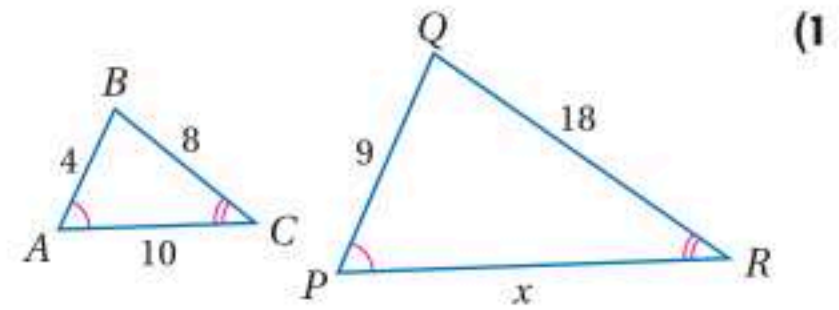
حدّد ما إذا كان المثلثان في السؤالين 6, 7 متشابهين أم لا، وإذا كانا متشابهين، فاكتب عبارة التشابه. وإلا فحدد المعلومات الإضافية الكافية لإثبات أنهما متشابهان، وضح إجابتك. (الدرس 2-6)



جبر أوجد الطول المطلوب في كلّ من السؤالين الآتيين: (الدرس 2-6)



إذا كان المضلعان في كلّ من السؤالين الآتيين متشابهين، فأوجد قيمة  $x$ . (الدرس 1-6)



(3) اختيار من متعدد: إذا كانت المسافة بين الطائف والدمام على خريطة تساوي 98 cm ، وكان مقياس رسم الخريطة 2.5 cm : 30 km ، فما المسافة الحقيقية بينهما؟

(الدرس 1-6)

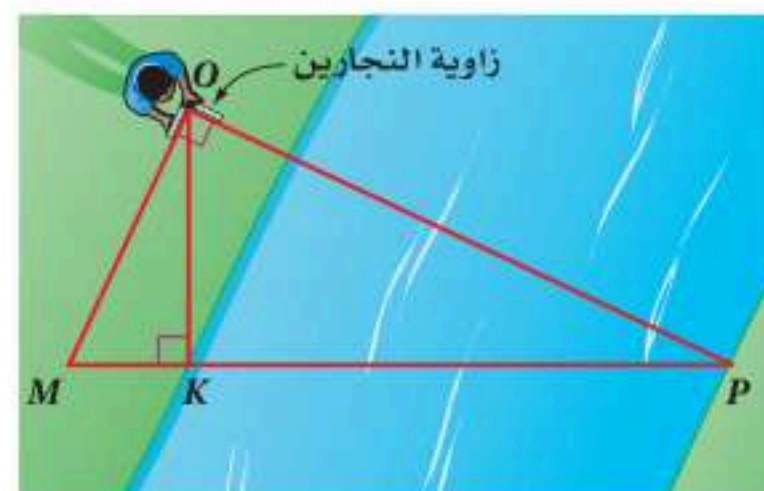
1211 km A

964 km B

1176 km C

1031 km D

(4) قياس: يستعمل عبدالله زاوية النجارين لحساب  $KP$  عبر النهر كما في الشكل أدناه، إذا كان:  $OK = 4.5$  ft ,  $MK = 1.5$  ft ، فأوجد المسافة  $KP$  عبر النهر. (الدرس 2-6)





# المستقيمات المتوازية والأجزاء المتناسبة

## Parallel Lines and Proportional Parts

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



لماذا؟

يستعمل رسّامو الصور المتحركة طرائق عدّة؛ لإضفاء خداع بصري على أعمالهم. كما يستعملون في الرسومات الثلاثية الأبعاد حقيقة كون الأجسام البعيدة تبدو أصغر من الأجسام القريبة إلى المشاهد. ولتحقيق هذا الخداع، يستعمل الرسّامون نظرية التناسب في المثلث.

فيما سبق:

درست استعمال التناسب لحل مسائل تتضمن مثلثات متشابهة.

(الدرس 2-6)

والآن:

- استعمل الأجزاء المتناسبة في المثلث.
- استعمل الأجزاء المتناسبة في المستقيمات المتوازية.

المفردات:

القطعة المنصفة في المثلث

midsegment of a triangle

**الأجزاء المتناسبة في المثلث:** عند رسم مستقيم يوازي أحد أضلاع مثلث، فإنه يمكن إثبات أن المثلثين الناتجين متشابهان، وذلك باستعمال مسلمة التشابه AA، وبما أن المثلثين متشابهان، فإن أطوال أضلاعهما متناسبة.

أضف إلى مطويتك

### نظرية 6.5

#### نظرية التناسب في المثلث

إذا وازى مستقيم ضلعاً من أضلاع مثلث وقطع ضلعيه الآخرين، فإنه يقسمهما إلى قطع مستقيمة متناظرة أطوالها متناسبة.

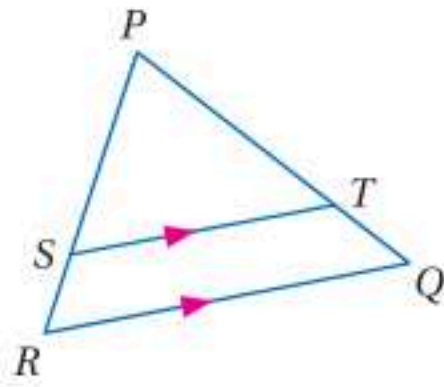
مثال: إذا كان  $\overline{BE} \parallel \overline{CD}$ ، فإن  $\frac{AB}{BC} = \frac{AE}{ED}$ .

ستبرهن النظرية 6.5 في السؤال 21

مثال 1 إيجاد طول ضلع

في  $\triangle PQR$ ، إذا كان:  $PT = 7.5$ ،  $TQ = 3$ ،  $SR = 2.5$ ، فأوجد  $PS$ .

استعمل نظرية التناسب في المثلث.



نظرية التناسب في المثلث

$$\frac{PS}{SR} = \frac{PT}{TQ}$$

بالتعويض

$$\frac{PS}{2.5} = \frac{7.5}{3}$$

خاصية الضرب التبادلي

$$PS \cdot 3 = (2.5)(7.5)$$

بالضرب

$$3PS = 18.75$$

بقسمة كلا الطرفين على 3

$$PS = 6.25$$

تحقق من فهمك

1 في الشكل أعلاه، إذا كان:  $PT = 15$ ،  $SR = 5$ ،  $PS = 12.5$ ، فأوجد  $TQ$ .

إرشادات للدراسة

التوازي:

إذا كان المستقيمان  $\overline{AB}$ ،  $\overline{CD}$  متوازيين، فإن القطعتين المستقيمتين  $\overline{AB}$ ،  $\overline{CD}$  متوازيتان؛ لأنهما جزء من المستقيمين  $\overline{AB}$ ،  $\overline{CD}$  على الترتيب. أي أنه إذا كان  $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$  فإن  $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$





وعكس النظرية 6.5 صحيح أيضًا، ويمكن إثباته باستعمال الأجزاء المتناسبة في المثلث ونظرية التشابه SAS.

أضف إلى

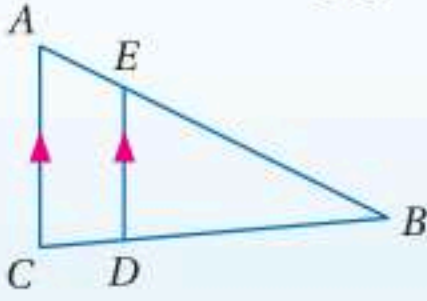
طوبيتك

## نظرية 6.6

### عكس نظرية التناسب في المثلث

إذا قطع مستقيم ضلعين في مثلث وقسمهما إلى قطع مستقيمة متناظرة أطوالها متناسبة، فإن المستقيم يوازي الضلع الثالث للمثلث.

مثال: إذا كان  $\frac{AE}{EB} = \frac{CD}{DB}$ ، فإن  $\overline{ED} \parallel \overline{AC}$ .

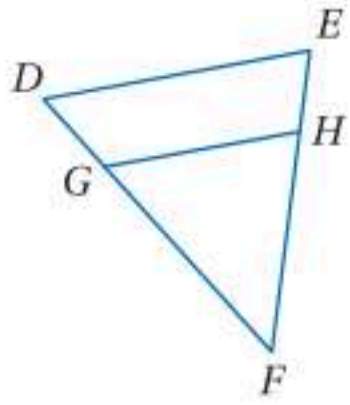


ستبرهن النظرية 6.6 في السؤال 22

## مثال 2

### تحديد ما إذا كان المستقيمان متوازيين

في  $\triangle DEF$  إذا كان:  $DG = \frac{1}{3} GF$ ,  $EH = 3$ ,  $HF = 9$ ، فهل  $\overline{DE} \parallel \overline{GH}$ ؟ وضح إجابتك. يتعين عليك إثبات أن  $\frac{DG}{GF} = \frac{EH}{HF}$  وذلك باستعمال عكس نظرية التناسب في المثلث.



معطى

بقسمة كلا الطرفين على GF

بالتعويض  $EH = 3$ ,  $HF = 9$

بالتبسيط

$$DG = \frac{1}{3} GF$$

$$\frac{DG}{GF} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{EH}{HF} = \frac{3}{9}$$

$$= \frac{1}{3}$$

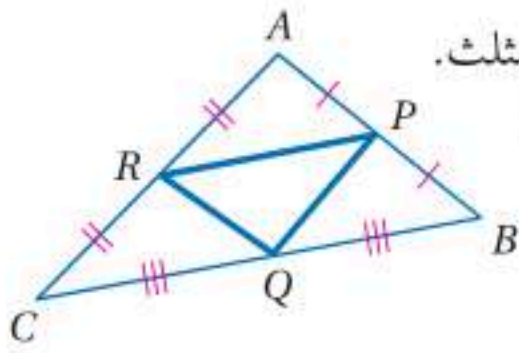
وبما أن:

$$\frac{DG}{GF} = \frac{EH}{HF} = \frac{1}{3}$$

بحسب عكس نظرية التناسب في المثلث، تكون  $\overline{GH} \parallel \overline{DE}$

تحقق من فهمك

(2) في الشكل أعلاه، إذا كان:  $DG = \frac{1}{2} GF$ ,  $EH = 6$ ,  $HF = 10$ ، فهل  $\overline{DE} \parallel \overline{GH}$ ؟



**القطعة المنصّفة في المثلث** هي قطعة مستقيمة طرفيها نقطتا منتصف ضلعين في المثلث.

وفي كل مثلث ثلاث قطع منصّفة. فالقطع المنصّفة في  $\triangle ABC$  هي  $\overline{RP}$ ,  $\overline{PQ}$ ,  $\overline{RQ}$

ونظرية القطعة المنصّفة في المثلث هي حالة خاصة من عكس نظرية التناسب في المثلث.

## إرشادات للدراسة

مثلث القطع المنصّفة،  
القطع المنصّفة الثلاث  
في المثلث تشكل مثلثًا  
يُسمى مثلث القطع  
المنصّفة.

أضف إلى

طوبيتك

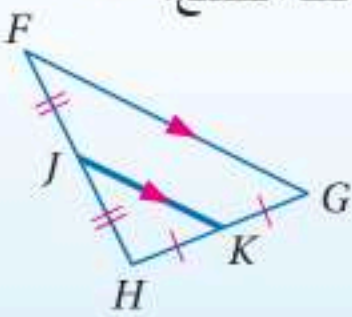
## نظرية 6.7

### نظرية القطعة المنصّفة في المثلث

القطعة المنصّفة في المثلث توازي أحد أضلاعه، وطولها يساوي نصف طول ذلك الضلع.

مثال: إذا كانت  $J$ ,  $K$  نقطتي منتصف  $\overline{FH}$ ,  $\overline{HG}$

على الترتيب، فإن:  $\overline{JK} \parallel \overline{FG}$ ,  $JK = \frac{1}{2} FG$ .

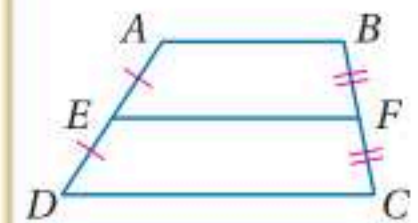


ستبرهن النظرية 6.7 في السؤال 23



### إرشادات للدراسة

**القطعة المنصّفة:**  
نظرية القطعة المنصّفة في المثلث، تشبه نظرية القطعة المنصّفة في شبه المنحرف، والتي تنص على أن القطعة المنصّفة في شبه المنحرف توازي القاعدتين، وطولها يساوي نصف مجموع طولي القاعدتين.

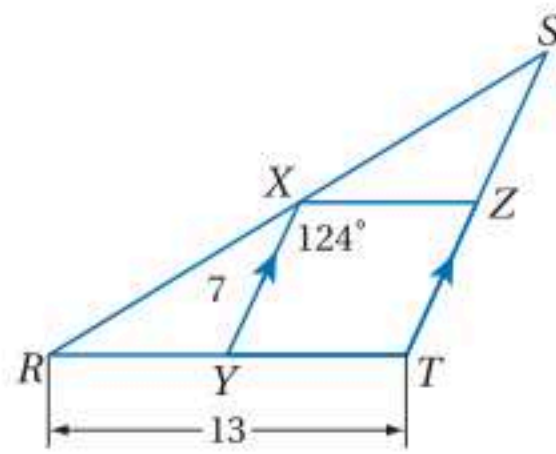


$$\overline{EF} \parallel \overline{AB} \parallel \overline{DC}$$

$$EF = \frac{1}{2}(AB + DC)$$

### مثال 3

#### استعمال نظرية القطعة المنصّفة في المثلث



في  $\triangle RST$ ، إذا كانت  $\overline{XY}$ ،  $\overline{XZ}$  قطعتين منصّفتين، فأوجد كل قياس مما يأتي:

(a)  $XZ$

نظرية القطعة المنصّفة في المثلث  $XZ = \frac{1}{2}RT$

بالتعويض  $XZ = \frac{1}{2}(13)$

بالتبسيط  $XZ = 6.5$

(b)  $ST$

نظرية القطعة المنصّفة في المثلث  $XY = \frac{1}{2}ST$

بالتعويض  $7 = \frac{1}{2}ST$

بضرب كلا الطرفين في 2  $14 = ST$

(c)  $m\angle RYX$

$\overline{XZ} \parallel \overline{RT}$ ، إذن  $\triangle RST$  في  $\triangle RST$ ،

نظرية الزاويتين المتبادلتين داخلياً  $\angle RYX \cong \angle YXZ$

تعريف تطابق الزوايا  $m\angle RYX = m\angle YXZ$

بالتعويض  $m\angle RYX = 124^\circ$

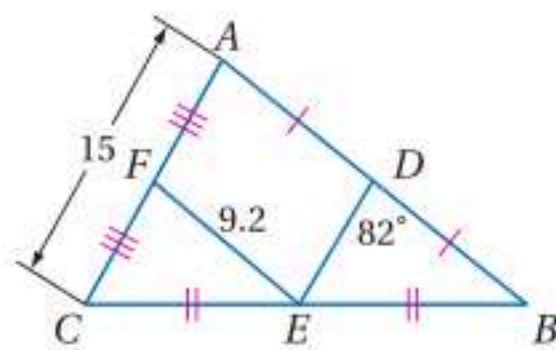
#### تحقق من فهمك

أوجد كل قياس مما يأتي معتمداً على الشكل المجاور:

$DE$  (3A)

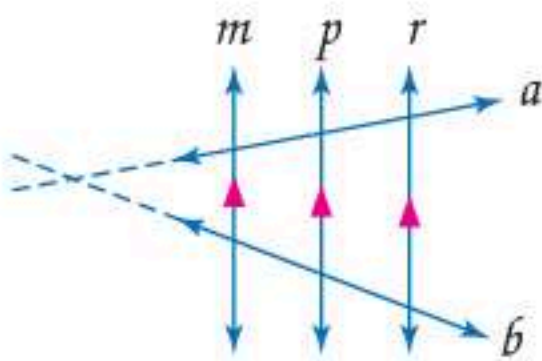
$DB$  (3B)

$m\angle FED$  (3C)



#### الأجزاء المتناسبة من قاطعين لمستقيمتين متوازيتين

هناك حالة خاصة أخرى لنظرية التناسب في المثلث تتضمن ثلاثة مستقيمتين متوازيتين أو أكثر، يقطعها قاطعان. لاحظ أنه إذا مُدَّ القاطعان  $a$ ،  $b$ ، فإنهما يصنعان ثلاثة مثلثات لها ثلاثة أضلاع متوازية.



### نتيجة 6.1

#### الأجزاء المتناسبة من قاطعين لمستقيمتين متوازيتين

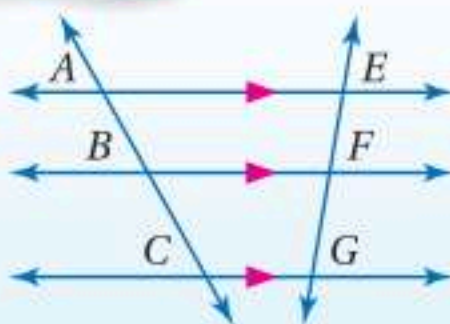
إذا قطع قاطعان ثلاثة مستقيمتين متوازيتين أو أكثر، فإن أطوال أجزاء القاطعين تكون متناسبة.

مثال: إذا كان:  $\overline{AE} \parallel \overline{BF} \parallel \overline{CG}$ ، وكان  $\overline{AC}$ ،  $\overline{EG}$  قاطعان لها،

$$\frac{AB}{BC} = \frac{EF}{FG}$$

أضف إلى

مطوبتك



### إرشادات للدراسة

**تناسبات أخرى:**  
في النتيجة 6.1، يمكن كتابة تناسبين آخرين للمثال:

$$\frac{AB}{EF} = \frac{BC}{FG}, \frac{AC}{BC} = \frac{EG}{FG}$$

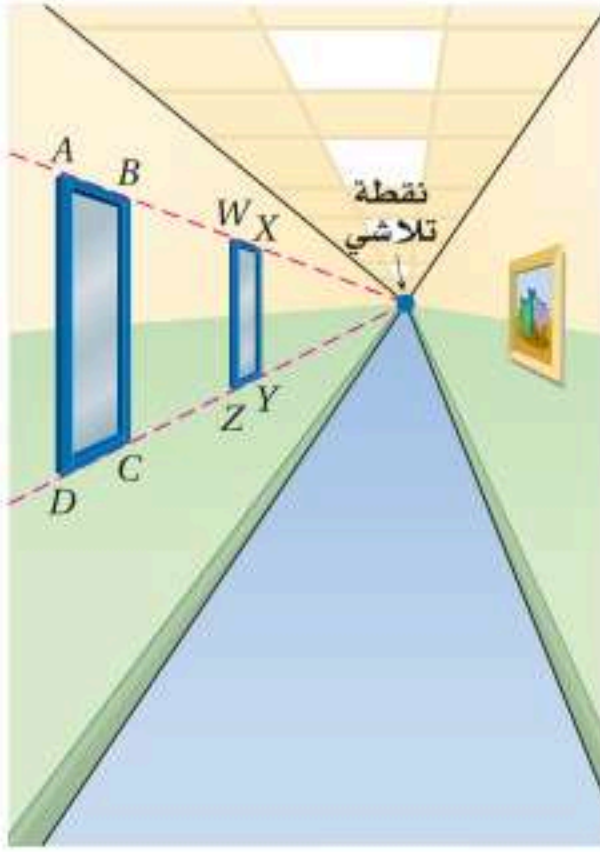
ستبرهن النتيجة 6.1 في السؤال 19





الربط مع الحياة

- يستعمل الرسامون إحياءات إدراكية متنوعة، تجعل الرسم الثنائي الأبعاد يبدو ثلاثي الأبعاد منها:
- الحجم: تبدو الأشياء البعيدة أصغر حجمًا.
- الوضوح: تبدو الأجسام القريبة أكثر وضوحًا.
- التفاصيل: تتضمن الأجسام القريبة تفاصيل دقيقة، في حين تتضمن الأجسام البعيدة معالم عامة.



**رسم:** ترسم مريم ممرًا في منظور ذي نقطة تلاشي واحدة، فاستعملت مريم الخطوط الإرشادية المبيّنة؛ لرسم نافذتين على الجدار الأيسر. إذا كانت القطع المستقيمة:  $\overline{AD}$ ,  $\overline{BC}$ ,  $\overline{WZ}$ ,  $\overline{XY}$  متوازية، وكان:  $AB = 8 \text{ cm}$ ,  $DC = 9 \text{ cm}$ ,  $ZY = 5 \text{ cm}$ . فأوجد  $WX$ .

بما أن  $\overline{AD} \parallel \overline{BC} \parallel \overline{WZ} \parallel \overline{XY}$ ، إذن  $\frac{AB}{WX} = \frac{DC}{ZY}$  وفق النتيجة 6.1.

النتيجة 6.1  $\frac{AB}{WX} = \frac{DC}{ZY}$

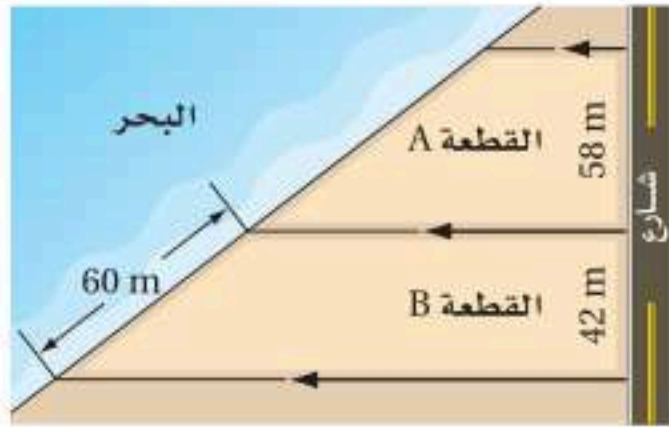
بالتعويض  $\frac{8}{WX} = \frac{9}{5}$

خاصية الضرب التبادلي  $WX \cdot 9 = 8 \cdot 5$

بالتبسيط  $9WX = 40$

بقسمة كلا الطرفين على 9  $WX = \frac{40}{9} \approx 4.4 \text{ cm}$

**تحقق:** نسبة  $DC$  إلى  $ZY$  هي 9 إلى 5، وهي تقريبًا 10 إلى 5 أو 2 إلى 1. وكذلك نسبة  $AB$  إلى  $WX$  هي 8 إلى 4.4 وهي تقريبًا 8 إلى 4 أو 2 إلى 1؛ إذن الإجابة معقولة. ✓



تحقق من فهمك

(4) عقارات: واجهة قطعة الأرض هي طول حدّها المحاذي لمعلم ما مثل شارع أو بحر أو نهر، أوجد طول الواجهة البحرية للقطعة A إلى أقرب عُشر المتر.

إذا كانت النسبة بين أطوال أجزاء القاطعين تساوي 1، فإن المستقيمات المتوازية تقطع أجزاءً متطابقة من القاطعين.

**نتيجة 6.2** الأجزاء المتناسبة من قاطعين لمستقيمات متوازية

إذا قطع قاطع ثلاثة مستقيمات متوازية أو أكثر، وكانت أجزاءه متطابقة، فإن أجزاء أي قاطع آخر لها تكون متطابقة.

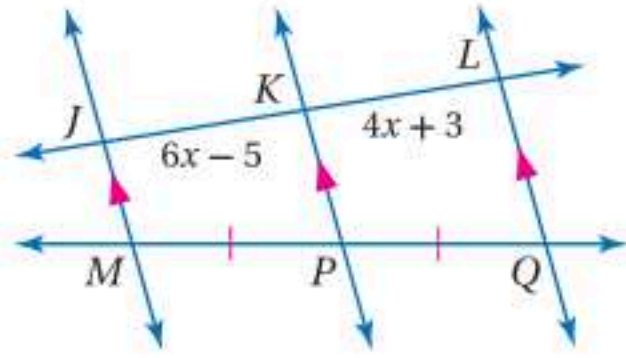
مثال: إذا كان:  $\overline{AE} \parallel \overline{BF} \parallel \overline{CG}$ ، وكان قاطعين لها،  $\overline{AC}$ ,  $\overline{EG}$  قاطعين لها، بحيث  $\overline{AB} \cong \overline{BC}$  فإن  $\overline{EF} \cong \overline{FG}$ .

أضف إلى طوبيتك

ستبرهن النتيجة 6.2 في السؤال 20



## مثال 5 استعمال القطع المتطابقة من قاطعين



جبر: أوجد قيمة  $x$ .

بما أن:  $\vec{JM} \parallel \vec{KP} \parallel \vec{LQ}$ ,  $\overline{MP} \cong \overline{PQ}$ , فإن  $\overline{JK} \cong \overline{KL}$  وفق النتيجة 6.2.

تعريف التطابق  $JK = KL$

بالتعويض  $6x - 5 = 4x + 3$

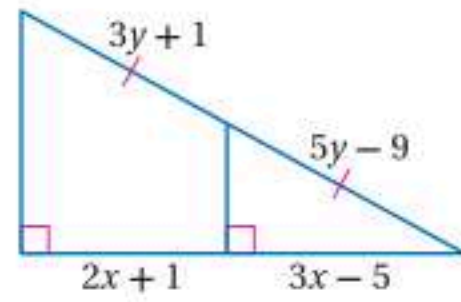
بطرح  $4x$  من كلا الطرفين  $2x - 5 = 3$

بإضافة 5 للطرفين  $2x = 8$

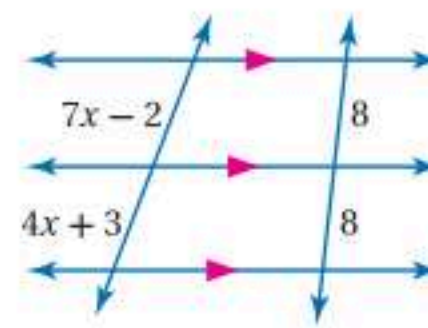
بقسمة كلا الطرفين على 2  $x = 4$

تحقق من فهمك

أوجد قيمة كل من  $x, y$ .



(5B)



(5A)

يمكن تقسيم قطعة مستقيمة إلى جزأين متطابقين، برسم العمود المنصف للقطعة المستقيمة، ولكن لا يمكن تقسيم قطعة مستقيمة إلى ثلاثة أجزاء متطابقة برسم أعمدة منصفة، ولعمل ذلك تستعمل المستقيمات المتوازية والنتيجة 6.2.

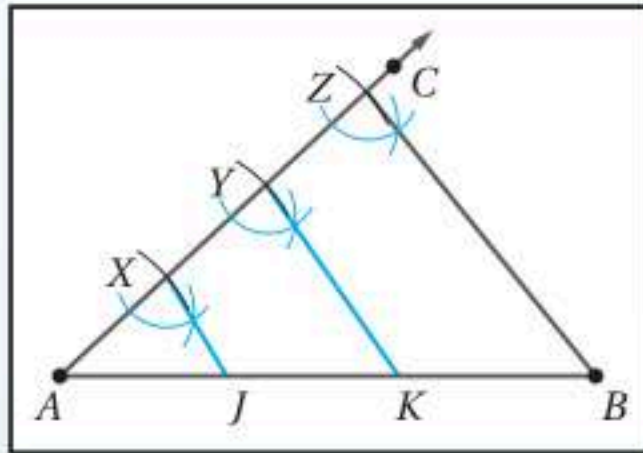
## تقسيم قطعة مستقيمة إلى ثلاثة أجزاء متطابقة

## إنشاءات هندسية



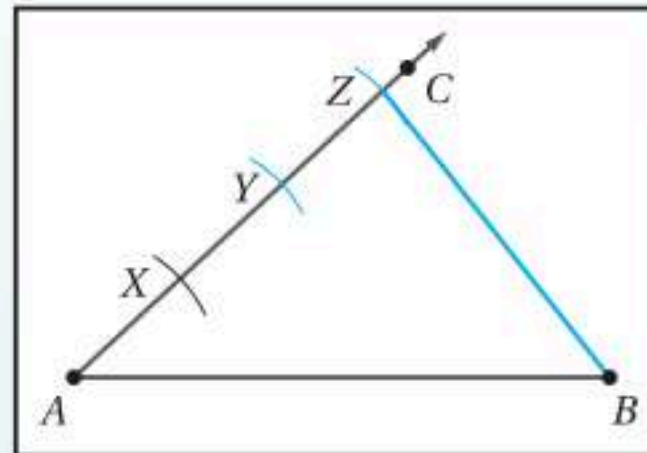
ارسم قطعة مستقيمة  $\overline{AB}$ ، ثم استعمل النتيجة 6.2؛ لتقسيمها إلى 3 أجزاء متطابقة.

الخطوة 3:



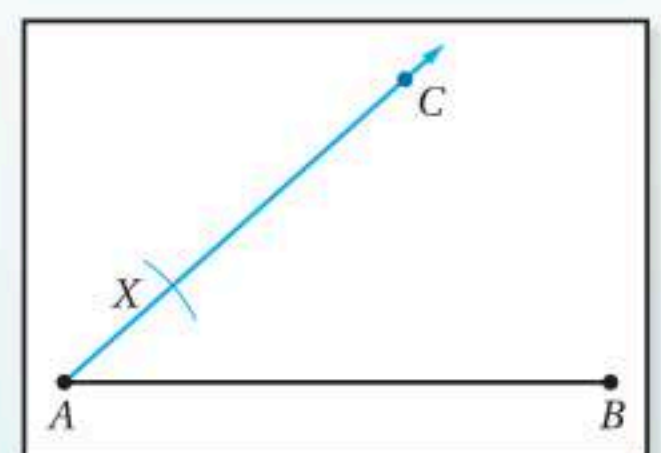
أنشئ من  $X$  و  $Y$  مستقيمين يوازيان  $\overline{ZB}$  كما درست سابقاً، وسمّ نقطتي تقاطعهما مع  $\overline{AB}$  بالحرفين  $J, K$ .

الخطوة 2:



استعمل الفرجار بالفتحة نفسها؛ لتعيين النقطتين  $Y, Z$ ، بحيث  $\overline{AX} \cong \overline{XY} \cong \overline{YZ}$ . ثم ارسم  $\overline{ZB}$ .

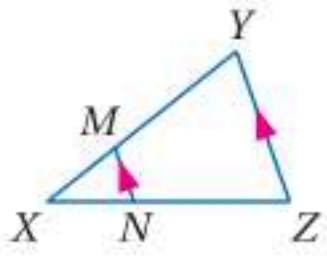
الخطوة 1:



ارسم  $\overline{AC}$ ، ثم ثبت الفرجار عند  $A$ ، وارسم قوساً يقطع  $\overline{AC}$  عند  $X$ .







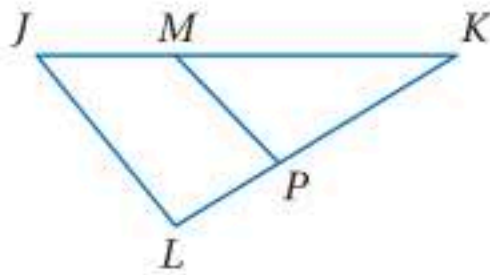
في  $\triangle XYZ$  ، إذا كان  $\overline{MN} \parallel \overline{YZ}$  ، فأجب عن السؤالين الآتيين:

المثال 1

(1) إذا كان:  $XN = 6$  ،  $XM = 4$  ، فأوجد  $XY$  .

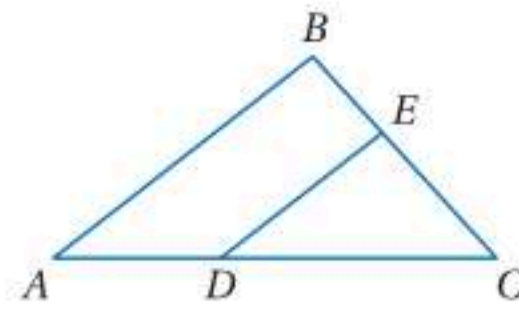
(2) إذا كان:  $XY = 10$  ،  $XM = 2$  ،  $XN = 6$  ، فأوجد  $NZ$  .

(4) في  $\triangle JKL$  ، إذا كان:  $JK = 15$  ،  $JM = 5$  ،  
فهل  $\overline{MP} \parallel \overline{JL}$  ؟ برّر إجابتك.



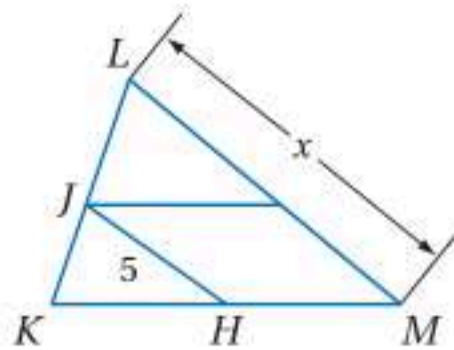
(3) في  $\triangle ABC$  ، إذا كان:  $BC = 15$  ،  $BE = 6$  ،  
فهل  $\overline{DE} \parallel \overline{AB}$  ؟ برّر إجابتك.

المثال 2

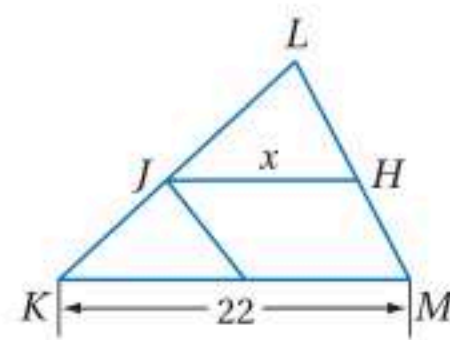


إذا كانت  $\overline{JH}$  قطعة منصفّة في  $\triangle KLM$  ، فأوجد قيمة  $x$  في السؤالين الآتيين:

المثال 3



(6)



(5)

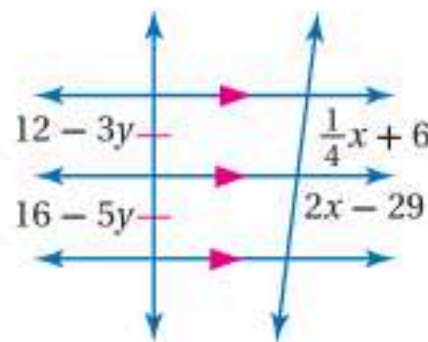


(7) **خرائط:** الشارعان 3 ، 5 في الخريطة المجاورة متوازيان. إذا كانت المسافة بين الشارع 3 والمركز التجاري على امتداد شارع أبو عبيدة 3201 m ، فأوجد المسافة بين الشارع 5 والمركز التجاري على امتداد شارع الاتحاد، مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر من المتر.

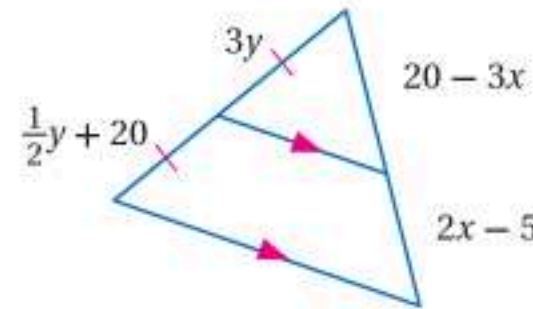
المثال 4

**جبر:** أوجد قيمتي  $x$  ،  $y$  في كل من السؤالين الآتيين:

المثال 5

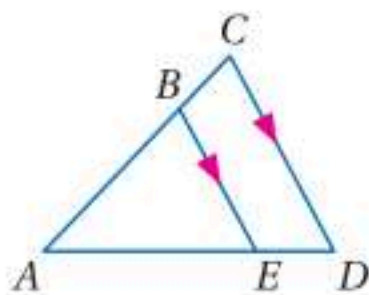


(9)



(8)

## تدرب وحل المسائل



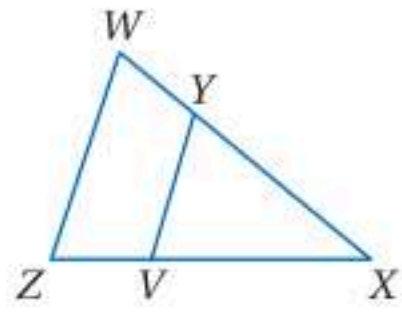
في  $\triangle ACD$  ، إذا كان  $\overline{BE} \parallel \overline{CD}$  ، فأجب عن السؤالين الآتيين:

المثال 1

(10) إذا كان:  $AE = 9$  ،  $BC = 4$  ،  $AB = 6$  ، فأوجد  $ED$  .

(11) إذا كان:  $ED = 5$  ،  $AC = 16$  ،  $AB = 12$  ، فأوجد  $AE$  .



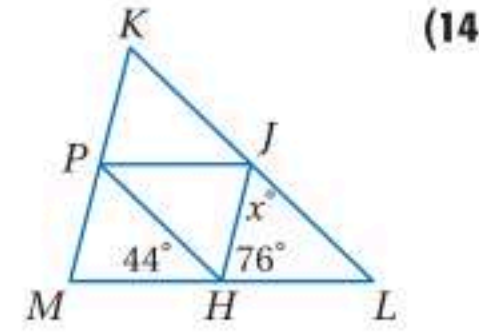
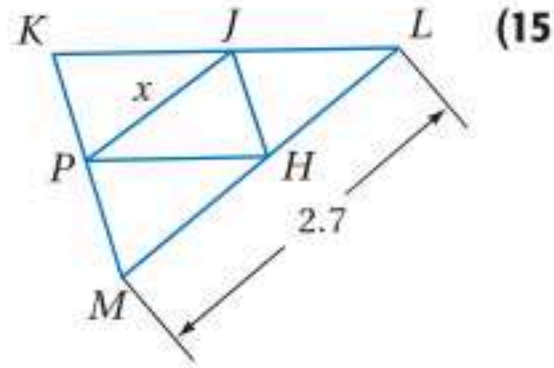


المثال 2 حدّد ما إذا كان  $\overline{ZY} \parallel \overline{VY}$  أم لا، وبرّر إجابتك في كلّ من السؤالين الآتيين:

(12)  $ZX = 18, ZV = 6, WX = 24, YX = 16$

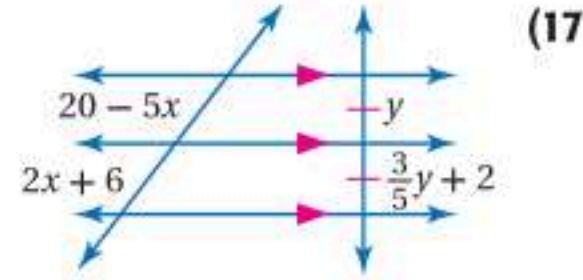
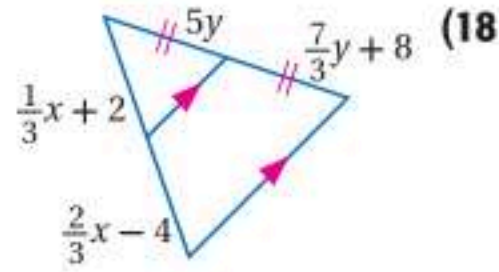
(13)  $WX = 31, YX = 21, ZX = 4ZV$

المثال 3 في  $\triangle KLM$ ، إذا كانت  $\overline{PH}, \overline{JP}, \overline{JH}$  قطعاً منصفّة، فأوجد قيمة  $x$  في كلّ من السؤالين الآتيين:



المثال 4 (16) **خرائط:** المسافة من مدخل الحديقة إلى طريق المشاة على امتداد الطريق المرصوف 880 m. إذا كان طريق المشاة يوازي الطريق الترابي، فأوجد المسافة من مدخل الحديقة إلى طريق المشاة على امتداد منطقة الأشجار.

المثال 5 **جبر:** أوجد قيمة كل من  $x, y$  في السؤالين الآتيين:



**برهان:** اكتب برهاناً حرّاً لكلّ مما يأتي:

(21) النظرية 6.5

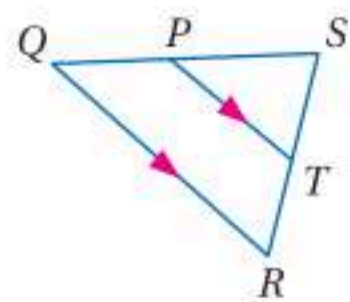
(20) النتيجة 6.2

(19) النتيجة 6.1

**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين للنظريتين الآتيين:

(23) النظرية 6.7

(22) النظرية 6.6



استعمل  $\triangle QRS$  للإجابة عن السؤالين الآتيين:

(24) إذا كان:  $ST = 8, TR = 4, PT = 6$ ، فأوجد  $QR$ .

(25) إذا كان:  $SP = 4, PT = 6, QR = 12$ ، فأوجد  $SQ$ .

(27) إذا كان:  $LK = 4, MP = 3, PQ = 6, KJ = 2$

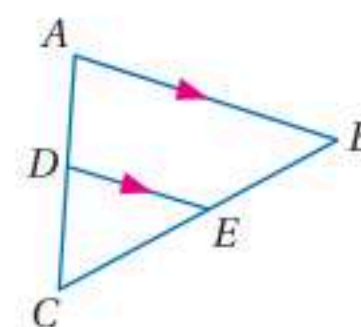
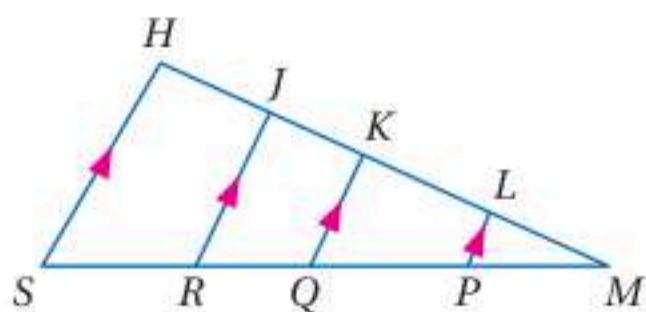
، فأوجد قيمة كلّ من

$ML, QR, QK, JH$

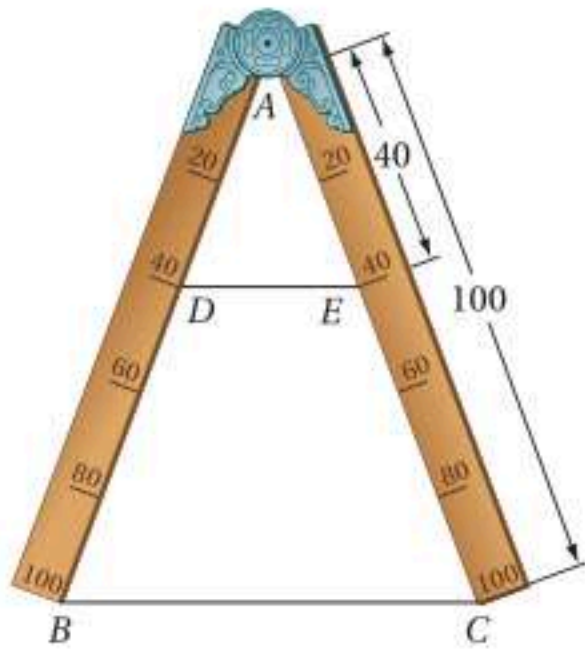
(26) إذا كان:  $CE = t - 2, EB = t + 1$

، فأوجد قيمة كلّ من

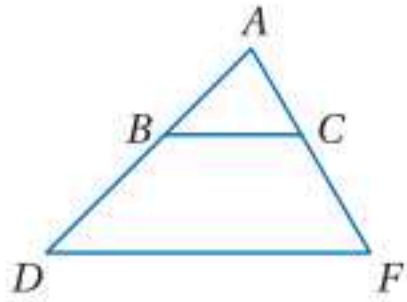
$t, CE$







(28) **تاريخ الرياضيات:** في القرن السادس عشر الميلادي، ابتكر جاليليو الفرجار لاستعماله في القياس كما في الشكل المجاور. ولرسم قطعة مستقيمة طولها يساوي خمسي طول قطعة معلومة. اجعل نهايتي ساقي الفرجار عند طرفي القطعة المعلوم، ثم ارسم قطعة مستقيمة بين علامتي 40 على ساقي الفرجار. بين أن طول  $\overline{DE}$  يساوي خمسي طول  $\overline{BC}$ .



أوجد قيمة  $x$ ، بحيث يكون  $\overline{BC} \parallel \overline{DF}$ .

(29)  $AB = x + 5, BD = 12, AC = 3x + 1, CF = 15$

(30)  $AC = 15, BD = 3x - 2, CF = 3x + 2, AB = 12$

**إنشاءات هندسية:** أنشئ كل قطعة مستقيمة فيما يأتي وفق التعليمات التالية:

- (31) قطعة مستقيمة مقسمة إلى خمس قطع متطابقة.  
 (32) قطعة مستقيمة مقسمة إلى قطعتين النسبة بين طوليهما 1 إلى 3.  
 (33) قطعة مستقيمة طولها 11 cm، ومقسمة إلى أربع قطع متطابقة.

المثلث	الطول	النسبة
ABC	AD	$\frac{AD}{CD}$
	CD	
	AB	$\frac{AB}{CB}$
	CB	
MNP	MQ	$\frac{MQ}{PQ}$
	PQ	
	MN	$\frac{MN}{PN}$
	PN	
WXY	WZ	$\frac{WZ}{YZ}$
	YZ	
	WX	$\frac{WX}{YX}$
	YX	

(34) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستكشف تناسبات مرتبطة بمنصفات زوايا المثلث.

- (a) هندسيًا: ارسم ثلاثة مثلثات:  
 الأول حادّ الزوايا، وسمه  $ABC$  وارسم  $\overline{BD}$  منصفًا لـ  $\angle B$ . والثاني منفرج الزاوية وسمه  $MNP$ ، وارسم  $\overline{NQ}$  منصفًا لـ  $\angle N$ ، والثالث قائم الزاوية وسمه  $WXY$ ، وارسم  $\overline{XZ}$  منصفًا لـ  $\angle X$ .  
 (b) جدوليًا: أكمل الجدول المجاور بالقيم المناسبة.  
 (c) لفظيًا: اكتب تخمينًا حول القطعتين المستقيمتين اللتين ينقسم إليهما ضلع مثلث عند رسم منصفٍ للزاوية المقابلة لذلك الضلع.



### تاريخ الرياضيات

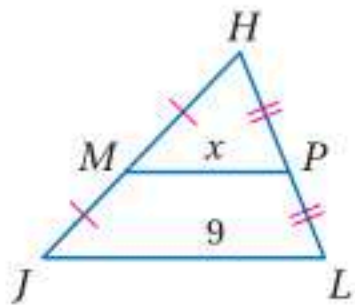
#### جاليليو جاليلي

(1564 م إلى 1642 م)  
 ولد جاليليو جاليلي في إيطاليا، ودرس الفلسفة والفلك والرياضيات، وله إسهامات جوهرية في كل منها.

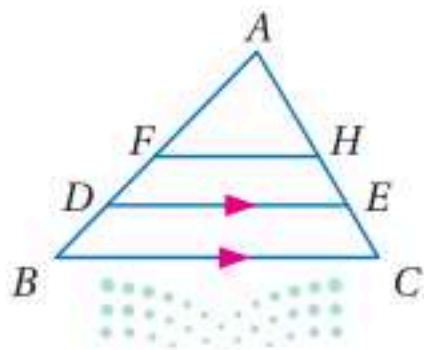
### إرشادات للدراسة

إنشاءات هندسية:  
 تذكر أن الفرجار والمسطرة غير المدرجة هما الأداة الوحيدتان المستعملتان في الإنشاءات الهندسية.

### مسائل مهارات التفكير العليا

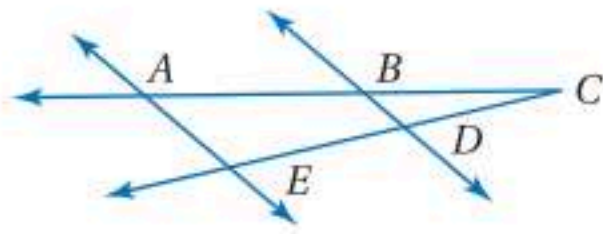


(35) **اكتشف الخطأ:** يجد كلٌّ من أسامة وسلطان قيمة  $x$  في  $\triangle JHL$ ، يقول أسامة: إن  $MP$  يساوي نصف  $JL$ ؛ إذن  $x$  تساوي 4.5، ويقول سلطان: إن  $JL$  يساوي نصف  $MP$ ؛ إذن  $x$  تساوي 18. فهل إجابة أيٍّ منهما صحيحة؟ وضح إجابتك.



(36) **تبرير:** في  $\triangle ABC$ ، إذا كان:  $AF = FB, AH = HC$ ، فهل  $DA = \frac{3}{4} AB, EA = \frac{3}{4} AC$  دائماً أو أحياناً أو لا يساويه أبداً؟





(37) **تحذّر:** اكتب برهانًا ذا عمودين.

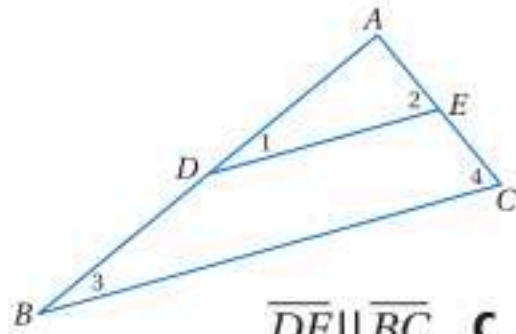
المعطيات:  $AB = 4, BC = 4, CD = DE$

المطلوب: إثبات أن  $\overline{BD} \parallel \overline{AE}$

(38) **مسألة مفتوحة:** ارسم ثلاث قطع مستقيمة أطوالها مختلفة  $a, b, c$ ، ثم ارسم قطعة رابعة طولها  $d$ ، بحيث يكون  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ .

(39) **اكتب:** قارن بين نظرية التناسب في المثلث ونظرية القطعة المنصّفة في المثلث.

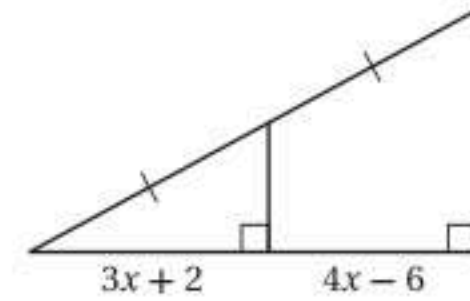
### تدريب على اختبار



(41) في  $\triangle ABC$ ، إذا كانت  $\overline{DE}$  كانت قطعة منصّفة، فأَي العبارات التالية غير صحيحة؟

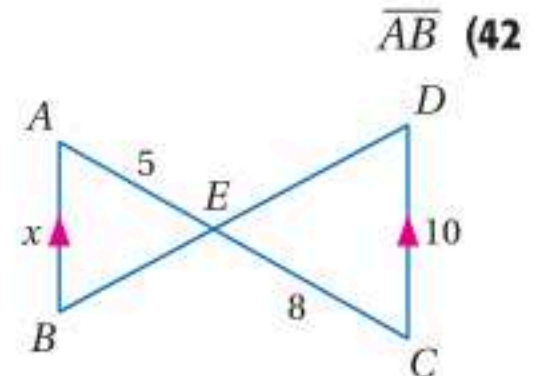
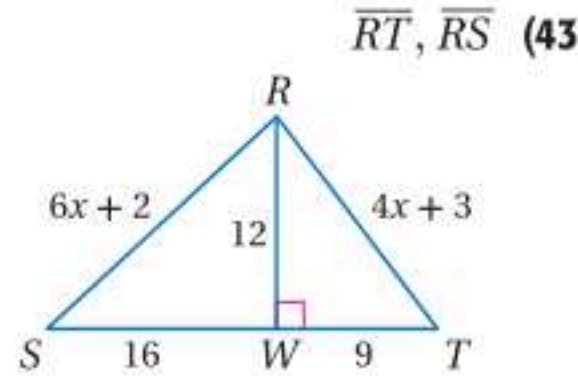
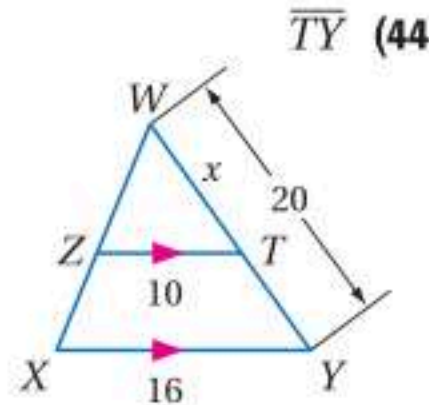
- A**  $\angle 1 \cong \angle 4$   
**B**  $\triangle ABC \sim \triangle ADE$   
**C**  $\overline{DE} \parallel \overline{BC}$   
**D**  $\frac{AD}{DB} = \frac{AE}{EC}$

(40) إجابة قصيرة: ما قيمة  $x$ ؟

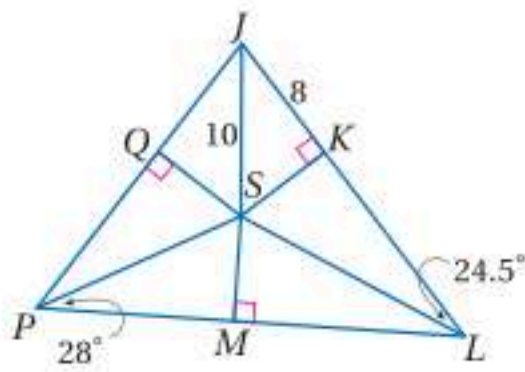


### مراجعة تراكمية

**جبر:** اذكر النظرية أو المسلمة التي تبرر تشابه المثلثين، واكتب عبارة التشابه، ثم أوجد أطوال القطع المذكورة في كلٍّ مما يأتي: (الدرس 2-6)



إذا كانت النقطة S مركز الدائرة الداخلية لـ  $\triangle JPL$ ، فأوجد كل قياسٍ مما يأتي: (مهارة سابقة)



(45) SQ

(46) QJ

(47)  $m\angle MPQ$

(48)  $m\angle SJP$

### استعد للدرس اللاحق

حل كل تناسب مما يأتي:

(53)  $\frac{x}{12-x} = \frac{8}{3}$

(52)  $\frac{x-2}{2} = \frac{4}{5}$

(51)  $\frac{2.3}{4} = \frac{x}{3.7}$

(50)  $\frac{3}{4} = \frac{5}{x}$

(49)  $\frac{1}{3} = \frac{x}{2}$





## عناصر المثلثات المتشابهة

### Parts of Similar Triangles

#### لماذا؟

في كاميرات التصوير الاحترافي تُستعمل أفلام بمعايير خاصة؛ للحصول على صور واضحة، وعند التقاط الصورة المجاورة، كانت المسافة بين النخلة وعدسة الكاميرا 6.16 m، وكان طول النخلة على الفيلم 35 mm، يمكن استعمال المثلثات المتشابهة لإيجاد طول النخلة الحقيقي.



#### فيما سبق:

درست أن أطوال الأضلاع المتناظرة لمضلعين متشابهين تكون متناسبة. (مهارة سابقة)

#### والآن:

- أتعرف علاقات التناسب الخاصة بكل من منصفات الزوايا والارتفاعات والقطع المتوسطة المتناظرة في المثلثات المتشابهة وأستعملها.
- أستعمل نظرية منصف زاوية في مثلث.

**قطع مستقيمة خاصة في المثلثين المتشابهين:** تعلمت في الدرس 6-1، أن أطوال الأضلاع المتناظرة في المضلعات المتشابهة، ومنها المثلثات، تكون متناسبة، ويمكن توسيع الفكرة إلى قطع مستقيمة أخرى في المثلثات.

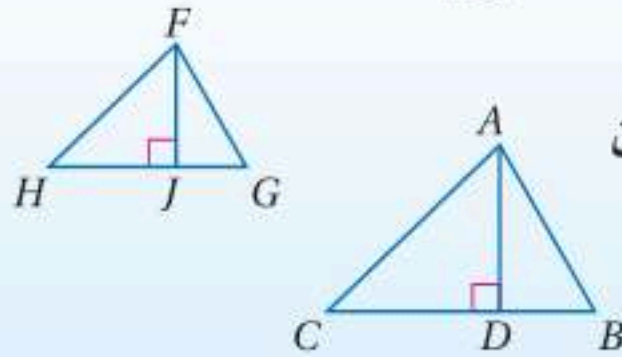
#### نظريات

#### قطع مستقيمة خاصة في المثلثين المتشابهين

أضف إلى

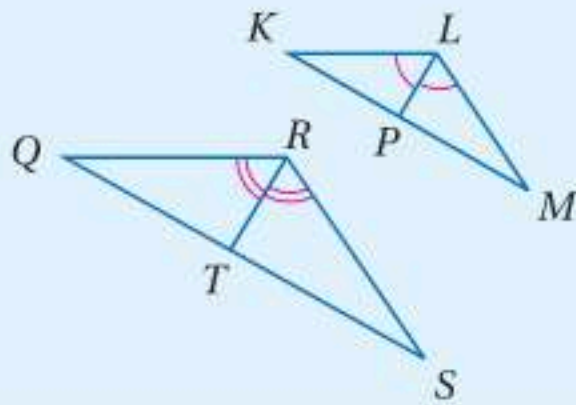
مطوبتك

**6.8** إذا تشابه مثلثان، فإن النسبة بين طولي كل ارتفاعين متناظرين تساوي النسبة بين طولي كل ضلعين متناظرين.



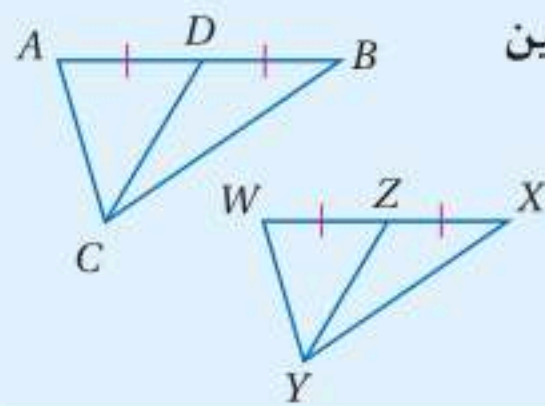
مثال: إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle FGH$ ، ارتفاعين  $\overline{AD}$ ،  $\overline{FJ}$  ارتفاعين فإن  $\frac{AD}{FJ} = \frac{AB}{FG}$ .

**6.9** إذا تشابه مثلثان، فإن النسبة بين طولي القطعتين المنصفتين لكل زاويتين متناظرتين تساوي النسبة بين طولي كل ضلعين متناظرين.



مثال: إذا كان  $\triangle KLM \sim \triangle QRS$ ، قطعتين  $\overline{LP}$ ،  $\overline{RT}$  منصفتين، فإن  $\frac{LP}{RT} = \frac{LM}{RS}$ .

**6.10** إذا تشابه مثلثان، فإن النسبة بين طولي كل قطعتين متوسطتين متناظرتين تساوي النسبة بين طولي كل ضلعين متناظرين.

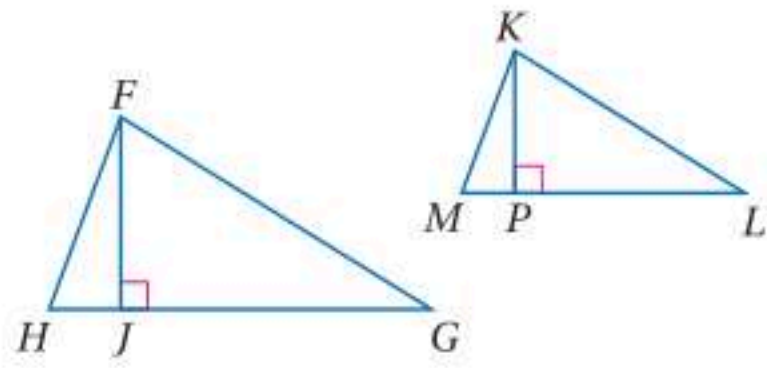


مثال: إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle WXY$ ، قطعتين  $\overline{CD}$ ،  $\overline{YZ}$  متوسطتين، فإن  $\frac{CD}{YZ} = \frac{AB}{WX}$ .

ستبرهن النظريتين 6.9، 6.10 في السؤالين 15، 14 على الترتيب



## برهان النظرية 6.8



المعطيات:  $\triangle FGH \sim \triangle KLM$ ، و  $\overline{FJ}$ ،  $\overline{KP}$  ارتفاعان.

$$\frac{FJ}{KP} = \frac{HF}{MK} \text{ المطلوب}$$

برهان حر:

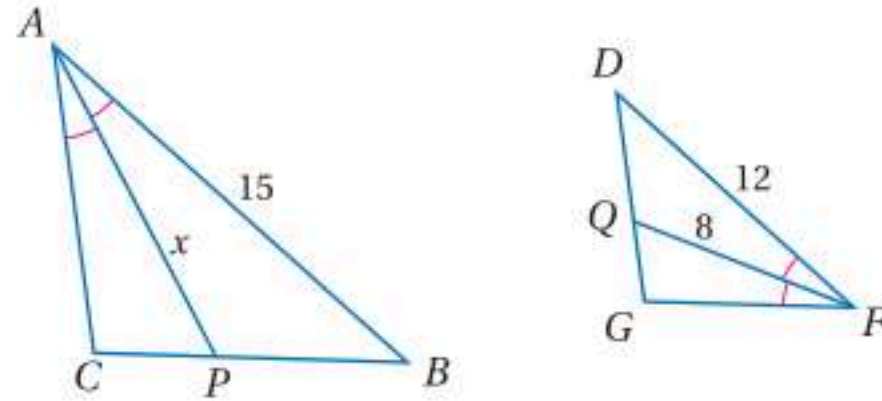
بما أن:  $\triangle FGH \sim \triangle KLM$ ، إذن  $\angle H \cong \angle M$ ، كما أن  $\angle FJH \cong \angle KPM$ ؛ لأنهما زاويتان قائمتان ناتجتان عن ارتفاعين، وجميع الزوايا القوائم متطابقة؛ لذلك فإن

$\triangle HFJ \sim \triangle MKP$  بحسب مسلمة التشابه AA؛ إذن  $\frac{FJ}{KP} = \frac{HF}{MK}$  وفق تعريف المضلعين المتشابهين.

ويمكنك استعمال القطع المستقيمة الخاصة في المثلثات المتشابهة لإيجاد الأطوال المجهولة.

### مثال 1 استعمال القطع الخاصة في المثلثات المتشابهة

إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle FDG$  في الشكل أدناه، فأوجد قيمة  $x$ .



$\overline{AP}$ ،  $\overline{FQ}$  منصفَا زاويتين متناظرتين و  $\overline{AB}$ ،  $\overline{FD}$  ضلعان متناظران للمثلثين المتشابهين  $ABC$ ،  $FDG$ .

النسبة بين طولي القطعتين المستقيمتين المنصفتين لزاويتين متناظرتين في مثلثين متشابهين، تساوي النسبة بين طولي ضلعين متناظرين.

$$\frac{AP}{FQ} = \frac{AB}{FD}$$

$$\frac{x}{8} = \frac{15}{12}$$

بالتعويض

$$8 \cdot 15 = x \cdot 12$$

خاصية الضرب التبادلي

$$120 = 12x$$

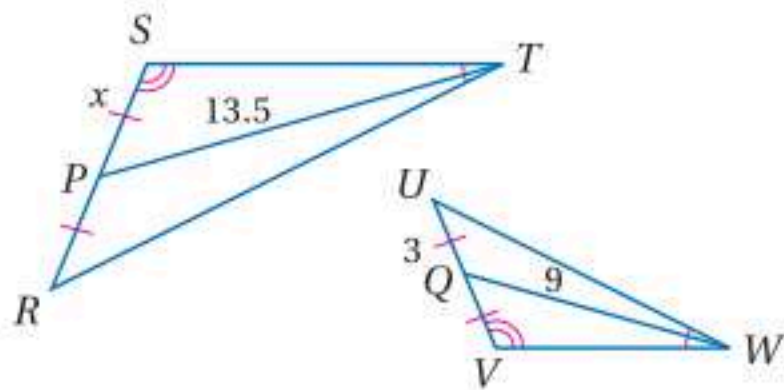
بالتبسيط.

$$10 = x$$

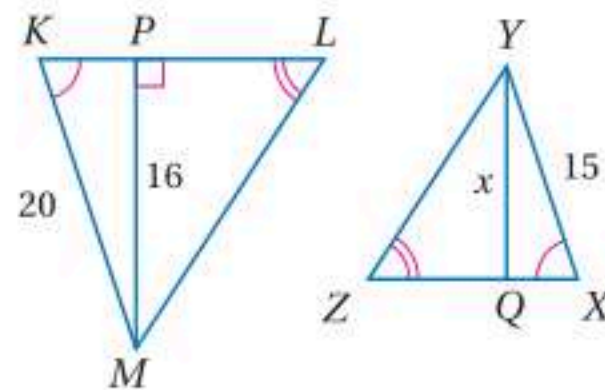
بقسمة كلا الطرفين على 12

### تحقق من فهمك

أوجد قيمة  $x$  في المثلثين المتشابهين، في كل من السؤالين الآتيين:



(1B)



(1A)

### إرشادات للدراسة

استعمال معامل

التشابه:

يمكن حل المثال 1 أيضًا

بإيجاد معامل التشابه

بين  $\triangle ABC$ ،  $\triangle FDG$

أولًا، وتكون النسبة

بين طول القطعة

المستقيمة المنصّفة

لزاوية في  $\triangle ABC$

إلى طول القطعة

المستقيمة المنصّفة

للزاوية المناظرة لها في

$\triangle FDG$  تساوي معامل

التشابه هذا.



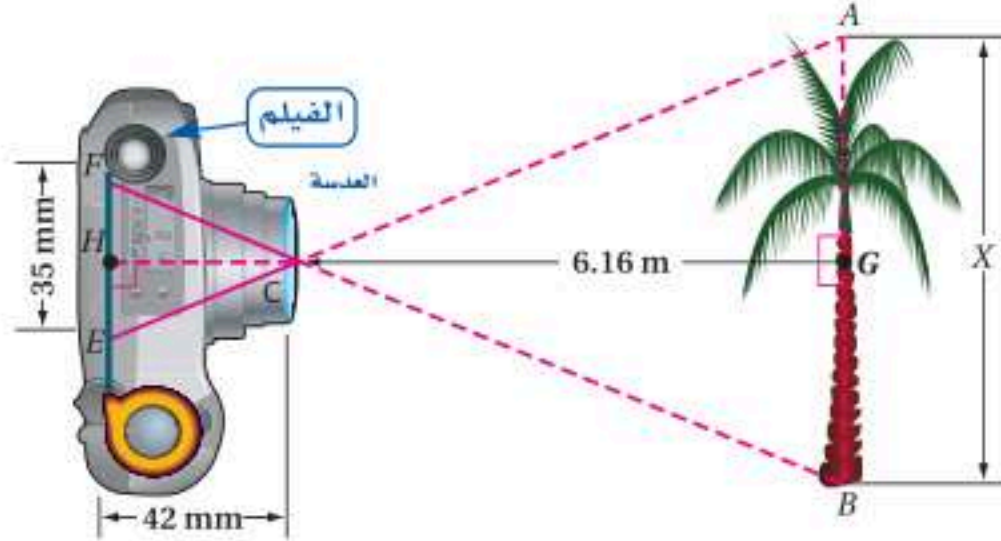


يمكنك استعمال القطع المستقيمة الخاصة في المثلثات المتشابهة لحل مسائل من واقع الحياة.

### استعمال المثلثات المتشابهة لحل المسائل

### مثال 2 من واقع الحياة

**تصوير:** بالرجوع إلى فقرة "لماذا؟" بداية الدرس، يبين الرسم التوضيحي أدناه (الرسم ليس على القياس) موقع الكاميرا وطول الصورة والمسافة من عدسة الكاميرا إلى الفيلم. أوجد الارتفاع الحقيقي للنخلة.



**افهم:** المعطيات: المسافة بين النخلة و عدسة الكاميرا 6.16 m ، وطول النخلة على الفيلم 35 mm ، والمسافة بين العدسة والفيلم 42 mm. المطلوب: الارتفاع الحقيقي للنخلة.

تكون النخلة وصورتها على الفيلم متوازيين، ويكون  $\overline{CH}$  و  $\overline{CG}$  ارتفاعين في المثلثين  $\triangle ABC, \triangle EFC$ .

**خطط:** بما أن  $\overline{AB} \parallel \overline{EF}$ ، فإن:  $\angle BAC \cong \angle CEF, \angle CBA \cong \angle CFE$  وفق نظرية الزاويتين المتبادلتين داخلياً؛ لذلك فإن  $\triangle ABC \sim \triangle EFC$  وفق مسلمة التشابه AA. اكتب تناسباً وحله لإيجاد قيمة  $x$ .

**حل:** النظرية 6.8  $\frac{AB}{EF} = \frac{GC}{HC}$

بالتعويض  $\frac{x \text{ m}}{35 \text{ mm}} = \frac{6.16 \text{ m}}{42 \text{ mm}}$

خاصية الضرب التبادلي  $x(42) = 35(6.16)$

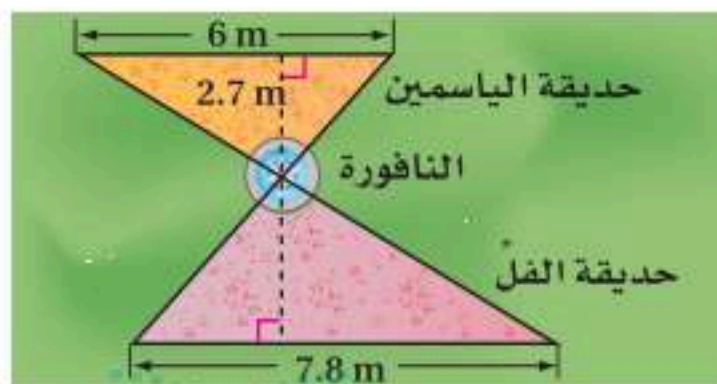
بالتبسيط  $42x = 215.6$

بقسمة كلا الطرفين على 42  $x \approx 5.13$

إذن ارتفاع النخلة 5.13 m تقريباً.

**تحقق:** نسبة طول الصورة إلى المسافة بين العدسة والفيلم هي 35:42 أو 5:6، ونسبة ارتفاع النخلة إلى المسافة بينها وبين العدسة هي: 5.13 : 6.16 ؛ أي 5:6 تقريباً. ✓

### تحقق من فهمك



(2) **حدائق:** في الشكل المجاور حديقتان بجوارهما نافورة، إذا كانت الحديقتان تشكلان مثلثين متشابهين، فأوجد المسافة من مركز النافورة إلى الضلع الأطول في حديقة الفل.



### الربط مع الحياة

طُرحت الكاميرات الرقمية في الأسواق لأول مرة عام 1994 م، وكانت درجة وضوح الصورة  $480 \times 640$  بكسل، وفي عام 2005 أمكن أخذ صورة بدرجة وضوح بلغت  $4368 \times 2912$  بكسل بواسطة كاميرا أكثر وضوحاً لدرجة 12.8 مليون بكسل، وهي صورة أوضح كثيراً مما تعرضه معظم الحواسيب، فظهرت شاشات حواسيب عالية الوضوح تسمى  $4K$ .



**نظرية منصف زاوية في مثلث:** تعلمت أن منصف زاوية هو نصف مستقيم يقسمها إلى زاويتين متجاورتين متطابقتين، وإضافة لذلك يقسم منصف الزاوية في مثلث الضلع المقابل وفق تناسب مع الضلعين الآخرين.

**نظرية 6.11** **منصف زاوية في مثلث**

منصف زاوية في مثلث يقسم الضلع المقابل إلى قطعتين مستقيمتين النسبة بين طوليهما تساوي النسبة بين طولي الضلعين الآخرين.

مثال: إذا كانت  $\overline{JM}$  منصف زاوية في المثلث  $\triangle JKL$

فإن  $\frac{KM}{KJ} = \frac{LM}{LJ}$  → القطعتان المشتركتان بالرأس  $K$

→ القطعتان المشتركتان بالرأس  $L$

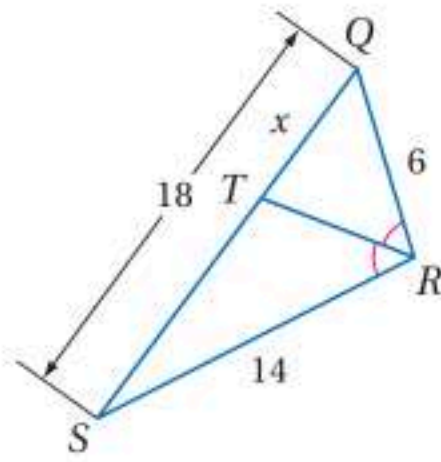
ستبرهن النظرية 6.11 في السؤال 19

**إرشادات للدراسة**

التناسب، يمكن كتابة تناسب آخر باستعمال نظرية منصف زاوية في مثلث هو

$$\frac{KM}{KJ} = \frac{LM}{LJ}$$

**مثال 3 استعمال نظرية منصف زاوية في مثلث**



أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

بما أن  $\overline{RT}$  منصف زاوية في  $\triangle QRS$ ، فيمكنك استعمال نظرية منصف زاوية في مثلث لكتابة تناسب.

$$\frac{QT}{ST} = \frac{QR}{SR}$$

$$\frac{x}{18-x} = \frac{6}{14}$$

نظرية منصف زاوية في مثلث بالتعويض

$$(18-x)(6) = x \cdot 14$$

$$108 - 6x = 14x$$

$$108 = 20x$$

$$5.4 = x$$

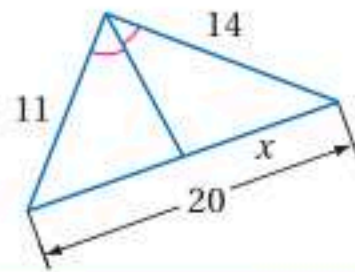
خاصية الضرب التبادلي

بالتبسيط

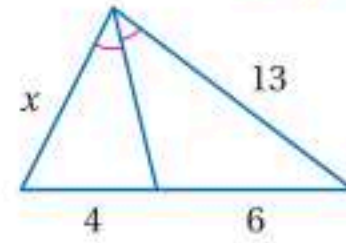
بإضافة  $6x$  لكلا الطرفين

بقسمة كلا الطرفين على 20

**تحقق من فهمك** أوجد قيمة  $x$  في كل من الشكلين الآتيين:



(3B)



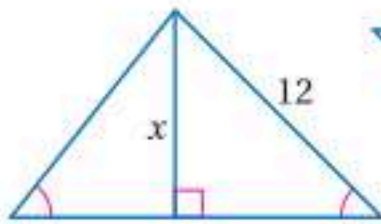
(3A)

**إرشادات للدراسة**

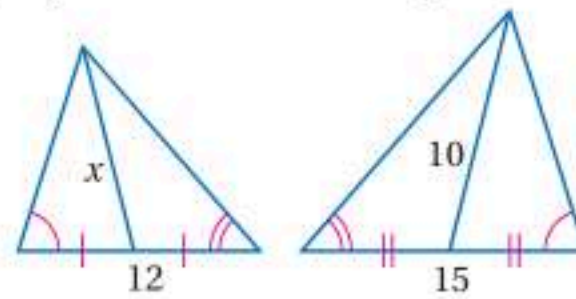
المثلثات الناتجة عن منصف زاوية في مثلث، لا يرتبط التناسب في نظرية منصف زاوية في مثلث بتشابه مثلثين؛ إذ إن المثلثين الناشئين عن منصف زاوية في مثلث ليسا متشابهين في الحالة العامة، على الرغم من التناسب بين زوجين من أضلاعهما، ووجود زاوية في أحدهما مطابقة لزاوية في الآخر. لكن المثلثين يتشابهان في حالة قسمة المثلث إلى مثلثين متطابقين.

**تأكد**

أوجد قيمة  $x$  في المثلثين المتشابهين في كل من السؤالين الآتيين:

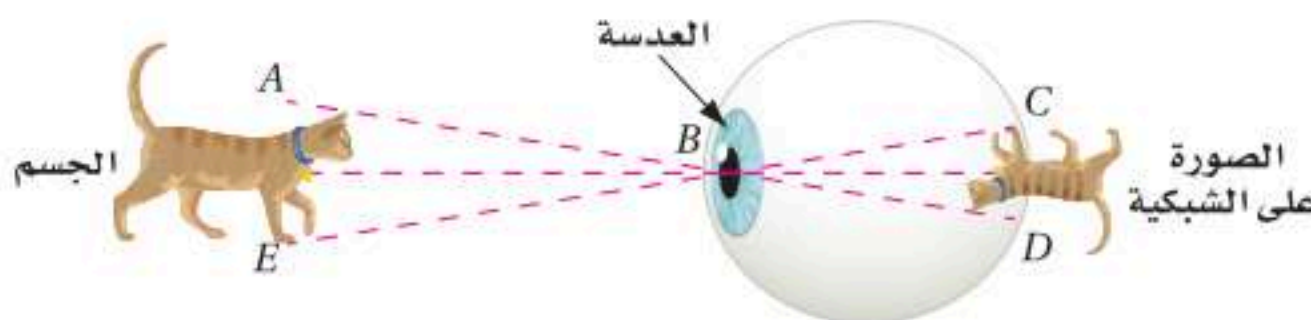


(2)



(1)

**صورة:** ارتفاع قطعة 10 in، وارتفاع صورتها على شبكية العين 7 mm، إذا كان  $\triangle ABE \sim \triangle DBC$ ، وكانت المسافة من بؤبؤ العين إلى الشبكية 25 mm، فكم تبعد القطعة عن بؤبؤ العين مقرباً إجابتك إلى أقرب جزء من عشرة؟



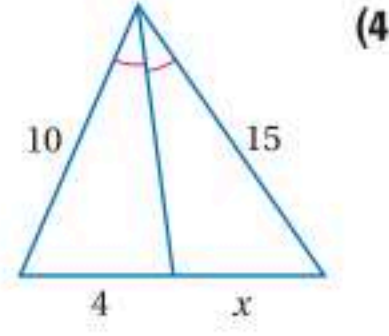
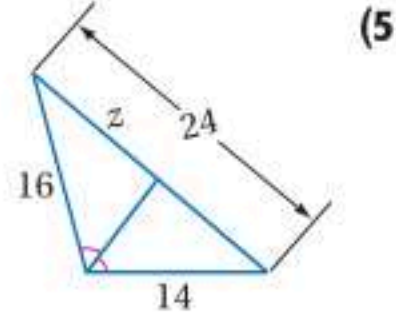
**المثال 1**

**المثال 2**



المثال 3

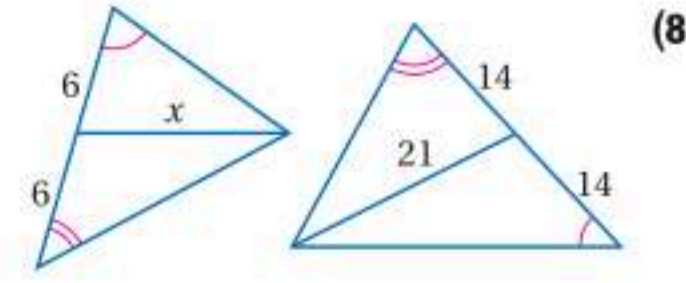
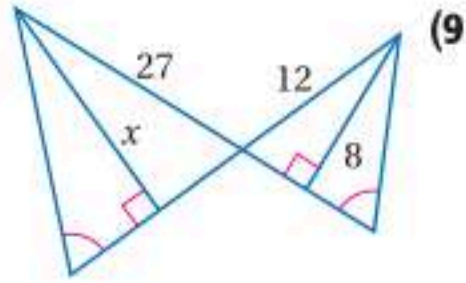
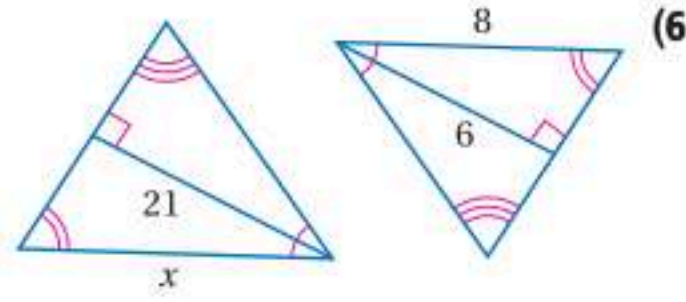
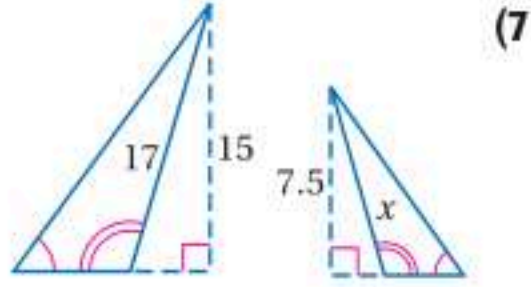
أوجد قيمة المتغير في كل من السؤالين الآتيين:



تدرب وحل المسائل

المثال 1

أوجد قيمة  $x$  في المثلثين المتشابهين في كل مما يأتي:



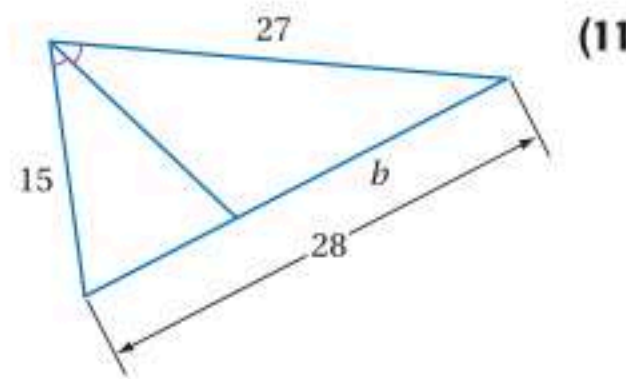
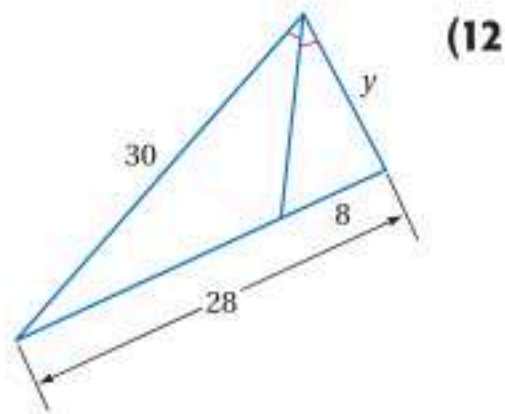
المثال 2

(10) **طرق:** يشكّل الطريقان المتقاطعان في الشكل أدناه مثلثين متشابهين، إذا كان  $AC = 382$  ft،  $MP = 248$  ft، وتبعد محطة المحروقات 50 ft عن التقاطع، فكم يبعد المصرف عن التقاطع مقرباً إجابتك إلى أقرب عدد صحيح؟



المثال 3

أوجد قيمة المتغير في كل من السؤالين الآتيين.

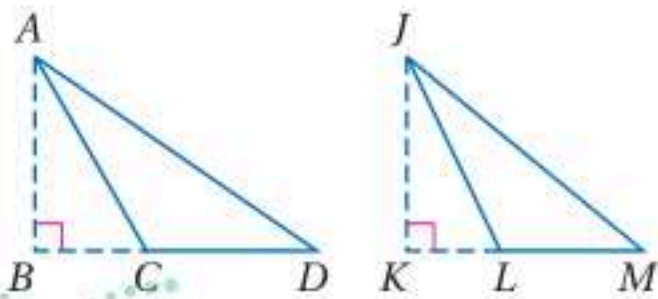


(13) **جبر** إذا كانت  $\overline{AB}$ ,  $\overline{JK}$  ارتفاعين، وكان:

$$\triangle DAC \sim \triangle MJL, AB = 9$$

$$, AD = 4x - 8, JK = 21, JM = 5x + 3$$

فأوجد قيمة  $x$ .

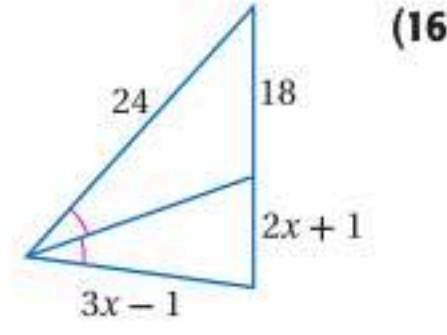
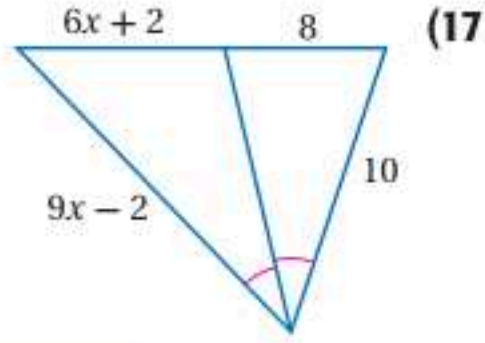




(14) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 6.9 .

(15) **برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين للنظرية 6.10 .

**جبر:** أوجد قيمة  $x$  في كل من السؤالين الآتيين:



(18) **رياضة:** تأمل المثلث المتشكّل من المسارات بين أحمد وعبدالله وخالد في أثناء مباراة كرة قدم كما في الشكل المجاور. إذا ركل أحمد الكرة بمسار ينصف  $\angle B$  في  $\triangle CBR$ ، فأيهما أقرب إلى الكرة؛ عبد الله أم خالد؟ وضح إجابتك.

### إرشادات للدراسة

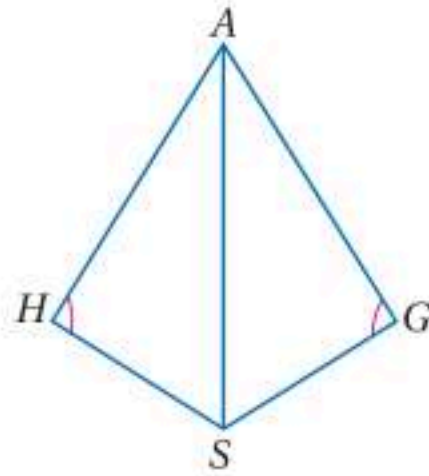
التناسب: في التناسب  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ ، إذا كان  $a > c$  فإن  $b > d$  والعكس صحيح أيضاً، إذا كان  $b > d$  فإن  $a > c$ .

**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين في كل من السؤالين الآتيين.

(19) النظرية 6.11 المعطيات:  $\overline{AS}$  تنصف  $\angle HAG$

$$\angle H \cong \angle G$$

المطلوب: إثبات أن:  $\frac{HS}{GS} = \frac{AH}{AG}$

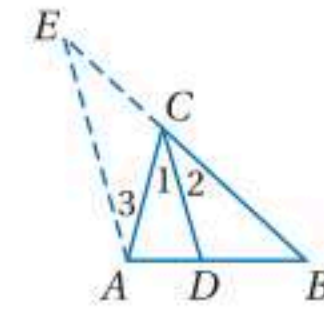


(20) المعطيات:  $\overline{CD}$  تنصف  $\angle ACB$

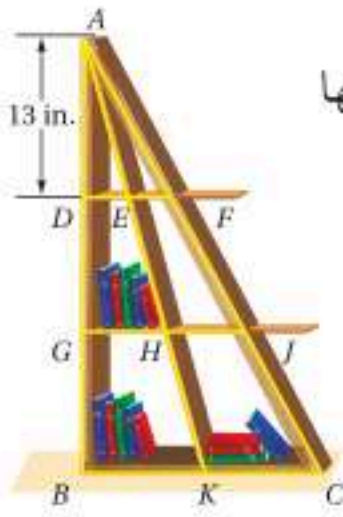
وبالرسم  $\overline{AE} \parallel \overline{CD}$

المطلوب: إثبات أن:  $\frac{AD}{DB} = \frac{AC}{BC}$

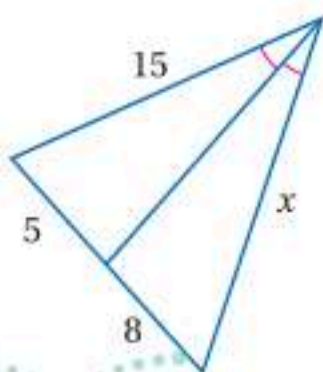
وبالرسم  $\overline{AE} \parallel \overline{CD}$



(21) **أثاث:** يمثل الشكل المجاور خزانة كتب مثلثة الشكل، المسافة بين كل رفّين فيها تساوي 13 in، و  $\overline{AK}$  قطعة متوسطة لـ  $\triangle ABC$ . إذا كان  $EF = 3\frac{1}{3}$  in، فكم يكون  $BK$ ؟



### مسائل مهارات التفكير العليا

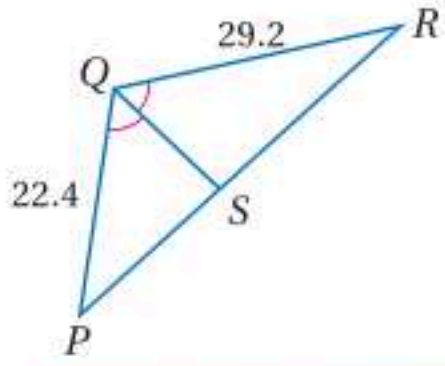


(22) **اكتشف الخطأ:** يحاول كلٌّ من عبد الله وفيصل أن يجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور. فيقول عبد الله: لإيجاد قيمة  $x$  أحل التناسب  $\frac{5}{8} = \frac{15}{x}$ ، ويقول فيصل: لإيجاد قيمة  $x$ ، أحل التناسب  $\frac{5}{x} = \frac{8}{15}$ ، أيّ منهما على صواب؟ وضح إجابتك.



(23) **تبرير:** أوجد مثلاً مضاداً للعبارة الآتية. وضح إجابتك.

"إذا كانت النسبة بين ارتفاع مثلث وطول أحد أضلاعه تساوي النسبة بين الارتفاع وطول الضلع المناظرين لهما في مثلث آخر. فإن المثلثين متشابهان".



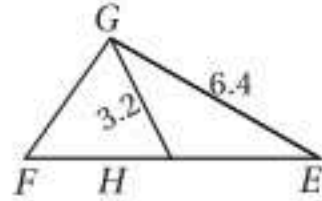
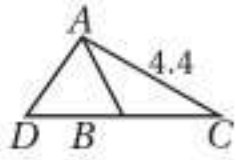
(24) **تحذ:** إذا كان محيط  $\triangle PQR$  يساوي 94 وحدة، و  $\overline{QS}$  منصف  $\angle PQR$ ، فأوجد  $PS, RS$ .

(25) **اكتب:** بين أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين النظرية 6.9 والنظرية 6.11.

### تدريب على اختبار

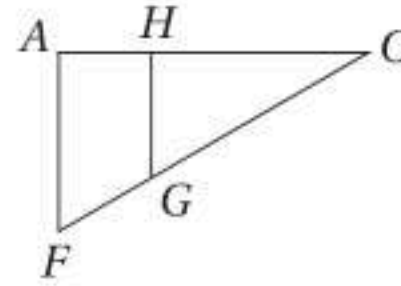
(27) **إجابة قصيرة:** في الشكلين أدناه:

$$\overline{DB} \cong \overline{BC}, \overline{FH} \cong \overline{HE}$$



إذا كان:  $\triangle ACD \sim \triangle GEF$ ، فأوجد  $AB$ .

(26) أي الحقائق الآتية ليست كافية لإثبات أن المثلثين  $ACF$  و  $HCG$  متشابهان؟



$\overline{AF} \parallel \overline{HG}$  **A**

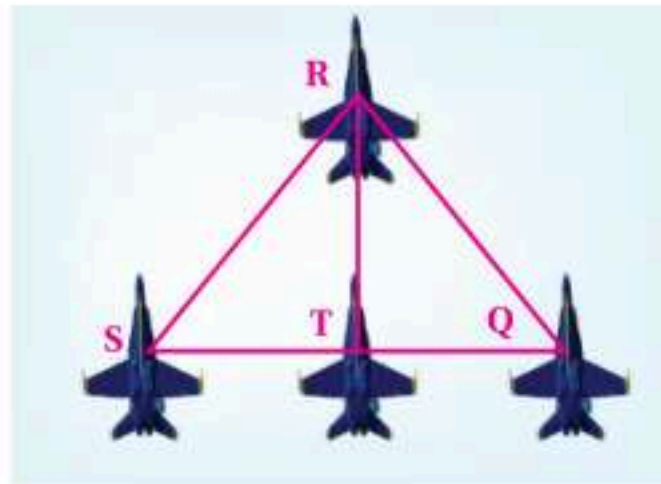
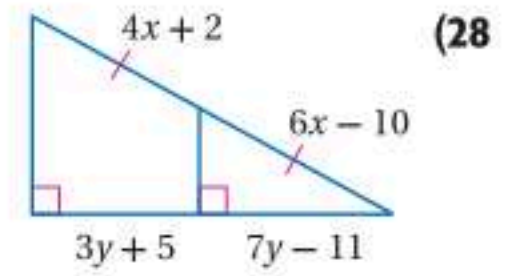
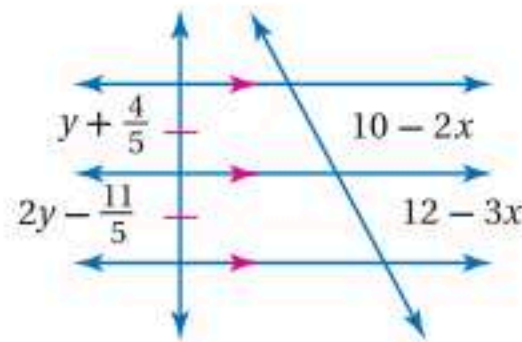
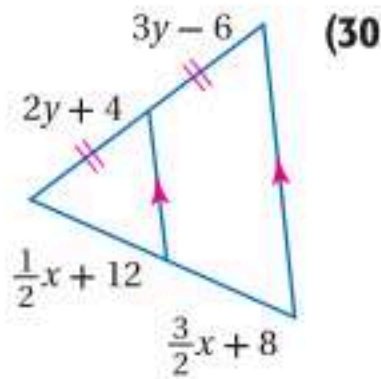
$\frac{AC}{HC} = \frac{FC}{GC}$  **B**

$\frac{CG}{CF} = \frac{1}{2}$  **C**

$\angle CHG$  و  $\angle FAH$  قائمتان. **D**

### مراجعة تراكمية

**جبر:** أوجد قيمتي  $x, y$  في كل مما يأتي. (الدرس 6-3)



(31) **طائرات:** في عرض للطائرات النفاثة، شكّلت الطائرات تشكلاً يبدو كمثلثين بينهما ضلع مشترك. اكتب برهاناً ذا عمودين لإثبات أن  $\triangle SRT \cong \triangle QRT$ ، علماً بأن  $T$  منتصف  $\overline{SQ}$ ، و  $\overline{SR} \cong \overline{QR}$ . (مهارة سابقة)

### استعد للدرس اللاحق

أوجد المسافة بين كل نقطتين في كل مما يأتي:

$C(-2, 0), D(6, 4)$  (34)

$A(2, 3), B(5, 7)$  (33)

$E(-3, -2), F(5, 8)$  (32)

$R(-6, 10), S(8, -2)$  (37)

$J(-4, -5), K(2, 9)$  (36)

$W(7, 3), Z(-4, -1)$  (35)

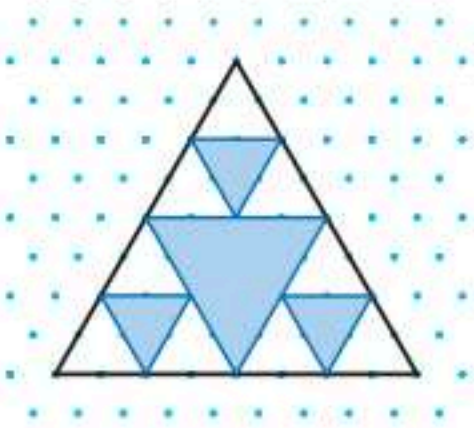




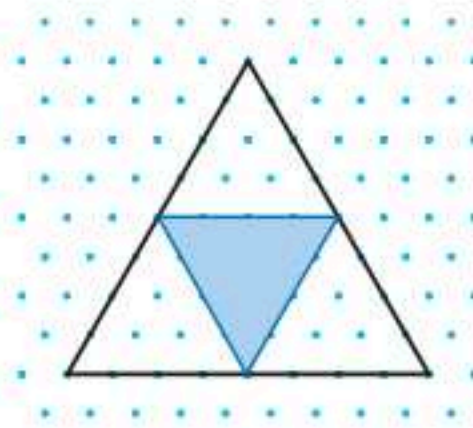
الكسريات أشكال هندسية تنتج باستعمال تكرار الأجزاء (iteration)، وتكرار الأجزاء هو عملية تكرار النمط نفسه مرّة تلو الأخرى، وتكون الكسريات ذاتية التشابه؛ أي أن الأجزاء الصغيرة للشكل لها الخصائص الهندسية نفسها للشكل الأصلي.

### نشاط 1

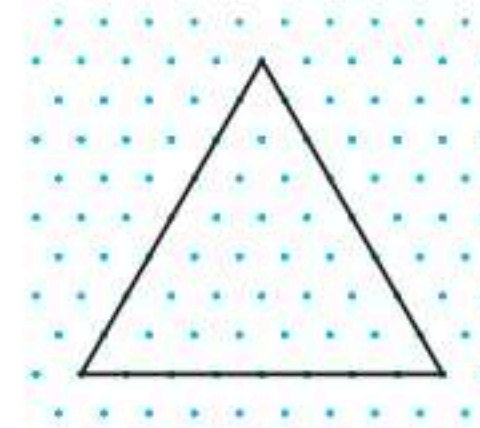
**المرحلة 2:** كرّر العملية مع المثلثات الثلاثة غير المظللة، وصل نقاط منتصفات أضلاعها لتشكّل ثلاثة مثلثات أخرى.



**المرحلة 1:** صلّ نقاط منتصفات أضلاع المثلث لتشكّل مثلثًا آخر، وظلّل المثلث الداخلي.



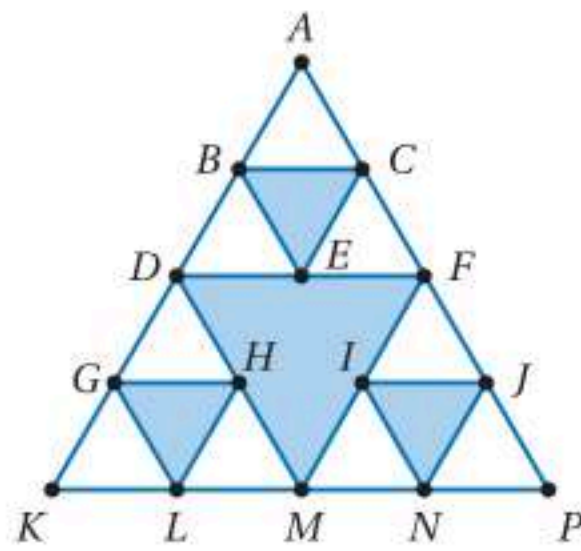
**البداية:** ارسم مثلثًا متطابق الأضلاع طول ضلعه 8 وحدات في ورقة منقّطة.



إذا كرّرت هذه العملية إلى ما لانهاية، فإن الشكل الناتج يسمّى مثلث سيربنسكي.

### تحليل النتائج:

- 1) إذا استمرت في هذه العملية، فكم يكون عدد المثلثات غير المظللة في المرحلة 3؟
- 2) ما محيط المثلث غير المظلّل في المرحلة 4؟
- 3) إذا استمرت في هذه العملية إلى ما لانهاية، فماذا سيحصل لمحيط كل مثلث غير مظلّل؟
- 4) **تحذّر:** استنادًا إلى الشكل المجاور، أكمل الآتي باستعمال برهان ذي عمودين:

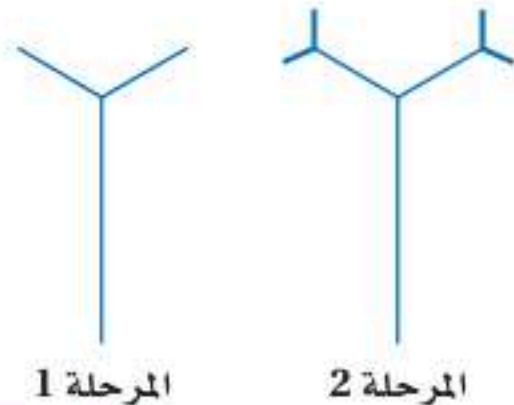


المعطيات:  $\triangle KAP$  متطابق الأضلاع.

$D, F, M, B, C, E$  منتصفات:  $\overline{KA}, \overline{AP}, \overline{PK}, \overline{DA}, \overline{AF}, \overline{FD}$  على الترتيب.

المطلوب:  $\triangle BAC \sim \triangle KAP$ .

- 5) يمكن رسم شجرة كسريّة، برسم غصنين جديدين من نهاية كل غصن أصلي، بحيث يكون طول كل غصن منها مساويًا لثلث طول الغصن السابق له.



المرحلة 1

المرحلة 2

- ارسم المرحلة 3 والمرحلة 4 للشجرة الكسريّة. ما العدد الكلي للأغصان في المراحل الأربع جميعها؟ (لا تعدّ الساق)

- اكتب عبارة جبرية يمكن استعمالها للتنبؤ بالعدد الكلي للأغصان في نهاية كل مرحلة.





جميع العمليات المكررة لا تتضمن رسومات لأشكال هندسية، فبعض العمليات المكررة، يمكن أن تترجم إلى صيغ أو معادلات مشابهة للعبارة الجبرية التي كتبها في السؤال 5 في الصفحة السابقة، وتسمى هذه العبارات **صيغاً ترددية**.

## نشاط 2

مثلث باسكال هو نمط عددي يبدأ كل صف فيه بالعدد 1، وينتهي بالعدد 1 أيضاً، وينتج كل حد من حدود الصفوف الأخرى عن جمع الحدين الواقعين فوقه. أوجد صيغة لمجموع حدود كل صف في مثلث باسكال بدلالة رقم هذا الصف.

**الخطوة 1:** اكتب الصفوف الخمسة الأولى **الخطوة 2:** أوجد مجموع حدود كل صف. **الخطوة 3:** أوجد نمطاً يعتمد على رقم الصف، ويمكن استعماله لإيجاد مجموع حدود كل صف.

النمط	المجموع	مثلث باسكال	الصف
$2^0 = 2^1 - 1$	1	1	1
$2^1 = 2^2 - 1$	2	1 1	2
$2^2 = 2^3 - 1$	4	1 2 1	3
$2^3 = 2^4 - 1$	8	1 3 3 1	4
$2^4 = 2^5 - 1$	16	1 4 6 4 1	5

### تحليل النتائج:

(6) اكتب صيغة للمجموع  $S$  لحدود الصف  $n$  لمثلث باسكال.

(7) ما مجموع حدود الصف الثامن في مثلث باسكال؟

### تمارين:

اكتب صيغة ترددية لـ  $F(x)$ .

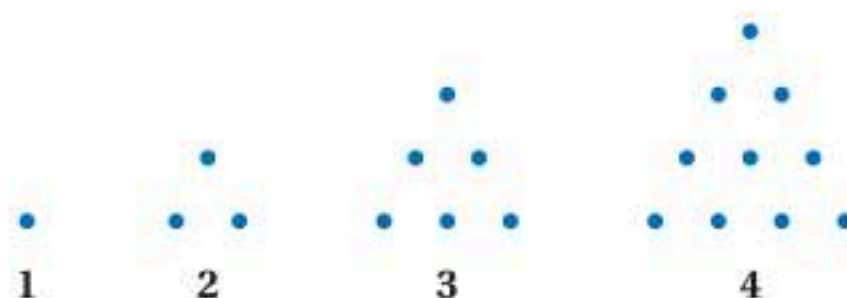
$x$	0	5	10	15	20
$F(x)$	0	20	90	210	380

$x$	2	4	6	8	10
$F(x)$	3	7	11	15	19

$x$	4	9	16	25	36
$F(x)$	5	6	7	8	9

$x$	1	2	4	8	10
$F(x)$	1	0.5	0.25	0.125	0.1

(12) **تحذّر** يمثل النمط أدناه متتابعة أعداد مثلثية. ما عدد النقاط في الحد الثامن في هذه المتتابعة؟ هل من الممكن كتابة صيغة ترددية يمكن استعمالها لتحديد عدد النقاط في العدد المثلثي ذي الرقم  $n$  في هذه المتتابعة؟ وإذا كان ذلك ممكناً فاكتب الصيغة، وإلا فوضح السبب.





مفردات أساسية

المضلعات المتشابهة (ص. 12)

معامل التشابه (ص. 13)

نسبة التشابه (ص. 13)

القطعة المنصّفة في المثلث (ص. 31)

الكسريات (ص. 46)

تكرار الأجزاء (ص. 46)

ذاتية التشابه (ص. 46)

صيغة ترددية (ص. 47)

اختبار المفردات

(a) نسبة التشابه	(d) نظرية التشابه SSS
(b) معامل التشابه	(e) نظرية التشابه SAS
(c) مسلمة التشابه AA	(f) القطعة المنصّفة

اختر مما سبق رمز الجملة التي تكمل كلاً مما يأتي:

(1) طرفا \_\_\_\_\_ في المثلث هما منتصفا ضلعين فيه.

(2) إذا كانت:  $\angle A \cong \angle X, \angle C \cong \angle Z$  فإن  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$  وفق \_\_\_\_\_.

(3) النسبة بين طولي ضلعين متناظرين في مضلعين متشابهين هي \_\_\_\_\_.

(4) إذا كانت أطوال الأضلاع المتناظرة في مثلثين متناسبة، فإن المثلثين متشابهان وفق \_\_\_\_\_.

(5) أحياناً يطلق على معامل التشابه بين مضلعين اسم \_\_\_\_\_.

(6) إذا كانت  $\angle A \cong \angle F$ ، وكان  $\frac{BA}{EF} = \frac{AC}{FD}$ ، فإن  $\triangle BAC \sim \triangle EFD$  وفق \_\_\_\_\_.

ملخص الفصل

المفاهيم الأساسية

المضلعات المتشابهة والمثلثات المتشابهة

(الدرس 1-6, 2-6)

- يتشابه مضلعان إذا وفقط إذا كانت زواياهما المتناظرة متطابقة، وأطوال أضلاعهما المتناظرة متناسبة.
- يكون المثلثان متشابهين إذا كانت:
  - AA: زاويتان في أحدهما مطابقتين لزاويتين في المثلث الآخر.

SSS: أطوال الأضلاع المتناظرة للمثلثين متناسبة.

SAS: طولاً ضلعين في أحدهما متناسبين مع طولي الضلعين المناظرين لهما في المثلث الآخر، والزوايتان المحصورتان متطابقتين.

الأجزاء المتناسبة (الدرس 3-6)

- إذا وازى مستقيم أحد أضلاع مثلث، وقطع الضلعين الآخرين في نقطتين محددتين، فإنه يقسم هذين الضلعين إلى قطع مستقيمة أطوالها متناسبة.
- القطعة المنصّفة في المثلث توازي ضلعاً فيه، وطولها يساوي نصف طوله.

عناصر المثلثين المتشابهين (الدرس 4-6)

- إذا تشابه مثلثان فإن النسبة بين كل من طولي ارتفاعيهما المتناظرين، وطولي منصّفي الزاويتين المتناظرتين، وطولي القطعتين المتوسطتين المتناظرتين تساوي النسبة بين طولي ضلعين متناظرين.

المطويات منظم أفكار



تأكد من أن المفاهيم الأساسية مدونة في مطويتك.



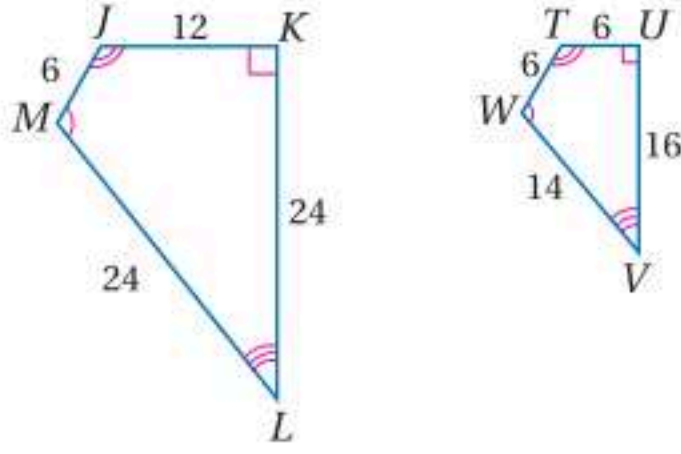


## مراجعة الدروس

### 6-1 المضلعات المتشابهة (ص 12-19)

#### مثال 1

حدّد ما إذا كان المضلعان أدناه متشابهين أم لا. برّر إجابتك. وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، ووضّح إجابتك.



الخطوة □: حدّد الزوايا المتناظرة المتطابقة

$$\angle J \cong \angle T, \angle K \cong \angle U, \angle L \cong \angle V, \angle M \cong \angle W$$

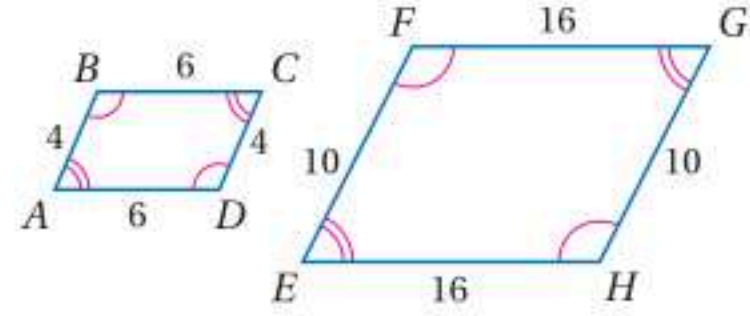
الخطوة □: اختبر النسب بين أطوال الأضلاع المتناظرة.

$$\frac{JK}{TU} = \frac{12}{6} = \frac{2}{1}, \quad \frac{KL}{UV} = \frac{24}{16} = \frac{3}{2}$$

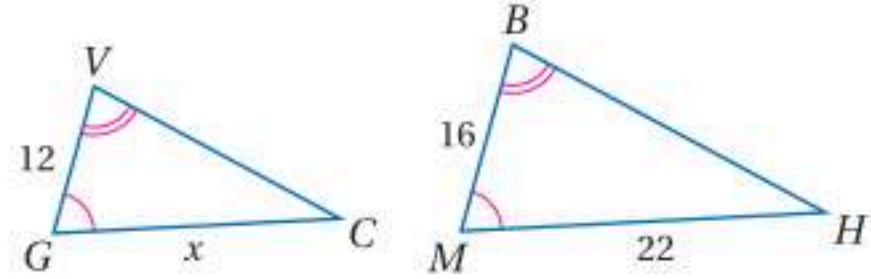
$$\frac{LM}{VW} = \frac{24}{14} = \frac{12}{7}, \quad \frac{JM}{TW} = \frac{6}{6} = \frac{1}{1}$$

بما أن الأضلاع المتناظرة غير متناسبة، فإن المضلعين  $TUVW, JKLM$  غير متشابهين.

1) حدّد ما إذا كان المضلعان أدناه متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، ووضّح إجابتك.



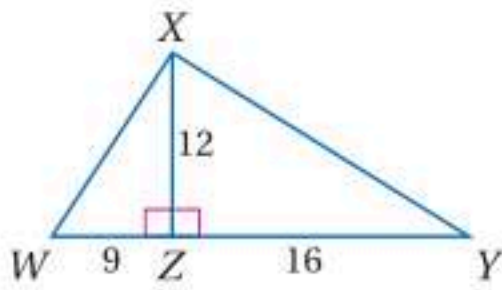
2) المثلثان في الشكل أدناه متشابهان، أوجد قيمة  $x$ .



3) النظام الشمسي: في نموذج دقيق لنظامنا الشمسي، وضعت سميرة الأرض على بعد 1 ft من الشمس، علمًا بأن المسافة الحقيقية بين الأرض والشمس 93000000 mi، إذا كانت المسافة من بلوتو إلى الشمس 3695950000 mi، فعلى أي بُعد من الشمس ستضع سميرة بلوتو في نموذجها؟

#### مثال 2

حدّد ما إذا كان المثلثان الآتيان متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه، ووضّح إجابتك.



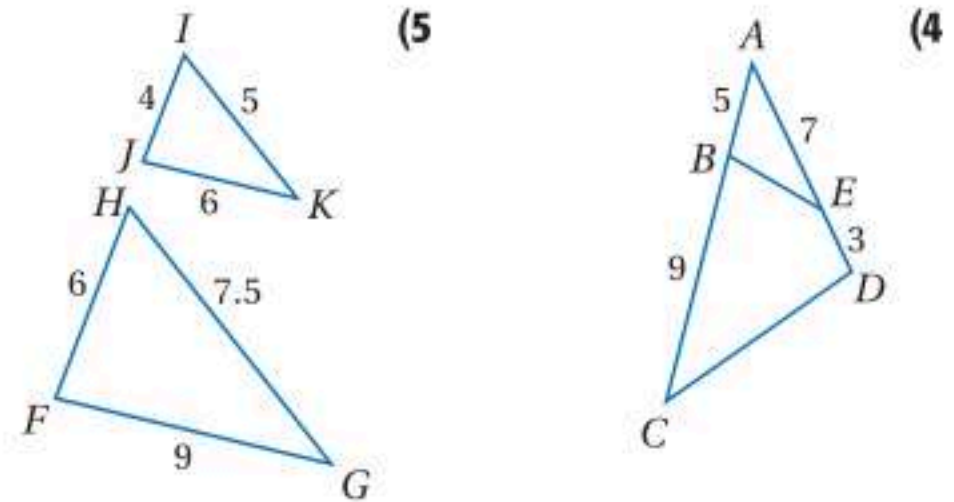
لأنهما زاويتان قائمتان، والآن اختبر تناسب طولَي ساقَي المثلثين القائمتين.

$$\frac{WZ}{XZ} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4}, \quad \frac{XZ}{YZ} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$$

وبما أنه يوجد ضلعان في المثلث الأول، طولاهما متناسبان مع طولَي نظيريهما في الثاني، وأن الزاويتين المحصورتين بينهما متطابقتان، فإن  $\triangle WZX \sim \triangle XZY$ ، وفق نظرية التشابه SAS.

### 6-2 المثلثات المتشابهة (ص 20-28)

حدّد ما إذا كان المثلثان في كلٍّ من السؤالين الآتيين متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه، ووضّح إجابتك.



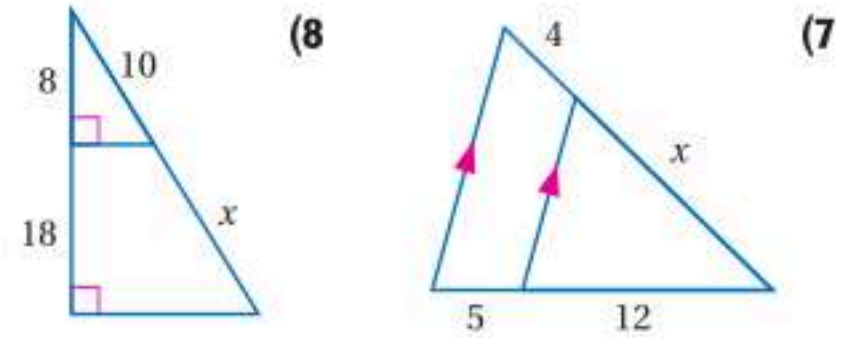
6) أشجار: يريد عبد الله أن يقدر ارتفاع شجرة، فوقف على مسافة 66 ft منها، فكانت نهاية ظلّه ونهاية ظل الشجرة عند النقطة نفسها، إذا كان طول عبد الله 6 ft و 4 in وطول ظلّه 15 ft، فما ارتفاع الشجرة؟



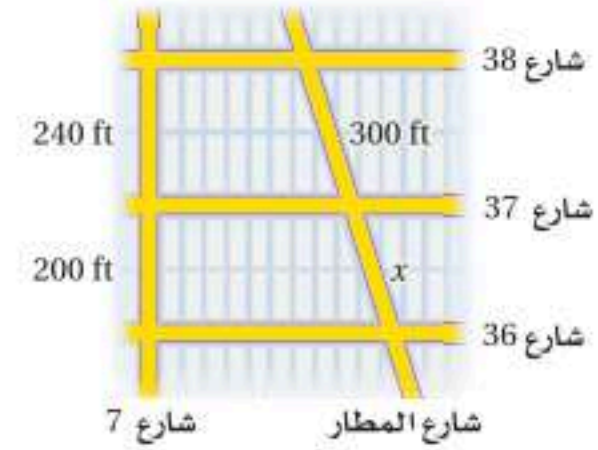
6-3

المستقيمات المتوازية والأجزاء المتناسبة (ص 30-38)

أوجد قيمة  $x$  في كل من السؤالين الآتيين:

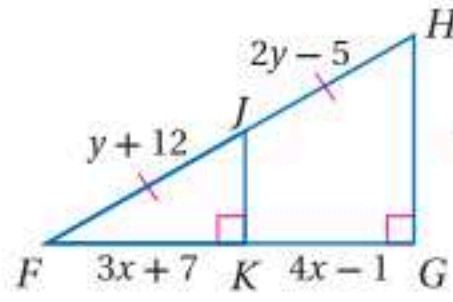


(9) شوارع: أوجد المسافة على امتداد شارع المطار بين الشوارعين 36, 37, 38، بفرض أن الشوارع 36, 37, 38 متوازية



مثال 3

جبر: أوجد قيمة كل من  $x, y$ .



تعريف التطابق

$$FK = KG$$

بالتعويض

$$3x + 7 = 4x - 1$$

بالطرح

$$-x = -8$$

بقسمة كلا الطرفين على (-1)

$$x = 8$$

تعريف التطابق

$$FJ = JH$$

بالتعويض

$$y + 12 = 2y - 5$$

بالطرح

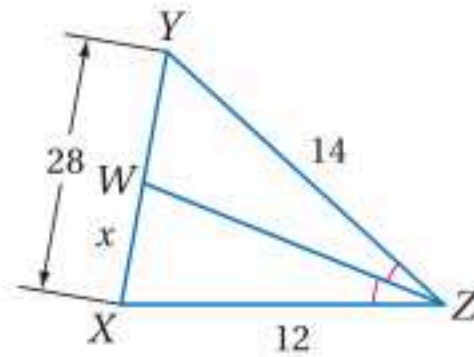
$$-y = -17$$

بقسمة كلا الطرفين على (-1)

$$y = 17$$

مثال 4

أوجد قيمة  $x$ .



استعمل نظرية منصف زاوية في مثلث لكتابة تناسب.

نظرية منصف زاوية في مثلث.

$$\frac{WX}{YW} = \frac{XZ}{YZ}$$

بالتعويض

$$\frac{x}{28 - x} = \frac{12}{14}$$

خاصية الضرب التبادلي

$$(28 - x)(12) = x \cdot 14$$

بالتبسيط

$$336 - 12x = 14x$$

بإضافة  $12x$  لكلا الطرفين

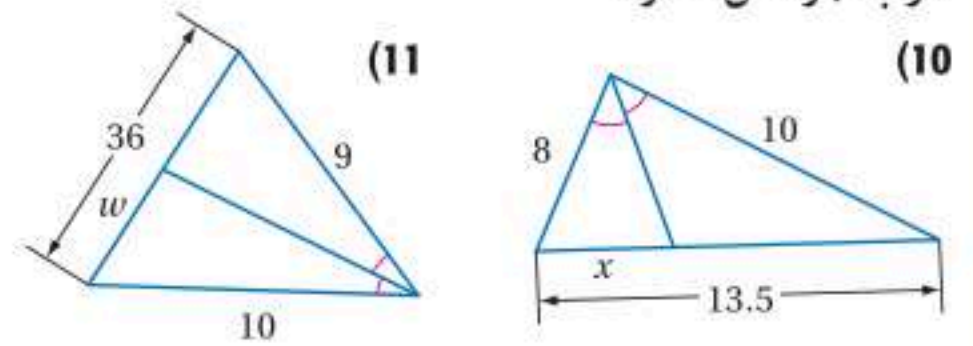
$$336 = 26x$$

بقسمة كلا الطرفين على 26

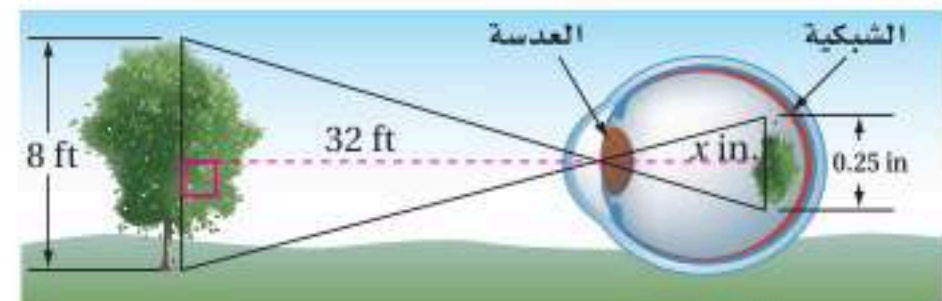
$$12.9 \approx x$$

6-4 عناصر المثلثات المتشابهة (ص 39-47)

أوجد قيمة المتغير في كل من السؤالين الآتيين مقرباً إجابتك إلى أقرب جزء من عشرة:



(12) عين الإنسان: تستعمل عين الإنسان المثلثات المتشابهة لقلب الشيء وتصغيره، عندما يمر خلال العدسة إلى الشبكية، فما المسافة بين عدسة العين والشبكية؟



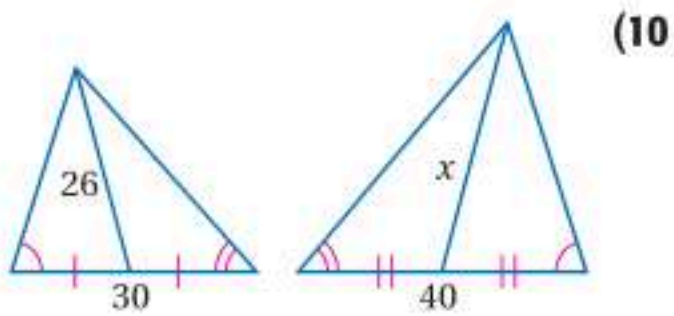
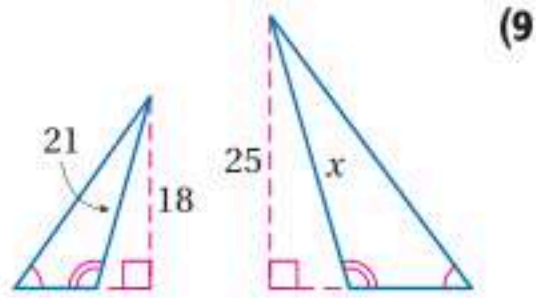


(6) **جبر:**  $\triangle MNP$  متطابق الأضلاع، محيطه  $12a + 18b$ ، إذا كانت  $\overline{QR}$  قطعة منصفة فيه، فما قيمة  $QR$ ؟

(7) **جبر:**  $\triangle ABC$  قائم الزاوية ومتطابق الضلعين، وطول وتره  $h$ ، إذا كانت  $\overline{DE}$  قطعة منصفة للوتر وأحد ضلعي القائمة فيه وطولها  $4x$ ، فما محيط  $\triangle ABC$ ؟

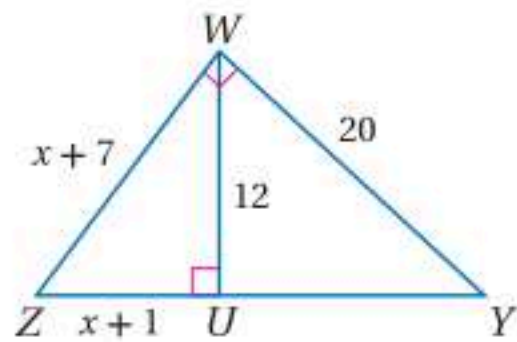
(8) **نماذج:** لدى سالم نموذج لسيارة سباق حقيقية، إذا كان طول السيارة الحقيقية  $10\text{ ft}$  و  $6\text{ in}$ ، وطول النموذج  $7\text{ in}$ ، فما معامل تشابه النموذج إلى السيارة الحقيقية؟

أوجد قيمة  $x$  في كل من السؤالين الآتيين:

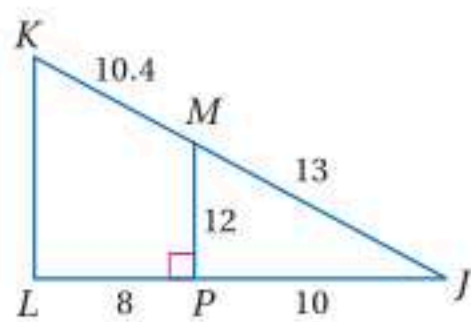


**جبر:** أوجد كل طول مشار إليه في كل من السؤالين الآتيين:

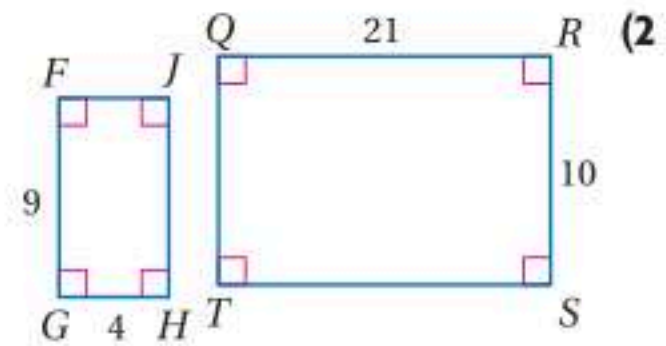
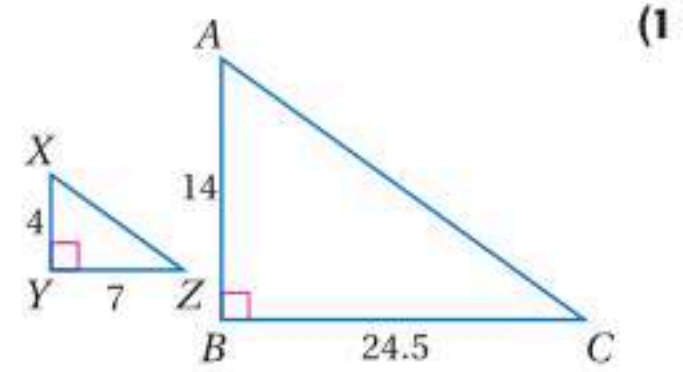
$WZ, UZ$  (11)



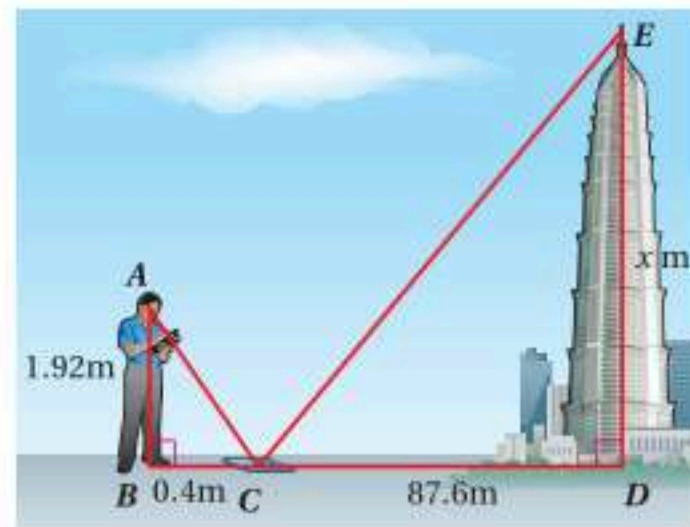
$KL$  (12)



حدّد ما إذا كان المضلعان متشابهين أم لا في كل من السؤالين الآتيين، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، وضّح إجابتك.

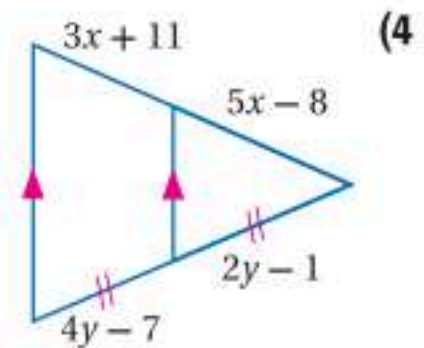
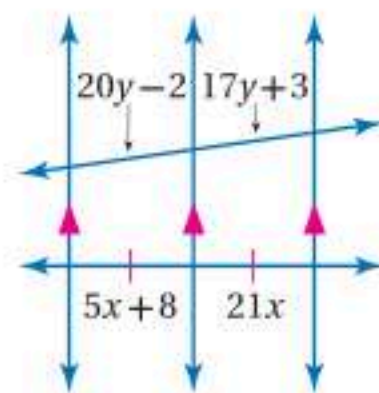


(3) **أبراج:** استعمل المعلومات الآتية لحل السؤالين الآتيين:  
لتقدير ارتفاع برج Jin Mao في شنغهاي في الصين، شاهد سائح قمة البرج في مرآة موضوعة على الأرض ووجهها إلى أعلى.



(a) كم مترًا ارتفاع البرج تقريبًا؟  
(b) لماذا تكون طريقة الانعكاس في المرآة في هذه الحالة أفضل للقياس غير المباشر لارتفاع البرج من استعمال الظل؟

**جبر:** أوجد قيمتي  $x, y$  في كل من السؤالين الآتيين، مقربًا إجابتك إلى أقرب عُشر إذا كان ذلك ضروريًا.







## تعيين اللامثال

أحيانًا تتطلب أسئلة الاختيار من متعدد، تحديد أي البدائل المعطاة تعدّ لا مثلاً صحيحًا، وتتطلب هذه الأسئلة أسلوبًا مختلفًا لحلّها.

### استراتيجيات تعيين اللامثال

#### الخطوة 1

اقرأ المسألة وافهمها.

- اللامثال: اللامثال هو بديل من بدائل الإجابة لا يحقق شروط المسألة.
- كلمات أساسية: ابحث عن كلمة لا، أو أي كلمة تدلّ على النفي (تكتب عادة بخط غامق، أو يوضع تحتها خط)؛ لتفهم منها أن المطلوب منك أن تجد لا مثلاً.

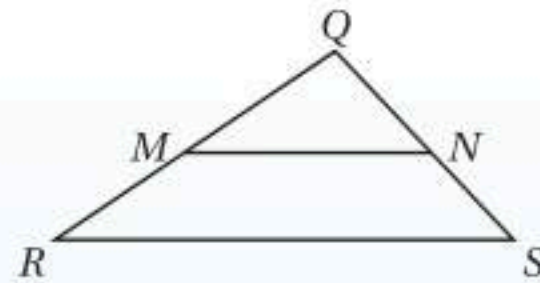
#### الخطوة 2

اتبع الإرشادات والخطوات الآتية؛ لمساعدتك على تعيين اللامثال:

- عيّن بدائل الإجابة الواضح عدم صحتها واحذفها.
- احذف البدائل التي تبدو بعيدة عن محتوى السؤال.
- احذف البدائل ذات الوحدات غير الصحيحة.
- اختبر بدائل الإجابة المتبقية.

### مثال

اقرأ المسألة جيدًا، حدّد المطلوب فيها، ثم استعمل المعطيات لحلّها.



أي مما يأتي لا يكفي لإثبات أن:  $\triangle QMN \sim \triangle QRS$ ؟

**A**  $\angle QMN \cong \angle QRS$

**B**  $\overline{MN} \parallel \overline{RS}$

**C**  $\overline{QN} \cong \overline{NS}$

**D**  $\frac{QM}{QR} = \frac{QN}{QS}$





الحرف "لا" المكتوب بالخط الغامق، يُشير إلى أنه يتعين عليك أن تجد لامثالا، اختبر كلاً من بدائل الإجابة باستعمال مبادئ تشابه المثلثات؛ لترى ما إذا كان أيٌّ منها لا يثبت أن  $\triangle QMN \sim \triangle QRS$ .

البديل A:  $\angle QMN \cong \angle QRS$

إذا كانت  $\angle QMN \cong \angle QRS$ ، فإن  $\triangle QMN \sim \triangle QRS$  وفق مسلمة التشابه AA.

البديل B:  $\overline{MN} \parallel \overline{RS}$

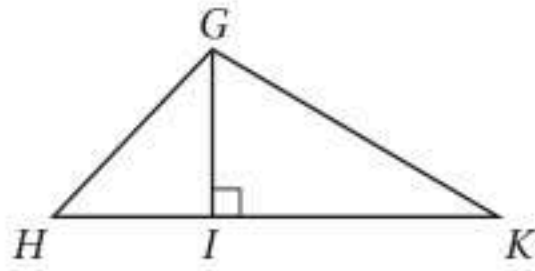
إذا كان  $\overline{MN} \parallel \overline{RS}$ ، فإن  $\angle QMN \cong \angle QRS$ ؛ لأنهما زاويتان متناظرتان بالنسبة لمستقيمين متوازيين قطعهما القاطع  $\overline{QR}$ ، لذلك  $\triangle QMN \sim \triangle QRS$  وفق مسلمة التشابه AA.

البديل C:  $\overline{QN} \cong \overline{NS}$

إذا كانت  $\overline{QN} \cong \overline{NS}$ ، فإننا لا نستطيع أن نستنتج أن  $\triangle QMN \sim \triangle QRS$ ؛ لأننا لا نعرف أي شيء عن  $\overline{QM}$ ،  $\overline{MR}$ ، لذلك فالبديل C يُعدّ لامثالا، والإجابة الصحيحة هي C. وإذا كان لديك وقت فاختر البديل D للتأكد من أنه مثال صحيح.

## تمارين ومسائل

(3) أي مما يأتي لا يكفي لإثبات أن  $\triangle GIK \sim \triangle HIG$ ؟



A  $\angle GKI \cong \angle HGI$

B  $\frac{HI}{GI} = \frac{GI}{IK}$

C  $\frac{GH}{GI} = \frac{GK}{IK}$

D  $\angle IGK \cong \angle IHG$

(4) أي مثلثين مما يأتي ليسا بالضرورة متشابهين؟

A مثلثان قائما الزاوية في كلٍّ منهما زاوية قياسها  $30^\circ$

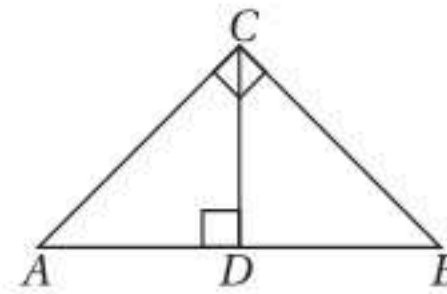
B مثلثان قائما الزاوية في كلٍّ منهما زاوية قياسها  $45^\circ$

C مثلثان متطابقا الساقين

D مثلثان متطابقا الأضلاع

اقرأ كل سؤال ممّا يأتي، ثم اكتب رمز الإجابة الصحيحة:

(1) أيّ التناسبات التالية غير صحيحة في الشكل أدناه؟



A  $\frac{AD}{CD} = \frac{CD}{DB}$

B  $\frac{AB}{AC} = \frac{AC}{AD}$

C  $\frac{AB}{CB} = \frac{CB}{DB}$

D  $\frac{AC}{AB} = \frac{CD}{AC}$

(2) أي شكل يمكن أن يكون مثالا مضادا للتخمين أدناه؟

"إذا كانت جميع زوايا شكل رباعي قوائم فإنه مربع"

A متوازي الأضلاع

B المستطيل

C المعين

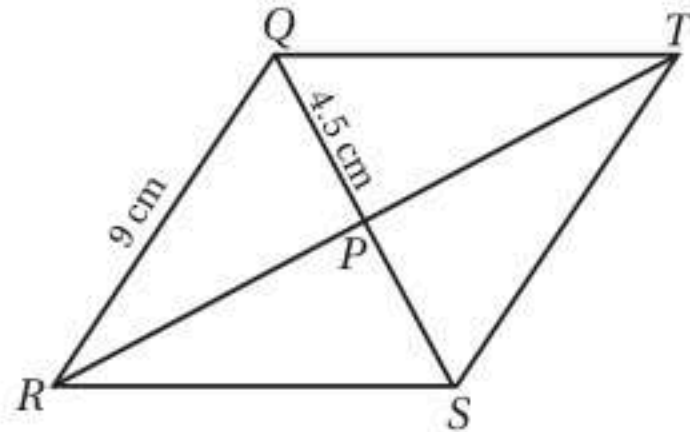
D شبه المنحرف





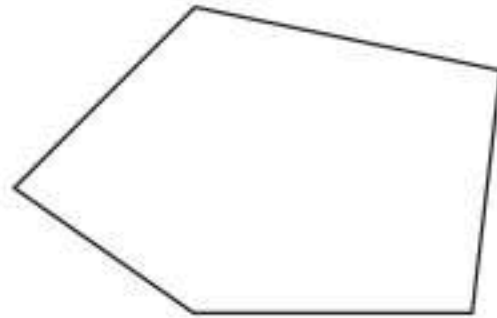
أسئلة الاختيار من متعدد

(4) أوجد  $m\angle RST$  في المعين  $QRST$  أدناه.



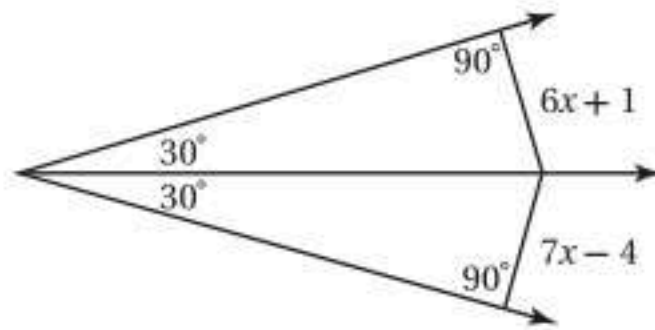
- 120° C                      60° A  
150° D                      90° B

(5) ما مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع أدناه؟



- 630° C                      450° A  
720° D                      540° B

(6) أوجد قيمة  $x$ .



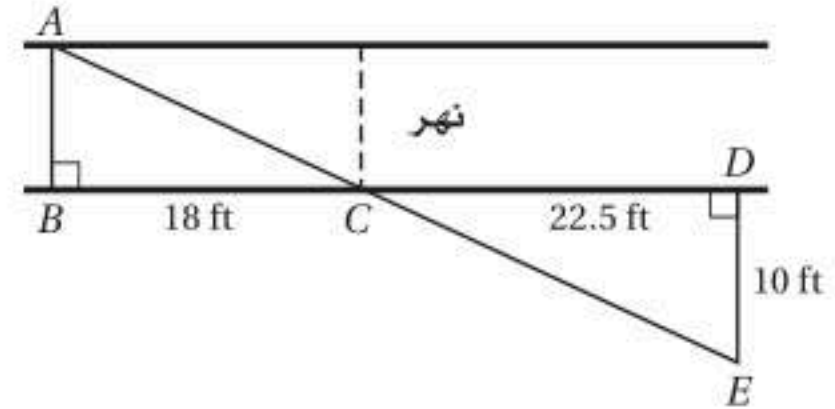
- 5 C                              3 A  
6 D                              4 B

(7) شكلان رباعيَّان متشابهان بمعامل تشابه 3:2، إذا كان محيط الشكل الرباعي الأكبر 21 m، فما محيط الشكل الرباعي الأصغر؟

- 28 m C                      14 m A  
31.5 m D                      17.5 m B

اقرأ كل سؤال فيما يأتي، ثم حدّد رمز الإجابة الصحيحة:

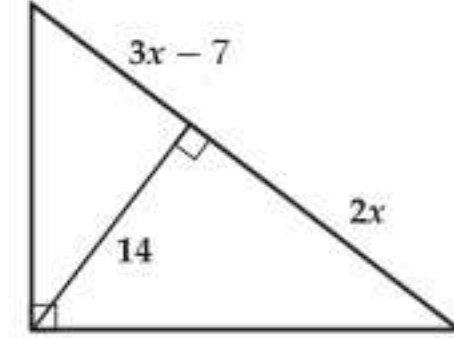
(1) يُريد عادل أن يقيس عرض نهر صغير. فعَيّن الأطوال المبينة في الشكل أدناه.



العرض التقريبي للنهر هو:

- 7 ft C                              40.5 ft A  
8 ft D                              6 ft B

(2) أوجد قيمة  $x$  في الشكل أدناه؟



- 8 C                              5 A  
10 D                              7 B

(3) إذا كان  $EG = 15m$ ، فما طول  $\overline{EF}$ ؟



- 10 m C                              6 m A  
12 m D                              9 m B

إرشادات للاختبار

السؤال 2: عَيّن مثلثين متشابهين، واكتب تناسبًا وحله لإيجاد قيمة  $x$ .



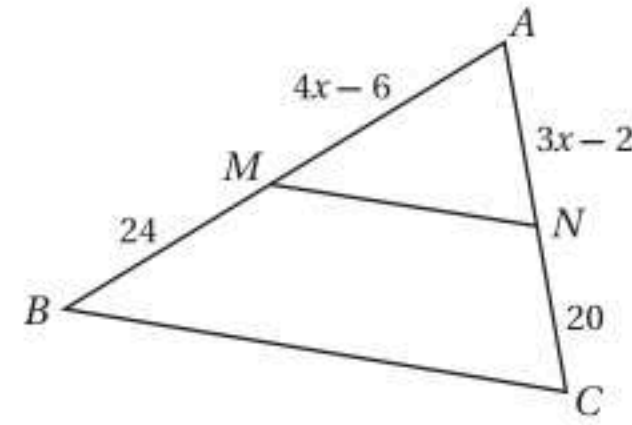


## أسئلة ذات إجابات قصيرة

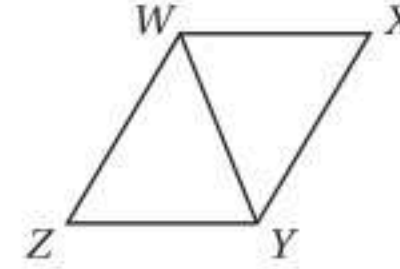
اكتب إجابتك في ورقة الإجابة.

(8) هندسة إحداثية: مثل في المستوى الإحداثي الشكل الرباعي  $ABCD$  الذي رؤوسه:  $A(3, 3)$ ,  $B(8, 2)$ ,  $C(6, -1)$ ,  $D(1, 0)$  وحدد ما إذا كان متوازي أضلاع أم لا.

(9) إذا كان  $MN \parallel BC$  في المثلث أدناه، فأوجد قيمة  $x$ .



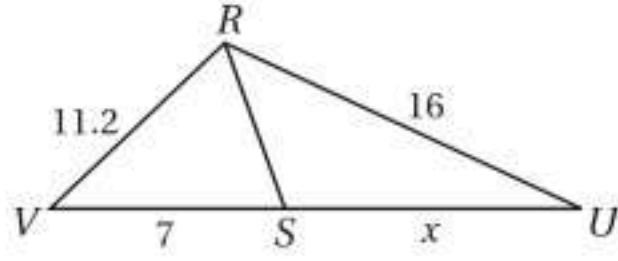
(10) الشكل الرباعي  $WXYZ$  معين، إذا كان  $m\angle XYZ = 110^\circ$  فأوجد  $m\angle ZWY$ .



(11) ما المعاكس الإيجابي للعبارة أدناه؟

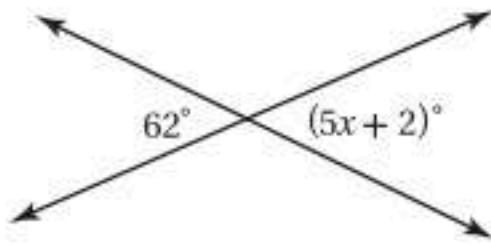
إذا كان صالح مولوداً في الرياض، فإنه مولود في السعودية.

(12) إذا كان  $RS$  تنصف  $\angle VRU$  في المثلث أدناه، فأوجد قيمة  $x$ .



(13) بيّن مقياس رسم خريطة أن  $1 \text{ cm} = 25 \text{ km}$ ، ما المسافة الحقيقية بين مدينتين، إذا كانت المسافة بينهما على الخريطة  $4.5 \text{ cm}$ ؟

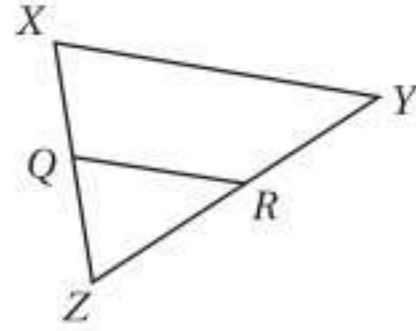
(14) ما قيمة  $x$  في الشكل أدناه؟



## أسئلة ذات إجابات مطولة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة مبيناً خطوات الحل.

(15) استعمل الشكل أدناه للإجابة عن كل من الأسئلة الآتية:



(a) إذا كان  $QR \parallel XY$ ، فما العلاقة بين الأطوال:  $RZ, YR, QZ, XQ$ ؟

(b) إذا كان:  $QR \parallel XY, XQ = 15, QZ = 12, YR = 20$ ، فما طول  $RZ$ ؟

(c) إذا كان:  $QR \parallel XY, XQ = QZ, QR = 9.5$ ، فما طول  $XY$ ؟

هل تحتاج إلى مساعدة إضافية؟

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	إذا لم تستطع الإجابة عن السؤال..
6-3	مهارة سابقة	6-1	6-4	مهارة سابقة	مهارة سابقة	6-3	مهارة سابقة	6-1	مهارة سابقة	مهارة سابقة	مهارة سابقة	مهارة سابقة	6-2	6-2	فعد إلى الدرس..



# التحويلات الهندسية والتماثل

## Transformations and Symmetry



### فيما سبق:

درست التحويلات الهندسية:  
الانعكاس والإزاحة والدوران.

### والآن:

- أرسم صور أشكال بالانعكاس أو الانسحاب أو الدوران أو التمدد.
- أتعرف تركيب تحويلين هندسيين.
- أتعرف التماثل في الأشكال الثنائية الأبعاد والثلاثية الأبعاد.

### لماذا؟

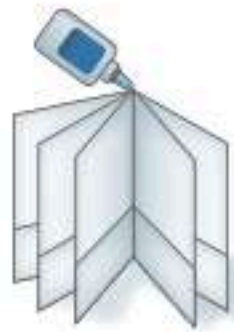
**تصوير:** يستعمل المصوِّرون الانعكاس والدوران والتماثل؛ لجعل الصورة مثيرة للاهتمام وجذابة بصرياً.

### منظم أفكار

## المستويات

التحويلات الهندسية والتماثل: اعمل هذه المطوية؛ لمساعدتك على تنظيم ملاحظاتك حول الفصل 7، مبتدئاً بأربع أوراق A4.

- 1 اطو كل ورقة من المنتصف.
- 2 ابسط الأوراق ثم اطوها طولياً بعرض 5 cm لتكون جيبيين.
- 3 ألصق الأوراق جنباً إلى جنب على طول خط الطي، لتكون كتيباً كما في الشكل أدناه.
- 4 ضع عنواناً لكل جيب كما في الشكل أدناه، استعمل أوراقاً أو بطاقات لتسجيل الملاحظات والأمثلة وخصص الجيب الأخير للمفردات الجديدة.







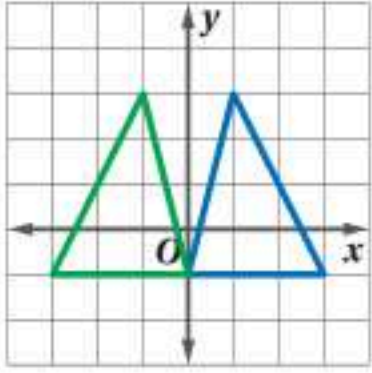
## التهيئة للفصل 7

تشخيص الاستعداد :

أجب عن الاختبار الآتي. انظر المراجعة السريعة قبل الإجابة عن الاختبار.

### مراجعة سريعة

#### مثال 1



صنّف التحويل الهندسي المبين في الشكل المجاور إلى انعكاس أو إزاحة أو دوران.

يبعد كل رأس وصورته البعد نفسه عن المحور  $y$ ، ولذلك فهذا التحويل انعكاس.

#### مثال 2

وقف مقدّم استعراض رياضي عند النقطة  $(1, 4)$ ، وتحرك منها 4 وحدات إلى اليمين، ثم 3 وحدات إلى أسفل. ما إحداثيات النقطة التي وصل إليها؟

يمكن التعبير عن حركة 4 وحدات إلى اليمين، ثم 3 وحدات إلى أسفل بالقاعدة:

$$(x, y) \rightarrow (x+4, y-3)$$

$$(1, 4) \rightarrow (1+4, 4-3) = (5, 1)$$

#### مثال 3

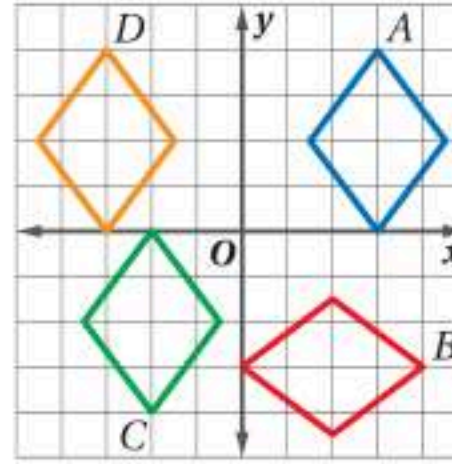
عمل خالد نموذجًا مصغرًا للجسر. أوجد مقياس الرسم للنموذج، إذا كان طول النموذج  $2\text{ m}$ ، وطول الجسر  $120\text{ m}$

طول النموذج يساوي  $2\text{ m}$ ، وطول الجسر يساوي  $120\text{ m}$ ؛

إذن مقياس رسم النموذج إلى الجسر  $\frac{2\text{ m}}{120\text{ m}}$ ؛ أي  $\frac{1}{60}$

### اختبار سريع

صنّف كلّاً من التحويلات الهندسية الآتية إلى انعكاس أو إزاحة أو دوران مستعملًا الشكل المجاور.



(1)  $A$  إلى  $B$

(2)  $A$  إلى  $D$

(3)  $A$  إلى  $C$

(4) هندسة إحداثية: إحداثيات رؤوس  $\triangle PQR$  هي  $P(-4, 2)$ ,  $Q(3, 0)$ ,  $R(4, 3)$  إذا أزيح  $\triangle PQR$  4 وحدات إلى أسفل و 6 وحدات إلى اليمين للحصول على  $\triangle P'Q'R'$ ، فما إحداثيات رؤوس  $\triangle P'Q'R'$ ؟

استعمل صيغة المسافة بين نقطتين لإيجاد البعد بين كل نقطتين فيما يلي:

(5)  $(0, 1)$ ,  $(2, 8)$

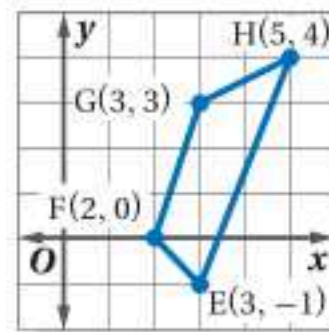
(6)  $(-2, 0)$ ,  $(3, 3)$

(7)  $(6, 4)$ ,  $(2, 1)$

(8)  $(-3, -1)$ ,  $(0, 5)$

(9) تصوير: رسم أسعد صورةً مكبرة لنملة؛ لاستعمالها في درس العلوم، أوجد مقياس الرسم للصورة إذا كان طول النملة الحقيقي  $\frac{1}{2}\text{ in}$ ، وكان طول الصورة  $1\text{ ft}$

احسب طول كل ضلع من أضلاع الشكل الرباعي  $EFGH$ .



(10)  $\overline{EF}$

(11)  $\overline{FG}$

(12)  $\overline{GH}$

(13)  $\overline{HE}$





# الانعكاس Reflection

# 7-1



## لماذا؟

تُظهر المسطحات المائية انعكاسات رائعة لما يُحيط بها. ففي مسطحات الماء الراكدة، تلاحظ أن لكل نقطة فوق سطح الماء نقطة مناظرة لها تحته، هي صورتها الناتجة عن الانعكاس. وتكون المسافة بين النقطة الأصلية وسطح الماء مساوية للمسافة بين صورتها وسطح الماء.

**رسم الانعكاسات:** تعلّمت أن **الانعكاس** هو تحويل هندسي يقلب الشكل حول مستقيم يسمى **محور الانعكاس**، بحيث يكون بُعد النقطة وبُعد صورتها عن محور الانعكاس متساويين.

## فيما سبق:

درست الانعكاس بوصفه تحويلًا هندسيًا.

(مهارة سابقة)

## والآن:

■ أرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس.

■ أرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس في المستوى الإحداثي.

## المفردات:

**الانعكاس**  
reflection

**محور الانعكاس**  
line of reflection

أضف إلى

مطوبتك

## مفهوم أساسي

### الانعكاس حول مستقيم

الانعكاس حول مستقيم ينقل النقطة إلى صورتها كما يأتي:



• إذا كانت النقطة واقعة على محور الانعكاس، فإن صورتها هي النقطة نفسها.

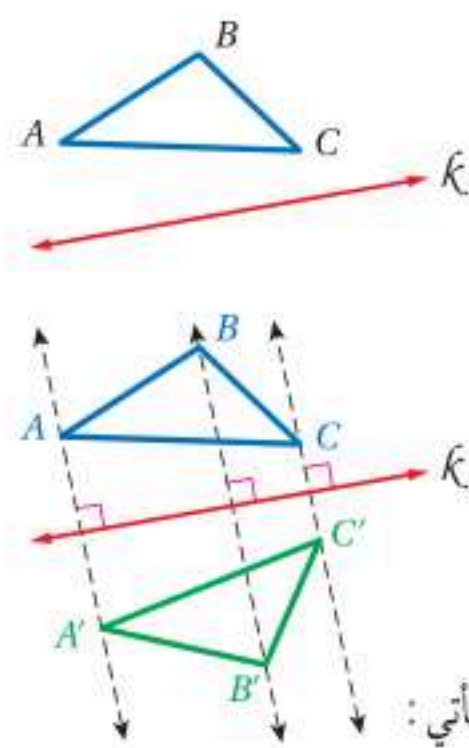
• إذا كانت النقطة غير واقعة على محور الانعكاس، يكون محور الانعكاس هو العمود

المنصف للقطعة المستقيمة التي تصل بين النقطة وصورتها.

$A$  تقع على المستقيم  $k$   $A$  لا تقع على المستقيم  $k$

الرموز  $A', A'', A'''$  تمثل أسماء للنقاط الناتجة عن تحويل هندسي أو أكثر للنقطة  $A$

لرسم صورة مضلع بالانعكاس حول مستقيم، ارسم صورة كل رأس من رؤوسه، ثم صل بين صور الرؤوس لتكوين صورة المضلع بهذا الانعكاس.



## مثال 1 رسم صورة مضلع بالانعكاس حول مستقيم

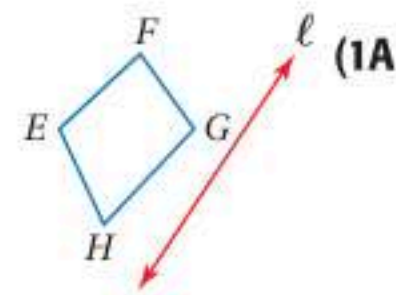
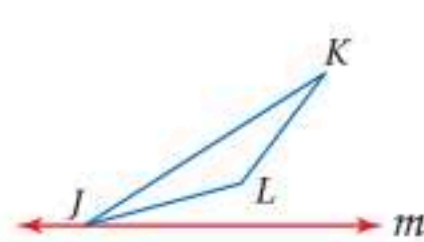
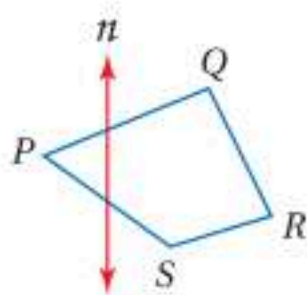
ارسم صورة الشكل بالانعكاس حول المستقيم المعطى.

**الخطوة 1:** ارسم مستقيمًا يمرُّ بكل رأس من رؤوس المثلث، ويكون عموديًّا على المستقيم  $k$  باستعمال مثلث الرسم.

**الخطوة 2:** قس المسافة بين النقطة  $A$  والمستقيم  $k$  باستعمال الفرجار، وعيّن النقطة  $A'$ ؛ بحيث يكون المستقيم  $k$  العمود المنصف لـ  $AA'$ .

**الخطوة 3:** كرر الخطوة 2 لتعين  $B'$  و  $C'$ ، ثم صل الرؤوس  $A', B', C'$  لتشكّل صورة المثلث الناتجة عن الانعكاس.

**تحقق من فهمك** ارسم صورة الشكل بالانعكاس حول المستقيم المعطى في كل شكل مما يأتي:



## إرشادات للدراسة

الشكل الأصلي  
والصورة؛

سيكون الشكل الأصلي في هذا الكتاب باللون الأزرق دائمًا، وستكون الصورة باللون الأخضر.

## إرشادات للدراسة

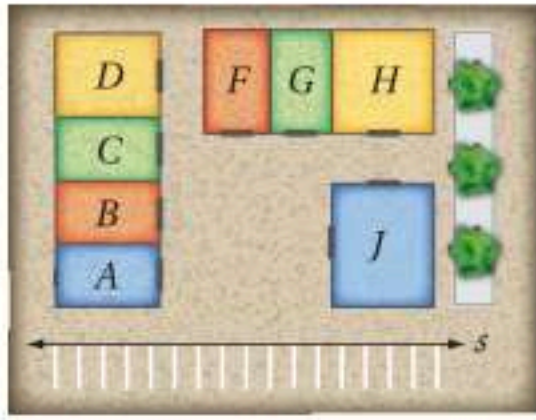
تحويل التطابق؛

هو تحويل تكون فيه الصورة مطابقة للشكل الأصلي.

لاحظ أن الانعكاس هو تحويل تطابق، ففي المثال 1، يكون  $\triangle ABC \cong \triangle A'B'C'$ .



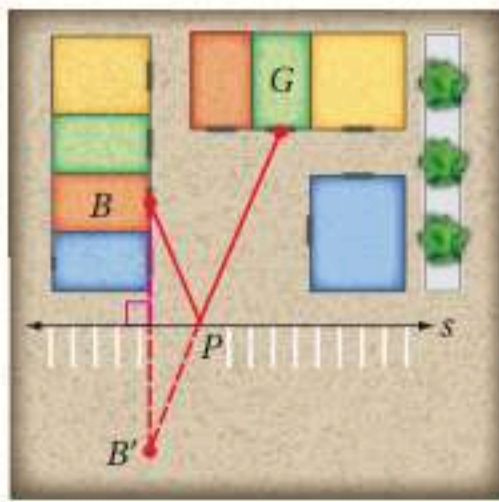




**تسوق:** اصطحب أحمد صديقه عليًا في سيارته إلى السوق، حيث يرغب أحمد في الاتجاه إلى المتجر  $B$ ؛ لشراء بعض الملابس، بينما يرغب علي في الاتجاه إلى المتجر  $G$ ؛ لشراء حذاء، ففي أي مكان من المواقف المحددة على المستقيم  $s$  يوقف أحمد سيارته، بحيث تكون المسافة التي سيقطعها سيرًا للوصول إلى المتجرين أقل ما يمكن؟

**افهم:** المعطيات: أوقف أحمد سيارته في الموقف  $P$  على المستقيم  $s$ .  
اتجه أحمد إلى المتجر  $B$  لشراء بعض الملابس.  
واتجه علي إلى المتجر  $G$  لشراء حذاء.

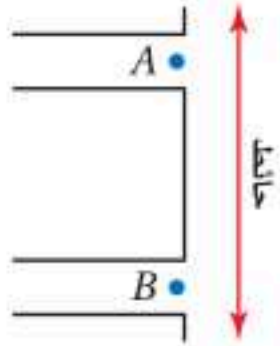
**المطلوب:** حدد الموقف  $P$  على المستقيم  $s$ ، بحيث يكون  $BP + PG$  أقل ما يمكن.  
**خطط:** تكون المسافة الكلية من  $B$  إلى  $P$  ثم من  $P$  إلى  $G$  أقل ما يمكن، عندما تكون هذه النقاط على استقامة واحدة.



**حل:** ارسم  $\overline{B'G}$ . وعين  $P$  عند تقاطع المستقيم  $s$  مع  $\overline{B'G}$ .  
علمًا بأن  $B'$  هي صورة النقطة  $B$  الناتجة عن انعكاس حول المستقيم  $s$ .

**تحقق:** اختر مواقع أخرى للنقطة  $P$  على المستقيم  $s$ ، وقارن مجموع  $BP + PG$  في كل حالة؛ للتحقق من أن الموقع الذي تم تحديده للنقطة  $P$  هو الذي يجعل هذا المجموع أقل ما يمكن.

**تحقق من فهمك**



(2) **مبيعات تذاكر:** يريد فهد أن يختار موقعًا مناسبًا لبيع تذاكر مباراة كرة قدم، عين النقطة  $P$  على الحائط، بحيث تكون المسافة التي يسيرها شخص ما من النقطة  $A$  إلى  $P$  ثم إلى النقطة  $B$  أقل ما يمكن.

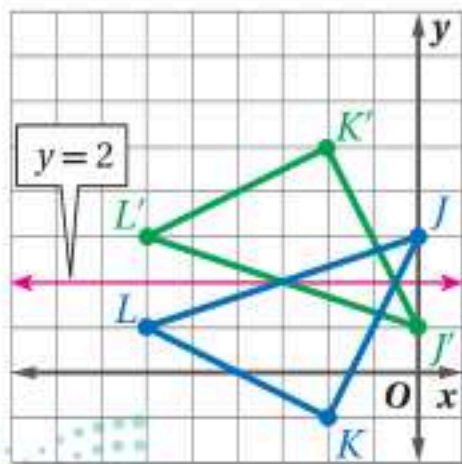
**رسم الانعكاس في المستوى الإحداثي:** يمكن أيضًا رسم الصورة الناتجة عن الانعكاس في المستوى الإحداثي حول مستقيم أفقي أو مستقيم رأسي.

### مثال 3 رسم صورة بالانعكاس حول مستقيم أفقي أو مستقيم رأسي

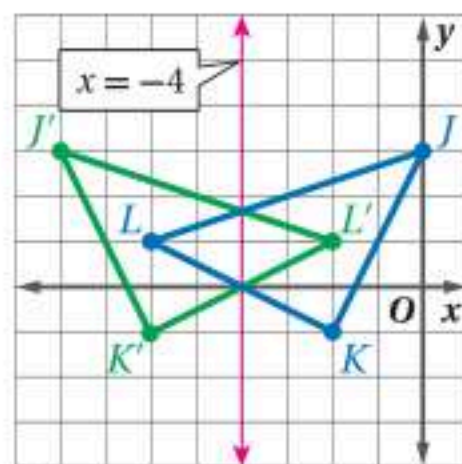
مثل بيانيًا  $\triangle JKL$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(0, 3)$ ,  $K(-2, -1)$ ,  $L(-6, 1)$ ، ثم ارسم صورته بالانعكاس حول المستقيم المعطى في كل مما يأتي:

(a)  $x = -4$  (b)  $y = 2$

استعمل خطوط الشبكة الإحداثية لإيجاد النقطة المناظرة لكل رأس، بحيث يكون المستقيم  $y = 2$  هو المنصف العمودي للقطعة المستقيمة التي تصل بين كل رأس وصورته.

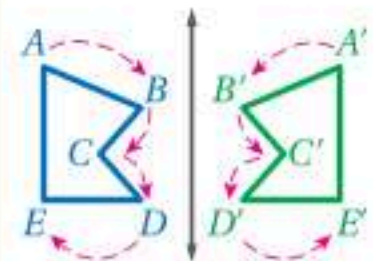


استعمل خطوط الشبكة الإحداثية لإيجاد النقطة المناظرة لكل رأس، بحيث يكون المستقيم  $x = -4$  هو المنصف العمودي للقطعة المستقيمة التي تصل بين كل رأس وصورته.



### إرشادات للدراسة

**خصائص الانعكاس:**  
يحافظ الانعكاس على الأبعاد وقياسات الزوايا والاستقامة وترتيب مواقع النقاط، ولكن يعكس الاتجاه.



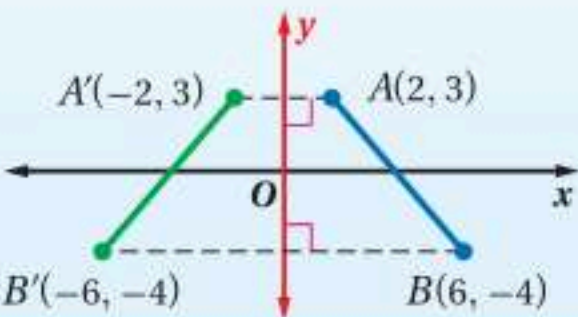
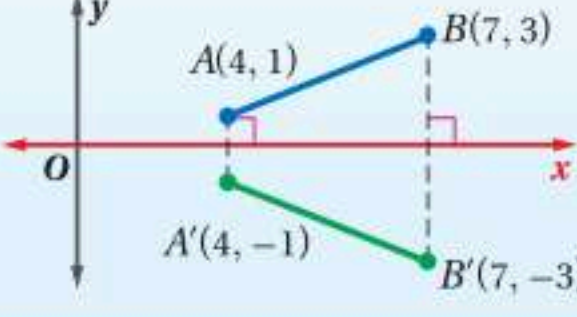


مثل بيانيًا شبه المنحرف  $RSTV$ ، الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $R(-1, 1)$ ,  $S(4, 1)$ ,  $T(4, -1)$ ,  $V(-1, -3)$  وارسم صورته بالانعكاس حول المستقيم المُعطى في كلِّ مما يأتي:

$$x = 2 \quad (3B)$$

$$y = -3 \quad (3A)$$

يمكنك استعمال القاعدة الآتية، عندما يكون محور الانعكاس هو المحور  $x$  أو المحور  $y$ .

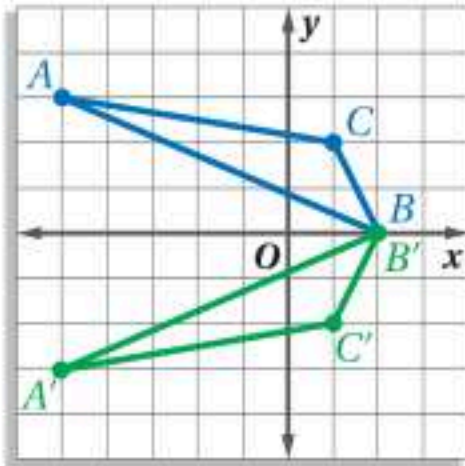
مفهوم أساسي	
الانعكاس حول المحور $y$	الانعكاس حول المحور $x$
التعبير اللفظي: لتعيين صورة نقطة بالانعكاس حول المحور $y$ ، اضرب إحداثي $x$ لها في $-1$	التعبير اللفظي: لتعيين صورة نقطة بالانعكاس حول المحور $x$ ، اضرب إحداثي $y$ لها في $-1$
الرموز: $(x, y) \rightarrow (-x, y)$	الرموز: $(x, y) \rightarrow (x, -y)$
مثال: 	مثال: 

## قراءة الرياضيات

التعبير عن الدالة بالصيغة الإحداثية: يمكن قراءة العبارة:  $P(a, b) \rightarrow P'(a, -b)$  على النحو الآتي: تتحول النقطة  $P$  التي إحداثياتها  $a$  و  $b$  إلى النقطة  $P'$  شرطة التي إحداثياتها  $a$  وسالب  $b$ .

مثال 4 رسم صورة بالانعكاس حول المحور  $x$  أو المحور  $y$ 

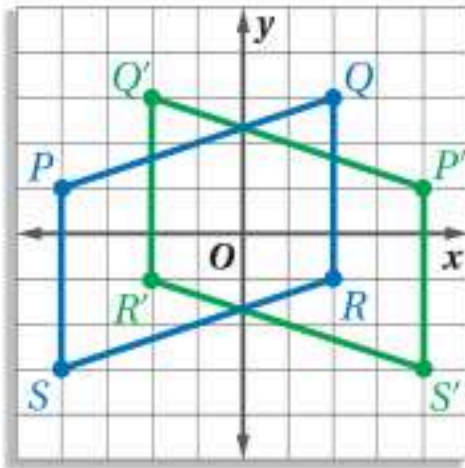
مثل كل شكل مما يأتي بيانيًا، ثم ارسم صورته بالانعكاس المحدد.  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(-5, 3)$ ,  $B(2, 0)$ ,  $C(1, 2)$  بالانعكاس حول المحور  $x$ .



اضرب الإحداثي  $y$  لكل رأس في  $-1$ .

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (x, -y) \\ A(-5, 3) &\rightarrow A'(-5, -3) \\ B(2, 0) &\rightarrow B'(2, 0) \\ C(1, 2) &\rightarrow C'(1, -2) \end{aligned}$$

(b) متوازي الأضلاع  $PQRS$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $P(-4, 1)$ ,  $Q(2, 3)$ ,  $R(2, -1)$ ,  $S(-4, -3)$  بالانعكاس حول المحور  $y$ .



اضرب الإحداثي  $x$  لكل نقطة في  $-1$ .

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (-x, y) \\ P(-4, 1) &\rightarrow P'(4, 1) \\ Q(2, 3) &\rightarrow Q'(-2, 3) \\ R(2, -1) &\rightarrow R'(-2, -1) \\ S(-4, -3) &\rightarrow S'(4, -3) \end{aligned}$$

(4A) المستطيل الذي إحداثيات رؤوسه:  $E(-4, -1)$ ,  $F(2, 2)$ ,  $G(3, 0)$ ,  $H(-3, -3)$  بالانعكاس حول المحور  $x$ .

(4B)  $\triangle JKL$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(3, 2)$ ,  $K(2, -2)$ ,  $L(4, -5)$  بالانعكاس حول المحور  $y$ .

## إرشادات للدراسة

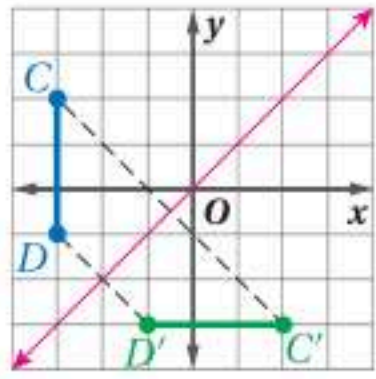
النقاط الثابتة: تسمى النقطة  $B$  في المثال 4a نقطة ثابتة؛ لأنها اقترنت مع نفسها، وأن إحداثياتها هما نفس إحداثيات صورتها  $B'$  بالانعكاس، فالنقاط الواقعة على محور الانعكاس هي فقط التي تبقى ثابتة تحت تأثير الانعكاس.



## مراجعة المفردات

### المستقيمات المتعامدة،

يكون المستقيمان غير الرأسيين متعامدين، إذا وفقط إذا كان ناتج ضرب ميليهما يساوي  $-1$   
 مثال: المستقيمان الأفقية والرأسية تكون متعامدة دائماً.



ويمكن أيضاً أن تعكس شكلاً حول المستقيم  $y = x$ ، ففي المستوى الإحداثي المجاور، ارسم عموداً من النقطة  $C$  على المستقيم  $y = x$ ، وحيث إن ميل المستقيم  $y = x$  يساوي  $1$ ، فإن ميل العمود الذي رسمته يساوي  $-1$ ، لاحظ أنك تحركت من النقطة  $C(-3, 2)$  بمقدار  $2.5$  وحدة إلى اليمين و  $2.5$  وحدة إلى أسفل فوصلت إلى نقطة تقاطع العمود الذي رسمته مع المستقيم  $y = x$ . ومن هذه النقطة على  $y = x$ ، تحرك  $2.5$  وحدة إلى اليمين و  $2.5$  وحدة إلى أسفل؛ لتعيّن النقطة  $C'(2, -3)$  التي هي صورة النقطة  $C$  بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ . وبطريقة مماثلة نجد أن صورة  $D(-3, -1)$  هي  $D'(-1, -3)$ . وبمقارنة إحداثيات هاتين النقطتين بإحداثيات صورتيهما، يمكن الوصول إلى القاعدة الآتية للانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

أضف إلى مطوبتك

### مفهوم أساسي

#### الانعكاس حول المستقيم $y = x$

التعبير اللفظي: لتعيين صورة نقطة بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ ، بَدَل موضعي الإحداثيين  $x$  و  $y$ .

الرموز:  $(x, y) \rightarrow (y, x)$

مثال:

### مثال 5

رسم صورة شكل بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$

مثلاً بيانياً الشكل الرباعي  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $J(2, 2), K(4, 1), L(3, -3), M(0, -4)$ . ثم ارسم صورته  $J'K'L'M'$  بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ . بَدَل الإحداثيين  $x$  و  $y$  لكل الرؤوس.

$(x, y)$	$\rightarrow$	$(y, x)$
$J(2, 2)$	$\rightarrow$	$J'(2, 2)$
$K(4, 1)$	$\rightarrow$	$K'(1, 4)$
$L(3, -3)$	$\rightarrow$	$L'(-3, 3)$
$M(0, -4)$	$\rightarrow$	$M'(-4, 0)$

تحقق من فهمك

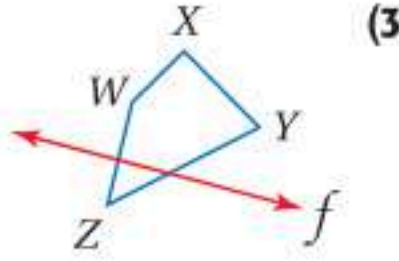
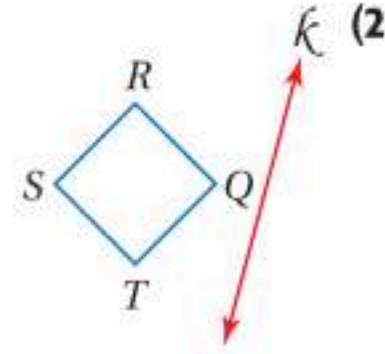
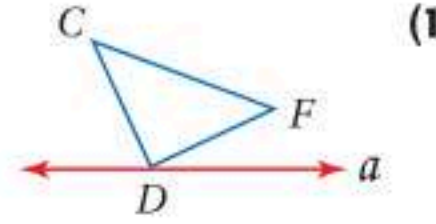
5) مثلاً بيانياً  $\triangle BCD$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $B(-3, 3), C(1, 4), D(-2, -4)$ . ثم ارسم صورته بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

أضف إلى مطوبتك	ملخص المفهوم	
	الانعكاس في المستوى الإحداثي	
الانعكاس حول المستقيم $y = x$	الانعكاس حول المحور $y$	الانعكاس حول المحور $x$
$(x, y) \rightarrow (y, x)$	$(x, y) \rightarrow (-x, y)$	$(x, y) \rightarrow (x, -y)$



المثال 1

ارسم صورة كل شكل مما يأتي بالانعكاس حول المستقيم المعطى:



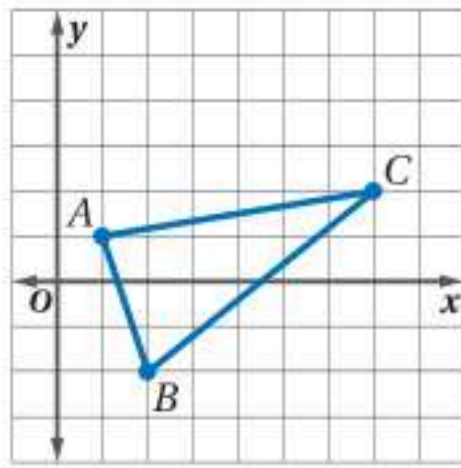
المثال 2

(4) **مباريات:** ينتظر ماجد في المطعم صديقًا سيأتيه بتذكرة لحضور مباراة في الصالة الرياضية. في أي موقع على الشارع، يجب أن يُوقَفَ صديقه سيارته، حتى تكون المسافة التي يسيرها ماجد من المطعم إلى السيارة ثم إلى مدخل الصالة الرياضية أقل ما يمكن؟ ارسم شكلًا يوضح إجابتك.



المثال 3

مثل بيانيًا صورة  $\triangle ABC$  المبيّن جانبًا بالانعكاس حول المستقيم المعطى في كلٍّ من السؤالين 5، 6.



(5)  $y = -2$  (6)  $x = 3$

المثالان 4، 5

مثل كل شكل مما يأتي بيانيًا، ثم ارسم صورته بالانعكاس المحدد.  
(7)  $\triangle XYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $X(0, 4)$ ,  $Y(-3, 4)$ ,  $Z(-4, -1)$  بالانعكاس حول المحور  $y$ .

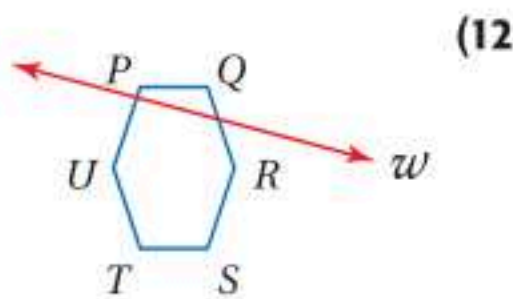
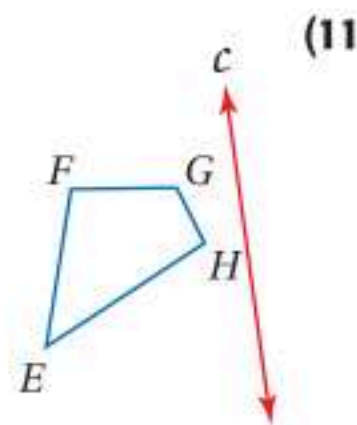
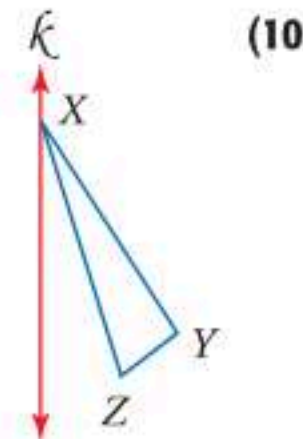
(8)  $\square QRST$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $Q(-1, 4)$ ,  $R(4, 4)$ ,  $S(3, 1)$ ,  $T(-2, 1)$  بالانعكاس حول المحور  $x$ .

(9) الشكل الرباعي الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(-3, 1)$ ,  $K(-1, 3)$ ,  $L(1, 3)$ ,  $M(-3, -1)$  بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

تدرب وحل المسائل

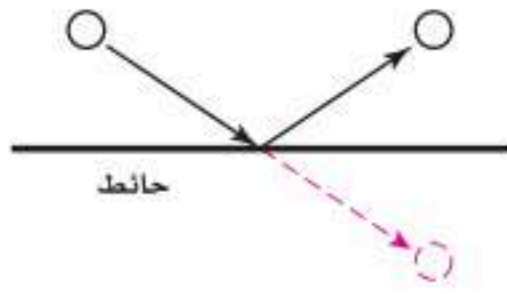
المثال 1

ارسم صورة كل شكل مما يأتي بالانعكاس حول المستقيم المعطى.



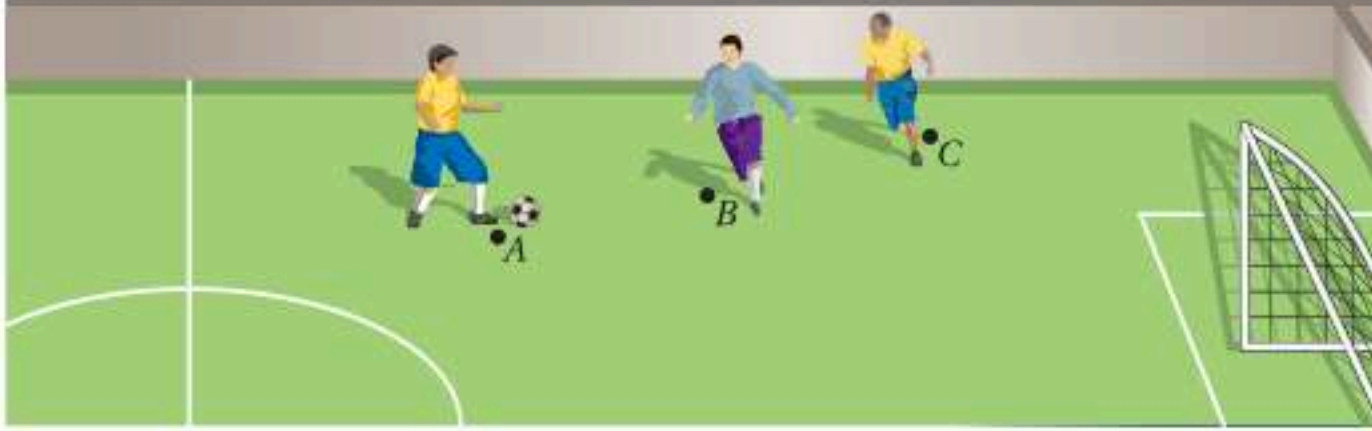


## المثال 2



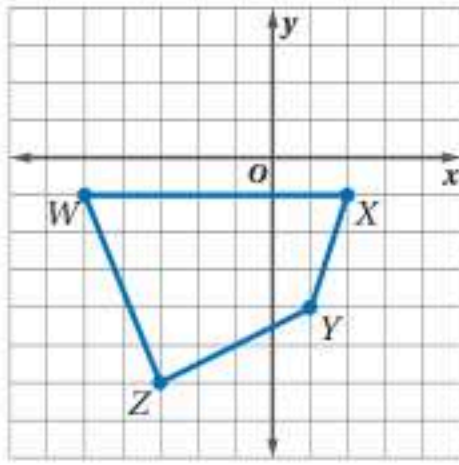
(13) **كرة قدم:** عندما ترتطم كرة بحائط فإنها ترتد عنه وتتحرك في مسار نصف مستقيم يمثل انعكاس مسار حركتها لو أنها اخترقت الحائط كما هو موضح جانباً.

استعمل هذه المعلومات في رسم شكل يبين الموقع الدقيق للنقطة  $P$  على الحائط التي يجب أن يصوب سليمان إليها الكرة إذا كان يشارك في مباراة كرة قدم في ملعبٍ داخليٍّ، ويريد أن يمرر الكرة إلى صديقه يوسف عند النقطة  $C$ ، متجنباً لاعباً من الفريق الخصم عند النقطة  $B$ ، ولذلك قرر أن يركل الكرة من النقطة  $A$  إلى نقطة على الحائط الجانبي، بحيث ترتد عنه نحو النقطة  $C$ .



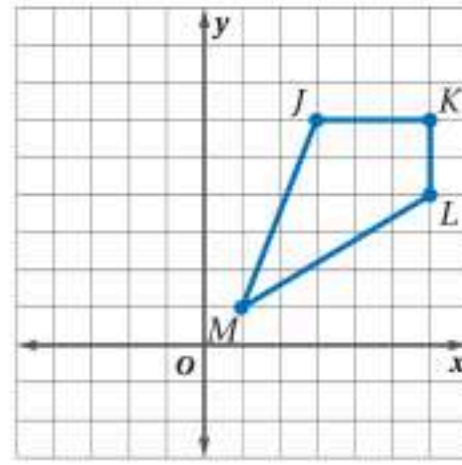
مثل صورة كل شكلٍ مما يأتي بيانياً بالانعكاس حول المستقيم المُعطى .

## المثال 3



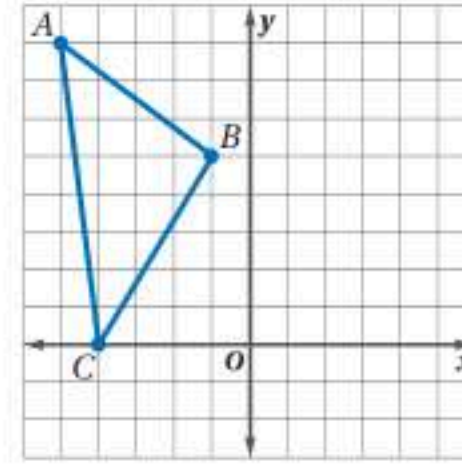
(16)  $WXYZ, y = -4$

(19)  $WXYZ, x = -2$



(15)  $JKLM, x = 1$

(18)  $JKLM, y = 4$



(14)  $\triangle ABC, y = 3$

(17)  $\triangle ABC, x = -1$

مثل كل شكلٍ مما يأتي بيانياً، ثم ارسم صورته بالانعكاس المحدد .

## المثالان 4, 5



### الربط مع الحياة

يلتقط المصورون الصور لأغراض متعددة، مثل الصحافة أو لأغراض علمية، ويتطلب العمل في بعض مجالات التصوير مثل التصوير الصحفي أو التصوير العلمي تدريباً خاصاً.

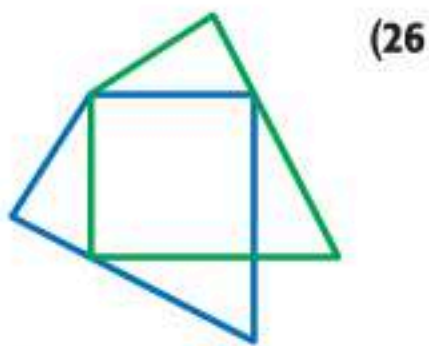
(20) المستطيل  $ABCD$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(-5, 2), B(1, 2), C(1, -1), D(-5, -1)$  بالانعكاس حول المستقيم  $y = -2$ .

(21) المربع  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(-4, 6), K(0, 6), L(0, 2), M(-4, 2)$  بالانعكاس حول المحور  $y$ .

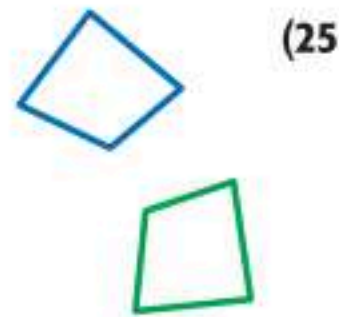
(22)  $\triangle FGH$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $F(-3, 2), G(-4, -1), H(-6, -1)$  بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

(23)  $\square WXYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $W(2, 3), X(7, 3), Y(6, -1), Z(1, -1)$  بالانعكاس حول المحور  $x$ .

يُبين كلٌّ من الأشكال الآتية مضملاً وصورته بالانعكاس حول مستقيمٍ ما، ارسم محور الانعكاس في كلٍّ منها.



(26)



(25)



(24)

(27) **تصوير:** ارسم صورة الجسر الموضح في الصورة المجاورة بالانعكاس في الماء.

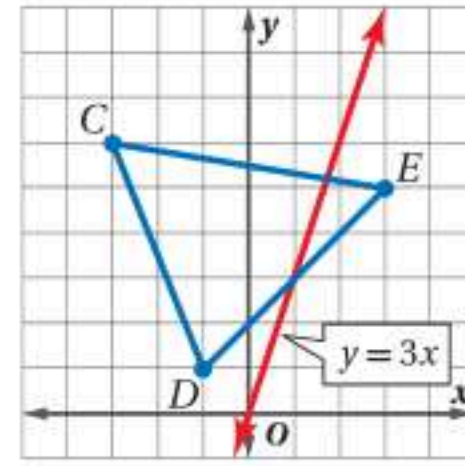
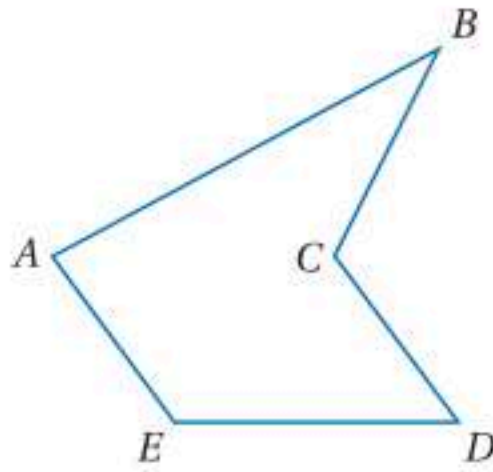




**جبر:** مثل بيانياً المستقيم  $y = 2x - 3$  وصورته بالانعكاس حول المستقيم المعطى في كل مما يأتي، ثم اكتب معادلة المستقيم الناتج عن الانعكاس

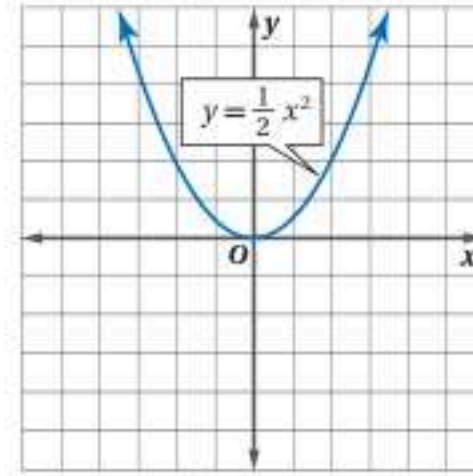
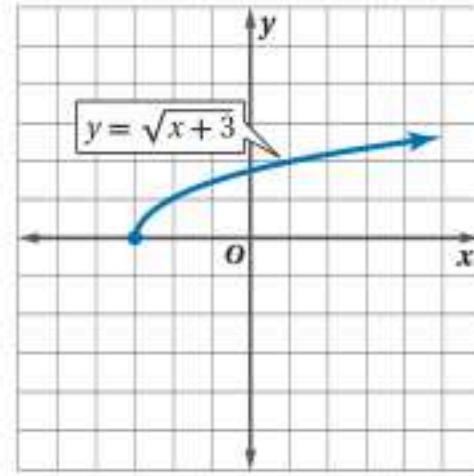
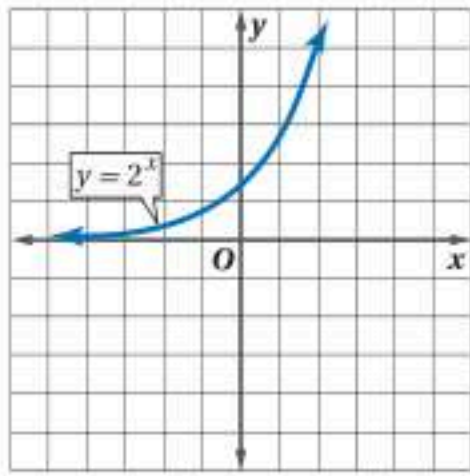
(28) المحور  $x$  (29) المحور  $y$  (30) المستقيم  $y = x$

(31) مثل بيانياً صورة  $\triangle CDE$  المبين أدناه بالانعكاس (32) غير موقع الرأس  $C$  ليصبح المضلع  $ABCDE$  محدباً، وتبقى أطوال أضلاعه كما هي دون تغيير. حول المستقيم  $y = 3x$ .



**جبر:** مثل بيانياً صورة كل من الدوال الآتية بالانعكاس حول المحور المحدد، ثم اكتب معادلة الصورة الناتجة عن الانعكاس.

(33) المحور  $x$  (34) المحور  $y$  (35) المحور  $x$



(36) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستقصي الانعكاس حول نقطة الأصل.

(a) **هندسياً:** ارسم المثلث  $\triangle ABC$  في المستوى الإحداثي، بحيث تكون إحداثيات رؤوسه أعداداً صحيحة موجبة.

(b) **بيانياً:** عيّن النقاط  $A', B', C'$  الناتجة عن الانعكاس، بحيث تكون النقطة الأصلية وصورتها ونقطة الأصل على استقامة واحدة، وتكون النقطة الأصلية وصورتها على البعد نفسه من نقطة الأصل.

(c) **جدولياً:** انقل الجدول الآتي وأكمّله.

	$\triangle ABC$	$\triangle A'B'C'$
الإحداثيات	A	A'
	B	B'
	C	C'

(d) **لفظياً:** ضع تخميناً حول العلاقة بين إحداثيات الرؤوس المتناظرة لشكل وصورته الناتجة عن انعكاسه حول نقطة الأصل.

### مسائل مهارات التفكير العليا

(37) **اكتشف الخطأ:** يجد جميل وإبراهيم إحداثيات صورة النقطة  $C(2, 3)$  الناتجة عن انعكاس حول المحور  $x$ ، أيّ منهما إجابته صحيحة؟ وضح إجابتك.

إبراهيم  
 $C'(-2, 3)$

جميل  
 $C'(2, -3)$





(38) **مسألة مفتوحة:** ارسم مضلعا في المستوى الإحداثي، بحيث تكون صورته الناتجة عن انعكاس حول المحور  $x$  منطبقة عليه تمامًا.

(39) **مسألة مفتوحة:** ارسم شكلاً في المستوى الإحداثي، يكون اتجاه صورته الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $y = 1$  مماثلاً لاتجاه الشكل نفسه. وضح الشروط التي يجب توافرها لتحقيق هذا الأمر.

(40) **تحذير:** إذا كانت صورة النقطة  $A(4, 3)$  بعد الانعكاس حول مستقيم معين هي  $A'(-1, 0)$ ، فأوجد معادلة محور الانعكاس. وضح إجابتك.

(41) **تبرير:** هل تقع صورة نقطة بالانعكاس حول مستقيم ما في الجهة الثانية من هذا المستقيم دائماً أم أحياناً أم لا تقع فيها أبداً؟

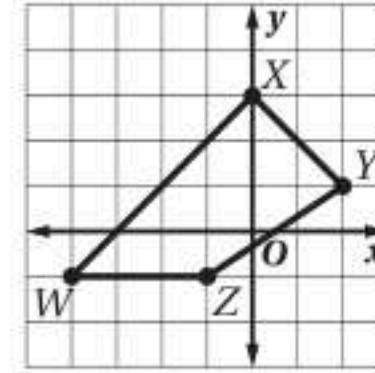
(42) **اكتب:** تقع النقاط  $P, Q, R$  على استقامة واحدة حيث أن  $Q$  واقعة بين  $P$  و  $R$ . باستعمال الهندسة الإحداثية، أثبت أن انعكاس هذه النقاط حول مستقيم يحافظ على الاستقامة وترتيب مواقع النقاط.

### تدريب على اختبار

(44) إحداثيات النقطتين  $A, B$  في المستوى الإحداثي هي  $(3, 3), (-2, 4)$  على الترتيب، احسب  $AB$ .

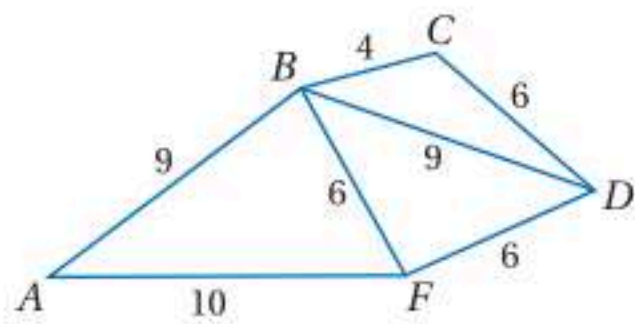
- A (1, 7)  
B  $\sqrt{26}$   
C (5, -1)  
D  $\sqrt{50}$

(43) **إجابة قصيرة:** إذا كانت صورة الشكل الرباعي  $WXYZ$  الناتجة عن انعكاسه حول المحور  $y$  هي  $W'X'Y'Z'$ ، فما إحداثيات  $X'$ ؟



### مراجعة تراكمية

(45) **هندسة إحدائية:** في  $\triangle LMN$ ، تقسم الضلعين  $MN, NL$  إلى قطع مستقيمة متناظرة أطولها متناسبة، إذا كانت  $\frac{LP}{PN} = \frac{2}{1}$  وكانت  $RN = 3$ ، فأوجد  $MR$ . (الدرس 6-3)



استعمل الشكل المجاور لتكتب متباينة تصف العلاقة بين قياسَي الزاويتين أو طولَي القطعتين المستقيمتين في كل مما يأتي. (مهارة سابقة)

(46)  $m\angle BDC, m\angle FDB$

(47)  $m\angle FBA, m\angle DBF$

### استعد للدرس اللاحق

(48) إحداثيات طرفي  $\overline{AB}$  هما  $A(5, 4), B(3, -1)$ ، تحركت كل من هاتين النقطتين 3 وحدات إلى اليمين و 5 وحدات إلى أسفل، فكانت مواقعهما الجديدة  $A', B'$  على الترتيب.

(a) اكتب قاعدة هذا التحويل الهندسي.

(b) أوجد إحداثيات  $A', B'$ .

(c) أوجد طول كل من  $\overline{AB}, \overline{A'B'}$ .





# الإزاحة (الانسحاب) Translation

## لماذا؟

تُفتتح بعض الاحتفالات الوطنية بعروض عسكرية تزيدها بهجة وبهاء. ومعظم حركات أعضاء تلك الفرق العسكرية تمثل ما يُعرف في الهندسة بالإزاحة أو الانسحاب.

**رسم الإزاحة (الانسحاب):** تعلمت سابقاً أن

**الانسحاب** هو تحويل هندسي ينقل الشكل من موقع إلى آخر من دون تدويره. حيث يتم نقل جميع نقاط الشكل المسافة نفسها وفي الإتجاه نفسه. ويمكن التعبير عن الإزاحة (الانسحاب) لكل نقطة من الشكل بقطعة مستقيمة طولها يساوي  $\overline{AA'}$  حيث إن  $A'$  هي صورة النقطة  $A$  الناتجة عن الإزاحة (الانسحاب).



## فيما سبق:

درست الانسحاب بوصفه تحويلًا هندسيًا.

(مهارة سابقة)

## والآن:

■ أرسم الصور الناتجة عن الإزاحة.

■ أرسم الصور الناتجة عن الإزاحة في المستوى الإحداثي.

## المفردات:

**الانسحاب**  
translation

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa

أضف إلى

مطوبتك



النقطة  $A'$  هي صورة النقطة  $A$  بالإزاحة.

## الإزاحة (الانسحاب)

## مفهوم أساسي

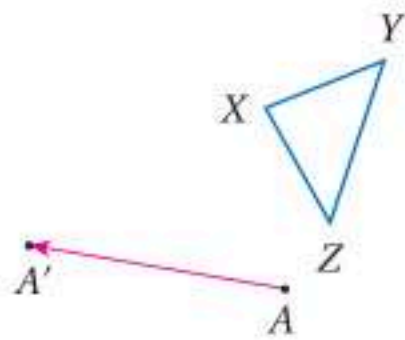
تنقل الإزاحة (الانسحاب) كل نقطة إلى صورتها مسافةً محددةً وفي اتجاه محدد (اتجاه الإزاحة). فالإزاحة التي تنقل النقطة  $A$  إلى صورتها  $A'$ ، تنقل نقاط الشكل جميعها أيضًا بحيث إن:

- مقدار الإزاحة يساوي طول القطعة المستقيمة التي تصل أي نقطة بصورتها يساوي طول  $\overline{AA'}$ .
- القطعة المستقيمة التي تصل أي نقطة بصورتها توازي  $\overline{AA'}$ .

## مثال 1

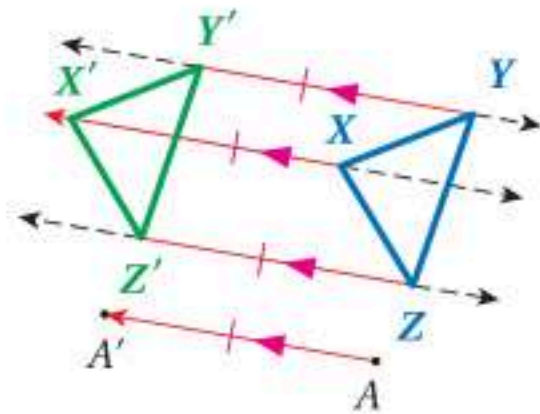
### رسم الإزاحة في المستوى

ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل النقطة  $A$  إلى النقطة  $A'$ .



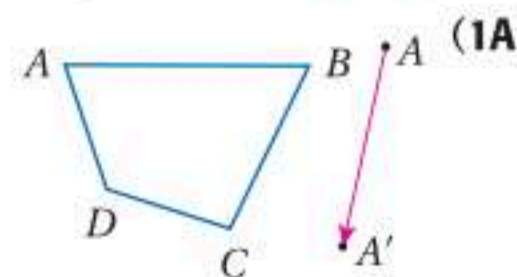
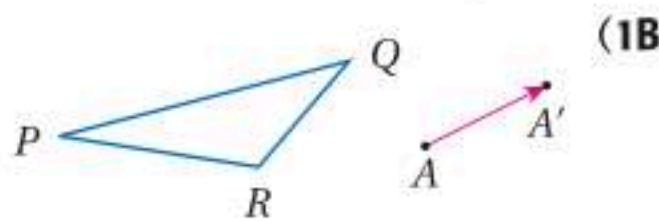
**الخطوة 1:** باستعمال المسطرة ومثلث الرسم، ارسم من كل رأس من رؤوس المثلث  $XYZ$  مستقيمًا يوازي  $\overline{AA'}$ .

**الخطوة 2:** قس طول  $\overline{AA'}$ ، ثم عيّن على المستقيم المار بالرأس  $X$  النقطة  $X'$ ، التي تبعد عن  $X$  في الاتجاه من  $A$  إلى  $A'$  مسافةً تساوي طول  $\overline{AA'}$ .



**الخطوة 3:** كرّر الخطوة 2 لتعيّن  $Y'$ ،  $Z'$ ، ثم صل الرؤوس  $X'$ ،  $Y'$ ،  $Z'$  لتشكّل المثلث  $X'Y'Z'$  الناتج عن الإزاحة.

**تحقق من فهمك:** ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل النقطة  $A$  إلى  $A'$





**رسم الإزاحة في المستوى الإحداثي:** يمكن رسم الإزاحات في المستوى الإحداثي، إذا علمنا مقدار الإزاحة واتجاهها أفقياً أو رأسياً، فإذا رمزنا للمسافة الأفقية من النقطة الأصلية إلى صورتها بالرمز  $a$ ، والمسافة الرأسية من النقطة الأصلية إلى صورتها بالرمز  $b$ ، فإنه يمكن التعبير عن هذه الإزاحة بالقاعدة:  $(x, y) \rightarrow (x + a, y + b)$ ، ويمكن استعمال هذه القاعدة لإجراء إزاحة للشكل في المستوى الإحداثي.

**مفهوم أساسي**

**الإزاحة في المستوى الإحداثي**

**التعبير اللفظي:** إزاحة نقطة ما مسافة  $a$  وحدة أفقياً، و  $b$  وحدة رأسياً، اجمع  $a$  إلى الإحداثي  $x$ ، و  $b$  إلى الإحداثي  $y$ .

**الرموز:**  $(x, y) \rightarrow (x + a, y + b)$

**مثال:** إذا كانت:  $a = 7, b = 4$ ، فإن صورة النقطة  $P(-2, 3)$  الناتجة عن هذه الإزاحة هي  $P'(5, 7)$ .

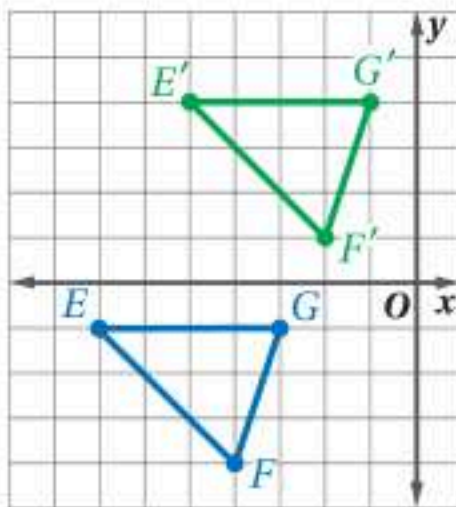
**قراءة الرياضيات**

**الإزاحة الأفقية**  
والإزاحة الرأسية:  
عندما يكون  $b = 0$ ، تكون الإزاحة أفقية فقط.  
وعندما يكون  $a = 0$ ، تكون الإزاحة رأسية فقط.

**مثال 2 الإزاحة في المستوى الإحداثي**

مثل الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كل مما يأتي بياناً:

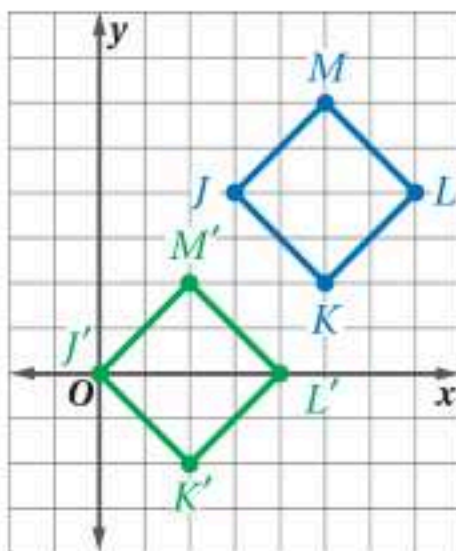
(a)  $\triangle EFG$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $E(-7, -1), F(-4, -4), G(-3, -1)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x + 2, y + 5)$



تدل هذه القاعدة على إزاحة مقدارها وحدتان إلى اليمين و 5 وحدات إلى أعلى.

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (x + 2, y + 5) \\ E(-7, -1) &\rightarrow E'(-5, 4) \\ F(-4, -4) &\rightarrow F'(-2, 1) \\ G(-3, -1) &\rightarrow G'(-1, 4) \end{aligned}$$

(b) المربع  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(3, 4), K(5, 2), L(7, 4), M(5, 6)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x - 3, y - 4)$



تدل هذه القاعدة على إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليسار و 4 وحدات إلى أسفل.

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (x - 3, y - 4) \\ J(3, 4) &\rightarrow J'(0, 0) \\ K(5, 2) &\rightarrow K'(2, -2) \\ L(7, 4) &\rightarrow L'(4, 0) \\ M(5, 6) &\rightarrow M'(2, 2) \end{aligned}$$

**تحقق من فهمك**

(2A)  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(2, 6), B(1, 1), C(7, 5)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x - 4, y - 1)$

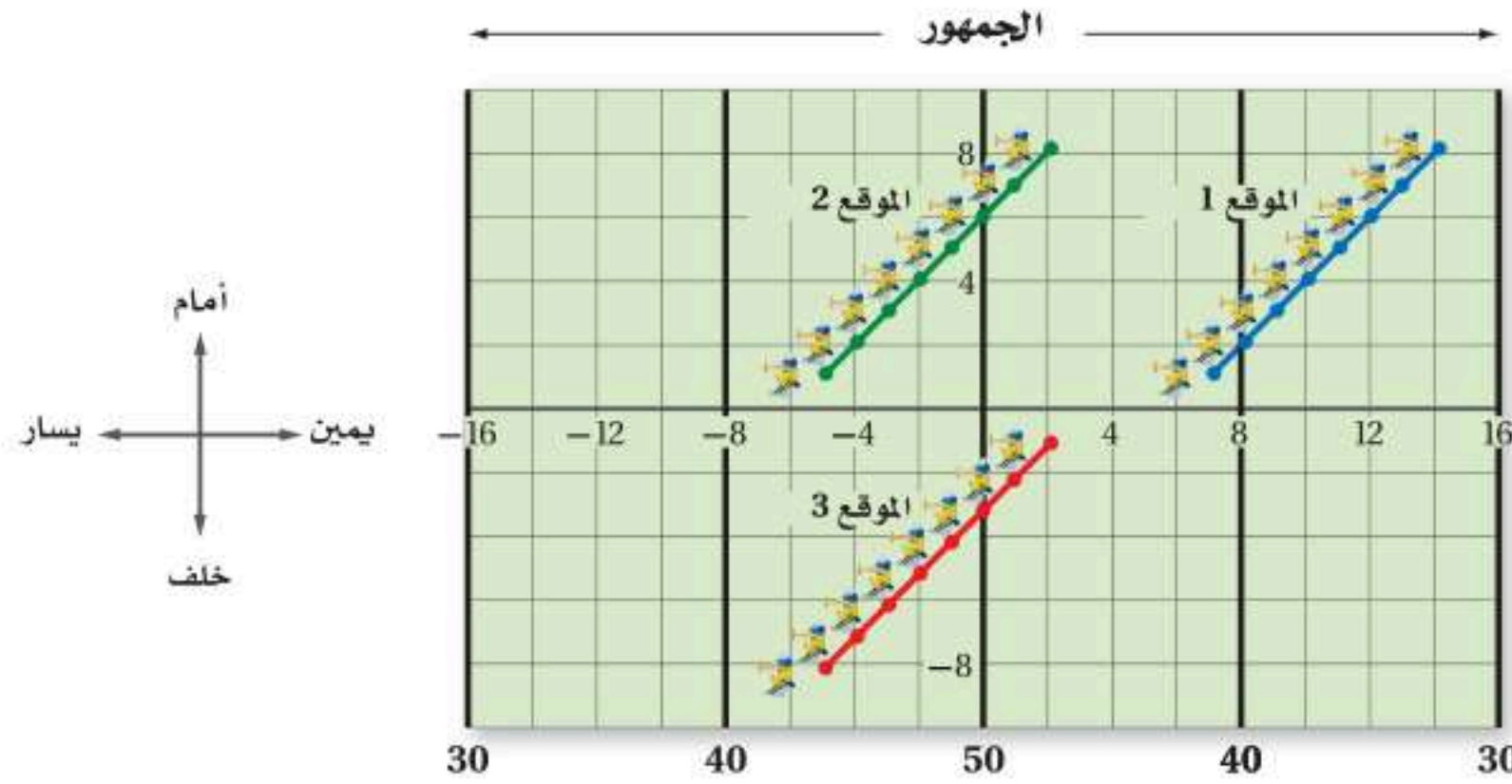
(2B) الشكل الرباعي  $QRST$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $Q(-8, -2), R(-9, -5), S(-4, -7), T(-4, -2)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x + 7, y + 1)$

**إرشادات للدراسة**

**الإشارة السالبة:**  
إشارة  $a$  السالبة تعني أن الإزاحة إلى اليسار، وإشارة  $b$  السالبة تعني أن الإزاحة إلى أسفل.



**استعراض:** في استعراض لفرقة عسكرية، يسير الأفراد من الموقع 1 إلى الموقع 2 ثم إلى الموقع 3، وكل وحدة على الشبكة تمثل خطوة واحدة.



## إرشادات للدراسة

تحويلات التطابق،  
الإزاحة هي تحويل  
تطابق أيضاً، فهي  
تحافظ على الأبعاد  
وقياسات الزوايا  
وترتيب مواقع النقاط  
والاستقامة.

(a) اكتب قاعدة لحركة أفراد الفرقة العسكرية عند انتقالهم من الموقع 1 إلى الموقع 2 ثم صفها لفظياً. إحدى النقاط في الموقع 1 عند  $(14, 8)$ ، وتحركت هذه النقطة إلى  $(2, 8)$  في الموقع 2، استعمل قاعدة الإزاحة  $(x, y) \rightarrow (x + a, y + b)$  لكتابة معادلتين وحلّهما لإيجاد قيمة كل من  $a, b$ .

$$\begin{aligned} (14 + a, 8 + b) &= (2, 8) \\ 8 + b &= 8 & 14 + a &= 2 \\ b &= 0 & a &= -12 \end{aligned}$$

إذن قاعدة هذه الإزاحة هي:  $(x, y) \rightarrow (x - 12, y)$

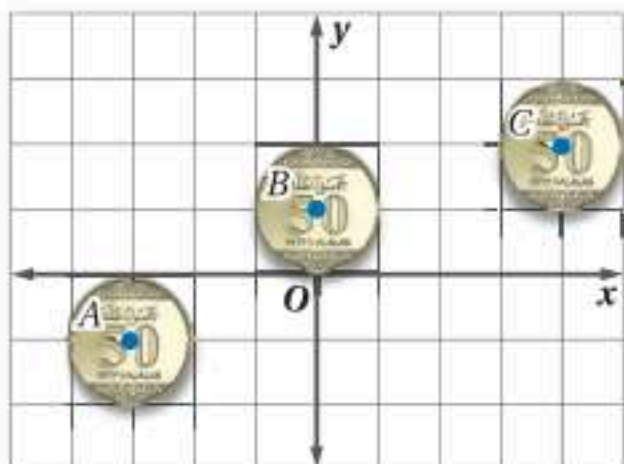
أي أن كلاً من أفراد الفرقة العسكرية تحرك 12 خطوة إلى اليسار، ولم يتحرك أي خطوة إلى الأمام أو إلى الخلف في أثناء انتقاله من الموقع 1 إلى الموقع 2

(b) صِف حركة أفراد الفرقة العسكرية عند انتقالهم من الموقع 1 إلى الموقع 3 باستعمال قاعدة الإزاحة.

$$\begin{aligned} (14 + a, 8 + b) &= (2, -1) \\ 8 + b &= -1 & 14 + a &= 2 \\ b &= -9 & a &= -12 \end{aligned}$$

إذن قاعدة هذه الإزاحة هي:  $(x, y) \rightarrow (x - 12, y - 9)$

## تحقق من فهمك



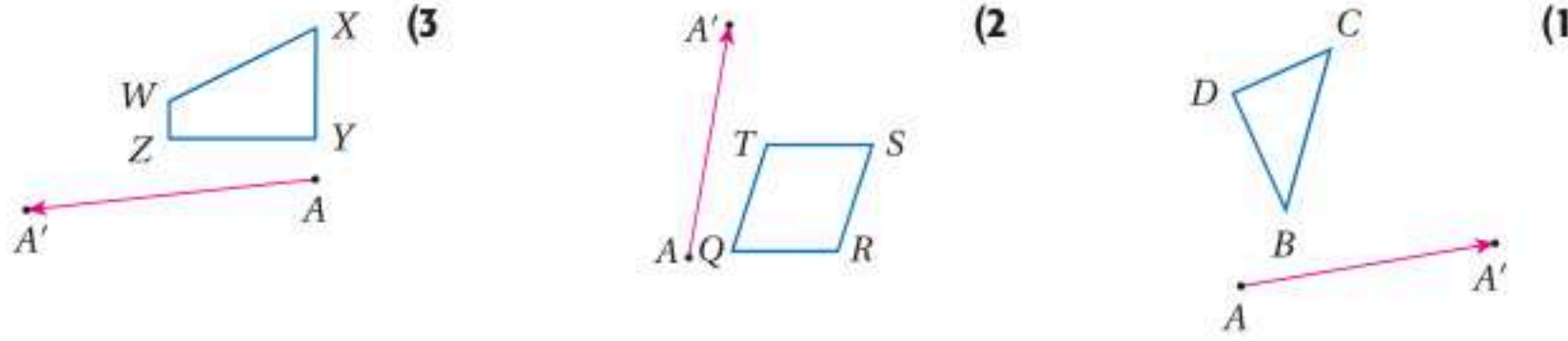
(3) **نقود:** تمّ تصوير حركة قطعة نقود في مواقع مختلفة على المستوى الإحداثي.

(A) صِف حركة القطعة عند انتقالها من الموقع A إلى الموقع B لفظياً.

(B) صِف حركة القطعة عند انتقالها من الموقع A إلى الموقع C باستعمال قاعدة الإزاحة.



ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل النقطة  $A$  إلى النقطة  $A'$  في كلِّ ممَّا يأتي:



المثال 1

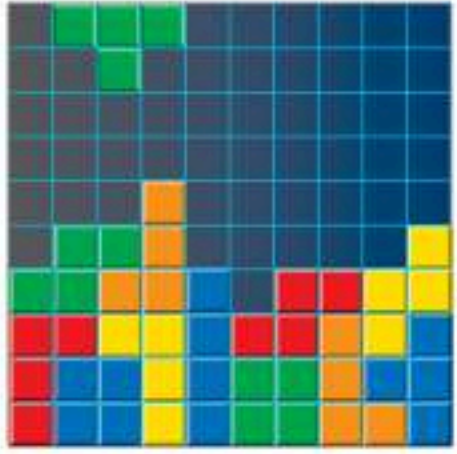
مثل الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كلِّ ممَّا يأتي بيانياً:

المثال 2

(4) شبه المنحرف  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(2, 4)$ ,  $K(1, 1)$ ,  $L(5, 1)$ ,  $M(4, 4)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x + 7, y + 1)$

(5)  $\triangle DFG$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $D(-8, 8)$ ,  $F(-10, 4)$ ,  $G(-7, 6)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x + 5, y - 2)$

(6) متوازي الأضلاع  $WXYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $W(-6, -5)$ ,  $X(-2, -5)$ ,  $Y(-1, -8)$ ,  $Z(-5, -8)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x - 1, y + 4)$

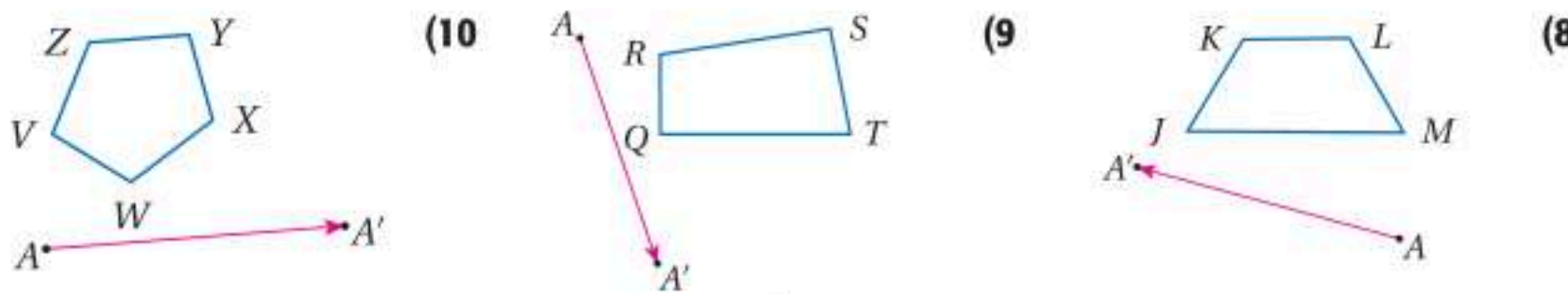


(7) **ألعاب فيديو:** إن هدف اللعبة المجاورة هو تحريك القطع الملونة إلى اليمين أو اليسار، عندما تنزل من أعلى الشاشة لملء كل صف دون ترك فراغات فيه. إذا كان الموقع الابتدائي للقطعة في أعلى الشاشة  $(x, y)$ ، فاكتب قاعدة لوصف الانسحاب الذي يملأ الصف المشار إليه بالسهم.

المثال 3

## تدرب وحل المسائل

ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل النقطة  $A$  إلى النقطة  $A'$  في كلِّ ممَّا يأتي:



المثال 1

مثل الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كلِّ ممَّا يأتي بيانياً:

المثال 2

(11)  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(1, 6)$ ,  $B(3, 2)$ ,  $C(4, 7)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x + 4, y - 1)$

(12) المستطيل  $QRST$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $Q(-8, 4)$ ,  $R(-8, 2)$ ,  $S(-3, 2)$ ,  $T(-3, 4)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x + 2, y + 3)$

(13) الشكل الرباعي  $FGHJ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $F(-4, -2)$ ,  $G(-1, -1)$ ,  $H(0, -4)$ ,  $J(-3, -6)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x - 3, y - 6)$

المثال 3

(14) **مواقع:** تبين الشبكة المجاورة بعض المواقع في الحي الذي يقطنه سعيد.

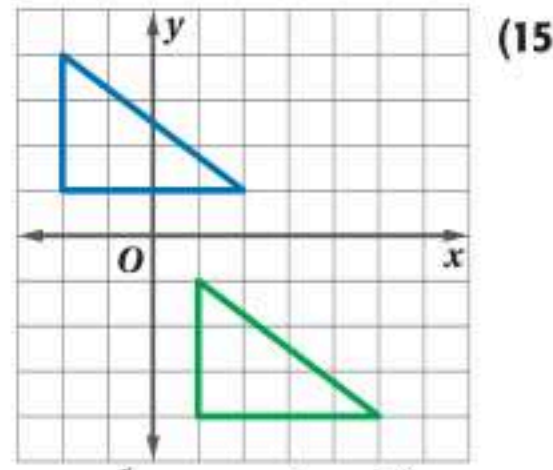
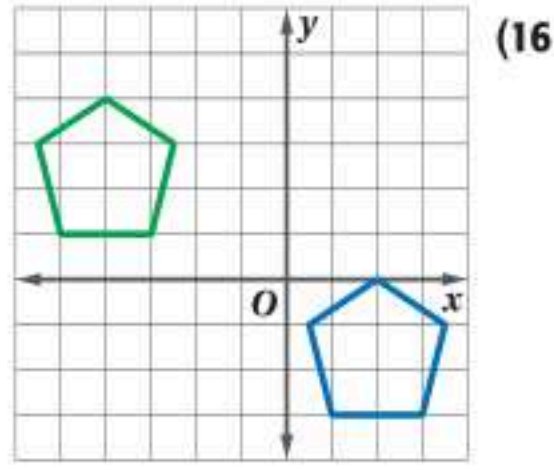
(a) إذا غادر سعيد منزله، وانتقل 4 وحدات إلى الشمال و 3 وحدات إلى الشرق، فأين يصل؟

(b) صف لفظياً إزاحتين تنقلان سعيد من المدرسة إلى منزله.

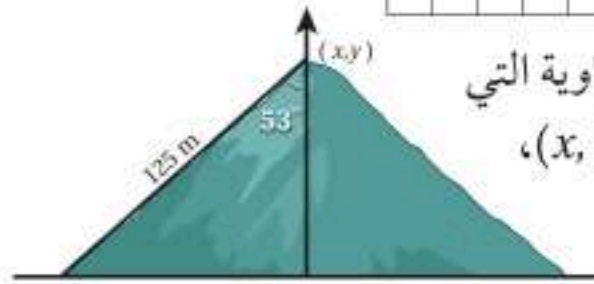
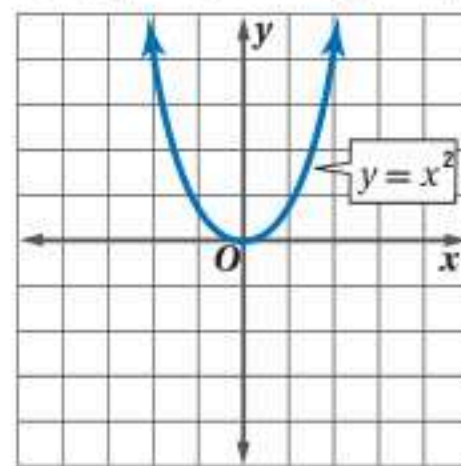
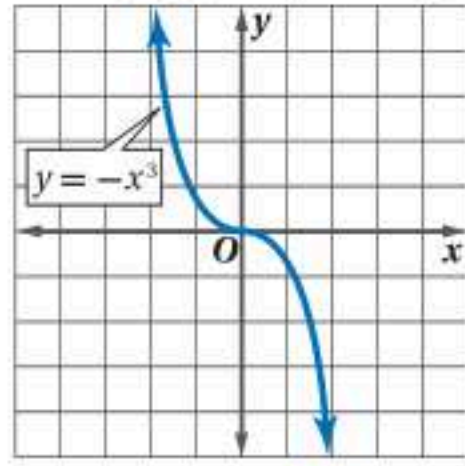




اكتب قاعدة الإزاحة التي تنقل الشكل الأزرق إلى الشكل الأخضر في كل من السؤالين الآتيين.

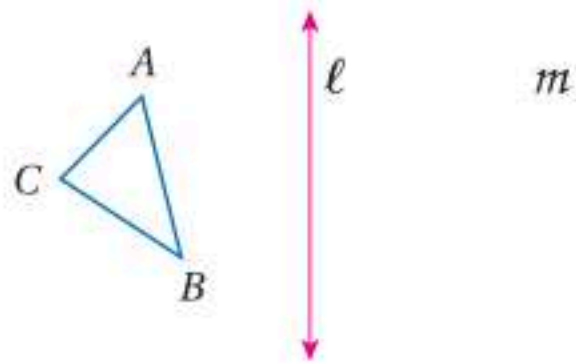


جبر: مثل بيانيًا صورة كل من الدالتين الآتيتين الناتجة عن الإزاحة المعطاة، ثم اكتب معادلة هذه الصورة.  
 (17)  $(x, y) \rightarrow (x + 4, y + 1)$  (18)  $(x, y) \rightarrow (x - 2, y)$



(19) **تضاريس:** طول منحدر تلة من قمته حتى أسفلها 125 m، وقياس الزاوية التي يصنعها مع المستقيم الرأسي  $53^\circ$ ، إذا كان موقع منصور عند قمة التلة  $(x, y)$ ، فاكتب قاعدة الإزاحة التي تمثل انتقاله إلى أسفل التلة.

(20) **تمثيلات متعددة:** ستستقصي في هذه المسألة نتيجة انعكاسين حول مستقيمين رأسيين.



(a) **هندسيًا:** ارسم على ورق شفاف  $\triangle ABC$ ، والمستقيمين الرأسيين  $l, m$ ، وارسم صورة  $\triangle ABC$  الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $l$ ، بطي الورقة على امتداد المستقيم  $l$  وسم هذه الصورة  $\triangle A'B'C'$ ، ثم ارسم صورة  $\triangle A'B'C'$  الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $m$ ، بطي الورقة على امتداد المستقيم  $m$ ، وسم هذه الصورة  $\triangle A''B''C''$ .

(b) **هندسيًا:** كرر العملية التي نفذتها في الفرع a لرسم صورة  $\triangle DEF$  الناتجة عن انعكاسين متعاقبين حول المستقيمين الرأسيين  $n, p$ ، وصورة  $\triangle MNP$  الناتجة عن انعكاسين متعاقبين حول المستقيمين الرأسيين  $q, r$ .  
 (c) **جدولياً:** انسخ الجدول الآتي وأكمله.

المسافة بين النقاط المتناظرة (cm)	المسافة بين المستقيمين الرأسيين (cm)
$A$ و $A''$ ، $B$ و $B''$ ، $C$ و $C''$	$l, m$
$D$ و $D''$ ، $E$ و $E''$ ، $F$ و $F''$	$n, p$
$M$ و $M''$ ، $N$ و $N''$ ، $P$ و $P''$	$q, r$

(d) **لفظياً:** صف نتيجة الانعكاسين حول المستقيمين الرأسيين باستعمال الإزاحة.

### مسائل مهارات التفكير العليا

(21) **تبرير:** أجريت إزاحةً لشكل ما، وفقاً للقاعدة:  $(x, y) \rightarrow (x - 3, y + 8)$ ، ثم إزاحةً أخرى للصورة الناتجة وفقاً للقاعدة:  $(x, y) \rightarrow (x + 3, y - 8)$ . من دون استعمال الرسم، حدّد مكان الشكل النهائي وبرّر إجابتك.

### إرشادات للدراسة

**انسحاب الدالة المتصلة:**  
 عند إجراء تحويل هندسي على دالة متصلة تمثل بخط منحنٍ من دون انقطاع كما في السؤالين 17، 18، تبقى الدالة محافظة على شكلها كما هو الحال في تحويلات التطابق.

### قراءة الرياضيات

**الشرطتان:**  
 تستعمل الشرطتان للدلالة على أن هذا الرأس صورة ناتجة عن تحويل هندسي ثانٍ.



(22) **تحذّر:** أزيح المستقيم  $y = mx + b$  وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x + a, y + b)$ . اكتب معادلة صورته الناتجة عن هذه الإزاحة. ما مقطع المحور  $y$  للمستقيم الجديد؟

(23) **اكتب:** تذكر من الدرس السابق أن النقطة الثابتة هي النقطة التي تنطبق صورتها عليها. هل توجد نقاط ثابتة في الإزاحة؟ وضح أسباب وجودها أو أسباب عدم وجودها.

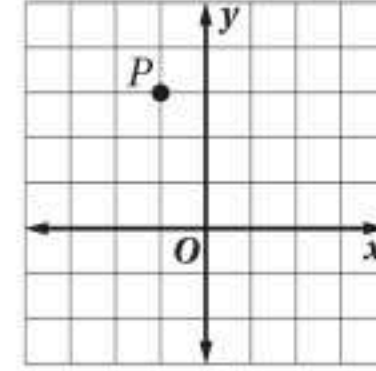
### تدريب على اختبار

(25) يحتوي كيس على 5 كرات حمراء وكرتين زرقاوين و 4 كرات بيضاء وكرة واحدة صفراء. إذا سُحب من الكيس كرتان على التوالي من دون إرجاع، فما احتمال سحب كرتين بيضاوين؟

A  $\frac{1}{66}$  B  $\frac{1}{11}$  C  $\frac{1}{9}$  D  $\frac{5}{33}$

(26) **إجابة قصيرة:** ما قاعدة الإزاحة التي تنقل النقطة  $A(3, -5)$  إلى النقطة  $A'(-2, -8)$ ؟

(24) أوجد صورة النقطة  $P$  الناتجة عن الإزاحة:  $(x, y) \rightarrow (x + 3, y + 1)$



A (0, 6) C (2, -4)  
B (0, 3) D (2, 4)

### مراجعة تراكمية

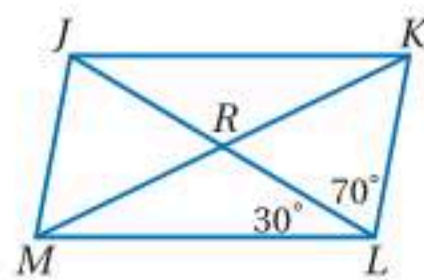
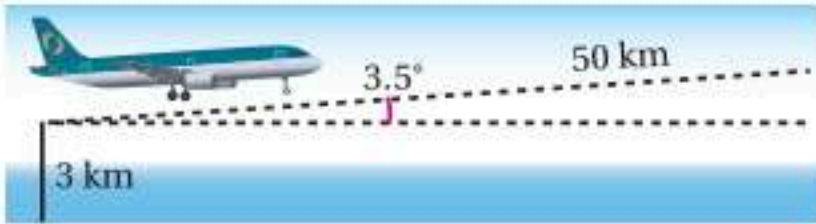
مثل كل شكل مما يأتي بيانياً، ثم ارسم صورته بالانعكاس المحدد. (الدرس 7-1)

(27)  $\overline{DJ}$  التي إحداثيات طرفيها  $J(-3, 2)$ ,  $D(4, 4)$ ، بالانعكاس حول المحور  $y$ .

(28)  $\triangle XYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $X(0, 0)$ ,  $Y(3, 0)$ ,  $Z(0, 3)$ ، بالانعكاس حول المحور  $x$ .

(29)  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(-3, -1)$ ,  $B(0, 2)$ ,  $C(3, -2)$ ، بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

(30) **الملاحة الجوية:** كان ارتفاع طائرة 3 km فوق سطح البحر عندما بدأت بالارتفاع بزاوية  $3.5^\circ$ ، إذا بقيت هذه الزاوية ثابتة، فكم كيلو متراً يكون ارتفاعها فوق سطح البحر بعد طيرانها مسافة 50 km؟ (مهارة سابقة)



أوجد كلاً من القياسات الآتية مستعملاً  $\square JKLM$  المجاور. (مهارة سابقة)

(31)  $m\angle MJK$  (32)  $m\angle JML$

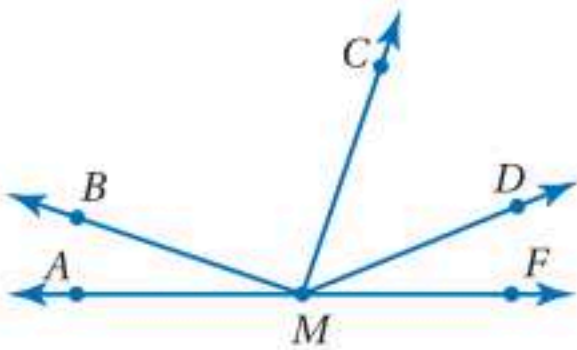
(33)  $m\angle JKL$  (34)  $m\angle KJL$

### استعد للدرس اللاحق

صنّف كلاً من الزوايا الآتية إلى قائمة أو حادة أو منفرجة، ثم استعمل المنقلة لقياس الزاوية إلى أقرب درجة.

(35)  $\angle AMC$  (36)  $\angle FMD$

(37)  $\angle BMD$  (38)  $\angle CMB$





الدوران  
Rotations

رابط الدرس الرقمي

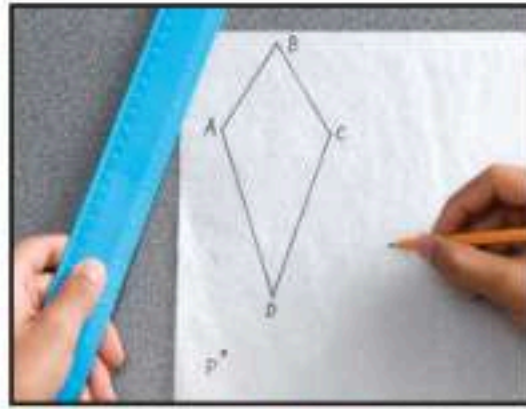


www.ien.edu.sa

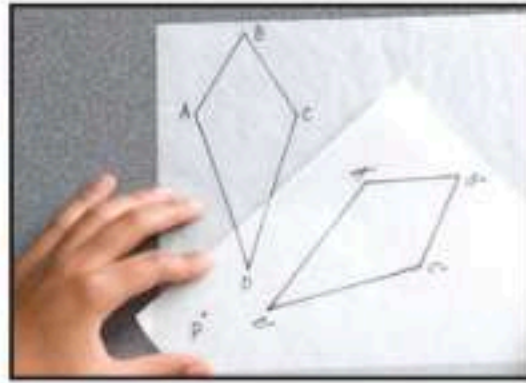
درست سابقًا التماثل الدوراني حول نقطة، والذي يحرك الشكل حول نقطة ثابتة تسمى مركز الدوران بزواوية معينة وفي اتجاه محدد، وستستعمل الورق الشفاف في هذا النشاط لاستكشاف خصائص الدوران.

## نشاط

## استكشاف الدوران باستعمال الورق الشفاف



الخطوة 1



الخطوتان 2, 3

**الخطوة 1:** ارسم في قطعة من الورق الشفاف الشكل الرباعي  $ABCD$  والنقطة  $P$ .

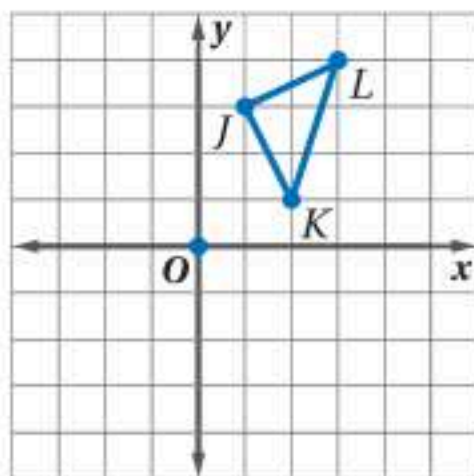
**الخطوة 2:** انسخ الشكل الرباعي  $ABCD$  والنقطة  $P$  في قطعة أخرى من الورق الشفاف، وسم الشكل الجديد  $A'B'C'D'$ .

**الخطوة 3:** ضع الورقتين بحيث تنطبق النقطة  $P$  من الأولى على النقطة  $P$  من الثانية، ودور الورقتين بحيث لا يكون هناك تداخل بين  $ABCD$ ، و  $A'B'C'D'$ ، وألصق الورقتين معًا.

**الخطوة 4:** قس المسافة بين النقطة  $P$  وكل رأس من رؤوس الشكلين  $ABCD$  و  $A'B'C'D'$ ، ثم انقل الجدول الآتي وأكمله.

الشكل الرباعي	الطول			
$ABCD$	$AP$	$BP$	$CP$	$DP$
$A'B'C'D'$	$A'P$	$B'P$	$C'P$	$D'P$

## تمارين:



(1) انسخ  $\triangle JKL$  الموضح في الشكل المجاور الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $J(1, 3)$ ,  $K(2, 1)$ ,  $L(3, 4)$  في قطعة من الورق الشفاف ثم أجب عما يأتي:

(a) استعمل الورق الشفاف والمنقلة لتدوير كل رأس بزواوية  $90^\circ$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل. ما إحداثيات رؤوس صورة المثلث الناتجة عن الدوران؟

(b) استعمل الورق الشفاف والمنقلة لتدوير  $\triangle JKL$  بزواوية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل. ما إحداثيات رؤوس صورة المثلث الناتجة عن الدوران؟

(c) استعمل صيغة المسافة بين نقطتين؛ لإيجاد المسافة بين نقطة الأصل وكل من النقاط  $J$ ,  $K$ ,  $L$ . ثم أوجد المسافة بين نقطة الأصل وكل من رؤوس المثلثين  $J'K'L'$ ,  $J''K''L''$ .

(2) **اكتب:** إذا تم تدوير النقطة  $(4, 2)$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل بزواوية  $90^\circ$ ، وبزواوية  $180^\circ$ ، فما التغيير الذي يطرأ على الإحداثي  $x$  وعلى الإحداثي  $y$  لهذا النقطة في كل حالة؟

(3) **تخمين:** ما إحداثيًا صورة النقطة  $(x, y)$  الناتجة عن دوران بزواوية  $270^\circ$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل؟

(4) **تخمين:** اكتب تخمينًا حول المسافة بين مركز الدوران  $P$ ، والرؤوس المتناظرة للشكلين  $ABCD$ ,  $A'B'C'D'$  في النشاط أعلاه.







## لماذا؟

استُعملت الطاقة المتولدة من المراوح الهوائية في الماضي؛ لضخّ الماء أو لطحن الحبوب، أما في الوقت الحاضر، فيمكن أن تكون مراوح الهواء الحديثة بديلاً مهمّاً عن الوقود الأحفوري (النفط والغاز والفحم). إذ تُحوّل هذه المراوح طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية.

## فيما سبق:

درست التماثل الدوراني حول نقطة.

(مهارة سابقة)

## والآن:

■ أرسم الصورة الناتجة عن دوران شكل مستعملاً المنقلة.

■ أرسم الصورة الناتجة عن دوران شكل في المستوى الإحداثي.

## المفردات:

الدوران

rotation

مركز الدوران

center of rotation

زاوية الدوران

angle of rotation

**رسم الأشكال الناتجة عن الدوران:** تعلمت أن الدوران يحرك كل نقطة في الشكل الأصلي بزاوية محددة وفي اتجاه محدد حول نقطة ثابتة.

أضف إلى مطويتك

الدوران

مفهوم أساسي

**الدوران** حول نقطة ثابتة (تسمى **مركز الدوران**) بزاوية معينة قياسها  $x^\circ$  واتجاه معين، يحول النقطة إلى صورتها بحيث:

- إذا كانت النقطة هي مركز الدوران، فإن صورتها هي النقطة نفسها.
- إذا كانت النقطة غير مركز الدوران، فإن النقطة الأصلية وصورتها تبعدان المسافة نفسها عن مركز الدوران، والزاوية المتشكلة من النقطة ومركز الدوران والصورة تُسمى **زاوية الدوران** وقياسها يساوي  $x^\circ$ .

$A'$  هي صورة  $A$  الناتجة عن دوران بزاوية  $120^\circ$  عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول النقطة  $C$ .

يمكن أن يكون اتجاه الدوران في اتجاه حركة عقارب الساعة أو عكس اتجاه حركة عقارب الساعة. ومن الآن فصاعداً سيكون كل دوران عكس اتجاه حركة عقارب الساعة إلا إذا ورد خلاف ذلك.

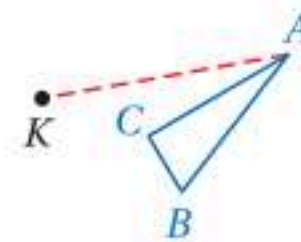
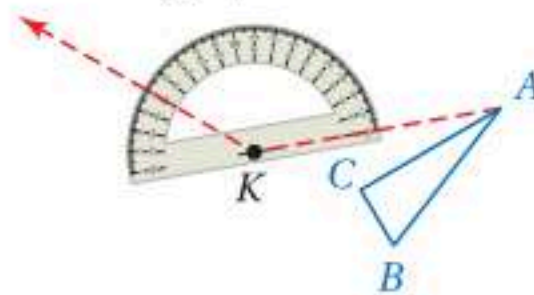


## مثال 1 رسم الشكل الناتج عن الدوران

استعمل منقلة ومسطرة لرسم صورة  $\triangle ABC$  الناتجة عن دوران بزاوية  $140^\circ$  حول النقطة  $K$ .

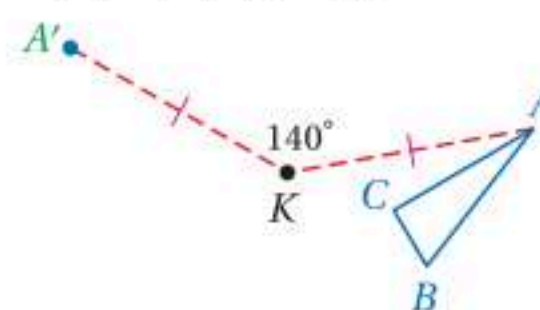
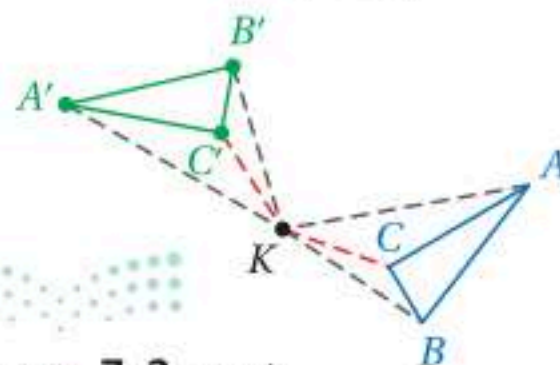
**الخطوة 1:** ارسم قطعة مستقيمة من الرأس  $A$  إلى النقطة  $K$ .

**الخطوة 2:** ارسم زاوية قياسها  $140^\circ$  تكون  $\overline{KA}$  أحد ضلعيها.



**الخطوة 3:** استعمل مسطرة لتعيين  $A'$  على الضلع الثاني، بحيث يكون  $KA' = KA$ .

**الخطوة 4:** كرر الخطوات 1-3 للرأسين  $B$  و  $C$  ثم ارسم  $\triangle A'B'C'$ .



## إرشادات للدراسة

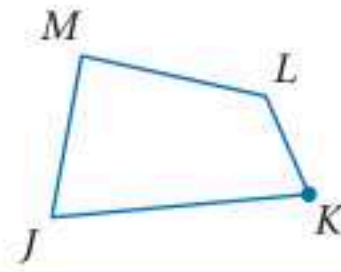
## تحويلات التناظر:

الدوران هو تحويل تناظر أيضاً، فهو يحافظ على الأبعاد وقياسات الزوايا وترتيب مواقع النقاط والاستقامة، حيث تكون فيه الصورة مطابقة للشكل الأصلي.

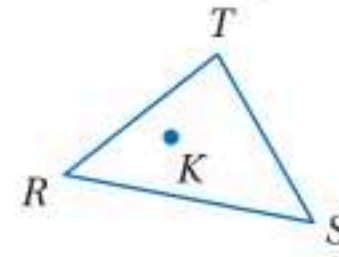


## تحقق من فهمك

استعمل منقلةً ومسطرةً؛ لرسم صورة الشكل الناتجة عن الدوران حول النقطة  $K$  بالزاوية المحددة في كل من السؤالين الآتيين:



170° (1B)



65° (1A)

رسم الصورة الناتجة عن الدوران في المستوى الإحداثي؛ يمكنك استعمال القواعد الآتية لتحديد صورة نقطة ما، عندما يتم تدويرها بزاوية 90° أو 180° أو 270° عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل.

## إرشادات للدراسة

الدوران في اتجاه حركة عقارب الساعة؛ يُشير قياس زاوية الدوران السالب إلى أن الدوران في اتجاه حركة عقارب الساعة. فالدوران بزاوية 90° - حول نقطة الأصل هو دوران بزاوية 90° في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل.

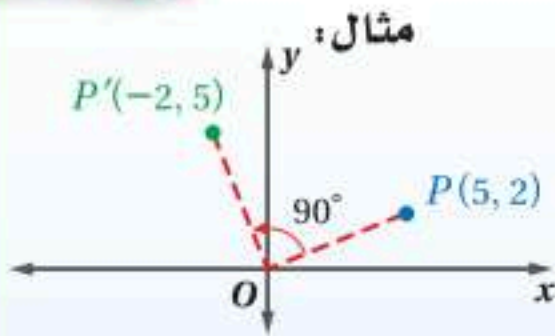
أضف إلى

مطوبتك

## مفهوم أساسي

### الدوران في المستوى الإحداثي

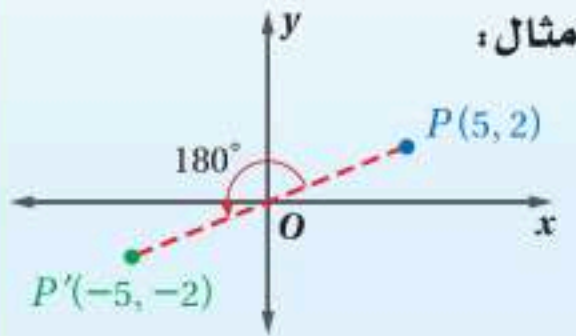
#### الدوران بزاوية 90°



عند تدوير نقطة بزاوية 90° عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل، اضرب الإحداثي  $y$  في  $-1$ ، ثم بَدِّل موقِعَي الإحداثيين  $x, y$ .

الرموز:  $(x, y) \rightarrow (-y, x)$

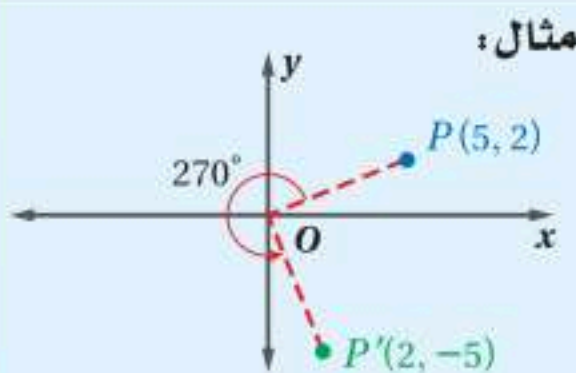
#### الدوران بزاوية 180°



عند تدوير نقطة بزاوية 180° عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل، اضرب كلاً من الإحداثيين  $x, y$  في  $-1$ .

الرموز:  $(x, y) \rightarrow (-x, -y)$

#### الدوران بزاوية 270°



عند تدوير نقطة بزاوية 270° عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل، اضرب الإحداثي  $x$  في  $-1$ ، ثم بَدِّل موقِعَي الإحداثيين  $x, y$ .

الرموز:  $(x, y) \rightarrow (y, -x)$

## إرشادات للدراسة

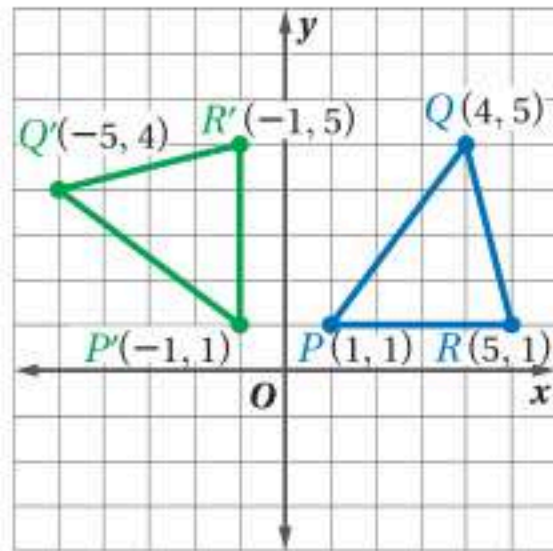
الدوران بزاوية 360°؛ الدوران بزاوية 360° حول نقطة ما يُعيد الشكل إلى وضعه الأصلي؛ أي أن الصورة الناتجة عن دوران بزاوية 360° هي الشكل الأصلي نفسه.

### الدوران في المستوى الإحداثي

#### مثال 2

إحداثيات رؤوس المثلث  $PQR$  هي:  $P(1, 1), Q(4, 5), R(5, 1)$ ، مثلث  $PQR$  وصورته الناتجة عن دوران بزاوية 90° حول نقطة الأصل.

اضرب الإحداثي  $y$  لكل رأس في  $-1$  ثم بَدِّل الإحداثيين.



$(x, y) \rightarrow (-y, x)$

$P(1, 1) \rightarrow P'(-1, 1)$

$Q(4, 5) \rightarrow Q'(-5, 4)$

$R(5, 1) \rightarrow R'(-1, 5)$

ثم مثل  $PQR$  وصورته  $P'Q'R'$  في المستوى الإحداثي.

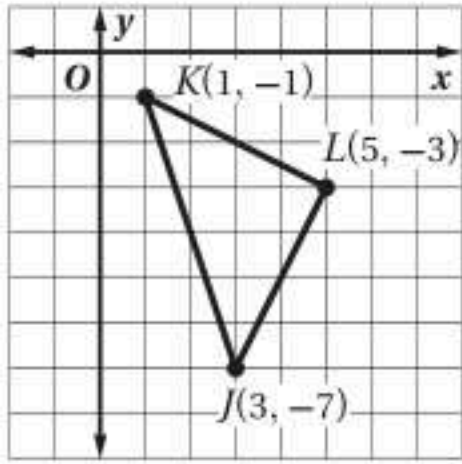
## تحقق من فهمك

(2) إحداثيات رؤوس متوازي الأضلاع  $FGHJ$  هي:  $F(2, 1), G(7, 1), H(6, -3), J(1, -3)$ .

مثلث  $FGHJ$  وصورته الناتجة عن دوران بزاوية 180° حول نقطة الأصل.







ما صورة النقطة  $J$  الناتجة عن دوران  $\triangle JKL$  بزاوية  $270^\circ$  حول نقطة الأصل؟

- A  $(-3, -7)$   
 B  $(-7, 3)$   
 C  $(-7, -3)$   
 D  $(7, -3)$

اقرأ سؤال الاختبار

لقد أعطيت  $\triangle JKL$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(3, -7)$ ,  $K(1, -1)$ ,  $L(5, -3)$ ، وطُلب إليك أن تحدد إحداثي صورة النقطة  $J$  الناتجة عن دوران بزاوية  $270^\circ$  عكس اتجاه عقارب الساعة حول نقطة الأصل.

حل سؤال الاختبار

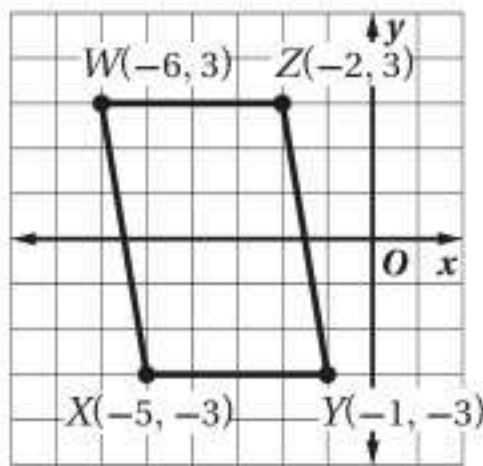
لإيجاد إحداثي صورة النقطة  $J$  الناتجة عن الدوران بزاوية  $270^\circ$  عكس اتجاه عقارب الساعة حول نقطة الأصل، اضرب الإحداثي  $x$  في  $-1$ ، ثم بَدَل الإحداثيين  $x, y$

$$(x, y) \rightarrow (y, -x)$$

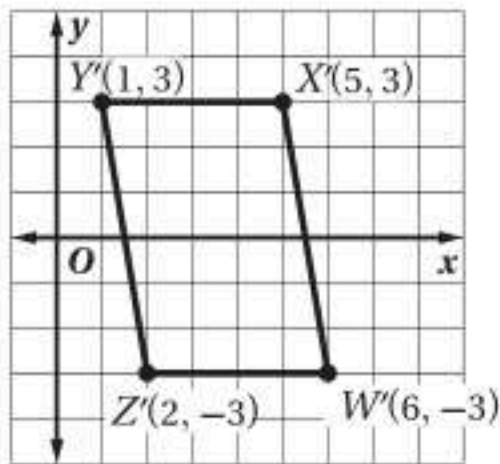
$$(3, -7) \rightarrow (-7, -3)$$

فالإجابة الصحيحة هي C.

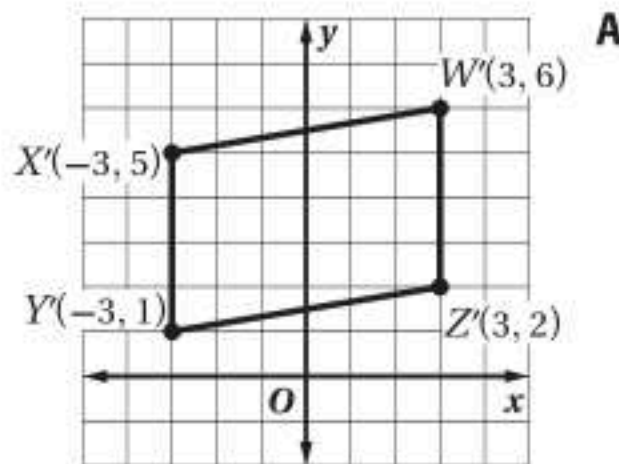
تحقق من فهمك



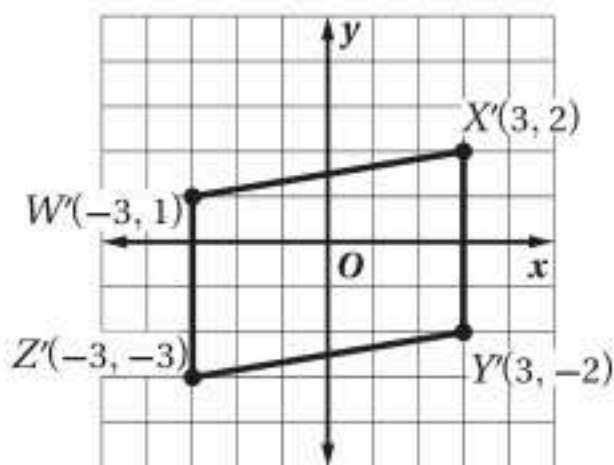
3 تم تدوير متوازي الأضلاع  $WXYZ$  في الشكل المجاور بزاوية  $180^\circ$  عكس اتجاه عقارب الساعة حول نقطة الأصل، أي الأشكال الآتية يمثل صورة متوازي الأضلاع الناتجة عن الدوران؟



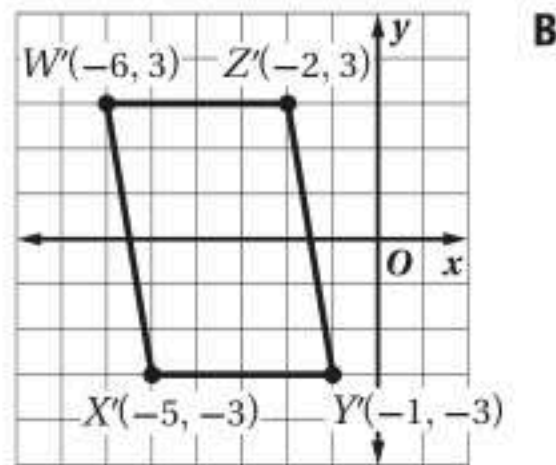
C



A



D



B

إرشادات للدراسة

الدوران  $270^\circ$  :

يمكن إجراء دوران بزاوية  $270^\circ$  بعمل دورتين متعاقبتين؛ أحدهما بزاوية  $90^\circ$  والآخر بزاوية  $180^\circ$ ، كما يمكن إجراء هذا الدوران أيضاً بعمل دوران بزاوية  $90^\circ$  في اتجاه عقارب الساعة.

إرشادات للاختبار

حل مسألة أبسط:

يمكنك أن تتحقق من صورة رأس واحد فقط مثل النقطة  $X$  هنا، بدلاً من التحقق من صور رؤوس متوازي الأضلاع  $WXYZ$  الأربعة كلها، فإذا كانت صحيحة فأكمل للرؤوس الباقية، وإلا فانتقل إلى شكل آخر.



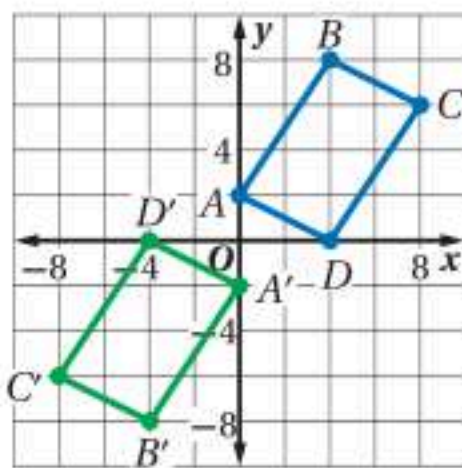
استعمل منقلةً ومسطرةً؛ لرسم صورة الشكل الناتجة عن الدوران حول النقطة  $K$  بالزاوية المحددة في كلٍّ من السؤالين الآتيين:

المثال 1



(3) إحداثيات رؤوس المثلث  $DFG$  هي:  $D(-2, 6)$ ,  $F(2, 8)$ ,  $G(2, 3)$ ، مثل بيانيًا  $\triangle DFG$  وصورته الناتجة عن دوران بزاوية  $270^\circ$  حول نقطة الأصل .

المثال 2



(4) اختيار من متعدد: الشكل المجاور يبين الشكل الرباعي  $ABCD$  وصورته  $A'B'C'D'$  الناتجة عن دوران حول نقطة الأصل. ما قياس زاوية الدوران؟

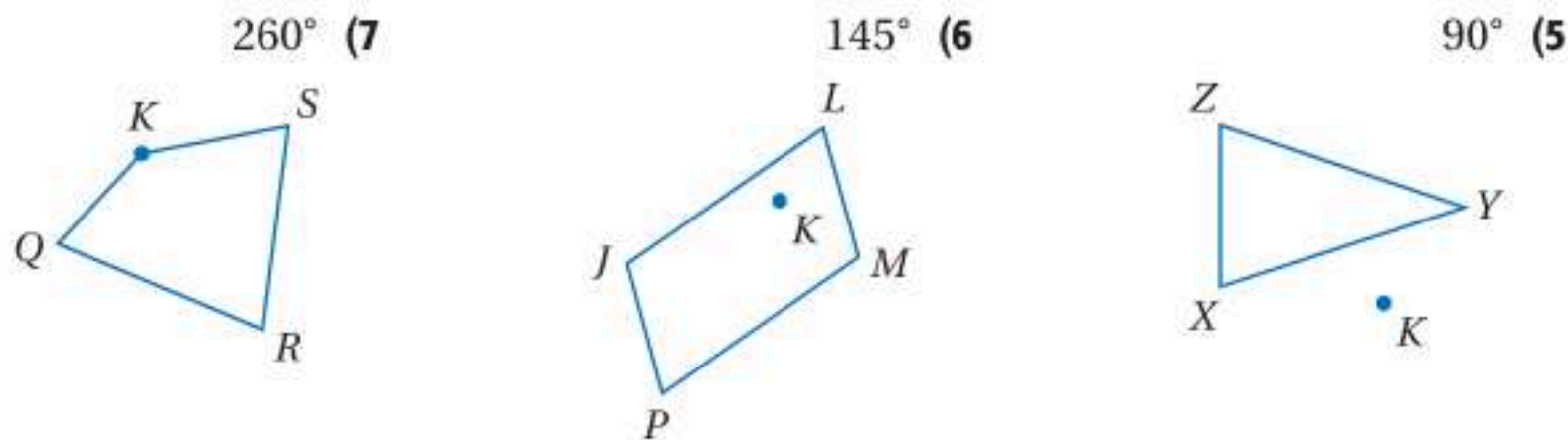
المثال 3

- 90° A  
180° B  
270° C  
360° D

## تدرب وحل المسائل

استعمل منقلةً ومسطرةً؛ لرسم صورة الشكل الناتجة عن الدوران حول النقطة  $K$  بالزاوية المحددة في كلٍّ مما يأتي:

المثال 1



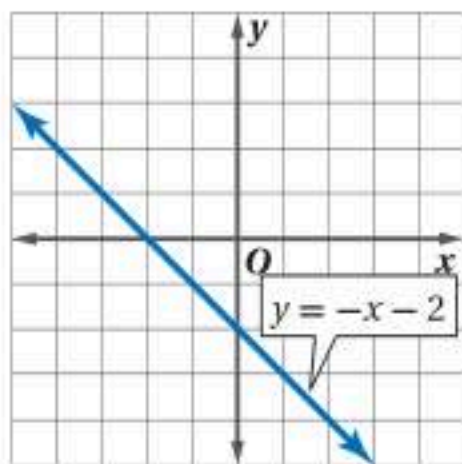
مثل بيانيًا الشكل وصورته الناتجة عن الدوران حول نقطة الأصل بالزاوية المحددة في كلٍّ مما يأتي:

المثالان 2, 3

(8) المعين  $WXYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $W(-3, 4)$ ,  $X(0, 7)$ ,  $Y(3, 4)$ ,  $Z(0, 1)$  .  $90^\circ$

(9)  $\triangle FGH$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $F(2, 4)$ ,  $G(5, 6)$ ,  $H(7, 2)$  .  $180^\circ$

(10) متوازي الأضلاع  $MPQV$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $M(-6, 3)$ ,  $P(-2, 3)$ ,  $Q(-3, -2)$ ,  $V(-7, -2)$  .  $270^\circ$



جبر: أوجد معادلة صورة المستقيم  $y = -x - 2$  الناتجة عن دوران حول نقطة الأصل بالزاوية المحددة في كلٍّ من الأسئلة الآتية، ثم صِف العلاقة بين المستقيم الأصلي وصورته.

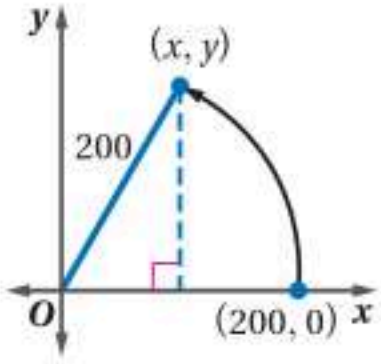
- 90° (11)  
180° (12)  
270° (13)  
360° (14)





**جبر:** أوجد معادلة صورة المستقيم الناتجة عن دورانه بالزاوية المحددة حول نقطة تقاطعه مع المحور  $x$  وحول نقطة تقاطعه مع المحور  $y$  في كلِّ ممَّا يأتي:

(15)  $90^\circ . y = x - 5$  (16)  $180^\circ . y = 2x + 4$  (17)  $270^\circ . y = 3x - 2$



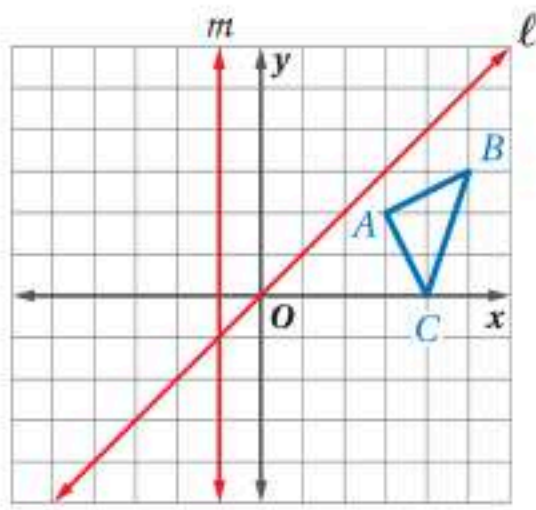
- (18) **سباق الدراجات:** يشارك سليمان وعبد الله في سباق دراجات على مسار دائري الشكل نصف قطره 200 ft
- (a) إذا بدأ السباق من النقطة (200, 0) وأنتم الاثنان دورة واحدة في 30 ثانية، فما إحداثيات موقعهما بعد 5 ثوانٍ؟
- (b) افترض أن السباق يتكون من 50 دورة، وأن سليمان استمر بالسرعة نفسها. إذا أنهى عبد الله مسافة السباق في 26.2 دقيقة، فمن الفائز؟



### الربط مع الحياة

تتحمل إطارات الدراجات ما يصل إلى 400 مرة من وزنها، ولا تتحطم إلا تحت حمل يعادل 700 مرة من وزنها.

(19) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستقصي الانعكاس حول مستقيمين متقاطعين.



- (a) **هندسياً:** في المستوى الإحداثي المجاور، رسم  $\triangle ABC$  والمستقيمان المتقاطعان  $l, m$ . ارسم صورة  $\triangle ABC$  الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $l$ . وسمها  $\triangle A'B'C'$ ، ثم ارسم صورة  $\triangle A'B'C'$  الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $m$ . وسمها  $\triangle A''B''C''$ .

- (b) **هندسياً:** كرِّر العملية السابقة مرتين في رُبعين مختلفين، سمَّ المثلث الثاني  $DEF$ ، وارسم صورته الناتجة عن الانعكاس حول المستقيمين المتقاطعين  $n, p$ . وسمَّ المثلث الثالث  $MNP$ ، وارسم صورته الناتجة عن الانعكاس حول المستقيمين المتقاطعين  $q, r$ .
- (c) **جدولياً:** قسِّ زاوية الدوران لكل مثلث حول نقطة تقاطع المستقيمين، وانسخ الجدول الآتي وأكمله.

قياس زاوية الدوران بين الشكلين	قياس الزاوية بين المستقيمين المتقاطعين
$\triangle ABC, \triangle A''B''C''$	$l, m$
$\triangle DEF, \triangle D''E''F''$	$n, p$
$\triangle MNP, \triangle M''N''P''$	$q, r$

- (d) **لفظياً:** اكتب تخميناً حول قياس زاوية الدوران الذي تحصل عليه عند إجراء انعكاسين متعاقبين للشكل حول مستقيمين متقاطعين.

### إرشادات للدراسة

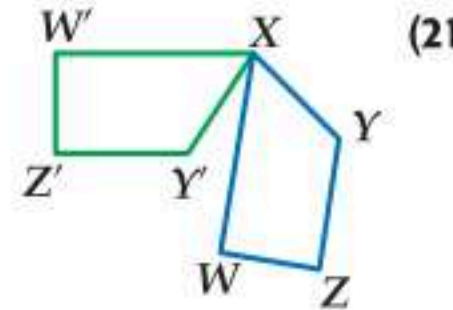
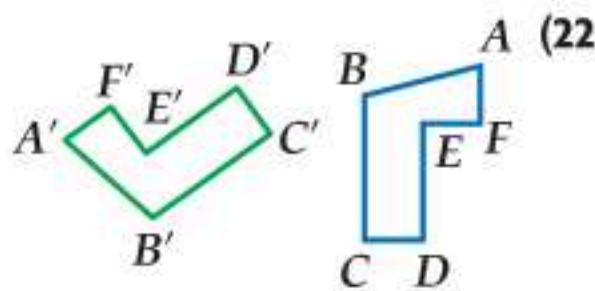
#### علاقة الدوران بالانعكاس:

إن إجراء انعكاسين متعاقبين حول مستقيمين متقاطعين يمثل دوراناً حول نقطة تقاطع المستقيمين.

### مسائل مهارات التفكير العليا

- (20) **تحذُّ:** إحداثيًا النقطة  $C$  هما  $C(5, 5)$ ، وإحداثيًا صورتها الناتجة عن دوران بزواوية  $100^\circ$  حول نقطة معينة هما  $C(-5, 7.5)$ ، أوجد إحداثيي مركز الدوران. وضح إجابتك.

يظهر في كلِّ من السؤالين الآتيين الشكل الأصلي وصورته الناتجة عن دوران حول النقطة  $P$ ، انسخ في دفترك كلاً من الشكلين وحدد موقع النقطة  $P$ ، ثم أوجد قياس زاوية الدوران.



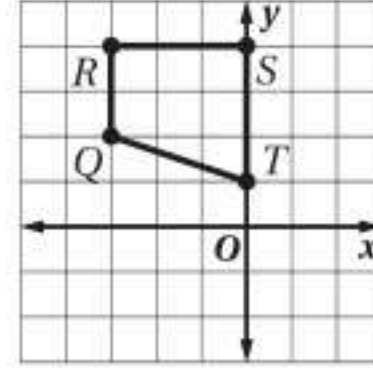


- (23) **مسألة مفتوحة:** ارسم شكلاً في المستوى الإحداثي، وصف دوراناً زاويته لا تساوي الصفر، وتنطبق فيه الصورة والشكل الأصلي أحدهما على الآخر.
- (24) **تبرير:** هل يكافئ انعكاس شكل حول المحور  $x$  دوراناً حول نقطة الأصل للشكل نفسه بزاوية  $180^\circ$ ؟ وضح إجابتك.
- (25) **اكتب:** هل تبقى نقاط ثابتة في الدوران دائماً أو أحياناً أو لا تبقى أي نقاط ثابتة أبداً؟

### تدريب على اختبار

(27) يرتكز سلم طوله 18 ft على حائط رأسي وأرض أفقية، إذا كان أسفل السلم يبعد 8 ft عن الحائط، فما ارتفاع رأس السلم عن الأرض مقرباً إلى أقرب عُشر قدم؟

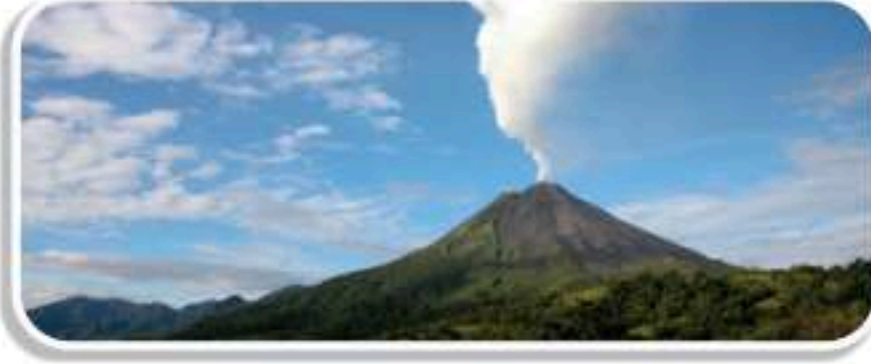
- 19.7 ft C                      10.0 ft A  
26.0 ft D                      16.1 ft B



(26) ما الدوران الذي يُجرى على شبه المنحرف  $QRST$  لينقل الرأس  $R$  إلى  $R'(4, 3)$ ؟

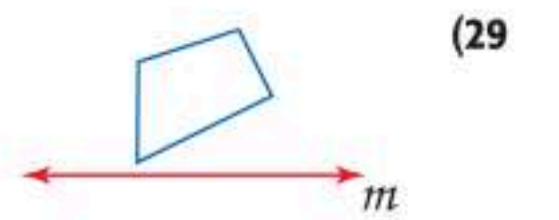
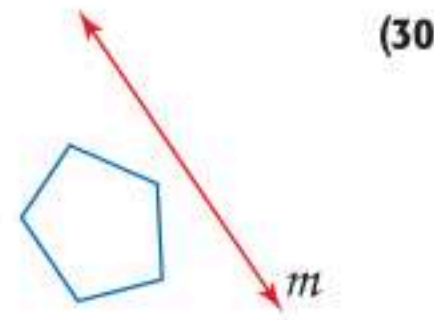
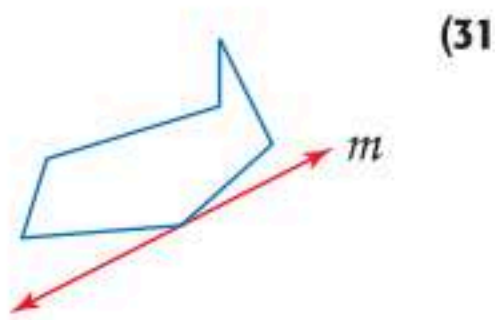
- A  $270^\circ$  عكس اتجاه عقارب الساعة حول النقطة  $T$ .  
B  $185^\circ$  عكس اتجاه عقارب الساعة حول النقطة  $T$ .  
C  $180^\circ$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل.  
D  $90^\circ$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل.

### مراجعة تراكمية



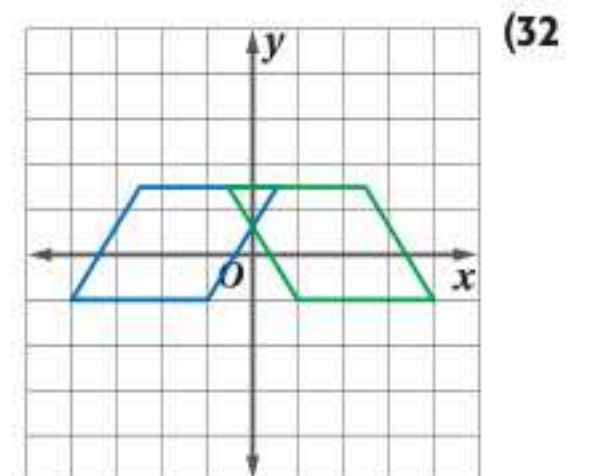
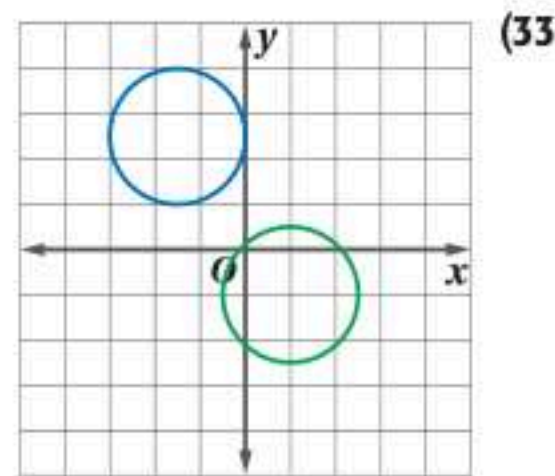
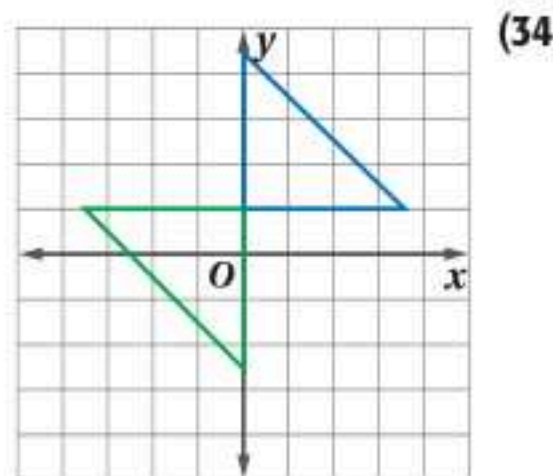
(28) **براكين:** تحركت سُحب من الغبار والغازات المنبعثة من بركان مسافة 64 km غرباً و 48 km شمالاً. ارسم شكلاً يوضح الإزاحة التي وقعت على حبيبات الغبار، ثم أوجد طول أقصر مسار ينقل الغبار إلى الموقع نفسه. (مهارة سابقة)

ارسم صورة المضلع الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $m$  في كلِّ ممَّا يأتي: (مهارة سابقة)



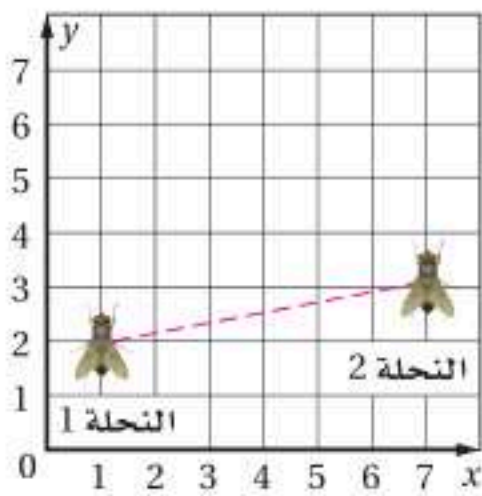
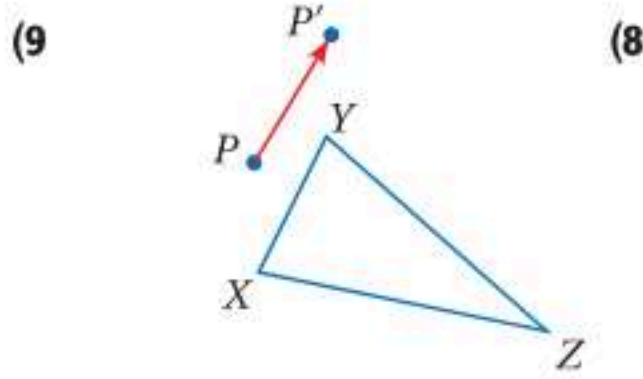
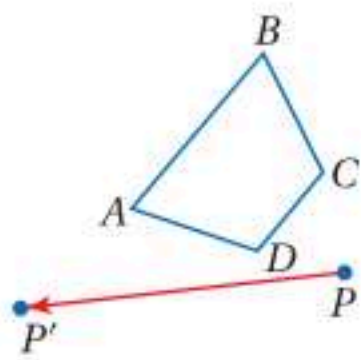
### استعد للدرس اللاحق

صنّف التحويلات المبيّن في كلِّ من الأشكال الآتية إلى انعكاس أو إزاحة أو دوران.



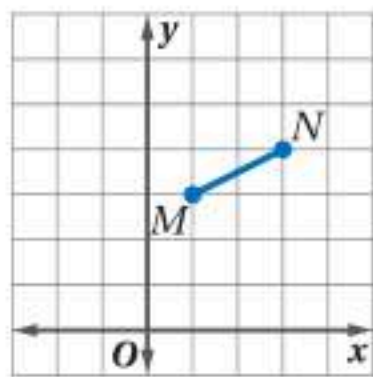
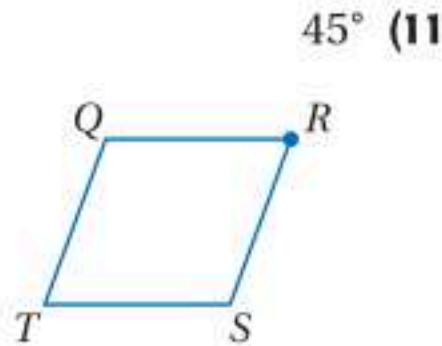
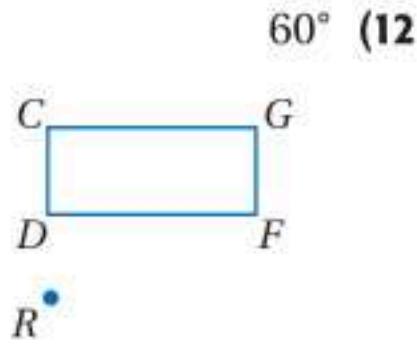


ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل النقطة  $P$  إلى  $P'$  في كل من السؤالين الآتيين. (الدرس 7-2)



**(10) قصص مصورة:** يكتب سامي قصة مصورة وهو يستعمل ورق الرسم البياني؛ ليتأكد من أن قياسات الأشكال التي يرسمها دقيقة. إذا رسم مستوى إحداثيًا ونحلتين كما في الشكل المجاور، فما الإزاحة التي تنقل النحلة 1 إلى موقع النحلة 2؟ (الدرس 7-2)

استعمل منقلة ومسطرة؛ لرسم صورة الشكل الناتجة عن الدوران حول النقطة  $R$  بالزاوية المحددة في كل من السؤالين الآتيين: (الدرس 7-3)



**(13) اختيار من متعدد:** ما صورة النقطة  $M$  الناتجة عن الدوران بزاوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل؟ (الدرس 7-3)

A  $(-3, 1)$       B  $(-3, -1)$   
C  $(-1, -3)$       D  $(3, 1)$

مثل بيانيًا الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كل من السؤالين الآتيين: (الدرس 7-2)

**(14)**  $\triangle RST$  الذي إحداثيات رؤوسه:

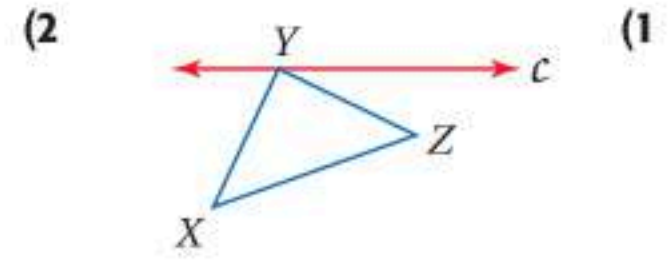
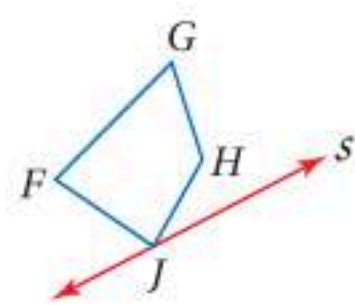
$R(-3, 0)$ ,  $S(-1, -4)$ ,  $T(0, -1)$  وزاوية دورانه  $90^\circ$

**(15)** المربع  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$J(-1, 2)$ ,  $K(-1, -2)$ ,  $L(3, -2)$ ,  $M(3, 2)$

وزاوية دورانه  $180^\circ$

ارسم صورة كل من الشكلين الآتيين بالانعكاس حول المستقيم المعطى. (الدرس 7-1)



مثل كلاً من الشكلين الآتيين بيانيًا، ثم ارسم صورة كل منهما بالانعكاس المحدد: (الدرس 7-1)

**(3)**  $\triangle FGH$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$F(-4, 3)$ ,  $G(-2, 0)$ ,  $H(-1, 4)$

بالانعكاس حول المحور  $y$ .

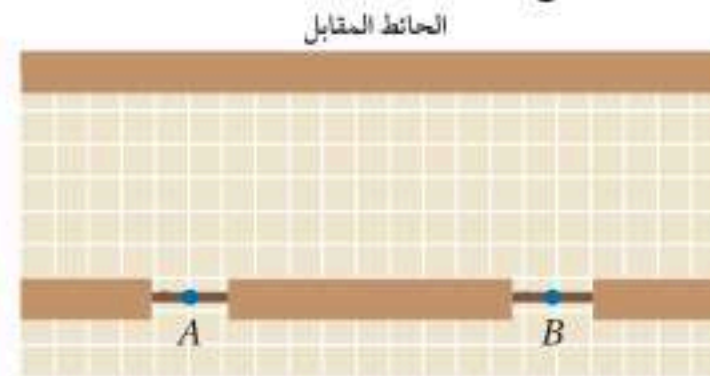
**(4)** المعين  $QRST$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$Q(2, 1)$ ,  $R(4, 3)$ ,  $S(6, 1)$ ,  $T(4, -1)$

بالانعكاس حول المحور  $x$ .

**(5) احتفالات:** وضع المشرفون على احتفال المدرسة طاولة قرب الحائط المقابل للمدخلين  $A$ ,  $B$  لقاعة الاحتفال؛ لتقديم بعض الحلوى للحضور بعد نهاية الاحتفال. حدّد موقع النقطة  $P$  التي تمثل موقع الطاولة، بحيث يسير الأشخاص الذين يعبرون من المدخل  $A$  أو المدخل  $B$  المسافة نفسها حتى يصلوا إلى الطاولة (الدرس 7-1)

مستخدمًا الانعكاس.



مثل بيانيًا الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كل من السؤالين الآتيين: (الدرس 7-2)

**(6)**  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$A(0, 0)$ ,  $B(2, 1)$ ,  $C(1, -3)$  إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليمين ووحدة واحدة إلى أسفل.

**(7)** المستطيل  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$J(-4, 2)$ ,  $K(-4, -2)$ ,  $L(-1, -2)$ ,  $M(-1, 2)$

إزاحة مقدارها 5 وحدات إلى اليمين و3 وحدات إلى أسفل.









# تركيب التحويلات الهندسية

## Composition of Transformations

لماذا؟

فيما سبق؟

درست رسم صورة شكل هندسي ناتجة عن الانعكاس والانسحاب والدوران.

(الدروس 7-1, 7-2, 7-3)

والآن؟

■ أرسم صورة شكل هندسي ناتجة عن تركيب تحويلين هندسيين أحدهما هو الانعكاس.

■ أرسم صورة شكل هندسي ناتجة عن تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين وحول مستقيمين متقاطعين.

المفردات:

التحويل الهندسي المركب  
composite transformation

تركيب إزاحة انعكاس  
glide reflection

إرشادات للدراسة

تمييز التحويلات الهندسية:

يستخدم السهم ← للدلالة على الانسحاب، بينما يستخدم السهم ↵ للدلالة على الانعكاس. أما صورة الصورة فستكون باللون البنّي.

رابط الدرس الرقمي



www.jen.edu.sa



يوضح نمط آثار الأقدام على رمال الشاطئ في الصورة المجاورة إجراء تحويلين هندسيين مختلفين هما الإزاحة والانعكاس.

عند إجراء تحويل هندسي على شكل ما، ثم إجراء تحويل هندسي آخر على صورته، فإن التحويل الهندسي الذي ينقل الشكل الأصلي إلى الصورة النهائية هو تركيب لتحويلين هندسيين، ويُسمى **تحويلاً هندسياً مركباً**. وأحد أنواع التحويلات

الهندسية المركبة هو التحويل الهندسي الناتج عن تركيب إزاحة وانعكاس.

أضف إلى طويتك

### مفهوم أساسي

#### تركيب إزاحة انعكاس

**تركيب إزاحة انعكاس** هو تحويل هندسي مركب ينتج عن إزاحة يليها انعكاس في خطٍ مستقيمٍ موازٍ لخط اتجاه الإزاحة.

مثال:

تركيب إزاحة انعكاس المجاور هو تحويل هندسي مركب ينقل الشكل في اتجاه الإزاحة التي تنقل النقطة A إلى النقطة A' مع انعكاس حول المستقيم l.

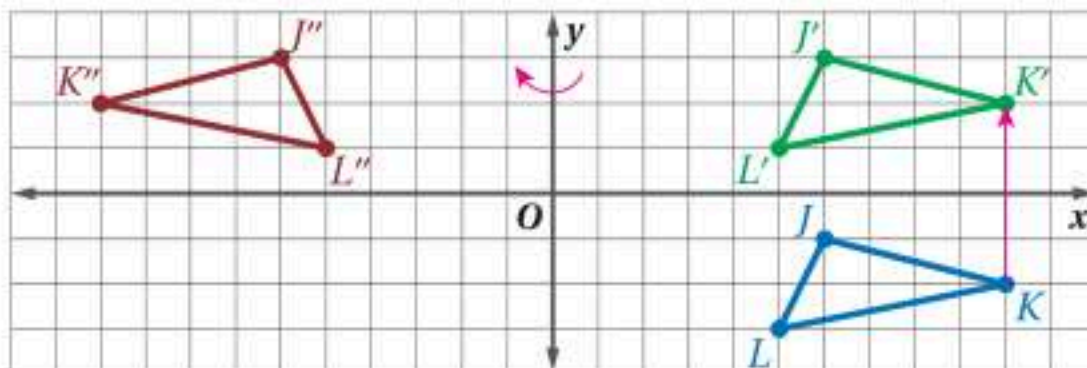
مثال 1

تمثيل تركيب الإزاحة والانعكاس بيانياً

إحداثيات رؤوس المثلث  $JKL$  هي:  $J(6, -1)$ ,  $K(10, -2)$ ,  $L(5, -3)$ ، مثلث بيانياً  $\triangle JKL$  وصورته الناتجة عن إزاحة مقدارها 4 وحداتٍ إلى أعلى ثم انعكاس حول المحور  $y$ .

<b>الخطوة 1:</b> الإزاحة 4 وحداتٍ إلى أعلى		<b>الخطوة 2:</b> الانعكاس حول المحور $y$	
$(x, y)$	$\rightarrow$	$(x, y)$	$\rightarrow$
$(x, y)$	$\rightarrow$	$(x, y + 4)$	$\rightarrow$
$J(6, -1)$	$\rightarrow$	$J'(6, 3)$	$\rightarrow$
$K(10, -2)$	$\rightarrow$	$K'(10, 2)$	$\rightarrow$
$L(5, -3)$	$\rightarrow$	$L'(5, 1)$	$\rightarrow$
$(x, y)$	$\rightarrow$	$(-x, y)$	$\rightarrow$
$J'(6, 3)$	$\rightarrow$	$J''(-6, 3)$	$\rightarrow$
$K'(10, 2)$	$\rightarrow$	$K''(-10, 2)$	$\rightarrow$
$L'(5, 1)$	$\rightarrow$	$L''(-5, 1)$	$\rightarrow$

**الخطوة 3:** مثل بيانياً  $\triangle JKL$  وصورته  $\triangle J''K''L''$ .





## تحقق من فهمك

إحداثيات رؤوس المثلث  $PQR$  هي:  $P(1, 1)$ ,  $Q(2, 5)$ ,  $R(4, 2)$ ، مثلثاً بيانياً  $\triangle PQR$  وصورته الناتجة عن التحويل الهندسي المركب المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

- (1A) إزاحة مقدارها وحدتين إلى اليسار، ثم انعكاس حول المحور  $x$ .
- (1B) إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى أسفل و3 وحدات إلى اليسار، ثم انعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

في المثال 1 تلاحظ أن:  $\triangle JKL \cong \triangle J'K'L'$ ، وكذلك:  $\triangle J'K'L' \cong \triangle J''K''L''$ ، وبحسب خاصية التعدي للتطابق فإن:  $\triangle JKL \cong \triangle J''K''L''$ . وهذا يقود إلى النظرية الآتية:

أضف إلى

مطوبتك

### نظرية 7.1 تركيب تحويلات التطابق

تركيب تحويلي تطابق (أو أكثر) هو تحويل تطابق أيضاً.

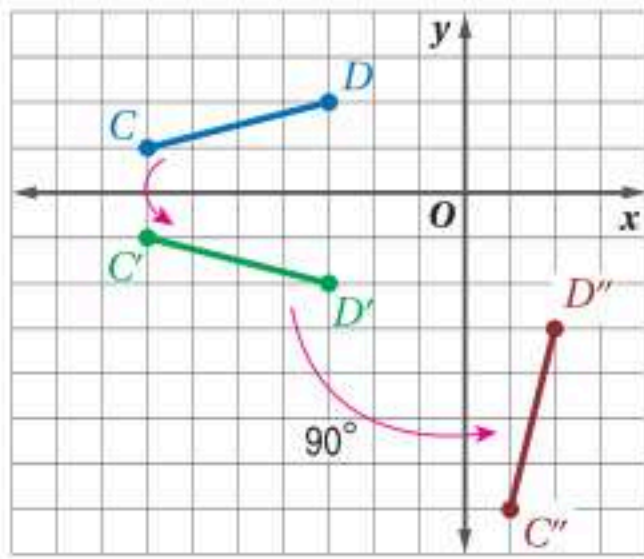
ستبرهن النظرية 7.1 في السؤال 20

لذا فإن الصورة الناتجة عن تركيب أي تحويلين هندسيين من تحويلات التطابق كالإزاحة أو الانعكاس أو الدوران تكون مطابقة للشكل الأصلي.

### تمثيل تركيب تحويلي تطابق بيانياً

مثال 2

إحداثيات طرفي  $\overline{CD}$  هما  $C(-7, 1)$ ,  $D(-3, 2)$ ، مثل بيانياً  $\overline{CD}$  وصورتها الناتجة عن انعكاس حول المحور  $x$  ثم دوران بزواوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل.



**الخطوة 1:** الانعكاس حول المحور  $x$

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (x, -y) \\ C(-7, 1) &\rightarrow C'(-7, -1) \\ D(-3, 2) &\rightarrow D'(-3, -2) \end{aligned}$$

**الخطوة 2:** الدوران حول نقطة الأصل بزواوية  $90^\circ$

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (-y, x) \\ C'(-7, -1) &\rightarrow C''(1, -7) \\ D'(-3, -2) &\rightarrow D''(2, -3) \end{aligned}$$

**الخطوة 3:** مثل بيانياً  $\overline{CD}$  وصورتها  $\overline{C''D''}$ .

## تحقق من فهمك

إحداثيات رؤوس المثلث  $ABC$  هي:  $A(-6, -2)$ ,  $B(-5, -5)$ ,  $C(-2, -1)$ ، مثلثاً بيانياً  $\triangle ABC$  وصورته الناتجة عن تركيب التحويلين الهندسيين بالترتيب المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

- (2A) إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليمين ووحدة واحدة إلى أسفل، ثم انعكاس حول المحور  $y$ .
- (2B) دوران بزواوية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل، ثم إزاحة مقدارها وحدتين إلى اليسار و4 وحدات إلى أعلى.

### إرشادات للدراسة

تحويلات التطابق، إن الانعكاس والإزاحة والدوران والتحويلات المركبة منها، هي تحويلات تطابق أيضاً.

### قراءة الرياضيات

الشرطتان:

تستعمل الشرطتان للدلالة على أن هذا الرأس صورة ناتجة من تحويل هندسي ثان.





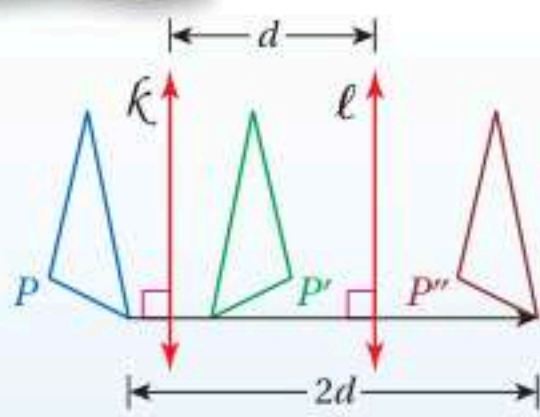
## تركيب انعكاسين: إن تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين يكافئ إزاحة.

أضف إلى

مطوبتك

### نظرية 7.2 تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين

### نظرية 7.2



يمكن وصف تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين بأنه إزاحة، ويكون:

- اتجاهها عمودياً على كل من المستقيمين.
- مقدارها يساوي ضعف المسافة بين المستقيمين المتوازيين.

ستبرهن النظرية 7.2 في السؤال 26

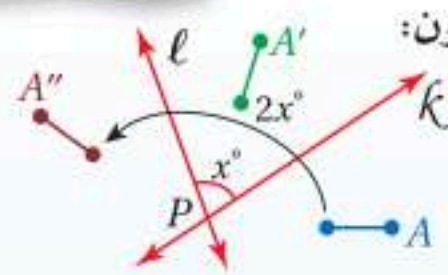
إن تركيب انعكاسين حول مستقيمين متقاطعين يكافئ دوراناً.

أضف إلى

مطوبتك

### نظرية 7.3 تركيب انعكاسين حول مستقيمين متقاطعين

### نظرية 7.3



يمكن وصف تركيب انعكاسين حول مستقيمين متقاطعين بأنه دوران، ويكون:

- مركزه هو نقطة تقاطع المستقيمين.
- قياس زاويته يساوي ضعف قياس الزاوية التي يشكلها تقاطع هذين المستقيمين.

ستبرهن النظرية 7.3 في السؤال 27

تنبه!

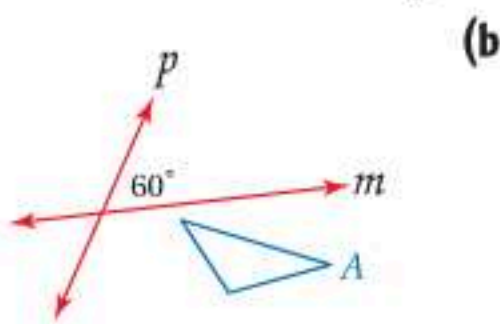
ترتيب التركيب:

احرص على تركيب التحويلين الهندسيين بالترتيب المحدد في المسألة.

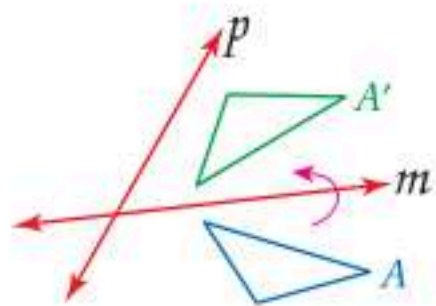
### مثال 3

### رسم الصورة الناتجة عن انعكاسين حول مستقيمين

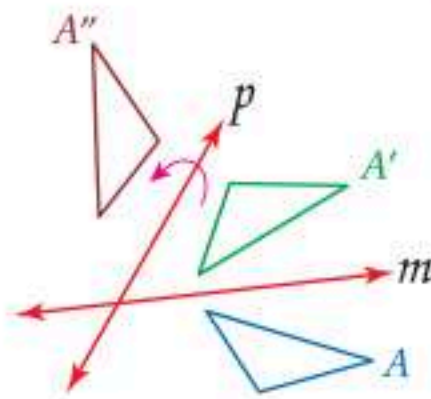
ارسم صورة الشكل A الناتجة عن انعكاس حول المستقيم m ثم حول المستقيم p، ثم صف تحويلًا هندسيًا واحدًا ينقل A إلى A'' في كل ممّا يأتي:



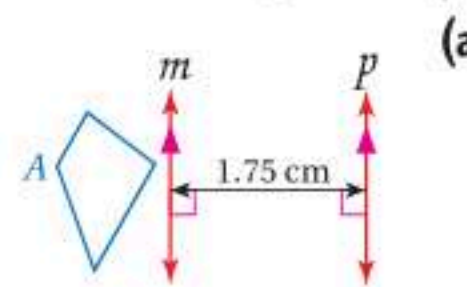
الخطوة 1:



الخطوة 2:

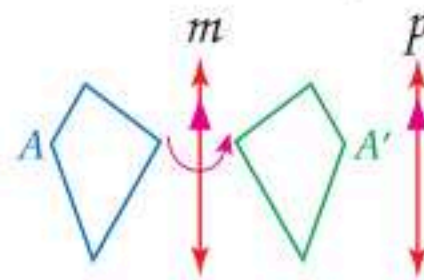


بناءً على النظرية 7.3، فإن تركيب هذين الانعكاسين حول المستقيمين المتقاطعين m, p يكافئ دوراناً بزاوية تساوي  $2 \times 60^\circ$  أي  $120^\circ$  عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة تقاطع المستقيمين m, p



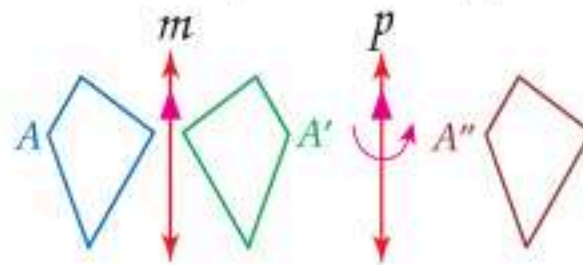
الخطوة 1: ارسم صورة الشكل A الناتجة عن

انعكاس حول المستقيم m.



الخطوة 2: ارسم صورة الشكل A' الناتجة عن

انعكاس حول المستقيم p.



بناءً على النظرية 7.2، فإن تركيب هذين الانعكاسين حول المستقيمين المتوازيين m, p يكافئ إزاحة أفقية إلى اليمين مقدارها  $2 \times 1.75 = 3.5$  cm



تاريخ الرياضيات

فيلكس كلاين

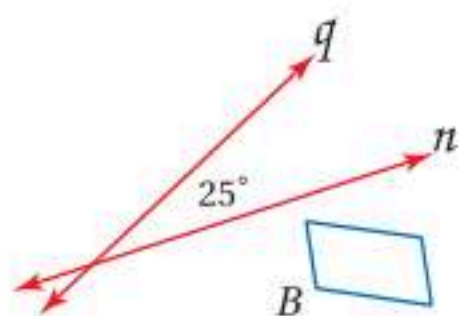
(1849-1925)

هو عالم رياضيات ألماني عرّف الهندسة بأنها دراسة خصائص الفضاء التي تبقى دون تغيير تحت تأثير مجموعة من التحويلات الهندسية.

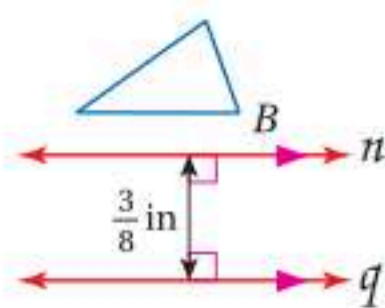


### تحقق من فهمك

ارسم صورة الشكل  $B$  الناتجة عن انعكاس حول المستقيم  $n$  ثم حول المستقيم  $q$ ، ثم صِف تحويلًا هندسيًا واحدًا ينقل  $B$  إلى  $B''$ .



(3B)



(3A)

يتم إنشاء كثير من الأنماط في الحياة الواقعية باستعمال تركيب التحويلات الهندسية.

### وصف التحويلات الهندسية

### مثال 4 من واقع الحياة

**أنماط:** صِف تحويلًا هندسيًا مركبًا، يمكن استعماله لتكوين النمط في كلِّ ممَّا يأتي:



(a)

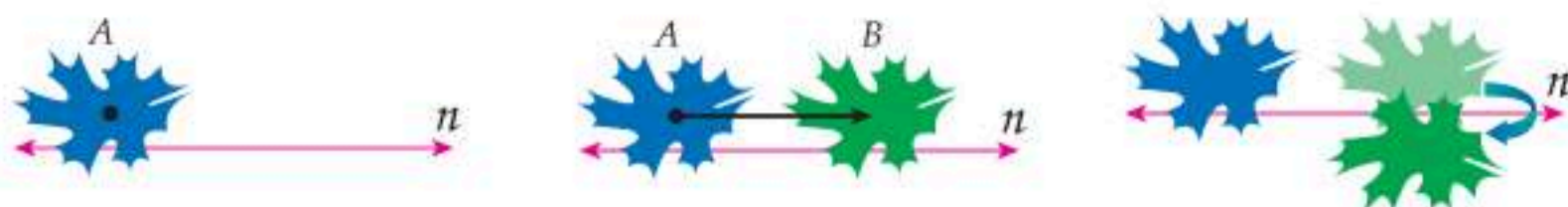
يمكن تكوين هذا النمط بتركيب انعكاس وإزاحة الشكلين المتقابلين (وحدة النمط)، بتركيب انعكاس حول المستقيم  $m$ ، ثم إزاحة إلى اليمين موازية للمستقيم  $m$  كما في الشكل أدناه. لاحظ أن المستقيم  $m$  يمرُّ في منتصف الشكل الأصلي (وحدة النمط).



(b)

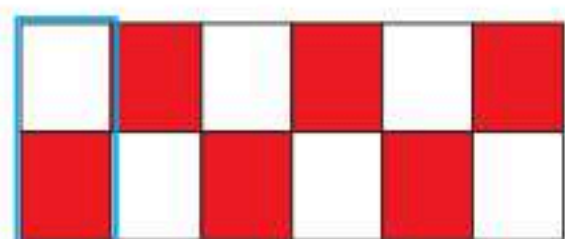


تمَّ تكوين هذا النمط بتركيب إزاحة وانعكاس؛ أي أنه يمكن تكوينه بتركيب إزاحة إلى اليمين موازية للمستقيم  $n$  تنقل  $A$  إلى  $B$  متبوعةً بانعكاسٍ حول المستقيم  $n$  كما في الشكل الآتي.

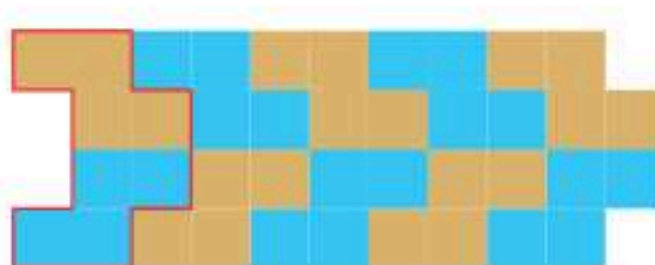


### تحقق من فهمك

(4) **سجاد:** صِف تحويلًا هندسيًا مركبًا يمكن استعماله لتكوين النمط في كلِّ ممَّا يأتي:



(B)



(A)



### الربط مع الحياة

تستعمل تحويلات هندسية مركبة عند تصميم السجاد، لاحظ تكرار الجزء نفسه في إطار السجادة أعلاه.





الإزاحة	الدوران
تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين .	تركيب انعكاسين حول مستقيمين متقاطعين .

## تأكد

## المثال 1

إحداثيات رؤوس المثلث  $CDE$  هي:  $C(-5, -1)$ ,  $D(-2, -5)$ ,  $E(-1, -1)$ ، مثلث  $CDE$  بيانيًا  $\triangle CDE$  وصورته الناتجة عن التحويل الهندسي المركب المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

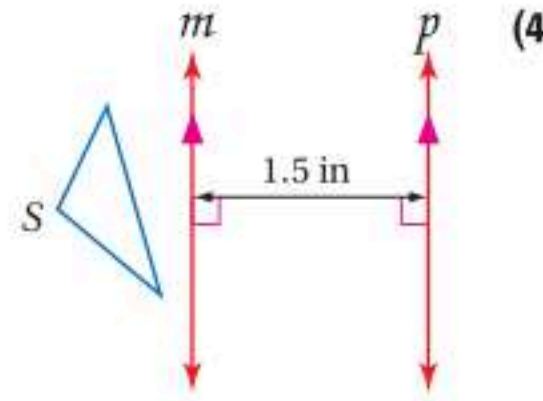
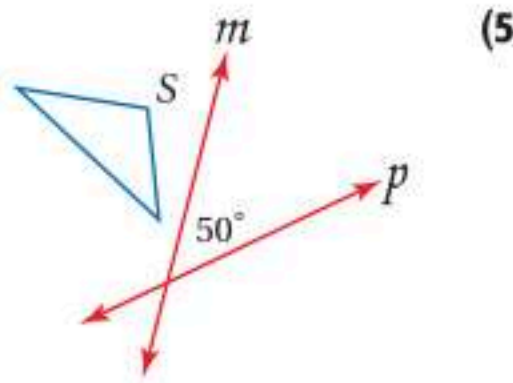
- (1) إزاحة مقدارها 4 وحدات إلى اليمين،  
ثم انعكاس حول المحور  $x$
- (2) إزاحة مقدارها 6 وحدات إلى أعلى،  
ثم انعكاس حول المحور  $y$

## المثال 2

(3) إحداثيات طرفي  $\overline{JK}$  هما  $J(2, 5)$ ,  $K(6, 5)$ ، مثلث  $\overline{JK}$  وصورتها الناتجة عن انعكاس حول المحور  $x$ ، ثم دوران بزاوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل.

## المثال 3

ارسم صورة الشكل  $S$  الناتجة عن انعكاس  $S$  حول المستقيم  $m$  ثم حول المستقيم  $p$ ، ثم صِف تحويلًا هندسيًا واحدًا ينقل  $S$  إلى  $S''$ .



## المثال 4

(6) أنماط البلاط: صنع راشد نمطًا من بلاطٍ على شكل مثلث متطابق الضلعين، صِف التحويل الهندسي المركب الذي يمكن استعماله لتكوين هذا النمط.



## تدرب وحل المسائل

## المثال 1

مثل بيانيًا الشكل وصورته الناتجة عن التحويل المركب المحدد في كل مما يأتي:

(7)  $\triangle RST$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$R(1, -4)$ ,  $S(6, -4)$ ,  $T(5, -1)$

إزاحة مقدارها وحدتان إلى اليمين

ثم انعكاس حول المحور  $x$

(8)  $\triangle DFG$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$D(2, 8)$ ,  $F(1, 2)$ ,  $G(4, 6)$

إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليمين و3 وحدات

إلى أعلى، ثم انعكاس حول المستقيم  $y = x$

## المثال 2

مثل بيانيًا الشكل وصورته الناتجة عن التحويل المركب المحدد في كل مما يأتي:

(9)  $\overline{WX}$ ، حيث  $W(-4, 6)$ ,  $X(-4, 1)$

(10)  $\overline{RS}$ ، حيث  $R(2, -1)$ ,  $S(6, -5)$

انعكاس حول المحور  $x$

ثم دوران بزاوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل.

إزاحة مقدارها وحدتان إلى اليسار ووحدة واحدة

إلى أسفل، ثم انعكاس حول المحور  $y$



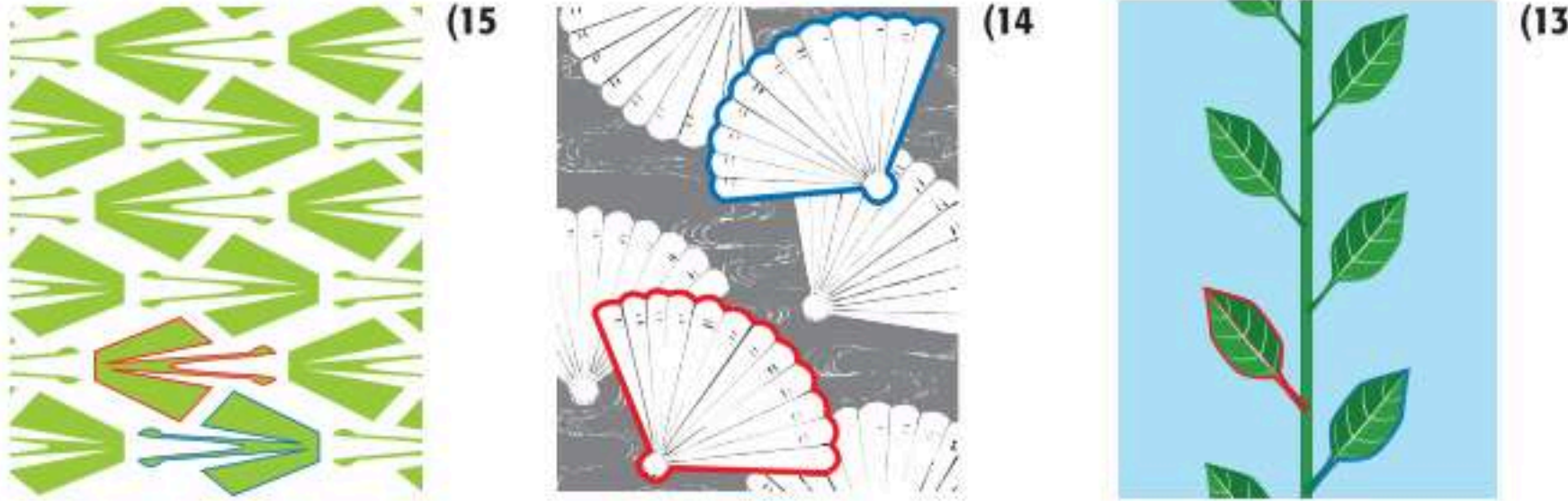
### المثال 3

ارسم صورة الشكل  $D$  الناتجة عن انعكاس  $D$  حول المستقيم  $m$  ثم حول المستقيم  $p$ . ثم صِف تحويلًا هندسيًا واحدًا ينقل  $D$  إلى  $D''$ .

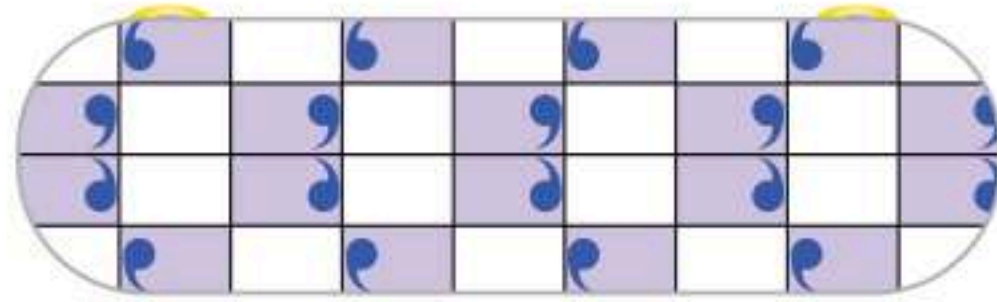


### المثال 4

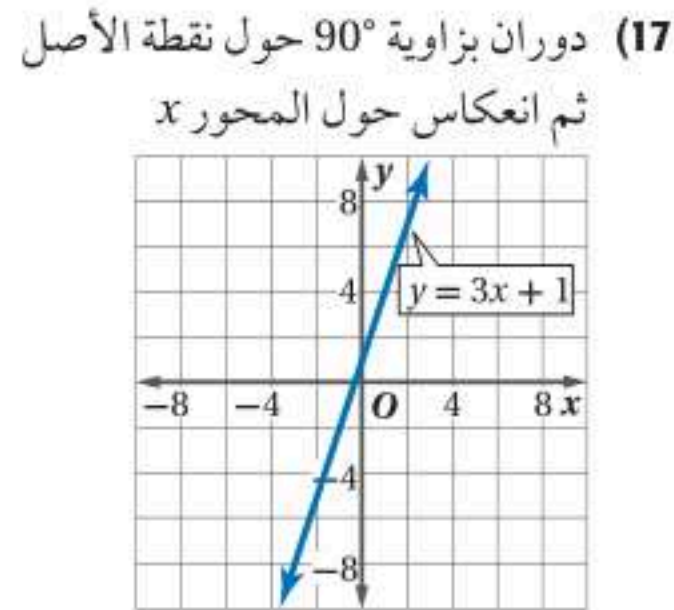
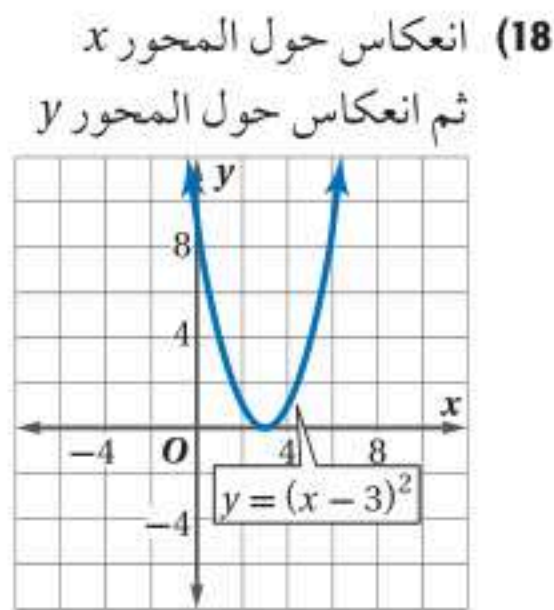
صِف تحويلًا هندسيًا مركبًا يمكن استعماله لتكوين نمط الأقمشة في كلِّ ممَّا يأتي:



(16) **زلاجات:** رسم صالح على زلاجه نمطًا، ما التحويل الهندسي المركب الذي استعمله صالح لرسم هذا النمط؟

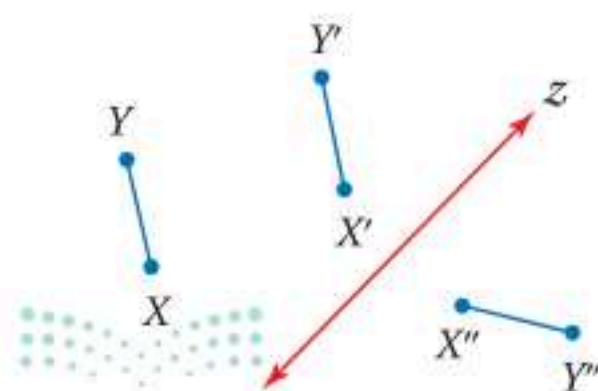


**جبر:** مثل بيانيًا صورة كلِّ من الشكلين الآتيين الناتجة عن التحويل الهندسي المركب المحدد:



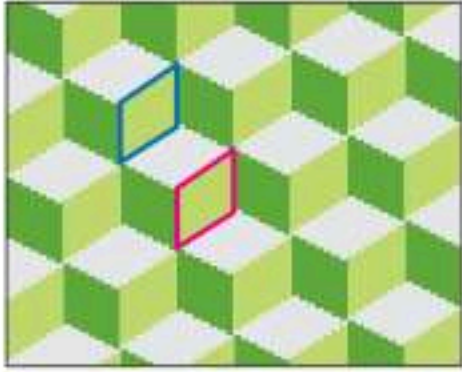
(19) أوجد إحداثيات رؤوس  $\triangle A''B''C''$  الناتج عن انعكاس  $\triangle ABC$  حول المحور  $x$  ثم دوران بزاوية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل للمثلث  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $A(-3, 1)$ ,  $B(-2, 3)$ ,  $C(-1, 0)$ .

(20) **برهان:** اكتب برهانًا حرًا للحالة الآتية من نظرية 7.1 (تركيب تحويلات التطابق).



المعطيات: تنقل الإزاحة بمقدار  $a$  وحدة إلى اليمين و  $b$  وحدة إلى أعلى  
النقطة  $X$  إلى  $X'$  والنقطة  $Y$  إلى  $Y'$ .  
وينقل الانعكاس حول المستقيم  $z$  النقطة  $X'$  إلى  $X''$  والنقطة  $Y'$  إلى  $Y''$ .  
المطلوب:  $\overline{XY} \cong \overline{X''Y''}$





(21) **حياكة:** تحيك خولة منديلاً باستعمال النمط الظاهر في الشكل المجاور، صف تركيب التحويلات الهندسية الذي تستعمله خولة لإنشاء هذا النمط.

**آثار الأقدام:** استعن بمعلومات الربط مع الحياة، وصف التحويل المركب من إزاحة وانعكاس الذي يمكن استعماله للتنبؤ بموقع أثر القدم اللاحق في كل من السؤالين الآتيين:

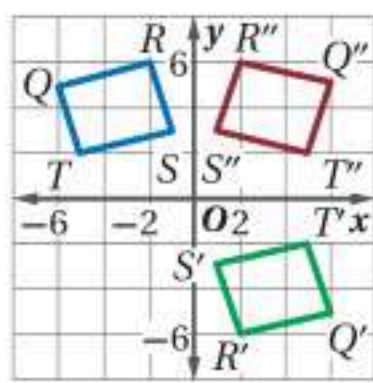
(22) طائر الحبش



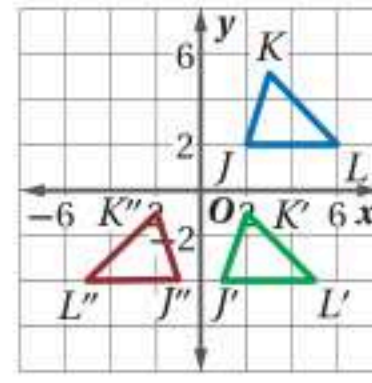
(23) البطة



صف التحويل الهندسي المركب الذي ينقل الشكل الأزرق إلى البني في كل من السؤالين الآتيين:



(25)



(24)

(26) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 7.2

المعطيات: ينقل الانعكاس حول المستقيم  $p$  القطعة  $BC$  إلى  $B'C'$ ، وينقل الانعكاس حول المستقيم  $q$  القطعة  $B'C'$  إلى  $B''C''$ .  
 $p \parallel q, AD = x$

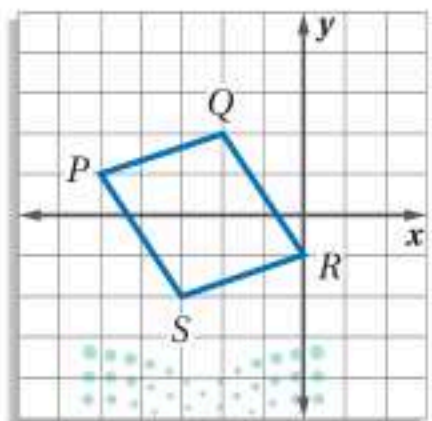
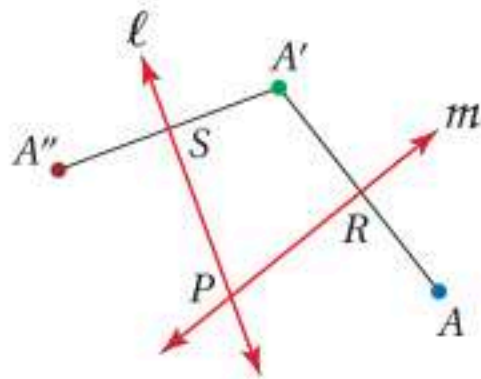
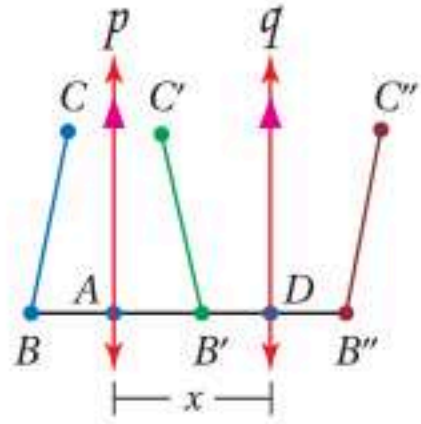
المطلوب: (a)  $BB'' \perp p, BB'' \perp q$   
 (b)  $BB'' = 2x$

(27) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 7.3

المعطيات: يتقاطع المستقيمان  $l, m$  في النقطة  $P$ .  
 نقطة  $A$  تقع على أيٍّ من المستقيمين  $l$  أو  $m$ .

المطلوب: (a) إذا أُجري انعكاس للنقطة  $A$  حول المستقيم  $m$ ، ثم أُجري انعكاس لصورتها حول المستقيم  $l$ ، فإن  $A''$  تكون صورة  $A$  بدورانٍ حول النقطة  $P$ .

(b)  $m\angle APA'' = 2(m\angle SPR)$



(28) **تحذُّ:** إذا أزيح الشكل PQRS بمقدار 3 وحدات إلى اليمين ووحدين إلى أسفل، ثم عكست الصورة حول المستقيم  $y = -1$ ، وبعد ذلك تم تدوير الصورة الجديدة بزاوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل، فما إحداثيات رؤوس الشكل الناتج  $P'''Q'''R'''S'''$ ؟



### الربط مع الحياة

طول خطوة الحيوان يساوي المسافة بين أثري قدم متتاليين. فمتوسط طول خطوة طائر الحبش 11 in تقريباً، ووسط طول خطوة البطة 5 in تقريباً.

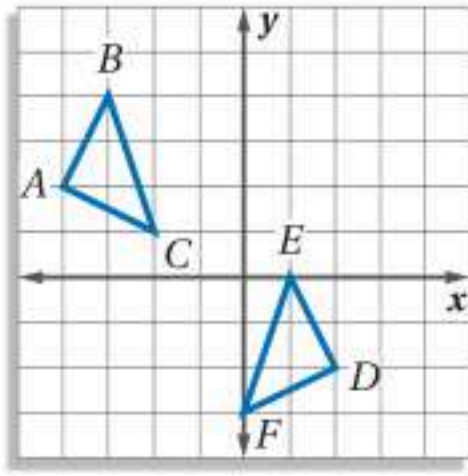
### إرشادات للدراسة

مراجعة: عد إلى الدرس 5-7 لمراجعة خصائص تطابق القطع المستقيمة.

### مسائل مهارات التفكير العليا



(29) **تبرير:** إذا أُجري انعكاسان متعاقبان بشكل ما؛ أحدهما حول المستقيم  $y = x$ ، والآخر حول المحور  $x$ ، فهل يؤثر ترتيب الانعكاسين في الصورة الناتجة؟ اشرح إجابتك.



(30) **مسألة مفتوحة:** صِف تحويلًا هندسيًا مركبًا يمكن استعماله لتحويل  $\triangle ABC$  إلى  $\triangle DEF$  في الشكل المجاور.

(31) **تبرير:** إذا أخضع شكل ما لدورانين، فهل لترتيب الدورانين تأثير في موقع الصورة الناتجة دائمًا، أو أحيانًا، أو ليس له تأثير أبدًا؟

(32) **اكتب:** هل تبقى أي نقاط ثابتة في التحويلات الهندسية المركبة؟ وضح إجابتك.

### تدريب على اختبار

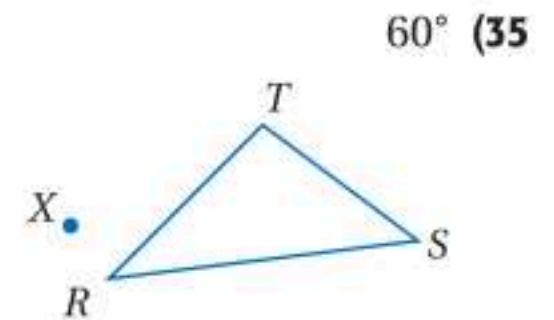
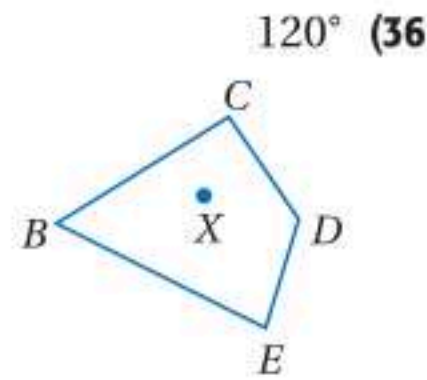
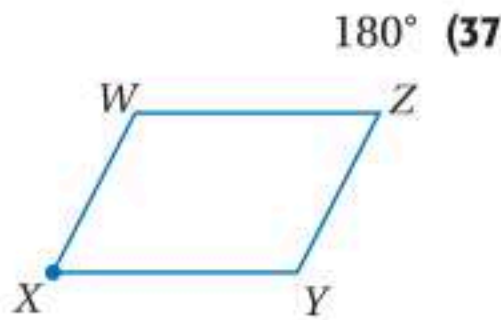
(34) **إجابة قصيرة:** إحداثيات طرفي  $\overline{CD}$  هما  $C(2, 4)$  و  $D(8, 7)$ ، إذا أُزيحت هذه القطعة المستقيمة بمقدار 6 وحدات إلى اليسار ووحدين إلى أعلى، ثم عكست الصورة حول المحور  $y$ ، فما إحداثيات  $D''$ ؟

(33) ما صورة النقطة  $A(4, 1)$  الناتجة عن انعكاس حول المستقيم  $y = x$ ؟

- A  $(1, -4)$       B  $(1, 4)$   
C  $(-1, 4)$       D  $(-1, -4)$

### مراجعة تراكمية

استعمل منقلةً ومسطرةً؛ لرسم صورة الشكل الناتجة عن الدوران حول النقطة  $X$  بالزاوية المبينة في كلِّ ممَّا يأتي: (الدرس 7-3)



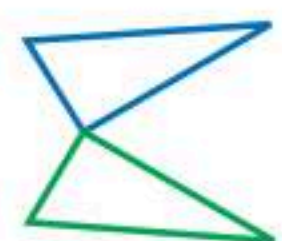
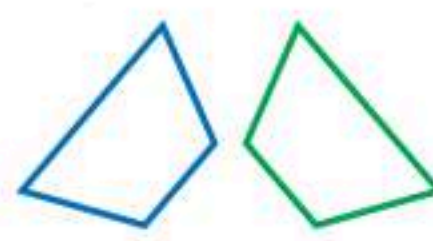
مثَّل بيانيًا الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كلِّ ممَّا يأتي: (الدرس 7-2)

(38)  $\triangle FGH$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $F(1, -4)$ ,  $G(3, -1)$ ,  $H(7, -1)$ ؛ إزاحة مقدارها وحدتان إلى اليمين و6 وحدات إلى أعلى.

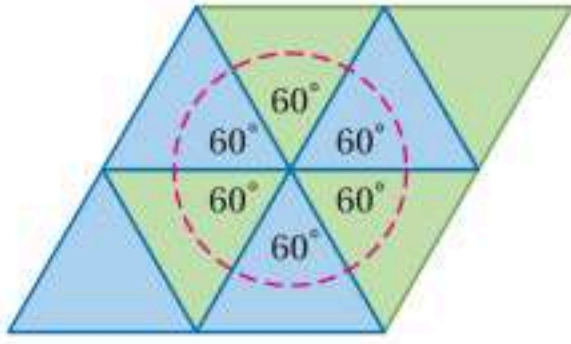
(39) الشكل الرباعي  $ABCD$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(-2, 7)$ ,  $B(-1, 4)$ ,  $C(2, 3)$ ,  $D(2, 7)$ ؛ إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليسار و5 وحدات إلى أسفل.

### استعد للدرس اللاحق

بيِّن كل من الأشكال الآتية الأصل والصورة الناتجة عن انعكاسٍ حول مستقيم ما، ارسم محور الانعكاس.







**التبليط** نمطٌ يتكون من شكل أو أكثر، يغطّي سطحًا من دون تقاطعات أو فراغات، ويكون مجموع قياسات الزوايا حول كل رأس في التبليط  $360^\circ$

و**التبليط المنتظم** هو التبليط الذي يُستعمل فيه نوع واحد فقط من المضلعات المنتظمة، ويمكن تبليط سطح بمضلع منتظم، إذا كان قياس زاويته الداخلية أحد عوامل العدد 360، ويمكن عمل تبليط باستعمال أكثر من نوع واحد من المضلعات المنتظمة، ويسمى التبليط الذي يتكون من مضلعين منتظمين أو أكثر **تبليطاً شبه منتظم**.

## نشاط 1

## التبليط المنتظم

حدّد ما إذا كان استعمال كل من المضلعين المنتظمين الآتين لتكوين تبليط في المستوى ممكناً أم لا، فسّر إجابتك.

(a) مضلع سداسي

افترض أن قياس الزاوية الداخلية للسداسي المنتظم يساوي  $x^\circ$

صيغة الزاوية الداخلية للمضلع المنتظم

$$n = 6$$

بالتبسيط

$$x = \frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n}$$

$$= \frac{(6-2) \cdot 180^\circ}{6}$$

$$= 120^\circ$$

وبما أن 120 أحد عوامل 360، فإنه يمكن استعمال المضلع السداسي المنتظم لتبليط المستوى.

(b) مضلع عشاري

افترض أن قياس الزاوية الداخلية للعشاري المنتظم يساوي  $x$ .

صيغة الزاوية الداخلية للمضلع المنتظم

$$n = 10$$

بالتبسيط

$$x = \frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n}$$

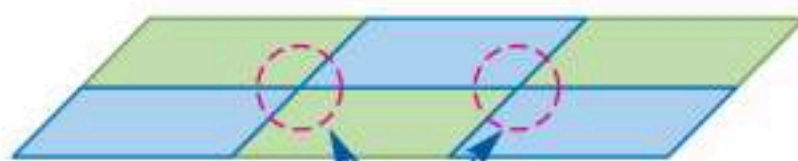
$$= \frac{(10-2) \cdot 180^\circ}{10}$$

$$= 144$$

وبما أن 144 ليست من عوامل 360، إذن لا يمكن استعمال العشاري المنتظم لتبليط المستوى.

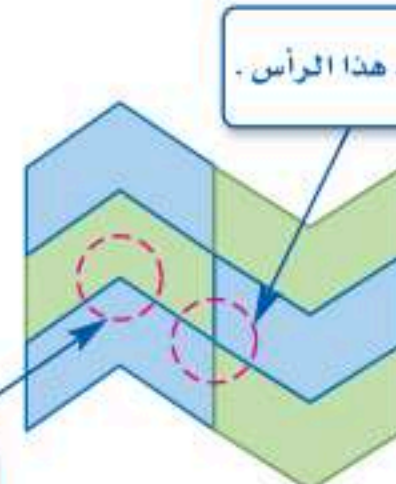
يقال: إن التبليط **متسق** إذا احتوى الترتيب نفسه من الأشكال والزوايا عند كل رأس.

متسق



توجد أربع زوايا عند كل رأس.  
وقياسات الزوايا المتناظرة متساوية

غير متسق



توجد أربع زوايا عند هذا الرأس.

توجد زاويتان عند هذا الرأس.



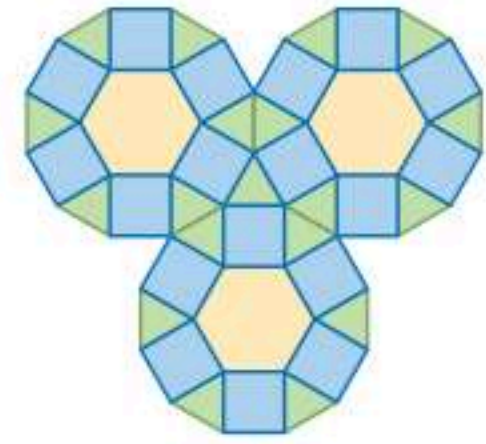


## نشاط 2 تصنيف التبييط

حدّد ما إذا كان كلٌّ من الأنماط الآتية تبييطاً أم لا، وإذا كان كذلك فصنّفه إلى منتظمٍ أو شبه منتظمٍ أو غير منتظمٍ وإلى متسقٍ أو غير متسقٍ.

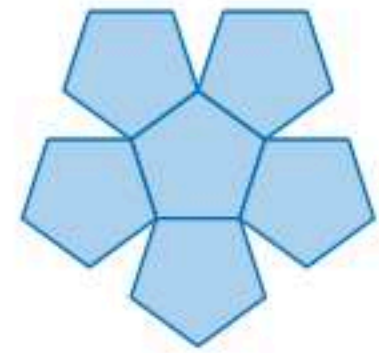
بما أنه لا توجد فراغات في الشكل، وليس هنالك تقاطعات، فإن هذا النمط يشكّل تبييطاً، وهذا التبييط يتكون من أشكال سداسية منتظمة ومربعات ومثلثات متطابقة الأضلاع، إذن هو تبييط شبه منتظم.

بما أنه عند بعض الرؤوس يوجد 5 زوايا، وعند بعضها 4 زوايا، إذن هذا التبييط غير متسق.



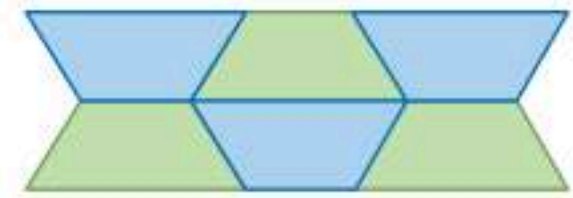
(a)

توجد فراغات في الشكل فهذا النمط ليس تبييطاً.



(b)

لا توجد فراغات ولا تقاطعات في هذا النمط فهو تبييط. يتكون هذا التبييط من شبه منحرف، وهو مضلع غير منتظم؛ لذا فهذا التبييط غير منتظم، لكنه متسق؛ لأنه يحتوي على ترتيبات الأشكال نفسها والزوايا نفسها عند كل رأس.



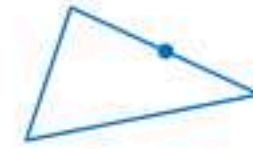
(c)

يمكن استعمال خصائص التبييط؛ لتصميم وإنشاء أشكال تبييط مختلفة.

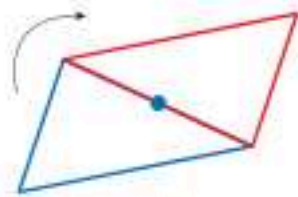
## نشاط 3 رسم التبييط

ارسم مثلثاً واستعمله لإنشاء تبييط.

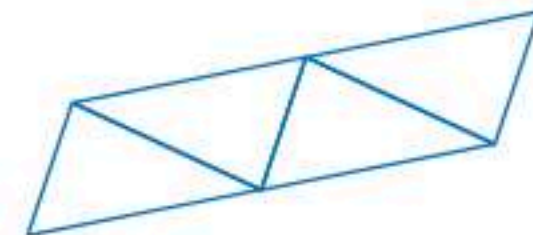
**الخطوة 1:** ارسم مثلثاً وعيّن نقطة منتصف أحد أضلاعه.



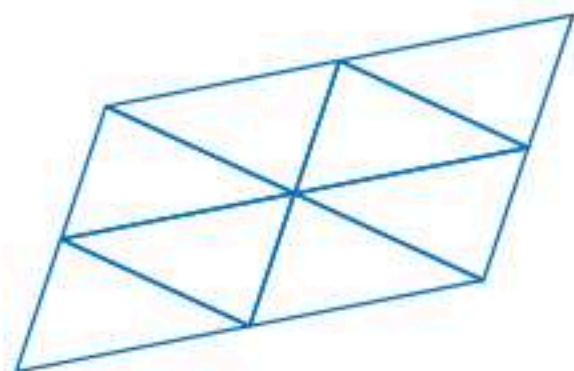
**الخطوة 2:** دوّر المثلث بزاوية  $180^\circ$  في اتجاه عقارب الساعة حول تلك النقطة.



**الخطوة 3:** اعمل إزاحة للمثلثين لتكون صفّاً.



**الخطوة 4:** اعمل إزاحة للصف لتكون تبييطاً.

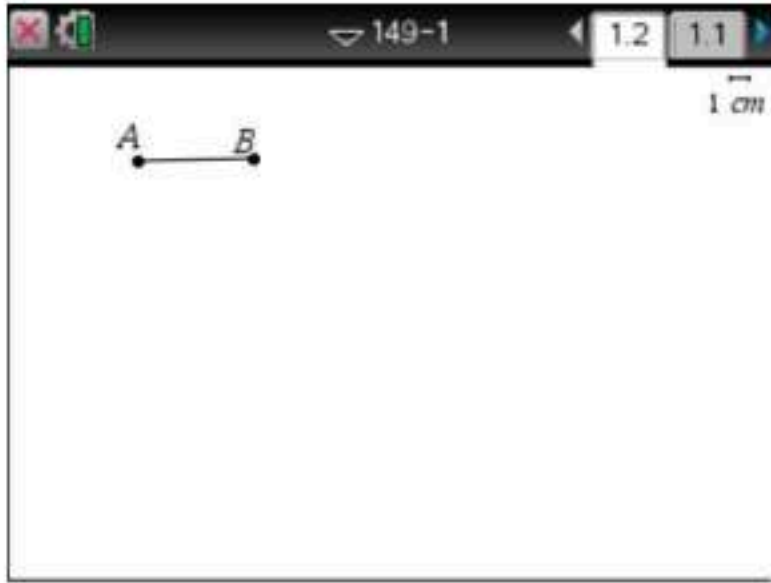




## إنشاء تبليط باستخدام الآلة الحاسبة البيانية TI-nspire

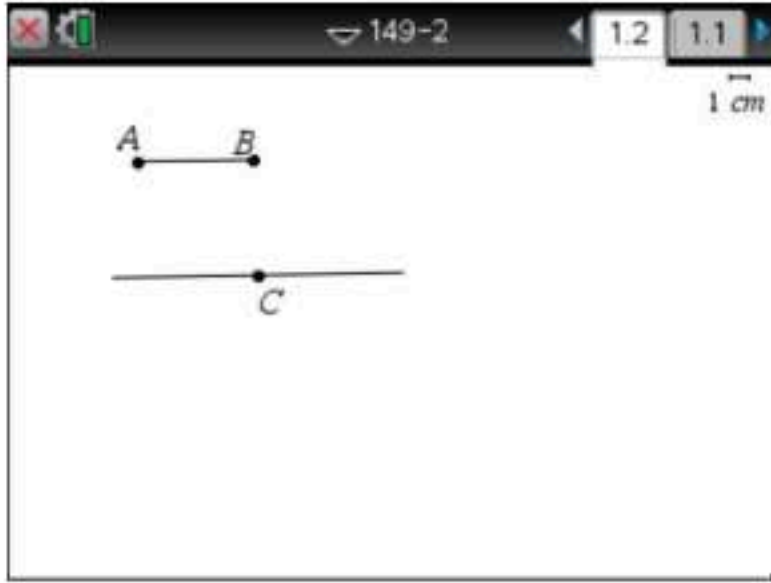
### نشاط 4

#### الخطوة 1: ارسم قطعةً مستقيمةً.



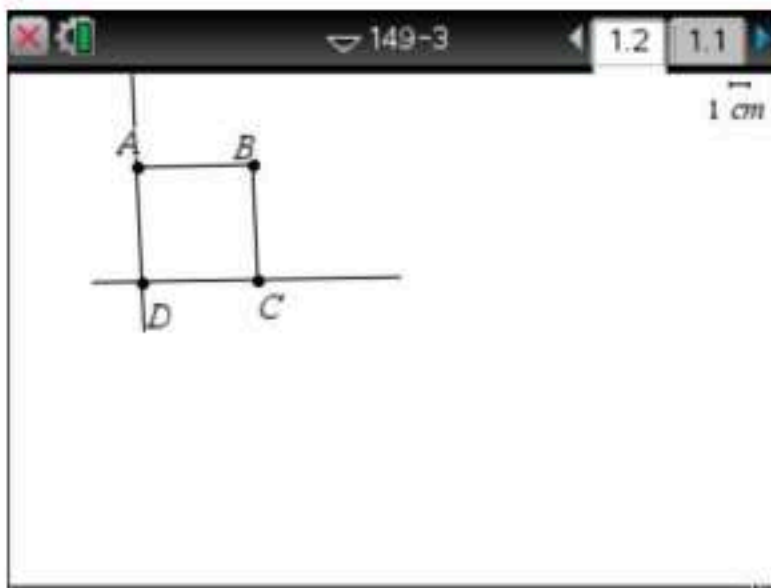
- افتح تطبيق الهندسة بالضغط على المفاتيح  $\square$  (on) ثم اختر  $\square$  (4:النقاط والمستقيمتان)، ثم اضغط على  $\square$  (5:قطعة مستقيمة)، واضغط في موقعين لتظهر القطعة المستقيمة.
- سمّ القطعة المستقيمة التي رسمتها، بوضع المؤشر عند أحد طرفيها، ثم اضغط  $\square$  (ctrl)  $\square$  (menu) واختار  $\square$  (2:التسمية) ثم اضغط  $\square$  (shift) (ليكون الحرف كبيراً) واكتب A، وبالمثل سمّ الطرف الآخر B.

#### الخطوة 2: ارسم مستقيماً موازياً لـ $\overline{AB}$ .



- ارسم نقطة أسفل  $\overline{AB}$ ، وذلك بالضغط على  $\square$  (menu) ثم اختر  $\square$  (4:النقاط والمستقيمتان)، ثم اضغط على  $\square$  (1:نقطة في المستوى)، ثم اضغط على الموقع المراد للنقطة C.
- سمّ النقطة المرسومة، بوضع المؤشر عند النقطة والضغط على  $\square$  (ctrl)  $\square$  (menu) ثم اختر  $\square$  (2:التسمية) ثم اضغط على  $\square$  (shift) وكتابة C.
- ارسم مستقيماً موازياً لـ  $\overline{AB}$  ويمر بالنقطة C، بالضغط على  $\square$  (menu) ثم اختر  $\square$  (7:الإنشاء الهندسي)، ومنها  $\square$  (2:مستقيم موازي) ثم اضغط على القطعة  $\overline{AB}$  والنقطة C.

#### الخطوة 3: ارسم مستقيماً موازياً لـ $\overline{BC}$ .

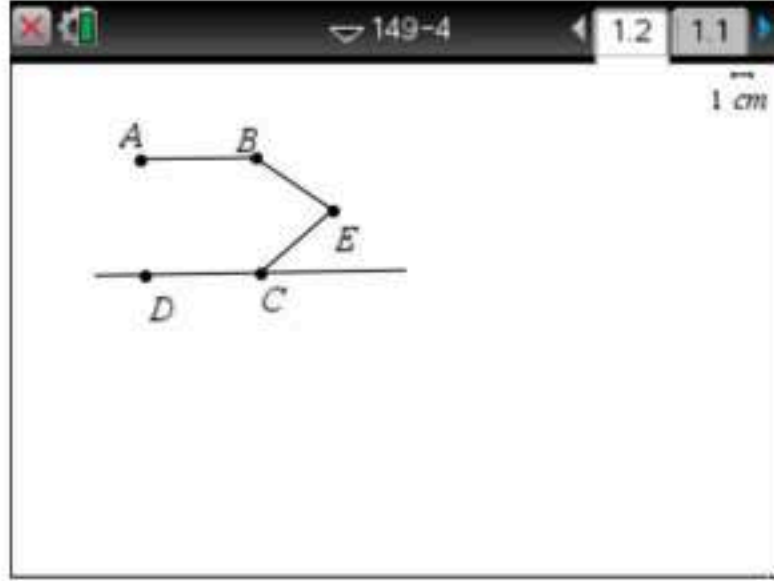


- ارسم القطعة المستقيمة  $\overline{BC}$  بالضغط على  $\square$  (menu) ثم اختر  $\square$  (4:النقاط والمستقيمتان) ثم  $\square$  (5:قطعة مستقيمة)، ثم اضغط على النقطتين B, C.
- ارسم مستقيماً موازياً لـ  $\overline{BC}$  ويمر في A (بطريقة مماثلة لما ورد في الخطوة 2)، وسمّه  $\overline{AD}$ ، (حيث D نقطة تقاطع المستقيم الموازي لـ  $\overline{AB}$  والمستقيم الموازي لـ  $\overline{BC}$ )، وذلك بالضغط على مفتاح  $\square$  (menu) ثم اختر  $\square$  (4:النقاط والمستقيمتان) ثم  $\square$  (3:نقطة (نقاط) التقاطع) ثم على كل من المستقيمين الموازيين لـ  $\overline{AB}$  و  $\overline{BC}$ ؛ لتظهر نقطة تقاطعها وسمّها D.





#### الخطوة 4: قم بإخفاء القطعة المستقيمة $\overline{BC}$ .



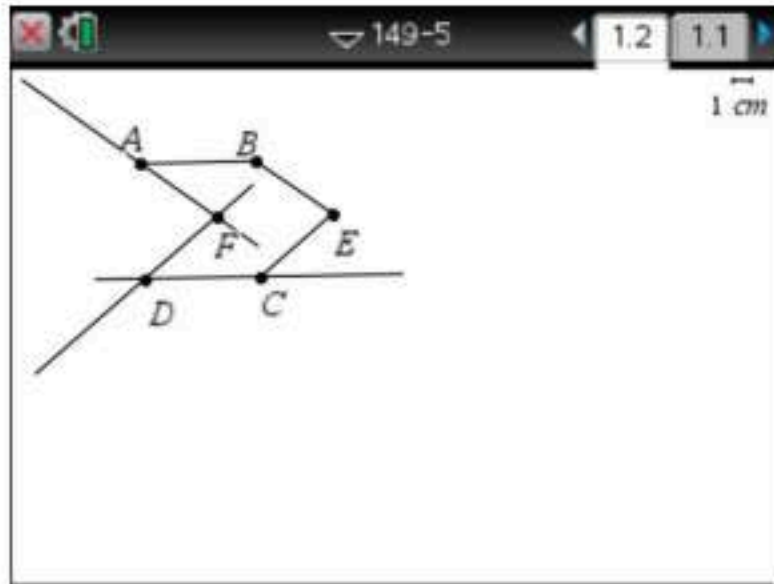
- قم بإخفاء القطعة المستقيمة  $\overline{BC}$  بالضغط عليها ثم على  $\text{ctrl}$   $\text{menu}$  واختار **4: إخفاء** ، وبالمثل قم بإخفاء المستقيم  $\overrightarrow{AD}$ .

- ارسم نقطة عن يمين  $\overline{BC}$  وسمّها  $E$

- صلّ بين  $B$  و  $E$  ، وبذلك بالضغط على  $\text{menu}$  ثم اختار **4: النقاط والمستقيمات** ثم **5: قطعة مستقيمة** ثم على النقطتين  $B, E$ .

- وبالمثل صلّ بين النقطتين  $C$  و  $E$ .

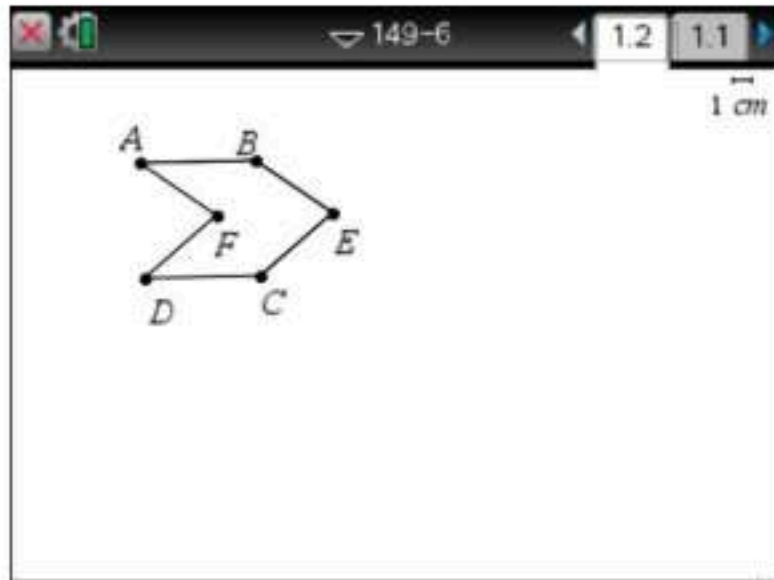
#### الخطوة 5: ارسم مستقيماً موازياً لـ $\overline{CE}$ و $\overline{BE}$ .



- ارسم مستقيماً موازياً لـ  $\overline{BE}$  ويمر في  $A$  ، ومستقيماً موازياً لـ  $\overline{CE}$  ويمر في  $D$ .

- حدّد نقطة تقاطع المستقيمين الموازيين لـ  $\overline{BE}$  و  $\overline{CE}$  وسمّها  $F$ ، وذلك بطريقة مماثلة لما ورد في الخطوة 3.

#### الخطوة 6: كوّن مضلعاً.



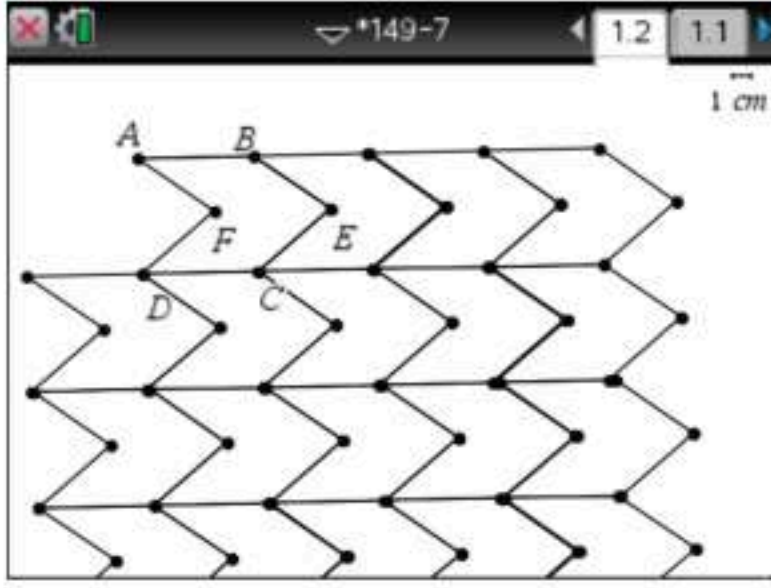
- قم بإخفاء المستقيمات  $\overrightarrow{AF}$  ،  $\overrightarrow{DF}$  ،  $\overrightarrow{DC}$

- كوّن مضلعاً سداسياً بالضغط على  $\text{menu}$  ثم **5: الأشكال الهندسية** ثم **4: المضلع** ثم بالضغط على جميع رؤوسه بالتوالي، بدءاً بأحدها وانتهاءً به ثم الضغط على  $\text{esc}$ .



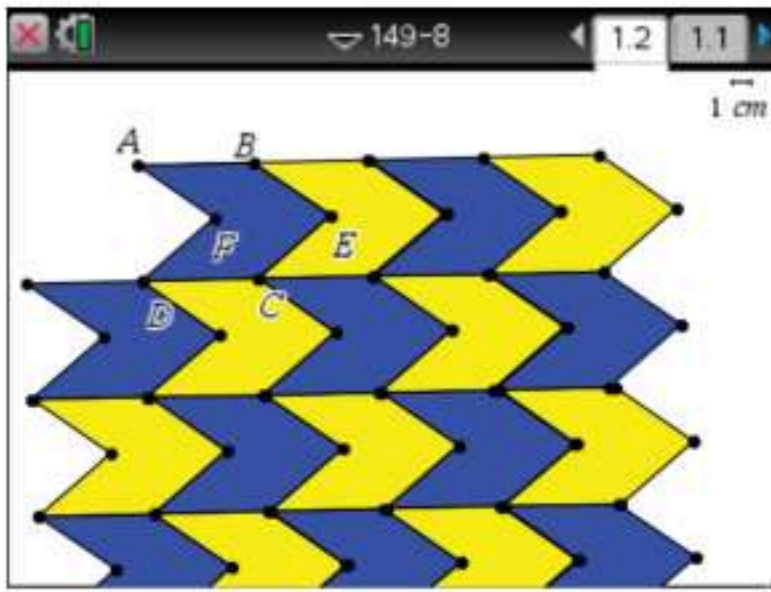


### الخطوة 7: اسحب المضلع.



- اعمل انسحابًا للمضلع، بالضغط على **menu**، ثم اختار **8:التحويل الهندسي** ومنها **3:الانسحاب** ثم اضغط على أحد الرؤوس ثم على المضلع؛ لعمل نسخة منه.
- اسحب النسخة للمكان المناسب، ثم اضغط على مفتاح الإدخال لإفلاتها.
- كرر ذلك للحصول على التبليط.

### الخطوة 8: لون التبليط.



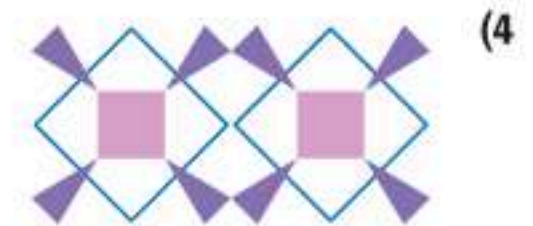
- لون التبليط الذي أنشأته، وذلك بتحديد كل مضلع ثم الضغط على **ctrl** ثم اختار **2:لون التعبئة**، واختار لونًا.

### تمارين:

حدّد ما إذا كان استعمال أيّ من المضلعات المنتظمة الآتية لتكوين تبليط في المستوى ممكنًا أم لا. اكتب "نعم" أو "لا".

(1) مثلث (2) مضلع خماسي (3) مضلع له 16 ضلعًا

حدّد ما إذا كان كلٌّ من الأنماط الآتية تبليطًا أم لا. اكتب "نعم" أو "لا"، وإن كان كذلك فصنّفه إلى منتظم أو شبه منتظم أو غير منتظم، وإلى متسق أو غير متسق.



ارسم نمط تبليط باستعمال الشكل (أو الأشكال) الآتي:

(9) شبه منحرف ومتوازي أضلاع

(8) مثلث قائم الزاوية

(7) مضلع ثماني منتظم ومربع





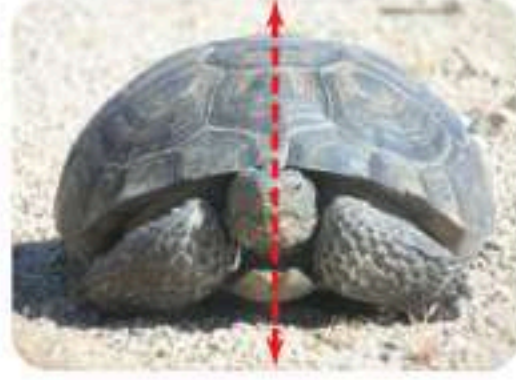
# التماثل Symmetry

لماذا؟

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



صورة السلحفاة المجاورة توضح تماثلاً لجزأي جسمها الأيمن والأيسر، حيث يُعد التماثل خاصيةً يمكن أن نصف بها العديد من الأشياء، مثل الأشكال الهندسية والمعادلات الرياضية وغيرها. فالمخلوقات التي تبدو صور أجسامها متماثلة حول مستقيم تظهر أنماط عيش أكثر تعقيداً من المخلوقات ذات الأجسام المتماثلة دورانياً مثل قنديل البحر.

فيما سبق:

درست رسم صورة ناتجة عن الانعكاس والدوران.  
(الدرسان 7-3, 7-1)

والآن:

أحدّد محاور التماثل والتماثل الدوراني للأشكال الثنائية الأبعاد.

أحدّد مستويات التماثل والتماثل الدوراني للأشكال الثلاثية الأبعاد.

المفردات:

التماثل

symmetry

التماثل حول محور

line symmetry

محور التماثل

line of symmetry

التماثل الدوراني

rotational symmetry

مركز التماثل

center of symmetry

رتبة التماثل

order of symmetry

مقدار التماثل

magnitude of symmetry

التماثل حول مستوى

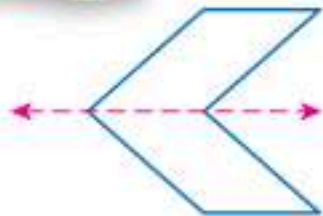
plane symmetry

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

التماثل في الأشكال الثنائية الأبعاد: يكون الشكل متماثلاً، إذا وُجد انعكاس أو إزاحة أو دوران أو تركيب إزاحة وانعكاس ينتج عنه صورة منطبقة على الشكل نفسه. أحد أنواع التماثل هو التماثل حول محور.

أضف إلى

مطويتك



التماثل حول محور

مفهوم أساسي

يكون الشكل الثنائي الأبعاد متماثلاً حول محور، إذا كانت صورته الناتجة عن انعكاس حول مستقيم ما هي الشكل نفسه، ويسمى هذا المستقيم محور تماثل.

تعيين محاور التماثل

مثال 1 من واقع الحياة

مخلوقات بحرية: بيّن ما إذا كان يبدو لصورة المخلوق البحري محور تماثل أم لا. وإذا كان كذلك، فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها في كلٍّ ممّا يأتي:



(c)

لا؛ لا يوجد لصورة هذا المخلوق محاور تماثل.



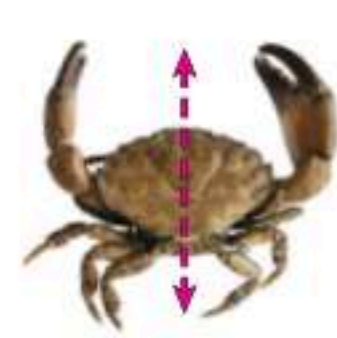
(b)

نعم؛ لصورة هذا المخلوق 5 محاور تماثل.



(a)

نعم، لصورة هذا المخلوق محور تماثل واحد.



تحقق من فهمك

بيّن ما إذا كان للشكل محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها في كلٍّ ممّا يأتي:



(1C)



(1B)



(1A)



وهناك نوع آخر من التماثل هو التماثل الدوراني .

**مفهوم أساسي** التماثل الدوراني

يكون للشكل الثنائي الأبعاد تماثل دوراني (أو تماثل نصف قطري) إذا كانت صورته الناتجة عن دوران بين  $0^\circ$  و  $360^\circ$  حول مركزه هي الشكل نفسه، ويسمى مركز الدوران في هذه الحالة **مركز التماثل** (أو نقطة التماثل).

أمثلة: المربع الآتي له تماثل دوراني؛ لأن الدوران بكل من الزوايا  $0^\circ$ ،  $90^\circ$ ،  $180^\circ$ ،  $270^\circ$ ،  $360^\circ$  ينتج عنه الشكل نفسه.

يطلق على عدد المرات التي تنطبق فيها صورة الشكل على الشكل نفسه في أثناء دورانه من  $0^\circ$  إلى  $360^\circ$  اسم **رتبة التماثل**، أما **مقدار التماثل** (أو زاوية الدوران) فهو قياس أصغر زاوية يدورها الشكل حتى ينطبق على نفسه، ويرتبط مقدار التماثل ورتبته بالعلاقة:

مقدار التماثل يساوي ناتج قسمة  $360^\circ$  على رتبة التماثل.

ففي الشكل أعلاه، رتبة التماثل الدوراني 4، ومقدار التماثل  $90^\circ$

## مثال 2 تعيين التماثل الدوراني

بيّن ما إذا كان للشكل تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعين مركز التماثل، وحدد رتبته ومقداره في كلِّ ممّا يأتي:

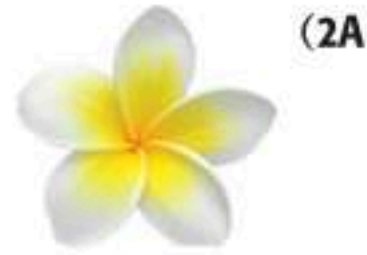
(a) نعم؛ للسداسي المنتظم تماثل دوراني. مركز التماثل هو نقطة تقاطع أقطاره. رتبة التماثل = 6 مقدار التماثل =  $360^\circ \div 6 = 60^\circ$

(b) لا؛ لا يوجد دوران بزواوية بين  $0^\circ$  و  $360^\circ$  تنطبق فيه صورة المثلث القائم الزاوية على نفسه.

(c) نعم؛ لهذا الشكل تماثل دوراني. مركز التماثل هو نقطة تقاطع قطريه. رتبة التماثل = 2 مقدار التماثل =  $360^\circ \div 2 = 180^\circ$

## تحقق من فهمك

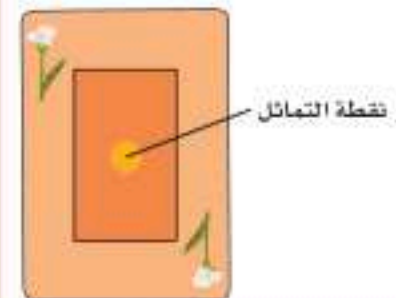
**أزهار:** بيّن ما إذا كان يبدو لصورة الزهرة تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعين مركز التماثل، وحدد رتبته ومقداره في كلِّ ممّا يأتي:



## إرشادات للدراسة

### التماثل حول نقطة:

يكون الشكل متماثلاً حول نقطة، إذا كانت صورته الناتجة عن الدوران حول تلك النقطة بزواوية  $180^\circ$  هي الشكل نفسه. يحقق الشكل أدناه خاصية التماثل حول نقطة.





التمائل في الأشكال الثلاثية الأبعاد: يمكن أن تكون الأشكال الثلاثية الأبعاد أيضًا متماثلة.

**مفاهيم أساسية**

**التمائلات في الأشكال الثلاثية الأبعاد**

أضف إلى مطويتك

التمائل حول مستوى  
يكون الشكل الثلاثي الأبعاد متماثلاً حول مستوى،  
إذا أمكن تقسيمه بهذا المستوى إلى شكلين متطابقين،  
وفي هذه الحالة يسمى هذا المستوى (مستوى التماثل).

التمائل حول محور  
يكون الشكل الثلاثي الأبعاد متماثلاً حول محور،  
إذا أمكن تدويره حول هذا المحور بزاوية بين  $0^\circ$  و  $360^\circ$ ؛  
ليصبح كما كان في وضعه الأصلي.

**إرشادات للدراسة**

مستوى التماثل،  
هو المستوى الذي يقسم  
الشكل إلى نصفين  
متطابقين تمامًا، بحيث  
يكون كلٌّ منهما صورة  
للآخر.

**مثال 3 التماثل في الأشكال الثلاثية الأبعاد**

بيِّن ما إذا كان الشكل متماثلاً حول مستوى أو متماثلاً حول محور أو كلاهما أو غير ذلك في كلِّ ممَّا يأتي:

(a) مجسم على شكل حرف L متماثل حول مستوى

(b) منشور خماسي منتظم متماثل حول مستوى، ومتماثل حول محور

تحقق من فهمك

بيِّن ما إذا كان الشكل متماثلاً حول مستوى، أو متماثلاً حول محور، أو كلاهما، أو غير ذلك في كلِّ ممَّا يأتي:

(3A) كرة

(3B) قفاز

(3C) منشور مخروطي

(3D) رولر

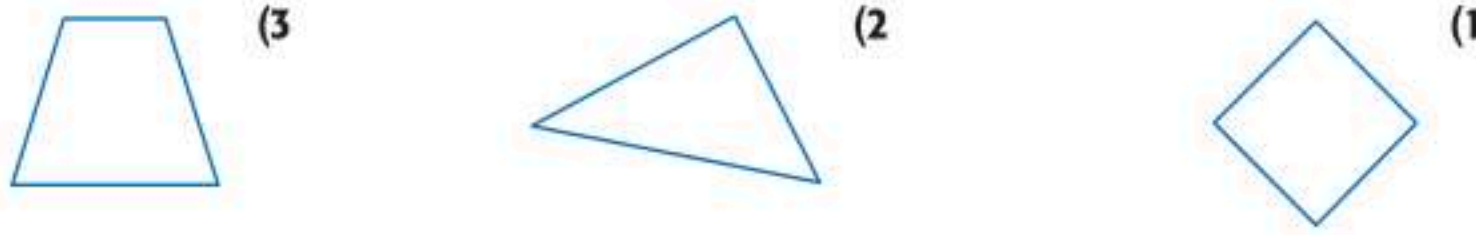
**مراجعة المفردات**

المنشور: مجسم متعدد السطوح له قاعدتان متطابقتان وأوجهه على شكل متوازي أضلاع.

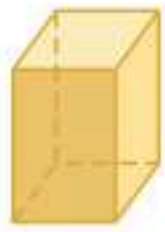
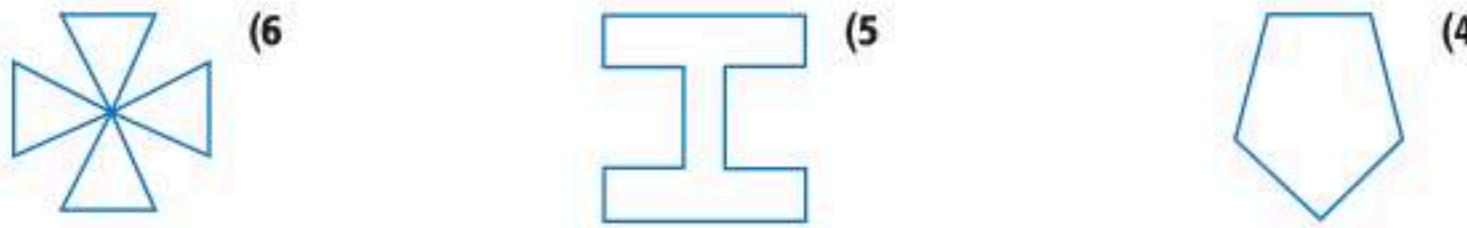




**المثال 1** بيّن ما إذا كان للشكل محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك، فارسم محاور التماثل جميعها، وحدّد عددها في كلِّ مما يأتي:



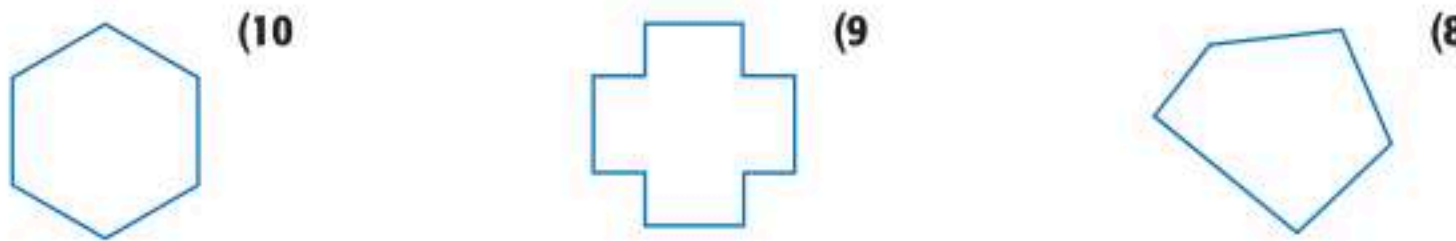
**المثال 2** بيّن ما إذا كان للشكل تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعَيّن مركز التماثل، وحدد رتبته ومقداره في كلِّ مما يأتي:



**المثال 3** (7) بيّن ما إذا كان الشكل المجاور متماثلاً حول مستوى أو حول محور أو كلاهما أو غير ذلك.

### تدرب وحل المسائل

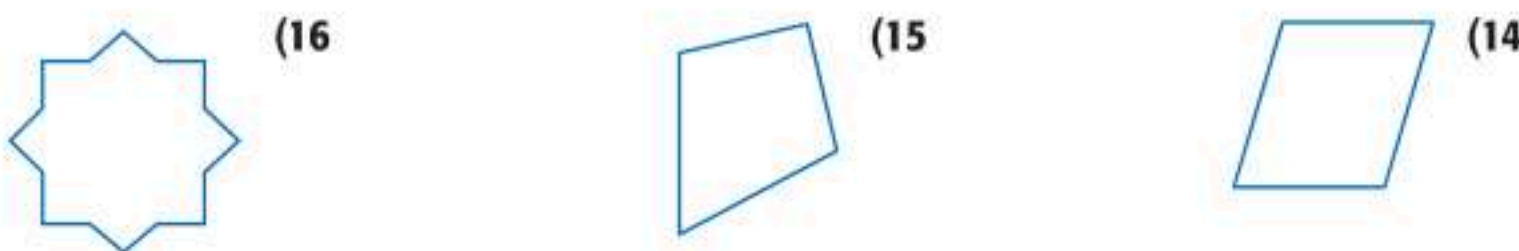
**المثال 1** بيّن ما إذا كان للشكل محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك، فارسم محاور التماثل جميعها، وحدّد عددها في كلِّ مما يأتي:



**أعلام:** بيّن ما إذا كان للعلم محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك، فارسم محاور التماثل جميعها، وحدّد عددها في كلِّ مما يأتي:



**المثال 2** بيّن ما إذا كان للشكل تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعَيّن مركز التماثل، وحدد رتبته ومقداره في كلِّ مما يأتي:



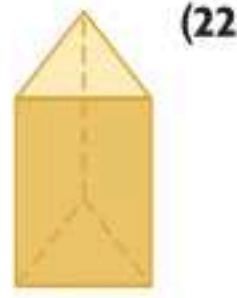
**إطارات:** بيّن ما إذا كان لصورة غطاء إطار السيارة تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فحدد رتبة التماثل ومقداره.



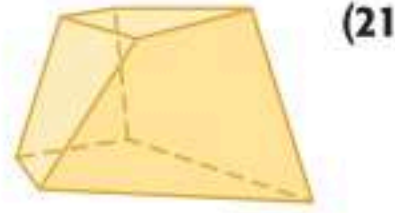


### المثال 3

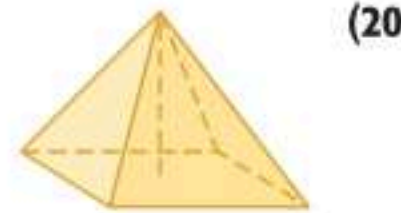
بيّن ما إذا كان الشكل متماثلاً حول مستوى أو متماثلاً حول محور أو كلاهما أو غير ذلك في كلٍّ ممّا يأتي:



(22)



(21)



(20)

**عبوات:** حدّد عدد مستويات التماثل الأفقية، ومستويات التماثل الرأسية لكلٍّ من العلب الآتية:



(25)



(24)



(23)

**هندسة إحدائية:** حدّد ما إذا كان للشكل المعطاة إحداثيات رؤوسه في كلٍّ من الأسئلة الآتية تماثل حول محور و/أو تماثل دوراني أم لا.

(26)  $A(-4, 0), B(0, 4), C(4, 0), D(0, -4)$

(27)  $R(-3, 3), S(-3, -3), T(3, 3)$

(28)  $F(0, -4), G(-3, -2), H(-3, 2), I(0, 4), K(3, 2), L(3, -2)$

**جبر:** مثل بيانياً كلّاً من الدوال الآتية، وحدّد ما إذا كان لتمثيلها البياني تماثل حول محور و/أو تماثل دوراني أم لا. وإذا كان كذلك، فحدّد رتبة التماثل ومقداره، واكتب معادلة كل محور تماثل.

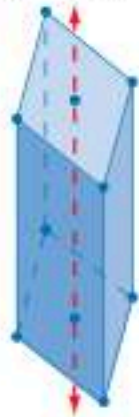
(29)  $y = x$

(30)  $y = x^2 + 1$

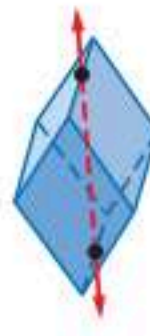
(31)  $y = -x^3$

حدّد ما إذا كانت البلورة متماثلةً حول مستوى أو متماثلةً حول محور في كلٍّ ممّا يأتي:

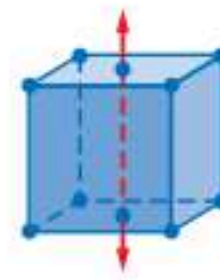
(34) منشور قائم قاعدته معين



(33) مجسم ذو ستة أوجه كل منها معين



(32) مكعب



### الربط مع الحياة

تعتمد الخصائص الفيزيائية للمادة الصلبة على ترتيب بلوراتها، فبلورات الألماس تأخذ شكل المكعب، وروابطها قوية جداً يصعب قطعها، وهذا ما يجعل الألماس مادةً قاسيةً جداً.

(35) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستقصي التماثل الدوراني في المضلعات المنتظمة .

(a) **هندسياً:** ارسم مثلثاً متطابق الأضلاع، وحدّد رتبة تماثله.

(b) **هندسياً:** كرّر العملية في الفرع a على مربع ومضلع خماسي منتظم ومضلع سداسي منتظم.

(c) **جدولياً:** نظم جدولاً يبين رتبة التماثل لكلٍّ من هذه المضلعات.

(d) **لفظياً:** ضع تخميناً حول رتبة التماثل لمضلع منتظم.





## مسائل مهارات التفكير العليا



(36) **اكتشف الخطأ:** يقول جمال: إن للشكل  $A$  تماثلاً حول محور فقط، في حين يقول ناصر: إن للشكل  $A$  تماثلاً دورانياً فقط. فهل أيٌّ منهما على صواب؟ برر إجابتك.

(37) **تحّد:** يوجد لشكل رباعي في المستوى الإحداثي محورا تماثل فقط هما:  $y = x - 1$  ,  $y = -x + 2$ . مثل محوري التماثل بيانياً ثم أوجد مجموعة من الإحداثيات الممكنة لرؤوس هذا الشكل ومثله بيانياً.

(38) **مسألة مفتوحة:** ارسم شكلاً له محور تماثل، ولكن ليس له تماثل دوراني. اشرح إجابتك.

(39) **اكتب:** بيّن أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين التماثل حول محور والتماثل الدوراني.

## تدريب على اختبار

(41) ما رتبة التماثل للشكل الآتي؟



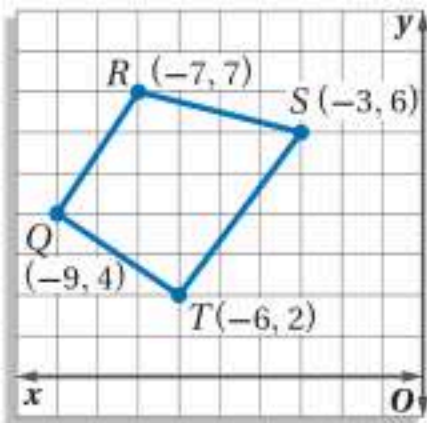
(40) إجابة قصيرة: ما عدد محاور التماثل التي يمكن رسمها في صورة علم مملكة البحرين؟



## مراجعة تراكمية

إحداثيات رؤوس المثلث  $JKL$  هي:  $J(1, 5)$ ,  $K(3, 1)$ ,  $L(5, 7)$ ، مثل بيانياً  $\triangle JKL$  وصورته الناتجة عن التحويل الهندسي المركب المحدد في كلٍّ من السؤالين الآتيين: (الدرس 7-4)

(42) إزاحة مقدارها 7 وحدات إلى اليسار ووحدة واحدة إلى أسفل ثم انعكاس حول المحور  $x$ .  
(43) إزاحة مقدارها وحدة واحدة إلى اليمين ووحدة واحدة إلى أعلى، ثم انعكاس حول المحور  $y$ .



(44) بيّن الشكل المجاور الشكل الرباعي  $QRST$  في المستوى الإحداثي، ما صورة النقطة  $R$  الناتجة عن دوران الشكل بزاوية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل؟ (الدرس 7-3)

## استعد للدرس اللاحق

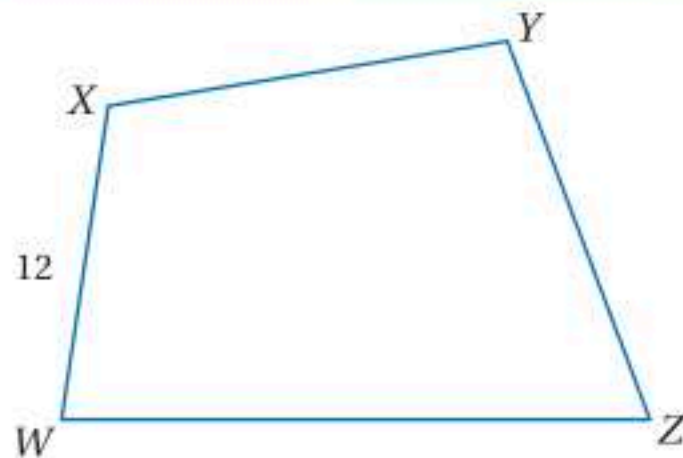
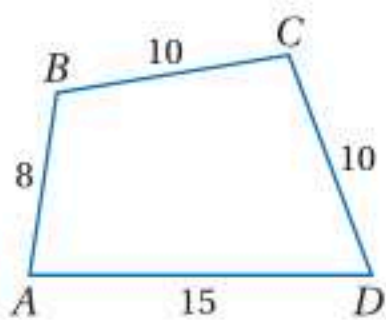
إذا كان  $ABCD \sim WXYZ$ ، فأوجد كلاً مما يلي:

(45) معامل تشابه  $ABCD$  إلى  $WXYZ$

(48)  $WZ$

(47)  $YZ$

(46)  $XY$





# التمدد Dilations

## لماذا؟

### فيما سبق:

درست رسم صورة ناتجة عن تكبير شكل أو تصغيره.

(مهارة سابقة)

### والآن:

- أرسم الصورة الناتجة عن التمدد باستخدام المسطرة.
- أرسم الصورة الناتجة عن التمدد في المستوى الإحداثي.

### المفردات:

التمدد

dilation

تحويل التشابه

similarity transformation

معامل مقياس التمدد

scale factor of dilation

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa

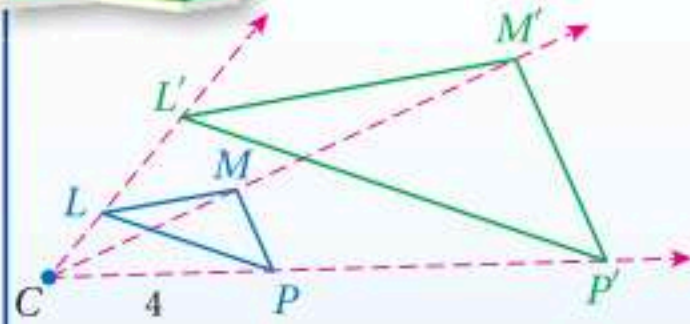


بينما يستعمل كثيرون آلات التصوير الرقمية، إلا أنه لا زال بعض المصوِّرين يفضلون استعمال الفيلم وآلات التصوير التقليدية لإنتاج مسودات الصور، ومن هذه المسودات يكون المصوِّرون صورًا بقياساتٍ مختلفة.

**رسم التمدد:** التمدد هو تحويل هندسي يكبر الشكل أو يصغره بنسبة محدّدة هي نسبة أحد أطوال الصورة إلى الطول المناظر لها في الشكل الأصلي. وتسمى هذه النسبة **معامل مقياس التمدد**. ولأن الصورة الناتجة عن التمدد تشبه الشكل الأصلي، فإن التمدد نوع من أنواع **تحويلات التشابه**. ويتم تحديد التمدد بمعرفة مركز التمدد ومعامله.

أضف إلى

مطوبتك



$$| \overline{CP'} | = 4(2.5) = 10$$

$\triangle L'M'P'$  هو صورة  $\triangle LMP$  الناتجة

عن التمدد الذي مركزه  $C$  ومعامله  $2.5$

### التمدد

### مفهوم أساسي

التمدد الذي مركزه  $C$  ومعامله هو العدد الموجب  $k$ ، حيث  $k \neq 1$ ، ينقل النقطة  $P$  في شكل ما إلى صورتها  $P'$ ، بحيث:

- إذا انطبقت النقطة  $P$  على مركز التمدد  $C$ ، فإن صورتها هي النقطة  $P$  نفسها.
- إذا لم تنطبق النقطة  $P$  على مركز التمدد  $C$ ، فإن صورتها  $P'$  تقع على  $\overline{CP}$ ، ويكون  $\overline{CP'} = k(\overline{CP})$ .

### رسم التمدد

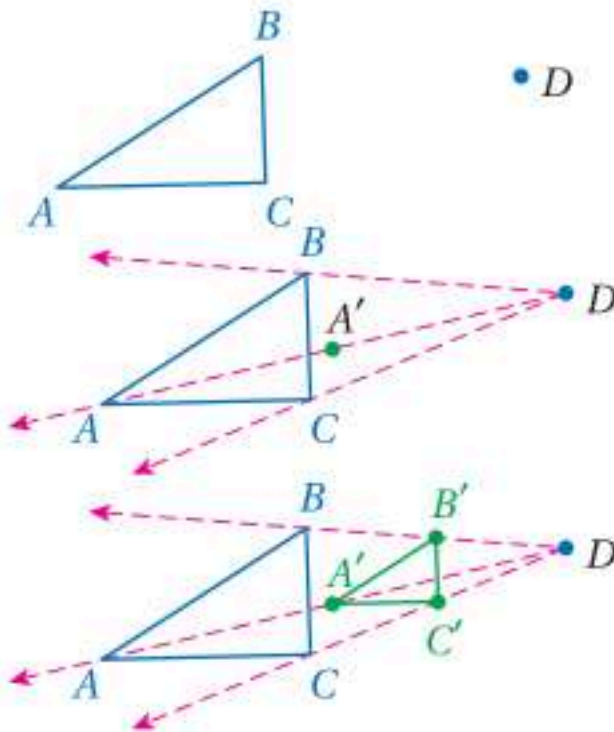
### مثال 1

استعمل مسطرة لرسم صورة  $\triangle ABC$  الناتجة عن التمدد الذي مركزه النقطة  $D$ ، ومعامله  $\frac{1}{2}$

**الخطوة 1:** ارسم من  $D$  أنصاف المستقيمات  $\overrightarrow{DA}$ ،  $\overrightarrow{DB}$ ،  $\overrightarrow{DC}$ .

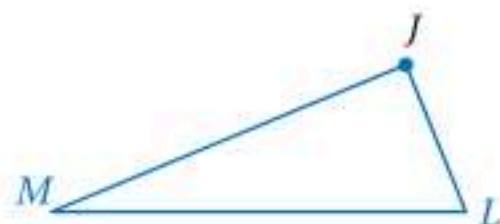
**الخطوة 2:** عيّن  $A'$  على  $\overrightarrow{DA}$ ، بحيث يكون  $DA' = \frac{1}{2} DA$ .

**الخطوة 3:** عيّن  $B'$  على  $\overrightarrow{DB}$  و  $C'$  على  $\overrightarrow{DC}$ . بالطريقة نفسها ثم ارسم  $\triangle A'B'C'$ .



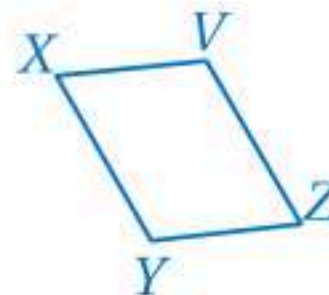
تحقق من فهمك

استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن التمدد الذي مركزه النقطة  $J$ ، ومعامله العدد  $k$  المحدد في كلٍّ مما يأتي:



$$k = 0.75 \quad (1B)$$

$J$



$$k = \frac{3}{2} \quad (1A)$$

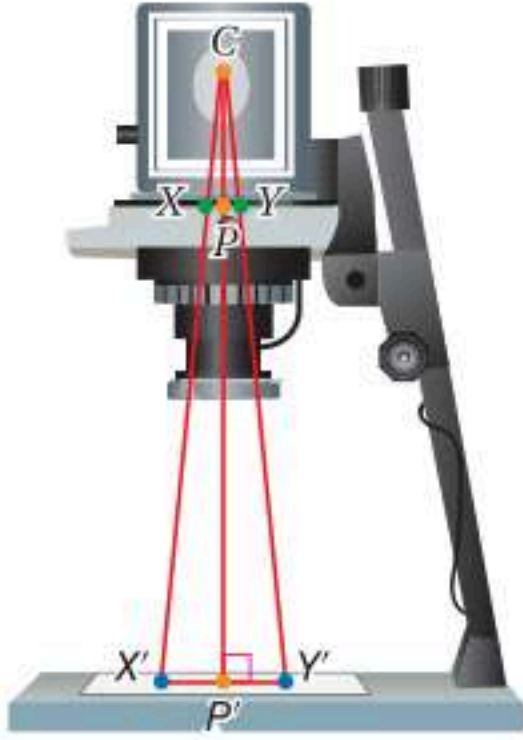


من تعريف معامل مقياس التمدد، نجد أنه إذا كان معامل مقياس التمدد  $k$  أكبر من 1، فإن أبعاد الصورة أكبر من الأبعاد المناظرة لها في الشكل الأصلي وعندها يكون التمدد تكبيراً. وإذا كان  $0 < k < 1$ ، فإن أبعاد الصورة تكون أصغر من الأبعاد المناظرة لها في الشكل الأصلي، وعندها يكون التمدد تصغيراً. وبما أن  $\frac{1}{2}$  يقع بين 0 و 1، فإن التمدد في المثال 1 تصغير.

ويسمى التمدد الذي معاملته 1 تمددًا مطابقًا؛ إذ يكون الشكل الأصلي وصورته متطابقين.

### إيجاد معامل مقياس التمدد

### مثال 2 من واقع الحياة



**تصوير:** لإنتاج صور مكبرة، يمكن أن تُعدّل المسافة بين مسودة الصورة والصورة المكبرة باستعمال جهاز تكبير الصور. افترض أن المسافة  $CP$  بين مصدر الضوء  $C$  ومسودة الصورة تساوي  $45 \text{ mm}$ ، ما المسافة  $PP'$  التي يلزم أن يُعدّل إليها جهاز تكبير الصور للحصول على صورة عرضها  $X'Y' = 22.75 \text{ cm}$  من مسودة عرضها  $XY = 35 \text{ mm}$ ؟

**افهم:** المعطيات: مركز التمدد  $C$ ،  $XY = 35 \text{ mm}$ ،  
 $X'Y' = 22.75 \text{ cm} = 227.5 \text{ mm}$   
 $CP = 45 \text{ mm}$

**المطلوب:** إيجاد  $PP'$ .

**خطط:** أوجد معامل مقياس التمدد من الشكل الأصلي  $XY$  إلى

الصورة  $X'Y'$ ، واستعمله لإيجاد  $CP'$ ، ثم استعمل  $CP$  وإيجاد  $PP'$ .

**حل:** معامل مقياس التمدد هو نسبة أحد أطوال الصورة إلى الطول المناظر له في الشكل الأصلي.

معامل مقياس تمدد الصورة

$$k = \frac{\text{طول الصورة}}{\text{طول الأصل}}$$

طول الصورة يساوي  $X'Y'$ ، وطول الأصل يساوي  $XY$

$$= \frac{X'Y'}{XY}$$

بالتعويض والقسمة

$$= \frac{227.5}{35} = 6.5$$

استعمل معامل مقياس التمدد لإيجاد  $CP'$ .

تعريف التمدد

$$CP' = k(CP)$$

$$k = 6.5, CP = 45$$

$$= 6.5(45)$$

بالضرب

$$= 292.5$$

استعمل  $CP$  و  $CP'$  لإيجاد  $PP'$ .

مسألة جمع القطع المستقيمة

$$CP + PP' = CP'$$

$$CP = 45, CP' = 292.5$$

$$45 + PP' = 292.5$$

بطرح 45 من الطرفين

$$PP' = 247.5$$

يجب أن يُعدّل جهاز تكبير الصور، بحيث تكون المسافة  $PP'$  بين المسودة والصورة المكبرة  $247.5 \text{ mm}$  أو  $24.75 \text{ cm}$

**تحقق:** بما أن هذا التمدد تكبير، إذن يجب أن يكون معاملته أكبر من 1، وبما أن  $6.5 > 1$ ،

فإن معامل مقياس التمدد معقول. ✓

### إرشادات لحل المسألة

استعمال التقدير:

لتجنب الأخطاء غير

المقصودة في حساباتك،

قدر إجابة السؤال

قبل الشروع في الحل.

يمكنك أن تقدر معامل

مقياس التمدد في

المثال 2 بحوالي  $\frac{240}{40}$

أو 6 وبذلك يكون  $CP'$

(50) أي 300 تقريباً.

ويكون  $PP'$

50 – 300 أي 250 mm

تقريباً، أو 25 cm،

والإجابة 24.7 cm

قريبة من الإجابة

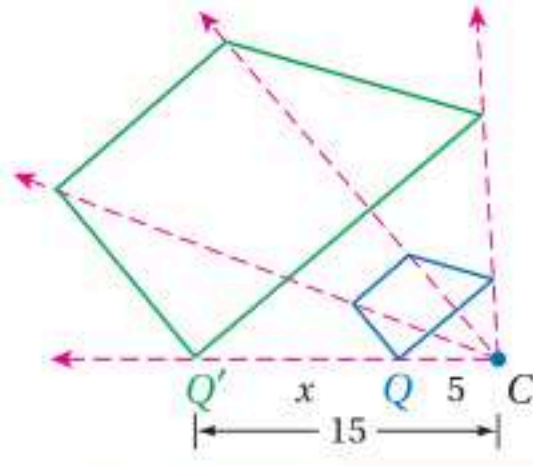
المقدرة؛ لذا فإن

الإجابة معقولة.





### تحقق من فهمك



2) حدّد ما إذا كان التمديد من الشكل  $Q$  إلى  $Q'$  تكبيرًا أم تصغيرًا، ثم أوجد معامل مقياس التمديد، وقيمة  $x$ .

### إرشادات للدراسة

معامل التمديد السالب،  
يمكن أن يكون  
معامل التمديد سالبًا،  
وستستقصي هذا النوع  
من التمديد في السؤال  
.26

التمديد في المستوى الإحداثي: يمكن أن تستعمل القاعدة الآتية لإيجاد إحداثيات الصورة الناتجة عن تمديد مركزه نقطة الأصل.

أضف إلى  
مطوبتك

### مفهوم أساسي

### التمديد في المستوى الإحداثي

**التعبير اللفظي:** لإيجاد إحداثيات الصورة الناتجة عن تمديد مركزه نقطة الأصل، اضرب الإحداثيين  $x, y$  لكل نقطة في الشكل الأصلي في معامل مقياس التمديد  $k$ .

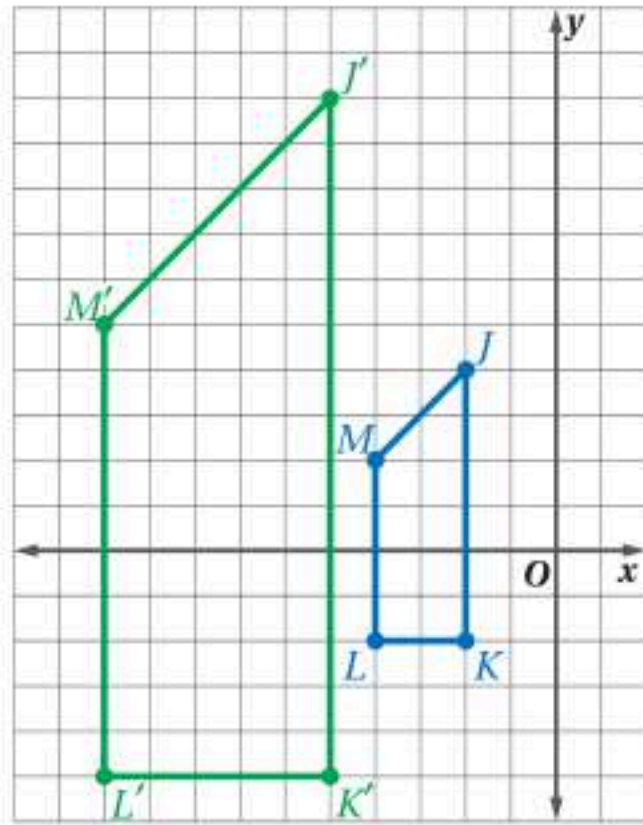
**الرموز:**  $(x, y) \rightarrow (kx, ky)$

**مثال:**

معامل التمديد: 2

### مثال 3 التمدد في المستوى الإحداثي

إحداثيات رؤوس الشكل الرباعي  $JKLM$  هي:  $J(-2, 4), K(-2, -2), L(-4, -2), M(-4, 2)$ . مثل بيانًا  $JKLM$  وصورته الناتجة عن تمديد مركزه نقطة الأصل، ومعامله 2.5 اضرب الإحداثيين  $x$  و  $y$  لكل رأس في معامل التمديد 2.5



$(x, y)$	$\rightarrow$	$(2.5x, 2.5y)$
$J(-2, 4)$	$\rightarrow$	$J'(-5, 10)$
$K(-2, -2)$	$\rightarrow$	$K'(-5, -5)$
$L(-4, -2)$	$\rightarrow$	$L'(-10, -5)$
$M(-4, 2)$	$\rightarrow$	$M'(-10, 5)$

مثل بيانًا  $JKLM$  وصورته  $J'K'L'M'$ .

### تحقق من فهمك

مثل المضلع المعطاة إحداثيات رؤوسه بيانًا، ثم مثل صورته الناتجة عن تمديد مركزه نقطة الأصل، ومعامله العدد  $k$  المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

3A  $k = \frac{1}{3}$ ;  $Q(0, 6), R(-6, -3), S(6, -3)$       3B  $k = 2$ ;  $A(2, 1), B(0, 3), C(-1, 2), D(0, 1)$



استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن تمدد مركزه النقطة  $M$  ومعامله العدد  $k$  المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

المثال 1

(1)  $k = \frac{1}{4}$

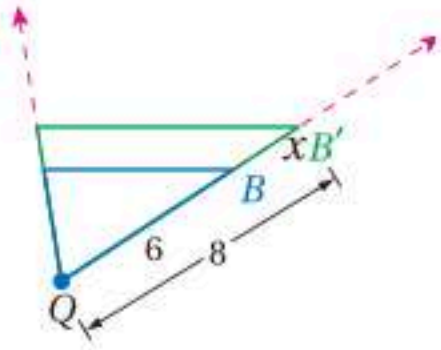


(2)  $k = 2$



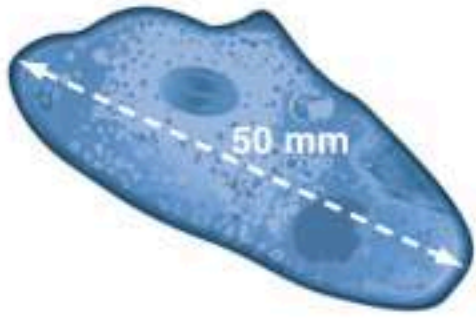
المثال 2

(3) حدّد ما إذا كان التمدد من الشكل  $B$  إلى الشكل  $B'$  تكبيرًا أم تصغيرًا، ثم أوجد معاملته وقيمة  $x$ .



المثال 3

(4) **أحياء:** طول مخلوق حيّ دقيق وحيد الخلية 200 ميكرون، ويظهر طوله تحت المجهر 50 mm، إذا كان 1000 ميكرون = 1 mm، فما قوة التكبير (معامل مقياس التمدد) المُستعملة؟ وضح إجابتك.



مثّل المضلع المعطاة إحداثيات رؤوسه بيانيًا، ثم مثل صورته الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل ومعامله العدد  $k$  المحدد في كل من الأسئلة الآتية:

(5)  $k = 1.5$  ؛  $W(0, 0)$ ,  $X(6, 6)$ ,  $Y(6, 0)$

(6)  $k = \frac{1}{2}$  ؛  $Q(-4, 4)$ ,  $R(-4, -4)$ ,  $S(4, -4)$ ,  $T(4, 4)$

(7)  $k = 2$  ؛  $A(-1, 4)$ ,  $B(2, 4)$ ,  $C(3, 2)$ ,  $D(-2, 2)$

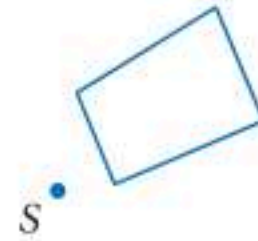
(8)  $k = \frac{3}{4}$  ؛  $J(-2, 0)$ ,  $K(2, 4)$ ,  $L(8, 0)$ ,  $M(2, -4)$

## تدرب وحل المسائل

استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن تمدد مركزه النقطة  $S$  ومعامله العدد  $k$  المحدد في كل من الأسئلة الآتية:

المثال 1

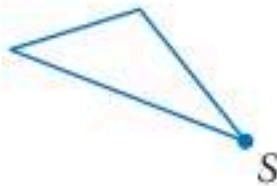
(9)  $k = \frac{5}{2}$



(10)  $k = \frac{1}{3}$



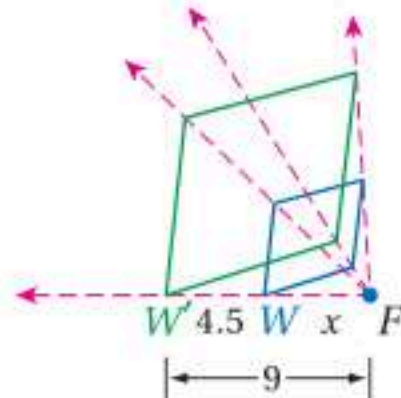
(11)  $k = 2.25$



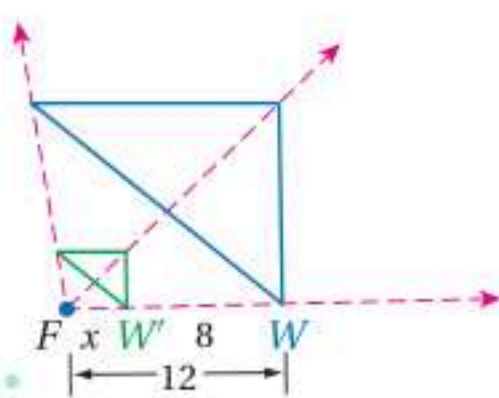
المثال 2

حدّد ما إذا كان التمدد من الشكل  $W$  إلى الشكل  $W'$  تكبيرًا أم تصغيرًا، ثم أوجد معاملته وقيمة  $x$ .

(12)

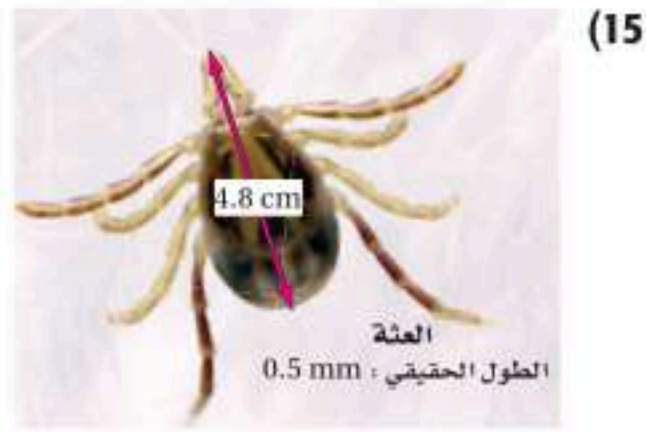


(13)





**حشرات:** طول كل من الحشرتين الآتيتين كما تُرى تحت المجهر مكتوب على الصورة. إذا علمت طول الحشرة الحقيقي، فأوجد قوة التكبير المُستعملة، ووضح إجابتك.



(15)



(14)

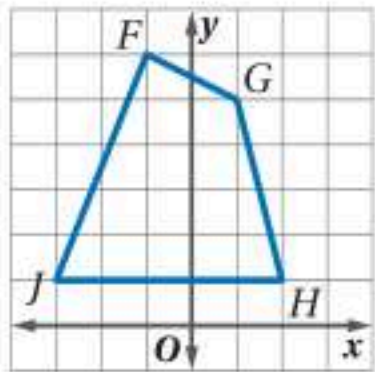
مثل بيانيًا المضلع وصورته الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل ومعامله العدد  $k$  المحدد في كل من الأسئلة الآتية:

(16)  $k = 0.5$  ؛  $J(-8, 0)$ ,  $K(-4, 4)$ ,  $L(-2, 0)$

(17)  $k = 0.75$  ؛  $D(4, 4)$ ,  $F(0, 0)$ ,  $G(8, 0)$

(18)  $k = 3$  ؛  $W(2, 2)$ ,  $X(2, 0)$ ,  $Y(0, 1)$ ,  $Z(1, 2)$

### المثال 3



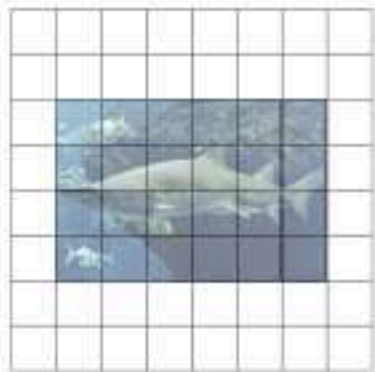
(19) **هندسة إحداثية:** استعمل التمثيل البياني للمضلع  $FGHI$  للإجابة عمًا يلي:

(a) مثل بيانيًا صورة  $FGHI$  الناتجة عن تمدد معامله  $\frac{1}{2}$  ومركزه نقطة الأصل، ثم انعكاس حول المحور  $y$ .

(b) نفذ التحويل المركب في الفرع a بعكس الترتيب.

(c) هل يؤثر ترتيب التحويلين الهندسيين هنا في الصورة النهائية؟

(d) هل يؤثر ترتيب تركيب التمدد والانعكاس في الصورة النهائية دائمًا أو أحيانًا أو أنه لا يؤثر عليها أبدًا؟



(20) **رسم:** يرسم سليمان صورة باستعمال طريقة المربعات، فيضع شبكة إحداثية

شفافة طول وحدتها  $\frac{1}{4}$  cm فوق صورة أبعادها  $4 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}$ ، ويضع

شبكة أخرى طول وحدتها  $\frac{1}{2}$  cm على ورقة رسم أبعادها  $8 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$ ،

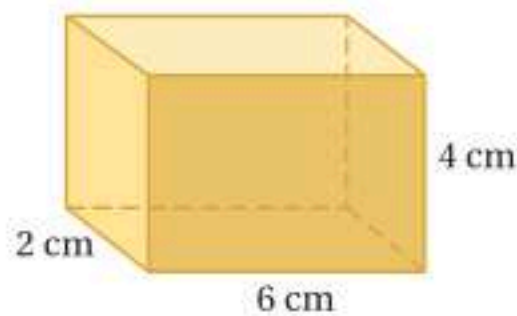
ثم يرسم ما يحويه كل مربع من الصورة في المربع المناظر له على ورقة الرسم.

(a) ما معامل مقياس هذا التمدد؟

(b) ما طول وحدة الشبكة التي يتعين عليه استعمالها لرسم صورة قياسها 10 أمثال قياس الصورة الأصلية؟

(c) كم تكون مساحة الرسم الناتج عن صورة أبعادها  $5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$  عند استعمال شبكة وحدتها  $2 \text{ cm}$  على

لوحة الرسم؟



(21) **تغيير الأبعاد:** يمكن إجراء تمدد على الأشكال الثلاثية الأبعاد أيضًا.

(a) أوجد مساحة سطح المنشور المجاور وحجمه.

(b) أوجد مساحة سطح المنشور الناتج عن تمدد معامله 2، وأوجد حجمه.

(c) أوجد مساحة سطح المنشور الناتج عن تمدد معامله  $\frac{1}{2}$ ، وأوجد حجمه.

(d) أوجد نسبة مساحة سطح المنشور الناتج عن كل تمدد إلى مساحة سطح المنشور الأصلي، ثم أوجد نسبة

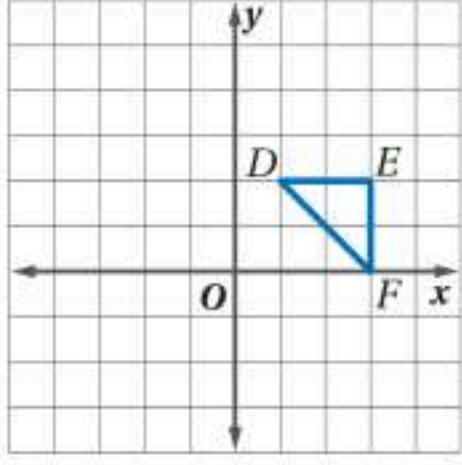
حجم المنشور الناتج عن كل تمدد إلى حجم المنشور الأصلي.

(e) ضع تخمينًا حول أثر التمدد ذي المعامل الموجب في مساحة سطح المنشور وفي حجمه.





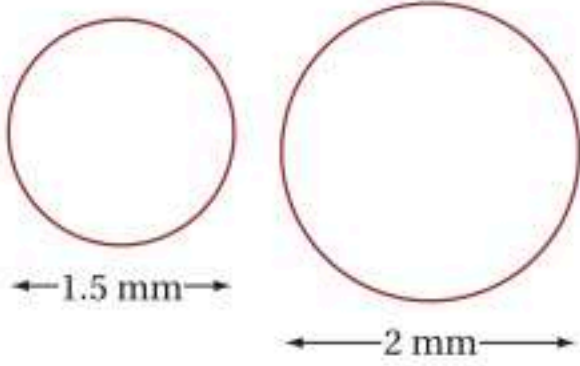
(22) **هندسة إحداثية:** استعمل التمثيل البياني المجاور للإجابة عما يأتي:



(a) مثل بيانياً صورة  $\triangle DEF$  الناتجة عن تمدد مركزه النقطة  $D$  ومعامله 3

(b) عبّر عن هذا التمدد بتركيب تحويلين هندسيين، أحدهما تمدد مركزه نقطة الأصل ومعامله 3

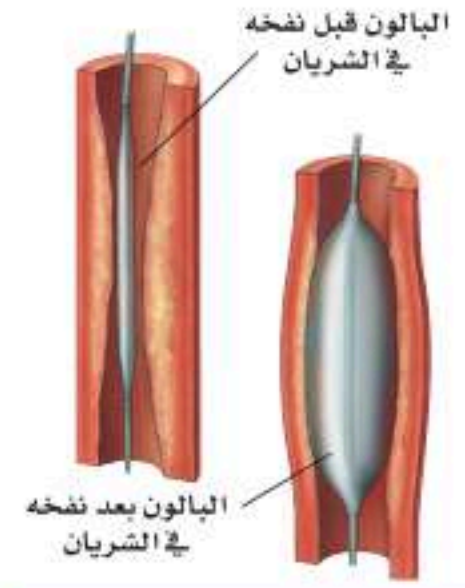
(23) **صحة:** استعمل فقرة الربط مع الحياة المجاورة للإجابة عن السؤالين الآتيين:



(a) ينفخ الطبيب بالون القسطرة في الشريان التاجي للمريض مكبراً البالون كما يتضح في الشكل المجاور. أوجد معامل هذا التمدد.

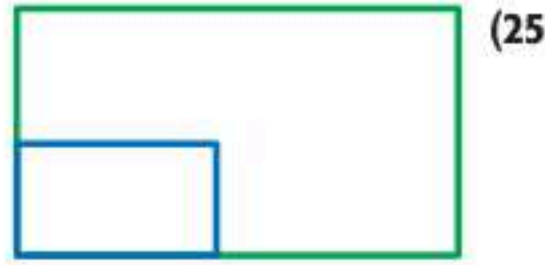
(b) أوجد مساحة المقطع العرضي للبالون قبل النفخ وبعده.

أعطي في كل من السؤالين الآتيين الشكل الأصلي وصورته الناتجة عن تمدد مركزه النقطة  $P$ ، عيّن موقع النقطة  $P$ ، وأجد معامل مقياس التمدد.



#### الربط مع الحياة

عندما يضيق الشريان التاجي الذي ينقل الدم إلى القلب بسبب تراكم الكوليسترول، يمكن توسيعه باستعمال أنبوب أجوف مرن في نهايته بالون صغير، وتسمى هذه العملية قسطرة البالون.



(26) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستقصي التمدد الذي مركزه نقطة الأصل ومعامله سالب.

(a) هندسياً: مثل بيانياً  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه  $A(-2, 0)$ ,  $B(2, -4)$ ,  $C(4, 2)$ . ثم ارسم صورته الناتجة عن تمدد مركزه نقط الأصل ومعامله  $-2$

(b) هندسياً: ارسم صورة المثلث الناتجة عن تمدد معامله  $-\frac{1}{2}$ ، وآخر معامله  $-3$

(c) جدولياً: اكتب إحداثيات صورة المثلث الناتجة عن كل تمدد في جدول.

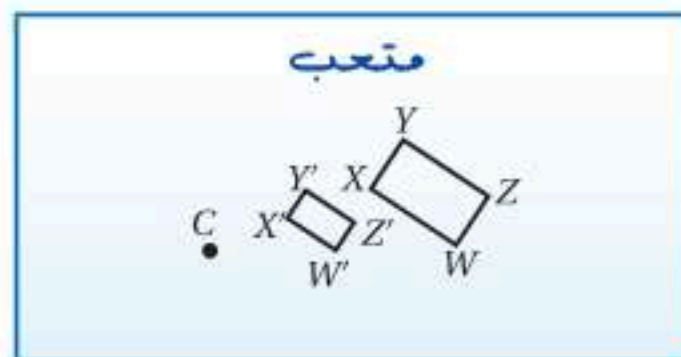
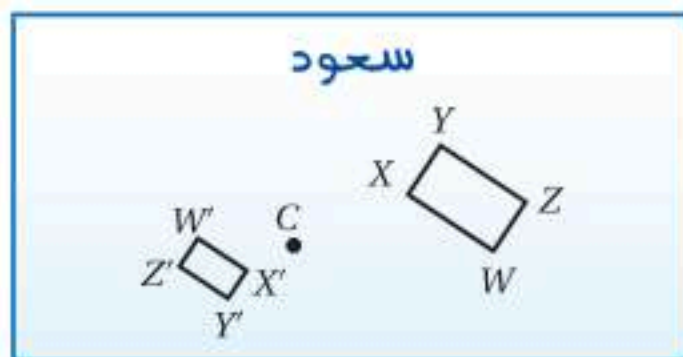
(d) لفضياً: ضع تخميناً حول قاعدة التمدد الذي مركزه نقطة الأصل ومعامله سالب.

(e) تحليلياً: اكتب قاعدة التمدد الذي مركزه نقطة الأصل ومعامله  $-k$ .

(f) لفضياً: عبّر عن التمدد الذي مركزه نقطة الأصل ومعامله سالب بتحويل هندسي مركب.

### مسائل مهارات التفكير العليا

(27) **اكتشف الخطأ:** يحاول كل من متعب وسعود أن يصف تأثير القيمة السالبة لمعامل مقياس التمدد في صورة الشكل الرباعي  $WXYZ$ ، فأيهما تفسيره صحيح؟ اشرح تبريرك.



(28) **تحذّر:** أوجد معادلة صورة المستقيم  $y = 4x - 2$  الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل ومعامله 1.5

(29) **اكتب:** هل تحفظ التحويلات الهندسية جميعها التوازي والاستقامة؟ اشرح إجابتك.



(30) **مسألة مفتوحة:** ارسم مثلثاً في المستوى الإحداثي، ثم كبره بحيث تصبح مساحة صورته الناتجة عن التمدد أربعة أمثال مساحته الأصلية، وحدد معامل مقياس التمدد ومركزه.

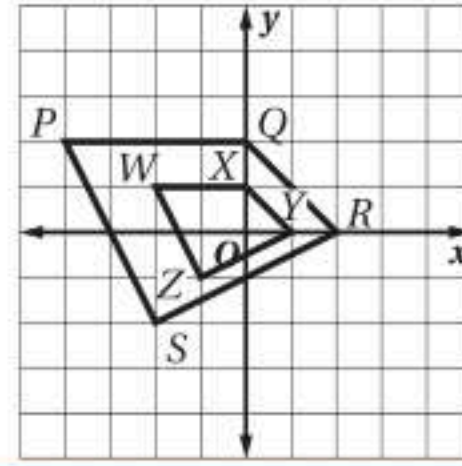
(31) **اكتب:** حدّد التحويلات الهندسية التي تكون نتيجتها مطابقة للشكل الأصلي، وتلك التي تكون نتيجتها مشابهة للشكل الأصلي، وتلك التي تكون نتيجتها الشكل الأصلي نفسه. اشرح إجابتك.

### تدريب على اختبار

(33) يرسم توفيق نسخة من لوحة فنية معروضة في متحف فني. إذا كان عرض اللوحة 3 ft، وطولها 6 ft، وقرر أن يستعمل معامل مقياس تمدد قدره 0.25، فما أبعاد ورقة الرسم بالبوصات المناسبة لإنجاز رسمه؟

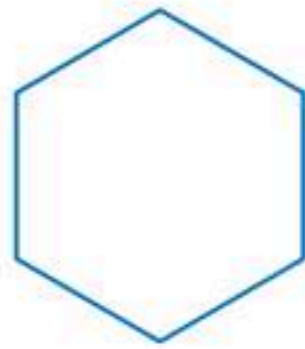
- 6 in × 12 in **C**      4 in × 8 in **A**  
10 in × 20 in **D**      8 in × 16 in **B**

(32) ما معامل مقياس التمدد من الشكل PQRS إلى الشكل WXYZ؟

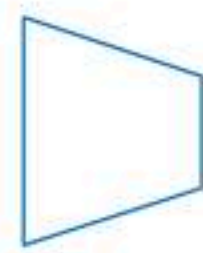


### مراجعة تراكمية

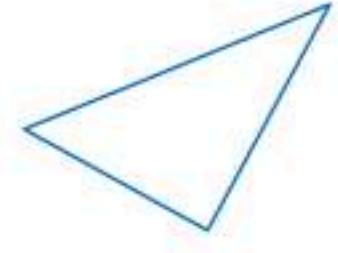
بيّن ما إذا كان للشكل محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها في كلِّ ممّا يأتي: (الدرس 7-5)



(36)

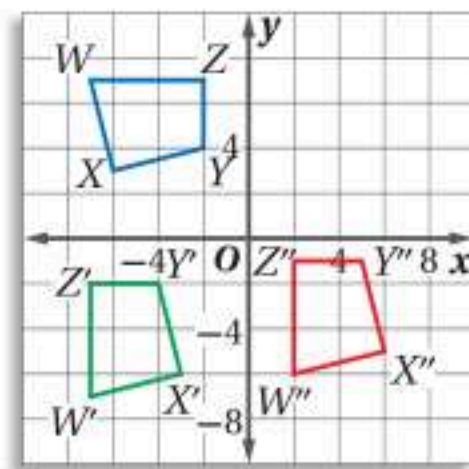


(35)

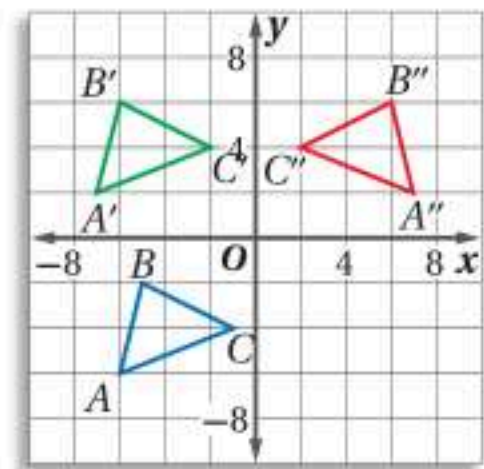


(34)

صِف التحويل الهندسي المركب الذي ينقل الشكل إلى صورته النهائية في كلِّ من السؤالين الآتيين: (الدرس 7-4)



(38)



(37)

### استعد للدرس اللاحق

أوجد قيمة  $x$  في كلِّ من الأسئلة الآتية:

$$\frac{336.4}{x} = \pi \quad (42)$$

$$228.4 = \pi x \quad (41)$$

$$\frac{108.6}{\pi} = x \quad (40)$$

$$58.9 = 2x \quad (39)$$





### مفردات أساسية

محور الانعكاس (ص. 390)	مركز التماثل (ص. 427)
مركز الدوران (ص. 405)	رتبة التماثل (ص. 427)
زاوية الدوران (ص. 405)	مقدار التماثل (ص. 427)
التحويل الهندسي المركب (ص. 413)	التماثل حول مستوى (ص. 428)
التماثل (ص. 426)	التماثل حول محور (الأشكال الثلاثية الأبعاد) (ص. 428)
التماثل حول محور (الأشكال الثنائية الأبعاد) (ص. 426)	التمدد (ص. 432)
محور التماثل (ص. 426)	تحويل التشابه (ص. 432)
التماثل الدوراني (ص. 427)	معامل مقياس التمدد (ص. 432)

### اختبار المفردات

اختر المفردة التي تجعل الجملة صحيحة:

- عند إجراء تحويل هندسي على شكل ما، ثم إجراء تحويل هندسي آخر على صورته، فإن هذه العملية تسمى (تحويلًا هندسيًا مركبًا، رتبة الدوران).
- إذا طوي شكل حول خطٍ مستقيم، وانطبق نصفاه أحدهما على الآخر تمامًا، فإن خط الطي يسمى (محور الانعكاس، محور التماثل).
- التحويل الهندسي الذي يكبر الشكل أو يصغره بنسبة محددة هو (التمدد، الدوران).
- يُطلق على عدد المرات التي ينطبق فيها الشكل على نفسه في أثناء تدويره من  $0^\circ$  إلى  $360^\circ$  اسم (مقدار التماثل، رتبة التماثل).
- يبعد (محور الانعكاس، مركز التمدد) المسافة نفسها عن كل نقطة في الشكل وصورته.
- يكون الشكل (تحويلًا هندسيًا مركبًا، متماثلاً) إذا وجد انعكاس أو إزاحة أو دوران أو تركيب إزاحة وانعكاس ينتج عنه صورة منطبقة على الشكل نفسه.
- يمكن تمثيل (الإزاحة، الدوران) بتركيب انعكاسين متتابعين حول مستقيمين متقاطعين.
- لتدوير نقطة ما بزاوية  $(90^\circ, 180^\circ)$  عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل، اضرب الإحداثي  $y$  في  $-1$ ، وبدل الإحداثيين  $x, y$ .
- (التمدد، الانعكاس) هو تحويل تطابق.
- يكون للشكل (محور تماثل، تماثل دوراني) إذا كانت صورته الناتجة عن دوران حول مركزه بزاوية بين  $0^\circ$  و  $360^\circ$  هي الشكل نفسه.

### ملخص الفصل

#### المفاهيم الأساسية

##### الانعكاس (الدرس 7-1)

- الانعكاس هو تحويل هندسي يقلب الشكل حول مستقيم يُسمى محور الانعكاس.

##### الإزاحة (الانسحاب) (الدرس 7-2)

- الإزاحة (الانسحاب) هي تحويل هندسي ينقل نقاط الشكل جميعها المسافة نفسها وفي الاتجاه نفسه.

##### الدوران (الدرس 7-3)

- يحرّك الدوران كل نقطة في الشكل الأصلي بزاوية محددة وفي اتجاه محدد حول نقطة ثابتة.

##### تركيب التحويلات الهندسية (الدرس 7-4)

- يمكن تمثيل الإزاحة بتركيب انعكاسين متتابعين حول مستقيمين متوازيين، ويمكن تمثيل الدوران بتركيب انعكاسين متتابعين حول مستقيمين متقاطعين.

##### التماثل (الدرس 7-5)

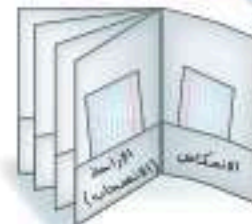
- التماثل: يكون الشكل مُمَثَلًا إذا وُجد انعكاس أو إزاحة أو دوران أو تركيب إزاحة وانعكاس ينتج عنه صورة منطبقة على الشكل نفسه.
- رتبة التماثل هي عدد المرات التي تنطبق فيها صورة الشكل على الشكل نفسه في أثناء تدويره من  $0^\circ$  إلى  $360^\circ$ .
- مقدار التماثل هو قياس أصغر زاوية يدور بها الشكل حتى ينطبق على نفسه.

##### التمدد (الدرس 7-6)

- يكبر التمدد الشكل أو يصغره بنسبة محددة.

### منظم أفكار

### المطويات



تأكد من أن المفاهيم الأساسية مدونة في مطويتك.



مراجعة الدروس

7-1 الانعكاس (ص 390-397)

مثال 1

مثّل بيانيًا  $\triangle JKL$  الذي إحداثيات رؤوسه:  
 $J(1, 4), K(2, 1), L(6, 2)$ ، ومثّل صورته بالانعكاس حول المحور  $x$ .

اضرب الإحداثي  $y$  لكل رأس في  $-1$

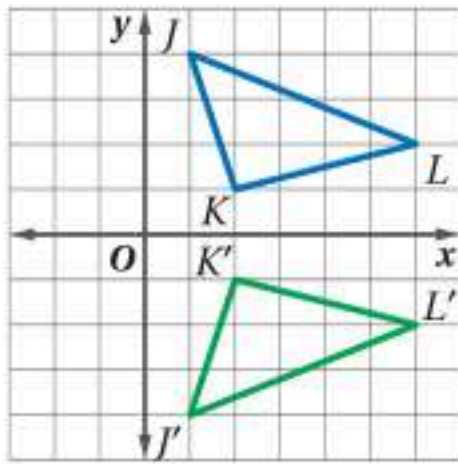
$$(x, y) \rightarrow (x, -y)$$

$$J(1, 4) \rightarrow J'(1, -4)$$

$$K(2, 1) \rightarrow K'(2, -1)$$

$$L(6, 2) \rightarrow L'(6, -2)$$

ثم مثّل بيانيًا  $\triangle JKL$   
وصورته  $\triangle J'K'L'$ .



مثّل بيانيًا كل شكل مما يأتي وصورته بالانعكاس المحدد.

11) المستطيل  $ABCD$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$A(2, -4), B(4, -6), C(7, -3), D(5, -1)$$

الانعكاس حول المحور  $x$ .

12) المثلث  $XYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$X(-1, 1), Y(-1, -2), Z(3, -3)$$

المحور  $y$ .

13) الشكل الرباعي  $QRST$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$Q(-4, -1), R(-1, 2), S(2, 2), T(0, -4)$$

بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

14) فن: يصنع عامر منحوتتين ليضعهما على جانبي ممر في حديقة منزله، بحيث تكون إحداهما انعكاسًا للأخرى حول المستقيم الذي يقسم هذا الممر طولياً إلى نصفين. انسخ الشكل في دفترك، وارسم محور الانعكاس.



7-2 الإزاحة (الانسحاب) (ص 398-403)

مثال 2

مثّل بيانيًا  $\triangle XYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  
 $X(2, 2), Y(5, 5), Z(5, 3)$ ، وارسم صورته الناتجة عن إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليسار و 5 وحدات إلى أسفل. يمكن تمثيل هذه الإزاحة بالقاعدة  $(x, y) \rightarrow (x-3, y-5)$ .

أوجد صورة كل رأس.

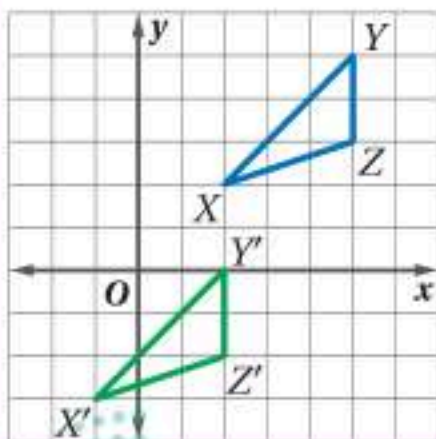
$$(x, y) \rightarrow (x-3, y-5)$$

$$X(2, 2) \rightarrow X'(-1, -3)$$

$$Y(5, 5) \rightarrow Y'(2, 0)$$

$$Z(5, 3) \rightarrow Z'(2, -2)$$

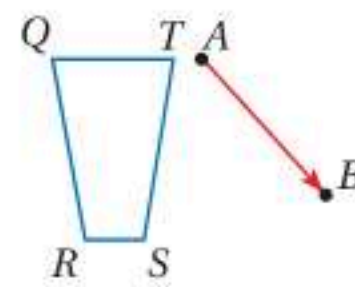
ثم مثّل بيانيًا  $\triangle XYZ$   
وصورته  $\triangle X'Y'Z'$ .



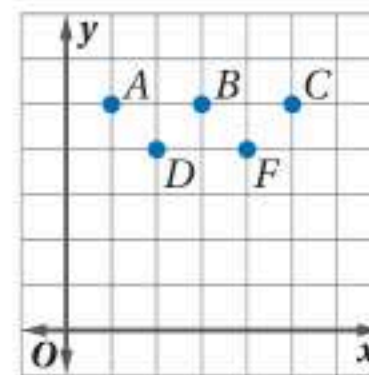
15) مثّل بيانيًا  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$A(0, -1), B(2, 0), C(3, -3)$$

عن إزاحة مقدارها 5 وحدات إلى اليسار و 4 وحدات إلى أعلى.



16) انقل إلى دفترك الشكل المجاور ثم ارسم صورة الشكل  $QRST$  الناتجة عن الإزاحة التي تنقل  $A$  إلى  $B$ .



17) يمثل الشكل المجاور مواقع 5 لاعبين في ملعب، تحرك كل من اللاعبين  $B, F, C$  وحدتين إلى أسفل، في حين تحرك اللاعب  $A$  خمس وحدات إلى اليمين ووحدة واحدة إلى أسفل. ارسم المواقع النهائية للاعبين.

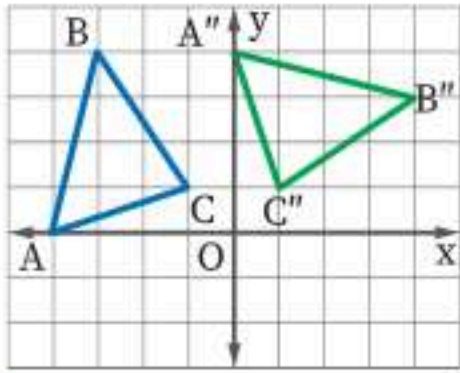


## مثال 3

مثّل بيانياً  $\triangle ABC$  وصورته الناتجة عن دوران بزواوية  $270^\circ$  حول نقطة الأصل، حيث:  $A(-4, 0)$ ,  $B(-3, 4)$ ,  $C(-1, 1)$ .  
إحدى طرائق حل هذه المسألة هي إجراء دوران بزواوية  $180^\circ$ ، ثم دوران آخر بزواوية  $90^\circ$ ؛ لذا اضرب الإحداثيين  $x, y$  في  $-1$

$$\begin{aligned}(x, y) &\rightarrow (-x, -y) \\ A(-4, 0) &\rightarrow A'(4, 0) \\ B(-3, 4) &\rightarrow B'(3, -4) \\ C(-1, 1) &\rightarrow C'(1, -1)\end{aligned}$$

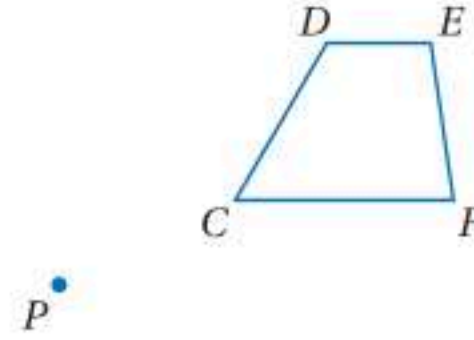
ثم اضرب الإحداثي  $y$  لكل رأس في  $-1$ ، وبدّل موقعي الإحداثيين  $x, y$ .



$$\begin{aligned}(x, y) &\rightarrow (-y, x) \\ A'(4, 0) &\rightarrow A''(0, 4) \\ B'(3, -4) &\rightarrow B''(4, 3) \\ C'(1, -1) &\rightarrow C''(1, 1)\end{aligned}$$

ثم مثّل بيانياً  $\triangle ABC$  وصورته  $\triangle A''B''C''$ .

18 استعمال منقلّة ومسطرة لرسم صورة  $CDEF$  الناتجة عن دوران بزواوية  $50^\circ$  حول النقطة  $P$ .



مثّل بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن الدوران بالزواوية المحددة حول نقطة الأصل في كلِّ ممّا يأتي:

19  $\triangle MNO$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $M(-2, 2)$ ,  $N(0, -2)$ ,  $O(1, 0)$  بزواوية  $180^\circ$

20  $\triangle DGF$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $D(1, 2)$ ,  $G(2, 3)$ ,  $F(1, 3)$  بزواوية  $90^\circ$

## مثال 4

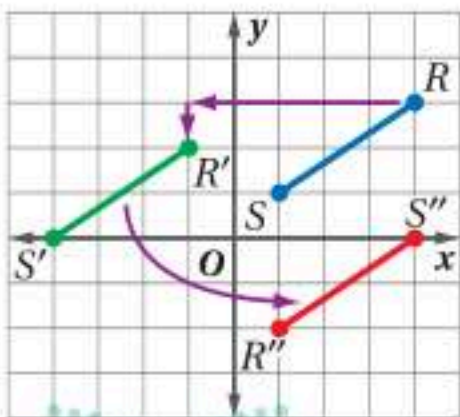
إحداثيات طرفي  $\overline{RS}$  هما  $R(4, 3)$ ,  $S(1, 1)$ .  
مثّل بيانياً  $\overline{RS}$  وصورتها الناتجة عن إزاحة مقدارها 5 وحدات إلى اليسار ووحدة واحدة إلى أسفل، ثم دوران حول نقطة الأصل بزواوية  $180^\circ$

**الخطوة 1:** يمكن التعبير عن الإزاحة بالقاعدة  $(x, y) \rightarrow (x-5, y-1)$

$$\begin{aligned}(x, y) &\rightarrow (x-5, y-1) \\ R(4, 3) &\rightarrow R'(-1, 2) \\ S(1, 1) &\rightarrow S'(-4, 0)\end{aligned}$$

**الخطوة 2:** الدوران حول نقطة الأصل بزواوية  $180^\circ$

$$\begin{aligned}(x, y) &\rightarrow (-x, -y) \\ R'(-1, 2) &\rightarrow R''(1, -2) \\ S'(-4, 0) &\rightarrow S''(4, 0)\end{aligned}$$



**الخطوة 3:** مثّل بيانياً  $\overline{RS}$  وصورتها  $\overline{R''S''}$ .

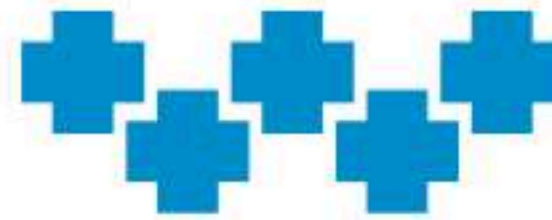
## 7-4 تركيب التحويلات الهندسية (ص 413-420)

مثّل بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن التحويل الهندسي المركب المحدد في كلِّ ممّا يأتي:

21  $\overline{CD}$ ، حيث  $C(3, 2)$ ,  $D(1, 4)$ ، انعكاس حول المستقيم  $y = x$ ، ثم دوران  $270^\circ$  حول نقطة الأصل.

22  $\overline{GH}$ ، حيث  $G(-2, -3)$ ,  $H(1, 1)$ ، إزاحة مقدارها 4 وحدات إلى اليمين ووحدة واحدة إلى أعلى، ثم انعكاس حول المحور  $x$ .

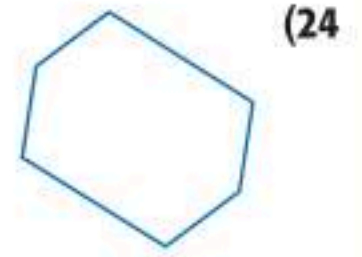
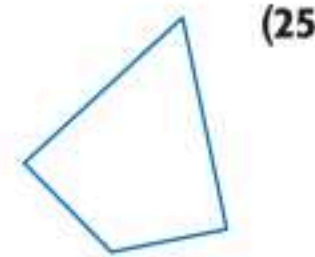
23 **أنماط:** كوّن عبد السلام النمط الآتي لإطار لوحة، صِف تركيب التحويلات الهندسية الذي استعمله لتكوين هذا النمط.



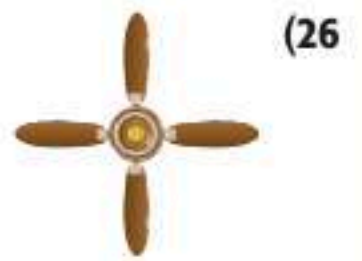
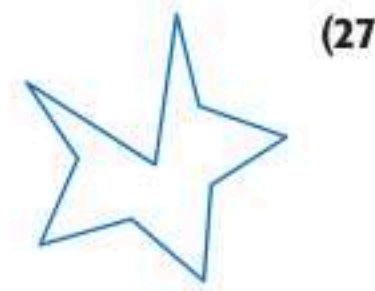


7-5 التماثل (ص 426-431)

بيّن ما إذا كان للشكل محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك، فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها.



بيّن ما إذا كان للشكل تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعين مركز التماثل، وحدد رتبته ومقداره في كلّ ممّا يأتي:



مثال 5

بيّن ما إذا كان الشكل الآتي متماثلاً حول مستوى أو حول محور أو كلاهما أو غير ذلك .

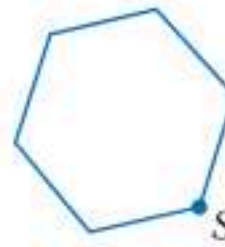


المصباح متماثل حول مستوى، وكذلك حول محور.

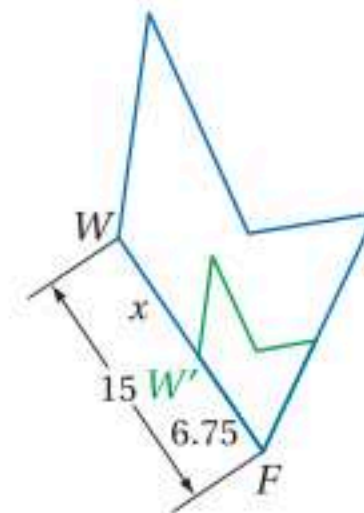


7-6 التمدد (ص 432-438)

(28) استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن تمدد مركزه  $S$  ومعامله  $k = 1.25$ .



(29) حدد ما إذا كان التمدد من الشكل  $W$  إلى  $W'$  تكبيراً أم تصغيراً، ثم أوجد معامل مقياس التمدد وقيمة  $x$ .



(30) **نوادٍ علمية:** استعمل أعضاء نادي الرياضيات جهاز العرض لرسم لوحة على الجدار، إذا كان عرض اللوحة الأصلية 6 in، وعرض صورتها على الجدار 4 ft، فما معامل التكبير؟

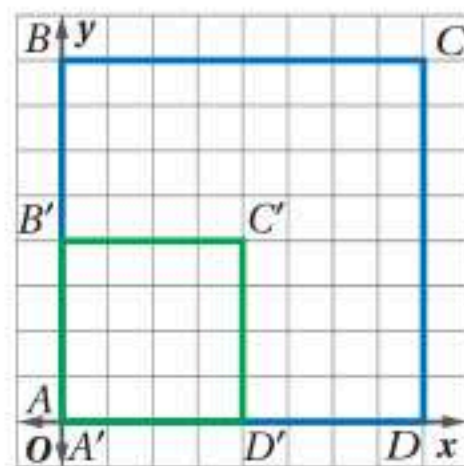
مثال 6

مثل بيانياً الشكل  $ABCD$  وصورته الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل ومعامله 0.5، إذا كانت:  $A(0, 0)$ ,  $B(0, 8)$ ,  $C(8, 8)$ ,  $D(8, 0)$ .

اضرب الإحداثيين  $x, y$  لكل رأس في معامل مقياس التمدد 0.5

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (0.5x, 0.5y) \\ A(0, 0) &\rightarrow A'(0, 0) \\ B(0, 8) &\rightarrow B'(0, 4) \\ C(8, 8) &\rightarrow C'(4, 4) \\ D(8, 0) &\rightarrow D'(4, 0) \end{aligned}$$

مثل  $ABCD$  وصورته  $A'B'C'D'$  بيانياً.





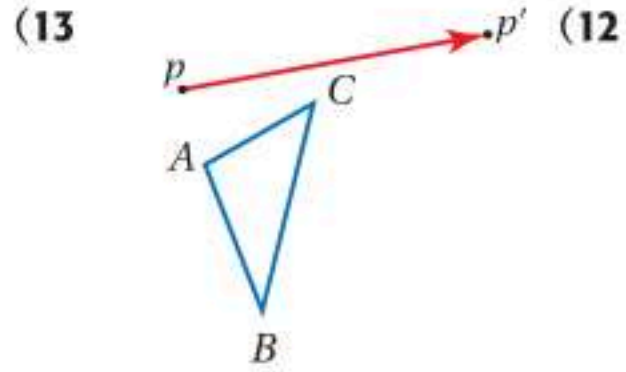
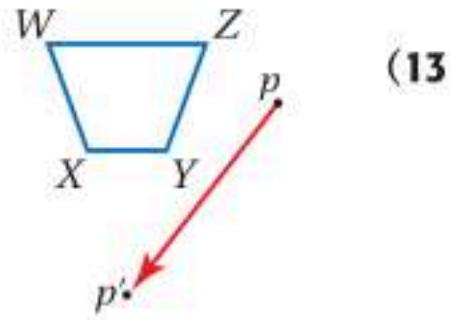
مثل بياناً الشكل وصورته الناتجة عن التحويل الهندسي المحدد في كلِّ ممَّا يأتي:

(9)  $\square FGHI$ ، حيث:  $F(-1, 4), G(4, 4), H(3, 1), I(-2, 1)$ ؛ انعكاس حول المحور  $x$ .

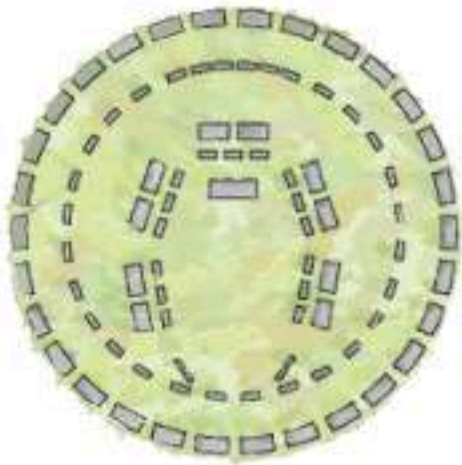
(10)  $\triangle ABC$ ، حيث:  $A(0, -1), B(2, 0), C(3, -3)$ ؛ إزاحة مقدارها 5 وحدات إلى اليسار و 4 وحدات إلى أعلى.

(11) الشكل الرباعي  $WXYZ$ ، حيث:  $W(2, 3), X(1, 1), Y(3, 0), Z(5, 2)$ ؛ دوران بزاوية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل.

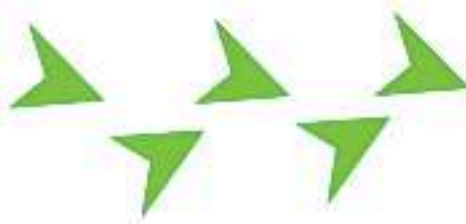
ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل  $P$  إلى  $P'$  في كلِّ من السؤالين الآتيين:



(14) آثار: بيّن الشكل الآتي مخطط موقع أثري، فما رتبة تماثل الحلقة الخارجية؟ وما مقداره؟

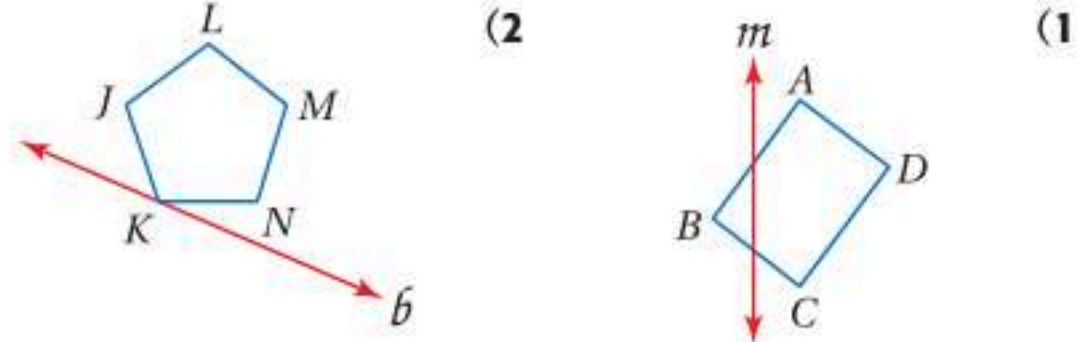


(15) اختيار من متعدد: ما التحويل الهندسي أو تركيب التحويلات الهندسية الذي يمثله الشكل الآتي؟

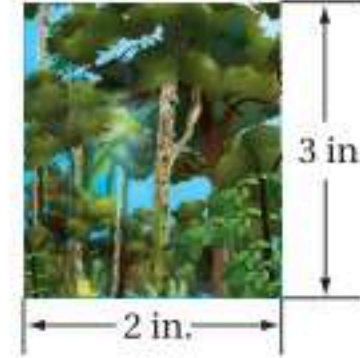


- A تمدد  
B إزاحة ثم انعكاس  
C دوران  
D إزاحة

ارسم صورة كلِّ من الشكلين الآتيين بالانعكاس حول المستقيم المُعطى:



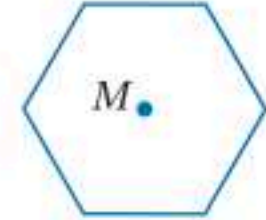
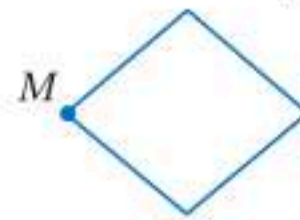
(3) **حداثق:** يريد فؤاد أن يكبر الصورة الآتية للحديقة؛ لتصبح أبعادها 4 in في 6 in، مستعملاً آلة نسخ تكبير الصورة حتى 150% فقط وبنسب على شكل أعداد كلية، أوجد نسبتين على شكل عددين كليين يمكن استعمالهما لتكبير الصورة، بحيث تصبح أبعادها أقرب ما يمكن إلى 4 in في 6 in، ولا تزيد عن ذلك.



استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن تمدد مركزه  $M$  ومعامله  $k$  المحدد في كلِّ من السؤالين الآتيين:

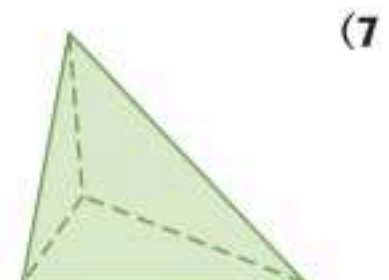
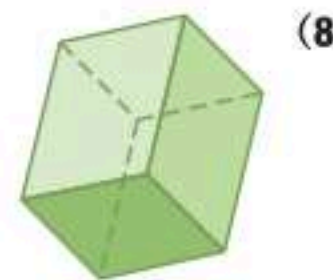
$$k = \frac{1}{3} \quad (5)$$

$$k = 1.5 \quad (4)$$



(6) **مدينة الألعاب:** يركب أحمد في إحدى الألعاب التي تدور عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول مركزها  $60^\circ$  كل ثانيتين، فبعد كم ثانية يعود أحمد إلى النقطة التي انطلق منها؟

بيّن ما إذا كان كلُّ من الشكلين الآتيين متماثلًا حول مستوى أو حول محور أو كلاهما أو غير ذلك.







## الحل عكسيًا

في معظم المسائل تُعطى مجموعة من الشروط أو الحقائق، ويُطلب إليك إيجاد النتيجة النهائية. ومع ذلك قد تُعطى في بعض المسائل النتيجة النهائية، ويُطلب إليك إيجاد أمر ما وقع مبكرًا في موقف المسألة. ولحل مثل هذه المسائل، يتعين عليك أن تستعمل استراتيجية الحل عكسيًا.

### استراتيجيات الحل عكسيًا

#### الخطوة 1

- ابحث عن كلمات مفتاحية تشير إلى أنه يلزم أن تحل المسألة عكسيًا.
- بعض الكلمات المفتاحية الممكنة:
- ماذا كان المقدار الأصلي...؟
  - ماذا كانت القيمة قبل...؟
  - ماذا كان المقدار في البداية...؟

#### الخطوة 2

- تراجع عن الخطوات المعطاة في نص المسألة.
- اكتب قائمة بالخطوات المتتالية من البداية، وصولًا إلى النتيجة النهائية.
  - ابدأ من النتيجة النهائية، وتتبع الخطوات بترتيب عكسي.
  - "تراجع" عن كل خطوة باستعمال العمليات العكسية حتى تصل إلى القيمة الأصلية.

#### الخطوة 3

- تحقق من الحل إذا سمح الوقت .
- تأكد من أن إجابتك منطقية.
  - ابدأ من إجابتك واتبع الخطوات بالترتيب المُعطى في المسألة؛ لتأكد من الوصول إلى النتيجة النهائية نفسها.

### مثال

حلّ المسألة الآتية، وبيّن خطوات الحل، وستصحح الإجابة، وتحدد الدرجة المُستحقة باستعمال سلم تقدير الإجابات القصيرة المجاور.

تستعمل سعاد برمجية حاسوبية؛ لتدرب على التحويلات الهندسية في المستوى الإحداثي. بدأت من نقطة وأزاحتها 4 وحدات إلى أعلى و 8 وحدات إلى اليسار. ثم أجرت انعكاسًا للصورة الناتجة حول المحور  $x$ . وأخيرًا أجرت تمددًا للصورة الناتجة معاملته 0.5، ومركزه نقطة الأصل، فكانت إحداثيات الصورة النهائية  $(-1, -4)$ . ماذا كانت الإحداثيات الأصلية لهذه النقطة؟

سلم تقدير	
الدرجة	المعيار
2	صحيح كاملًا: الإجابة صحيحة، ومعها تفسير تام يوضح كل خطوة من خطوات الحل .
1	صحيح جزئيًا: <ul style="list-style-type: none"> <li>• الإجابة صحيحة، ولكن التفسير غير تام .</li> <li>• الإجابة غير صحيحة، ولكن التفسير صحيح.</li> </ul>
0	غير صحيح مطلقًا: لا توجد إجابة، أو أنها غير منطقية.



اقرأ المسألة بعناية. لقد أعطيت مجموعة تحويلات هندسية متعاقبة لنقطة في المستوى الإحداثي، وتعلم إحداثيات الصورة النهائية لهذه النقطة، وطلب إليك أن تجد الإحداثيات الأصلية. حل المسألة بالعمل عكسيًا؛ تراجع عن كل تحويل هندسي بترتيب عكسي؛ كي تجد الإحداثيات الأصلية. مثال للإجابة التي تستحق درجتين:

النقطة الأصلية ← إزاحة ← انعكاس ← تمدد ← النتيجة النهائية.

ابدأ بإحداثيات النتيجة النهائية وحل عكسيًا.

للتراجع عن التمدد الذي معاملته 0.5، نفذ تمددًا معاملته 2:  $(-1, -4) \rightarrow (-1 \times 2, -4 \times 2) = (-2, -8)$

للتراجع عن الانعكاس الأول، أوجد صورة النقطة بالانعكاس حول المحور  $x$ :  $(-2, -8) \rightarrow (-2, 8)$

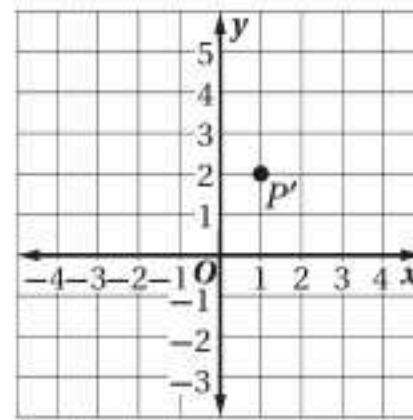
وللتراجع عن الإزاحة الأولى، نفذ إزاحة مقدارها 4 وحدات إلى أسفل و8 وحدات إلى اليمين:  $(-2, 8) \rightarrow (-2 + 8, 8 - 4) = (6, 4)$  إذن الإحداثيات الأصلية لهذه النقطة هي  $(6, 4)$ .

لقد كانت الخطوات والحسابات والتبريرات كلها واضحة في هذه الإجابة، وتوصل الطالب إلى الإجابة الصحيحة، ولذلك تستحق هذه الإجابة درجتين.

## تمارين ومسائل

حلّ كلاً من المسائل الآتية، وبين خطوات الحل، وستصحح الإجابات وتحدد الدرجة المُستحقة باستعمال سُلم تقدير الإجابة القصيرة الوارد في الصفحة السابقة.

(1) حطت حشرة طائرة على شبكة إحداثية ثم قفزت عبر المحور  $x$ ، ثم قفزت عبر المحور  $y$  على هيئة انعكاسين متعاقبين، ثم سارت 9 وحدات إلى اليمين و4 وحدات إلى أسفل، فكان موقعها النهائي عند النقطة  $(4, -1)$ ، فما إحداثيات النقطة التي حطت عليها الحشرة في البداية؟



(2) في الشبكة الإحداثية الآتية تظهر الصورة النهائية لنقطة تم تدويرها بزاوية  $90^\circ$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل، ثم نُفذ عليها تمدد معاملته 2، ثم أزيحت 7 وحدات إلى اليمين. ماذا كانت إحداثيات الموقع الأصلي لهذه النقطة؟

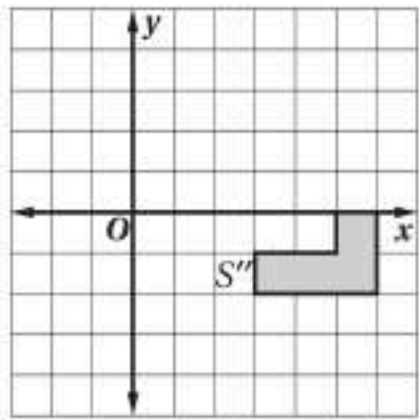
(3) إذا كانت  $A''(2, -2)$ ،  $B''(-5, -4)$  إحداثيات طرفي  $\overline{A''B''}$  تمثل الصورة النهائية لـ  $\overline{AB}$ ، بعد إجراء انعكاس لها حول المحور  $x$ ، ثم إزاحة وفقاً للقاعدة:  $(x, y) \rightarrow (x - 1, y + 2)$ ، فأَيُّ ممّا يأتي يمثل إحداثيَي نقطة منتصف  $\overline{AB}$ .

A  $(\frac{-3}{2}, -3)$

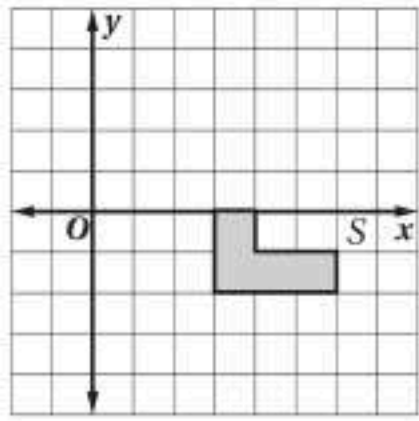
B  $(-\frac{1}{2}, 5)$

C  $(-\frac{1}{2}, -5)$

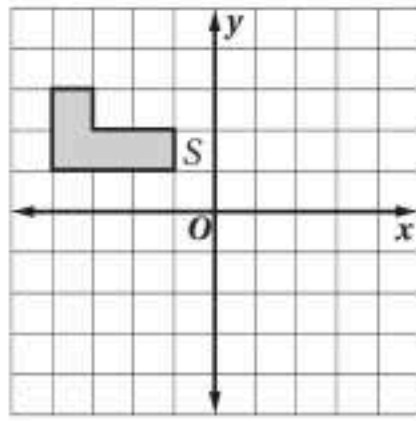
D  $(-1, 0)$



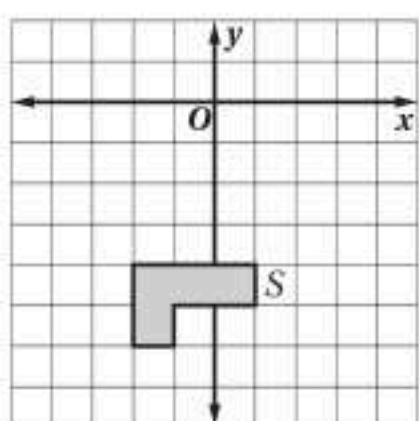
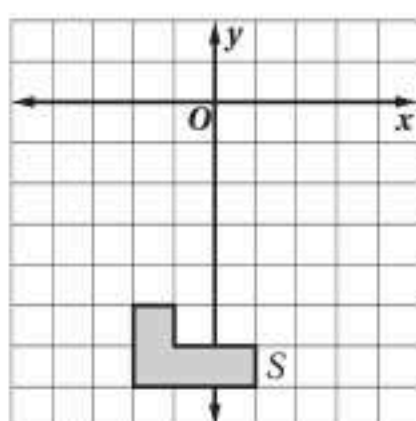
(4) الشكل  $S''$  يمثل الصورة النهائية الناتجة للشكل  $S$ ، بعد إجراء التحويلات الهندسية التالية عليه: انعكاس حول المحور  $y$ ، ثم انسحاب 3 وحدات إلى أسفل ووحدين إلى اليمين.



A



B





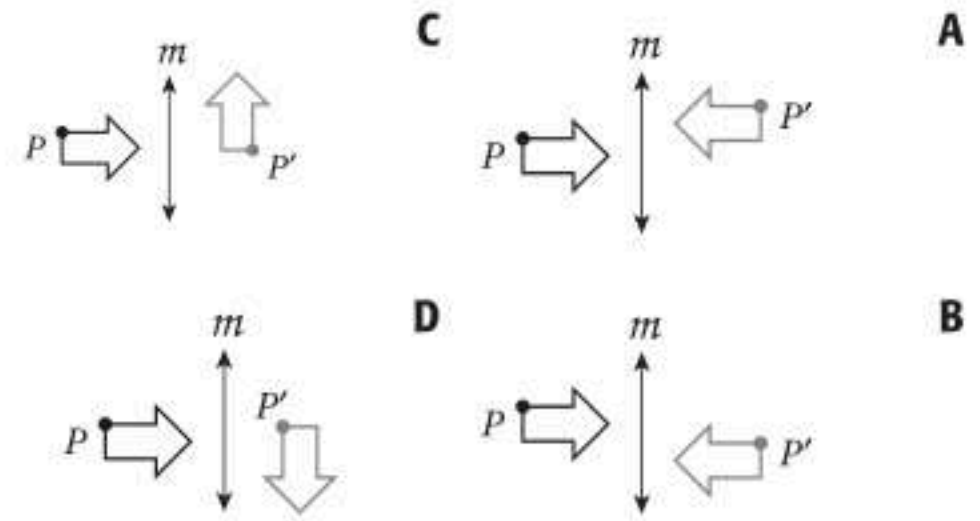
أسئلة الاختيار من متعدد

اقرأ كل سؤالٍ ممّا يأتي، ثم اكتب رمز الإجابة الصحيحة:

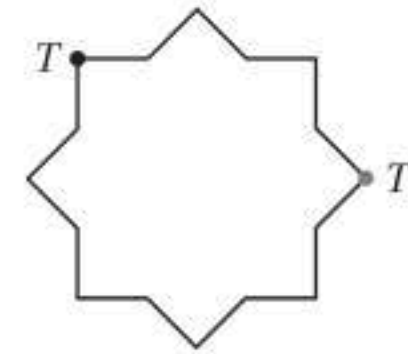
(1) إحداثيات النقطة  $N$  هي  $(4, -3)$ ، ما إحداثيات صورتها الناتجة عن الانعكاس حول المحور  $y$ ؟

- $N'(4, 3)$  C  $N'(-3, 4)$  A  
 $N'(-4, -3)$  D  $N'(-4, 3)$  B

(2) أيّ الأشكال الآتية يبيّن نتيجة انعكاس الشكل  $p$  حول المستقيم  $m$  ثم إزاحة إلى أعلى؟



(3) ما الزاوية التي تم تدوير الشكل الآتي بها حول مركز تماثله حتى تنتقل النقطة  $T$  إلى النقطة  $T'$ ؟

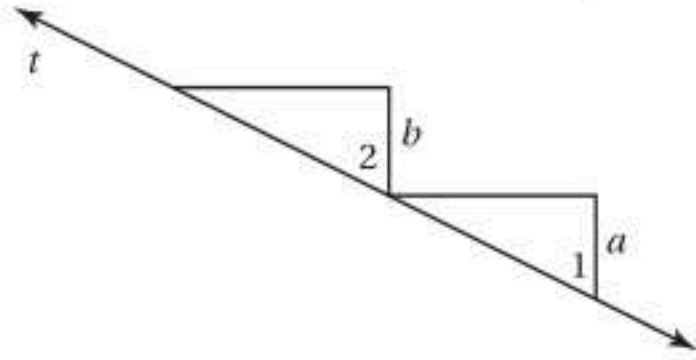


- $135^\circ$  C  $90^\circ$  A  
 $225^\circ$  D  $120^\circ$  B

إرشادات للاختبار

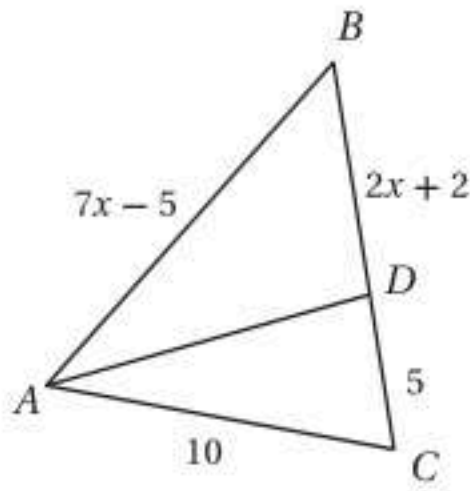
السؤال 3: كم رأساً لهذه النجمة؟ اقسّم  $360^\circ$  على عدد الرؤوس؛ لإيجاد زاوية الدوران من نقطة إلى النقطة التالية.

(4) المعطيات:  $a \parallel b$



أيّ العبارات الآتية تبرّر استنتاج أن  $\angle 1 \cong \angle 2$ ؟

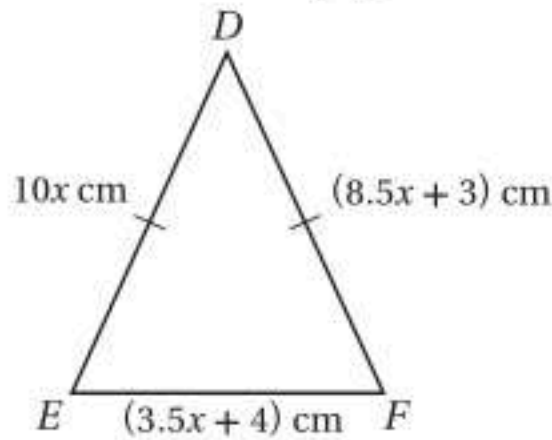
- A إذا كان  $a \parallel b$  وقطعهما المستقيم  $t$ ، فإن الزاويتين المتبادلتين خارجياً متطابقتان.  
 B إذا كان  $a \parallel b$  وقطعهما المستقيم  $t$ ، فإن الزاويتين المتبادلتين داخلياً متطابقتان.  
 C إذا كان  $a \parallel b$  وقطعهما المستقيم  $t$ ، فإن الزاويتين المتناظرتين متطابقتان.  
 D إذا كان  $a \parallel b$  وقطعهما المستقيم  $t$ ، فإن الزاويتين المتقابلتين بالرأس متطابقتان.



(5) في  $\triangle ABC$ ،  $\overline{AD}$  تنصف  $\angle CAB$ . ما قيمة  $x$ ؟

- 1.5 A  
 5 B  
 1.4 C  
 3 D

(6) أيّ ممّا يأتي هو طول ضلع في المثلث المتطابق الضلعين  $DEF$ ؟



- 9 cm C 2 cm A  
 11 cm D 8 cm B

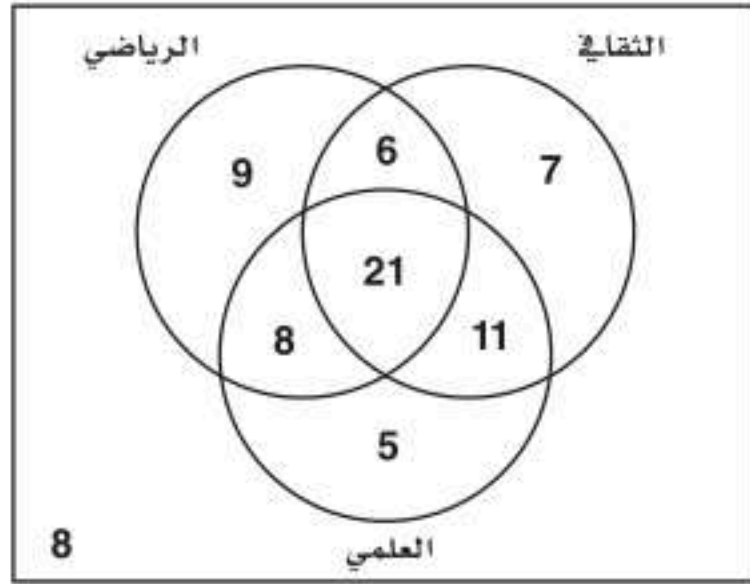
(7) أيّ المضلعات الآتية فيه زوجان فقط من الأضلاع المتتالية المتطابقة؟

- A شكل الطائرة الورقية C المعين  
 B متوازي الأضلاع D شبه المنحرف





13) سُئل 57 طالبًا عن النشاطات المدرسية التي يشاركون فيها، ومُثلت النتائج بشكل فنن الآتي:



ما عدد الطلاب الذين يشاركون في النشاطين (الثقافي والعلمي)، ولا يشاركون في النشاط الرياضي؟

### أسئلة ذات إجابات مطولة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة مبينًا خطوات الحل.

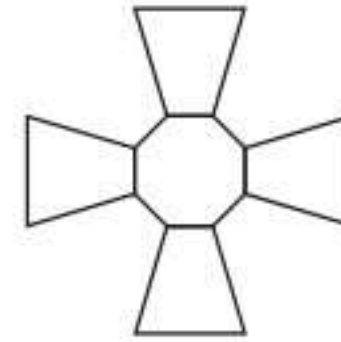
14) يدرس أحمد الهندسة المعمارية، وقد رسم مخططًا لمتنزه رؤوسه:  $Q(2, 2)$ ,  $R(-2, 4)$ ,  $S(-3, -3)$ ,  $T(3, -4)$  ولكنه لاحظ أن اتجاه رسمه غير صحيح، حيث ظهر الشمال في أسفل الرسم بدلًا من أن يكون في أعلى الرسم.

- ما التحويل الذي يستطيع أحمد تطبيقه على مخطظه ليجعل الشمال في أعلى الرسم؟
- هل هذا هو التحويل الوحيد الذي يجعل الشمال في أعلى الرسم؟ وضح إجابتك.
- ارسم الشكل الرباعي  $QRST$ ، واكتب إحداثيات رؤوسه.
- ارسم الصورة  $Q'R'S'T'$  بعد التحويل، واكتب إحداثيات رؤوسها.
- فسّر كيف يمكن لأحمد أن يعرف إحداثيات رؤوس الصورة من دون استعمال المستوى الإحداثي.

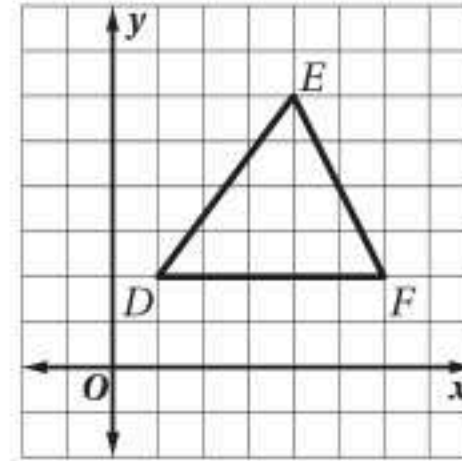
### أسئلة ذات إجابات قصيرة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة.

8) بين ما إذا كان للشكل الآتي تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعين مركز التماثل وحدد رتبته ومقداره.



9) مثل بيانيًا الصورة الناتجة عن عمل تمدد للشكل الآتي مركزه نقطة الأصل ومعامله 1.5

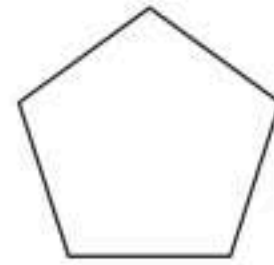


10) أكمل العبارة الآتية:

”بحسب نظرية منصف الزاوية، إذا وقعت نقطة على منصف زاوية، فإنها .....

11) ما صورة النقطة  $A(-4, 3)$  الناتجة عن الإزاحة التي تنقل  $B(-1, -2)$  إلى  $B'(4, -3)$ ؟

12) ما قياس الزاوية الداخلية للمضلع الخماسي المنتظم؟



### هل تحتاج إلى مساعدة إضافية؟

14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	إذا لم تستطع الإجابة عن السؤال..
7-3	مهارة سابقة	مهارة سابقة	7-2	مهارة سابقة	7-6	7-5	مهارة سابقة	مهارة سابقة	6-4	مهارة سابقة	7-3	7-4	7-1	فعد إلى الدرس..



الدائرة  
Circle

## فيما سبق:

درست أنواعاً من القطع  
المستقيمة الخاصة، وعلاقات  
الزوايا في المثلث.

## والآن:

- تعرّف العلاقة بين الزوايا  
المركزية، والأقواس، والزوايا  
المحيطة في الدائرة.
- تعرّف القاطع والمماس  
وأستعملهما.
- تعرّف الدائرة أو أصفها:  
مستعملاً معادلتها.

## لماذا؟

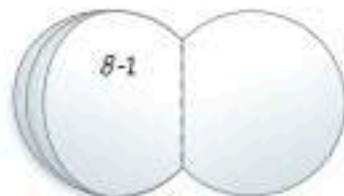
**علوم:** الشكل الحقيقي  
لقوس المطر هو دائرة كاملة،  
ويُسمى الجزء الذي يمكن رؤيته  
منها فوق الأفق قوساً.

## المطويات

منظم أفكار

الدائرة، اعمل هذه المطوية لمساعدتك على تنظيم ملاحظتك حول الفصل 8،  
مبتدئاً بتسع أوراق A4.

- 1 ارسم دائرة قطرها 18 cm في كل ورقة باستعمال  
الفرجار.
- 2 قَصْ هذه  
الدوائر.
- 3 ثَبِّت الأوراق من الجهة اليمنى  
كما في الشكل، واكتب عنوان  
الفصل على الورقة الأولى.
- 4 اكتب أرقام الدروس في أعلى  
الصفحة في بقية الأوراق.







## التهيئة للفصل 8

تشخيص الاستعداد:

أجب عن الاختبار الآتي. انظر المراجعة السريعة قبل الإجابة عن الاختبار.

### مراجعة سريعة

#### مثال 1

أوجد قيمة 15% من 35

تحويل النسبة المئوية 15% من 35 = (0.15)(35)

إلى كسر عشري

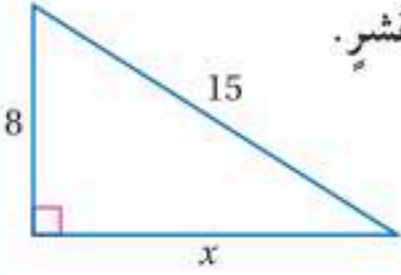
بالضرب

$$= 5.25$$

إذن 15% من 35 تساوي 5.25

#### مثال 2

أوجد قيمة  $x$  مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر.



نظرية فيثاغورس  $a^2 + b^2 = c^2$

بالتعويض  $x^2 + 8^2 = 15^2$

بالتبسيط  $x^2 + 64 = 225$

خاصية الطرح للمساواة  $x^2 = 161$

$$x = \sqrt{161} \approx 12.7$$

#### مثال 3

حل المعادلة:  $x^2 + 3x - 40 = 0$ ، باستعمال القانون العام مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر.

القانون العام  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

بالتعويض  $= \frac{-3 \pm \sqrt{3^2 - 4(1)(-40)}}{2(1)}$

بالتبسيط  $= \frac{-3 \pm \sqrt{169}}{2}$

بالتبسيط  $= 5$  أو  $-8$

### اختبار سريع

أوجد النسبة المئوية من العدد المعطى في كل مما يأتي:

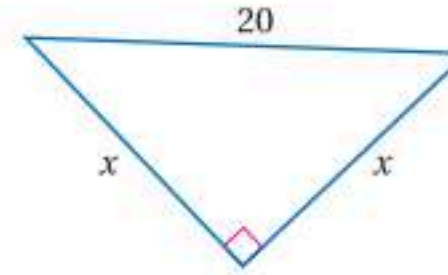
(1) 26% من 500 (2) 79% من 623

(3) 19% من 82 (4) 10% من 180

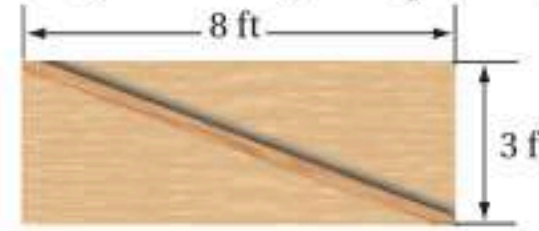
(5) 92% من 90 (6) 65% من 360

(7) **مطاعم:** يُضيف مطعمٌ رسم توصيل قدره 5% على كل طلب. ما رسم خدمة توصيل وجبة غداء سعرها 65 ريالاً؟

(8) أوجد قيمة  $x$ ، مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر.



(9) **نجارة:** أراد أحمد أن يضع دعامة على لوح من الخشب، كما في الشكل أدناه. ما طول هذه الدعامة؟



حلّ كلاً من المعادلات الآتية باستعمال القانون العام مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر إذا لزم ذلك.

$$5x^2 + 4x - 20 = 0 \quad (10)$$

$$x^2 = x + 12 \quad (11)$$

(12) **ألعاب نارية:** أطلقت ألعاب نارية في الهواء احتفاءً باليوم الوطني، ولم تنفجر إحدى هذه الألعاب، فارتدت إلى الأرض، إذا كان ارتفاعها عن سطح الأرض بعد  $t$  ثانية يُعطى بالمعادلة  $d = 80t - 16t^2$ ، فبعد كم ثانية وصلت سطح الأرض؟



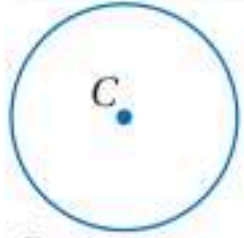




# الدائرة ومحيطها

## Circle and Circumference

# 8-1



الدائرة  $C$  أو  $\odot C$

### لماذا؟

إذا ركب العجلة الدوارة، فإن بُعدك عن مركز دورانها يكون ثابتاً، فإذا كانت المسافة بين موقعك ومركزها 44 ft، فيمكنك أن تجد المسافة التي تقطعها في دورة واحدة.

**القطع المستقيمة في الدائرة** هي **الدائرة** هي المحل الهندسي لجميع النقاط في المستوى، والتي تبعد بُعداً ثابتاً عن نقطة معلومة تُسمى **مركز** الدائرة. وعادة ما تسمى الدائرة بمركزها، والشكل المجاور يبين الدائرة  $C$  التي يمكن أن يرمز لها بالرمز  $\odot C$ .

وللقطع المستقيمة التي تقطع الدائرة أسماء خاصة.

### فيما سبق:

درست عناصر الأشكال الرباعية واستعملتها.

(مهارة سابقة)

### والآن:

- أتعرف عناصر الدائرة وأستعملها.
- أحل مسائل تتضمن محيط الدائرة.

### المفردات:

الدائرة

circle

المركز

center

نصف القطر

radius

الوتر

chord

القطر

diameter

الدوائر المتطابقة

congruent circles

الدوائر المتحدة في

المركز

concentric circles

محيط الدائرة

circumference

باي ( $\pi$ )

pi

المضلع المُحاط بدائرة

inscribed with a circle

الدائرة الخارجية

circumscribed

أضف إلى

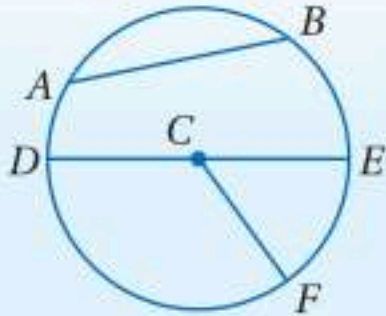
مطويتك

### مفهوم أساسي

### قطع مستقيمة خاصة في الدائرة

**نصف القطر** هو قطعة مستقيمة يقع أحد طرفيها على المركز والطرف الآخر على الدائرة.

أمثلة:  $\overline{CD}$ ,  $\overline{CE}$ ,  $\overline{CF}$  أنصاف أقطار في  $\odot C$ .



**الوتر** هو قطعة مستقيمة يقع طرفاها على الدائرة.

أمثلة:  $\overline{AB}$ ,  $\overline{DE}$  وتران في  $\odot C$ .

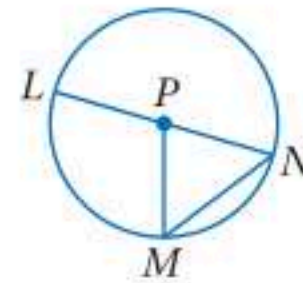
**القطر** هو وتر يمر بمركز الدائرة، ويتكوّن من نصفي قطرين يقعان على استقامة واحدة.

مثال:  $\overline{DE}$  قطر في  $\odot C$ ، ويتكوّن القطر  $\overline{DE}$  من نصفي القطرين  $\overline{CD}$ ,  $\overline{CE}$  الواقعين على استقامة واحدة.

### مثال 1

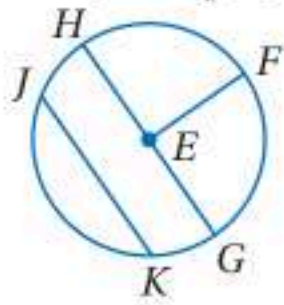
### تعيين القطع المستقيمة في الدائرة

(a) سمّ الدائرة، وعيّن نصف قطر فيها.



مركز الدائرة هو  $P$ ؛ إذن يمكن تسميتها الدائرة  $P$ ، أو  $\odot P$ . تظهر في الشكل ثلاثة أنصاف أقطار هي:  $\overline{PL}$ ,  $\overline{PN}$ ,  $\overline{PM}$ .

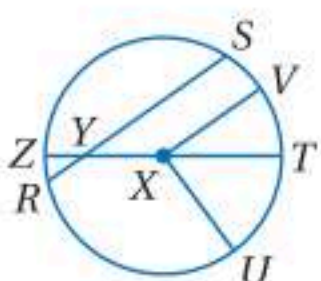
(b) عيّن وترًا وقطرًا في الدائرة.



يظهر في هذه الدائرة وتران هما:  $\overline{JK}$ ,  $\overline{HG}$ ، ويمر  $\overline{HG}$  بالمركز؛ إذن  $\overline{HG}$  قطر.

### تحقق من فهمك

(1) سمّ الدائرة، ونصف قطر، ووترًا، وقطرًا فيها.





ومن تعريف الدائرة، فإن المسافة بين مركز الدائرة وأي نقطة عليها ثابتة دائماً؛ إذن أنصاف أقطار الدائرة جميعها متطابقة. وبما أن قطر الدائرة يتكوّن من نصفَي قطرين؛ فإن أقطار الدائرة جميعها متطابقة.

## قراءة الرياضيات

### القطر ونصف القطر:

تستعمل الكلمتان (القطر، ونصف القطر) للتعبير عن الطول وعن القطع المستقيمة. وبما أن للدائرة عدة أنصاف أقطار وعدة أقطار أيضاً، فإن قولنا نصف قطر أو قطر يعني القياس، وليس القطعة المستقيمة.

أضف إلى

مطويتك

## مفهوم أساسي

### العلاقة بين القطر ونصف القطر

إذا كان نصف قطر الدائرة  $r$  وقطرها  $d$  فإن:

$$\text{صيغة نصف القطر: } r = \frac{d}{2} \text{ أو } r = \frac{1}{2}d \quad \text{صيغة القطر: } d = 2r$$

## مثال 2

### إيجاد نصف القطر والقطر

في الشكل المجاور إذا كان  $QV = 8 \text{ cm}$ ، فأوجد قطر  $\odot Q$ ؟

$$\text{صيغة القطر } d = 2r$$

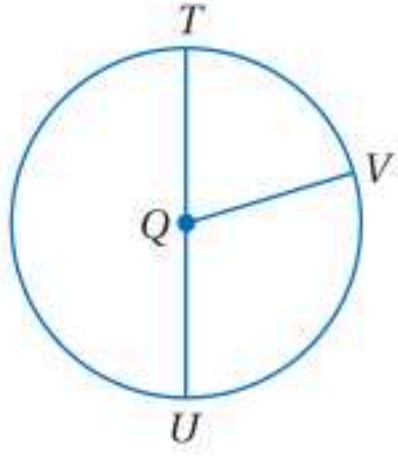
$$\text{بالتعويض والتبسيط } = 2(8) = 16$$

القطر في  $\odot Q$  يساوي  $16 \text{ cm}$ .

**تحقق من فهمك:** في الشكل المجاور

**2A** إذا كان  $TU = 14 \text{ ft}$ ، فأوجد نصف قطر  $\odot Q$ ؟

**2B** إذا كان  $QT = 11 \text{ m}$ ، فأوجد  $QU$ .



## تنبيه

### القطر أو نصف القطر:

في المسائل التي تتضمن الدوائر، انتبه جيداً إلى ما إذا كانت المعطيات تتعلق بنصف قطر الدائرة أم بقطرها.

كما هو الحال في الأشكال الأخرى، يمكن أن تكون أزواج الدوائر متطابقة، أو أن تربطهما بعض العلاقات الخاصة.

أضف إلى

مطويتك

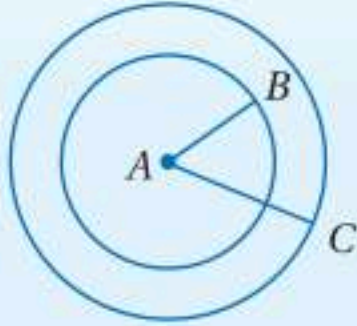
## مفهوم أساسي

### أزواج الدوائر

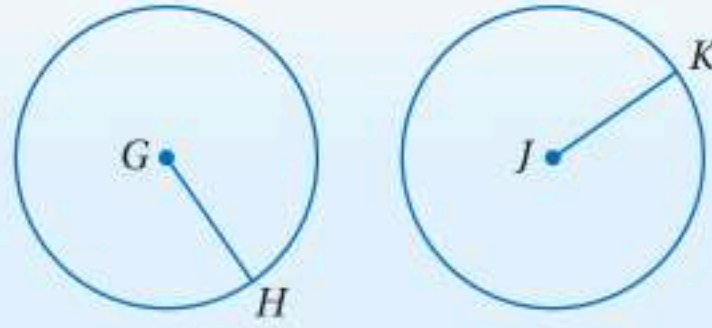
تكون **الدائرتان متطابقتين** إذا وفقط إذا كان نصفا قطريهما متطابقين.

### الدائرتان المتحدتان في المركز

هما الدائرتان اللتان تقعان في المستوى نفسه، ولهما المركز نفسه.



مثال:  $\odot A$  التي نصف قطرها  $\overline{AB}$  و  $\odot A$  التي نصف قطرها  $\overline{AC}$  دائرتان متحدتان في المركز.



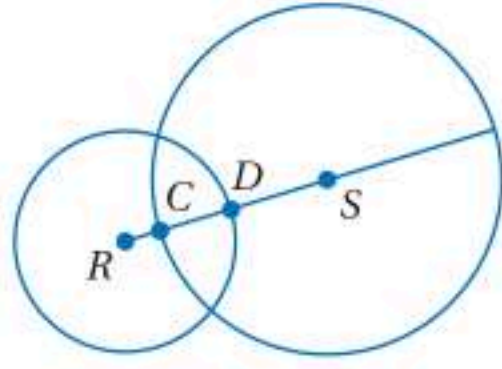
مثال:  $\odot G \cong \odot J$ ؛  $\overline{GH} \cong \overline{JK}$

إذا تقاطعت دائرتان، فإنه يمكن أن تقاطعا بطريقتين مختلفتين، والجدول التالي يوضح الأوضاع المختلفة بين دائرتين.

لا يوجد تقاطع	تقاطع في نقطة واحدة	تقاطع في نقطتين



القطعة المستقيمة التي تصل بين مركزي دائرتين متقاطعتين يمكن أن تحوي نصفَي قطري الدائرتين.



### مثال 3 إيجاد قياسات في دائرتين متقاطعتين

في الشكل المجاور قطر  $\odot S$  يساوي 30 وحدة، وقطر  $\odot R$  يساوي 20 وحدة، و  $DS$  يساوي 9 وحدات، أوجد  $CD$ .

بما أن قطر  $\odot S$  يساوي 30، فإن  $CS = 15$ ، و  $\overline{CD}$  هو جزء من نصف القطر  $\overline{CS}$ .

$$CD + DS = CS \quad \text{مسألة جمع القطع المستقيمة}$$

$$CD + 9 = 15 \quad \text{بالتعويض}$$

$$CD = 6 \quad \text{ب طرح 9 من كلا الطرفين}$$

#### تحقق من فهمك

3) استعمل الشكل أعلاه لإيجاد  $RC$ .

**محيط الدائرة:** محيط الدائرة هو طول المنحنى المغلق الذي يُمثل الدائرة، ويُرمز له بالرمز  $C$ ، وتُعرف النسبة  $\frac{C}{d}$  بأنها عدد غير نسبي يُسمى **باي** ( $\pi$ )، ويساوي 3.14 أو  $\frac{22}{7}$  تقريبًا، ويمكن استنتاج صيغتين لحساب محيط الدائرة باستعمال هذا التعريف.

$$\text{تعريف } \pi \text{ باي} \quad \frac{C}{d} = \pi$$

$$\text{بضرب كلا الطرفين في } d \quad C = \pi d$$

$$\text{بالتعويض } d = 2r \quad C = \pi(2r)$$

$$\text{بالتبسيط} \quad C = 2\pi r$$

أضف إلى

مطويتك

### محيط الدائرة

### مفهوم أساسي

التعبير اللفظي: إذا كان قطر الدائرة يساوي  $d$ ، أو نصف قطرها يساوي  $r$ ، فإن محيطها  $C$  يساوي حاصل ضرب القطر في  $\pi$ ، أو مثلي نصف القطر في  $\pi$ .

$$\text{الرموز:} \quad C = 2\pi r \text{ أو } C = \pi d$$



### الربط مع الحياة

أقيمت في عام 2005 م مباراة دولية في التنس على مهبط للطائرات العمودية فوق قمة فندق برج العرب في الإمارات العربية المتحدة، ويرتفع هذا المهبط الدائري 700 ft تقريبًا عن سطح الأرض، وقطره 79 ft

### إيجاد محيط الدائرة

### مثال 4 من واقع الحياة

**تنس:** أوجد محيط المهبط الدائري الموصوف في فقرة الربط مع الحياة المجاورة.

$$C = \pi d \quad \text{صيغة محيط الدائرة}$$

$$= \pi(79) \quad \text{بالتعويض}$$

$$= 79\pi \quad \text{بالتبسيط}$$

$$\approx 248.19 \quad \text{باستعمال الحاسبة}$$

محيط المهبط الدائري يساوي  $79\pi$  ft، أو 248.19 ft تقريبًا.

#### تحقق من فهمك

أوجد محيط كلٍّ من الدائرتين الآتيتين مقربًا إجابتك إلى أقرب جزءٍ من مئة.

$$(4B) \quad \text{القطر يساوي } 16 \text{ ft}$$

$$(4A) \quad \text{نصف القطر يساوي } 2.5 \text{ cm}$$





يمكنك استعمال إحدى صيغتي محيط الدائرة، لحساب قطر الدائرة؛ ونصف قطرها إذا عُلِمَ محيطها.

### إرشادات للدراسة

#### مستويات الدقة:

بما أن  $\pi$  عدد غير نسبي، إذان لا يمكن كتابته على صورة كسر عشري منته. ولكن لأغراض الحصول على تقدير سريع في الحسابات، يمكن اعتبار قيمته 3، وإذا استعملت القيمة 3.14 أو  $\frac{22}{7}$ ، فستحصل على تقريب أكثر دقة، وللحصول على القيمة الدقيقة، استعمل مفتاح  $\pi$  في الحاسبة.

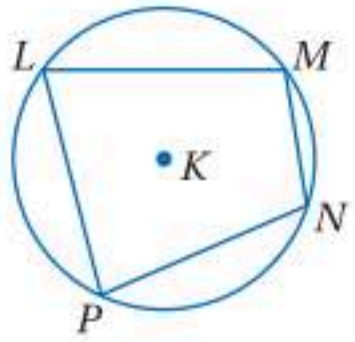
### مثال 5 إيجاد القطر ونصف القطر

أوجد القطر ونصف القطر مقربين إلى أقرب جزء من مئة للدائرة التي محيطها 106.4 mm

صيغة نصف القطر	$r = \frac{1}{2}d$	صيغة محيط الدائرة	$C = \pi d$
	$d \approx 33.87$	بالتعويض	$106.4 = \pi d$
باستعمال الحاسبة	$\approx 16.94 \text{ mm}$	بقسمة كلا الطرفين على $\pi$	$\frac{106.4}{\pi} = d$
		باستعمال الحاسبة	$33.87 \text{ mm} \approx d$

#### تحقق من فهمك

(5) إذا كان محيط دائرة يساوي 77.8 cm، فأوجد قطر الدائرة ونصف قطرها مقربين إلى أقرب جزء من مئة.



يكون المضلع **محاظاً بدائرة** إذ وقعت رؤوسه جميعها على الدائرة.

وتسمى هذه الدائرة **الدائرة الخارجية**.

- الشكل الرباعي  $LMNP$  مُحاط بـ  $\odot K$ .
- دائرة خارجية للمضلع  $LMNP$ .

### مثال 6 من اختبار

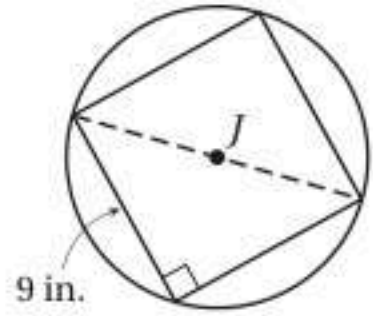
**إجابة قصيرة:** إذا كانت الدائرة  $J$  تحيط بمربع طول ضلعه 9 in، وقطره يمثل قطرها، فما القيمة الدقيقة لمحيط  $J$ .

#### اقرأ سؤال الاختبار

احسب قطر الدائرة، واستعمله لحساب محيطها.

#### حل سؤال الاختبار

ارسم شكلاً توضيحياً فيه: قطر المربع يمثل قطراً للدائرة أيضاً، ويكون وترًا للمثلث قائم الزاوية.



$$a^2 + b^2 = c^2 \quad \text{نظرية فيثاغورس}$$

$$9^2 + 9^2 = c^2 \quad \text{بالتعويض}$$

$$162 = c^2 \quad \text{بالتبسيط}$$

$$9\sqrt{2} = c \quad \text{بأخذ الجذر التربيعي الموجب لكلا الطرفين}$$

قطر الدائرة يساوي  $9\sqrt{2}$  in

أوجد المحيط بدلالة  $\pi$ ، بتعويض  $9\sqrt{2}$  لقيمة  $d$  في الصيغة  $C = \pi d$ .

محيط الدائرة يساوي  $9\pi\sqrt{2}$  in

#### تحقق من فهمك

أوجد القيمة الدقيقة لمحيط الدائرة في كلِّ ممَّا يأتي:

(6A) إذا كانت تحيط بمثلث قائم الزاوية طولاً ساقيه 3 m, 7 m

(6B) إذا كانت مُحاطةً بمربع طول ضلعه 10 ft

### إرشادات للدراسة

#### الدائرة الخارجية

والدائرة الداخلية،

تسمى الدائرة التي تمرّ

بجميع رؤوس المضلع

الدائرة الخارجية، أما

الدائرة التي تمس جميع

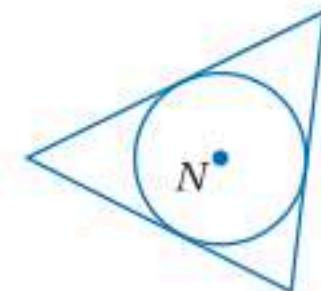
أضلاع المضلع، فتسمى

الدائرة الداخلية، حيث

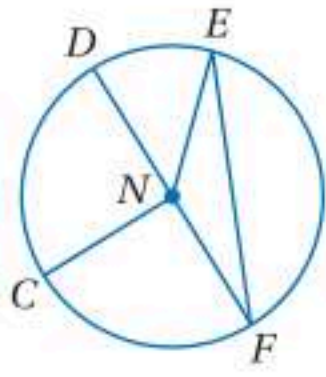
تكون مُحاطةً بالمضلع،

كالدائرة في الشكل

أدناه.







استعمل الدائرة في الشكل المجاور؛ للإجابة عن الأسئلة الآتية:

المثالان 1, 2

(1) سمّ هذه الدائرة.

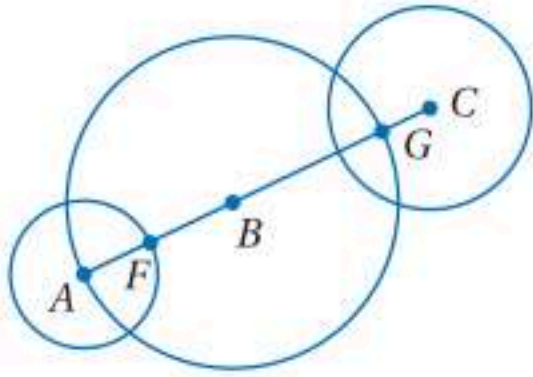
(2) عيّن كلّاً ممّا يأتي:

(a) وترًا (b) قطرًا (c) نصف قطر

(3) إذا كان  $CN = 8 \text{ cm}$ ، فأوجد  $DN$ .

(4) إذا كان  $EN = 13 \text{ ft}$ ، فما قطر الدائرة؟

المثال 3  
قطر كلّ من  $\odot A$ ,  $\odot B$ ,  $\odot C$  يساوي  $8 \text{ cm}$ ,  $18 \text{ cm}$ ,  $11 \text{ cm}$  على الترتيب. أوجد كلّاً من القياسين الآتيين:



(5)  $FG$

(6)  $FB$

(7) **عجلة دوارة:** عدّ إلى فقرة "لماذا؟" بداية الدرس. ما قطر هذه العجلة الدوارة؟ وما محيطها؟ قرب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة إذا لزم ذلك.

المثال 4

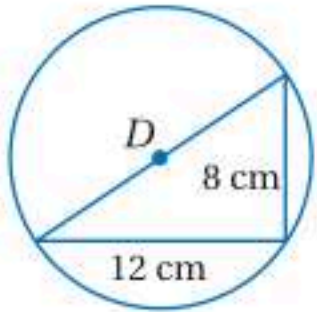
(8) **بركة سباحة:** محيط بركة السباحة الدائرية في الشكل المجاور يساوي  $56.5 \text{ ft}$  تقريبًا، ما قطر هذه البركة؟ وما نصف قطرها؟ قرب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.

المثال 5

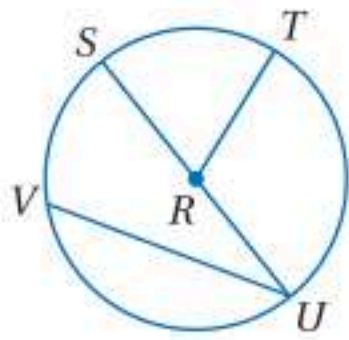


(9) **إجابة قصيرة:** المثلث القائم الزاوية في الشكل المجاور مُحاط بالدائرة  $D$ ، أوجد القيمة الدقيقة لمحيط  $\odot D$ .

المثال 6



## تدرب وحل المسائل



عدّ إلى  $\odot R$  في الشكل المجاور؛ للإجابة عن الأسئلة الآتية.

المثالان 1, 2

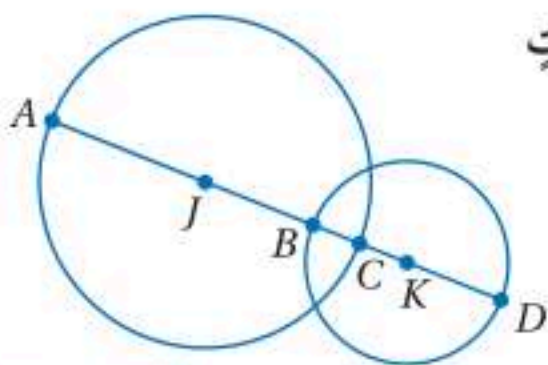
(10) ما مركز الدائرة؟

(11) عيّن وترًا يكون قطرًا.

(12) هل  $\overline{VU}$  نصف قطر؟ برّر إجابتك.

(13) إذا كان  $SU = 16.2 \text{ cm}$ ، فأوجد  $RT$ ؟

المثال 3  
إذا كان نصف قطر  $\odot J$  يساوي 10 وحدات، ونصف قطر  $\odot K$  يساوي 8 وحدات و  $BC$  يساوي 5.4 وحدات، فأوجد كل قياسٍ ممّا يأتي:



(15)  $AB$

(14)  $CK$

(17)  $AD$

(16)  $JK$







(18) **بيتزا:** أوجد نصف قطر قرص البيتزا ومحيطها في الشكل المجاور، مقرباً إلى أقرب جزء من مئة، إذا لزم ذلك.

المثال 4

(19) **دراجات:** قطر إطار دراجة يساوي 26 in، أوجد نصف قطر الإطار ومحيطه، مقرباً إلى أقرب جزء من مئة، إذا لزم ذلك.

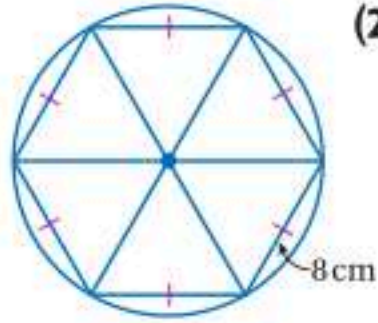
أوجد قطر الدائرة ونصف قطرها إذا عُلِمَ محيطها في كلِّ ممَّا يأتي، مقرباً إلى أقرب جزء من مئة.

المثال 5

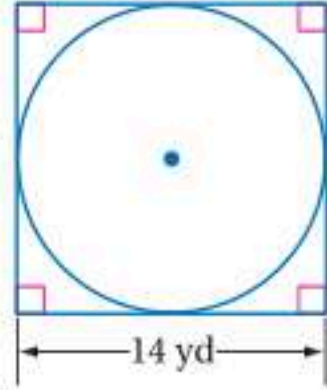
$C = 2608.25 \text{ m}$  (23)     $C = 375.3 \text{ cm}$  (22)     $C = 124 \text{ ft}$  (21)     $C = 18 \text{ in}$  (20)

أوجد القيمة الدقيقة لمحيط كلِّ من الدوائر الآتية باستعمال المضلع الذي تحيط به أو الذي يُحيط بها.

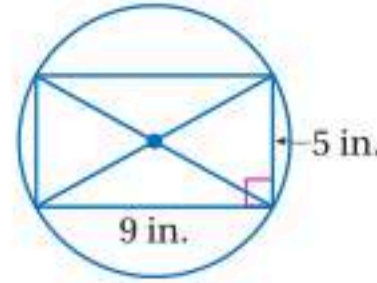
المثال 6



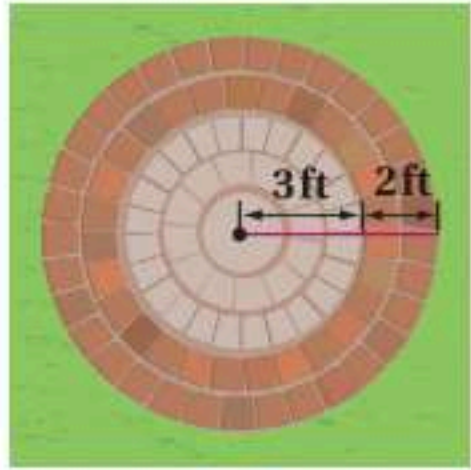
(26)



(25)



(24)



(27) **فناء:** أراد مصطفي أن يرصف فناءً، دائري الشكل، كما في الشكل المجاور.

(a) ما المحيط التقريبي لهذا الفناء؟

(b) إذا غيّر مصطفي خطة إنشاء هذا الفناء، بحيث يصبح محيط الدائرة الداخلية 25 ft تقريباً، فكم يكون نصف قطر الدائرة مقرباً إلى أقرب قدم؟

في كلِّ من الأسئلة 28–31، عُلِمَ نصف قطر أو قطر أو محيط دائرة. أوجد القياسين المجهولين مقرباً إلى أقرب جزء من مئة.

$r = 11\frac{2}{5} \text{ ft}, d = \underline{\quad}, C = \underline{\quad}$  (29)

$d = 8\frac{1}{2} \text{ in}, r = \underline{\quad}, C = \underline{\quad}$  (28)

$r = \frac{x}{8}, d = \underline{\quad}, C = \underline{\quad}$  (31)

$C = 35x \text{ cm}, d = \underline{\quad}, r = \underline{\quad}$  (30)

(32) **حدائق:** يُراد إنشاء رصيف عرضه 4 m حول بركة دائرية الشكل محيطها 68 m، فما محيط الرصيف؟ قرب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.

(33) **تمثيلات متعددة:** في هذا السؤال ستستكشف أثر تغيير الأبعاد في الدائرة.

(a) **هندسياً:** مستعملاً الفرجار ارسم ثلاث دوائر متحدة المركز، بحيث تكون نسبة طول نصف قطر كل دائرة إلى طول نصف قطر الدائرة الأكبر منها تساوي  $\frac{1}{2}$ .

(b) **جدولياً:** احسب محيط كلِّ من الدوائر السابقة مقرباً إلى أقرب جزء من مئة، وسجّل في جدول نصف القطر والمحيط لكلِّ منها.

(c) **لفظياً:** فسّر لماذا تكون الدوائر الثلاث متشابهة هندسياً.

(d) **لفظياً:** ضع تخميناً حول النسبة بين محيطي الدائرتين، عندما تكون النسبة بين نصفَي قطريهما تساوي 2.

(e) **تحليلياً:** معامل التشابه من  $\odot A$  إلى  $\odot B$  يساوي  $\frac{b}{a}$ . اكتب معادلة تربط محيط  $\odot A$  ( $C_A$ ) بمحيط  $\odot B$  ( $C_B$ ).

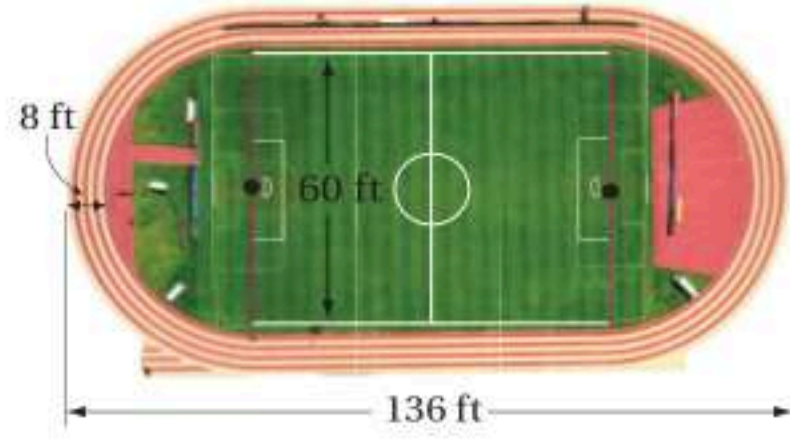
(f) **عددياً:** إذا كان معامل التشابه من  $\odot A$  إلى  $\odot B$  يساوي  $\frac{1}{3}$ ، ومحيط  $\odot A$  يساوي 12 in، فما محيط  $\odot B$ ؟

### قراءة الرياضيات

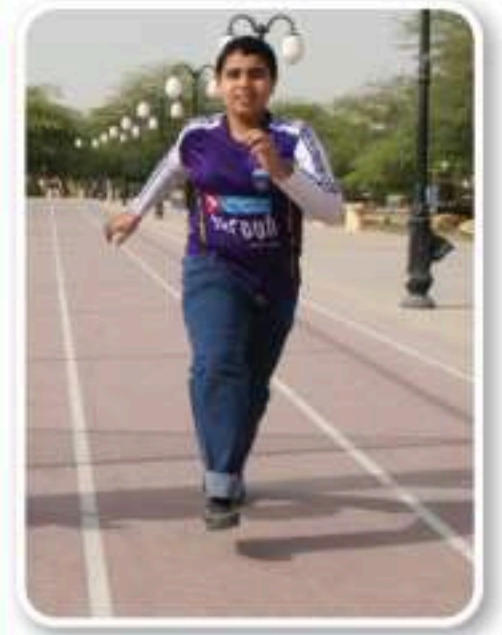
الرمزان  $C_A$  و  $C_B$  :  
يقرأ الرمز  $C_A$  محيط  
الدائرة  $A$ ، و يقرأ الرمز  
 $C_B$  محيط الدائرة  $B$ .



(34) **رياضة:** يظهر في الصورة أدناه مضمار جري.



- (a) كم تزيد المسافة التي يقطعها شخص يركض دورة واحدة على المسار الخارجي للمضمار، عن المسافة التي يقطعها شخص يركض دورة واحدة على المسار الداخلي؟
- (b) كم دورة تقريبًا يجب أن يركض شخص على المسار الخارجي للمضمار؛ ليقطع ميلًا واحدًا؟

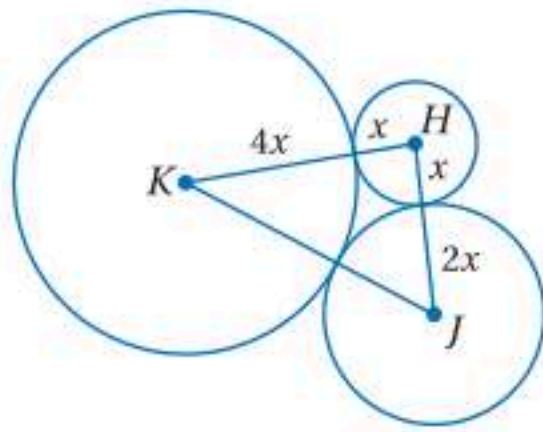


### الربط مع الحياة

يمكن أن يحرق الشخص الذي يزن 68 kg حوالي 240 سعرًا حراريًا، إذا ركض بسرعة 9 km/h مدة 20 min ، وذلك أكثر من مثلي عدد السرعات التي يحرقها إذا سار بسرعة 7.2 km/h المدة الزمنية نفسها.

### مسائل مهارات التفكير العليا

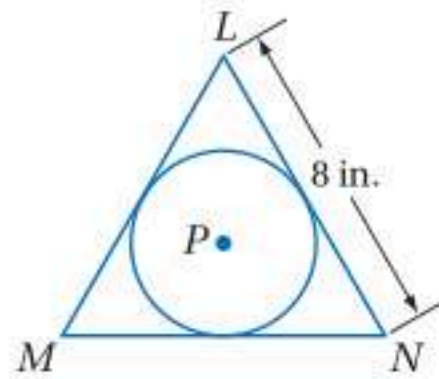
- (35) **مسألة مفتوحة:** ارسم دائرة يكون محيطها بين 8 cm و 12 cm ، ما نصف قطر هذه الدائرة؟
- (36) **اكتشف الخطأ:** رسم كل من حمود وسلمان شكلاً يُمثل مجموعة النقاط التي تبعد 4 cm عن النقطة  $J$  ، فهل إجابة أيٍّ منهما صحيحة؟ برّر إجابتك.



- (37) **تحّد:** مجموع محيطات الدوائر  $H, J, K$  التي تظهر في الشكل المجاور يساوي  $56\pi$  . أوجد  $KJ$  .

- (38) **تبرير:** هل المسافة بين مركز الدائرة وأي نقطة داخلها أقل من نصف قطرها دائمًا أو أحيانًا أو لا تكون كذلك أبدًا؟ فسّر إجابتك.

- (39) **تحّد:**  $\odot P$  مُحاطة بالمثلث المتطابق الأضلاع  $LMN$  ، كما في الشكل أدناه، ما محيط  $\odot P$  ، مقربًا إجابتك إلى أقرب جزء من عشرة؟



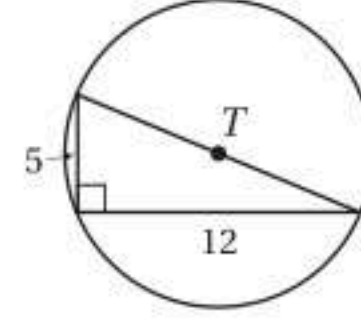
- (40) **اكتب:** بيّن أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين الدوائر المتطابقة والدوائر المتحدة في المركز.





## تدريب على اختبار

41 ما محيط  $T$ ؟ قَرِّب إجابتك إلى أقرب عُشر.



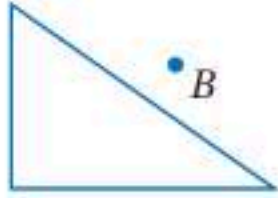
42 جبر: أحاط إبراهيم حديقة الدائرية الشكل بسياج. إذا كان طول السياج 50 m، فما نصف قطر الحديقة؟ قَرِّب إجابتك إلى أقرب عدد صحيح.

- 8 C                      10 A  
7 D                      9 B

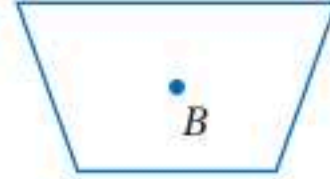
## مراجعة تراكمية

استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن تمديد مركزه  $B$  ومعامله  $k$  المحدد في كل من الأسئلة الآتية. (مهارة سابقة)

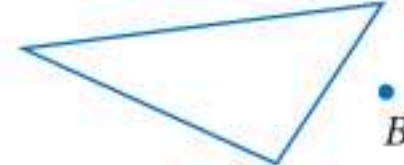
$k = 3$  (46)



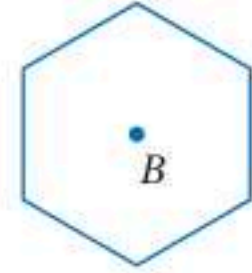
$k = 2$  (45)



$k = \frac{2}{5}$  (44)

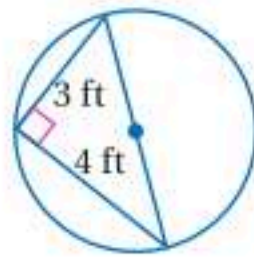


$k = \frac{1}{5}$  (43)

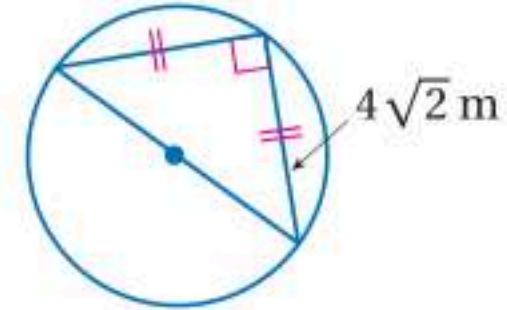


أوجد القيمة الدقيقة لمحيط كل دائرة ممّا يأتي: (الدرس 8-1)

(48)



(47)

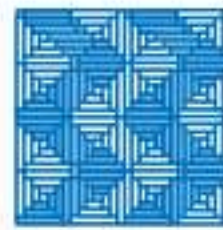


حدّد ما إذا كان يبدو لصورة كلٍّ من الأشكال الآتية تماثل دوراني أم لا؟ وإذا كان كذلك، فانسخ الشكل في دفترك، وحدّد عليه مركز التماثل، واذكر رتبته ومقداره. (مهارة سابقة)

(52)



(51)



(50)



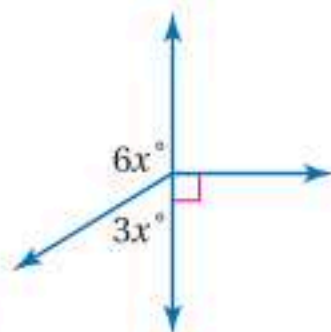
(49)



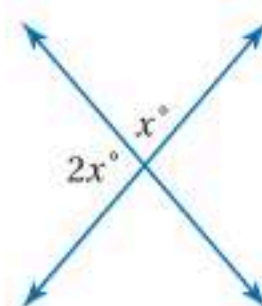
## استعد للدرس اللاحق

أوجد قيمة  $x$  في كل ممّا يأتي:

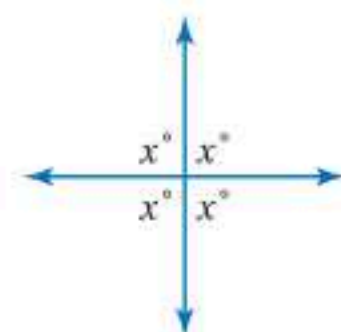
(55)



(54)



(53)





# قياس الزوايا والأقواس

## Measuring Angles and Arcs

رابط الدرس الرقمي



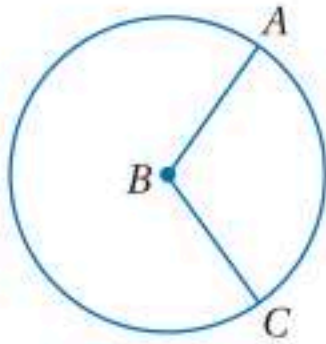
www.ien.edu.sa



### لماذا؟

معظم الساعات في الأجهزة الإلكترونية عبارة عن ساعات رقمية، وهي الساعات التي تُظهر الوقت على شكل أرقام. وتُستعمل الساعات العادية في تزيين المنازل، أو استعمالها ساعات يدوية. وهذه الساعات لها عقارب أو مؤشرات متحركة تشير إلى الساعة والدقيقة، وأحياناً هناك مؤشر أو عقرب للشواني.

ووجه هذه الساعة عبارة عن دائرة، وتكوّن العقارب الثلاث زوايا مركزية فيها.

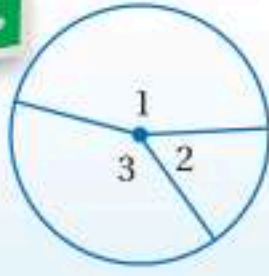


**الزوايا والأقواس الزاوية المركزية** في الدائرة هي زاوية يقع رأسها في المركز، وضلعها نصفاً قطرين في الدائرة. في الشكل المجاور  $\angle ABC$  هي زاوية مركزية في  $\odot B$ .

تذكر أن مجموع قياسات الزوايا المتجمّعة حول نقطة يساوي  $360^\circ$ ؛ لذا فإن الدرجة الواحدة تساوي  $\frac{1}{360}$  من الدورة الكاملة حول نقطة، ويؤدي هذا إلى المفهوم الآتي:

أضف إلى

مطوبتك



### مجموع قياسات الزوايا المركزية

### مفهوم أساسي

**التعبير اللفظي:** مجموع قياسات الزوايا المركزية في الدائرة، والتي لا تحوي نقاطاً داخلية مشتركة يساوي  $360^\circ$ .

$$m\angle 1 + m\angle 2 + m\angle 3 = 360^\circ \quad \text{مثال:}$$

### فيما سبق:

درست إيجاد قياسات الزوايا وتحديد الزوايا المتطابقة.

(مهارة سابقة)

### والآن:

- أعین الزوايا المركزية، والأقواس الكبرى والأقواس الصغرى، ونصف الدائرة وأجد قياسها.
- أجد طول القوس.

### المفردات:

الزاوية المركزية  
central angle

القوس  
arc

القوس الأصغر  
minor arc

القوس الأكبر  
major arc

نصف دائرة  
semicircle

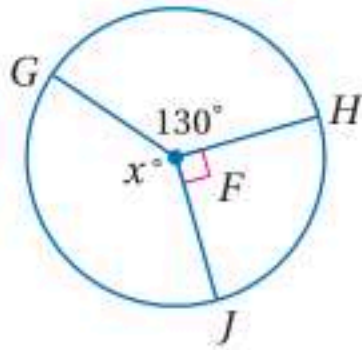
الأقواس المتطابقة  
congruent arcs

الأقواس المتجاورة  
adjacent arcs

طول القوس  
arc length

### مثال 1 إيجاد قياس الزاوية المركزية

أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.



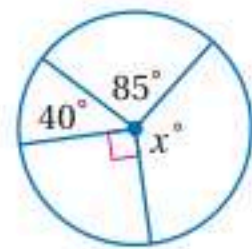
$$m\angle GFH + m\angle HFJ + m\angle GFJ = 360^\circ \quad \text{مجموع قياسات الزوايا المركزية}$$

$$130^\circ + 90^\circ + x = 360^\circ \quad \text{بالتعويض}$$

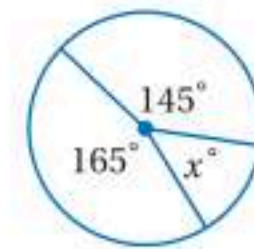
$$220^\circ + x = 360^\circ \quad \text{بالتبسيط}$$

$$x = 140^\circ \quad \text{ب طرح } 220^\circ \text{ من كلا الطرفين}$$

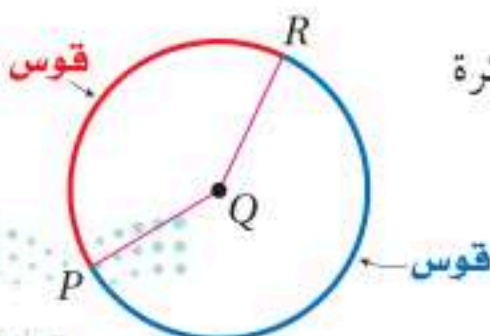
### تحقق من فهمك



(1B)



(1A)



**القوس** هو جزء من دائرة يُحدّد بنقطتي طرفيه، وعند رسم زاوية مركزية، تنقسم الدائرة إلى قوسين، يرتبط قياس كل منهما بقياس الزاوية المركزية المقابلة له.



## إرشادات للدراسة

تسمية الأقواس:  
يُسمى القوس الأصغر بنقطتي طرفيه، أما القوس الأكبر ونصف الدائرة فيسميان بنقطتي الطرفين بالإضافة إلى نقطة على القوس بينهما.

## مفاهيم أساسية

### الأقواس وقياسها

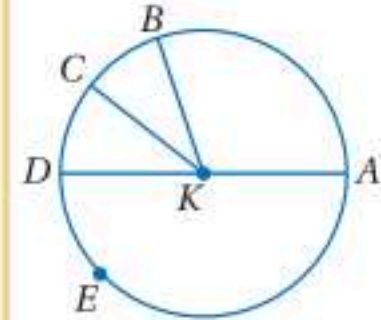
أضف إلى مطوبتك

قياسه	القوس
 <p>يقبل قياس القوس الأصغر عن <math>180^\circ</math>، ويساوي قياس الزاوية المركزية المقابلة له. <math>m\widehat{AB} = m\angle ACB = x^\circ</math></p>	<p><b>القوس الأصغر</b> هو القوس الأقصر الذي يصل بين نقطتين على الدائرة.</p>
 <p>يزيد قياس القوس الأكبر على <math>180^\circ</math>، ويساوي <math>360^\circ</math> مطروحاً منه قياس القوس الأصغر الذي يصل بين النقطتين نفسيهما. <math>m\widehat{ADB} = 360^\circ - m\widehat{AB} = 360^\circ - x^\circ</math></p>	<p><b>القوس الأكبر</b> هو القوس الأطول الذي يصل بين نقطتين على الدائرة.</p>
 <p>قياس نصف الدائرة يساوي <math>180^\circ</math> <math>m\widehat{ADB} = 180^\circ</math></p>	<p><b>نصف الدائرة</b> هي قوس تقع نقطتا طرفيه على قطر الدائرة.</p>

## قراءة الرياضيات

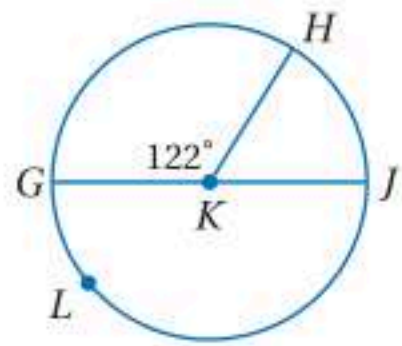
### الرمز

يقرأ الرمز  $\widehat{AB}$  القوس في الدائرة أدناه  $\widehat{AB}$  يقرأ القوس AB، أما  $\widehat{AEC}$  فيقرأ القوس AEC، وكذلك  $\widehat{AED}$  فيقرأ القوس AED.



## مثال 2

### تصنيف الأقواس وإيجاد قياساتها



$\overline{GJ}$  قطر في  $\odot K$ ، حدّد ما إذا كان كلٌّ من الأقواس الآتية قوساً أكبر أو أصغر أو نصف دائرة، ثم أوجد قياسه.

(a)  $\widehat{GH}$

$m\widehat{GH} = m\angle GKH = 122^\circ$  وقياسه:  $m\widehat{GH}$  قوس أصغر، وقياسه:  $m\widehat{GH}$

(b)  $\widehat{GLH}$

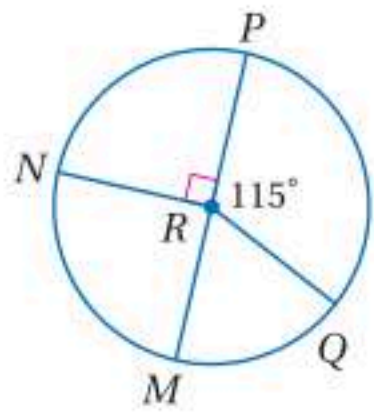
$\widehat{GLH}$  هو القوس الأكبر الذي يشترك مع القوس الأصغر  $\widehat{GH}$  في نقطتي طرفيه.

$$m\widehat{GLH} = 360^\circ - m\widehat{GH} = 360^\circ - 122^\circ = 238^\circ$$

(c)  $\widehat{GLJ}$

$\widehat{GLJ}$  هو نصف دائرة، إذن:  $m\widehat{GLJ} = 180^\circ$ .

### تحقق من فهمك



$\overline{PM}$  قطر في  $\odot R$ ، حدّد ما إذا كان كلٌّ من الأقواس الآتية قوساً أكبر أو أصغر أو نصف دائرة، ثم أوجد قياسه.

(2A)  $\widehat{MQ}$  (2B)  $\widehat{MNP}$  (2C)  $\widehat{MNQ}$

الأقواس المتطابقة هي الأقواس التي تقع في الدائرة نفسها، أو في دائرتين متطابقتين، ويكون لها القياس نفسه.

## نظرية 8.1

أضف إلى مطوبتك



التعبير اللفظي: في الدائرة نفسها أو في دائرتين متطابقتين، يكون القوسان متطابقين، إذا وفقط إذا كانت الزاويتان المركزيتان المقابلتان لهما متطابقتين.

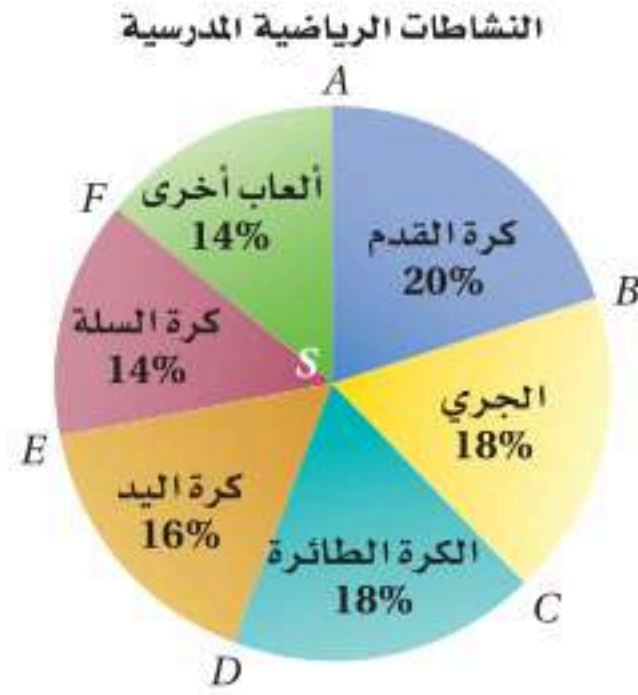
مثال: إذا كانت  $\angle 1 \cong \angle 2$ ، فإن  $\widehat{FG} \cong \widehat{HJ}$ .

إذا كان  $\widehat{FG} \cong \widehat{HJ}$ ، فإن  $\angle 1 \cong \angle 2$ .

ستبرهن النظرية 8.1 في السؤال 44



رياضة: استعمل التمثيل بالقطاعات الدائرية المجاور، لإيجاد كل من القياسات الآتية:



(a)  $m\widehat{CD}$

$\widehat{CD}$  هو قوس أصغر.

إذن  $m\widehat{CD} = m\angle CSD$

$\angle CSD$  تُمثل 18% من الكل أو 18% من الدائرة.

$m\angle CSD = 0.18(360^\circ)$  إيجاد 18% من  $360^\circ$

بالتبسيط  $= 64.8^\circ$

(b)  $m\widehat{BC}$

النسبتان المثلويتان للكرة الطائرة والجري متساويتان؛ إذن الزاويتان المركزيتان متطابقتان. والقوسان المقابلان لهما متطابقان.

$m\widehat{BC} = m\widehat{CD} = 64.8^\circ$

تحقق من فهمك

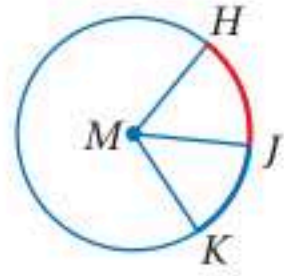
(3B)  $m\widehat{FA}$

(3A)  $m\widehat{EF}$



الربط مع الحياة

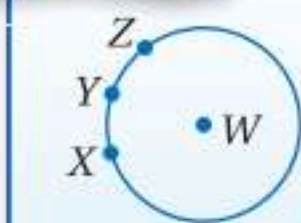
عُرفت لعبة كرة الطائرة لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية، ثم انتقلت إلى كندا عام 1900 م، لتصبح بعد ذلك من أكثر الرياضات شعبية في العالم.



الأقواس المتجاورة هي أقواس في الدائرة تشترك مع بعضها في نقطة واحدة فقط.  $\widehat{HJ}$ ،  $\widehat{JK}$  قوسان متجاوران في  $\odot M$ ، وكما هي الحال في الزوايا المتجاورة، يمكنك جمع قياس الأقواس المتجاورة.

أضف إلى

مطوبتك



مسألة 8.1 جمع الأقواس

مسألة 8.1

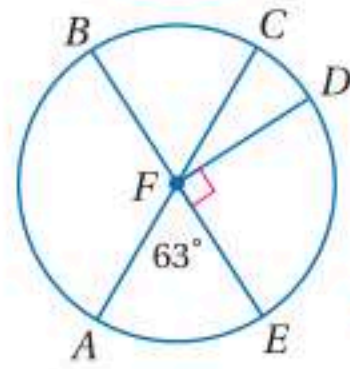
التعبير اللفظي: قياس القوس المتكوّن من قوسين متجاورين يساوي مجموع قياسي هذين القوسين.

$$m\widehat{XZ} = m\widehat{XY} + m\widehat{YZ}$$

مثال:

إيجاد قياس القوس باستعمال مسألة جمع الأقواس

مثال 4



أوجد كلاً من القياسات الآتية في  $\odot F$ :

(a)  $m\widehat{AD}$

مسألة جمع الأقواس

$$m\widehat{AE} = m\angle AFE, m\widehat{ED} = m\angle EFD$$

بالتعويض

$$m\widehat{AD} = m\widehat{AE} + m\widehat{ED}$$

$$= m\angle AFE + m\angle EFD$$

$$= 63^\circ + 90^\circ = 153^\circ$$

(b)  $m\widehat{ADB}$

مسألة جمع الأقواس

$$m\widehat{EDB} = 180^\circ \text{ إذن: } \widehat{EDB} \text{ نصف دائرة}$$

$$m\widehat{ADB} = m\widehat{AE} + m\widehat{EDB}$$

$$= 63^\circ + 180^\circ = 243^\circ$$

تحقق من فهمك

(4B)  $m\widehat{ABD}$

(4A)  $m\widehat{CE}$





**طول القوس:** طول القوس هو المسافة على الدائرة بين نقطتي طرفيه، ويُقاس بوحدات الطول، وبما أن القوس جزء من الدائرة، فإن طوله جزءٌ من محيطها.

تنبيه!

**طول القوس:**  
يُعطى طول القوس بوحدات الطول مثل السنتيمترات، أما قياس القوس فيعطى بالدرجات.

أضف إلى مطوبتك

**مفهوم أساسي**

**طول القوس**

التعبير اللفظي: إذا كان طول القوس يساوي  $l$  ومحيط الدائرة يساوي  $2\pi r$ ، وقياس القوس بالدرجات يساوي  $x^\circ$  فإن نسبة **طول القوس** إلى **محيط الدائرة** يساوي نسبة **قياس القوس بالدرجات** إلى  $360^\circ$

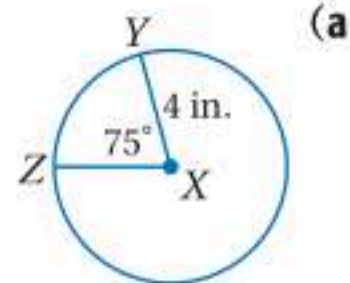
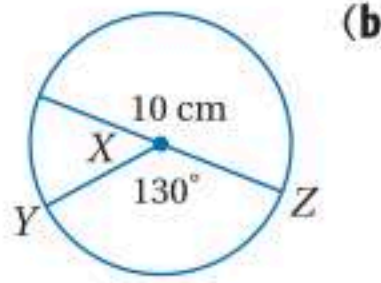
الرموز:  $\frac{l}{2\pi r} = \frac{x^\circ}{360^\circ}$

أي أن:  $l = \frac{x^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi r$



**مثال 5 إيجاد طول القوس**

أوجد طول  $\widehat{ZY}$  في كلٍّ مما يأتي مقربًا إلى أقرب جزءٍ من مئة:



صيغة طول القوس  $l = \frac{x^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi r$

بالتعويض  $= \frac{130^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi(10)$

باستعمال الحاسبة  $\approx 11.34 \text{ cm}$

صيغة طول القوس  $l = \frac{x^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi r$

بالتعويض  $= \frac{75^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi(4)$

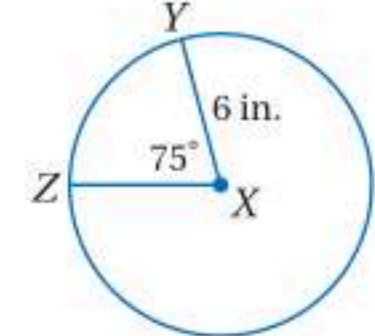
باستعمال الحاسبة  $\approx 5.24 \text{ in}$

(c)

صيغة طول القوس  $l = \frac{x^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi r$

بالتعويض  $= \frac{75^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi(6)$

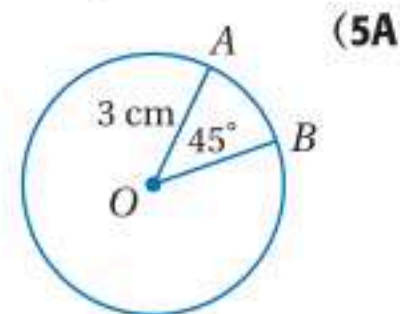
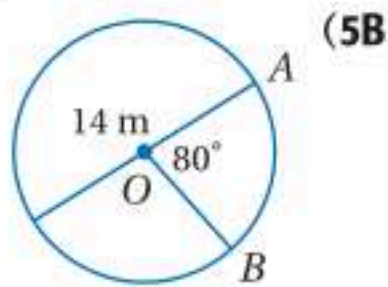
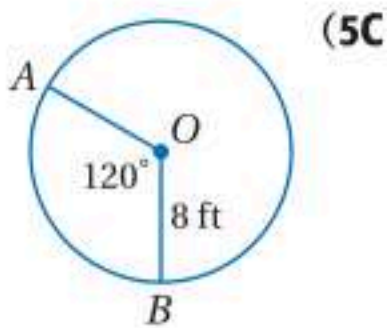
باستعمال الحاسبة  $\approx 7.85 \text{ in}$



لاحظ أن  $\widehat{ZY}$  له القياس نفسه في المثالين 5a، 5b، ويساوي  $75^\circ$ ، إلا أن لهما طولين مختلفين؛ بسبب وجودهما في دائرتين نصفًا قطريهما مختلفان.

**تحقق من فهمك**

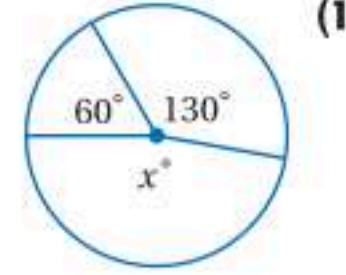
أوجد طول  $\widehat{AB}$  في كلٍّ مما يأتي مقربًا إلى أقرب جزءٍ من مئة:



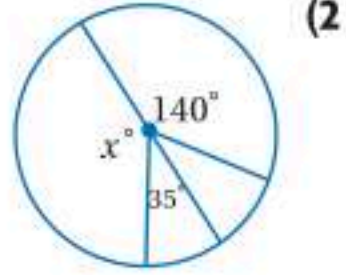


أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين:

المثال 1

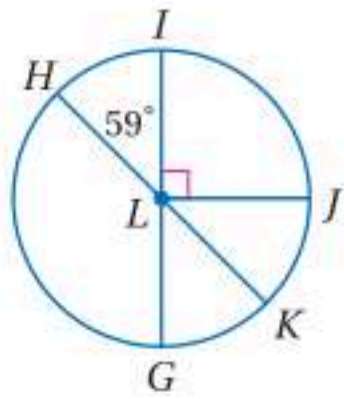


(1)



(2)

المثال 2  
 أو نصف دائرة، ثم أوجد قياسه.  $\odot L$ ، حدّد ما إذا كان كل قوس فيما يأتي قوسًا أكبر أو أصغر



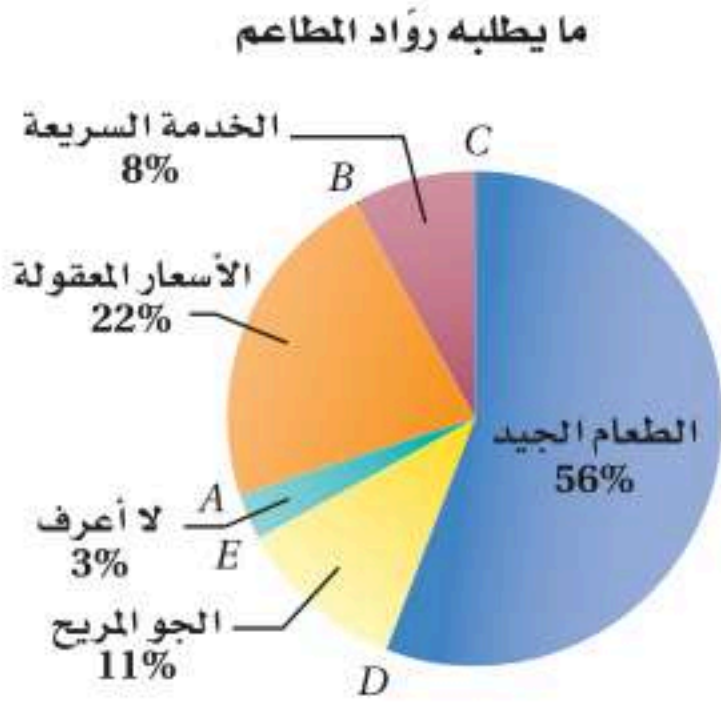
(5)  $\widehat{HGK}$

(4)  $\widehat{HI}$

(3)  $\widehat{IHJ}$

المثال 2

المثال 3  
 (6) **مطاعم:** يعرض الشكل المجاور نتائج استطلاع حول ما يطلبه رواد المطاعم.



ما يطلبه رواد المطاعم

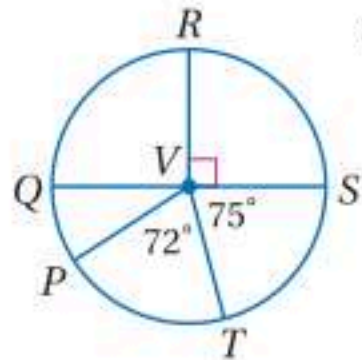
(a) أوجد  $m\widehat{AB}$ .

(b) أوجد  $m\widehat{BC}$ .

(c) صف نوع قوس قطاع الطعام الجيد.

المثال 3

المثال 4  
 $\odot V$ ، أوجد كلًّا من القياسات الآتية:



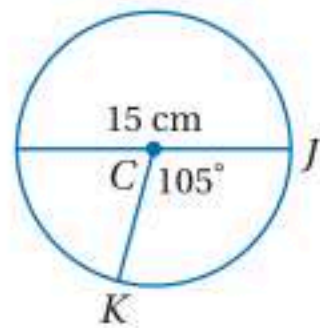
(7)  $m\widehat{STP}$

(8)  $m\widehat{QRT}$

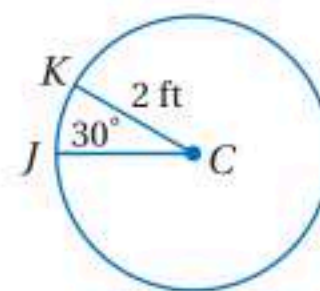
(9)  $m\widehat{PQR}$

المثال 4

المثال 5  
 أوجد طول  $\widehat{JK}$  مقربًا إلى أقرب جزء من مئة في كلٍّ من السؤالين الآتيين:



(11)

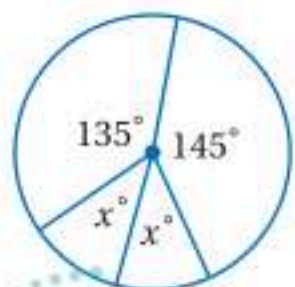


(10)

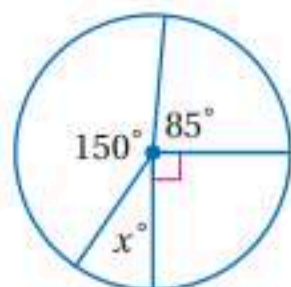
تدرب وحل المسائل

المثال 1  
 أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ مما يأتي:

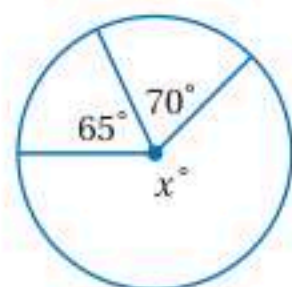
المثال 1



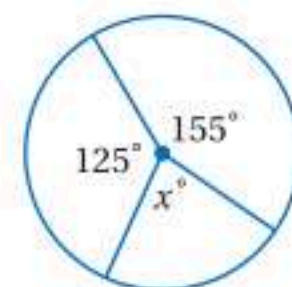
(15)



(14)

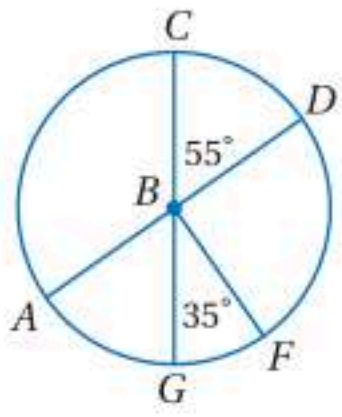


(13)



(12)





المثال 2  
أو نصف دائرة، ثم أوجد قياسه.  $\odot B$ ، حدّد ما إذا كان كل قوسٍ ممّا يأتي قوسًا أكبر أو أصغر  $\overline{AD}$ ،  $\overline{CG}$  قطران في  $\odot B$

(18)  $\widehat{CG}$

(17)  $\widehat{AC}$

(16)  $\widehat{CD}$

(21)  $\widehat{ACF}$

(20)  $\widehat{GCF}$

(19)  $\widehat{CGD}$

أفضل الأماكن لشراء الملابس



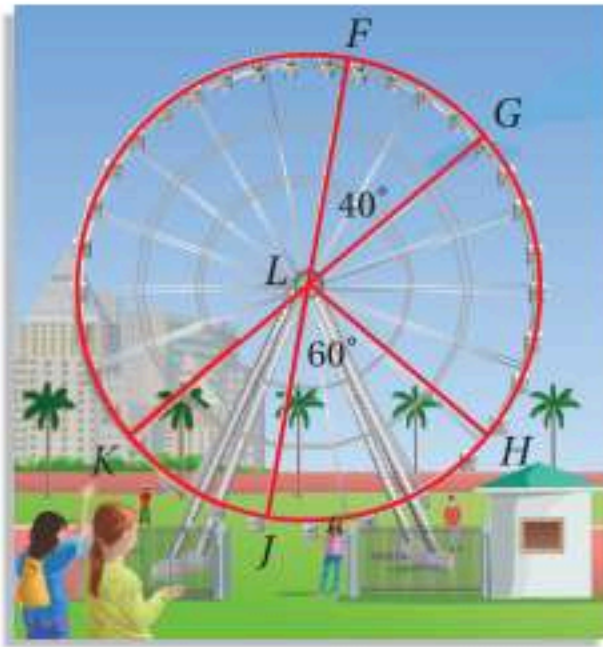
(22) تسوّق: يعرض الشكل المجاور نتائج استطلاع حول المكان المفضل لشراء الملابس، شمل مجموعة من الشباب.

المثال 3

(a) ما قياس القوس المقابل لفئة التسوق في كل من المجمعات التجارية والمحلات المتخصصة؟

(b) صنف نوع القوس المقابل لفئة المجمعات التجارية وفئة الأسواق الشعبية.

(c) هل توجد أقواس متطابقة في هذا الشكل؟ وضح إجابتك.



تسليّة: استعمل العجلة الدوارة في الشكل المجاور، لإيجاد كل من القياسات الآتية:

المثالان 2, 4

(24)  $m\widehat{JH}$

(23)  $m\widehat{FG}$

(26)  $m\widehat{JFH}$

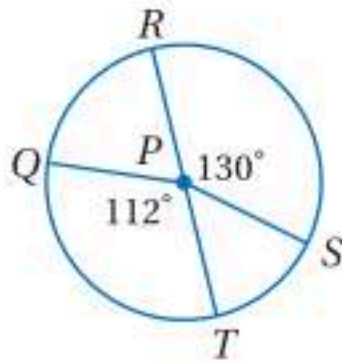
(25)  $m\widehat{JKF}$

(28)  $m\widehat{GHK}$

(27)  $m\widehat{GHF}$

(30)  $m\widehat{JKG}$

(29)  $m\widehat{HK}$



المثال 5  
 $\overline{RT}$  قطر في  $\odot P$ ، أوجد طول كل قوس ممّا يأتي مقرّبًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.

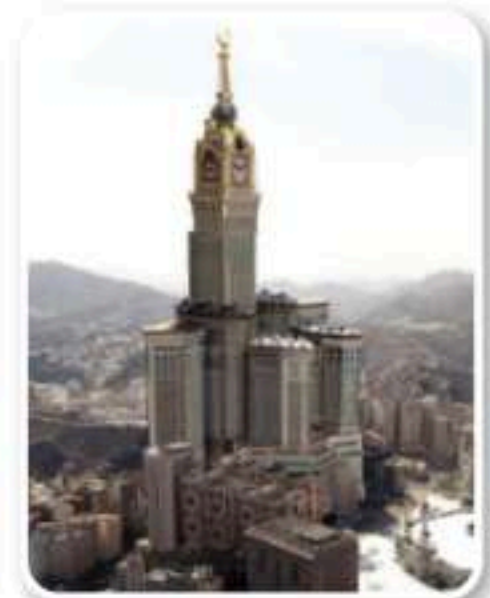
(31)  $\widehat{RS}$ ، إذا كان نصف القطر يساوي 2 in .

(32)  $\widehat{QT}$ ، إذا كان القطر يساوي 9 cm .

(33)  $\widehat{QR}$ ، إذا كان  $PS = 4$  mm .

(34)  $\widehat{QRS}$ ، إذا كان  $RT = 11$  ft .

المثال 5



الربط مع الحياة

تعد ساعة مكة المكرمة أكبر ساعة في العالم، إذ يزيد قطر واجهتها عن 40 m، و يبلغ طول عقرب الدقائق 22 m، وطول عقرب الساعات 17 m، وتبلغ كتلة كل منهما 6 أطنان تقريبًا.



ساعات: يعرض الشكل المجاور الساعة التي وردت في فقرة "لماذا؟" في بداية هذا الدرس.

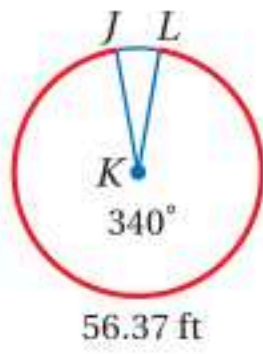
(35) ما قياس الزاوية المركزية الصغرى المحصورة بين عقربي الساعات والدقائق؟ فسّر الطريقة التي توصلت بها إلى إجابتك.

(36) إذا تضاعف قطر الدائرة، فما تأثير ذلك في طول القوس الأصغر بين الرقم 1، والرقم 12؟

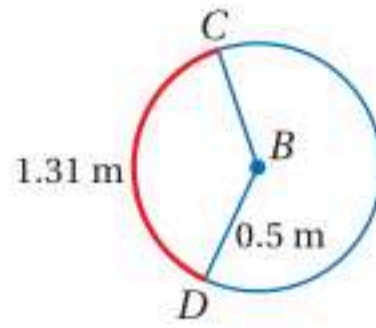


أوجد قياس كل ممّا يأتي مقرّبًا الأطوال إلى أقرب جزء من مئة وقياسات الأقواس إلى أقرب درجة.

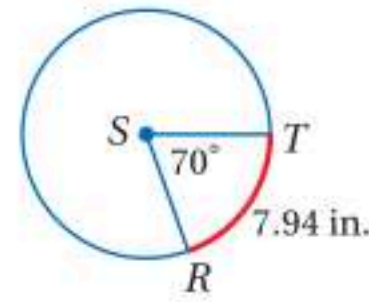
(39) نصف قطر  $\odot K$



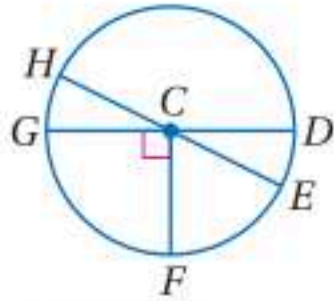
(38)  $m\widehat{CD}$



(37) محيط  $\odot S$



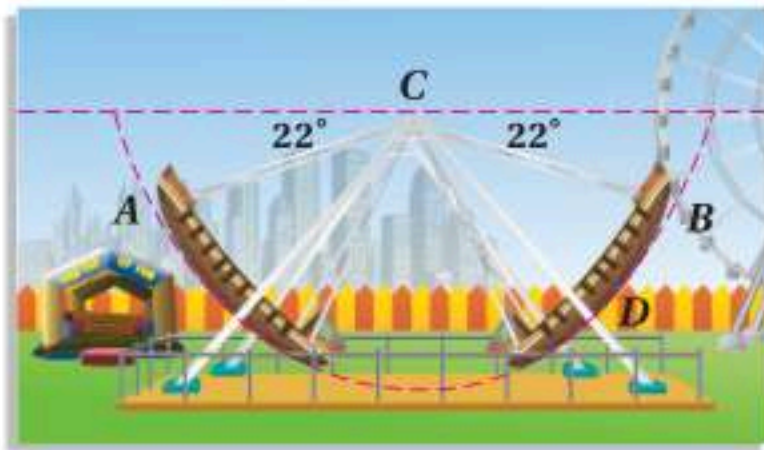
**جبر:** في  $\odot C$ ، إذا كان  $m\angle HCG = (2x)^\circ$ ،  $m\angle HCD = (6x + 28)^\circ$ ، فأوجد قياس كل ممّا يأتي:



(42)  $m\widehat{HGF}$

(41)  $m\widehat{HD}$

(40)  $m\widehat{EF}$



(43) **ألعاب:** يأخذ مسار لعبة السفينة في مدينة ألعاب شكل نصف دائرة كما في الشكل المجاور.

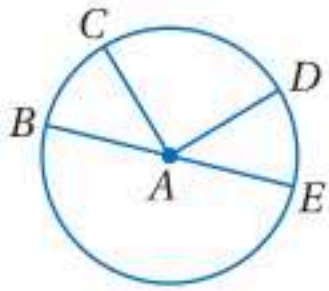
(a) أوجد  $m\widehat{AB}$

(b) إذا كان  $CD = 62$  ft، فما طول  $\widehat{AB}$ ؟ قرب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.

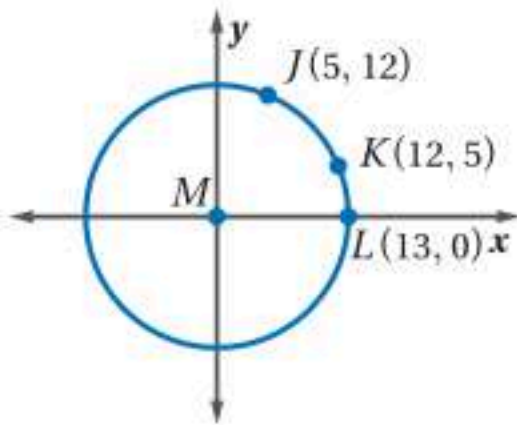
(44) **برهان:** اكتب برهانًا ذا عمودين للنظرية 8.1.

المعطيات:  $\angle BAC \cong \angle DAE$

المطلوب:  $\widehat{BC} \cong \widehat{DE}$



(45) **هندسة إحداثية:** تُمثّل النقطة M نقطة الأصل في الشكل المجاور. أوجد كلاً ممّا يأتي في  $\odot M$ ، مقرّبًا الأطوال إلى أقرب جزء من مئة، وقياسات الأقواس إلى أقرب عُشر درجة.



(c)  $m\widehat{JK}$

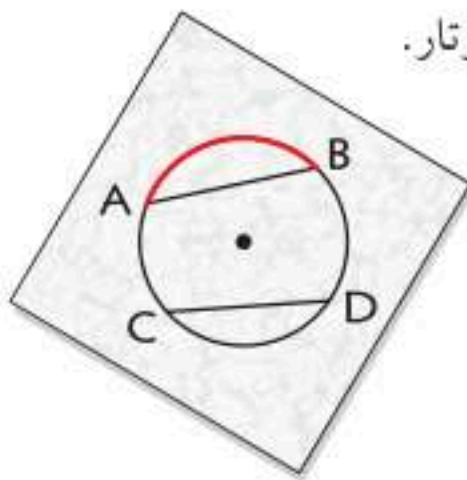
(b)  $m\widehat{KL}$

(a)  $m\widehat{JL}$

(e) طول  $\widehat{JK}$

(d) طول  $\widehat{JL}$

(46) **تمثيلات متعددة:** في هذا السؤال ستستقصي العلاقة بين الأقواس والأوتار.



(a) **هندسيًا:** ارسم دائرة فيها وتران متطابقان مثل  $\overline{AB}$ ،  $\overline{CD}$ ، حدّد مركز هذه الدائرة. كرّر العملية مع دائرتين أُخريين ووترين متطابقين في كلّ منهما، على أن تكون أطوال الأوتار في الدوائر الثلاث مختلفة.

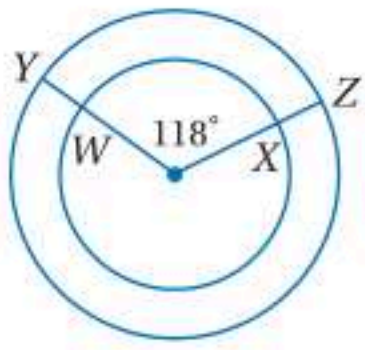
(b) **حسيًا:** قُصّ ثلاث قطع من الورق الشفّاف أكبر من كلّ من الدوائر الثلاث، ثمّ ثبّت ورقة شفافة من منتصفها مستعملًا دبّوسًا عند مركز كل دائرة، ارسم القوس المقابل لأحد الوترين في كل دائرة على الورقة الشفافة، ثمّ قم بتدوير قطعة الورق الشفّاف حول الدبّوس؛ لمقارنة طول القوس الذي رسمته بطول القوس المقابل للوتر الآخر.

(c) **لفظيًا:** ضع تخمينًا حول العلاقة بين الأقواس التي تقابل أوتارًا متطابقة في الدائرة.





## مسائل مهارات التفكير العليا



(47) **اكتشف الخطأ:** يقول إبراهيم: إن  $\widehat{WX}$ ,  $\widehat{YZ}$  متطابقان؛ لأن زاويتيهم المركزيتين متطابقتان، بينما يقول سالم: إنهما غير متطابقتين. هل أيُّ منهما على صواب؟ برّر إجابتك.

**تبرير:** حدّد ما إذا كانت كلُّ من العبارات الآتية صحيحة دائماً أو أحياناً أو ليست صحيحة أبداً. برّر إجابتك.

(48) قياس القوس الأصغر أقل من  $180^\circ$ .

(49) إذا كانت الزاوية المركزية منفرجة، فإن القوس المقابل لها قوس أكبر.

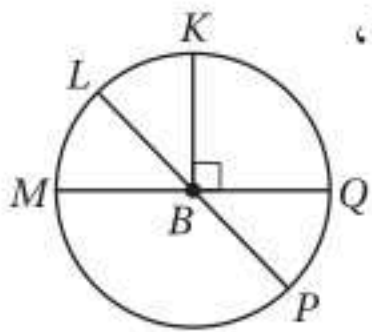
(50) يعتمد مجموع قياسي قوسين متجاورين في دائرة، على قياس نصف قطر تلك الدائرة.

(51) **مسألة مفتوحة:** ارسم دائرة وعيّن عليها ثلاث نقاط، قدّر قياس الأقواس الثلاثة الناتجة وغير المتداخلة، ثم استعمل المنقلة لإيجاد قياس كلٍّ منها، واكتب على كل قوس قياسه.

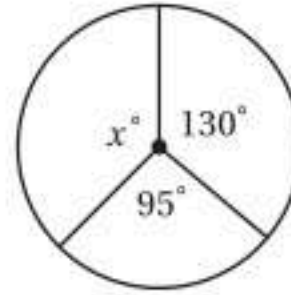
(52) **تحّد:** تشير عقارب ساعة إلى 8:10، ما قياس الزاوية المقابلة للقوس الأصغر بين عقربي الساعة؟

(53) **اكتب:** صِف الأنواع الثلاثة للأقواس في الدائرة، وطريقة إيجاد قياس كلٍّ منها.

## تدريب على اختبار



(55) في  $\odot B$ ، إذا كان:  $m\angle LBM = (3x)^\circ$ ،  
 $m\angle LBQ = (4x + 61)^\circ$ ،  
فما قياس  $\angle PBQ$ ؟

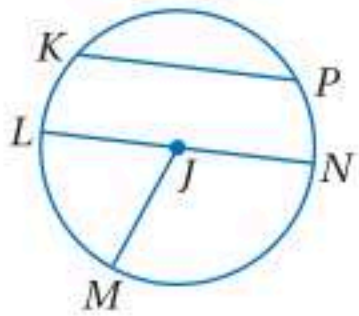


(54) أوجد قيمة  $x$ ؟

145 C  
160 D

120 A  
135 B

## مراجعة تراكمية



عدّ إلى  $\odot J$  في الشكل المجاور للإجابة عن كلٍّ من الأسئلة الآتية: (مهارة سابقة)

(56) سمّ مركز الدائرة.

(57) عيّن وترًا يكون قطرًا أيضًا.

(58) إذا كان  $LN = 12.4$ ، فأوجد  $JM$ ؟

مثّل بيانيًا المضلع المعطاه إحداثيات رؤوسه، ثم مثّل صورته الناتجة عن تمديد مركزه نقطة الأصل ومعامله  $k$  المُعطى في كلٍّ من السؤالين الآتيين: (مهارة سابقة)

(60)  $k = 0.25$ ؛  $A(-4, 4)$ ,  $B(4, 4)$ ,  $C(4, -4)$ ,  $D(-4, -4)$

(59)  $k = 3$ ؛  $X(-1, 2)$ ,  $Y(2, 1)$ ,  $Z(-1, -2)$

## استعد للدرس اللاحق

أوجد قيمة  $x$  في كلِّ مما يأتي:

(63)  $30^2 + 35^2 = x^2$

(62)  $x^2 + 5^2 = 13^2$

(61)  $24^2 + x^2 = 26^2$



# الأقواس والأوتار

## Arcs and Chords

لماذا؟

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



يستعمل الخياطون إطارًا دائريًا لشد الأقمشة ثم تطريز الزخارف عليها. ويُظهر الشكل المجاور إطارًا دائريًا، مثبتًا عليه تطريز على شكل نجمة، ويمثل كل رأسين متجاورين من رؤوس النجمة نهايتي قوسٍ في الدائرة، أو نهايتي وترٍ يكون أحد أضلاع شكل سداسي رؤوسه على الدائرة.

فيما سبق:

درست استعمال العلاقات بين الأقواس والزوايا لإيجاد قياسات مختلفة.

(الدرس 8-2)

والآن:

■ أميز العلاقات بين الأقواس والأوتار وأستعملها.

■ أميز العلاقات بين الأقواس والأوتار والأقطار وأستعملها.

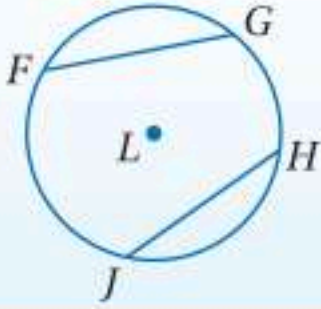
**الأقواس والأوتار:** لقد تعلمت في الدرس 8-1 أن الوتر هو قطعة مستقيمة يقع طرفاها على الدائرة، وإذا لم يكن الوتر قطرًا للدائرة، فإن طرفيه يقسمانها إلى قوسين؛ أحدهما قوس أكبر والآخر أصغر.

أضف إلى

مطوبتك

### نظرية 8.2

**التعبير اللفظي:** في الدائرة نفسها أو في دائرتين متطابقتين، يكون القوسان الأصغران متطابقين، إذا وفقط إذا كان الوتران المناظران لهما متطابقين.



مثال:  $\overline{FG} \cong \overline{HJ}$ ، إذا وفقط إذا كان  $\widehat{FG} \cong \widehat{HJ}$ .

ستبرهن الجزء 2 من النظرية 8.2 في السؤال 20

برهان

### نظرية 8.2 (الجزء 1: دائرة واحدة)



المعطيات:  $\widehat{QR} \cong \widehat{ST}$  في  $\odot P$ .

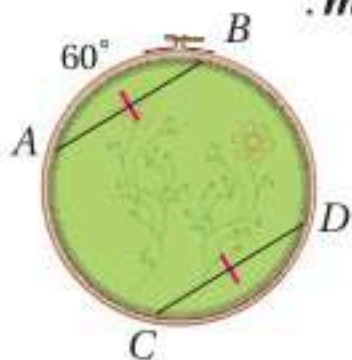
المطلوب:  $\overline{QR} \cong \overline{ST}$

البرهان:

المبررات	العبارات
(1) معطيات	(1) $\widehat{QR} \cong \widehat{ST}$ في $\odot P$
(2) إذا تطابقت الأقواس، فإن الزوايا المركزية المقابلة لها تكون متطابقة.	(2) $\angle QPR \cong \angle SPT$
(3) أنصاف أقطار الدائرة جميعها متطابقة.	(3) $\overline{QP} \cong \overline{PR} \cong \overline{SP} \cong \overline{PT}$
(4) SAS	(4) $\triangle PQR \cong \triangle PST$
(5) العناصر المتناظرة في مثلثين متطابقين متطابقة.	(5) $\overline{QR} \cong \overline{ST}$

استعمال الأوتار المتطابقة لإيجاد قياس القوس

مثال 1 من واقع الحياة



**حرف يدوية:** إذا كان:  $\widehat{AB} = 60^\circ$ ،  $\overline{AB} \cong \overline{CD}$  في الشكل المجاور، فأوجد  $m\widehat{CD}$ .

$\overline{AB}$ ،  $\overline{CD}$  وتران متطابقان؛ إذن القوسان المقابلان لهما  $\widehat{AB}$ ،  $\widehat{CD}$  متطابقان أي أن:  $m\widehat{AB} = m\widehat{CD} = 60^\circ$

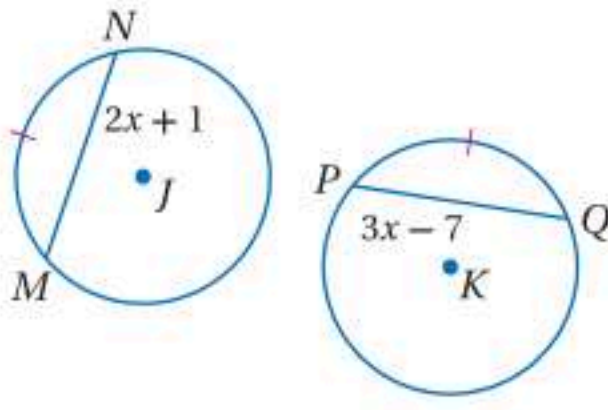
تحقق من فهمك

(1) إذا كان  $m\widehat{AB} = 78^\circ$  في الشكل أعلاه، فأوجد  $m\widehat{CD}$ .



## استعمال الأقواس المتطابقة لإيجاد أطوال الأوتار

مثال 2



جبر: إذا كان:  $\widehat{MN} \cong \widehat{PQ}$ ,  $\odot J \cong \odot K$ , فأوجد  $PQ$ .

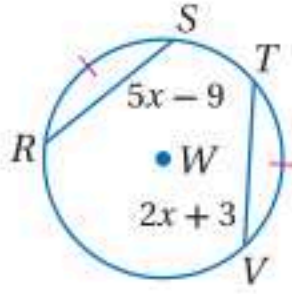
$\widehat{MN}$ ,  $\widehat{PQ}$  قوسان متطابقان في دائرتين متطابقتين؛  
لذا فإن الوترين  $\overline{MN}$ ,  $\overline{PQ}$  متطابقان.

تعريف القطع المتطابقة  $MN = PQ$

بالتعويض  $2x + 1 = 3x - 7$

بالتبسيط  $8 = x$

إذن:  $PQ = 3(8) - 7 = 17$ .



تحقق من فهمك

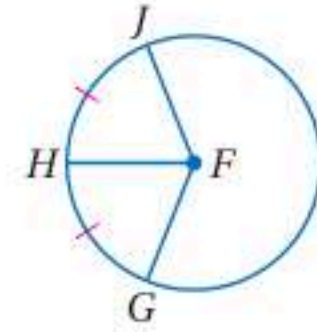
(2) في  $\odot W$ , إذا كان  $\widehat{RS} \cong \widehat{TV}$ , فأوجد  $RS$ .

**تنصيف الأقواس والأوتار:** إذا قسم مستقيم أو قطعة مستقيمة أو نصف مستقيم قوسًا إلى قوسين متطابقين؛ فإنه يُنصّف القوس.

## إرشادات للدراسة

منصّف القوس:

في الشكل الآتي  $\widehat{FH}$   
منصّف للقوس  $\widehat{JHG}$ .



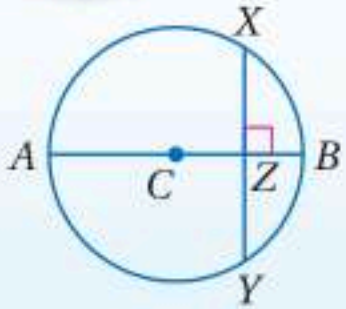
## نظريات

أضف إلى

مطوبتك

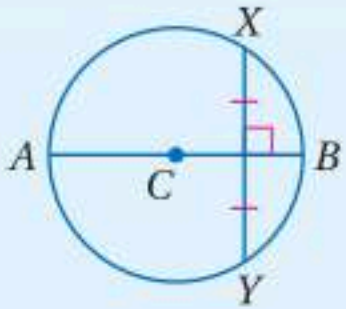
**8.3** إذا كان قطر (أو نصف قطر) الدائرة عمودياً على وتر فيها، فإنه يُنصّف ذلك الوتر، ويُنصّف قوسه.

مثال: إذا كان القطر  $\overline{AB}$  عمودياً على  $\overline{XY}$  في النقطة  $Z$ ، فإن:  $\widehat{XZ} \cong \widehat{ZY}$ ,  $\widehat{XB} \cong \widehat{BY}$ .



**8.4** العمود المنصّف لوتر في الدائرة هو قطر (أو نصف قطر) لها.

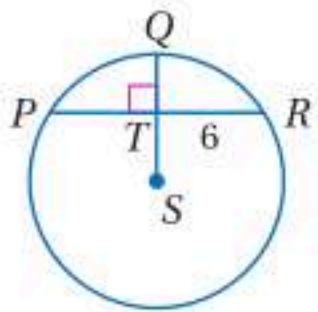
مثال: إذا كان  $\overline{AB}$  عموداً منصفاً للوتر  $\overline{XY}$ ، فإن  $\overline{AB}$  قطر في  $\odot C$ .



ستبرهن النظريتين 8.3, 8.4 في السؤالين 23, 21 على الترتيب

## استعمال نصف القطر العمودي على الوتر

مثال 3



في  $\odot S$ , إذا كان  $m\widehat{PR} = 98^\circ$ , فأوجد  $m\widehat{PQ}$ .

نصف القطر  $\overline{SQ}$  يعامد الوتر  $\overline{PR}$ ؛ لذا وبحسب النظرية 8.3 فإن

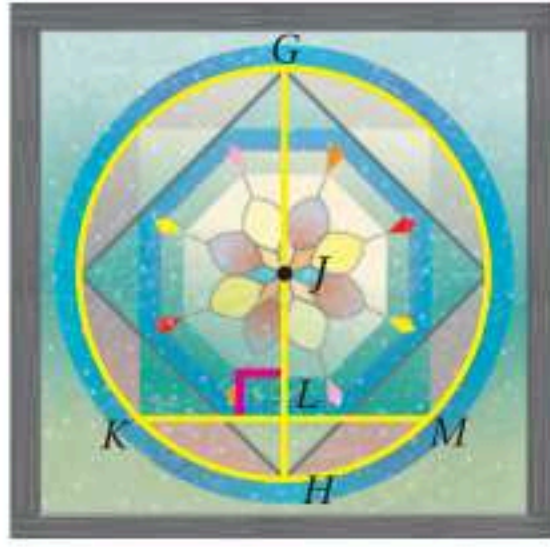
$\widehat{SQ}$  يُنصّف  $\widehat{PR}$ ؛ إذن  $m\widehat{PQ} = m\widehat{QR}$

$m\widehat{PQ} = \frac{m\widehat{PR}}{2} = \frac{98^\circ}{2} = 49^\circ$

تحقق من فهمك

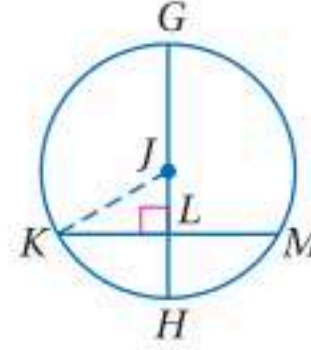
(3) أوجد  $PR$  في  $\odot S$ .





زجاج ملون: يبين الشكل المجاور تصميمًا على نافذة ذات زجاج ملون، إذا كان  $\overline{GH}$  قطرًا طوله 30 in، و  $\overline{KM}$  وترًا طوله 22 in، فأوجد  $JL$ .

الخطوة 1: ارسم نصف القطر  $\overline{JK}$ .



فيكون  $\triangle JKL$  القائم الزاوية.

الخطوة 2: أوجد  $JK, KL$ .

بما أن  $GH = 30$  in، فإن  $JH = 15$  in، وبما أن أنصاف أقطار الدائرة جميعها متطابقة، فإن  $JK = 15$  in.

بما أن القطر  $\overline{GH}$  عمودي على  $\overline{KM}$ ، فإن  $\overline{GH}$  ينصف الوتر  $\overline{KM}$  وفق النظرية 8.3  
إذن:  $KL = \frac{1}{2}(22) = 11$  in.

الخطوة 3: أوجد  $JL$  باستعمال نظرية فيثاغورس.

$$KL^2 + JL^2 = JK^2 \quad \text{نظرية فيثاغورس}$$

$$11^2 + JL^2 = 15^2 \quad \text{بالتعويض}$$

$$121 + JL^2 = 225 \quad \text{بالتبسيط}$$

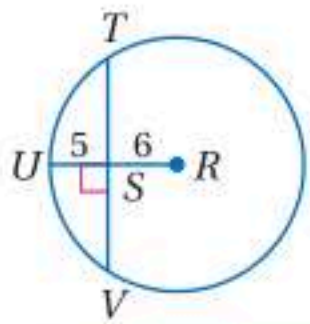
$$JL^2 = 104 \quad \text{ب طرح 121 من كلا الطرفين}$$

$$JL = \sqrt{104} \quad \text{بأخذ الجذر التربيعي الموجب لكلا الطرفين}$$

$$JL = \sqrt{104} \approx 10.20 \text{ in} \quad \text{إذن:}$$

تحقق من فهمك

4) أوجد  $TV$  في  $\odot R$  مقربًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



### إرشادات للدراسة

رسم القطع المستقيمة؛ يمكنك إضافة أي معلومة معروفة إلى الشكل؛ لمساعدتك على حل السؤال، ففي المثال 4، رُسم نصف القطر  $\overline{JK}$ .

بالإضافة إلى النظرية 8.2، يمكنك استعمال النظرية الآتية؛ لتحديد ما إذا كان وتران في دائرة متطابقين.

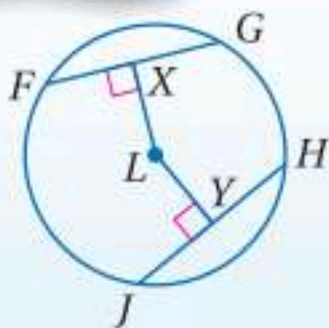
أضف إلى

مطوبتك

### نظرية 8.5

التعبير اللفظي: في الدائرة نفسها أو في دائرتين متطابقتين، يكون الوتران متطابقين إذا وفقط إذا كان بُعدهما عن مركز الدائرة متساويين.

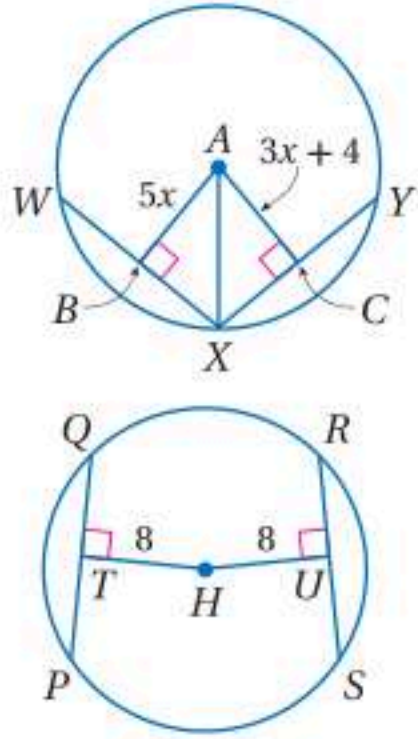
مثال:  $LX = LY$  إذا وفقط إذا كان  $\overline{FG} \cong \overline{JH}$ .



ستبرهن النظرية 8.5 في السؤالين 24, 25



### مثال 5 الأوتار المتساوية البعد عن المركز



جبر: في  $\odot A$  إذا كان  $WX = XY = 22$  ، فأوجد  $AB$  .  
بما أن الوترين  $\overline{WX}$  ،  $\overline{XY}$  متطابقان. فإن بعديهما عن  $A$  متساويان.  
إذن:

$$AB = AC$$

$$\text{بالتعويض} \quad 5x = 3x + 4$$

$$\text{بالتبسيط} \quad x = 2$$

$$\text{إذن} \quad AB = 5(2) = 10$$

تحقق من فهمك

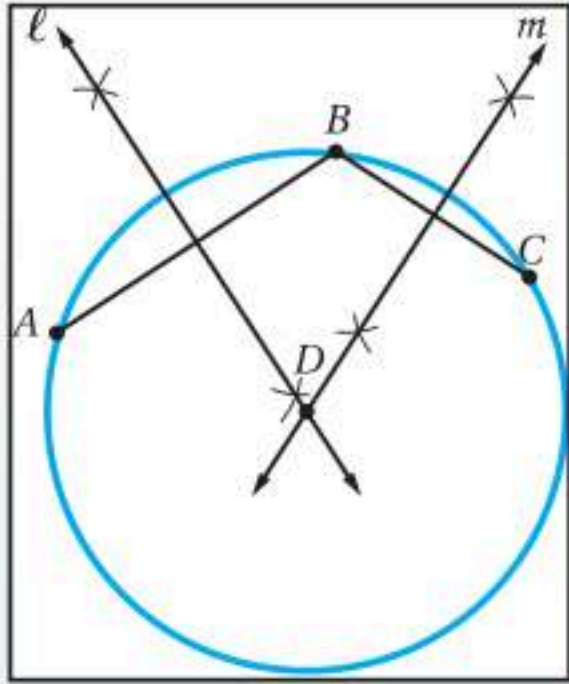
(5) في  $\odot H$  إذا كان:  $PQ = 3x - 4$  ،  $RS = 14$  ، فأوجد قيمة  $x$

يمكنك استعمال النظرية 8.4؛ لإيجاد النقطة التي تبعد مسافات متساوية عن ثلاث نقاط ليست على استقامة واحدة، أو لتعيين مركز دائرة غير معلومة المركز.

### إنشاءات هندسية

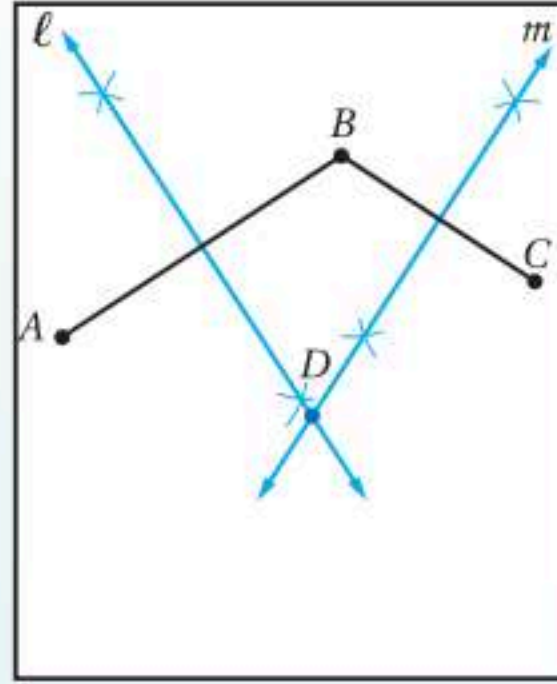
#### رسم الدائرة التي تمر بثلاث نقاط ليست على استقامة واحدة

الخطوة 3:



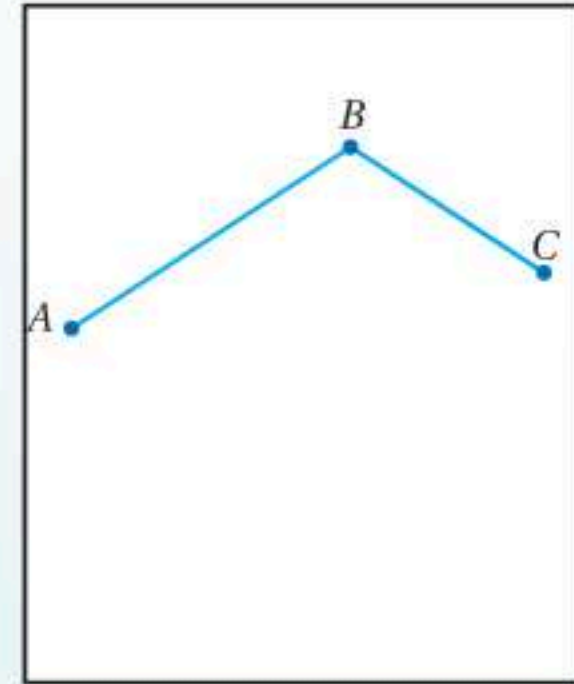
المستقيمان  $l$  ،  $m$  يحويان قطرين في الدائرة المارة بالنقاط الثلاث بحسب النظرية 8.4 ، ونقطة تقاطعهما هي مركز الدائرة. ضع رأس الفرجار عند النقطة  $D$  ، وارسم دائرة تمرُّ بالنقاط  $A$  ،  $B$  ،  $C$  .

الخطوة 2:



أنشئ العمودين  $l$  ،  $m$  المنصفين للقطعتين  $\overline{AB}$  ،  $\overline{BC}$  .  
وسمِّ نقطة تقاطعهما  $D$  .

الخطوة 1:

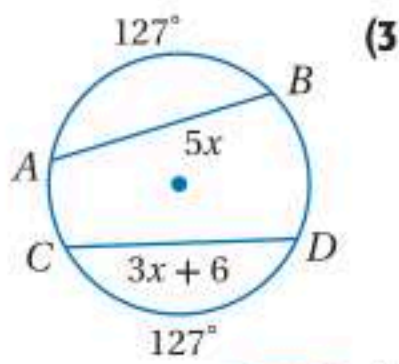


ارسم ثلاث نقاط  $A$  ،  $B$  ،  $C$  ليست على استقامة واحدة، ثم ارسم القطعتين المستقيمتين  $\overline{AB}$  ،  $\overline{BC}$  .

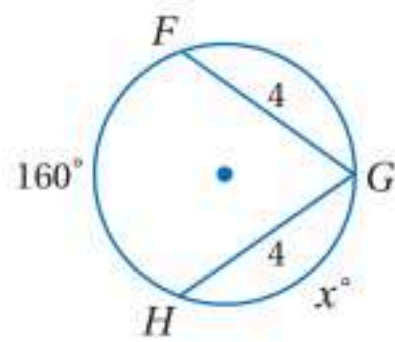
تأكد

جبر: أوجد قيمة  $x$  في كلِّ ممَّا يأتي:

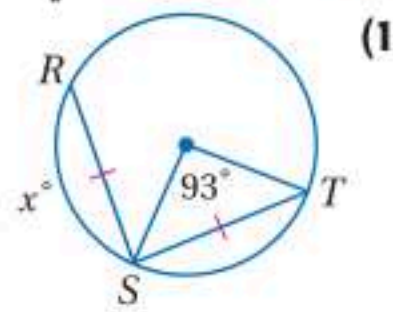
المثالان 1, 2



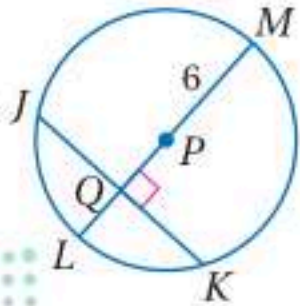
(3)



(2)



(1)



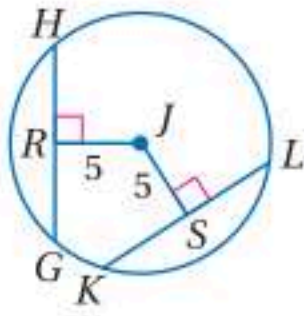
في  $\odot P$  ، إذا كان:  $JK = 10$  ،  $m\widehat{JK} = 134^\circ$  ، فأوجد القياسات الآتية،  
مقرَّبًا إيجابتك إلى أقرب جزء من مئة إذا لزم ذلك.

المثالان 3, 4

(5)  $PQ$

(4)  $m\widehat{JK}$

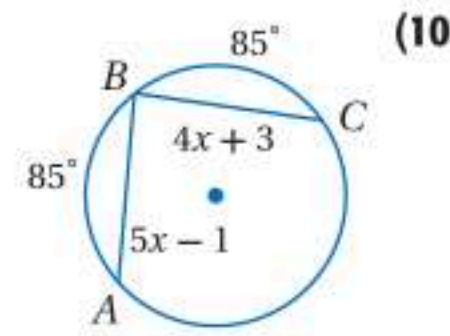
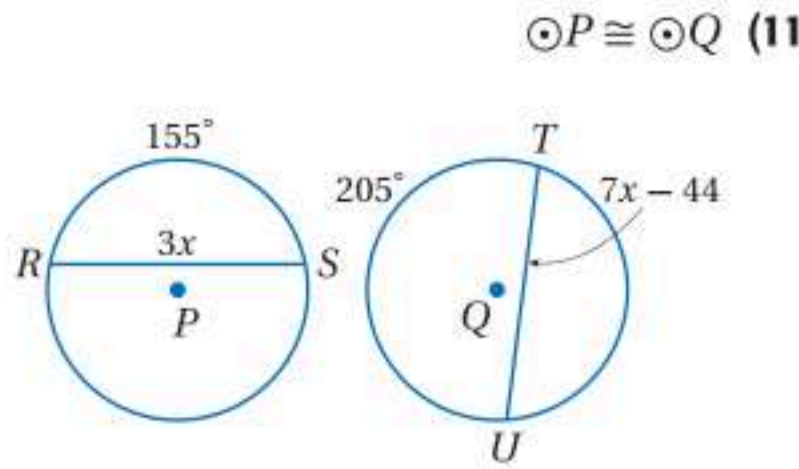
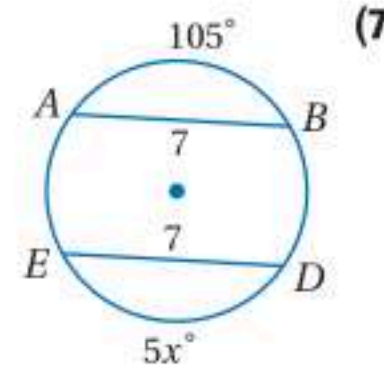
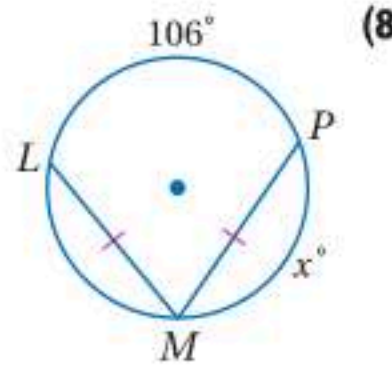
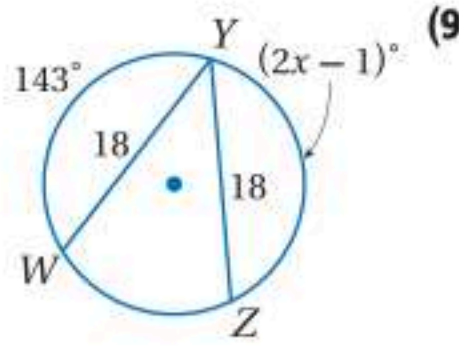




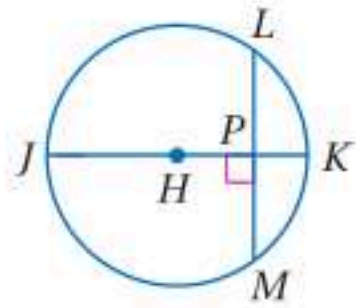
المثال 5 (6) في  $\odot J$ ، إذا كان:  $GH = 9$ ,  $KL = 4x + 1$ ، فأوجد قيمة  $x$ .

## تدرب وحل المسائل

المثالان 1, 2 جبر: أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ مما يأتي:



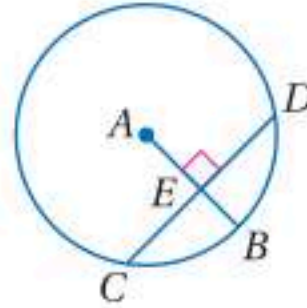
إذا كان طول قطر  $\odot H$  يساوي 18 و  $LM = 12$  و  $m\widehat{LM} = 84^\circ$ ، فأوجد القياسين الآتين مقربًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة، إذا لزم ذلك.



(14)  $m\widehat{LK}$

(15)  $HP$

إذا كان طول نصف قطر  $\odot A$  يساوي 14 و  $CD = 22$ ، فأوجد القياسين الآتين مقربًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة، إذا لزم ذلك.



(12)  $CE$

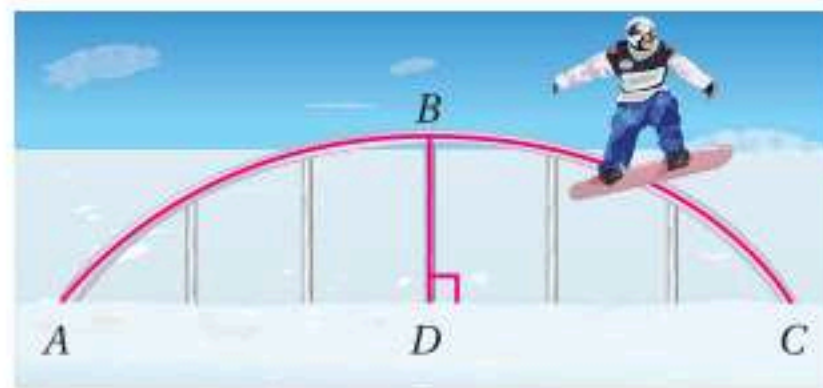
(13)  $EB$

المثالان 3, 4

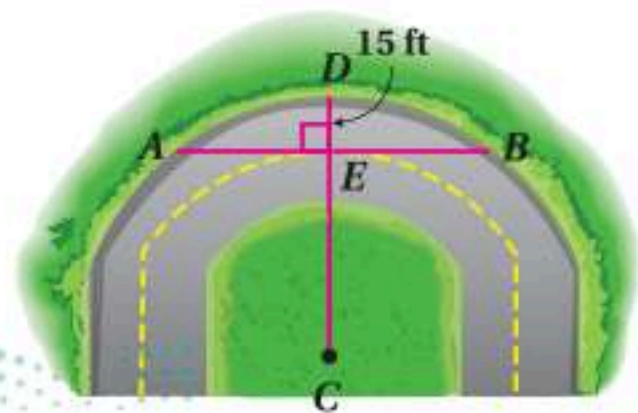


### الربط مع الحياة

في مناطق التزلج، يتم تثبيت سكة تمكّن المتزلجين من القيام بحركات بهلوانية.



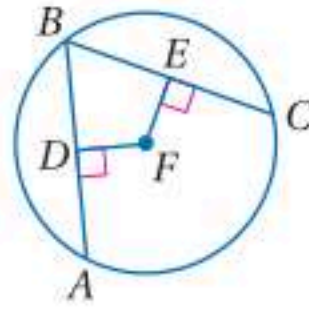
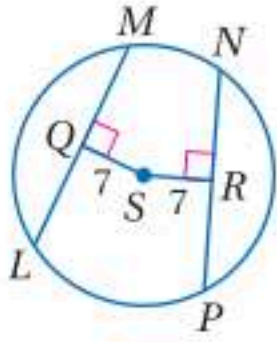
(16) **تزلج:** سكة التزلج في الشكل المجاور تأخذ شكل قوس من دائرة، حيث  $\overline{BD}$  جزء من قطرها. إذا كان قياس  $\widehat{ABC}$  يساوي 32% من الدائرة الكاملة، فأوجد  $m\widehat{AB}$ ؟



(17) **طرق:** الحافة الخارجية للطريق المنحنية المبينة في الشكل المجاور جزء من  $\odot C$  التي نصف قطرها 88 ft. أوجد  $AB$  مقربًا إجابتك إلى أقرب عُشر.

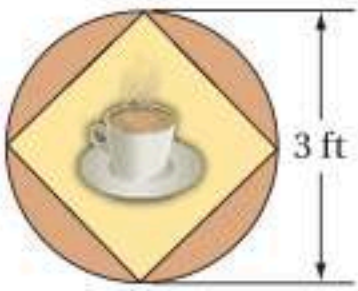
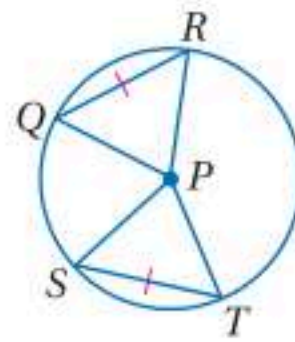
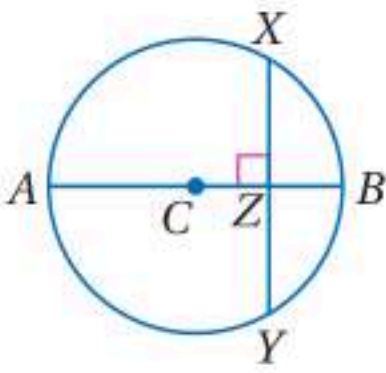


- (18) جبر: في  $\odot F$ ، إذا كان:  $\overline{AB} \cong \overline{BC}$ ، فأوجد قيمة  $x$ .  
 (19) جبر: في  $\odot S$ ، إذا كان:  $LM = 16$ ,  $PN = 4x$ ، فأوجد قيمة  $x$ .



**برهان:** اكتب برهاناً من النوع المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

- (20) برهان حرّ للجزء الثاني من النظرية 8.2،  
 المعطيات:  $\overline{QR} \cong \overline{ST}$  في  $\odot P$ .  
 المطلوب:  $\widehat{QR} \cong \widehat{ST}$
- (21) برهان ذو عمودين للنظرية 8.3،  
 المعطيات:  $\overline{AB} \perp \overline{XY}$  في  $\odot C$ .  
 المطلوب:  $\widehat{XZ} \cong \widehat{YZ}$ ,  $\widehat{XB} \cong \widehat{YB}$



- (22) **تصميم:** صمّم زيد شعاراً لمقهى كما في الشكل المجاور. إذا كانت أطوال الأوتار جميعها متساوية، فما قياس كل قوس؟ وما طول كل وتر؟

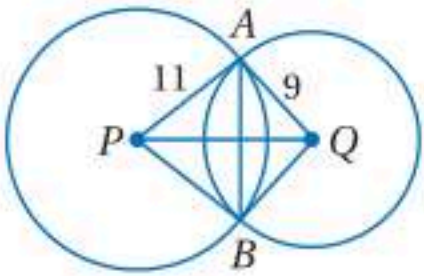
- (23) **برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين للنظرية 8.4

**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين للجزء المُشار إليه من النظرية 8.5 في كل من السؤالين الآتيين.

- (24) إذا تساوى بُعدا وترين في دائرة عن مركزها، فإن هذين الوترين متطابقان.

- (25) إذا تطابق وتران في دائرة، فإن بُعديهما عن مركزها متساويان.

### مسائل مهارات التفكير العليا

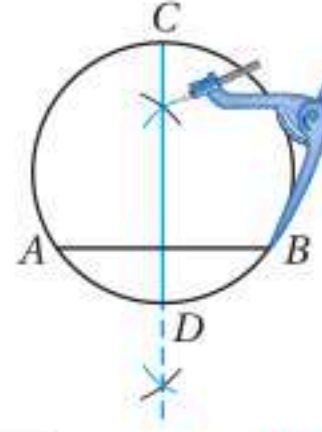
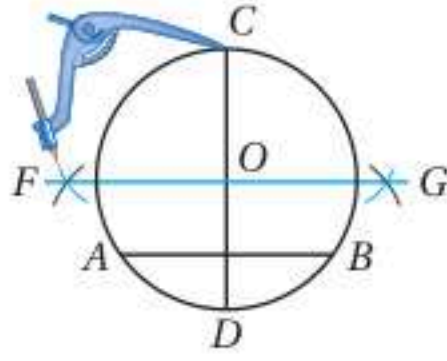


- (26) **تحذّر:** الوتر  $\overline{AB}$  المشترك بين  $\odot P$ ,  $\odot Q$  يُعَامد القطعة المستقيمة الواصلة بين مركزي هاتين الدائرتين، إذا كان  $AB = 10$ ، فما طول  $\overline{PQ}$ ؟ وضح ذلك.

- (27) **تبرير:**  $\overline{AB}$  قطر في الدائرة و  $\overline{HG}$  وتر يتقاطع مع  $\overline{AB}$  في النقطة  $X$ ، فهل العبارة  $HX = GX$  صحيحة دائماً، أم أحياناً، أم غير صحيحة أبداً؟



(28) **تحذّر:** الإنشاء الهندسي أدناه يوضح طريقة تعيين مركز دائرة معطاة.



**الخطوة 2:** أنشئ العمود المنصف للوتر  $\overline{CD}$  وسمّه  $\overline{FG}$ . سمّ نقطة تقاطع العمودين  $O$ .

**الخطوة 1:** ارسم الوتر  $\overline{AB}$ ، وأنشئ العمود المنصف للوتر  $\overline{AB}$  وسمّه  $\overline{CD}$ .

- (a) استعمل البرهان غير المباشر لإثبات أن  $\overline{CD}$  يمر بمركز الدائرة، مفترضاً أن مركز الدائرة لا يقع على  $\overline{CD}$ .  
(b) أثبت أن  $O$  هي مركز الدائرة.

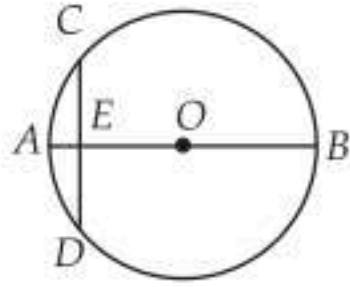
(29) **اكتب:** إذا أصبح قياس قوس في دائرة ثلاثة أمثال قياسه الأصلي، فهل يصبح طول الوتر المقابل لهذا القوس الجديد ثلاثة أمثال طول الوتر المقابل للقوس الأصلي؟ ارسم شكلاً يؤيد استنتاجك.

### إرشادات للدراسة

**البرهان غير المباشر:**  
تذكر أن البرهان غير المباشر هو برهان بالتناقض تفترض فيه أن المطلوب غير صحيح، ثم تصل إلى نتيجة تناقض المعطيات أو حقيقة مثبتة من قبل أو مسلمة أو تعريف.

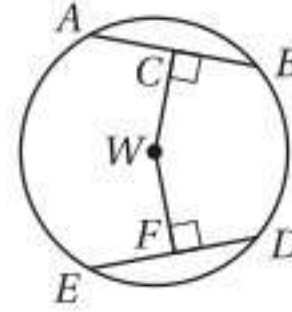
### تدريب على اختبار

(31) في  $\odot O$ ، قطر  $\overline{AB}$  عمودي على الوتر  $\overline{CD}$ ، ويقطعه في النقطة  $E$ ، إذا كان:  $OB = 10$ ،  $AE = 2$ ، فما طول  $\overline{CD}$ ؟



- A 4  
B 6  
C 8  
D 12

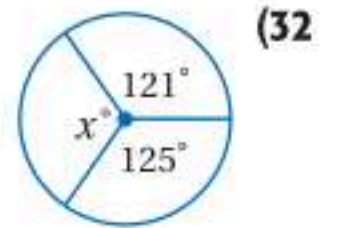
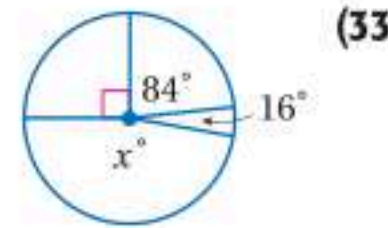
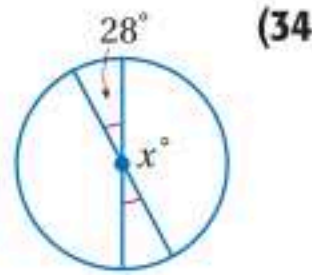
(30) إذا كان:  $ED = 30$ ،  $CW = WF$ ، فأوجد  $DF$ ؟



- A 60  
B 45  
C 30  
D 15

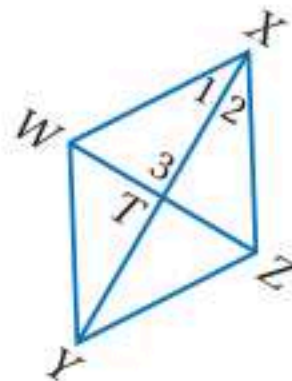
### مراجعة تراكمية

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ مما يأتي: (الدرس 8-2)



(35) **حرف يدوية:** صممت شيماء مخططاً لتطريز 10 ورداتٍ على قطعة قماش، فرسمت 10 أشكال خماسية منتظمة طول ضلع كلٍّ منها 3.5 in، ثم رسمت نصف دائرة على كل ضلع، فتشكّلت 10 ورداتٍ لكلٍّ منها خمس بتلاتٍ، فكم بوصة طول الشريط الذهبي الذي تحتاجه لتزيين حواف جميع الوردات؟ قرب إجابتك إلى أقرب بوصة. (الدرس 8-1)

### استعد للدرس اللاحق



**جبر:** أجب عن السؤالين الآتيين مستعيناً بالمعيار  $WXZY$ :

(36) إذا كان:  $m\angle 3 = (y^2 - 31)^\circ$ ، فأوجد  $y$ .

(37) إذا كان:  $m\angle XZY = 56^\circ$ ، فأوجد  $m\angle YWZ$ .



# الزوايا المحيطة

## Inscribed Angles

لماذا؟

فيما سبق:

درست إيجاد قياس الزوايا الداخلية للمضلعات.

(مهارة سابقة)

والآن:

▪ أجد قياسات الزوايا المحيطة.

▪ أجد قياسات زوايا المضلعات المحاطة بدائرة.

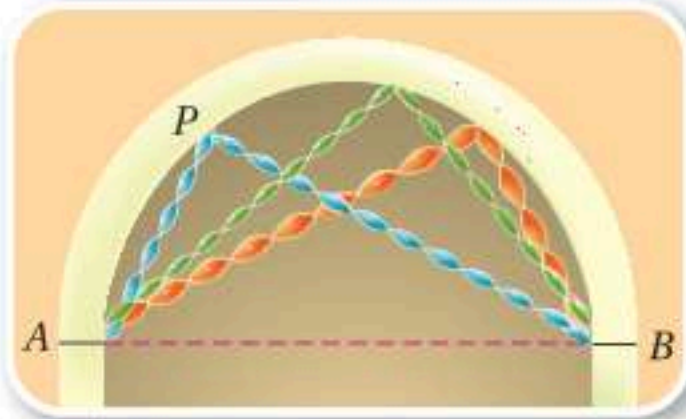
المفردات:

الزاوية المحيطة

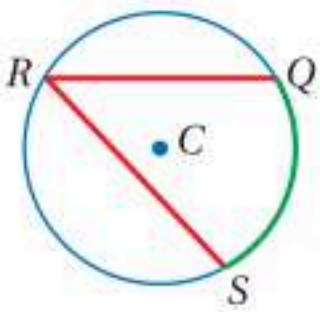
inscribed angle

القوس المقابل

intercepted arc



يعلو مدخل قاعة احتفالات قوس على شكل نصف دائرة. زُين هذا المدخل بأشرطة ملونة، بحيث تُبَّت أحد طرفي كل شريط عند النقطة A، والطرف الآخر عند النقطة B. ثم رفعت الأشرطة، وتم تثبيت كل منها عند نقطة مختلفة على القوس مثل P، كما في الشكل المجاور. لاحظ أن الزوايا المتكوّنة من هذه الأشرطة تبدو متطابقة، بغض النظر عن موقع النقطة P.



**الزوايا المحيطة:** الزاوية المحيطة هي زاوية يقع رأسها على الدائرة، ويحتوي ضلعاها على وترين في الدائرة. فالزاوية  $QRS$  هي زاوية محيطة في  $\odot C$ .

**القوس المقابل** للزاوية المحيطة هو قوس يقع داخل الزاوية المحيطة، ويقع طرفاه على ضلعيها. القوس الأصغر  $QS$  في  $\odot C$  هو القوس المقابل للزاوية  $QRS$ .

توجد ثلاث حالات للزاوية المحيطة في الدائرة.

الحالة الأولى	الحالة الثانية	الحالة الثالثة
يقع مركز الدائرة P على أحد ضلعي الزاوية المحيطة.	يقع مركز الدائرة P داخل الزاوية المحيطة.	يقع مركز الدائرة P خارج الزاوية المحيطة.

في الحالة الأولى يكون أحد ضلعي الزاوية المحيطة قطرًا للدائرة

والنظرية الآتية صحيحة لهذه الحالات الثلاث جميعها.

### نظرية 8.6

#### نظرية الزاوية المحيطة

**التعبير اللفظي:** قياس الزاوية المحيطة يساوي نصف قياس القوس المقابل لها.

$$m\angle 1 = \frac{1}{2} m\widehat{AB}, m\widehat{AB} = 2m\angle 1$$

مثال:



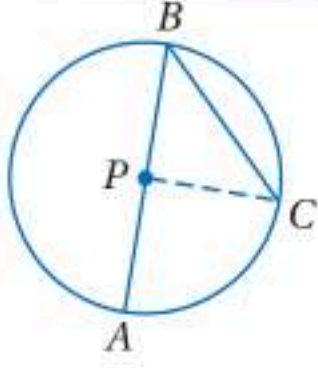
ستبرهن النظرية 8.6 للحالتين الثانية والثالثة للزاوية المحيطة في السؤالين 28, 29 على الترتيب





## برهان

### نظرية الزاوية المحيطية (الحالة الأولى)



المعطيات:  $\angle B$  محيطية في  $\odot P$ .

المطلوب:  $m\angle B = \frac{1}{2}m\widehat{AC}$

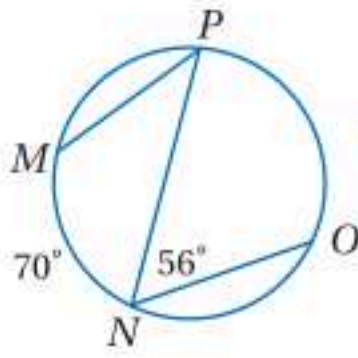
البرهان: تعلم أن  $\angle B$  محيطية في  $\odot P$ ، وأن  $\overline{PB}$  نصف قطر في  $\odot P$ .

ارسم نصف قطر آخر  $\overline{PC}$  حيث إن كل نقطتين تحددان مستقيماً واحداً، وهذا سيقودنا إلى:

المبررات	العبارات
(1) أنصاف أقطار الدائرة جميعها متطابقة.	(1) $\overline{PB} \cong \overline{PC}$
(2) تعريف المثلث المتطابق الضلعين	(2) $\triangle PBC$ متطابق الضلعين.
(3) نظرية المثلث المتطابق الضلعين	(3) $m\angle B = m\angle C$
(4) نظرية الزاوية الخارجية	(4) $m\angle APC = m\angle B + m\angle C$
(5) بالتعويض (من الخطوة 3 في الخطوة 4 ثم الجمع)	(5) $m\angle APC = 2m\angle B$
(6) تعريف قياس القوس	(6) $m\widehat{AC} = m\angle APC$
(7) بالتعويض (من الخطوة 5 في الخطوة 6)	(7) $m\widehat{AC} = 2m\angle B$
(8) خاصية التماثل للمساواة	(8) $2m\angle B = m\widehat{AC}$
(9) خاصية القسمة للمساواة	(9) $m\angle B = \frac{1}{2}m\widehat{AC}$

## مثال 1

### استعمال الزوايا المحيطية لإيجاد قياسات



أوجد القياسين الآتيين مستعملاً الشكل المجاور:

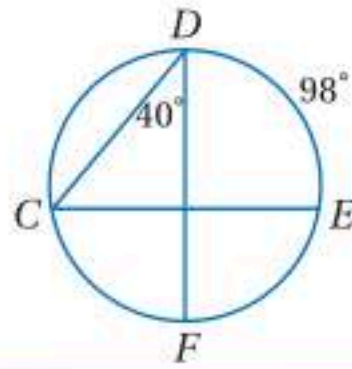
$m\widehat{PO}$  (b)

$m\angle P$  (a)

$$\begin{aligned} m\widehat{PO} &= 2m\angle N \\ &= 2(56^\circ) = 112^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m\angle P &= \frac{1}{2}m\widehat{MN} \\ &= \frac{1}{2}(70^\circ) = 35^\circ \end{aligned}$$

تحقق من فهمك



أوجد القياسات الآتية مستعملاً الشكل المجاور:

$m\angle C$  (1B)

$m\widehat{CF}$  (1A)

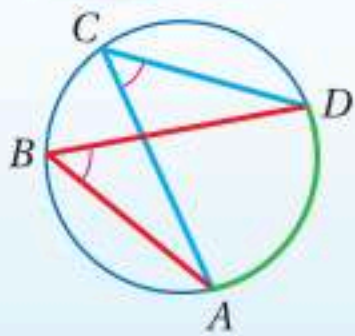
هناك علاقة بين الزاويتين المحيطيتين اللتين تقابلان القوس نفسه في دائرة.

أضف إلى

مطوبتك

## نظرية 8.7

التعبير اللفظي: إذا قابلت زاويتان محيطيتان في دائرة القوس نفسه أو قوسين متطابقين، فإن الزاويتين تكونان متطابقتين.



مثال:  $\angle B, \angle C$  تقابلان  $\widehat{AD}$ ، إذن  $\angle B \cong \angle C$ .

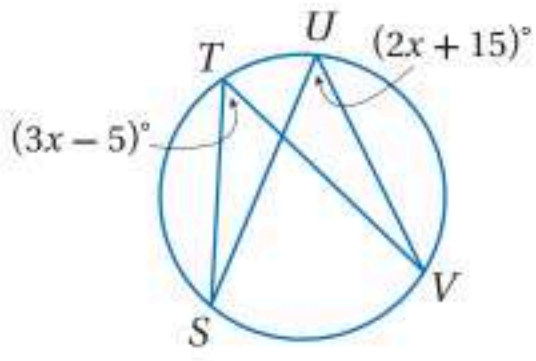
مثال:

ستبرهن النظرية 8.7 في السؤال 30



## مثال 2

### استعمال الزوايا المحيطية لإيجاد قياسات



جبر: أوجد  $m\angle T$  مستعملًا الشكل المجاور.

$$\widehat{SV} \text{ كلاهما } \angle U, \angle T \text{ تقابلان } \angle T \cong \angle U$$

$$\text{تعريف تطابق الزوايا} \quad m\angle T = m\angle U$$

$$\text{بالتعويض} \quad 3x - 5 = 2x + 15$$

$$\text{بالتبسيط} \quad x = 20$$

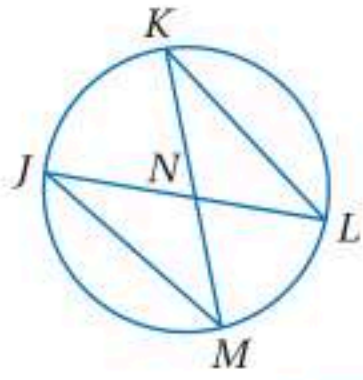
$$\text{إذن: } m\angle T = (3(20) - 5)^\circ = 55^\circ$$

تحقق من فهمك

(2) إذا كان:  $m\angle V = (x + 16)^\circ$ ,  $m\angle S = (3x)^\circ$ , فأوجد  $m\angle S$  مستعملًا الشكل أعلاه.

## مثال 3

### استعمال الزوايا المحيطية في البراهين



اكتب برهانًا ذا عمودين.

المعطيات:  $\widehat{JM} \cong \widehat{KL}$

المطلوب:  $\triangle JMN \cong \triangle KLN$

البرهان:

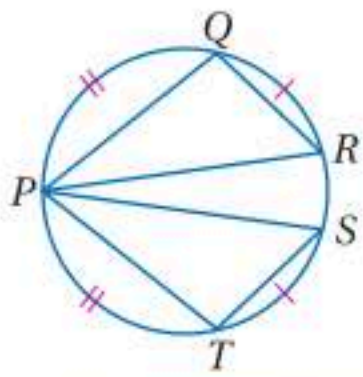
المبررات	العبارات
(1) معطيات	$\widehat{JM} \cong \widehat{KL}$ (1)
(2) إذا كانت الأقواس متطابقة؛ فإن الأوتار المقابلة لها تكون متطابقة أيضًا.	$\overline{JM} \cong \overline{KL}$ (2)
(3) تعريف القوس المقابل.	$\angle M$ تقابل $\widehat{JK}$ (3)
(4) الزوايا المحيطية التي تقابل القوس نفسه تكون متطابقة.	$\angle L$ تقابل $\widehat{JK}$
(5) الزوايا المتقابلة بالرأس تكون متطابقة.	$\angle M \cong \angle L$ (4)
(6) AAS	$\angle JNM \cong \angle KNL$ (5)
	$\triangle JMN \cong \triangle KLN$ (6)

تحقق من فهمك

(3) اكتب برهانًا ذا عمودين:

المعطيات:  $\widehat{QR} \cong \widehat{ST}$ ,  $\widehat{PQ} \cong \widehat{PT}$

المطلوب:  $\triangle PQR \cong \triangle PTS$



### إرشادات للدراسة

المضلعات المحاطة

بدائرة:

يكون المضلع محاطًا

بدائرة، إذا وقعت رؤوسه

جميعها على الدائرة

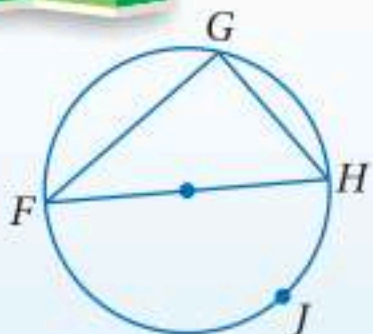
نفسها.

زوايا المضلعات المحاطة بدائرة: للمثلثات والأشكال الرباعية المحاطة بدائرة خصائص خاصة.

## النظرية 8.8

أضف إلى

مطوبتك



التعبير اللفظي: تقابل الزاوية المحيطية في مثلث قطرًا أو نصف دائرة، إذا وفقط إذا كانت هذه الزاوية قائمة.

مثال: إذا كانت  $\widehat{FJH}$  نصف دائرة، فإن  $m\angle G = 90^\circ$ .

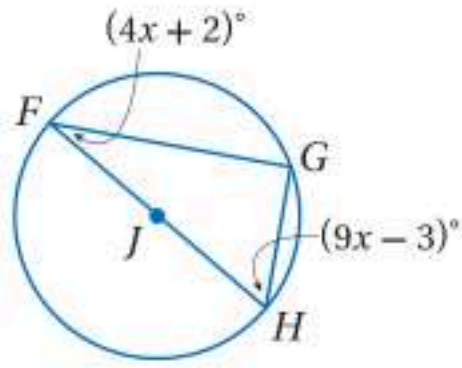
إذا كان  $m\angle G = 90^\circ$ ، فإن  $\widehat{FJH}$  هي نصف دائرة،

ويكون  $\overline{FH}$  قطرًا فيها.

ستبرهن النظرية 8.8 في السؤال 31



#### مثال 4 إيجاد قياسات زوايا المثلث المحاط بدائرة



جبر: أوجد  $m\angle F$  مستعملًا الشكل المجاور.

$\triangle FGH$  قائم الزاوية؛ لأن  $\angle G$  محيطية تقابل نصف دائرة.

نظرية مجموع زوايا المثلث	$m\angle F + m\angle G + m\angle H = 180^\circ$
بالتعويض	$(4x + 2)^\circ + 90^\circ + (9x - 3)^\circ = 180^\circ$
بالتبسيط	$(13x)^\circ + 89^\circ = 180^\circ$
ب طرح 89 من كلا الطرفين	$13x = 91$
بقسمة كلا الطرفين على 13	$x = 7$

إذن:  $m\angle F = (4(7) + 2)^\circ = 30^\circ$ .

تحقق من فهمك

(4) إذا كان  $m\angle F = (7x + 2)^\circ$ ,  $m\angle H = (17x - 8)^\circ$ ، فأوجد قيمة  $x$  مستعملًا الشكل أعلاه.

يمكنك إحاطة مختلف أنواع المثلثات، بما فيها المثلث القائم الزاوية بدائرة إلا أن أنواعًا معينة فقط من الأشكال الرباعية يمكنك إحاطتها بدائرة.

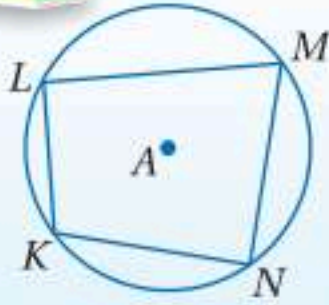
#### إرشادات للدراسة

##### الأشكال الرباعية:

يمكن إثبات نظرية 8.9، بإثبات أن القوسين المقابلين لكل زاويتين متقابلتين في الشكل الرباعي المحاط بدائرة يكونان دائرة كاملة.

أضف إلى

مطويتك



التعبير اللفظي: إذا كان الشكل الرباعي محاطًا بدائرة، فإن كل زاويتين متقابلتين فيه متكاملتان.

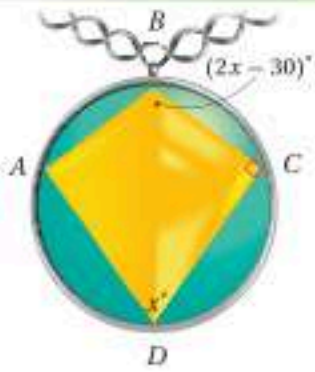
مثال: إذا كان الشكل الرباعي  $KLMN$  محاطًا بـ  $\odot A$ ، فإن  $\angle L, \angle N$  متكاملتان و  $\angle K, \angle M$  متكاملتان أيضًا.

سوف تُبرهن النظرية 8.9 في السؤال 27

#### نظرية 8.9

#### مثال 5 من واقع الحياة

#### إيجاد قياسات الزوايا



مجوهرات: يحتوي العقد الظاهر في الشكل على جوهرة بصورة مضلع رباعي محاط بدائرة، أوجد  $m\angle A, m\angle B$ .

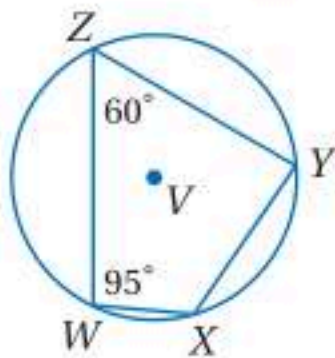
بما أن  $ABCD$  شكل رباعي محاط بدائرة، فإن كل زاويتين متقابلتين فيه متكاملتان.

كل زاويتين متقابلتين في الرباعي الدائري متكاملتين	$m\angle B + m\angle D = 180^\circ$	$m\angle A + m\angle C = 180^\circ$
بالتعويض	$(2x - 30)^\circ + x^\circ = 180^\circ$	$m\angle A + 90^\circ = 180^\circ$
بالتبسيط	$(3x)^\circ - 30^\circ = 180^\circ$	$m\angle A = 90^\circ$
بإضافة $30^\circ$ لكلا الطرفين	$3x = 210$	
بقسمة كلا الطرفين على 3	$x = 70$	

إذن:  $m\angle A = 90^\circ$ ,  $m\angle B = (2(70) - 30)^\circ = 110^\circ$ .

تحقق من فهمك

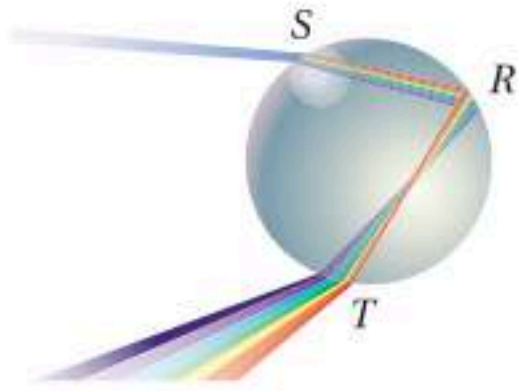
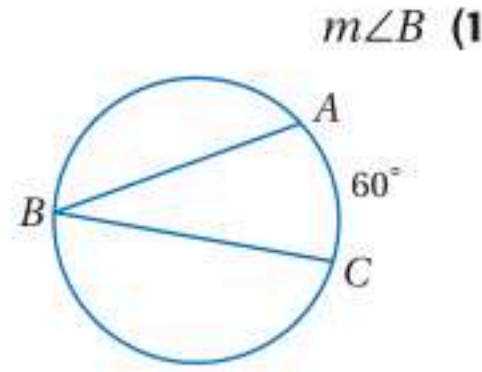
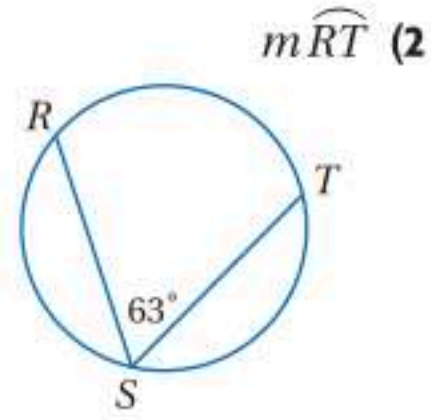
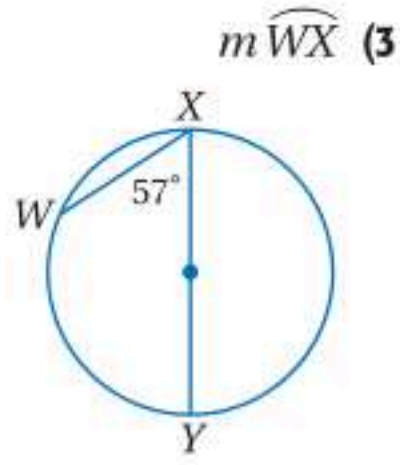
(5) المضلع  $WXYZ$  شكل رباعي محاط بـ  $\odot V$ ، أوجد  $m\angle X, m\angle Y$ .





المثال 1

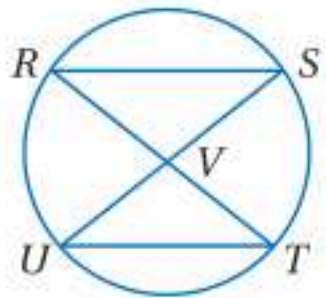
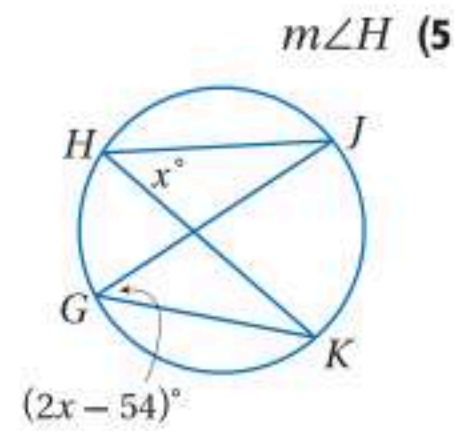
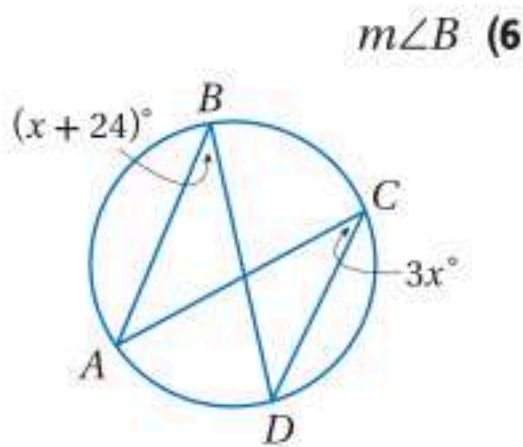
أوجد كل قياس مما يأتي:



(4) علوم: يُبين الشكل المجاور انكسار أشعة الضوء في قطرة مطر لإنتاج ألوان الطيف، فإذا كان  $m\widehat{ST} = 144^\circ$ ، فأوجد  $m\angle R$ ؟

المثال 2

جبر: أوجد كلاً من القياسين الآتين:



(7) برهان: اكتب برهاناً ذا عمودين.

المثال 3

المعطيات:  $\overline{RT}$  تُنصّف  $\overline{SU}$ .  
المطلوب:  $\triangle RVS \cong \triangle UVT$

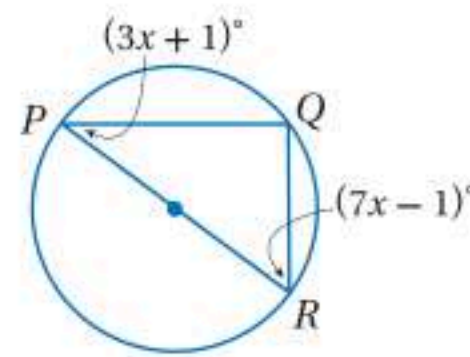
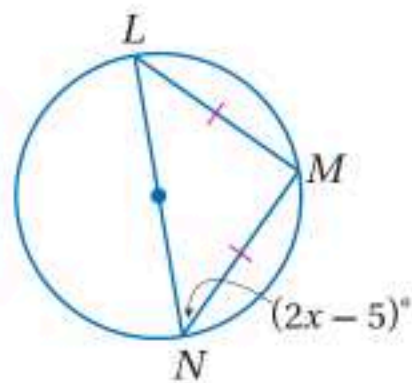
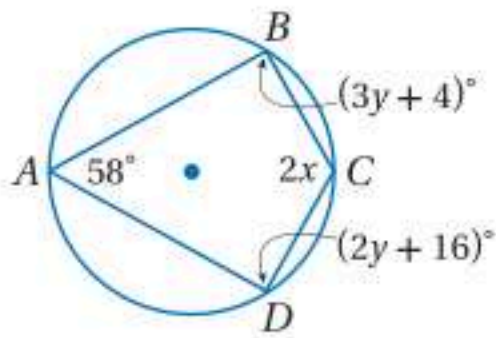
جبر: أوجد قيمة كل مما يأتي:

المثالان 4, 5

$m\angle C, m\angle D$  (10)

$x$  (9)

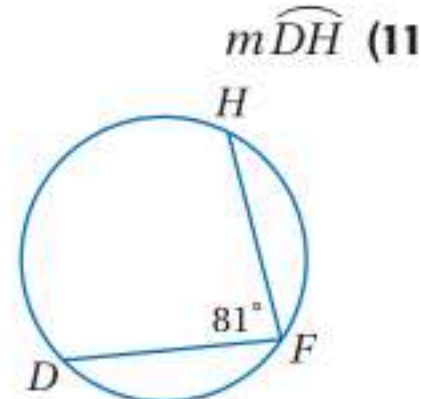
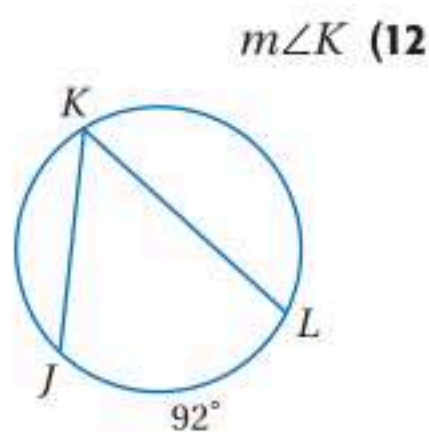
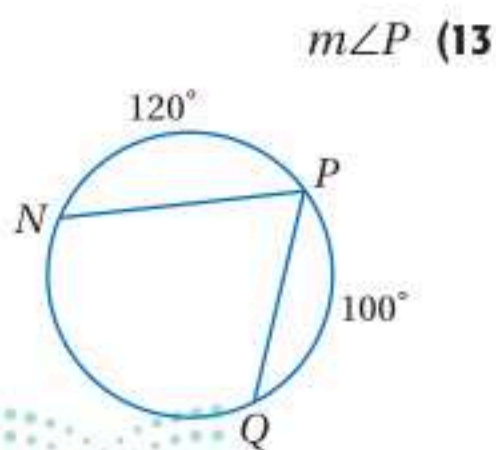
$m\angle R$  (8)



تدرب وحل المسائل

المثال 1

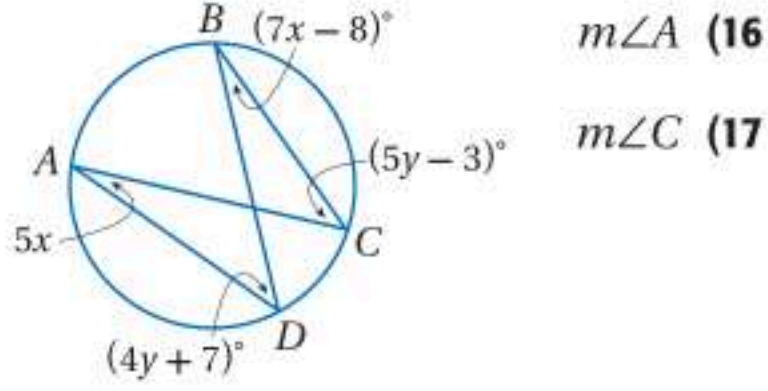
أوجد كل قياس مما يأتي:





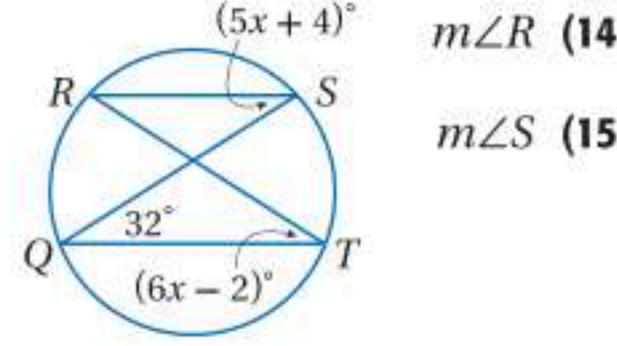
المثال 2

جبر: أوجد كل قياسٍ ممّا يأتي:



$m\angle A$  (16)

$m\angle C$  (17)



$m\angle R$  (14)

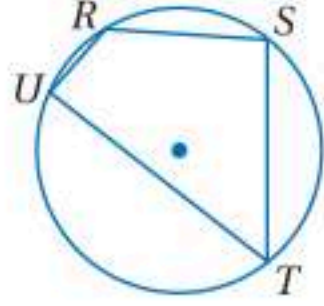
$m\angle S$  (15)

المثال 3

18) برهان: اكتب برهانًا ذا عمودين.

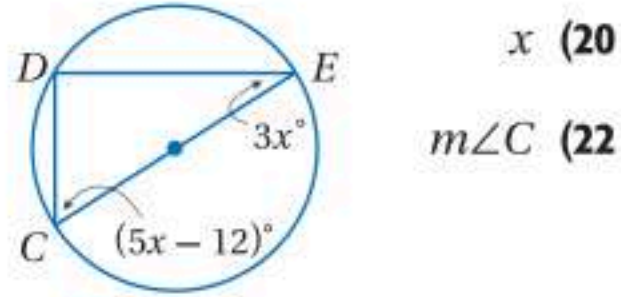
المعطيات:  $m\angle T = \frac{1}{2}m\angle S$

المطلوب:  $m\widehat{TUR} = 2m\widehat{US}$



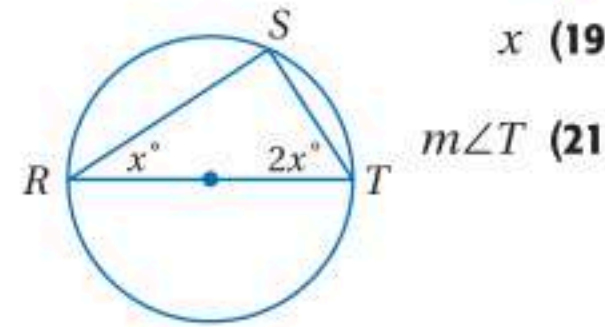
المثال 4

جبر: أوجد قيمة كل ممّا يأتي:



$x$  (20)

$m\angle C$  (22)

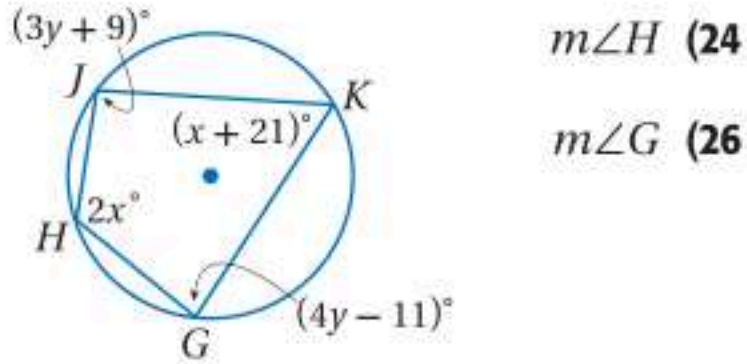


$x$  (19)

$m\angle T$  (21)

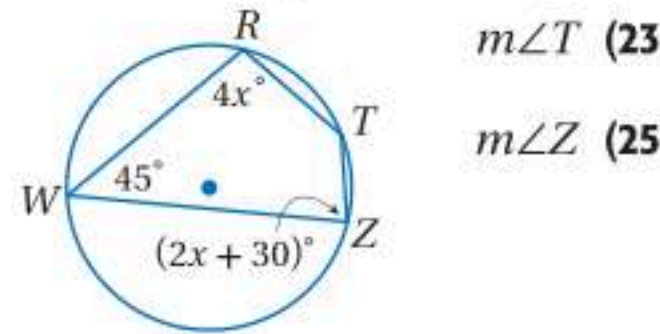
المثال 5

جبر: أوجد كل قياسٍ ممّا يأتي:



$m\angle H$  (24)

$m\angle G$  (26)



$m\angle T$  (23)

$m\angle Z$  (25)

27) برهان: اكتب برهانًا حرًا للنظرية 8.9.

برهان: برهن النظرية 8.6 لحالتي الزاوية المحيطة في الدائرة فيما يأتي:

28) الحالة الثانية:

المعطيات: يقع المركز  $P$  داخل  $\angle ABC$ .

29) الحالة الثالثة:

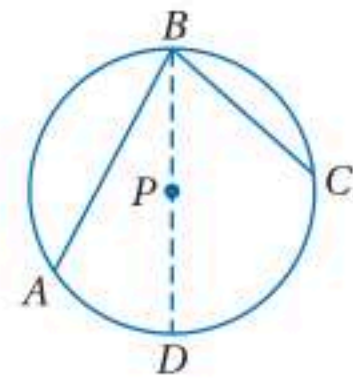
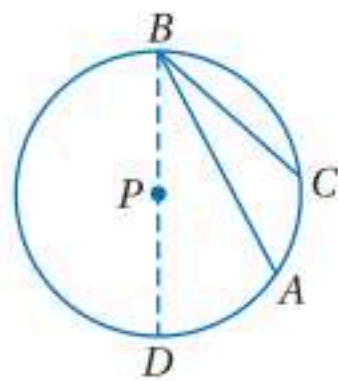
المعطيات: يقع المركز  $P$  خارج  $\angle ABC$ .

$\overline{BD}$  قطر للدائرة.

$\overline{BD}$  قطر للدائرة.

المطلوب:  $m\angle ABC = \frac{1}{2}m\widehat{AC}$

المطلوب:  $m\angle ABC = \frac{1}{2}m\widehat{AC}$



برهان: اكتب برهانًا من النوع المحدد لكل من النظريتين الآتيتين:

30) النظرية 8.7، برهانًا ذا عمودين.

31) النظرية 8.8، برهانًا حرًا.





(32) **تمثيلات متعددة:** في هذا السؤال ستستقصي العلاقة بين القوسين المحصورين بين وترين متوازيين في الدائرة.

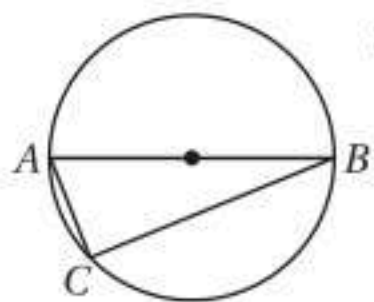
- (a) **هندسيًا:** ارسم دائرة تحوي وترين متوازيين هما  $\overline{AB}$ ,  $\overline{CD}$  مستعملًا الفرجار، ثم صل  $A, D$  برسم  $\overline{AD}$ .  
 (b) **عدديًا:** أوجد  $m\angle A$ ,  $m\angle D$  مستعملًا المنقلة، ثم حدّد  $m\widehat{AC}$ ,  $m\widehat{BD}$ ، ما العلاقة بين هذين القوسين؟ فسر إجابتك.  
 (c) **لفظيًا:** ارسم دائرة أخرى وكرّر الخطوتين **a**, **b**، ثم ضع تخمينًا حول القوسين المحصورين بين وترين متوازيين في الدائرة.

### مسائل مهارات التفكير العليا

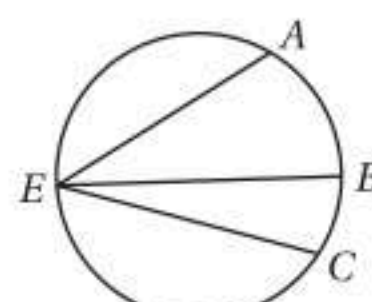
**تبرير:** حدّد ما إذا كان يمكن إحاطة كلٍّ من الأشكال الرباعية الآتية بدائرة دائمًا أو أحيانًا أو لا يمكن أبدًا. برّر إجابتك.

- (33) المربع (34) المستطيل (35) المعين (36) شكل الطائرة الورقية  
 (37) **تحّد:** إذا كان مربع ما محاطًا بدائرة، فما نسبة مساحة الدائرة إلى مساحة المربع؟  
 (38) **اكتب:** إذا كان مثلث قائم زواياه  $90^\circ - 45^\circ - 45^\circ$  محاطًا بدائرة، وأعطيت نصف قطر الدائرة، فاشرح طريقة لإيجاد طولَي ساقي هذا المثلث.  
 (39) **مسألة مفتوحة:** أوجد شعاعًا من واقع الحياة يحوي مضلّعًا محاطًا بدائرة، وارسمه.  
 (40) **اكتب:** بيّن أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين الزاوية المركزية والزاوية المحيطية في الدائرة، وإذا كانت هاتان الزاويتان تقابلان القوس نفسه، فما العلاقة بينهما؟

### تدريب على اختبار



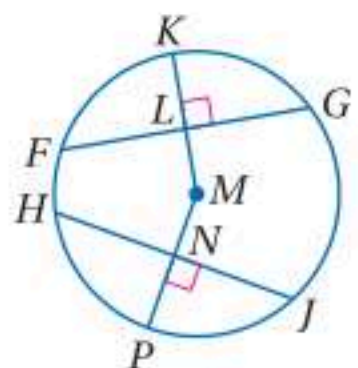
(42) **إجابة قصيرة:**  $\overline{AB}$  قطر في الدائرة المجاورة، و  $AC$  يساوي 8 in، و  $BC$  يساوي 15 in، أوجد قطر الدائرة ونصف قطرها ومحيطها.



(41) إذا كان:  $m\widehat{AC} = 160^\circ$ ، فأوجد قيمة  $m\angle BEC = 38^\circ$  مستعملًا الدائرة المجاورة:

42° A      61° B      80° C      84° D

### مراجعة تراكمية



إذا كان:  $FL = 24$  in,  $HJ = 48$  in,  $m\widehat{HP} = 65^\circ$ ، فأوجد كلَّ قياسٍ ممّا يأتي مستعملًا  $\odot M$ : (الدرس 8-3)

(43)  $FG$       (44)  $m\widehat{PJ}$

(45)  $NJ$       (46)  $m\widehat{HJ}$

### استعد للدرس اللاحق

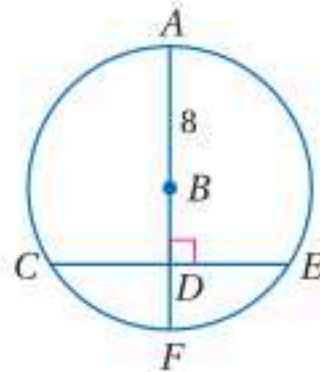
**جبر:** افترض أن  $B$  نقطة منتصف  $\overline{AC}$ ، استعمل المعلومات المعطاة في كلٍّ ممّا يأتي لإيجاد القياسات المجهولة:

(48)  $AB = 10s + 2$ ,  $AC = 49 + 5s$ ,  $BC = ?$

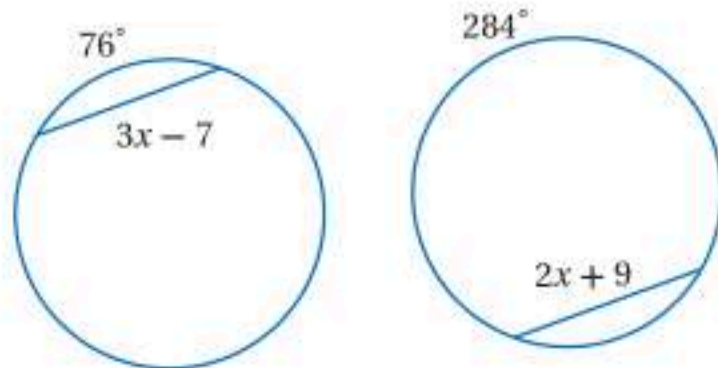
(47)  $AB = 4x - 5$ ,  $BC = 11 + 2x$ ,  $AC = ?$



(10) في  $\odot B$ ، إذا كان  $CE = 13.5$  cm، فأوجد  $BD$  مقربًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



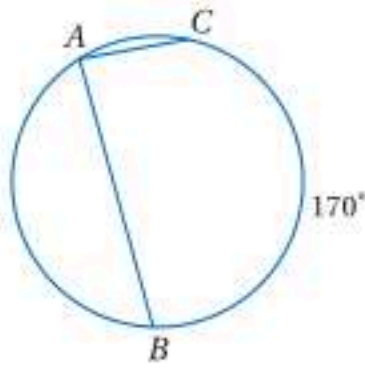
(11) إذا كانت الدائرتان أدناه متطابقتين، فأوجد قيمة  $x$  وطول الوتر. (الدرس 8-3)



أوجد القياس المطلوب في كل من السؤالين الآتيين: (الدرس 8-4)

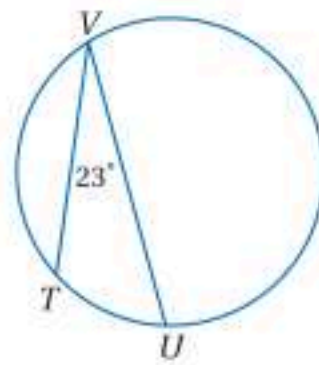
$m\angle A$  (13)

في الدائرة أدناه:

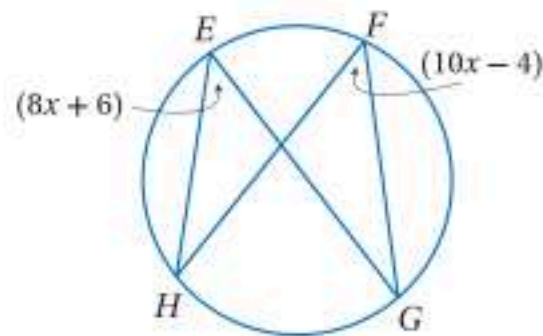


$m\widehat{TU}$  (12)

في الدائرة أدناه:



(14) اختيار من متعدد: أوجد قيمة  $x$  في الشكل أدناه: (الدرس 8-4)



5 C

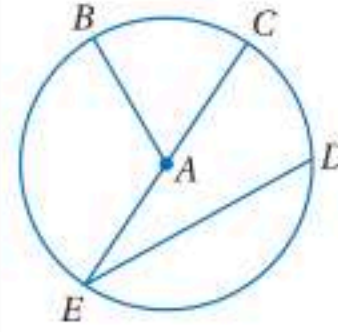
1.8 A

90 D

46 B

(15) رُسم مربع طول ضلعه 14 cm، بحيث تقع رؤوسه على دائرة، فما قطر هذه الدائرة؟

أجب عن الأسئلة 1-3، مستعينًا بالدائرة أدناه. (الدرس 8-1)



(1) سمّ الدائرة.

(2) سمّ قطرًا.

(3) سمّ وترًا لا يكون قطرًا.

(4) دراجة هوائية: قطر إطار دراجة هوائية يساوي 24 in (الدرس 8-1)

(a) أوجد محيط إطار الدراجة.

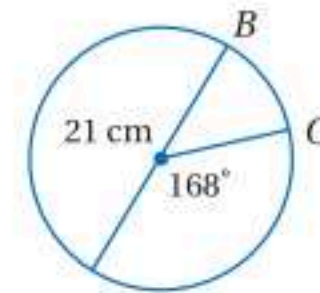
(b) ما المسافة بالبوصات التي تقطعها الدراجة عندما يدور إطارها 100 دورة؟

أوجد قطر ونصف قطر الدائرة المُعطى محيطها في كل من السؤالين الآتيين مقربًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة. (الدرس 8-1)

$C = 78$  ft (6)

$C = 23$  cm (5)

(7) اختيار من متعدد: أوجد طول  $\widehat{BC}$  في الشكل أدناه مقربًا إلى أقرب جزء من مئة: (الدرس 8-2)



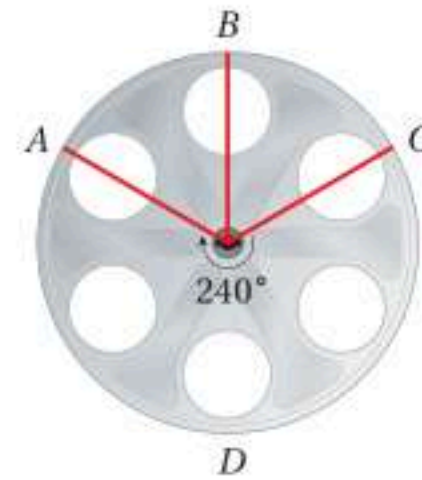
30.79 cm C

2.20 cm A

61.58 cm D

4.40 cm B

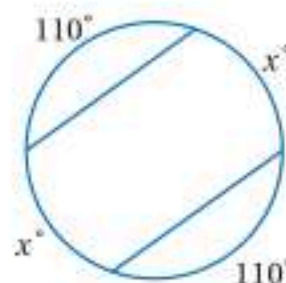
(8) أفلام: قطر بكرة الفيلم الظاهرة في الشكل أدناه 14.5 in (الدرس 8-2)



(a) أوجد  $m\widehat{ADC}$ .

(b) أوجد طول  $\widehat{ADC}$ .

(9) أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور. (الدرس 8-3)





# المماسات Tangents

لماذا؟

فيما سبق:

درست استعمال نظرية  
فيثاغورس لإيجاد أطوال  
أضلاع المثلث القائم  
الزاوية.

(مهارة سابقة)

والآن:

- أستعمل خصائص  
المماسات لإيجاد  
قياسات تتعلق بالدائرة.
- أحل مسائل تتضمن  
المضلعات المحيطة  
بدائرة.

المفردات:

المماس

tangent

نقطة التماس

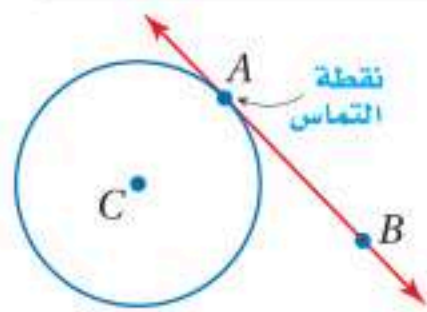
point of tangency

المماس المشترك

common tangent



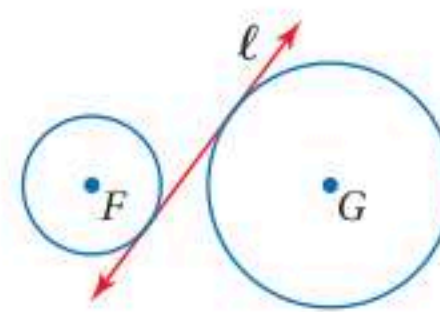
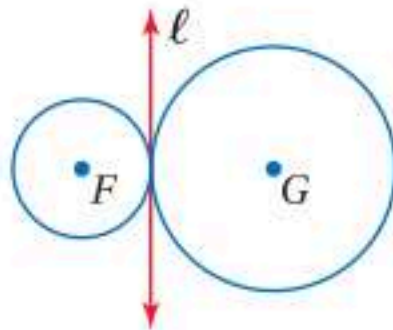
كانت الدراجات الهوائية تُحرَّك سابقًا بدفع القدم على الأرض، أما  
الدراجات الحديثة، فإنها تستعمل الدواسات والسلاسل والتروس،  
حيث تدور السلسلة حول تروس دائرية. ويُقاس طول السلسلة بين  
الترسين من نقطتي تماس السلسلة مع الترسين.



**المماسات:** المماس هو مستقيم يقع في المستوى نفسه الذي تقع فيه  
الدائرة

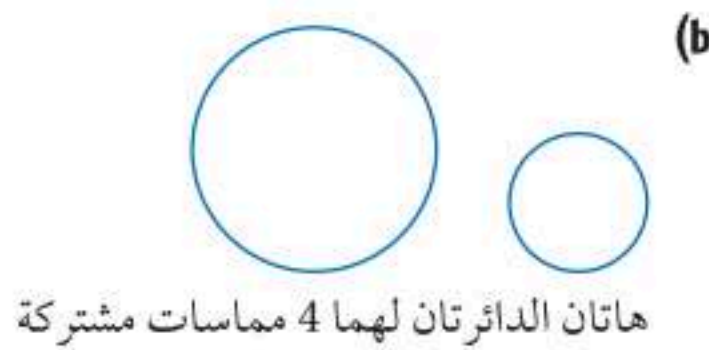
ويقطعها في نقطة واحدة فقط، تُسمى **نقطة التماس**.  $\overrightarrow{AB}$  مماس لـ  $\odot C$  عند  
النقطة A، ويُسمى كلٌّ من  $\overrightarrow{AB}$ ,  $\overleftarrow{AB}$  مماسًا للدائرة أيضًا.

**المماس المشترك** هو مستقيم أو نصف مستقيم أو قطعة مستقيمة تماس الدائرتين في  
المستوى نفسه، وفي الشكلين أدناه المستقيم  $\ell$  مماس مشترك للدائرتين  $F$ ,  $G$ .



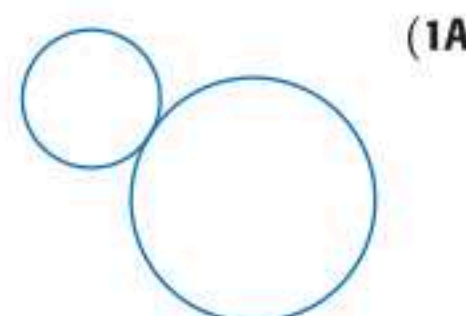
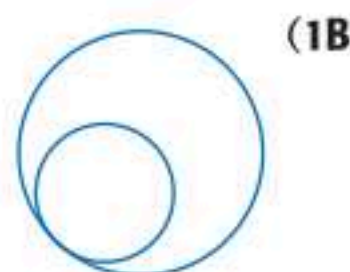
## مثال 1 تحديد المماسات المشتركة

ارسم المماسات المشتركة للدائرتين في كلِّ ممَّا يأتي، وإذا لم يوجد مماس مشترك، فاكتب "لا يوجد مماس  
مشترك".



تحقق من فهمك

ارسم المماسات المشتركة للدائرتين في كلِّ ممَّا يأتي، وإذا لم يوجد مماس مشترك،  
فاكتب "لا يوجد مماس مشترك".





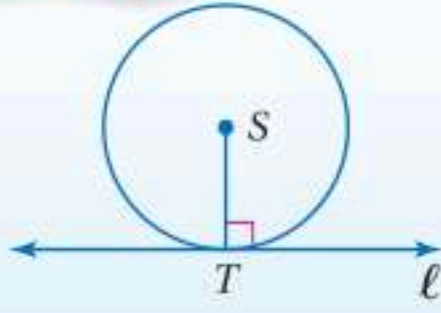
أقصر مسافة من المماس إلى مركز الدائرة هي نصف القطر المار بنقطة التماس.

أضف إلى

مطوبتك

### النظرية 8.10

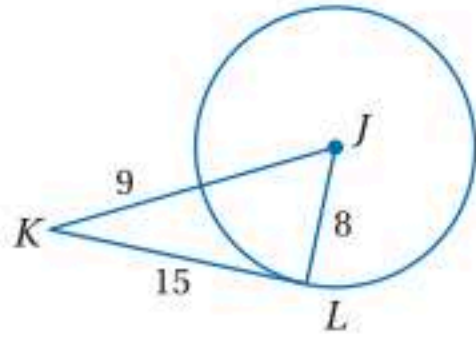
**التعبير اللفظي:** يكون المستقيم مماساً لدائرة في المستوى نفسه، إذا وفقط إذا كان عمودياً على نصف القطر عند نقطة التماس.



**مثال:** يكون المستقيم  $l$  مماساً لـ  $\odot S$ ، إذا وفقط إذا كان  $l \perp \overline{ST}$ .

ستبرهن جزأي النظرية 8.10 في السؤالين 24, 25

### مثال 2 تحديد المماس



$\overline{JL}$  نصف قطر في  $\odot J$ ، حدّد ما إذا كانت  $\overline{KL}$  مماساً لـ  $\odot J$  أم لا، برّر إجابتك.

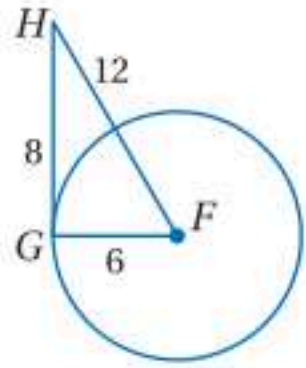
اختبر ما إذا كان  $\triangle JKL$  قائم الزاوية.

$$8^2 + 15^2 \stackrel{?}{=} (8 + 9)^2$$

$$289 = 289 \checkmark$$

عكس نظرية فيثاغورس بالتبسيط

لذا فإن  $\triangle JKL$  قائم الزاوية في  $\angle JLK$ ؛ أي أن  $\overline{KL}$  عمودية على  $\overline{JL}$  عند النقطة  $L$ . وبحسب النظرية 8.10 يكون  $\overline{KL}$  مماساً لـ  $\odot J$ .

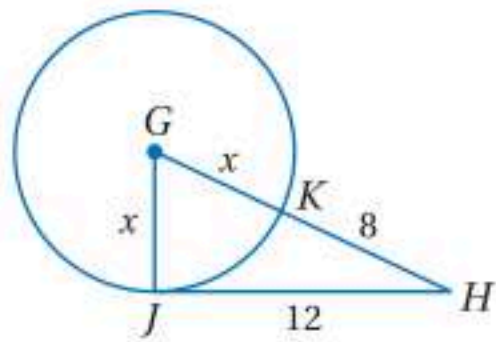


### تحقق من فهمك

(2) حدّد ما إذا كان  $\overline{GH}$  مماساً لـ  $\odot F$  أم لا، برّر إجابتك.

يمكنك استعمال النظرية 8.10 لإيجاد قيم مجهولة.

### مثال 3 استعمال المماس لإيجاد القيم المجهولة



$\overline{JH}$  مماس لـ  $\odot G$  عند  $J$ ، أوجد قيمة  $x$ .

وفقاً للنظرية 8.10، يكون  $\overline{JH} \perp \overline{GJ}$ ، إذن  $\triangle GHJ$  قائم الزاوية.

$$GJ^2 + JH^2 = GH^2$$

$$x^2 + 144 = (x + 8)^2$$

$$x^2 + 144 = x^2 + 16x + 64$$

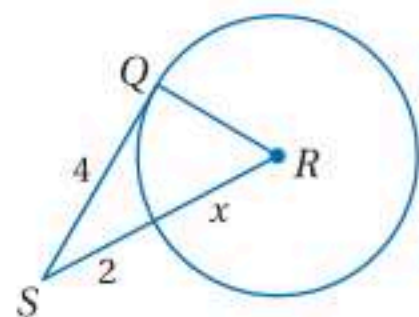
$$80 = 16x$$

$$5 = x$$

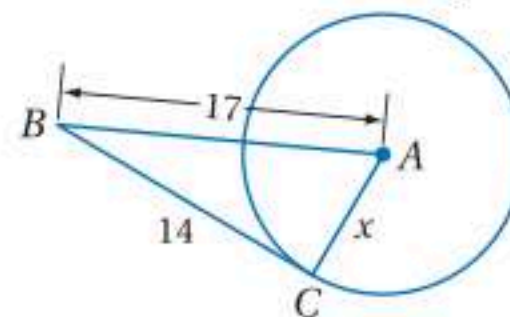
بقسمة كلا الطرفين على 16

### تحقق من فهمك

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين مفترضاً أن القطعة المستقيمة التي تبدو مماساً للدائرة، هي مماسٌ فعلاً.



(3B)



(3A)

### إرشادات لحل المسألة

حل مسألة أبسط:

يمكنك استعمال

استراتيجية حل مسألة

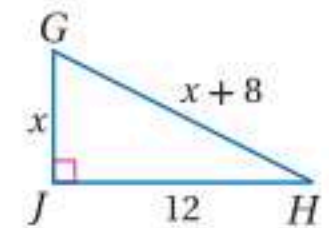
أبسط، برسم المثلث

القائم من دون الدائرة

وتسميته، والشكل أدناه

يُبين رسم المثلث في

المثال 3

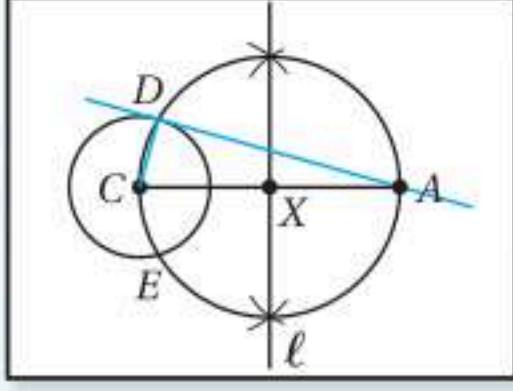




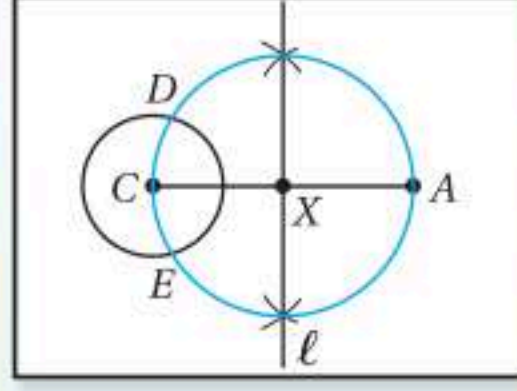
يمكنك استعمال النظريتين 8.10 , 8.8؛ لإنشاء مماسات الدائرة.

## إنشاءات هندسية

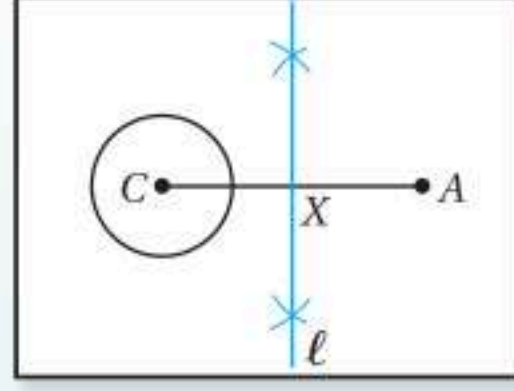
### إنشاء مماسٍ لدائرةٍ من نقطةٍ خارجها



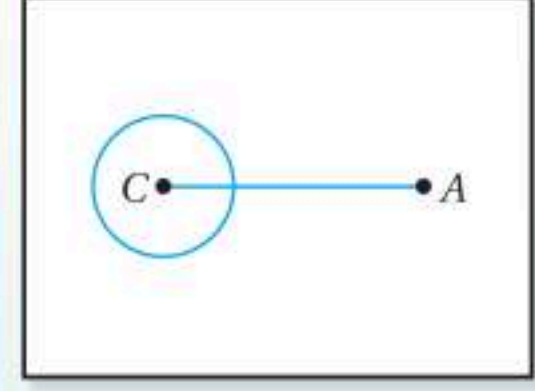
**الخطوة 4:** ارسم  $\overline{DC}$ ،  $\overline{AD}$ .  
إذن فهي زاوية قائمة؛ لذا فإن  $\overline{AD}$  مماسٌ للدائرة  $C$ .



**الخطوة 3:** أنشئ الدائرة  $X$  بنصف قطر  $\overline{XC}$ ، وسَمِّ نقطتي تقاطع الدائرتين  $D$ ،  $E$ .



**الخطوة 2:** أنشئ العمود المنصف لـ  $\overline{CA}$  وسَمِّه  $l$ ، وسَمِّ نقطة تقاطع  $l$  مع  $\overline{CA}$  النقطة  $X$ .



**الخطوة 1:** ارسم الدائرة  $C$  مستعملًا الفرجار، وحدد نقطة  $A$  خارجها، ثم ارسم  $\overline{CA}$ .

ستنشئ مماسًا لدائرةٍ من نقطةٍ عليها في السؤال 26

يمكنك أن ترسم مماسين للدائرة نفسها من نقطة واحدة خارجها.

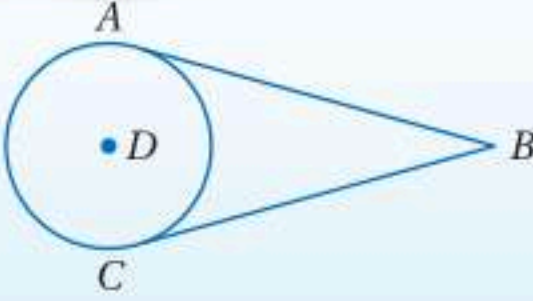
أضف إلى

مطوبتك

## نظرية 8.11

**التعبير اللفظي:** إذا رُسمت قطعتان مستقيمتان مماستان لدائرة من نقطة خارجها فإنهما متطابقتان.

**مثال:** إذا كان  $\overline{AB}$ ،  $\overline{CB}$  مماسان لـ  $\odot D$  فإن  $\overline{AB} \cong \overline{CB}$ .

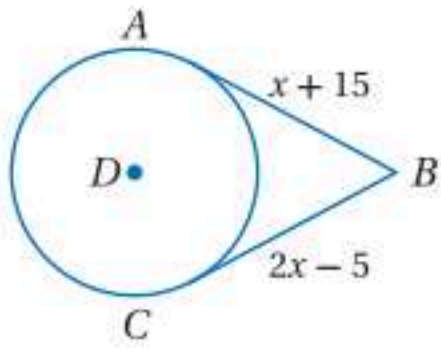


ستبرهن النظرية 8.11 في السؤال 22

### استعمال المماسات المتطابقة لإيجاد قياسات

مثال 4

**جبر:** إذا كان  $\overline{AB}$ ،  $\overline{CB}$  مماسان للدائرة  $D$ ، فأوجد قيمة  $x$ .



$$AB = CB$$

المماسان المرسومان من نقطة

خارج الدائرة متطابقتان

بالتعويض

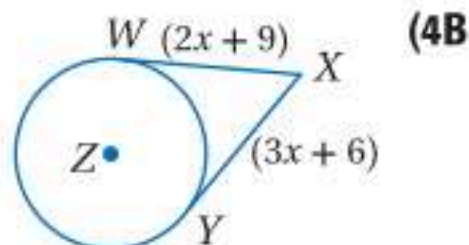
$$x + 15 = 2x - 5$$

$$15 = x - 5$$

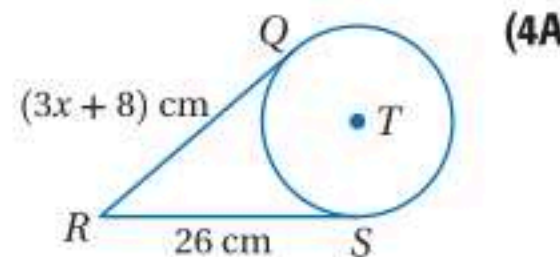
$$20 = x$$

تحقق من فهمك

**جبر:** أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين، مفترضًا أن القطعة المستقيمة التي تبدو مماسًا للدائرة هي مماسٌ فعليًا.



(4B)



(4A)



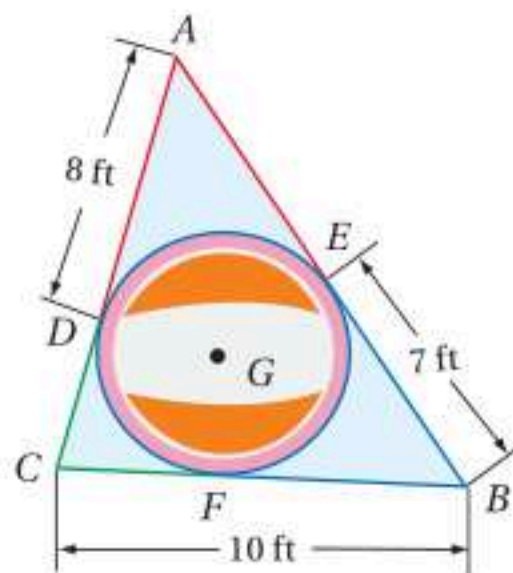
**المضلعات المحيطة بدائرة:** يُحيط المضلع بالدائرة، إذا كان كل ضلع من أضلاعه مماسًا للدائرة.

مضلعات ليست محيطة بدائرة	مضلعات محيطة بدائرة

يمكنك استعمال النظرية 8.11؛ لإيجاد قياسات مجهولة في المضلعات المحيطة بدائرة.

### إيجاد قياسات في المضلعات المحيطة بدائرة

### مثال 5 من واقع الحياة



**تصميم مصور:** صمّم منصور الشعار المبين في الشكل المجاور، إذا كان  $\triangle ABC$  محيطةً بالدائرة  $G$ ، فأوجد محيطه.

**الخطوة 1:** أوجد القياسات المجهولة.

بما أن  $\triangle ABC$  يحيط بالدائرة  $G$ ، فإن  $\overline{AE}$ ،  $\overline{AD}$  مماسان للدائرة  $G$ ، وكذلك  $\overline{BE}$ ،  $\overline{BF}$   $\overline{CF}$ ،  $\overline{CD}$  مماسات أيضًا.

إذن:  $\overline{AE} \cong \overline{AD}$ ،  $\overline{BF} \cong \overline{BE}$ ،  $\overline{CF} \cong \overline{CD}$

لذا فإن:  $AE = AD = 8$  ft،  $BF = BE = 7$  ft.

وبتطبيق مسلمة جمع القطع المستقيمة ينتج أن  $CF + FB = CB$

إذن:  $CF = CB - FB = 10 - 7 = 3$  ft؛ لذا فإن:  $CD = CF = 3$  ft.

**الخطوة 2:** أوجد محيط  $\triangle ABC$ .

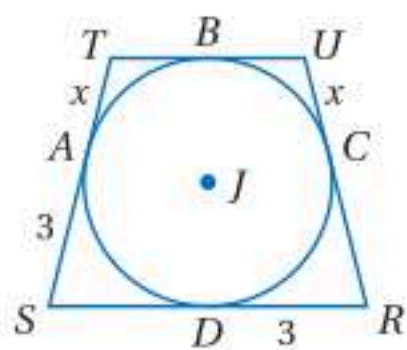
المحيط يساوي:

$$AE + EB + BC + CD + DA = 8 + 7 + 10 + 3 + 8 = 36$$

إذن محيط  $\triangle ABC$  يساوي 36 ft.

### تحقق من فهمك

(5) الشكل الرباعي  $RSTU$  محيط بالدائرة  $J$ ، إذا كان محيطه 18 وحدة، فأوجد قيمة  $x$ .

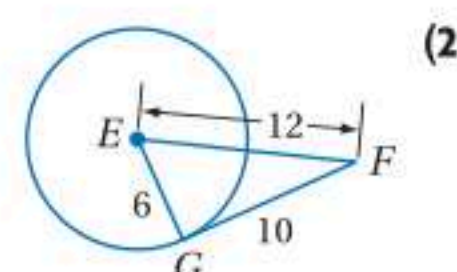
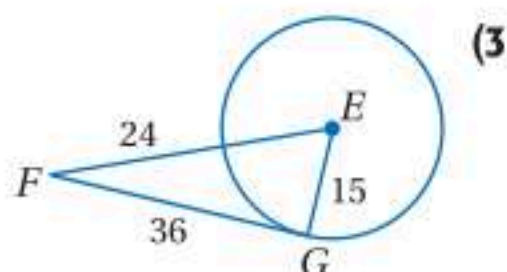


### تأكد

(1) ارسم المماسات المشتركة للدائرتين المجاورتين، وإذا لم يوجد مماس مشترك، فاكتب "لا يوجد مماس مشترك".



حدّد ما إذا كانت  $\overline{FG}$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين مماسًا للدائرة  $E$  أم لا، وبرّر إجابتك.



المثال 1

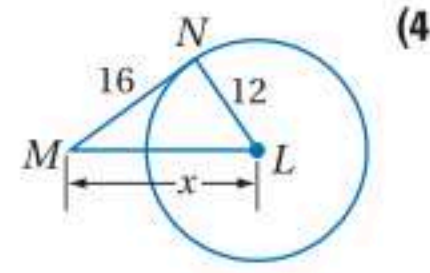
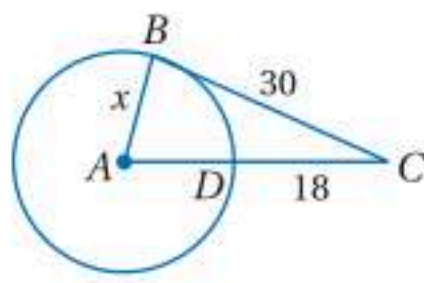
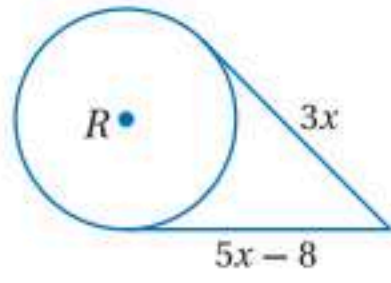
المثال 2



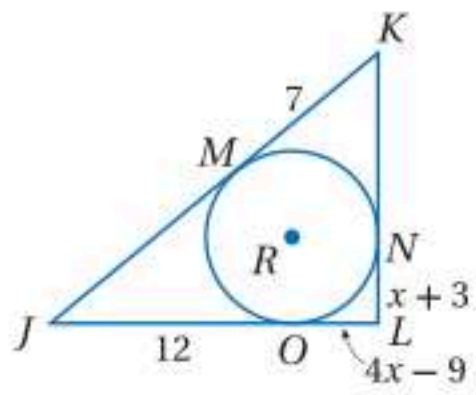
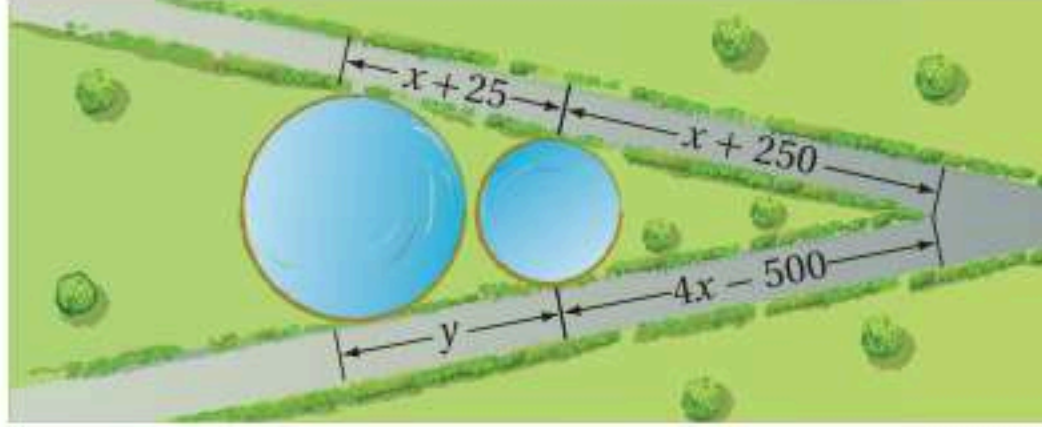


المثالان 3, 4

أوجد قيمة  $x$  في كلِّ ممَّا يأتي مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً.



(7) **هندسة الحدائق:** خطط مهندس ممرين للمشاة يُشكّلان مماسين لبركتين دائريتين كما في الشكل أدناه. إذا كانت الأطوال معطاة بالأقدام، فأوجد قيمة كلِّ من  $x$  و  $y$ .



(8) **جبر:** المثلث  $JKL$  يُحيط بالدائرة  $R$ .

المثال 5

(a) أوجد قيمة  $x$ .

(b) أوجد محيط  $\triangle JKL$ .

تدرب وحل المسائل

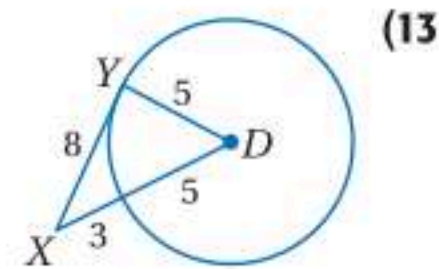
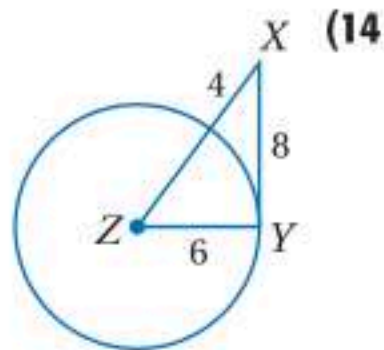
المثال 1

ارسم المماسات المشتركة للدائرتين في كلِّ ممَّا يأتي، وإذا لم يوجد مماس مشترك، فاكتب "لا يوجد مماس مشترك".



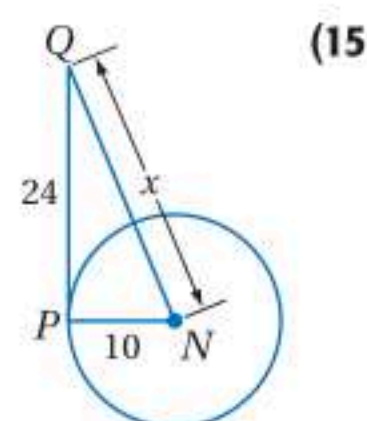
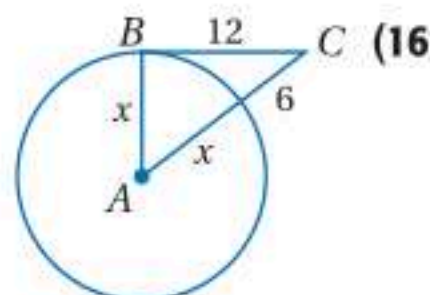
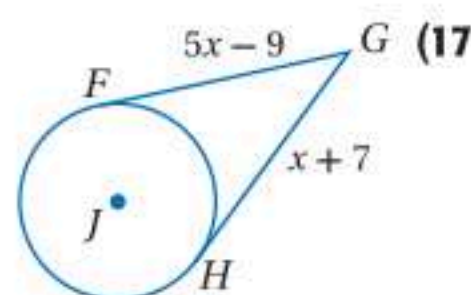
المثال 2

حدّد ما إذا كانت  $\overline{XY}$  مماسًا للدائرة المعطاة في كلِّ من السؤالين الآتيين أم لا، وبرّر إجابتك.



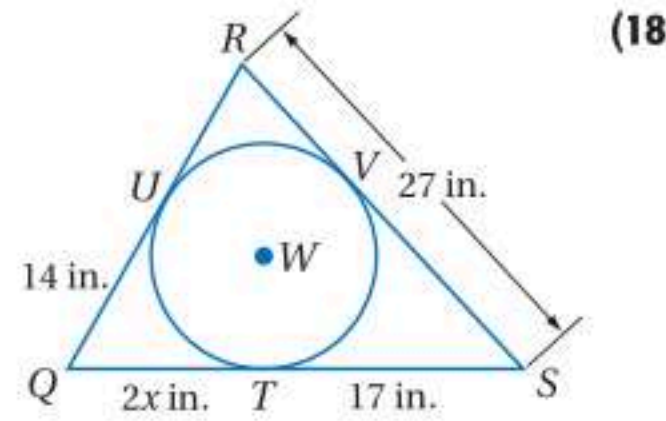
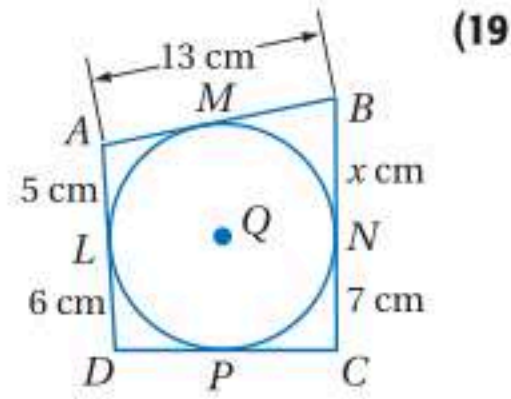
المثالان 3, 4

أوجد قيمة  $x$  في كلِّ من الأسئلة الآتية مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً.

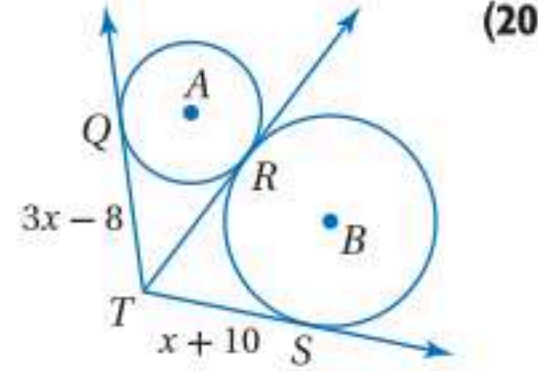
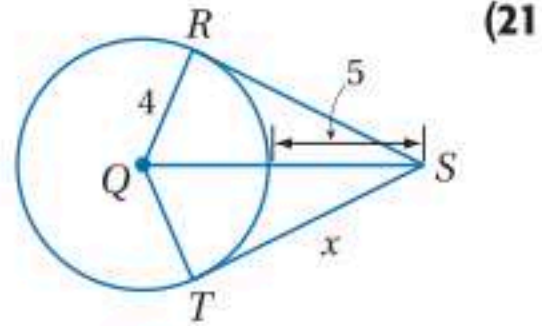




إذا كان المضلع يحيط بالدائرة، فأوجد قيمة  $x$ ، ثم أوجد محيط المضلع في كل من السؤالين الآتيين:



أوجد قيمة  $x$  في كل من السؤالين الآتيين، مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً، وقرب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



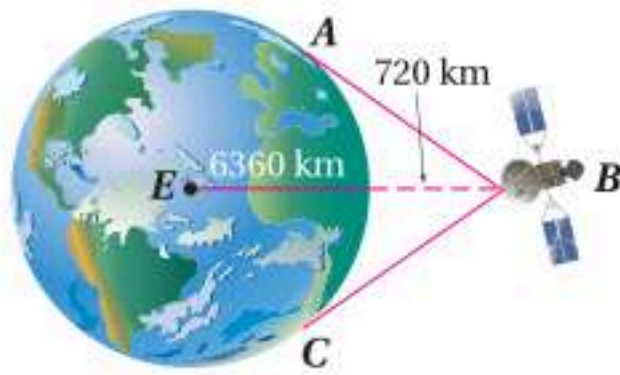
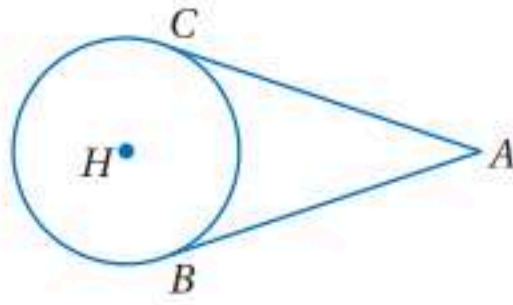
اكتب برهاناً من النوع المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

(22) برهان ذي عمودين للنظرية 8.11

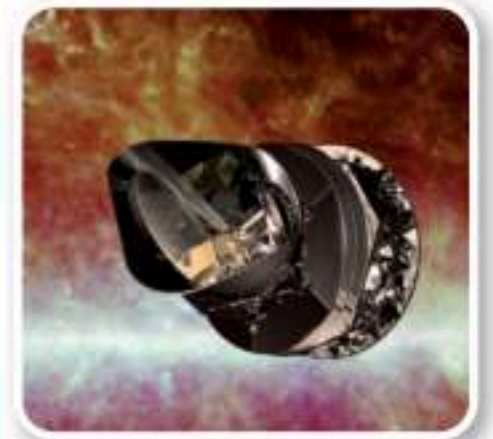
المعطيات:  $\overline{AC}$  مماس لـ  $\odot H$  عند النقطة  $C$ .

$\overline{AB}$  مماس لـ  $\odot H$  عند النقطة  $B$ .

المطلوب:  $\overline{AC} \cong \overline{AB}$



(23) أقمار اصطناعية: يرتفع قمر اصطناعي مسافة 720 km عن سطح الأرض التي نصف قطرها 6360 km، ويمكن منه رؤية المنطقة التي تقع بين المماسين  $\overline{BA}$ ,  $\overline{BC}$  من سطح الأرض. أوجد  $BA$  مقرباً إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



الربط مع الحياة

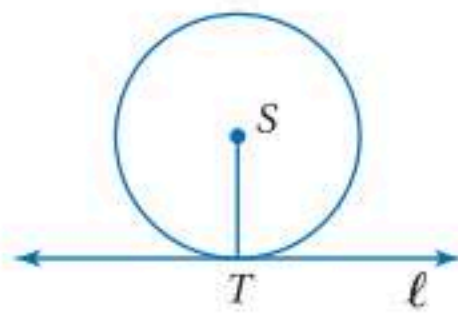
يوجد أكثر من 8000 قطعة كبيرة من الركام المداري كالأقمار الاصطناعية ومخلفاتها التي تدور حول الأرض بسرعة 8 km في الثانية تقريباً.

(24) برهان: اكتب برهاناً غير مباشر، لإثبات أنه إذا كان المستقيم مماساً للدائرة، فإنه يكون عمودياً على نصف قطرها (الجزء 1 من النظرية 8.10)

المعطيات:  $l$  مماس للدائرة  $S$  عند  $T$ ;  $\overline{ST}$  نصف قطر في  $\odot S$ .

المطلوب:  $l \perp \overline{ST}$

(إرشاد: افترض أن  $l$  ليس عمودياً على  $\overline{ST}$ ).



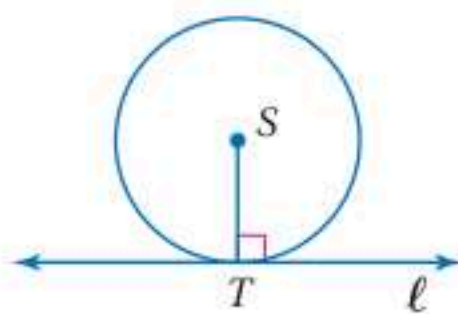
(25) برهان: اكتب برهاناً غير مباشر، لإثبات أنه إذا كان المستقيم عمودياً على نصف قطر الدائرة عند نقطة التقائهما على الدائرة؛ فإنه مماس لهذه الدائرة.

(الجزء 2 من النظرية 8.10)

المعطيات:  $\overline{ST}$  نصف قطر في  $\odot S$ ,  $l \perp \overline{ST}$ .

المطلوب: إثبات أن  $l$  مماس للدائرة  $S$ .

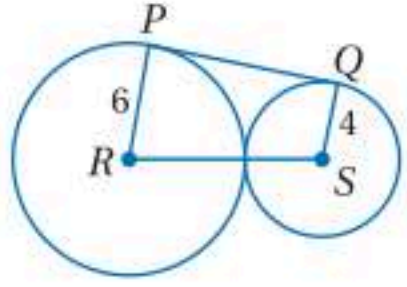
(إرشاد: افترض أن  $l$  ليس مماساً للدائرة  $S$ ).





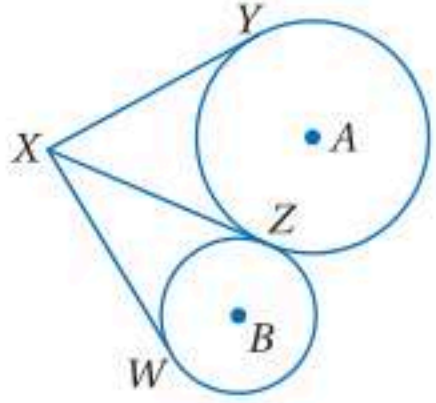
- (26) **إنشاءات هندسية:** أنشئ مماسًا لدائرة من نقطة واقعة عليها باتباع الخطوات الآتية: ارسم  $\odot A$  مستعملًا الفرجار. اختر نقطة  $P$  على الدائرة وارسم  $\overleftrightarrow{AP}$ ، ثم أنشئ مستقيمًا عموديًا على  $\overleftrightarrow{AP}$  يمر بالنقطة  $P$ ، وسمِّ المماس المستقيم  $t$ .

### مسائل مهارات التفكير العليا



- (27) **تحذ:**  $\overline{PQ}$  مماس للدائرتين  $R, S$  كما في الشكل المجاور. أوجد  $PQ$ ، وبرر إجابتك.

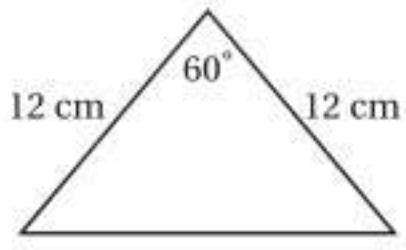
- (28) **مسألة مفتوحة:** ارسم مثلثًا يُحيط بدائرة، ومثلثًا محاطًا بدائرة.



- (29) **تبرير:**  $\overline{XY}, \overline{XZ}$  مماسان للدائرة  $A$ ، و  $\overline{XW}$  مماسان للدائرة  $B$  كما في الشكل المجاور. فسّر لماذا تكون القطع المستقيمة  $\overline{XY}, \overline{XZ}, \overline{XW}$  متطابقة رغم أن نصفي القطري الدائرتين مختلفان.

- (30) **اكتب:** ما عدد مماسات الدائرة التي يمكن رسمها من نقطة خارجها، ومن نقطة عليها، ومن نقطة داخلها؟ برر إجابتك.

### تدريب على اختبار



- (32) ما محيط المثلث المجاور؟

36 cm C  
104 cm D

24 cm A  
34.4 cm B

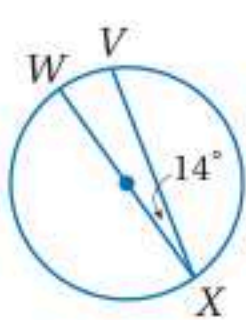
- (31) نصف قطر  $\odot P$  يساوي 10 cm، و  $\overline{ED}$  مماس لها عند  $D$ ، وتقع  $F$  على  $\odot P$  وعلى القطعة المستقيمة  $\overline{EP}$ . إذا كان  $ED = 24$  cm، فما طول  $\overline{EF}$ ؟

21.8 cm C  
26 cm D

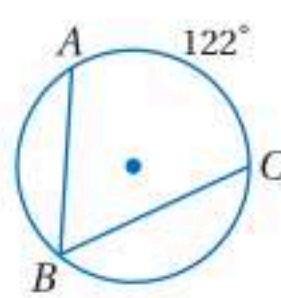
10 cm A  
16 cm B

### مراجعة تراكمية

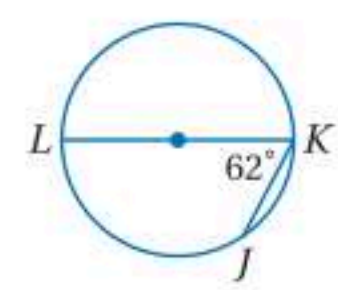
أوجد كل قياس مما يأتي: (الدرس 8-4)



$m\widehat{WX}$  (35)

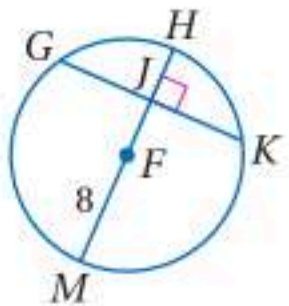


$m\angle B$  (34)



$m\widehat{JK}$  (33)

في  $\odot F$ ، إذا كان:  $GK = 14$  cm،  $m\widehat{GK} = 142^\circ$ ، فأوجد كلًا من القياسات الآتية: (الدرس 8-3)



$m\widehat{KM}$  (38)

$\widehat{JK}$  (37)

$m\widehat{GH}$  (36)

### استعد للدرس اللاحق

حلّ كلًا من المعادلات الآتية:

$$x = \frac{1}{2}[(180 - 64)] \quad (41)$$

$$x + 12 = \frac{1}{2}[(180 - 120)] \quad (40)$$

$$15 = \frac{1}{2}[(360 - x) - 2x] \quad (39)$$



# القاطع والمماس وقياسات الزوايا

## Secant, Tangent, and Angle Measures

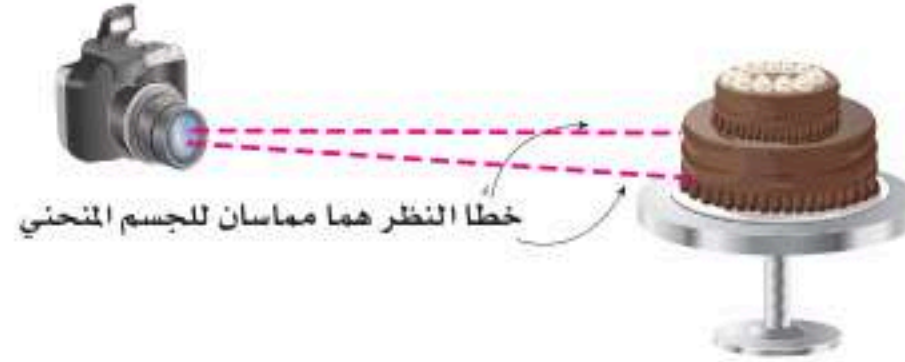
رابط الدرس الرقمي



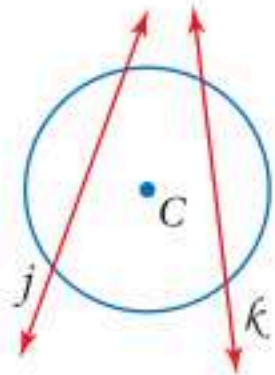
www.ien.edu.sa



معدل مجال الرؤية عند الإنسان يساوي  $180^\circ$  تقريباً، ولكن زاوية الرؤية في معظم آلات التصوير أضيق من ذلك بكثير، فهي تتراوح بين  $20^\circ$  و  $50^\circ$ . وتحدد زاوية الرؤية في آلات التصوير مقدار ما يمكن أن تلتقطه آلة التصوير على الفيلم من الأجسام المنحنية.



خطا النظر هما مماسان للجسم المنحني



**التقاطع على الدائرة أو داخلها:** القاطع هو مستقيم يقطع الدائرة في نقطتين فقط، فالمستقيمان  $j$ ،  $k$  هما قاطعان للدائرة  $C$ .

عندما يتقاطع قاطعان داخل دائرة؛ فإن الزوايا المتكوّنة ترتبط بالأقواس التي تقابلها.

### فيما سبق:

درست إيجاد أطوال القاطع المستقيمة المتكوّنة من مماسات للدائرة.

(الدرس 8-5)

### والآن:

- أجد قياسات الزوايا المتكوّنة من مستقيمين يتقاطعان داخل الدائرة أو عليها.
- أجد قياسات الزوايا المتكوّنة من مستقيمين يتقاطعان خارج الدائرة.

### المفردات:

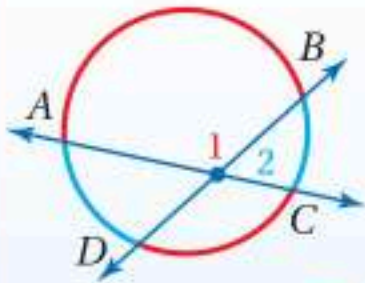
القاطع  
secant

أضف إلى

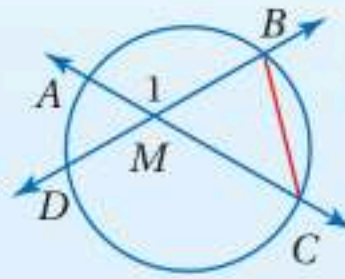
مطوبتك

### نظرية 8.12

**التعبير اللفظي:** إذا تقاطع قاطعان أو وتران داخل دائرة، فإن قياس الزاوية المتكوّنة من التقاطع يساوي نصف مجموع قياسي القوس المقابل لهذه الزاوية والقوس المقابل للزاوية التي تقابلها بالرأس.



$$\text{مثال: } m\angle 2 = \frac{1}{2} (m\widehat{DA} + m\widehat{BC}) \text{ و } m\angle 1 = \frac{1}{2} (m\widehat{AB} + m\widehat{CD})$$



المعطيات:  $\vec{AC}$ ,  $\vec{BD}$  قاطعان للدائرة ويتقاطعان داخلها في  $M$ .

$$m\angle 1 = \frac{1}{2} (m\widehat{AB} + m\widehat{CD})$$

المطلوب: تعلم أن  $\vec{AC}$ ,  $\vec{BD}$  قاطعان للدائرة، وأنهما يتقاطعان داخلها في  $M$ .

### برهان

المعطيات:

المطلوب:

البرهان:

ارسم القطعة المستقيمة  $BC$ ؛ لتحصل على المثلث  $MBC$  وهذا سيقودنا إلى ما يلي:

المبررات	العبارات
(1) نظرية الزاوية الخارجية للمثلث	$m\angle 1 = m\angle MBC + m\angle MCB$ (1)
(2) قياس الزاوية المحيطة يساوي نصف قياس القوس المقابل لها.	$m\angle MBC = \frac{1}{2} m\widehat{DC}$ , $m\angle MCB = \frac{1}{2} m\widehat{BA}$ (2)
(3) بالتعويض	$m\angle 1 = \frac{1}{2} m\widehat{DC} + \frac{1}{2} m\widehat{BA}$ (3)
(4) خاصية التوزيع	$m\angle 1 = \frac{1}{2} (m\widehat{DC} + m\widehat{BA})$ (4)



طريقة بديلة:

في المثال 1b، يمكنك إيجاد  $m\angle DEB$  بحساب مجموع قياسي  $\widehat{AC}$ ،  $\widehat{BD}$  أولاً.

$$m\widehat{AC} + m\widehat{BD}$$

$$= 360^\circ - (m\widehat{AB} + m\widehat{CD})$$

$$= 360^\circ - (143^\circ + 75^\circ)$$

$$= 142^\circ$$

$$m\angle DEB$$

$$= \frac{1}{2} (m\widehat{AC} + m\widehat{BD})$$

$$= \frac{1}{2} (142^\circ) = 71^\circ$$

استعمال القاطعين أو الوترين المتقاطعين

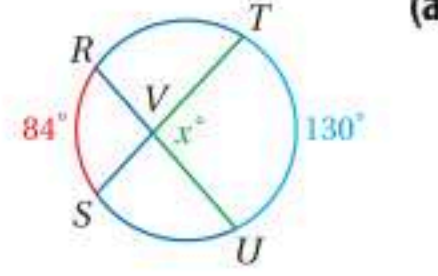
مثال 1

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الأشكال الآتية:

النظرية 8.12  $m\angle TVU = \frac{1}{2} (m\widehat{RS} + m\widehat{UT})$

بالتعويض  $x^\circ = \frac{1}{2} (84^\circ + 130^\circ)$

بالتبسيط  $= \frac{1}{2} (214^\circ) = 107^\circ$

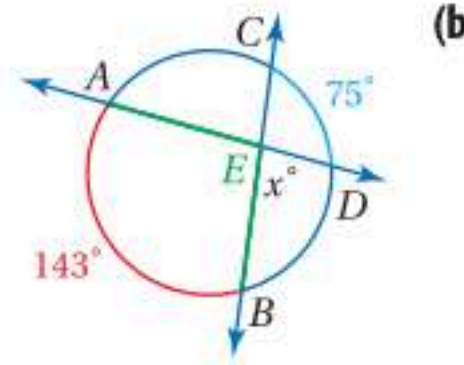


الخطوة 1: أوجد  $m\angle AEB$ .

النظرية 8.12  $m\angle AEB = \frac{1}{2} (m\widehat{AB} + m\widehat{DC})$

بالتعويض  $= \frac{1}{2} (143^\circ + 75^\circ)$

بالتبسيط  $= \frac{1}{2} (218^\circ) = 109^\circ$



الخطوة 2: أوجد قيمة  $x$ : أي قياس  $\angle DEB$ .

$\angle AEB$ ،  $\angle DEB$  زاويتان متكاملتان.

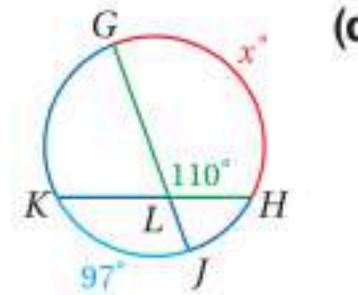
$$x^\circ = 180^\circ - 109^\circ = 71^\circ$$

النظرية 8.12  $m\angle GLH = \frac{1}{2} (m\widehat{HG} + m\widehat{KJ})$

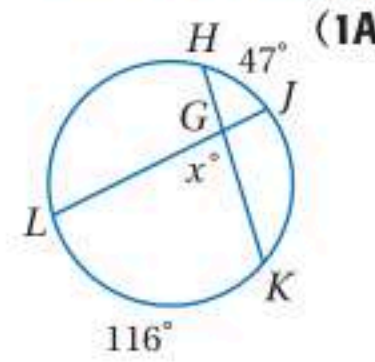
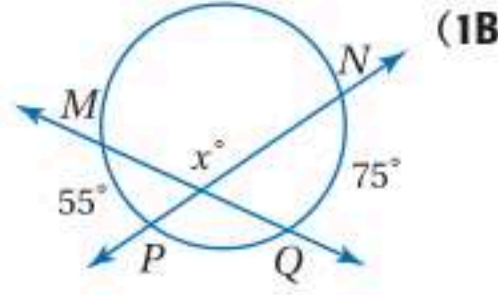
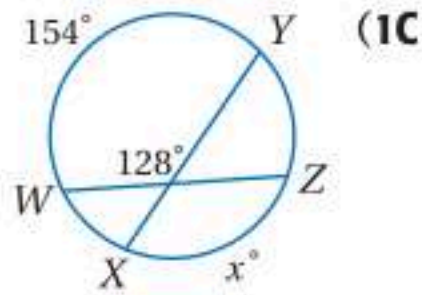
بالتعويض  $110^\circ = \frac{1}{2} (x^\circ + 97^\circ)$

بضرب كلا الطرفين في 2  $220^\circ = (x^\circ + 97^\circ)$

ب طرح 97 من كلا الطرفين  $123^\circ = x^\circ$



تحقق من فهمك: أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الأشكال الآتية:



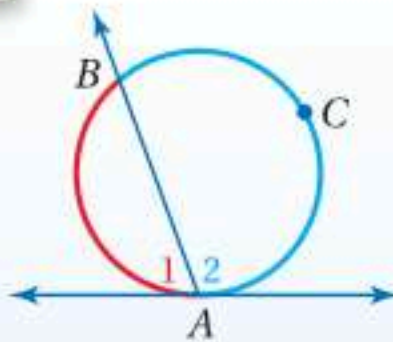
تذكر النظرية 8.6، والتي تنصُّ على أن قياس الزاوية المحيطية يساوي نصف قياس القوس المقابل لها، وتبقى هذه النظرية صحيحة إذا كان أحد ضلعي الزاوية مماساً للدائرة، وتسمى الزاوية في هذه الحالة الزاوية المماسية.

أضف إلى

مطويتك

نظرية 8.13

نظرية الزاوية المماسية



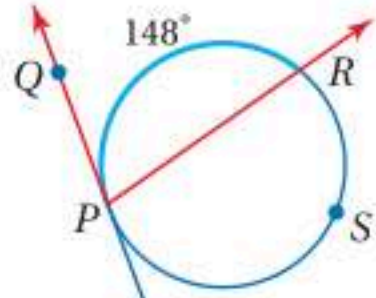
التعبير اللفظي: إذا تقاطع مماس وقاطع عند نقطة التماس، فإن قياس كل زاوية متكونة من التقاطع يساوي نصف قياس القوس المقابل لها.

مثال:  $m\angle 2 = \frac{1}{2} m\widehat{ACB}$  و  $m\angle 1 = \frac{1}{2} m\widehat{AB}$

ستبرهن النظرية 8.13 في السؤال 27



أوجد كلاً من القياسات الآتية:

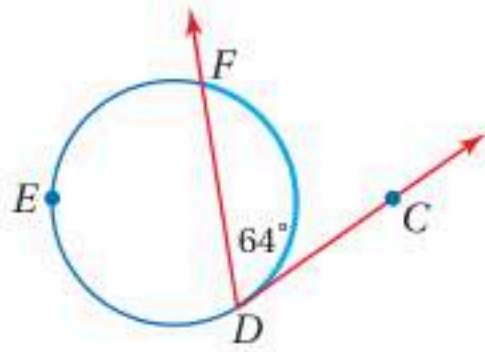
 $m\angle QPR$  (a)

النظرية 8.13

$$m\angle QPR = \frac{1}{2} m\widehat{QR}$$

بالتعويض والتبسيط

$$= \frac{1}{2} (148^\circ) = 74^\circ$$

 $m\widehat{DEF}$  (b)

النظرية 8.13

$$m\angle CDF = \frac{1}{2} m\widehat{ED}$$

بالتعويض

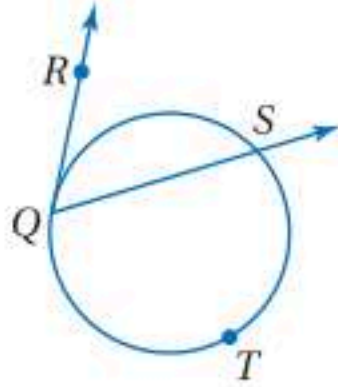
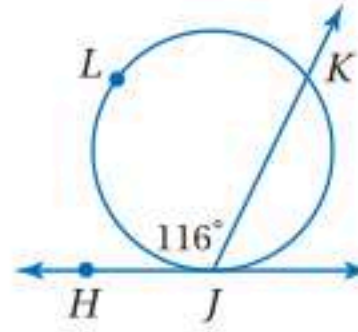
$$64^\circ = \frac{1}{2} m\widehat{ED}$$

بضرب كلا الطرفين في 2

$$128^\circ = m\widehat{ED}$$

$$m\widehat{DEF} = 360^\circ - m\widehat{ED} = 360^\circ - 128^\circ = 232^\circ$$

تحقق من فهمك

(2B) إذا كان:  $m\widehat{QTS} = 238^\circ$ ، فأوجد  $m\angle RQS$ .(2A) أوجد  $m\angle LKJ$ .

**التقاطع خارج الدائرة:** يمكن أن يتقاطع قاطعان أو قاطع ومماس أو مماسان خارج الدائرة أيضاً، وهنا يرتبط قياس الزوايا المتكونة بقياسي القوسين المقابلين لها.

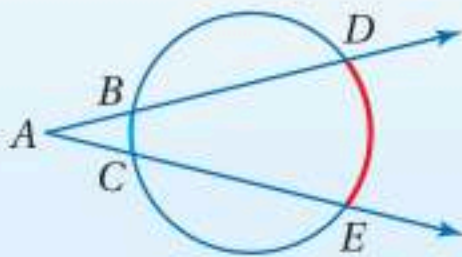
أضف إلى

مطوبتك

## نظرية 8.14

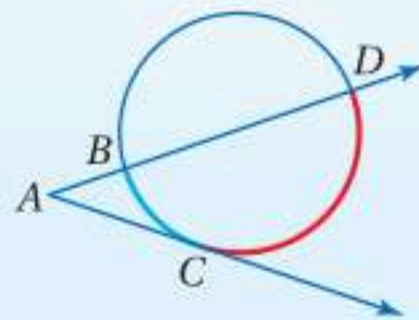
**التعبير اللفظي:** إذا تقاطع قاطعان أو قاطع ومماس أو مماسان في نقطة خارج دائرة، فإن قياس الزاوية المتكونة يساوي نصف الفرق الموجب بين قياسي القوسين المقابلين لها.

أمثلة:



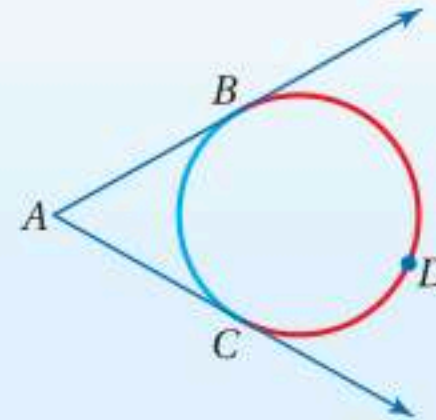
قاطعان

$$m\angle A = \frac{1}{2} (m\widehat{DE} - m\widehat{BC})$$



قاطع ومماس

$$m\angle A = \frac{1}{2} (m\widehat{DC} - m\widehat{BC})$$



مماسان

$$m\angle A = \frac{1}{2} (m\widehat{BDC} - m\widehat{BC})$$

## إرشادات للدراسة

القيمة المطلقة:

يمكن التعبير عن قياس  $\angle A$  في الحالات جميعها بنصف القيمة المطلقة للفرق بين قياسي القوسين، وهكذا لا يؤثر ترتيب القوسين في نتيجة الحسابات.

ستبرهن النظرية 8.14 في الأسئلة 24-26

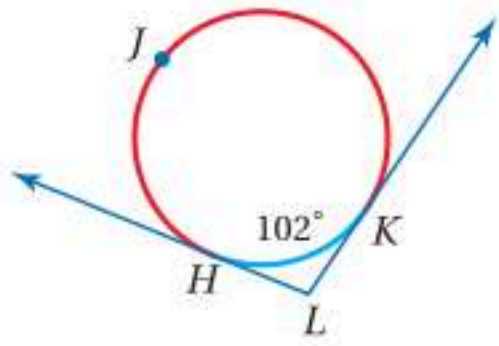


استعمال المماسات والقواطع التي تتقاطع خارج الدائرة

مثال 3

أوجد كلاً من القياسين الآتيين:

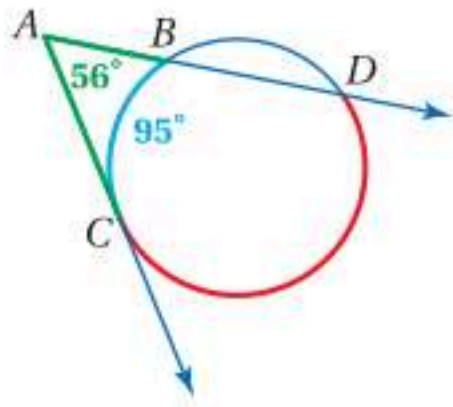
$m\angle L$  (a)



النظرية 8.14  
بالتعويض  
بالتبسيط

$$\begin{aligned} m\angle L &= \frac{1}{2} (m\widehat{HJK} - m\widehat{HK}) \\ &= \frac{1}{2} [ (360^\circ - 102^\circ) - 102^\circ ] \\ &= \frac{1}{2} (258^\circ - 102^\circ) = 78^\circ \end{aligned}$$

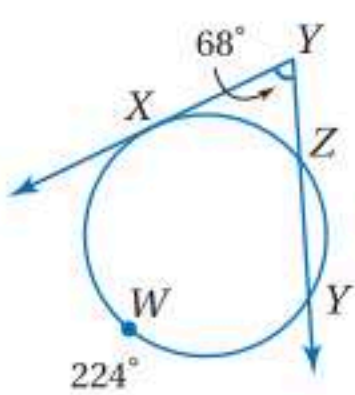
$m\widehat{CD}$  (b)



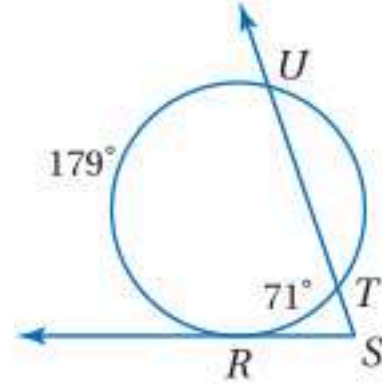
النظرية 8.14  
بالتعويض  
بضرب كلا الطرفين في 2  
بإضافة 95 لكلا الطرفين

$$\begin{aligned} m\angle A &= \frac{1}{2} (m\widehat{CD} - m\widehat{BC}) \\ 56^\circ &= \frac{1}{2} (m\widehat{CD} - 95^\circ) \\ 112^\circ &= m\widehat{CD} - 95^\circ \\ 207^\circ &= m\widehat{CD} \end{aligned}$$

تحقق من فهمك



$m\widehat{XZ}$  (3B)



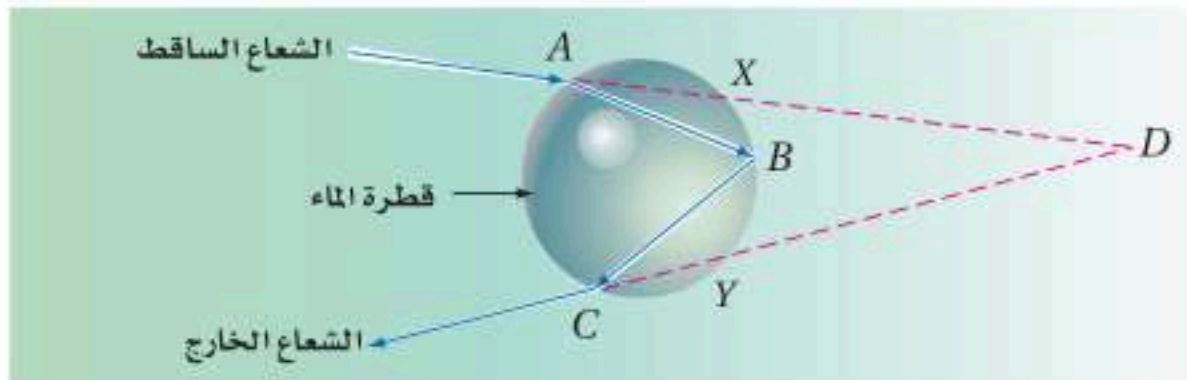
$m\angle S$  (3A)

يمكنك تطبيق خصائص القواطع المتقاطعة، لحل مسائل من واقع الحياة.

تطبيق خصائص القواطع المتقاطعة خارج الدائرة

مثال 4 من واقع الحياة

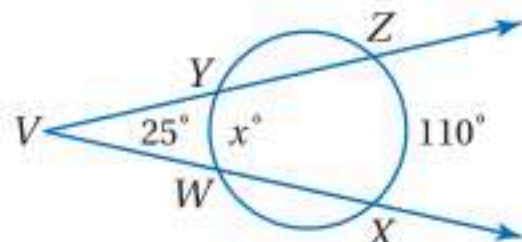
علوم: يُبين الشكل أدناه انكسار شعاع ضوء في قطرة ماء، وانحرافه عن مساره عند النقاط  $A, B, C$ ، إذا كان  $m\widehat{AC} = 128^\circ$  و  $m\widehat{XY} = 84^\circ$ ، فما قيمة  $m\angle D$ ؟



نظرية 8.14  
بالتعويض  
بالتبسيط

$$\begin{aligned} m\angle D &= \frac{1}{2} (m\widehat{AC} - m\widehat{XY}) \\ &= \frac{1}{2} (128^\circ - 84^\circ) \\ &= \frac{1}{2} (44^\circ) = 22^\circ \end{aligned}$$

تحقق من فهمك



(4) أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.



الربط مع الحياة

يتفاوت معامل الانكسار من وسط إلى آخر، ويُعبّر عن معامل الانكسار  $N$  لوسط شفاف ما بالصيغة  $N = \frac{c}{V}$ ، حيث  $c$  سرعة الضوء في الفراغ و  $V$  سرعة الضوء في ذلك الوسط.

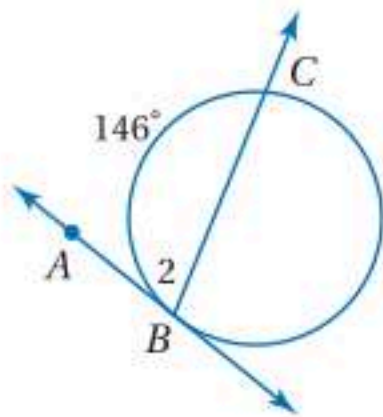
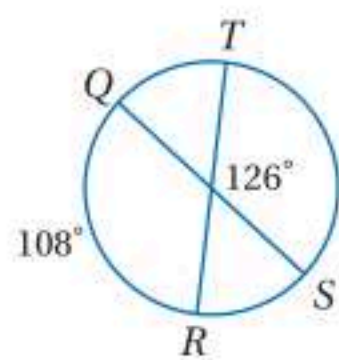
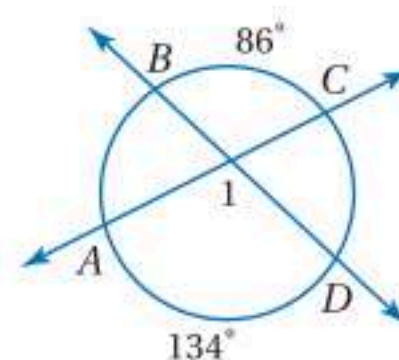
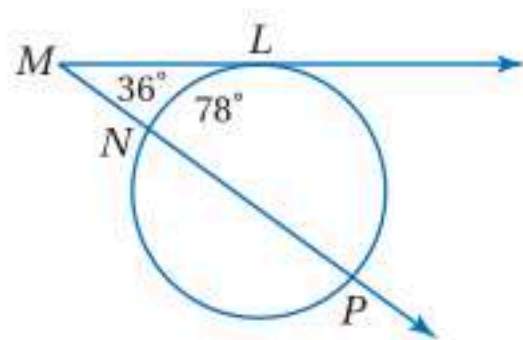
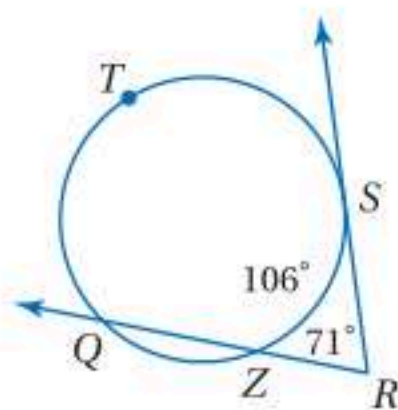


قياس الزاوية	نماذج	موقع رأس الزاوية
نصف قياس القوس المقابل $m\angle 1 = \frac{1}{2}x^\circ$		على الدائرة
نصف مجموع قياسَي القوس المقابل للزاوية، والقوس المقابل للزاوية التي تقابلها بالرأس. $m\angle 1 = \frac{1}{2}(x^\circ + y^\circ)$		داخل الدائرة
نصف الفرق الموجب بين قياسَي القوسين المقابلين لها $m\angle 1 = \frac{1}{2}(x^\circ - y^\circ)$		خارج الدائرة

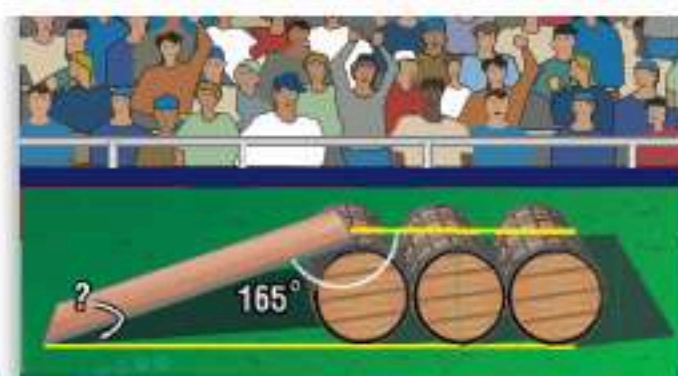
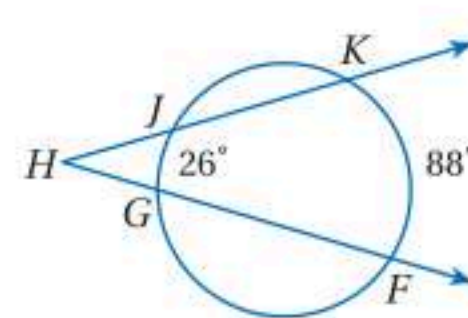
## تأكد

أوجد كلاً من القياسات الآتية، مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً.

المثالان 1, 2

 $m\angle 2$  (3) $m\widehat{TS}$  (2) $m\angle 1$  (1) $m\widehat{LP}$  (6) $m\widehat{QTS}$  (5) $m\angle H$  (4)

المثالان 3, 4

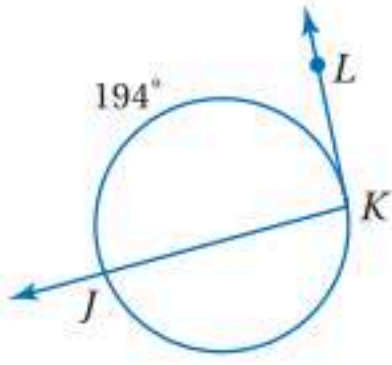


(7) ألعاب بهلوانية: تُبَتُّ سطح مائل على البرميل الأول من مجموعة براميل رُبطت مع بعضها؛ ليقدم عليها لاعب السيرك عروضه المثيرة على دراجة نارية. ما قياس الزاوية التي يصنعها السطح المائل مع الأرض؟

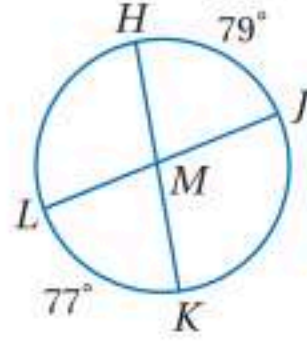


المثالان 1, 2 أوجد كلاً من القياسات الآتية:

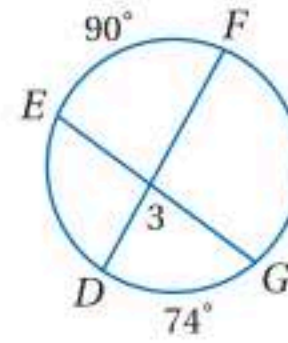
$m\angle K$  (10)



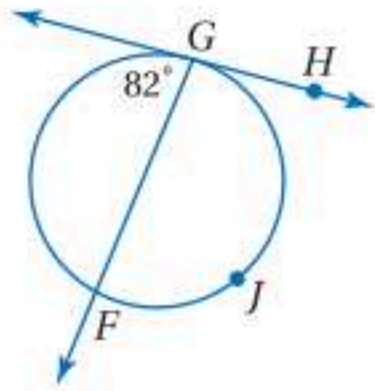
$m\angle JMK$  (9)



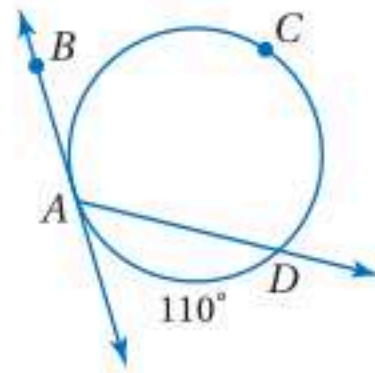
$m\angle 3$  (8)



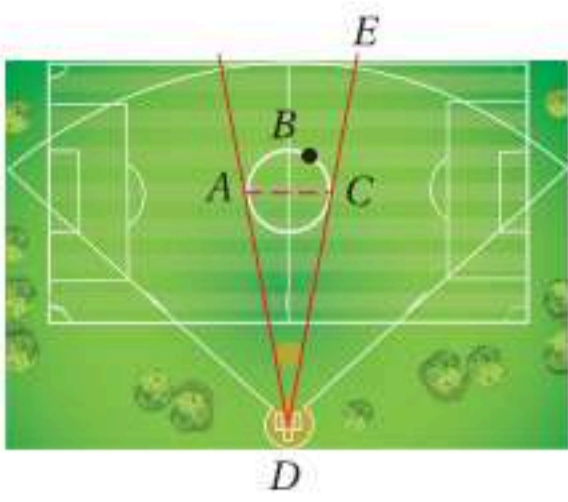
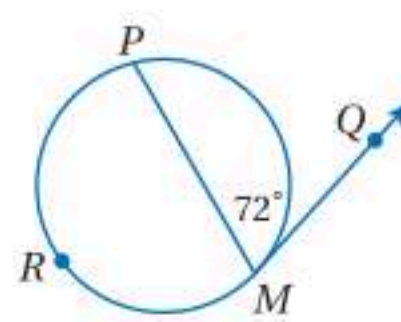
$m\widehat{GJF}$  (13)



$m\angle DAB$  (12)



$m\widehat{PM}$  (11)



(14) **رياضة:** يُمثّل الشكل المجاور ملعباً رياضياً متعدّد الأغراض،

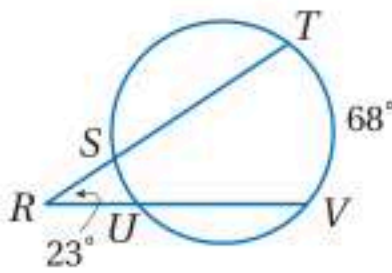
إذا كان:  $m\widehat{ABC} = 200^\circ$ ، فأوجد كلاً من القياسين الآتيين:

$m\angle ACE$  (a)

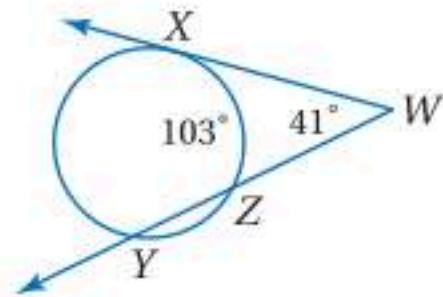
$m\angle ADC$  (b)

المثالان 3, 4 أوجد كلاً من القياسات الآتية:

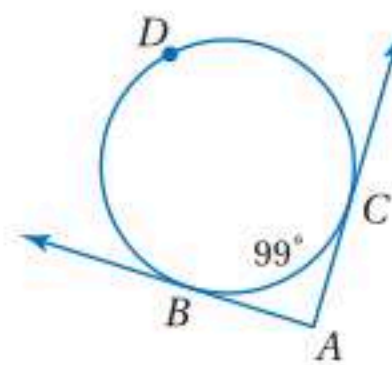
$m\widehat{SU}$  (17)



$m\widehat{XY}$  (16)



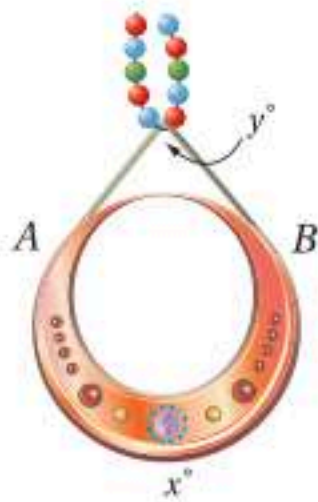
$m\angle A$  (15)



(18) **مجوهرات:** يظهر في الشكل المجاور جزء من قلادة،

A و B نقطتا تماسّ فيها، إذا كانت  $x^\circ = 260^\circ$ ،

فأوجد قيمة  $y^\circ$ ؟



(19) **تصوير:** استعدّ مصوّر لالتقاط صورة بآلة التصوير للعبة الدوّامة الدائرية،

بحيث كان خطأ النظر مماسين لها، كما في الشكل المجاور .

(a) إذا كانت زاوية الرؤية لآلة التصوير تساوي  $35^\circ$ ، فما قياس قوس الدوّامة

الذي سيظهر في الصورة؟

(b) إذا أردت التقاط صورة لقوسٍ قياسه  $150^\circ$ ، فما قياس زاوية الرؤية

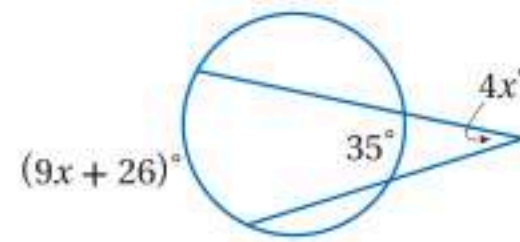
التي يجب استعمالها؟



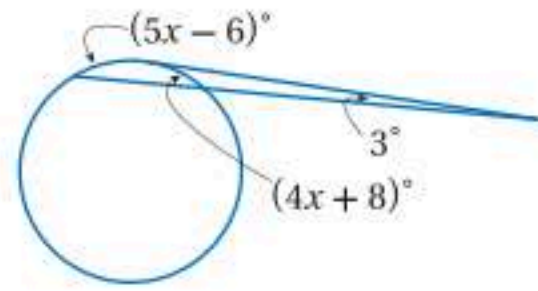
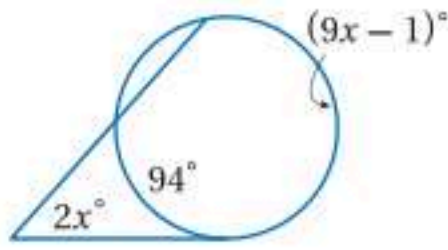


جبر: أوجد قيمة  $x$  في كلِّ ممَّا يأتي:

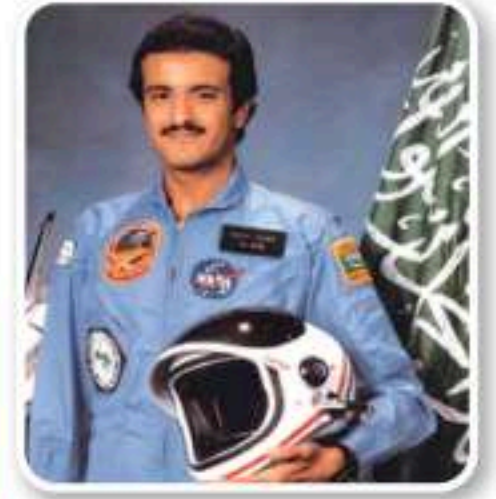
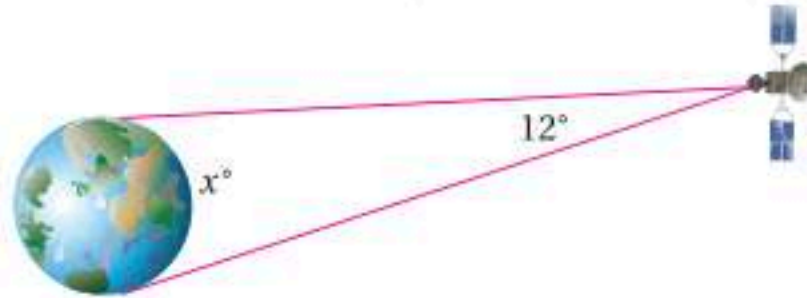
(20) (21)



(22)



(23) **فضاء:** يدور قمر اصطناعي في مدار فوق خط الاستواء، أوجد قيمة  $x^\circ$ ، وهي قياس القوس المرئي من الأرض بالنسبة للقمر الاصطناعي.



الربط مع الحياة

أول رائد فضاء سعودي هو صاحب السمو الملكي الأمير سلطان بن سلمان بن عبدالعزيز آل سعود على متن مكوك الفضاء (ديسكفري) رحلة رقم STS-51G في 29 من رمضان 1405 هـ الموافق 17 يونيو 1985 م.

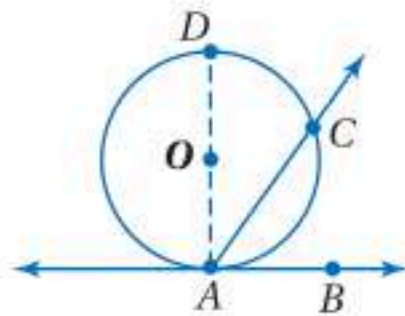
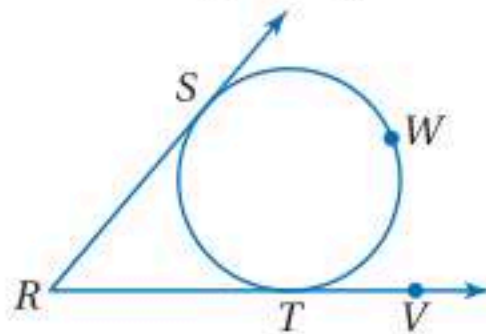
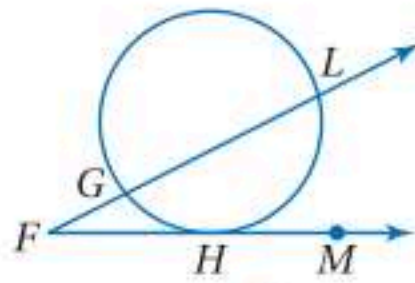
**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين لكلِّ حالة من حالات النظرية 8.14

(إرشاد: ارسم وترًا يصل نقطتي تقاطع القاطعان أو القاطع والمماس أو المماسان مع الدائرة).

حالة 2 (25)

المعطيات:  $\overrightarrow{FM}$  مماس للدائرة و  $\overrightarrow{FL}$  قاطع لها

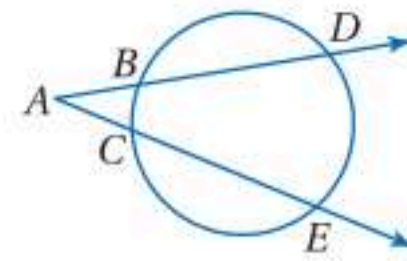
المطلوب:  $m\angle F = \frac{1}{2}(m\widehat{LH} - m\widehat{GH})$



حالة 1 (24)

المعطيات:  $\overrightarrow{AD}$  و  $\overrightarrow{AE}$  قاطعان للدائرة

المطلوب:  $m\angle A = \frac{1}{2}(m\widehat{DE} - m\widehat{BC})$



حالة 3 (26)

المعطيات:  $\overrightarrow{RS}$  و  $\overrightarrow{RV}$  مماسان للدائرة

المطلوب:  $m\angle R = \frac{1}{2}(m\widehat{SWT} - m\widehat{ST})$

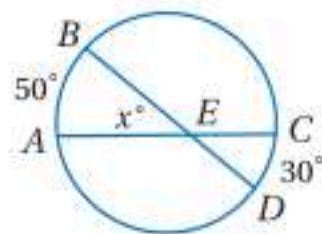
(27) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 8.13

(a) المعطيات:  $\overrightarrow{AB}$  مماس لـ  $\odot O$ ،  $\overrightarrow{AC}$  قاطع لـ  $\odot O$

المطلوب: إثبات أن  $m\angle CAB = \frac{1}{2}m\widehat{CA}$

(b) برهن نظرية 8.13 إذا كانت الزاوية في فرع (a) زاوية منفرجة.

(28) **تمثيلات متعددة:** في هذا السؤال ستستكشف العلاقة بين النظريتين 8.6، 8.12،



(a) هندسياً: انقل الشكل المجاور إلى دفترك. ثم ارسم ثلاثة أشكال متتالية بحيث يتحرك موقع  $D$  مقترباً من  $C$ ، مع بقاء  $A, B, C$  ثابتة في مواقعها.

(b) جدولياً: قدّر قياس  $\widehat{CD}$  لكلِّ من الدوائر المتتالية، سجّل قياسات  $\widehat{AB}$  و  $\widehat{CD}$  في جدول، ثم أوجد قيمة  $x$  لكلِّ من هذه الدوائر.

(c) لفظياً: صِف العلاقة بين  $m\widehat{AB}$  وقيمة  $x^\circ$  عندما يقترب  $m\widehat{CD}$  من الصفر. ما نوع  $\angle AEB$  عندما يكون  $m\widehat{CD} = 0$ ؟

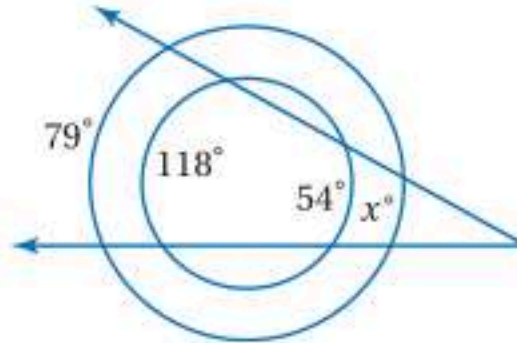
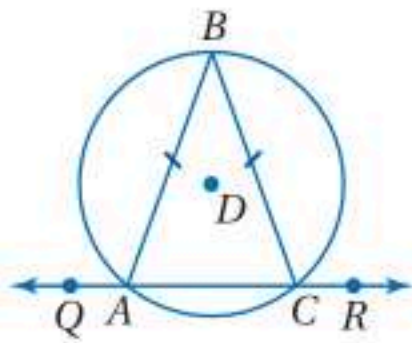
(d) تحليلياً: اكتب برهاناً جبرياً لإثبات ما توصلت إليه في الفقرة c.





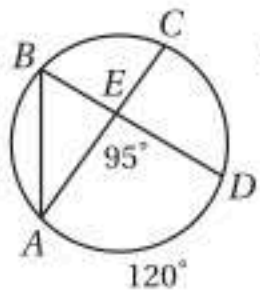
## مسائل مهارات التفكير العليا

- (29) **اكتب:** اشرح كيفية إيجاد قياس الزاوية المكوّنة من تقاطع القاطع والمماس خارج الدائرة.
- (30) **تحّد:** إذا كانت الدائرتان أدناه متحدتين في المركز، فما قيمة  $x^\circ$ ؟
- (31) **تبرير:**  $\triangle ABC$  متطابق الضلعين محاط بالدائرة  $D$ ، ماذا تستنتج عن  $m\widehat{AB}$  و  $m\widehat{BC}$ ؟ وضح إجابتك.

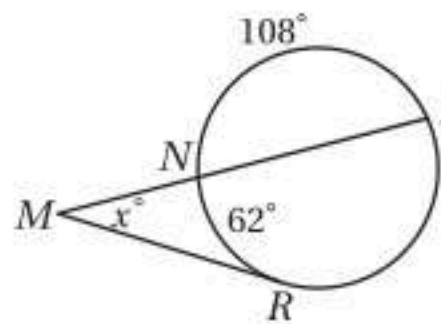


- (32) **مسألة مفتوحة:** ارسم دائرة ومماسين لها متقاطعين، واستعمل المنقلة لقياس الزاوية المتكوّنة، ثم أوجد قياس كل من القوسين الأكبر والأصغر المتكوّنين. برّر إجابتك.
- (33) **اكتب:** رُسمت دائرة محاطة بالمثلث  $PQR$ . إذا كان:  $m\angle P = 50^\circ$ ,  $m\angle Q = 60^\circ$ ، فصف طريقة إيجاد قياس الأقواس الثلاثة الصغرى المتكوّنة من نقاط التماس.

## تدريب على اختبار



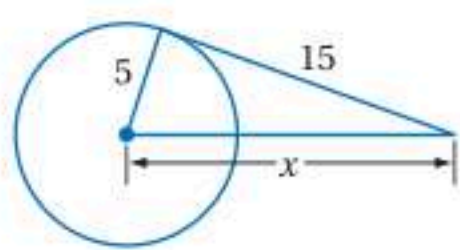
- (35) إذا كان:  $m\angle AED = 95^\circ$ ,  $m\widehat{AD} = 120^\circ$  فأوجد  $m\angle BAC$



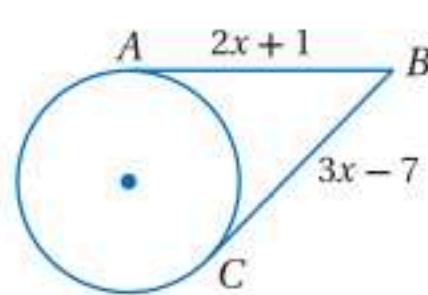
- (34) إذا كان:  
 $m\widehat{NR} = 62^\circ$ ,  $m\widehat{NP} = 108^\circ$   
 فما قيمة  $x$ ؟
- A 23°  
 B 31°  
 C 64°  
 D 128°

## مراجعة تراكمية

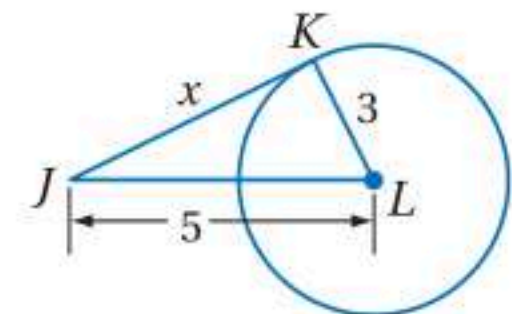
أوجد قيمة  $x$  في كل مما يأتي، مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً. (الدرس 8-5)



(38)



(37)

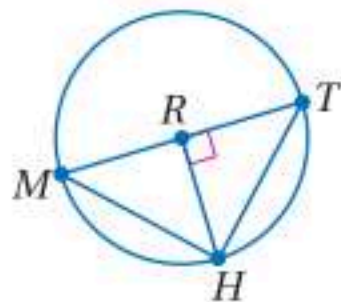


(36)

(39) **برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين. (الدرس 8-4)

المعطيات:  $\widehat{MHT}$  نصف دائرة،  $RH \perp TM$ .

المطلوب:  $\frac{TR}{RH} = \frac{TH}{HM}$



## استعد للدرس اللاحق

حلّ كلّاً من المعادلات الآتية:

(42)  $x^2 + 5x = -\frac{25}{4}$

(41)  $x^2 - 6x = -9$

(40)  $x^2 + 13x = -36$







# قطع مستقيمة خاصة في الدائرة

## Special Segments in a Circle



### لماذا؟

قُطعت كعكة دائرية كبيرة طولياً لتكفي أكبر عدد ممكن من المدعوين إلى حفلة، ولم يبقَ منها إلا قطعة صغيرة. يمكنك إيجاد قطر الكعكة الأصلية باستعمال الخصائص الهندسية للدائرة.

### فيما سبق:

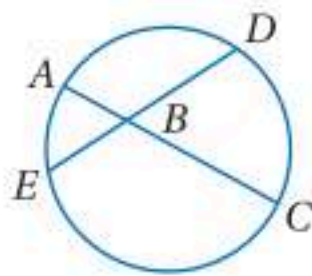
درست إيجاد قياس الأقطار التي تتقاطع داخل متوازي الأضلاع.

### (مهارة سابقة)

### والآن:

أجد قياسات الأوتار المتقاطعة داخل الدائرة.

أجد قياسات القطع المستقيمة المتقاطعة خارج الدائرة.



### الأوتار المتقاطعة داخل الدائرة:

عندما يتقاطع وتران داخل دائرة، ينقسم كلٌّ منهما جزأين، ففي الشكل المجاور، انقسم الوتر AC إلى AB و BC، وكذلك انقسم الوتر ED إلى EB و BD.

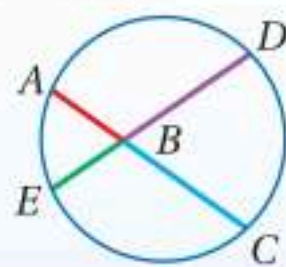
تصف النظرية الآتية العلاقة بين القطع المستقيمة الأربع التي تكوّنت من تقاطع وترين داخل دائرة.

أضف إلى

مطويتك

### نظرية 8.15

#### نظرية قطع الوتر



التعبير اللفظي: إذا تقاطع وتران في دائرة، فإن حاصل ضرب طولي جزأي الوتر الأول يساوي حاصل ضرب طولي جزأي الوتر الثاني.

$$AB \cdot BC = DB \cdot BE$$

مثال:

ستبرهن النظرية 8.15 في السؤال 15

### استعمال تقاطع الوترين

### مثال 1

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين:

النظرية 8.15

بالتعويض

بالضرب

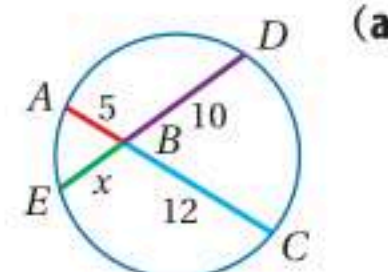
بقسمة كلا الطرفين على 10

$$AB \cdot BC = EB \cdot BD$$

$$5 \cdot 12 = x \cdot 10$$

$$60 = 10x$$

$$6 = x$$



النظرية 8.15

بالتعويض

بالضرب

ب طرح  $x^2$  من كلا الطرفين

ب طرح  $9x$  من كلا الطرفين

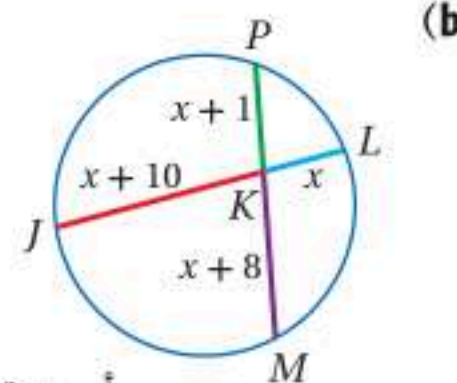
$$JK \cdot KL = PK \cdot KM$$

$$(x+10) \cdot x = (x+1)(x+8)$$

$$x^2 + 10x = x^2 + 9x + 8$$

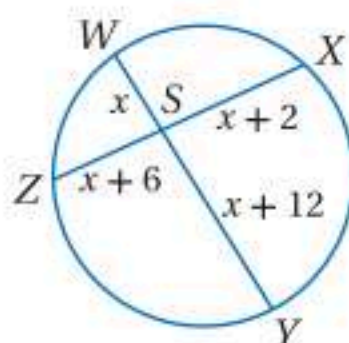
$$10x = 9x + 8$$

$$x = 8$$

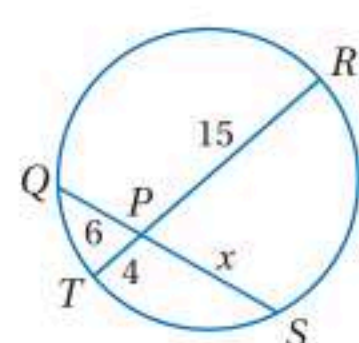


أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين:

تحقق من فهمك



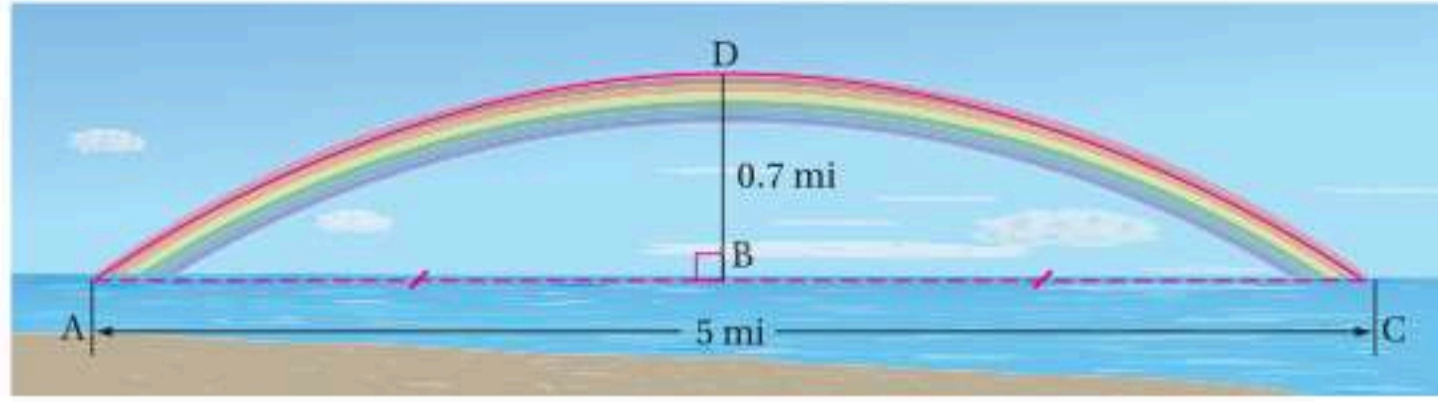
(1B)



(1A)

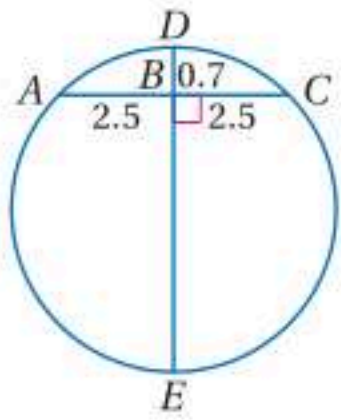


**علوم:** شكل قوس المطر الحقيقي دائرة كاملة، ولا يظهر لنا منها إلا القوس الذي يظهر فوق أفق الكرة الأرضية. ما نصف قطر الدائرة التي تحوي قوس المطر الظاهر في الشكل أدناه؟



**افهم:** المعطيات: قوس المطر الظاهر جزء من دائرة  $\overline{AC}$  وتر في الدائرة  
 $\overline{DB}$  عمود منصف للوتر  $\overline{AC}$

**المطلوب:** إيجاد طول نصف قطر الدائرة التي تحوي قوس المطر الظاهر.



**خطط:** ارسم نموذجًا للمسألة، بما أن  $\overline{DE}$  تُنصف الوتر  $\overline{AC}$ ، فإن  $\overline{DE}$  قطر في الدائرة. استعمل ناتج ضرب أطوال الأوتار المتقاطعة لإيجاد طول قطر الدائرة.

**حل:**

$$AB \cdot BC = DB \cdot BE$$

$$2.5 \cdot 2.5 = 0.7 \cdot BE$$

$$6.25 = 0.7BE$$

بالضرب

$$8.9 \approx BE$$

بقسمة كلا الطرفين على 0.7

$$DE = DB + BE$$

مسألة جمع القطع المستقيمة

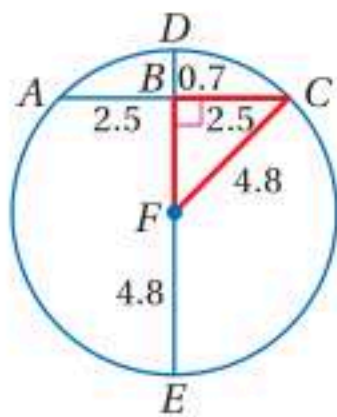
$$\approx 0.7 + 8.9$$

بالتعويض

$$= 9.6$$

بالجمع

بما أن قطر الدائرة يساوي 9.6 mi تقريبًا، فإن نصف قطرها يساوي  $9.6 \div 2 \approx 4.8$



**تحقق:** استعمل عكس نظرية فيثاغورس؛ للتحقق من أن المثلث المتكوّن من نصف القطر وجزء من الوتر وجزء من القطر في الدائرة قائم الزاوية.

مسألة جمع القطع المستقيمة

$$DB + BF = DF$$

بالتعويض

$$0.7 + BF = 4.8$$

ب طرح 0.7 من الطرفين

$$BF = 4.1$$

نظرية فيثاغورس

$$BF^2 + BC^2 = CF^2$$

بالتعويض

$$4.1^2 + 2.5^2 \stackrel{?}{=} 4.8^2$$

بالتبسيط

$$23.06 \approx 23.04 \quad \checkmark$$

تحقق من فهمك



(2) **مصلى قبة الصخرة:** هو أحد أهم معالم المسجد الأقصى المبارك في مدينة القدس، وتعتبر قبة من أهم وأبرز المعالم المعمارية الإسلامية، فهي عبارة عن قبة كروية قطر الدائرة التي تحتوي على القوس المار بالقمة هي 20m، ويبلغ ارتفاع أعلى نقطة فيها عن الجزء الأسطواني الذي يحملها 15m، أوجد المسافة بين طرفي القبة؟



الربط مع الحياة

كلما كانت الشمس قريبة من الأفق، زاد الجزء الذي تراه من قوس المطر. وعند غروب الشمس، يمكنك رؤية قوس المطر على شكل نصف دائرة، بحيث تصنع أعلى نقطة في هذا القوس زاوية مقدارها 42 درجة فوق الأفق.

إرشادات لحل المسألة

ارسم شكلاً:

عند حل المسائل اللفظية المتعلقة بالدوائر، يُفضل أن ترسم شكلاً وتضع عليه قياسات كل عناصر الدائرة المعطاة، وأن تسمي القياس المجهول برمز متغير لمساعدتك على اختيار خطة الحل المناسبة.



**قطع مستقيمة تتقاطع خارج الدائرة:** الأوتار غير المتوازية في الدائرة وغير المتقاطعة داخلها، يمكن أن تمتد لتشكّل قواطع تتقاطع خارج الدائرة.

**نظرية 8.16**

**نظرية القاطع**

التعبير اللفظي: إذا رُسم قاطعان لدائرة من نقطة خارجها، فإن حاصل ضرب طول القاطع الأول في طول الجزء الخارجي منه، يساوي حاصل ضرب طول القاطع الثاني في طول الجزء الخارجي منه.

مثال:  $AC \cdot AB = AE \cdot AD$

أضف إلى مطوبتك

ستبرهن النظرية 8.16 في السؤال 16

**إرشادات للدراسة**

تبسيط نص النظرية: كل طرف من طرفي المعادلة في مثال النظرية 8.16، هو ناتج ضرب طول الجزء الخارجي من القاطع في طول القاطع بكامله.

**مثال 3**

**استعمال تقاطع القاطعين**

أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

النظرية 8.16  $JG \cdot JH = JL \cdot JK$

بالتعويض  $(x + 8)8 = (10 + 6)6$

بالضرب  $8x + 64 = 96$

ب طرح 64 من كلا الطرفين  $8x = 32$

بقسمة كلا الطرفين على 8  $x = 4$

تحقق من فهمك

(3B)

(3A)

**تنبيه!**

**استعمال المعادلة الصحيحة:** تأكد من أنك تجد ناتج ضرب طول القاطع في طول القطعة الخارجية منه. وليس في طول القطعة الداخلية منه.

يمكنك استعمال معادلة مشابهة لمعادلة النظرية 8.16 عندما يتقاطع مماس وقاطع خارج الدائرة، وفي هذه الحالة المماس أو قطعة المماس التي يقع أحد طرفيها على الدائرة تُمثل قطعة المماس الخارجية، وقطعة المماس الكلية في آن معاً.

**نظرية 8.17**

**نظرية المماس**

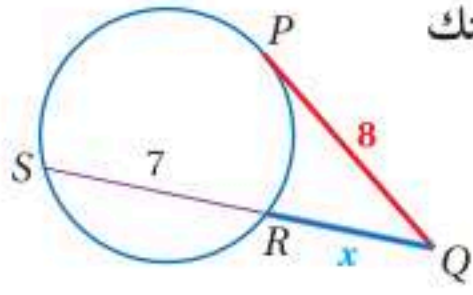
التعبير اللفظي: إذا رُسم مماس وقاطع لدائرة من نقطة خارجها، فإن مربع طول المماس يساوي حاصل ضرب طول القاطع في طول الجزء الخارجي منه.

مثال:  $JK^2 = JL \cdot JM$

أضف إلى مطوبتك

ستبرهن النظرية 8.17 في السؤال 17





إذا كانت  $PQ$  مماسًا للدائرة كما في الشكل المجاور، فأوجد قيمة  $x$  مقربًا إجابتك إلى أقرب عُشر.

النظرية 8.17

بالتعويض

بالضرب

ب طرح 64 من كلا الطرفين

$$PQ^2 = QR \cdot QS$$

$$8^2 = x(x + 7)$$

$$64 = x^2 + 7x$$

$$0 = x^2 + 7x - 64$$

استعمل القانون العام لحل المعادلة التربيعية؛ لأن المقدار غير قابل للتحليل.

القانون العام

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a = 1, b = 7, c = -64$$

$$= \frac{-7 \pm \sqrt{7^2 - 4(1)(-64)}}{2(1)}$$

بالتبسيط

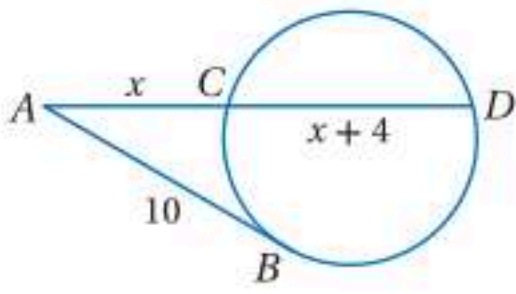
$$= \frac{-7 \pm \sqrt{305}}{2}$$

باستعمال الحاسبة

$$\approx -12.2 \text{ أو } 5.2$$

وبما أنه لا يمكن أن تكون الأطوال سالبة، فإن قيمة  $x$  تساوي 5.2 تقريبًا.

تحقق من فهمك

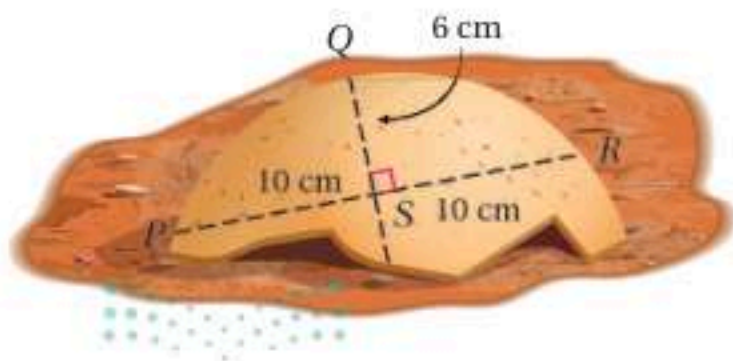
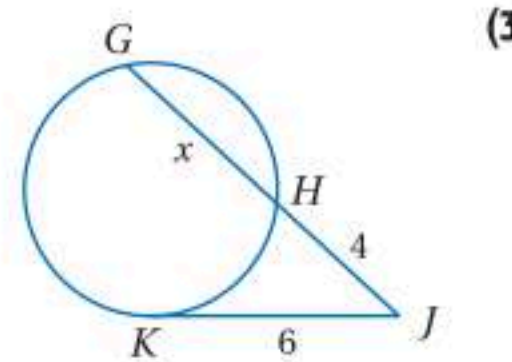
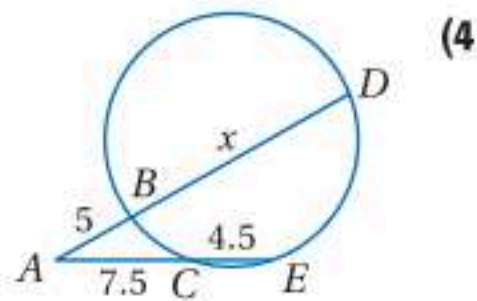
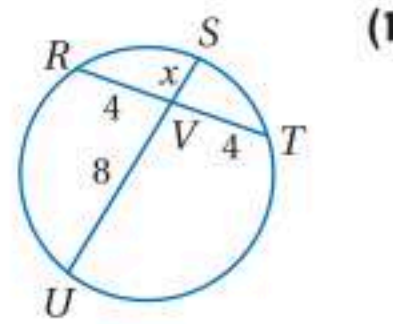
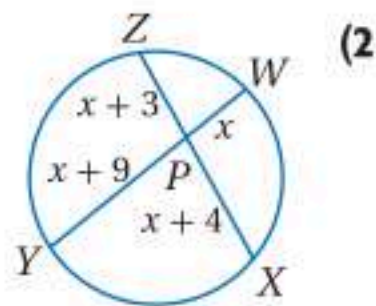


(4)  $AB$  مماس للدائرة في الشكل المجاور، أوجد قيمة  $x$  مقربًا إجابتك إلى أقرب عُشر.

تأكد

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الأشكال الآتية، مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة، هي مماسات فعلاً.

الأمثلة 1, 3, 4



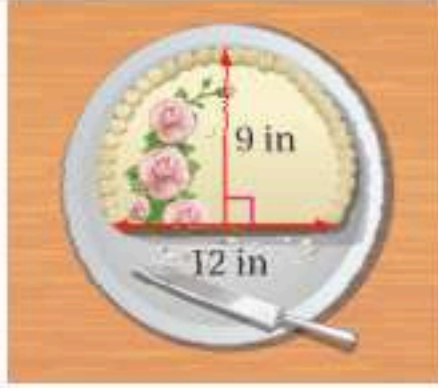
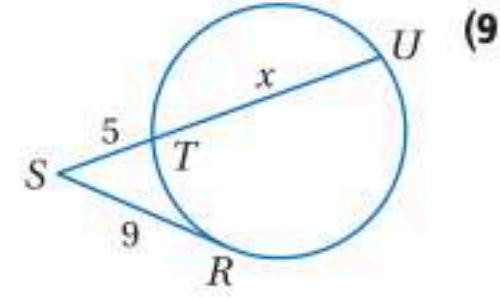
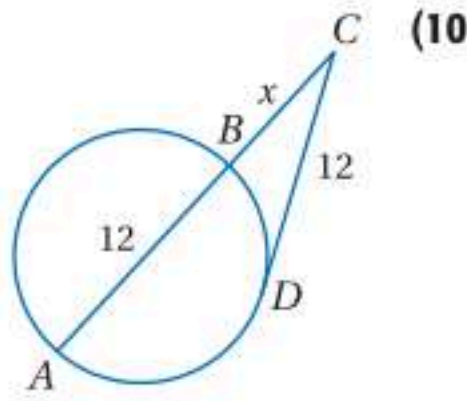
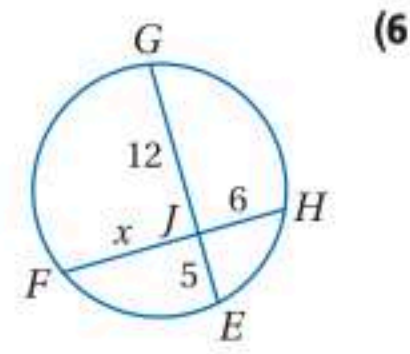
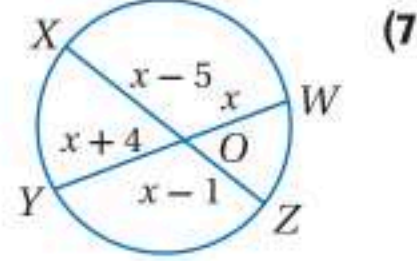
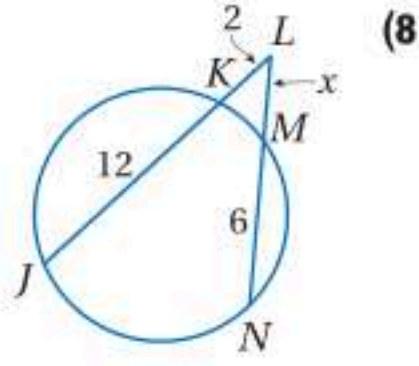
(5) **آثار:** يبيّن الشكل المجاور صورة جزء مكسور من إناء فخاري دائري وُجِدَ في موقع أثري. إذا كانت  $QS$  جزءًا من قطر الدائرة، فما محيط الإناء الفخاري الأصلي؟ قرب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.

المثال 2



الأمثلة 1, 3, 4

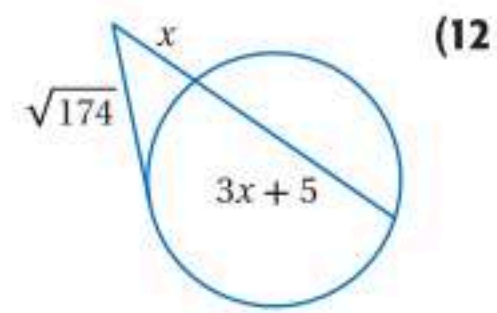
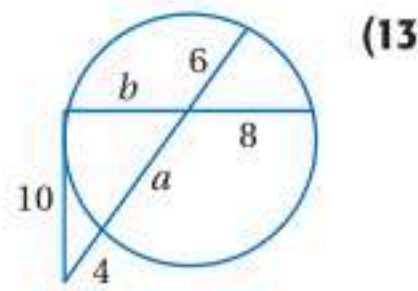
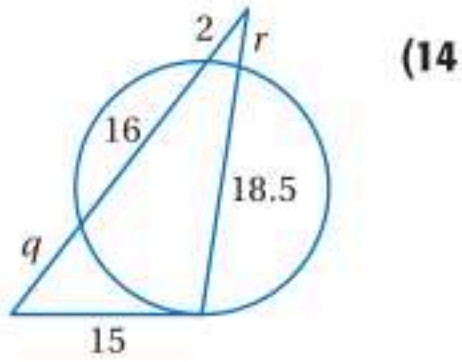
أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الأشكال الآتية مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة، هي مماسات فعلاً، وقرب إجابتك إلى أقرب عُشر.



(11) **كعك:** توزع سلمى الكعك في حفل. إذا كانت أبعاد القطعة المتبقية من الكعكة كما في الشكل المجاور، فما قطر الكعكة الأصلية؟

أوجد قيم المتغيرات في كلٍّ من الأشكال الآتية، مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً، وقرب إجابتك إلى أقرب عُشر.

المثال 2



**برهان:** اكتب برهاناً من النوع المحدد لكل من النظريات الآتية:

(إرشاد: ارسم أوتاراً تصل نقاط القطع المستقيمة المتقاطعة داخل الدائرة أو خارجها بالدائرة)

(15) برهان ذي عمودين للنظرية 8.15

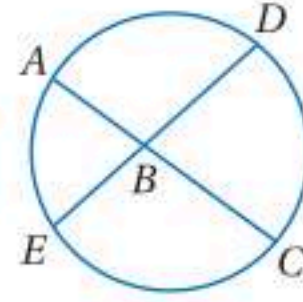
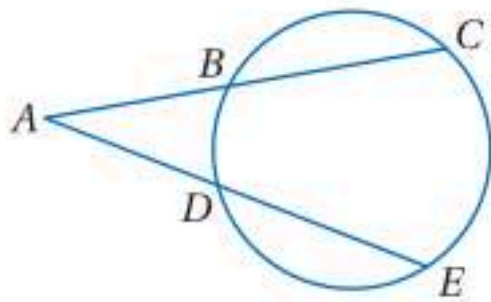
المعطيات:  $\overline{AC}$  و  $\overline{DE}$  وتران متقاطعان في  $B$ .

المطلوب:  $AB \cdot BC = EB \cdot BD$

(16) برهان حرّ للنظرية 8.16

المعطيات:  $\overline{AC}$  و  $\overline{AE}$  قاطعان لدائرة.

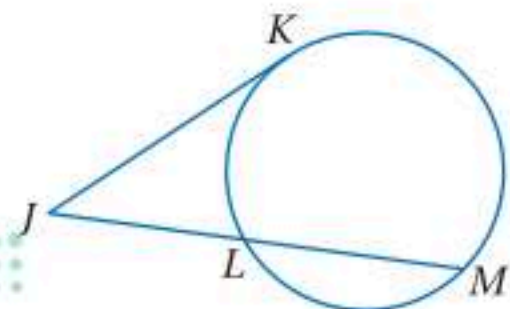
المطلوب:  $AB \cdot AC = AD \cdot AE$



(17) برهان ذي عمودين للنظرية 8.17

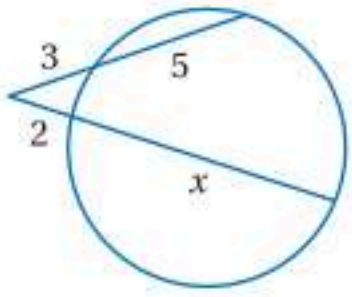
المعطيات:  $\overline{JK}$  مماس،  $\overline{JM}$  قاطع

المطلوب:  $JK^2 = JL \cdot JM$





## مسائل مهارات التفكير العليا



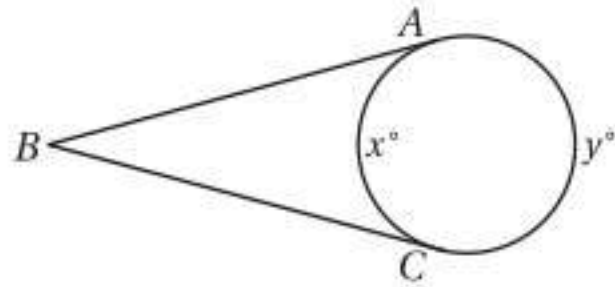
- (18) **اكتشف الخطأ:** يحسب كلٌّ من خالد وعبدالعزيز قيمة  $x$  في الشكل المجاور . فكتب خالد المعادلة:  $3(5) = 2x$ ، بينما كتب عبدالعزيز المعادلة:  $3(8) = 2(2 + x)$ . هل أيٌّ منهما كتب المعادلة الصحيحة؟ برّر إجابتك.

- (19) **تبرير:** إذا تقاطع وتران في مركز دائرة، فهل تكون قياسات الأقواس المحصورة بينهما متساوية أحياناً، أم دائماً، أو غير متساوية أبداً؟

- (20) **اكتب:** إذا تقاطع وتران داخل الدائرة، فصِّف العلاقة بين جزأي الأول وجزأي الثاني.

## تدريب على اختبار

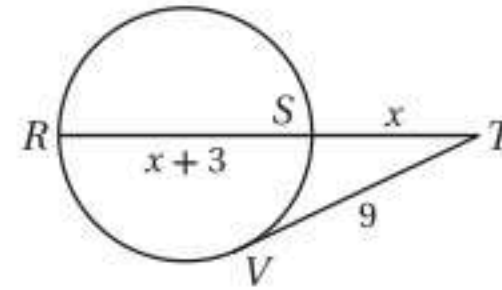
- (22) **إجابة مطوّلة:** مماسان  $\overline{BA}$ ,  $\overline{BC}$  للدائرة في الشكل أدناه،  $m\angle ABC = 70^\circ$



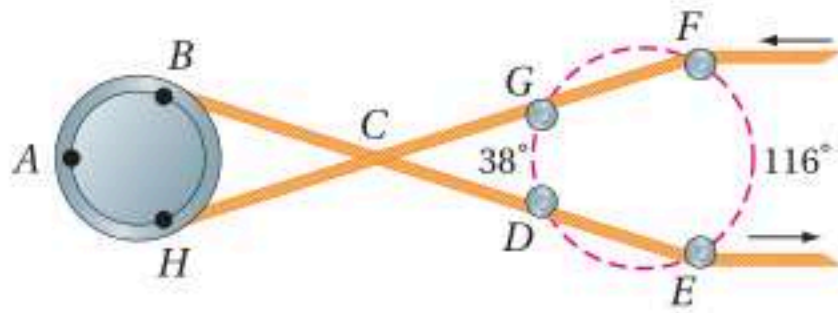
- (a) اكتب معادلتين تربطان بين  $x^\circ$  و  $y^\circ$ .  
(b) أوجد قيمة كلٍّ من  $x^\circ$  و  $y^\circ$ .

- (21)  $\overline{TV}$  مماس للدائرة، و  $R, S$  نقطتان عليها، ما قيمة  $x$  مقربةً إلى أقرب عُشر؟

- 5.7 C  
7.6 A  
4.8 D  
6.4 B



## مراجعة تراكمية



- (23) **نسيج:** بعد أن تُغزل خيوط الصوف، يتم صبغها، ثم تُمرّر على مجموعة من البكرات لكي تجف، والشكل المجاور يُظهر إحدى مجموعات البكرات، لاحظ أن خيوط الصوف يبدو كأنه يتقاطع بعضه مع بعض عند النقطة C، ولكنه في الواقع غير ذلك. أوجد  $m\widehat{BH}$  مستعملاً معلومات الشكل. (الدرس 8-6)

**هندسة إحدائية:** مثل بياناً الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المعطاة في كلٍّ ممّا يأتي: (الدرس 8-2)

- (24)  $\triangle KLM$  الذي رؤوسه:  $K(5, -2)$ ,  $L(-3, -1)$ ,  $M(0, 5)$ ; إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليسار و 4 وحدات إلى أسفل.  
(25) الشكل الرباعي  $PQRS$  الذي رؤوسه:  $P(1, 4)$ ,  $Q(-1, 4)$ ,  $R(-2, -4)$ ,  $S(2, -4)$ ; إزاحة مقدارها 5 وحدات إلى اليسار و 3 وحدات إلى أعلى.

## استعد للدرس اللاحق

اكتب بصيغة الميل والمقطع معادلة المستقيم الذي عُلم ميله ومقطع  $y$  له في كلٍّ ممّا يأتي:

(28)  $m = \frac{5}{8}$ ,  $(0, -6)$

(27)  $m = 2$ ,  $(0, 8)$

(26)  $m: 3$ , المقطع  $y = -4$

(31)  $m = -\frac{1}{12}$ ,  $b: 1$

(30)  $m = -1$ ,  $b: -3$

(29)  $m: \frac{2}{9}$ , المقطع  $y = \frac{1}{3}$





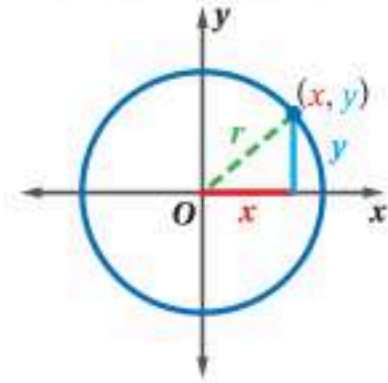


# معادلة الدائرة

## Equation of Circle

### لماذا؟

تستعمل أبراج الاتصالات الهاتفية إشارات الراديو لبث مكالمات الهواتف النقالة. ويغطي كل برج منطقة دائرية. وتُصمَّم الأبراج بحيث تلتقط إشارات البث في أي مكان ضمن منطقة التغطية.



**معادلة الدائرة:** بما أن نقاط الدائرة جميعها تبعد مسافات متساوية عن مركزها، فإنه يمكنك إيجاد معادلتها باستعمال صيغة المسافة بين نقطتين أو نظرية فيثاغورس.

إذا مثل  $(x, y)$  نقطة على دائرة مركزها عند نقطة الأصل كما في الشكل المجاور، فإنه يمكنك أن تستعمل نظرية فيثاغورس؛ لتجد أن معادلة هذه الدائرة  $x^2 + y^2 = r^2$ . وإذا لم يقع مركز الدائرة عند نقطة الأصل، ولكن عند النقطة  $(h, k)$  كما في الشكل المبيّن في المفهوم الأساسي أدناه، فإنه يمكنك أن تستعمل صيغة المسافة بين نقطتين لتحصل على معادلة الدائرة.

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

صيغة المسافة بين نقطتين

$$d = r, (x_1, y_1) = (h, k), (x_2, y_2) = (x, y) \quad r = \sqrt{(x - h)^2 + (y - k)^2}$$

$$\text{بترتيب كلا الطرفين} \quad r^2 = (x - h)^2 + (y - k)^2$$

### فيما سبق:

درست كتابة معادلة المستقيم وتمثيله بيانياً في المستوى الإحداثي.

### (مهارة سابقة)

### والآن:

- أكتب معادلة الدائرة.
- أمثل الدائرة بيانياً في المستوى الإحداثي.

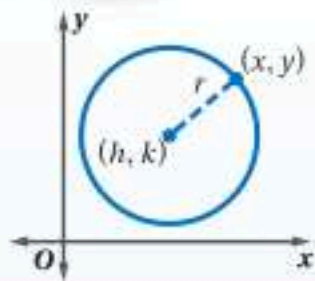
### المفردات:

الصيغة القياسية لمعادلة الدائرة

standard form of an equation of a circle

أضف إلى

مطوبتك



### الصيغة القياسية لمعادلة الدائرة

### مفهوم أساسي

الصيغة القياسية لمعادلة الدائرة التي مركزها  $(h, k)$ ،

وطول نصف قطرها  $r$  هي:  $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$ .

الصيغة القياسية لمعادلة الدائرة تُسمى أيضاً صيغة المركز ونصف القطر.

### مثال 1 كتابة معادلة الدائرة باستعمال المركز ونصف القطر

اكتب معادلة الدائرة في كلِّ ممَّا يأتي:

(a) مركزها عند  $(1, -8)$ ، وطول نصف قطرها 7

$$\text{معادلة الدائرة} \quad (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

$$(h, k) = (1, -8), r = 7 \quad (x - 1)^2 + [y - (-8)]^2 = 7^2$$

$$\text{بالتبسيط} \quad (x - 1)^2 + (y + 8)^2 = 49$$

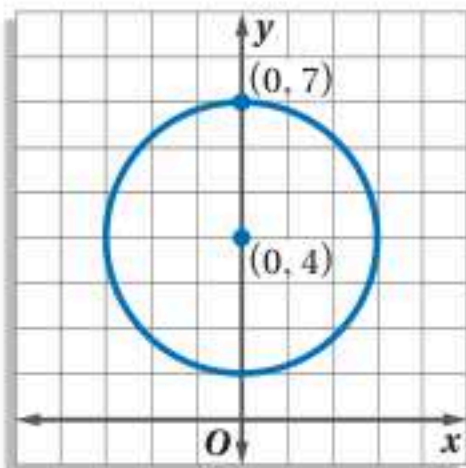
(b) الدائرة الممثلة بيانياً في الشكل المجاور.

مركز الدائرة عند  $(0, 4)$  وطول نصف قطرها 3

$$\text{معادلة الدائرة} \quad (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

$$(h, k) = (0, 4), r = 3 \quad (x - 0)^2 + (y - 4)^2 = 3^2$$

$$\text{بالتبسيط} \quad x^2 + (y - 4)^2 = 9$$



تحقق من فهمك

(1A) مركزها نقطة الأصل، ونصف قطرها  $\sqrt{10}$ . (1B) مركزها النقطة  $(4, -1)$ ، وقطرها 8

### إرشادات للدراسة

#### معادلة الدائرة:

في المثال 1. لاحظ أن معادلة الدائرة بقيت على الصورة القياسية، إذ ليس من الضروري فك الترتيب.



## مثال 2

### كتابة معادلة الدائرة باستعمال مركزها ونقطة عليها

اكتب معادلة الدائرة في كلِّ ممَّا يأتي:

(a) مركزها  $(-2, 4)$ ، وتمر بالنقطة  $(-6, 7)$ .

**الخطوة 1:** أوجد نصف القطر باستعمال صيغة المسافة بين النقطتين.

$$\text{صيغة المسافة بين نقطتين} \quad r = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$(x_1, y_1) = (-2, 4), (x_2, y_2) = (-6, 7) \quad = \sqrt{[-6 - (-2)]^2 + (7 - 4)^2}$$

$$\text{بالتبسيط} \quad = \sqrt{25} = 5$$

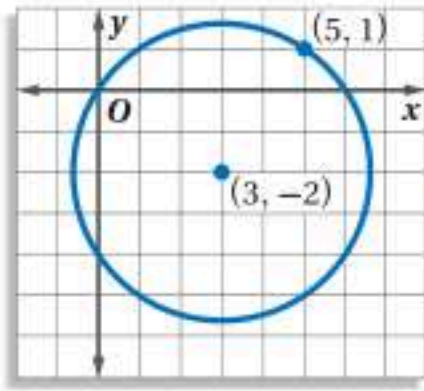
**الخطوة 2:** اكتب معادلة الدائرة باستعمال:  $h = -2, k = 4, r = 5$ .

$$\text{معادلة الدائرة} \quad (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

$$h = -2, k = 4, r = 5 \quad [x - (-2)]^2 + (y - 4)^2 = 5^2$$

$$\text{بالتبسيط} \quad (x + 2)^2 + (y - 4)^2 = 25$$

(b) الدائرة الممثلة بيانيًا جانبًا.



**الخطوة 1:** أوجد نصف القطر باستعمال صيغة المسافة بين النقطتين

$$\text{صيغة المسافة بين نقطتين} \quad r = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$\text{بالتعويض} \quad = \sqrt{(5 - 3)^2 + [1 - (-2)]^2}$$

$$\text{بالتبسيط} \quad = \sqrt{13}$$

**الخطوة 2:** اكتب معادلة الدائرة باستعمال:  $h = 3, k = -2, r = \sqrt{13}$ .

$$\text{معادلة الدائرة} \quad (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

$$h = 3, k = -2, r = \sqrt{13} \quad (x - 3)^2 + [y - (-2)]^2 = (\sqrt{13})^2$$

$$\text{بالتبسيط} \quad (x - 3)^2 + (y + 2)^2 = 13$$

### تحقق من فهمك

(2A) مركزها  $(5, 4)$ ، وتمر بالنقطة  $(-3, 4)$ .

(2B) مركزها  $(-3, -5)$ ، وتمر بالنقطة  $(0, 0)$ .

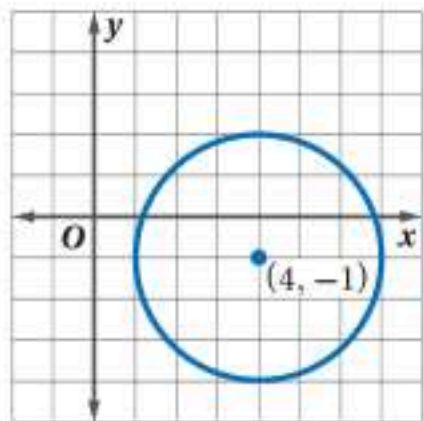
**تمثيل الدوائر بيانيًا:** يمكنك تحليل معادلة الدائرة؛ لتجد معلوماتٍ تساعدك على تمثيلها بيانيًا في المستوى الإحداثي.

## تمثيل الدائرة بيانيًا

## مثال 3

أوجد مركز ونصف قطر الدائرة التي معادلتها:  $(x - 4)^2 + (y + 1)^2 = 9$ ، ثم مثلها بيانيًا.

أعد كتابة المعادلة:  $(x - 4)^2 + (y + 1)^2 = 9$  بالصيغة القياسية لإيجاد المركز ونصف القطر بسهولة.



$$(x - 4)^2 + [y - (-1)]^2 = 3^2$$

$$\begin{array}{ccc} \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2 \end{array}$$

لذا فإن:  $h = 4, k = -1, r = 3$ . أي أن المركز عند النقطة

$(4, -1)$  ونصف القطر 3 وحدات.

### تحقق من فهمك

أوجد مركز ونصف قطر الدائرة المعطاة معادلتها في كلِّ ممَّا يأتي، ثم مثلها بيانيًا:

$$(x + 4)^2 + (y - 7)^2 = 25 \quad (3B)$$

$$x^2 + y^2 = 4 \quad (3A)$$

## إرشادات للدراسة

صيغة الجذور:

في المثال 2b، من الأفضل ترك نصف القطر على صورة الجذر؛ لأن نصف القطر سيربع عند كتابة معادلة الدائرة.

## إرشادات للدراسة

مسلمات إقليدس:

لقد درست ثلاثًا من مسلمات إقليدس في درس 5-2، وهناك مسلمة أخرى لإقليدس، وهي أنه يمكنك رسم دائرة وحيدة بنصف قطر معلوم باختيار أي نقطة لتكون مركزًا لهذه الدائرة.







الربط مع الحياة

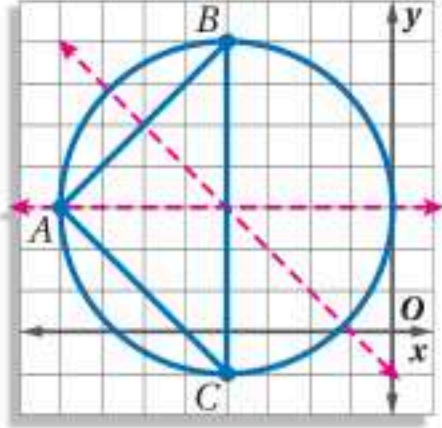
في الولايات المتحدة يُسجل 1000 إعصار تقريباً خلال السنة الواحدة. أكثر هذه الأعاصير تدميراً هي الأعاصير التي تبلغ سرعتها 250 mi/h أو أكثر، فقد يصل عرض مسارها التدميري إلى 50 ميل، ويمتد إلى 50 mi.

**أعاصير:** وُضعت ثلاث صفارات التحذير من الأعاصير في ثلاثة مواقع استراتيجية على دائرة حول مدينة، اكتب معادلة الدائرة التي وُضعت عليها الصفارات الثلاث إذا كانت إحداثيات مواقعها هي:  $A(-8, 3)$ ,  $B(-4, 7)$ ,  $C(-4, -1)$ .

**افهم:** المعطيات: إحداثيات ثلاث نقاط تقع على الدائرة هي:

$$A(-8, 3), B(-4, 7), C(-4, -1)$$

المطلوب: كتابة معادلة الدائرة التي تمر بالنقاط الثلاث.



**خطط:** مثل  $\triangle ABC$  بيانياً، ثم أنشئ عمودين منصفين لاثنين من أضلاعه؛

لتعيين مركز الدائرة، حيث إن العمود المنصف لوتر في الدائرة هو قطر (أو نصف قطر) لها، وأوجد طول نصف قطر الدائرة، ثم استعمال المركز ونصف القطر لكتابة معادلتها.

**حل:** أنشئ عمودين منصفين لضلعين، يظهر من الرسم أن مركز

الدائرة يقع عند النقطة  $(-4, 3)$ ، ونصف القطر 4

اكتب المعادلة:

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

$$[x - (-4)]^2 + (y - 3)^2 = 4^2$$

$$(x + 4)^2 + (y - 3)^2 = 16$$

**تحقق:** ارسم دائرة مركزها  $(-4, 3)$  ونصف قطرها 4، ثم تحقق من أنها تمر بالنقاط الثلاث المعطاة.

تحقق من فهمك

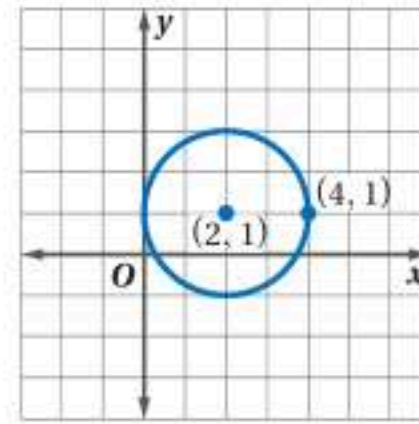
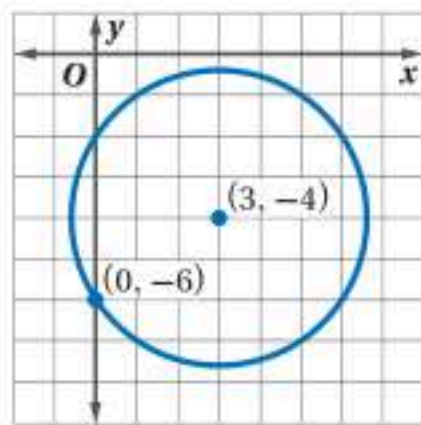
(4) اكتب معادلة الدائرة التي تمر بالنقاط:  $R(1, 2)$ ,  $S(-3, 4)$ ,  $T(-5, 0)$ .

تأكد

المثالان 1, 2

اكتب معادلة الدائرة في كل ممّا يأتي:

- (1) مركزها  $(9, 0)$ ، ونصف قطرها 5
- (2) مركزها  $(3, 1)$ ، وقطرها 14
- (3) مركزها نقطة الأصل، وتمر بالنقطة  $(2, 2)$ .
- (4) مركزها  $(-5, 3)$ ، وتمر بالنقطة  $(1, -4)$ .
- (5)
- (6)



أوجد مركز ونصف قطر الدائرة المعطاة معادلتها في كل ممّا يأتي، ثم مثلها بيانياً.

$$(x - 3)^2 + (y + 2)^2 = 16 \quad (7)$$

$$x^2 + (y + 1)^2 = 4 \quad (8)$$

$$(x + 3)^2 + y^2 - 9 = 0 \quad (9)$$

المثال 3

(10) **اتصالات:** مُثلت ثلاثة أبراج هواتف نقالة بالنقاط:  $X(6, 0)$ ,  $Y(8, 4)$ ,  $Z(3, 9)$ ، عيّن موقع برج آخر يبعد مسافات متساوية عن هذه الأبراج الثلاثة، ثم اكتب معادلة الدائرة التي تقع عليها الأبراج الثلاثة.

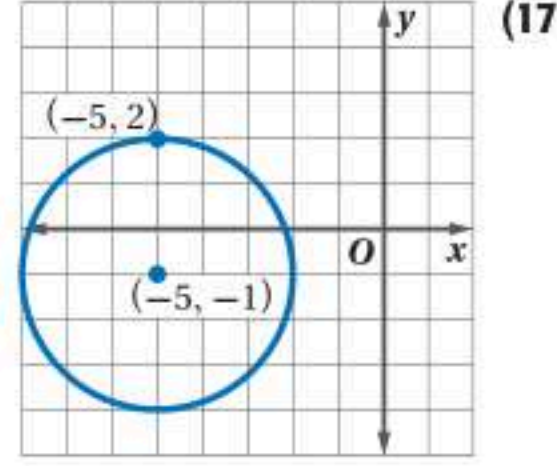
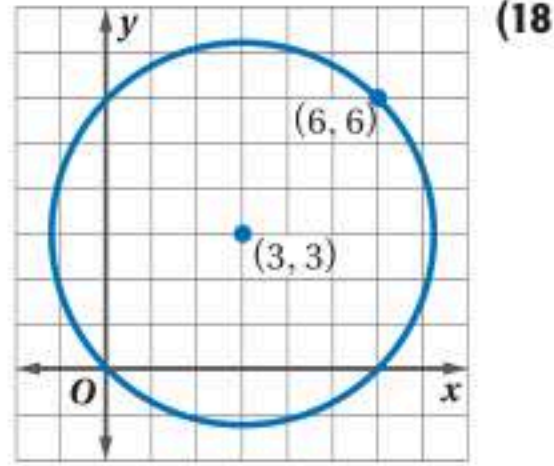
المثال 4



المثالان 1, 2

اكتب معادلة الدائرة في كلِّ ممَّا يأتي:

- (11) مركزها نقطة الأصل، ونصف قطرها 4  
 (12) مركزها (6, 1)، ونصف قطرها 7  
 (13) مركزها (-2, 0)، ونصف قطرها 16  
 (14) مركزها (8, -9)، ونصف قطرها  $\sqrt{11}$   
 (15) مركزها (-3, 6)، وتَمُرُّ بالنقطة (0, 6).  
 (16) طرفا قطرٍ فيها (0, 4) و (6, -4).



(19) **طقس:** أظهرت شاشة رادار حلقات دائرية مركزها إعصار. إذا كان مركز شاشة الرادار هو نقطة الأصل، والحلقة الأولى تبعد 15 mi عن المركز، والمسافة بين كل حلقتين متتاليتين 15 mi، فما معادلة الحلقة الثالثة؟

أوجد مركز ونصف قطر الدائرة المعطاة معادلتها في كلِّ ممَّا يأتي، ثم مثلها بيانيًا.

- (20)  $x^2 + y^2 = 36$   
 (21)  $(x - 2)^2 + (y - 1)^2 = 4$   
 (22)  $(x + 4)^2 + (y - 2)^2 = 16$   
 (23)  $(x - 8)^2 + y^2 = 64$

اكتب معادلة الدائرة التي تمر بالنقاط المعطاة في كلِّ من السؤالين الآتيين، ثم مثلها بيانيًا.

- (24)  $A(1, 6), B(5, 6), C(5, 0)$   
 (25)  $F(3, -3), G(3, 1), H(7, 1)$

(26) **صواريخ:** اختلاف حجم محرك الصاروخ، يؤدي إلى وصوله إلى ارتفاعات مختلفة، وكلما زاد الارتفاع الذي يصل إليه الصاروخ، كبرت الدائرة التي سيهبط فيها، وفي ظروف الرياح الطبيعية يكون طول نصف قطر دائرة الهبوط ثلاثة أمثال ارتفاع الصاروخ.

- (a) اكتب معادلة دائرة هبوط صاروخ وصل إلى ارتفاع 300 ft، مفترضًا أن مركز الدائرة هو نقطة الأصل.  
 (b) ما طول نصف قطر دائرة هبوط صاروخ وصل إلى ارتفاع 1000 ft؟

(27) **إذاعة:** تبث إذاعة محلية برامجها، فتغطي منطقة لا يزيد بعدها عن برج البث أكبر من 60 km، إذا كان البرج يقع على بعد 40 km غربًا و 50 km شرقًا من منزل خالد.

(a) إذا كان منزل خالد عند نقطة الأصل في المستوى الإحداثي، فاكتب المعادلة التي تُمثل الموقف ومثلها بيانيًا.

(b) ماذا يُمثل هذا المنحنى؟ وهل يمكن أن يلتقط خالد البث من البرج الإذاعي؟ اشرح إجابتك.

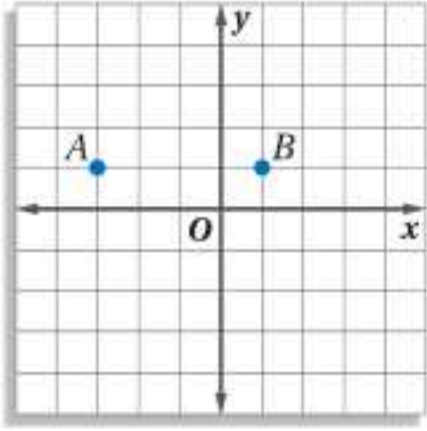
- (28) أوجد مركز ونصف قطر الدائرة التي معادلتها:  $x^2 + 6x + y^2 - 2y = 15$ .

(29) اكتب معادلة الدائرة التي قطرها 12، ويقع مركزها في الربع الثاني، وتمسُّ كلًّا من المستقيمين  $y = -4, x = 1$ .





(30) **تمثيلات متعددة:** في هذا السؤال ستستقصي المحل الهندسي المركب لنقطتين، وهو المحل الهندسي الذي يُحقق أكثر من شرطٍ مختلفٍ.



(a) **جدولياً:** اختر نقطتين  $A$  و  $B$  في المستوى الإحداثي، واكتب إحداثيات 5 نقاط في المستوى تبعد مسافات متساوية عن كلٍّ من  $A$  و  $B$ .

(b) **بيانياً:** مثل المحل الهندسي لهذه النقاط بيانياً.

(c) **لفظياً:** صِف المحل الهندسي للنقاط جميعها التي تبعد مسافات متساوية عن زوج من النقاط.

(d) **بيانياً:** استعمل التمثيل البياني الذي حصلت عليه من الفرع b؛ لتحديد

المحل الهندسي لجميع النقاط في المستوى، والتي تبعد مسافة  $AB$  عن النقطة  $B$ ، ومثله بيانياً.

(e) **لفظياً:** صِف المحل الهندسي لجميع النقاط في المستوى، والتي تبعد مسافات متساوية عن نقطة واحدة. ثم صِف المحل الهندسي المركب لجميع النقاط التي تبعد مسافات متساوية عن  $A$  و  $B$ ، وتبعد مسافة  $AB$  عن  $B$ . واذكر ماذا يمثل بيانياً؟

### إرشادات للاختبار

استعمال الصيغ:

تذكر أنه إذا كان السؤال

يوظف المستوى

الإحداثي، فاستعمل

صيغتي المسافة

بين نقطتين ونقطة

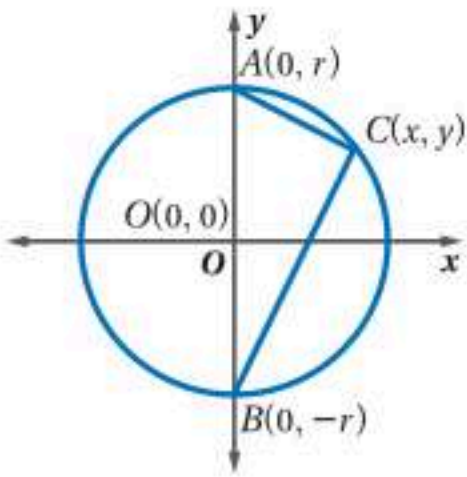
المنتصف وكذلك صيغة

الميل لحل السؤال،

وللتأكد من صحة حلّك.

### مسائل مهارات التفكير العليا

(31) **تحذّر:** اكتب برهاناً إحدائياً لإثبات أنه إذا قابلت الزاوية المحيطية قطراً في الدائرة كما في الشكل المجاور، فإنها قائمة.



(32) **تبرير:** معادلة دائرة هي:  $(x-5)^2 + (y+7)^2 = 16$ . إذا أُجريت إزاحة لمركزها بمقدار 3 وحدات إلى اليمين و 9 وحدات إلى أعلى، فما معادلة الدائرة الجديدة؟ برّر إجابتك.

(33) **مسألة مفتوحة:** عيّن ثلاث نقاط في المستوى الإحداثي ليست على استقامة واحدة، وارسم مثلثاً رؤوسه هذه النقاط، ثم أنشئ الدائرة التي تحيط به.

(34) **اكتب:** اشرح العلاقة بين صيغة المسافة بين نقطتين ومعادلة الدائرة.

### تدريب على اختبار

(36) إذا كان نصف قطر  $F$  يساوي 4، وإحدائياً مركزها هما  $(-4, 0)$ ، فأَي النقاط الآتية تقع على  $F$ ؟

(4, 3) C (4, 0) A

(-4, 4) D (0, 4) B

(35) أيُّ المعادلات الآتية تُمثل معادلة الدائرة التي مركزها  $(6, 5)$ ، وتمر بالنقطة  $(2, 8)$ ؟

$(x-6)^2 + (y-5)^2 = 5^2$  A

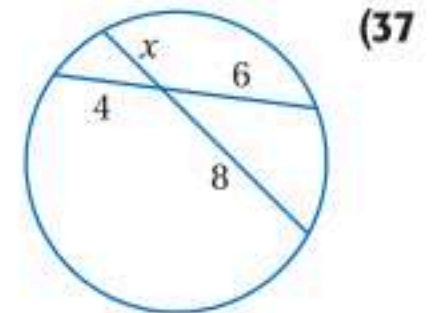
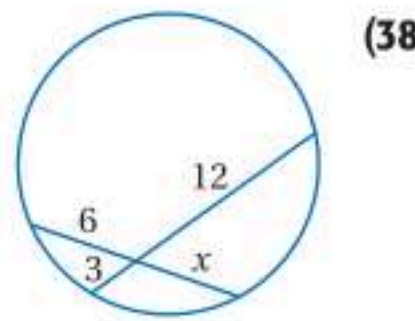
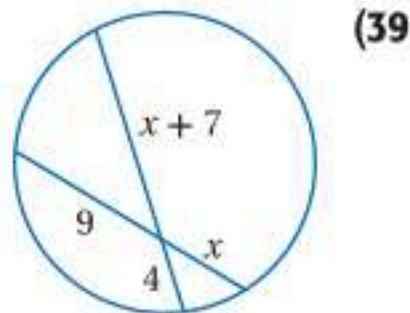
$(x-5)^2 + (y-6)^2 = 7^2$  B

$(x+6)^2 + (y+5)^2 = 5^2$  C

$(x-2)^2 + (y-8)^2 = 7^2$  D

### مراجعة تراكمية

أوجد قيمة  $x$  في كلِّ ممّا يأتي: (الدرس 8-7)





## ملخص الفصل

## المفاهيم الأساسية

## الدائرة ومحيطها (الدرس 8-1)

- محيط الدائرة يساوي  $\pi d$  أو  $2\pi r$ .

الزوايا والأقواس والأوتار والزوايا المحيطة  
(الدرس 8-2 إلى 8-4)

- مجموع قياسات الزوايا المركزية في الدائرة يساوي  $360^\circ$
- طول القوس يتناسب تناسباً طردياً مع محيط الدائرة.
- قطر الدائرة العمودي على وترٍ فيها، ينصفه وينصف القوسين المقابلين لهذا الوتر.
- قياس الزاوية المحيطة يساوي نصف قياس القوس الذي تقابله.

المماس والقاطع وقياسات الزوايا  
(الدرس 8-5, 8-6)

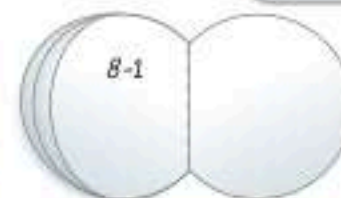
- يقطع المماس الدائرة في نقطة واحدة بالضبط، ويكون عمودياً على نصف القطر المار بنقطة التماس.
- مماساً الدائرة المرسوم من نقطة واحدة خارجها يكونان متطابقين.
- قياس الزاوية المتكوّنة من تلاقي قاطعين خارج الدائرة، يساوي نصف الفرق الموجب بين قياسَي القوسين المقابلين لها.
- قياس الزاوية المتكوّنة من قاطع ومماس يساوي نصف قياس القوس المقابل لهذه الزاوية.

قطع مستقيمة خاصة في الدائرة ومعادلة الدائرة  
(الدرس 8-7, 8-8)

- يمكن إيجاد أطوال الأوتار المتقاطعة في الدائرة باستعمال حاصل ضرب أطوال أجزاء هذه الأوتار.
- معادلة الدائرة التي مركزها  $(h, k)$  ونصف قطرها  $r$  هي:  
 $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$

## المطويات

## منظم أفكار



تأكد من أن المفاهيم الأساسية مدوّنة في مطويتك.

## مفردات أساسية

الدائرة (ص. 118)	القوس الأصغر (ص. 127)
المركز (ص. 118)	القوس الأكبر (ص. 127)
نصف القطر (ص. 118)	نصف دائرة (ص. 127)
الوتر (ص. 118)	الأقواس المتطابقة (ص. 127)
القطر (ص. 118)	الأقواس المتجاورة (ص. 128)
الدوائر المتطابقة (ص. 119)	طول القوس (ص. 129)
الدائرتان المتحدتان	الزاوية المحيطة (ص. 141)
في المركز (ص. 119)	القوس المقابل (ص. 141)
محيط الدائرة (ص. 120)	المماس (ص. 149)
باي ( $\pi$ ) (ص. 120)	نقطة التماس (ص. 149)
المضلع المحاط بدائرة (ص. 121)	المماس المشترك (ص. 149)
الدائرة الخارجية (ص. 121)	القاطع (ص. 156)
الزاوية المركزية (ص. 126)	
القوس (ص. 126)	

## اختبار المفردات

بين ما إذا كانت كل جملة مما يأتي صحيحة أو غير صحيحة، وإذا كانت غير صحيحة فضع كلمة من القائمة أعلاه مكان الكلمة التي تحتها خط؛ لتجعل الجملة صحيحة:

- 1) أي قطعة مستقيمة يقع طرفها على الدائرة فهي نصف قطر للدائرة.
- 2) الوتر المار بمركز الدائرة هو قطر فيها.
- 3) يقع رأس الزاوية المركزية عند مركز الدائرة، ويحتوي ضلعاها على نصفي قطرين للدائرة.
- 4) القوس الذي قياسه أقل من  $180^\circ$  هو قوس أكبر.
- 5) القوس المقابل للزاوية المحيطة هو القوس الذي يقع طرفاه على ضلعي الزاوية المحيطة، ويقع داخلها.
- 6) النقطة الوحيدة التي يتقاطع فيها مستقيم مع دائرة في المستوى نفسه هي المماس المشترك.
- 7) القاطع هو المستقيم الذي يقطع الدائرة في نقطة واحدة بالضبط.
- 8) تكون الدائرتان متحديتين في المركز، إذا فقط إذا كان نصفاهما متطابقين.

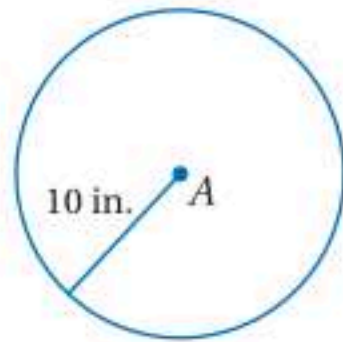




## 8-1 الدائرة ومحيطها (ص 118-125)

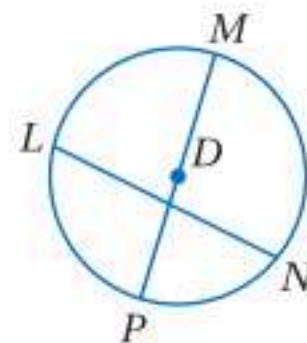
### مثال 1

أوجد محيط  $\odot A$ .



$$\begin{aligned} \text{صيغة محيط الدائرة} \quad C &= 2\pi r \\ \text{بالتعويض} \quad &= 2\pi(10) \\ \text{باستعمال الحاسبة} \quad &\approx 62.83 \\ \text{محيط } \odot A &\text{ يساوي } 62.83 \text{ in تقريبًا.} \end{aligned}$$

استعمل الدائرة في الشكل أدناه للإجابة عن الأسئلة 9-11:



(9) سمِّ الدائرة.

(10) سمِّ نصف قطر للدائرة.

(11) سمِّ وترًا لا يكون قطرًا.

أوجد القطر ونصف القطر للدائرة المُعطى محيطها في كلِّ ممَّا يأتي، مقربًا إجابتك إلى أقرب جزءٍ من مئة.

$$C = 26.7 \text{ yd} \quad (13)$$

$$C = 43 \text{ cm} \quad (12)$$

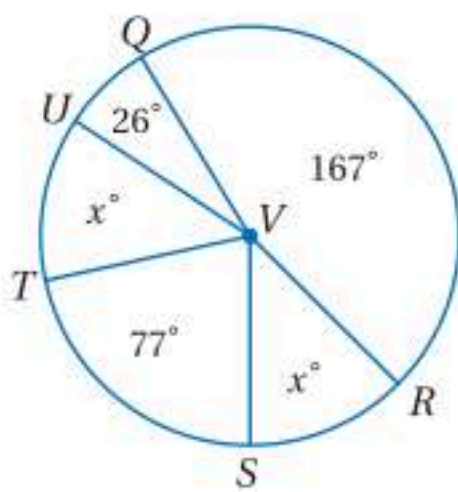
$$C = 225.9 \text{ mm} \quad (15)$$

$$C = 108.5 \text{ ft} \quad (14)$$

## 8-2 قياس الزوايا والأقواس (ص 126-133)

### مثال 2

أوجد قيمة  $x^\circ$  في الشكل الآتي:



$$\begin{aligned} \text{مجموع قياسات} \quad &m\angle QVR + m\angle RVS + m\angle SVT + \\ \text{الزوايا المركزية} \quad &m\angle TVU + m\angle UVQ = 360^\circ \end{aligned}$$

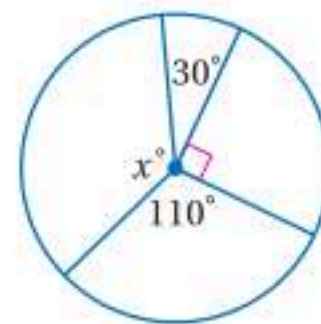
$$\text{بالتعويض} \quad 167^\circ + x^\circ + 77^\circ + x^\circ + 26^\circ = 360^\circ$$

$$\text{بالتبسيط} \quad 270^\circ + 2x^\circ = 360^\circ$$

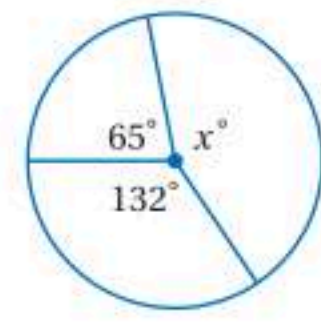
$$\text{بالطرح} \quad 2x^\circ = 90^\circ$$

$$\text{بالقسمة} \quad x^\circ = 45^\circ$$

أوجد قيمة  $x^\circ$  في كلِّ من السؤالين الآتيين:



(17)



(16)

(18) **كتب:** أجرى مُعلم مسحًا حول الكتب التي يُفضّل طلابه قراءتها، ومثّل النتائج التي حصل عليها بالقطاعات الدائرية كما في الشكل أدناه، أجب عمّا يأتي:

الكتب التي يُفضّلها الطلاب



(a) أوجد  $m\widehat{AE}$

(b) أوجد  $m\widehat{BC}$

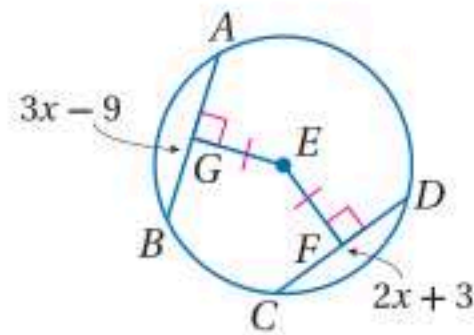
(c) صِفْ قوس القطاع الدائري الذي يمثل فئة السيرة.



8-3 الأقواس والأوتار (ص 134-140)

مثال 3

جبر: في  $\odot E$ . إذا كان  $EG = EF$ . فأوجد  $AB$ .



الوتران  $\overline{EG}$ ,  $\overline{EF}$  متطابقان، لأن بُعديهما عن  $E$  متساويان. إذن:

النظرية 8.5  $AB = CD$

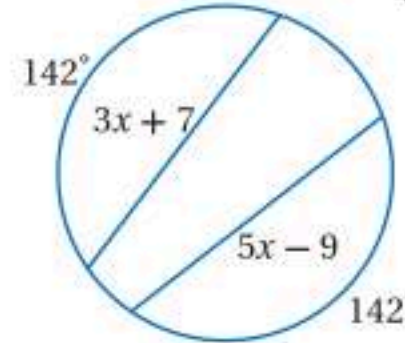
بالتعويض  $3x - 9 = 2x + 3$

بإضافة 9 لكلا الطرفين  $3x = 2x + 12$

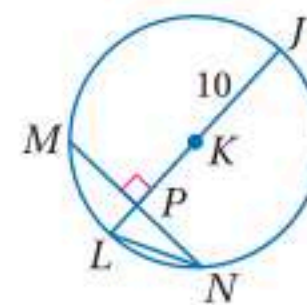
ب طرح  $2x$  من كلا الطرفين  $x = 12$

إذن:  $AB = 3(12) - 9 = 27$

19) أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.



في  $\odot K$ ، إذا كان:  $MN = 16$ ,  $m\widehat{MLN} = 98^\circ$ ، فأوجد كل قياس مما يأتي مقرباً إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



$m\widehat{NJ}$  (20)  $LN$  (21)

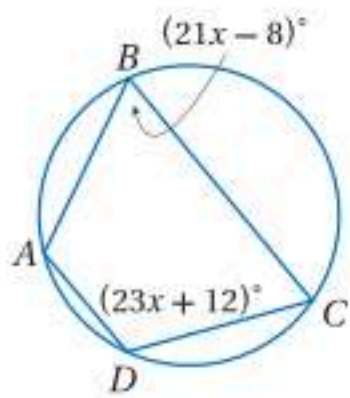
22) **بِسْتَنَة**: يُبين الشكل عريشاً يعلوه قوس من دائرة، إذا كان  $\widehat{CD}$  جزءاً من قطرها و  $m\widehat{AB}$  يساوي 28% من الدائرة كاملة، فأوجد  $m\widehat{CB}$ .



8-4 الزوايا المحيطية (ص 141-147)

مثال 4

أوجد  $m\angle B$  و  $m\angle D$ .



بما أن  $ABCD$  محاط بدائرة، إذن الزاويتان المتقابلتان متكاملتان.

تعريف الزوايا المتكاملة  $m\angle D + m\angle B = 180^\circ$

بالتعويض  $(23x + 12)^\circ + (21x - 8)^\circ = 180^\circ$

بالتبسيط  $(44x + 4)^\circ = 180^\circ$

بالطرح  $44x = 176$

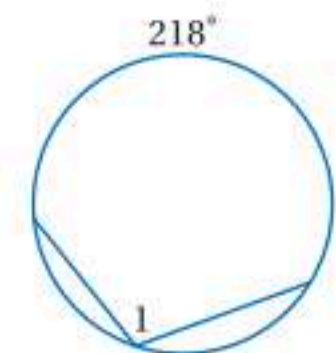
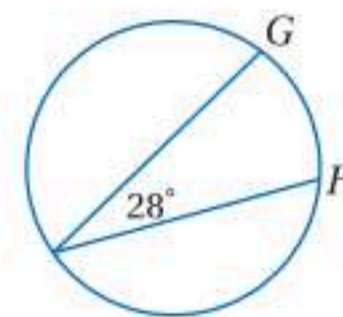
بالقسمة  $x = 4$

إذن:  $m\angle D = (23(4) + 12)^\circ = 104^\circ$

و  $m\angle B = (21(4) - 8)^\circ = 76^\circ$

أوجد كلًا من القياسين الآتين:

$m\widehat{GH}$  (24)  $m\angle 1$  (23)

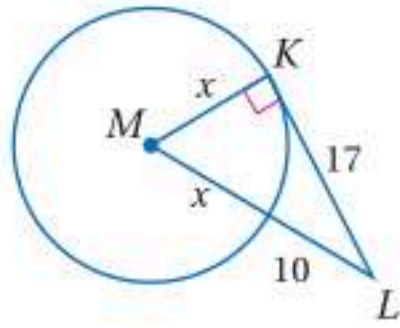


25) **شعارات**: إذا كان  $m\angle 1 = 42^\circ$  في الشعار المجاور، فأوجد  $m\angle 5$ .





مثال 5



إذا كانت  $\overline{KL}$  مماساً لـ  $\odot M$  عند  $K$  كما في الشكل المجاور، فأوجد قيمة  $x$ .

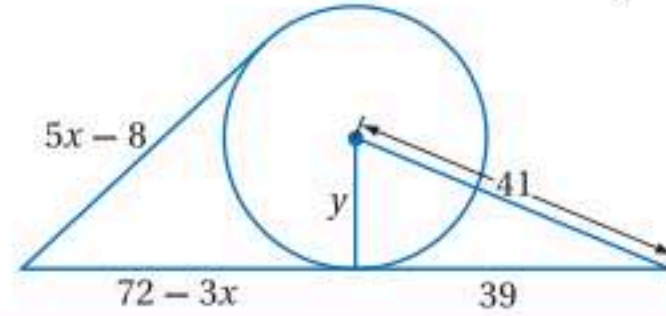
من النظرية 8.10:  $\overline{MK} \perp \overline{KL}$ ؛ إذن  $\triangle MKL$  مثلث قائم الزاوية.

نظرية فيثاغورس	$KM^2 + KL^2 = ML^2$
بالتعويض	$x^2 + 17^2 = (x + 10)^2$
بالضرب	$x^2 + 289 = x^2 + 20x + 100$
بالتبسيط	$289 = 20x + 100$
بالطرح	$189 = 20x$
بالقسمة	$9.45 = x$

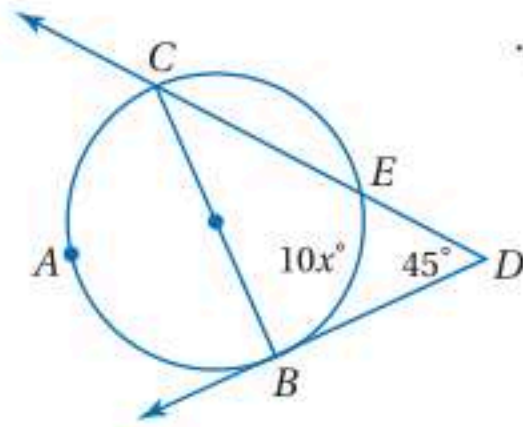
(26) **خيال علمي:** كتب جابر قصة قصيرة، وذكر فيها أن الانتقال أو السفر الفوري بين كوكب معين ثنائي الأبعاد وقمره، يكون ممكناً إذا كان مسار الانتقال مماساً لها. ارسم المسارات الممكنة جميعها.



(27) أوجد قيمة كل من  $x$  و  $y$  مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً، مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر.



مثال 6



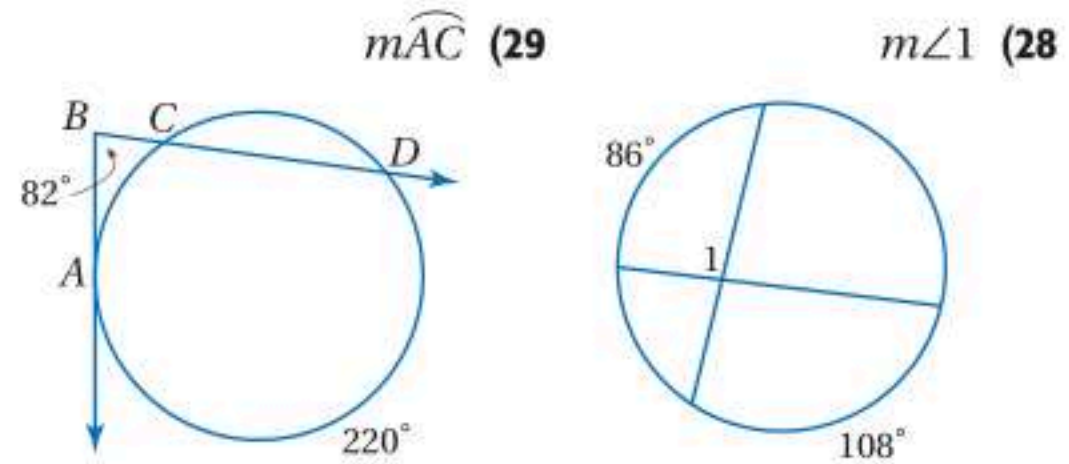
أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

$\widehat{CAB}$  نصف دائرة؛ لأن  $\overline{CB}$  قطر فيها.

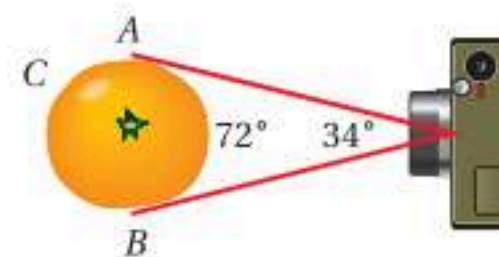
إذن:  $m\widehat{CAB} = 180^\circ$ .

النظرية 8.14	$m\angle D = \frac{1}{2}(m\widehat{CB} - m\widehat{EB})$
بالتعويض	$45^\circ = \frac{1}{2}(180 - 10x)^\circ$
بالضرب	$90 = 180 - 10x$
بالطرح	$-90 = -10x$
بالقسمة	$9 = x$

أوجد القياسين الآتيين:



(30) **تصوير:** أراد أحمد أن يلتقط صورة لبرتقالة، فأخذ اللقطة كما في الشكل أدناه، حيث كان خطأ النظر مماسين لها. إذا كان قياس زاوية الرؤية لآلة التصوير  $34^\circ$ ، فأوجد  $m\widehat{ACB}$ .

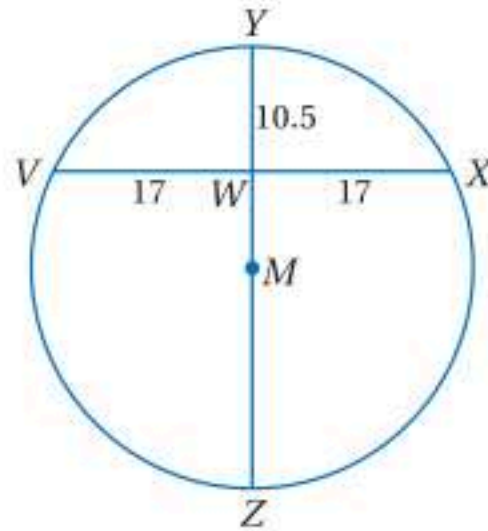




## 8-7

قطع مستقيمة خاصة في الدائرة (ص 164-169)

## مثال 7

أوجد قطر الدائرة  $M$ .

$$\text{النظرية 8.15} \quad VW \cdot WX = YW \cdot WZ$$

$$\text{بالتعويض} \quad 17 \cdot 17 = 10.5 \cdot WZ$$

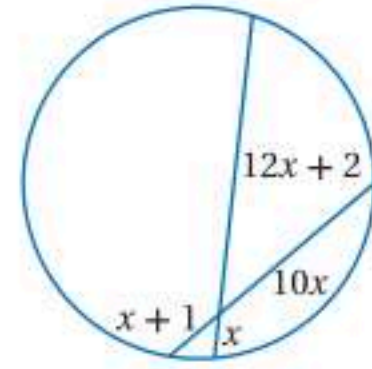
$$\text{بالتبسيط} \quad 289 = 10.5 \cdot WZ$$

$$\text{بقسمة كلا الطرفين على 10.5} \quad 27.5 \approx WZ$$

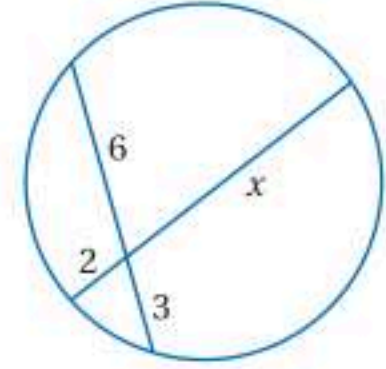
$$\text{مسألة جمع القطع المستقيمة} \quad YZ = YW + WZ$$

$$\text{بالتعويض} \quad YZ = 10.5 + 27.5$$

$$\text{بالتبسيط} \quad YZ = 38$$

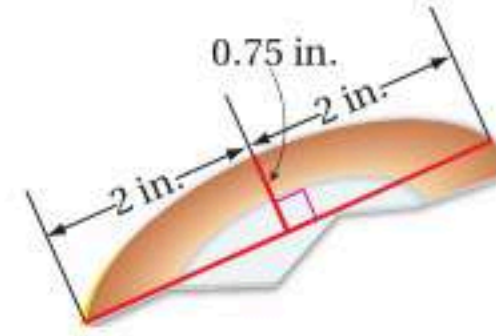
أوجد قيمة  $x$  في كل من السؤالين الآتيين:

(32)



(31)

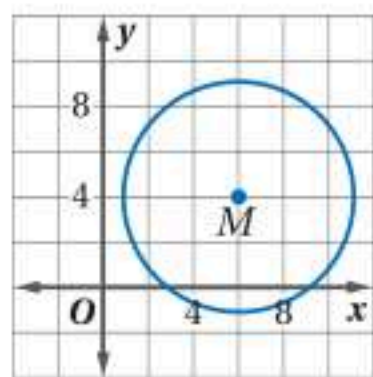
(33) آثار: وجد حمزة جزءاً من طبقٍ أثريٍّ مكسورٍ في أثناء حفره حفرةً لزراعة شجرة. ما محيط الطبق الأصلي؟ قرب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



## 8-8 معادلة الدائرة (ص 171-175)

## مثال 8

اكتب معادلة الدائرة الممثلة بيانياً أدناه.

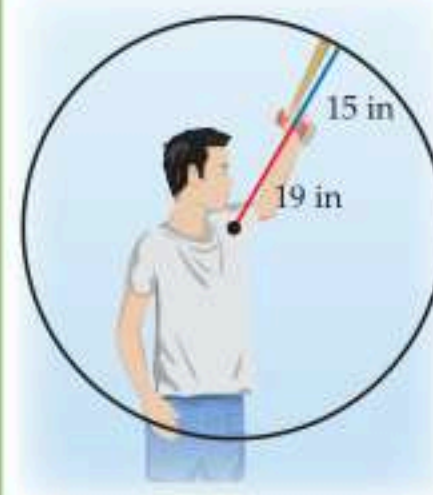


مركز الدائرة (6, 4) ونصف قطرها 5

$$\text{معادلة الدائرة} \quad (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

$$r = 5, (h, k) = (6, 4) \quad (x - 6)^2 + (y - 4)^2 = 5^2$$

$$\text{بالتبسيط} \quad (x - 6)^2 + (y - 4)^2 = 25$$



اكتب معادلة الدائرة في كل ممّا يأتي:

(34) مركزها  $(-2, 4)$  ونصف قطرها 5(35) مركزها  $(1, 2)$  وقطرها 14

(36) أخشاب: يتعلم عادل في موقع

تدريب خارج البيت إجراءات

السلامة عند قطع الأخشاب،

يتضمن هذا التدريب تكوين دائرة

بذراعه الممدودة؛ للتأكد من عدم

إصابة أي شيء فوقه عندما يقطع

الأخشاب. إذا كان امتداد ذراعه

يصل إلى 19 in وطول مقبض آلة

قطع الخشب 15 in، فما معادلة

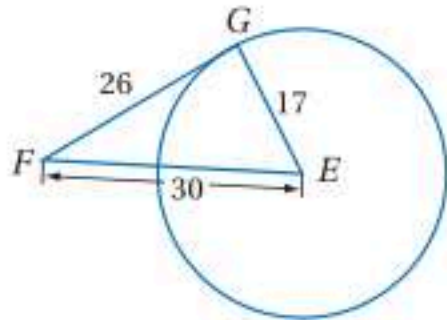
دائرة السلامة بالنسبة لعادل مفترضاً أن مركز الدائرة هو نقطة الأصل؟



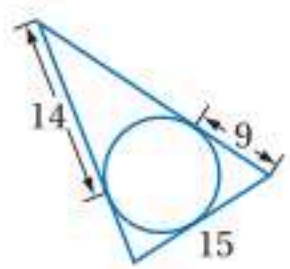
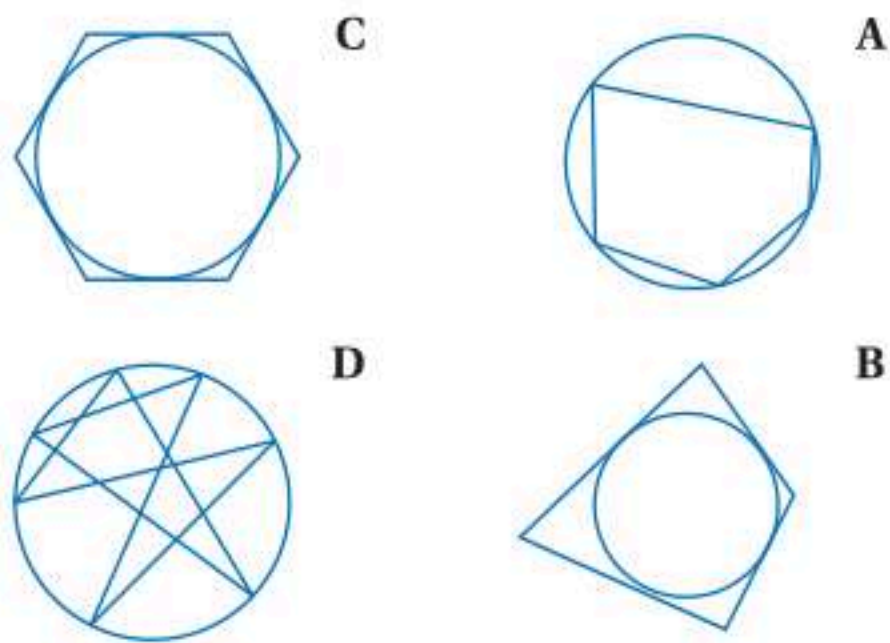
(9) اختيار من متعدد: ما عدد النقاط المشتركة بين الدائرتين المتحدتين في المركز؟

- 2 C 0 A  
3 D 1 B

(10) حدّد ما إذا كانت  $\overline{FG}$  مماسًا لـ  $\odot E$ . برّر إجابتك.



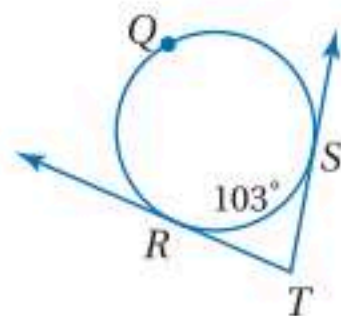
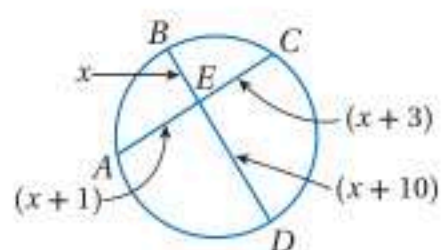
(11) اختيار من متعدد: أيُّ الأشكال أدناه يُمثّل دائرة تحيط بمضلع؟



(12) أوجد محيط المثلث في الشكل المجاور، مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو كأنها مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً.

أوجد كلاً من القياسات الآتية:

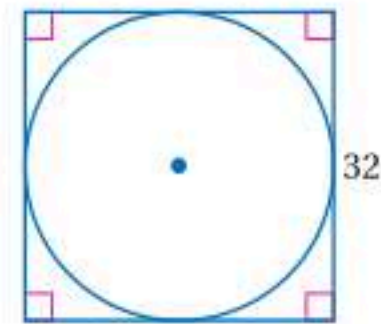
- $m\angle T$  (13)  $x$  (14)



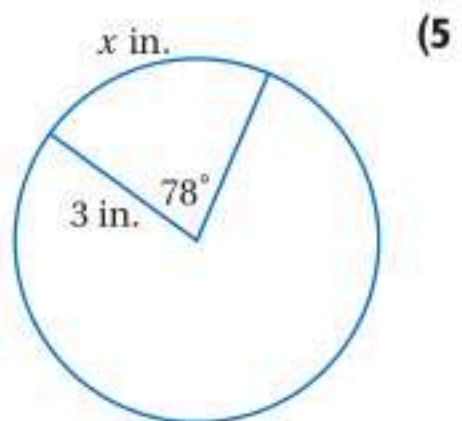
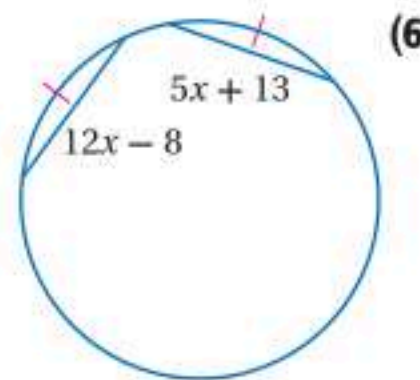
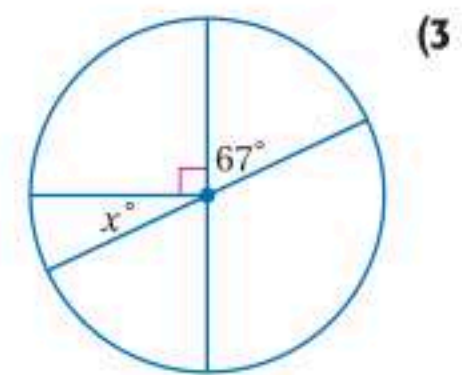
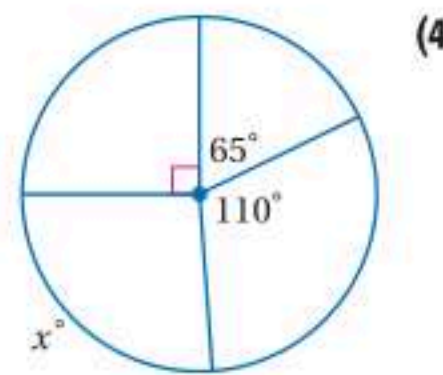
(15) أزهار: أرادت هند أن تحوِّط جذع شجرة بحوض من الأزهار. إذا كان مركز الجذع الشجرة هو نقطة الأصل، وأرادت هند أن يمتد الحوض 3 ft من مركز الشجرة، فما المعادلة التي تُمثّل الحد الخارجي لحوض الأزهار؟

(1) برك سباحة: عمق بركة سباحة سطحها دائري الشكل 4 ft، وطول قطر سطحها 25 ft، أوجد محيط سطح هذه البركة تقريبًا إلى أقرب قدم؟

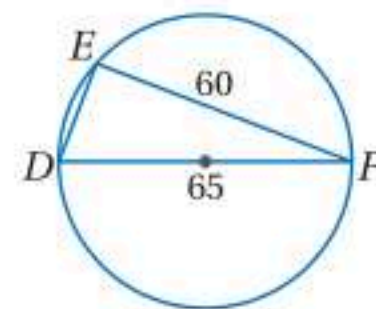
(2) أوجد القيمة الدقيقة لمحيط الدائرة الآتية:



أوجد قيمة  $x$  في كلِّ ممّا يأتي:



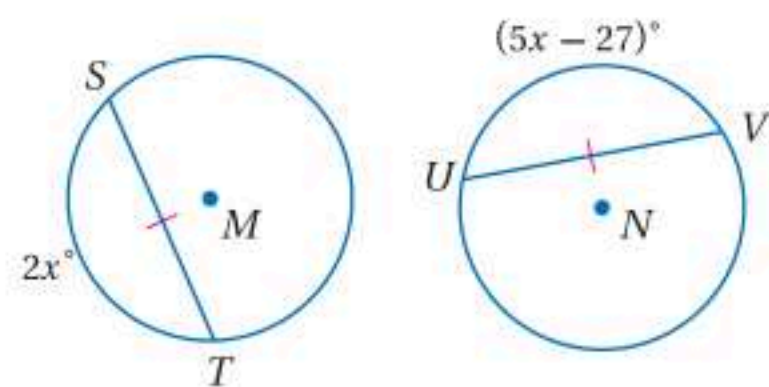
(7) اختيار من متعدد: ما طول  $\overline{ED}$  في الشكل أدناه؟



- 25 C 5 A

- 88.5 D 15 B

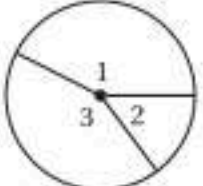
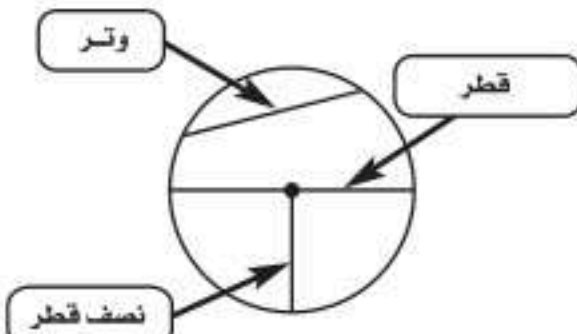
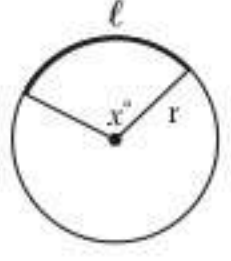
(8) إذا كانت  $\odot M \cong \odot N$ ، فأوجد قيمة  $x$ .





## خصائص الدائرة

الدائرة هي الشكل الوحيد الذي تكون فيه للزوايا والأقواس والقطع المستقيمة التي تقطع الدائرة خصائص وعلاقات خاصة. ويُفترض أن تكون قادرًا على تعيين عناصر الدائرة وكتابة معادلتها، وإيجاد قياسات الأقواس والزوايا والقطع المستقيمة في الدائرة.

 $m\angle 1 + m\angle 2 + m\angle 3 = 360^\circ$	
 $l = \frac{x^\circ}{360} \cdot 2\pi r$	$r = \frac{1}{2}d$ $d = 2r$ $C = 2\pi r \text{ أو } \pi d$

## استراتيجية لتطبيق خصائص الدائرة

## الخطوة 1

مراجعة عناصر الدائرة والعلاقات بينها.

- تتضمن العناصر الأساسية: نصف القطر والوتر والقوس والمماس والقاطع.
- ادرس النظريات الأساسية للدائرة وخصائصها، بالإضافة إلى العلاقة بين عناصر الدائرة.

## الخطوة 2

اقرأ نص المسألة، وادرس أي شكل مُعطى بدقة وعناية.

- حدّد المطلوب من المسألة.
- ضع على الشكل المعلومات التي تتضمنها المسألة، وأي معلومات أخرى يمكن أن تُحددها.
- حدّد أي النظريات أو الخصائص التي يمكن تطبيقها في حالة هذه المسألة.

## الخطوة 3

حلّ المسألة، ثم تحقق من حلّك.

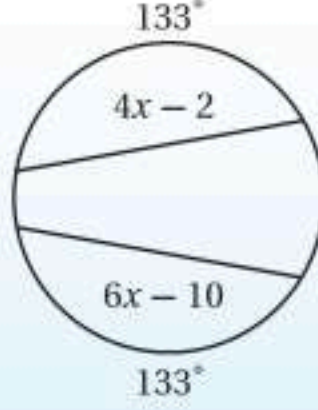
- طبّق النظريات أو الخصائص لحلّ المسألة.
- تحقق من إجابتك، وتأكد من كونها مقبولة ومنطقية.





## مثال

اقرأ المسألة جيدًا، وحدد المطلوب فيها، ثم استعمل المعطيات لحلها.



أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور:

4 C	2 A
6 D	3 B

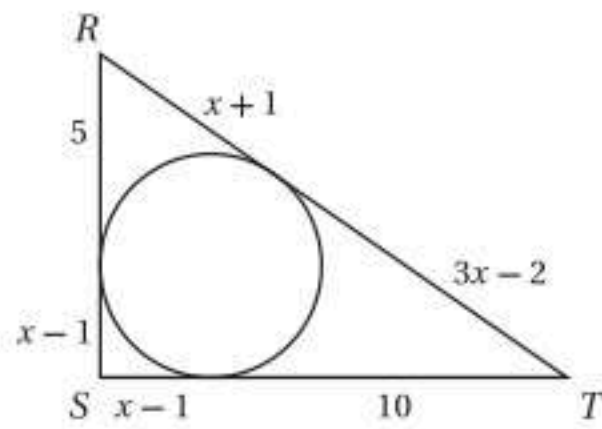
اقرأ المسألة وادرس الشكل جيدًا. أعطيت دائرة فيها وتران مقابلان لقوسين متطابقين. يكون الوتران متطابقين إذا وفقط إذا كان القوسان الأصغران المقابلان لهما متطابقين. يمكنك استعمال هذه الخاصية لتكوين معادلة بدلالة  $x$ ، ومن ثم حلها.

تعريف القطع المتطابقة	$4x - 2 = 6x - 10$
بالطرح	$4x - 6x = -10 + 2$
بالتبسيط	$-2x = -8$
بقسمة كلا الطرفين على $-2$	$\frac{-2x}{-2} = \frac{-8}{-2}$
بالتبسيط	$x = 4$

إذن قيمة  $x$  تساوي 4، فالإجابة هي C، تحقق من إجابتك بتعويض 4 في كل من عبارتي الوترين، ستجد أن طولَي الوترين متساويان.

## تمارين ومسائل

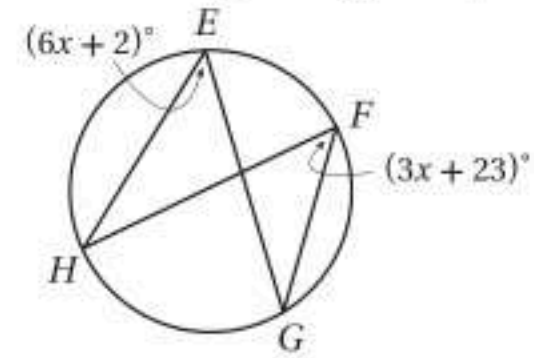
(2) يُحيط المثلث  $RST$  بالدائرة في الشكل أدناه، ما محيط هذا المثلث؟



- |           |           |
|-----------|-----------|
| 33 وحدة A | 37 وحدة C |
| 36 وحدة B | 40 وحدة D |

اقرأ كل سؤالٍ ممَّا يأتي. ثم اكتب الإجابة الصحيحة في ورقة الإجابة.

(1) أوجد قيمة  $x$  في الشكل أدناه:

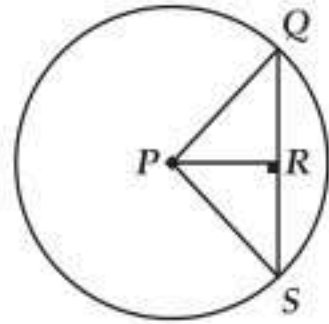


- |     |     |
|-----|-----|
| 4 A | 6 C |
| 5 B | 7 D |



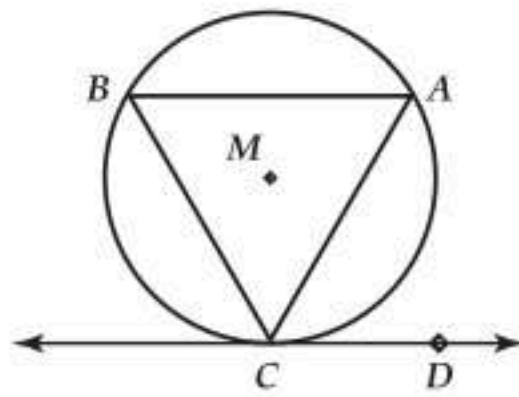
أسئلة الاختيار من متعدد

4) نصف قطر  $\odot P$  في الشكل أدناه يساوي 5، إذا كان  $PR = 3$ ، فما طول  $\overline{QS}$ ؟



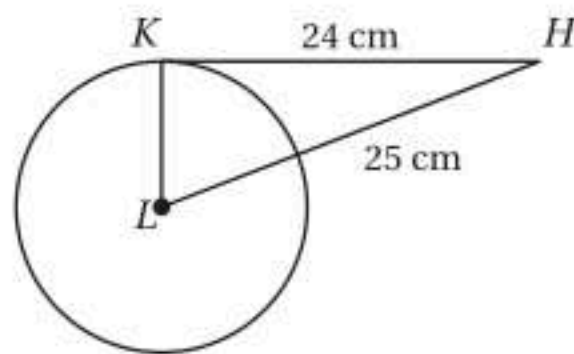
- 8 C                      4 A  
10 D                      5 B

5) في  $\odot M$ ، إذا كان:  $\widehat{AB} \cong \widehat{BC} \cong \widehat{CA}$ ، وكان  $\overrightarrow{CD}$  مماساً لـ  $\odot M$  عند النقطة C كما في الشكل أدناه، فما قياس  $\angle ACD$ ؟



- 90° C                      30° A  
120° D                      60° B

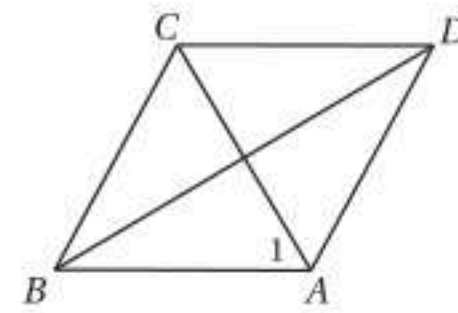
6) إذا كانت  $\overline{HK}$  مماساً للدائرة L في الشكل أدناه، فأوجد القيمة الدقيقة لمحيط  $\odot L$ .



- 43.96 cm C                       $7\pi$  cm A  
20  $\pi$  cm D                       $14\pi$  cm B

اقرأ كل سؤال مما يأتي، ثم اكتب رمز الإجابة الصحيحة في ورقة الإجابة.

1) إذا كان ABCD معيناً، وكان  $m\angle ABC = 70^\circ$ ، فأوجد  $m\angle 1$ ؟

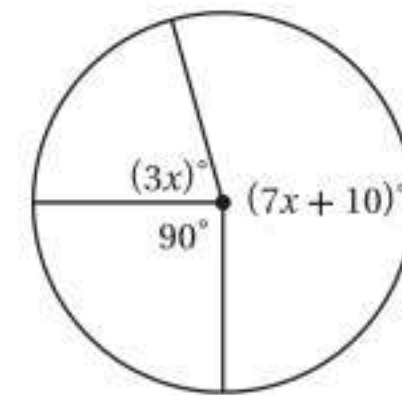


- 70° C                      45° A  
125° D                      55° B

2) يقول محمد: "إذا كنت تقيم في جدة، فإنك تقيم في المملكة العربية السعودية"، أي الافتراضات الآتية تبدأ به برهاناً غير مباشر لهذه العبارة؟

- A افترض أن شخصاً لا يقيم في جدة.  
B افترض أن شخصاً لا يقيم في المملكة العربية السعودية.  
C افترض أن شخصاً لا يقيم في المملكة العربية السعودية، ولا يقيم في جدة.  
D افترض أن شخصاً يقيم في السعودية، و يقيم في جدة.

3) أوجد قيمة x في الشكل أدناه:



- 26 C                      19 A  
28 D                      23 B

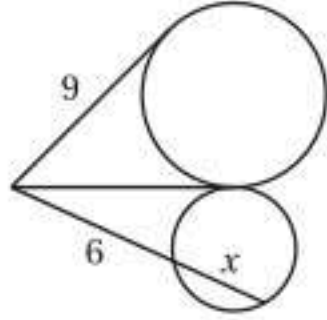
إرشادات للاختبار

السؤال 3: استعمل خصائص الدائرة، لكتابة المعادلة وحلها لإيجاد قيمة x.

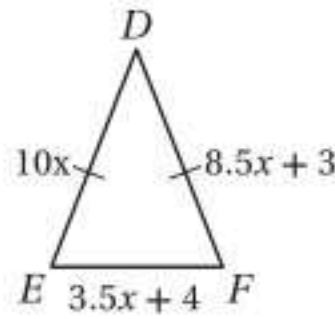




(11) أوجد قيمة  $x$  في الشكل أدناه مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً.



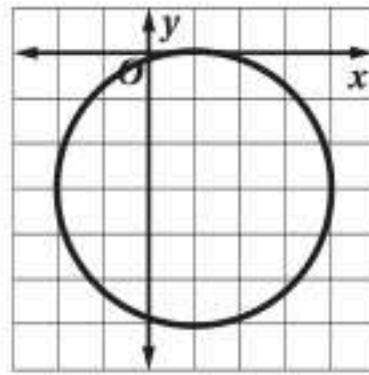
(12) ما طول  $\overline{EF}$  في المثلث أدناه؟



### أسئلة ذات إجابات مطولة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة مبينًا خطوات الحل.

(13) استعمل الدائرة في الشكل أدناه لحل الأسئلة الآتية:



(a) ما مركز الدائرة؟

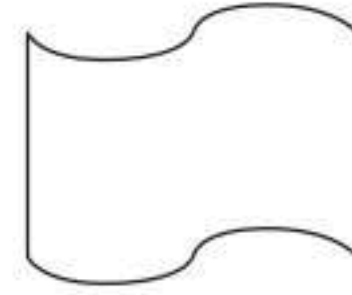
(b) ما نصف قطر الدائرة؟

(c) اكتب معادلة الدائرة.

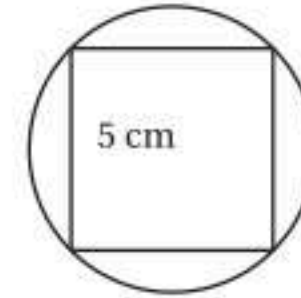
### أسئلة ذات إجابات قصيرة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة.

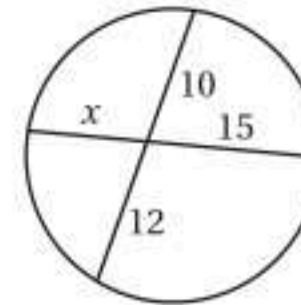
(7) هل للشكل الآتي تماثل دوراني؟ وإذا كان كذلك، فأوجد رتبة هذا التماثل.



(8) الشكل أدناه مربع محاط بدائرة طول ضلعه 5 cm، ما محيط هذه الدائرة؟ قرب إجابتك إلى أقرب عُشر سنتيمتر.

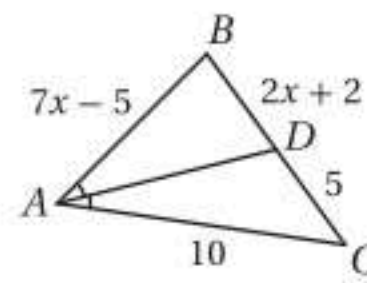


(9) أوجد قيمة  $x$  في الشكل الآتي، مبينًا خطوات الحل.



(10)  $\overline{AD}$  تنصف  $\angle CAB$  كما في الشكل

المجاور، أوجد قيمة  $x$ .



### هل تحتاج إلى مساعدة إضافية؟

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	إذا لم تستطع الإجابة عن...
8-8	مهارة سابقة	8-5	6-4	8-7	8-4	7-5	8-5	8-6	8-3	8-2	مهارة سابقة	مهارة سابقة	فعد إلى الدرس...



## مراجعة بعض المصطلحات والرموز

الرمز في المرحلة الثانوية	الرمز في المرحلة المتوسطة	المصطلح باللغة العربية
$x$	س	الإحداثي السيني
$y$	ص	الإحداثي الصادي
$h$	ل	ارتفاع
$\sqrt{\quad}$	$\sqrt{\quad}$	الجذر التربيعي
$m \angle ABC$	ق د أ ب ج	قياس زاوية
$\angle$	د	زاوية
$(a, b)$	(أ، ب)	زوج مرتب
$b$	ق	قاعدة
$d$	٢ نق	قطر دائرة
$\overline{AB}$ قطعة مستقيمة طرفيها $A, B$	$\overline{AB}$ قطعة مستقيمة طرفيها $A, B$	قطعة مستقيمة
$C$	مح	محيط الدائرة
$C$	م	مركز الدائرة
$A$	م	مساحة
$\overleftrightarrow{AB}$ مستقيم يمر بالنقطتين $A, B$	$\overleftrightarrow{AB}$ مستقيم يمر بالنقطتين $A, B$	مستقيم
$d$	ف	المسافة بين نقطتين
$r$	نق	نصف قطر الدائرة
$\overline{AB}$ نصف مستقيم يمر بالنقطة $B$ وطرفه $A$	$\overline{AB}$	نصف مستقيم
$o$	م	نقطة الأصل





الهندسة الإحداثية

على خط الأعداد: $d =  a - b $		على خط الأعداد: $M = \frac{a+b}{2}$	
في المستوى الإحداثي: $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$	المسافة بين نقطتين	في المستوى الإحداثي: $M = \left(\frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2}\right)$	نقطة المنتصف
في الفراغ: $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$		في الفراغ: $M = \left(\frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2}, \frac{z_1 + z_2}{2}\right)$	
$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, x_2 \neq x_1$	الميل		

المحيط

$C = \pi d$ أو $C = 2\pi r$	الدائرة	$P = 4s$	المربع
		$P = 2\ell + 2w$	المستطيل

المساحة

$A = bh$ أو $A = \frac{1}{2}d_1 d_2$	المُعيَّن	$A = s^2$	المربع
$A = \frac{1}{2}bh$	المثلث	$A = bh$ أو $A = \ell w$	المستطيل
$A = \pi r^2$	الدائرة	$A = bh$	متوازي الأضلاع
$A = \frac{N}{360} \cdot \pi r^2$	القطاع الدائري	$A = \frac{1}{2}h(b_1 + b_2)$	شبه المنحرف

المساحة الجانبية

$L = \frac{1}{2}P\ell$	الهرم	$L = Ph$	المنشور
$L = \pi r\ell$	المخروط	$L = 2\pi rh$	الأسطوانة

المساحة الكلية للسطح

$T = \pi r\ell + \pi r^2$	المخروط	$T = Ph + 2B$	المنشور
$T = 4\pi r^2$	الكرة	$T = 2\pi rh + 2\pi r^2$	الأسطوانة
		$T = \frac{1}{2}P\ell + B$	الهرم

الحجم

$V = \frac{1}{3}Bh$	الهرم	$V = s^3$	المكعب
$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$	المخروط	$V = \ell wh$	متوازي المستطيلات
$V = \frac{4}{3}\pi r^3$	الكرة	$V = Bh$	المنشور
		$V = \pi r^2 h$	الأسطوانة



المعادلات في المستوى الإحداثي

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

معادلة الدائرة

$$y = mx + b$$

معادلة المستقيم  
بصيغة الميل والمقطع

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

الصيغة التربيعية

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

معادلة المستقيم  
بصيغة الميل ونقطة

حساب المثلثات

$$a^2 + b^2 = c^2$$

نظرية فيثاغورس

$$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}$$

قانون الجيب

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

قانون جيب التمام

متوازي أضلاع	$\square$	$p$ أو $q$	$p \vee q$	العمود	$a$
المحيط	$P$	المسافة بين النقطتين $A$ و $B$	$AB$	مساوٍ تقريباً	$\approx$
عمودي على	$\perp$	يساوي	$=$	القوس الأصغر الذي طرفاه $A$ و $B$	$\widehat{AB}$
باي (ط) النسبة التقريبية	$\pi$	لا يساوي	$\neq$	القوس الأكبر الذي طرفاه $A$ و $C$	$\widehat{ABC}$
طول ضلع من مضلع	$s$	أكبر من	$>$	مساحة المضلع أو الدائرة أو القطاع الدائري	$A$
مشابه	$\sim$	أكبر من أو يساوي	$\geq$	مساحة قاعدة المنشور أو الأسطوانة أو الهرم أو المخروط	$B$
الجيب	$\sin$	صورة $A$	$A'$	العلاقة الشرطية الثنائية: $p \leftrightarrow q$	$p \leftrightarrow q$
المستقيم $l$ ، طول المستطيل، طول القوس، الارتفاع الجانبي	$l$	أقل من	$<$	إذا فقط إذا $q$	$p \rightarrow q$
الميل	$m$	أقل من أو يساوي	$\leq$	دائرة مركزها $P$	$\odot P$
الظل	$\tan$	المساحة الجانبية	$L$	محيط الدائرة	$C$
مساحة السطح الكلية	$T$	قياس القوس $AB$ بالدرجات	$m\widehat{AB}$	العلاقة الشرطية: إذا كان $p$ فإن $q$	$p \rightarrow q$
المثلث	$\Delta$	نقطة المنتصف	$M$	مطابق	$\cong$
الحجم	$V$	نفي العبارة $p$	$\sim p$	$p$ و $q$	$p \wedge q$
عرض المستطيل	$w$	الثلاثي المرتب $(x, y, z)$		جيب التمام	$\cos$
		موازٍ	$\parallel$	درجة	$^\circ$
		ليس موازياً	$\nparallel$		







