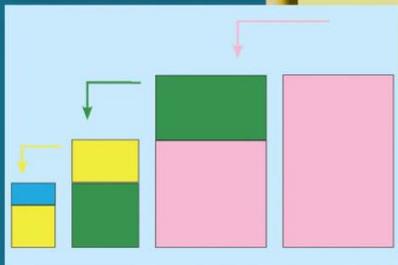
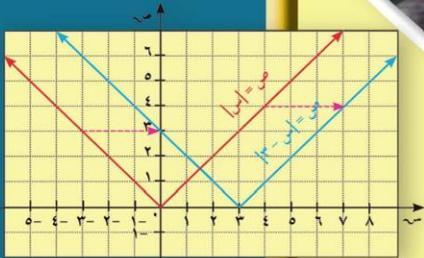
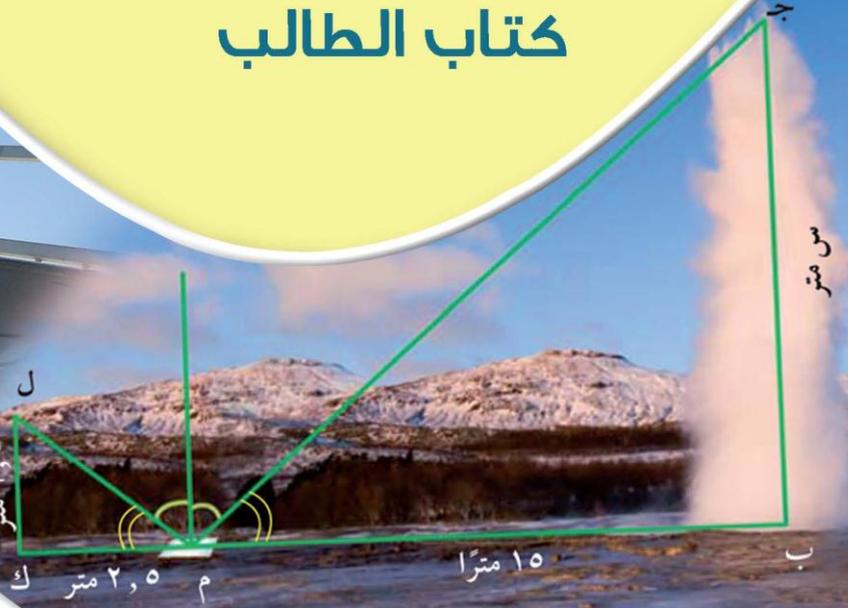


# الرياضيات

كتاب الطالب



الطبعة الثانية

الصفّ العاشر  
الفصل الدراسي الأوّل

# الرياضيات

الصفّ العاشر  
الفصل الدراسي الأول

## كتاب الطالب

اللجنة الإشرافية لدراسة ومواءمة سلسلة كتب الرياضيات

أ. إبراهيم حسين القطان (رئيساً)

أ. فتحية محمود أبو زور

أ. حصة يونس محمد علي

الطبعة الثانية

١٤٤٣ هـ

٢٠٢٠ - ٢٠٢١ م

حقوق التأليف والطبع والنشر محفوظة لوزارة التربية - قطاع البحوث التربوية والمناهج

إدارة تطوير المناهج





حضرة صاحب السمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح  
أمير دولة الكويت

**H.H. Sheikh Nawaf AL-Ahmad Al-Jaber Al-Sabah**  
**The Amir Of The State Of Kuwait**





سمو الشيخ مشعل الأحمد الجابر الصباح  
ولي عهد دولة الكويت

**H.H. Sheikh Meshal AL-Ahmad Al-Jaber Al-Sabah**  
**The Crown Prince Of The State Of Kuwait**



## مقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيد المرسلين، محمد بن عبد الله وصحبه أجمعين.

عندما شرعت وزارة التربية في عملية تطوير المناهج، استندت في ذلك إلى جملة من الأسس والمرتكزات العلمية والفنية والمهنية، حيث راعت متطلبات الدولة وارتباط ذلك بسوق العمل، وحاجات المتعلمين والتطور المعرفي والعلمي، بالإضافة إلى جملة من التحديات التي تمثلت بالتحدي القيمي والاجتماعي والاقتصادي والتكنولوجي وغيرها، وإن كنا ندرك أن هذه الجوانب لها صلة وثيقة بالنظام التعليمي بشكل عام وليس المناهج بشكل خاص.

وما يجب التأكيد عليه، أن المنهج عبارة عن كم الخبرات التربوية والتعليمية التي تُقدم للمتعلم، وهذا يرتبط أيضًا بعمليات التخطيط والتنفيذ، والتي في محصلتها النهائية تأتي لتحقيق الأهداف التربوية، وعليه أصبحت عملية بناء المناهج الدراسية من أهم مكونات النظام التعليمي، لأنها تأتي في جانبين مهمين لقياس كفاءة النظام التعليمي، فهي من جهة تمثل أحد المدخلات الأساسية ومقياسًا أو معيارًا من معايير كفاءته من جهة أخرى، عدا أن المناهج تدخل في عملية إنماء شخصية المتعلم في جميع جوانبها الجسمية والعقلية والوجدانية والروحية والاجتماعية.

من جانب آخر، فنحن في قطاع البحوث التربوية والمناهج، عندما نبدأ في عملية تطوير المناهج الدراسية، ننتقل من كل الأسس والمرتكزات التي سبق ذكرها، بل إننا نراها محفزات واقعية تدفعنا لبذل قصارى جهدنا والمضي قدمًا في البحث في المستجدات التربوية سواء في شكل المناهج أم في مضمونها، وهذا ما قام به القطاع خلال السنوات الماضية، حيث البحث عن أفضل ما توصلت إليه عملية صناعة المناهج الدراسية، ومن ثم إعدادها وتأليفها وفق معايير عالية استعدادًا لتطبيقها في البيئة التعليمية.

ولقد كانت مناهج العلوم والرياضيات من أول المناهج التي بدأنا بها عملية التطوير. إيماناً بأهميتها وانطلاقاً من أنها ذات صفة عالمية، مع الأخذ بالحسبان خصوصية المجتمع الكويتي وبيئته المحلية، وعندما أدركنا أنها تتضمن جوانب عملية التعلم ونعني بذلك المعرفة والقيم والمهارات، قمنا بدراستها وجعلها تتوافق مع نظام التعليم في دولة الكويت، مركزين ليس فقط على الكتاب المقرر ولكن شمل ذلك طرائق وأساليب التدريس والبيئة التعليمية ودور المتعلم، مؤكداً على أهمية التكامل بين الجوانب العلمية والتطبيقية حتى تكون ذات طبيعة وظيفية مرتبطة بحياة المتعلم.

وفي ضوء ما سبق من معطيات وغيرها من الجوانب ذات الصلة التعليمية والتربوية تم اختيار سلسلة مناهج العلوم والرياضيات التي أكملناها بشكل ووقت مناسبين، ولتحقق نقلة نوعية في مناهج تلك المواد، وهذا كله تزامن مع عملية التقويم والقياس للأثر الذي تركته تلك المناهج، ومن ثم عمليات التعديل التي طرأت أثناء وبعد تنفيذها، مع التأكيد على الاستمرار في القياس المستمر والمتابعة الدائمة حتى تكون مناهجنا أكثر تفاعلية.

### **د. سعود هلال الحربي**

الوكيل المساعد لقطاع البحوث التربوية والمناهج

# المحتويات

١٠	<b>الوحدة الأولى: الجبر - الأعداد والعمليات عليها</b>
١٢	١ - ١ خواص نظام الأعداد الحقيقية
١٨	١ - ٢ تقدير الجذر التربيعي
٢٢	١ - ٣ حل المتباينات
٢٨	١ - ٤ القيمة المطلقة
٣٦	١ - ٥ دالة القيمة المطلقة
٤٣	١ - ٦ حل نظام معادلتين خطيتين
٤٨	١ - ٧ حل معادلات من الدرجة الثانية في متغير واحد

٦٠	<b>الوحدة الثانية: وحدة حساب المثلثات</b>
٦٢	٢ - ١ الزوايا وقياساتها
٦٩	٢ - ٢ النسب المثلثية: الجيب وجيب التمام ومقلوباتهما
٧٥	٢ - ٣ ظل الزاوية ومقلوبه
٨٠	٢ - ٤ النسب المثلثية لبعض الزوايا الخاصة
٨٤	٢ - ٥ حل المثلث قائم الزاوية
٨٧	٢ - ٦ زوايا الارتفاع والانخفاض
٩٠	٢ - ٧ القطاع الدائري والقطعة الدائرية

٩٨	<b>الوحدة الثالثة: الجبر - التغير</b>
١٠٠	٣ - ١ النسبة والتناسب
١١٠	٣ - ٢ التغير الطردي
١١٨	٣ - ٣ التغير العكسي

١٢٦	<b>الوحدة الرابعة: الهندسة المستوية</b>
١٢٨	٤ - ١ المضلعات المتشابهة
١٣٥	٤ - ٢ تشابه المثلثات
١٤٧	٤ - ٣ التشابه في المثلثات قائمة الزاوية
١٥٢	٤ - ٤ التناسبات والمثلثات المتشابهة
١٦٠	الربط بالتعلم السابق: العلاقة بين محيطي شكلين متشابهين والعلاقة بين مساحتهما

١٦٨	<b>الوحدة الخامسة: المتتاليات (المتتابعات)</b>
١٧٠	٥ - ١ الأنماط الرياضية والمتتاليات (المتتابعات)
١٧٧	٥ - ٢ المتتالية الحسابية
١٨٦	٥ - ٣ المتتالية الهندسية

## الجبر - الأعداد والعمليات عليها Algebra - Numbers and Operations

### مشروع الوحدة: شراء الأسهم

- ١ مقدمة المشروع: أثناء العمل على هذا المشروع سوف تجمع بيانات عن إحدى الشركات. وتستخدم الصيغ لتحليل البيانات. ثم عليك أن تقرر كيفية تنظيم النتائج وعرضها باستخدام الرسوم البيانية وجدول البرمجة.
- ٢ الهدف: فهم كيف يدرس المحللون الاقتصاديون حركة الأسهم المالية لتحديد أي أسهم يشترون.
- ٣ اللوازم: آلة حاسبة - صحيفة محلية - أوراق رسم بياني.
- ٤ أسئلة حول التطبيق:



- أ اختر شركة للبحث. اجمع المعلومات حول المنتجات التي تباعها الشركة أو الاستشارات التي تقدمها، وتاريخ الشركة والممارسات الإدارية.
- ب اطلع على صفحة الأوراق المالية في الصحيفة. اختر أحد الأسهم المتداولة في الأسواق المالية. ما كان سعر الإغلاق لهذا السهم؟ ما كان أعلى سعر لهذا السهم خلال العام الماضي؟ أنشئ جدولاً يعرض أعلى سعر وأدنى سعر للسهم الواحد لعدة أيام.

- ج افترض أن لديك ٥٠٠٠ دينار استثمرتها في الأسهم المالية التي اخترتها. يشمل سعر الشراء ثمن السهم زائد ٩٥,٩٥ دينار كرسوم في ختام هذا المشروع، بيعت الأسهم الخاصة بك. هل حققت ربحاً أم تكبدت خسارة؟ اشرح.

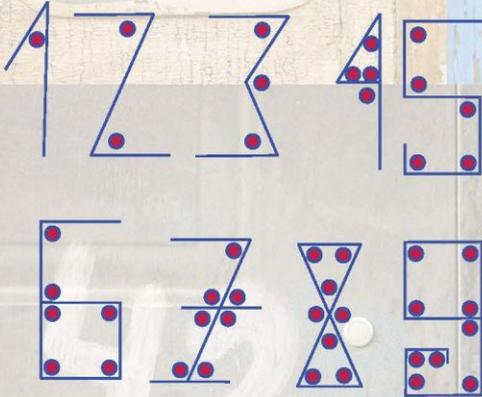
- ٥ التقرير: ضع تقريراً مفصلاً تبين فيه كيف استفدت من خواص نظام الأعداد الحقيقية لتنفيذ المشروع وللإجابة عن الأسئلة.

### دروس الوحدة

خواص نظام الأعداد الحقيقية	تقدير الجذر التربيعي	حل المتباينات	القيمة المطلقة
١-١	٢-١	٣-١	٤-١
دالة القيمة المطلقة	حل نظام معادلتين خطيتين	حل معادلات من الدرجة الثانية في متغير واحد	
٥-١	٦-١		٧-١

## أضف إلى معلوماتك

يعتمد الغرب الأرقام 0، 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، في كتابة الأعداد وهي تدعى «الأرقام العربية». يرتبط كل رقم منها بعدد من الزوايا. يبين الرسم أدناه هذه العلاقة.



## أين أنت الآن (المعارف السابقة المكتسبة)

- تعرفت الأعداد النسبية والأعداد غير النسبية.
- قارنت الأعداد الحقيقية ورتبتها.
- تعرفت القيمة المطلقة.
- استخدمت الأسس للتعبير عن الأعداد الكبيرة والصغيرة.
- تعرفت الجذور التربيعية.
- مثلت الفترات على خط الأعداد.

## ماذا سوف تتعلم؟

- سوف تتعرف خاصية الكثافة والترتيب والفترات.
- سوف تحل متباينات مستخدمًا الجمع والطرح والضرب والقسمة.
- سوف تحل معادلات ومتباينات تتضمن قيمًا مطلقة.
- سوف ترسم بيانيًا دوال القيمة المطلقة.
- سوف تحل أنظمة معادلات خطية.
- سوف تحل معادلات من الدرجة الثانية في متغير واحد.
- سوف تتعرف حل متباينات تربيعية بيانيًا.

## المصطلحات الأساسية

الأعداد النسبية - الأعداد غير النسبية - الخاصية الإبدالية - الخاصية التجميعية - الخاصية التوزيعية - المحايد - المعكوس - الفترات - المتباينات - القيمة المطلقة - الانسحاب - الحذف - التعويض - المميز.





## ٢ - خواص عمليتي الجمع والضرب على الأعداد الحقيقية

### Properties of Addition and Multiplication of Real Numbers

لكل  $a, b, c$ ، ج  $\Rightarrow$  ح فإن:

الخاصية	الجمع	الضرب
الإبدالية	$a + b = b + a$	$a \times b = b \times a$
التجميعية	$(a + b) + c = a + (b + c)$	$(a \times b) \times c = a \times (b \times c)$
المحايد	$a = a + 0 = 0 + a$	$a = a \times 1 = 1 \times a$
المعكوس (النظير)	$0 = a + (-a) = (-a) + a$	$1 = a \times \frac{1}{a} = \frac{1}{a} \times a$ ( $a \neq 0$ )
التوزيعية		$a \times (b + c) = (a \times b) + (a \times c)$ $a \times (b \times c) = (a \times b) \times c$

### Order of Real Numbers

### ٣ - ترتيب الأعداد الحقيقية

مجموعة الأعداد الحقيقية هي **مجموعة مرتبة**، هذا يعني أننا نستطيع مقارنة أي عددين حقيقيين باستخدام رموز علاقات الترتيب ( $<$  أو  $>$  أو  $=$ ). والقول إن عددًا ما هو «أكبر من» أو «أصغر من» أو «يساوي» العدد الآخر.

### Properties of Order

### الترتيب وخواصه

ترتيب الأعداد الحقيقية

ليكن  $a, b$  عددين حقيقيين

الكتابة بالرموز

#### حقيقة هامة:

لأي عددين حقيقيين  $a, b$ .  
تعبير واحد فقط مما يلي هو  
صحيح:

$$a < b$$

$$a = b$$

$$a > b$$

التعريف	القراءة	الكتابة بالرموز
$a - b$ عدد موجب	$a$ أكبر من $b$	$a < b$
$a - b$ عدد سالب	$a$ أصغر من $b$	$a > b$
$a - b$ عدد موجب أو صفر	$a$ أكبر من أو يساوي $b$	$a \leq b$
$a - b$ عدد سالب أو صفر	$a$ أصغر من أو يساوي $b$	$a \geq b$

لتكن  $a, b, c$  أعداد حقيقية.

ملاحظة	القاعدة	الخاصية
	إذا كان $a \geq b$ ، $b \geq c$ فإن $a \geq c$	التعدي
	إذا كان $a \geq b$ ، فإن $a + c \geq b + c$	الجمع
	إذا كان $a \geq b$ ، فإن $a - c \geq b - c$	الطرح
لاحظ أن علاقة الترتيب تنعكس عندما يكون العدد $c$ سالبًا.	إذا كان $a \geq b$ ، $c < 0$ ، فإن $ac \leq bc$	الضرب
	إذا كان $a \geq b$ ، $c > 0$ ، فإن $ac \geq bc$	
لاحظ أن علاقة الترتيب تنعكس عندما يكون العدد $c$ سالبًا.	إذا كان $a \geq b$ ، $c < 0$ ، فإن $\frac{a}{c} \leq \frac{b}{c}$	القسمة
	إذا كان $a \geq b$ ، $c > 0$ ، فإن $\frac{a}{c} \geq \frac{b}{c}$	

## Density Property

يتسع وعاء لعدد محدد من الحجارة (تبقى فراغات كبيرة). كما أنه يتسع لعدد أكبر من الحصى الصغيرة (تقل الفراغات) ويمكن ملؤه كذلك بعدد أكبر بكثير من الرمل (تصبح الفراغات نادرة).

### معلومة مفيدة:

تعتمد كثافة الجسم على شدة تراص جزيئات المادة فيه.

وماذا إذا ملئ الوعاء بأجسام أصغر حجمًا من الرمل؟

كلما صغر حجم الأجسام المستخدمة لملء الوعاء زادت الكثافة.

يمكن تشبيه سعة الوعاء بطول فترة على خط الأعداد.

يوجد بين أي نقطتين مختلفتين على خط الأعداد عدد لا نهائي من النقاط، وبالتالي بين أي عددين حقيقيين مختلفين يوجد عدد لا نهائي من الأعداد الحقيقية.

### مثال (٢)

أعط خمسة أعداد حقيقية بين  $3,14$  ،  $3,15$ .

الحل: تعلم أن  $3,140 = 3,14$  ،  $3,150 = 3,15$

∴ الأعداد الحقيقية مثل:  $3,141$  ،  $3,142$  ،  $3,14٥٦$  ،  $3,1٤٤٤٨$  ،  $\pi$ .

### حاول أن تحل

٢ أعط ستة أعداد حقيقية بين  $1,414$  ،  $1,41٥$ .

## Intervals

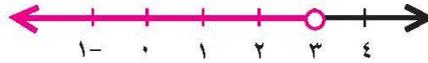
### ٥ - الفترات

الفترة مجموعة جزئية من مجموعة الأعداد الحقيقية.

لاحظ أن ليس كل مجموعة جزئية من مجموعة الأعداد الحقيقية تمثل فترة. لماذا؟

يمكن استخدام المتباينات للتعبير عن الفترات في مجموعة الأعداد الحقيقية، وكذلك يمكن تمثيل الفترات على خط الأعداد. مثلاً: يعبر عن الفترة:  $(-\infty, 3)$  بالمتباينة،  $s > 3$ .

وهي مجموعة الأعداد الحقيقية الأصغر من ٣، وتمثل بيانياً كما يلي:



سوف نميز بين نوعين من الفترات: الفترات المحدودة والفترات غير المحدودة.

### أولاً: الفترات المحدودة

الجدول التالي يوضح أنواع الفترات المحدودة: لتكن  $a$ ،  $b$  أعداداً حقيقية.

التمثيل البياني	رمز المتباينة	نوع الفترة	رمز الفترة
	$a \leq s \leq b$	مغلقة	$[a, b]$
	$a < s < b$	مفتوحة	$(a, b)$
	$a \leq s < b$	نصف مفتوحة أو نصف مغلقة	$[a, b)$
	$a < s \leq b$	نصف مفتوحة أو نصف مغلقة	$(a, b]$

الأعداد  $a$ ،  $b$  هما نقطتا الحدود لكل فترة حيث  $a$  الحد الأدنى للفترة،  $b$  الحد الأعلى للفترة.

#### تذكر:

المتباينة  $a \leq s \leq b$   
تكافئ  $s \leq a$  و  $s \geq b$

## ثانياً: الفترات غير المحدودة

الجدول التالي يوضح بعض الفترات غير المحدودة: ليكن  $a, b \in \mathbb{R}$ .

رمز الفترة	نوع الفترة	رمز المتباينة	التمثيل البياني
$(-\infty, a]$	نصف مغلقة وغير محدودة من الأعلى	$s \leq a$	
$(-\infty, a)$	مفتوحة وغير محدودة من الأعلى	$s < a$	
$[b, \infty)$	نصف مفتوحة وغير محدودة من الأسفل	$s \geq b$	
$(b, \infty)$	مفتوحة وغير محدودة من الأسفل	$s > b$	

### مثال (٣)

اكتب نوع الفترة ورمز المتباينة والتمثيل البياني لكل من الفترات التالية:

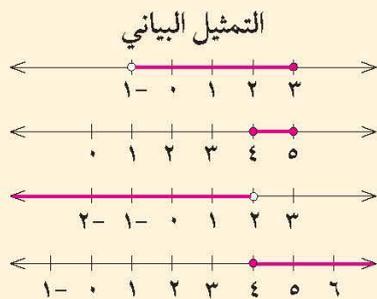
أ  $(-\infty, 4]$

ب  $(2, \infty)$

ج  $[5, 4]$

د  $[3, 1-)$

الحل:



نوع الفترة

أ فترة نصف مفتوحة (أو نصف مغلقة)

ب فترة مغلقة

ج فترة مفتوحة وغير محدودة من أسفل

د فترة نصف مغلقة وغير محدودة من أعلى

رمز المتباينة

أ  $3 \geq s > 1-$

ب  $5 \geq s \geq 4$

ج  $2 > s$

د  $4 \leq s$

### حاول أن تحل

٣ اكتب نوع الفترة ورمز المتباينة والتمثيل البياني لكل من الفترات التالية:

أ  $(1, 2-)$

ب  $[3, \infty)$

٤ مثل كلاً مما يلي على خط الأعداد:

أ  $(-\infty, 2) \cup (3, \infty)$

ب  $(-\infty, 5) \cup (1, \infty)$

## تقدير الجذر التربيعي

### Estimating Square Root

#### دعنا نفكر ونتناقش

لكل عدد حقيقي موجب جذران تربيعيان أحدهما موجب والآخر سالب.

الجذر الموجب ٣	الجذران التربيعيان للعدد ٩	$9 = 3 \times 3$
الجذر السالب ٣-		$9 = (3-) \times (3-)$

٣ هو الجذر الأساسي.

العدد ٢٩، ٧ هو موجب إذا له جذران تربيعيان. لكن نجد صعوبة في إيجاد هذين الجذرين.

يعتمد الرمز  $\sqrt{\quad}$  للإشارة إلى الجذر التربيعي الموجب فنكتب  $\sqrt{7}, \sqrt{29}$ .

باستخدام الآلة الحاسبة نحصل على:  $\sqrt{7} = 2.6457513110645905901016040812124$ ،  $\sqrt{29} = 5.3851648071345046864376244407119$ ،  $\sqrt{7} = -2.6457513110645905901016040812124$ ،  $\sqrt{29} = -5.3851648071345046864376244407119$ .

### Square Root

### الجذر التربيعي

العدد  $a$  هو جذر تربيعي للعدد  $b$  عندما  $a^2 = b$

### Properties of Square Roots

### خصائص الجذور التربيعية

خاصية الضرب: لأي عددين حقيقيين غير سالبين  $a, b$ :  $\sqrt{a} \times \sqrt{b} = \sqrt{ab}$

خاصية القسمة: لأي عددين حقيقيين موجبين  $a, b$ :  $\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a}{b}}$

#### مثال (١)

بسّط كل تعبير.

أ  $\sqrt{49} = 7$

ب  $\sqrt{-144} = -12$

ج  $\frac{3}{5} \pm \frac{9\sqrt{5}}{25} = \frac{3 \pm \sqrt{5}}{5}$  الجذران التربيعيان هما  $\frac{3}{5}$ ،  $\frac{3}{5}$ .

د  $\sqrt{0} = 0$

هـ  $\sqrt{36} = 6$

جذر تربيعي موجب.

جذر تربيعي سالب.

للصفر جذر تربيعي واحد هو صفر.

غير معرف في ح.

(في مجموعة الأعداد الحقيقية الجذر التربيعي لعدد سالب غير معرف).

#### حاول أن تحل

١ بسّط كل تعبير.

أ  $\sqrt{81} = 9$

ب  $\sqrt{-169} = -13$

ج  $\sqrt{25} \pm 5 = 10$

د  $\frac{9}{25} = \frac{3}{5}$

بعض الجذور التربيعية هي أعداد نسبية، وبعضها الآخر أعداد غير نسبية.  
 فمثلاً من الجذور النسبية:  $\sqrt{121} = 11$ ،  $\sqrt{21} = 1$ ،  $\sqrt{1} = 1$ ،  $\sqrt{100} = 10$ ،  $\sqrt{9} = 3$   
 من الجذور غير النسبية:  $\sqrt{2} \approx 1.414$ ،  $\sqrt{236} \approx 15.36$ ،  $\sqrt[3]{0.6547} \approx 0.86$

### مثال (٢)

حدّد ما إذا كان كل عدد مما يلي عدداً نسبياً أو غير نسبي.

أ  $8 = \sqrt{64}$  عدد نسبي

ب باستخدام الآلة الحاسبة  $\sqrt{9} \approx 3$ ،  $\sqrt{2,2130943...} \approx 1.487$  عدد غير نسبي

ج باستخدام الآلة الحاسبة  $\sqrt[3]{0.377964473} \approx 0.72$  عدد غير نسبي

### مصطلح رياضي:

في الصيغة العشرية:

العدد النسبي هو عدد

متمته أو متكرر (دوري).

العدد غير النسبي هو عدد

غير متمته دون تكرار.

### حاول أن تحل

٢ حدّد ما إن كان كل عدد مما يلي عدداً نسبياً أو غير نسبي.

أ  $\sqrt{13}$

ب  $\sqrt{625}$

ج  $\sqrt{1000}$

د  $\sqrt[3]{\frac{2}{15}}$

## Estimating Square Roots

### ١ - تقدير الجذور التربيعية

مربعات الأعداد الطبيعية تسمى مربعات كاملة Perfect Squares.

١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	العدد الطبيعي
١٤٤	١٢١	١٠٠	٨١	٦٤	٤٩	٣٦	٢٥	١٦	٩	٤	١	المربع الكامل

يمكن استخدام المربعات الكاملة لتقدير قيمة بعض الجذور التربيعية دون استخدام الآلة الحاسبة.

### مثال (٣)

### معلومة رياضية:

لأي أعداد موجبة وجذورها التربيعية الموجبة الترتيب نفسه.

حدّد بين أي عددين طبيعيين (كليين) متتاليين يوجد  $\sqrt{15,41}$ ، ثم قدّر قيمته.  
الحل:

١٥,٤١ هو بين المربعين الكاملين المتتاليين ١٦,٩.

$$16 > 15,41 > 9$$

باستخراج الجذر التربيعي لكل عدد

$$\sqrt{16} > \sqrt{15,41} > \sqrt{9}$$

تبسيط

$$4 > \sqrt{15,41} > 3$$

وحيث إن العدد ١٥,٤١ أقرب إلى ١٦ فإن  $\sqrt{15,41}$  يكون قريبًا من ٤ وهو

إذًا  $\sqrt{15,41}$  هو بين ٤,٣.

يساوي تقريبًا ٣,٨ أو ٣,٩.

### حاول أن تحل

٣ حدّد بين أي عددين صحيحين متتاليين يوجد العدد  $\sqrt{30,8}$ ، ثم قدّر قيمته.

يمكن إيجاد قيمة تقريبية للجذور التربيعية باستخدام الآلة الحاسبة.

### مثال (٤)

حدّد بين أي عددين كليين متتاليين يقع  $\sqrt{28,63}$ ، ثم أوجد قيمته لأقرب جزء من عشرة مستخدمًا الآلة الحاسبة.  
الحل:

٢٨,٦٣ هو بين المربعين الكاملين المتتاليين ٣٦,٢٥.

$$36 > 28,63 > 25$$

باستخراج الجذر التربيعي لكل عدد

$$\sqrt{36} > \sqrt{28,63} > \sqrt{25}$$

تبسيط

$$6 > \sqrt{28,63} > 5$$

إذًا  $\sqrt{28,63}$  هو بين ٥,٦.

باستخدام الآلة الحاسبة:  $\sqrt{28.63} = 5.350700889$

أي أن  $\sqrt{28,63}$  يساوي تقريبًا ٥,٤.

### حاول أن تحل

٤ حدّد بين أي عددين كليين متتاليين يقع  $\sqrt{13,7}$ ، ثم أوجد قيمته لأقرب جزء من عشرة مستخدمًا الآلة الحاسبة.

### مثال (٥)

أوجد طول وتر مثلث طولاً ضلعي زاويته القائمة هما ٥ سم، ٧ سم.

الحل:

$$٢٥ + ٢٧ = ٤٩ + ٤٩ = ٧٤ \quad \text{نظرية فيثاغورث}$$

٧٤ يقع بين المربعين الكاملين المتتاليين ٦٤، ٨١.

∴ طول وتر المثلث هو بين ٨، ٩ سم.

باستخدام الآلة الحاسبة  $\sqrt{٧٤} \approx \sqrt{٦٤ + ١٠} \approx ٨,٦٠٢٣$

طول وتر المثلث  $\approx ٨,٦$  سم.

### حاول أن تحل

٥ أوجد طول وتر مثلث قائم الزاوية، طولاً ضلعي زاويته القائمة هما ٩ سم، ١٣ سم.

### تذكر:

في المثلث قائم الزاوية،  
مربع طول الوتر =  
مجموع مربعي طولي  
ضلعي الزاوية القائمة.

### مثال (٦) تطبيقات حياتية

يسقط جسم من ارتفاع ٩ أمتار. تبين المعادلة  $٩ = ٤٤٩$  العلاقة بين الارتفاع ع بالأمتار والزمن ن بالثواني المستغرق للوصول إلى سطح الأرض. ما الزمن اللازم ليصل إلى الأرض؟

الحل:

$$٩ = ٤٤٩$$

$$٩ = ٤٤٩$$

$$٩ = ٤٤٩$$

$$\text{مرفوضة} \quad \sqrt{\frac{٩}{٤,٩}} \text{ أو } \sqrt{\frac{٩}{٤,٩}}$$

باستخدام الآلة الحاسبة

$\approx ١,٣٥٥$  ثانية

أي يلزم حوالي ثانية ونصف ليصل الجسم إلى الأرض.

### حاول أن تحل

٦ من مثال (٦)، ما الزمن اللازم للوصول جسم إلى الأرض إذا سقط عن ارتفاع ١٤ مترًا؟

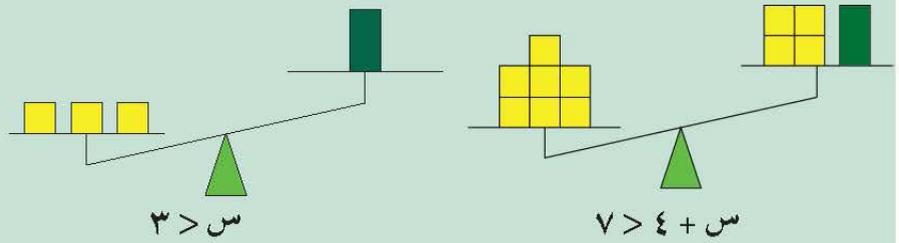
## حل المتباينات Solving Inequalities

### سوف تتعلم

- حل المتباينات باستخدام الخواص
- نمذجة متباينات من الدرجة الأولى
- حل متباينات ذات متغير واحد في أحد الطرفين أو كليهما

### دعنا نفكر ونتناقش

المتباينات المتكافئة هي متباينات لها مجموعة الحل نفسها. استخدم الميزان لتبين أن المتباينتين  $7 > 4 + s$ ،  $s > 3$  متباينتان متكافئتان.



### مصطلحات مساعدة:

تعني كلمة "لانهائي" أن عدد الحلول غير محدد ولا يمكن حصره.

### Solving Inequalities

### حل المتباينات

أنت تحلّ متباينة تتضمن جمعًا أو طرحًا باستخدام العمليّات العكسيّة، لكي تضع المتغيّر في طرف واحد. أحيانًا يكون لمتباينة عدد لانهائيّ من الحلول ممّا يستحيل معه التحقّق منها جميعًا. بدلًا من ذلك، تحقّق من صحّة حساباتك واتّجاه علاقة الترتيب.

### استخدام خاصية المعكوس الجمعي في حل المتباينات

#### مثال (١)

أوجد مجموعة حل المتباينة  $s - 7 > 2$  ومثل الحلول بيانيًا على خط الأعداد، ثم تحقّق من صحّة الحل.

الحل:  $s - 7 > 2$

$s - 7 + 7 > 2 + 7$  ضع المتغيّر في طرف واحد، وذلك بإضافة المعكوس الجمعي للعدد  $(-7)$  إلى الطرفين

$s > 9$  بسّط

مجموعة الحل:  $(9, \infty)$



تحقّق:

الخطوة ١: تحقّق مما إذا كانت  $s = 9$  حلًّا للمعادلة المرتبطة.

$s - 7 = 2$  -

$9 - 7 = 2$  -

$2 = 2$  - ✓

الخطوة ٢: تحقق من صحة علاقة الترتيب بالتعويض في المتباينة.

$$٧ - > ٢ -$$

$$٧ - > ٢ -$$

$$٣ - > ٢ - \checkmark$$

كل من الخطوتين ١، ٢، تتحقق، لذلك  $٥ > ٧ - ٢$  هو حل المتباينة  $٧ - > ٢ -$

حاول أن تحل

١ أوجد مجموعة حل المتباينة ومثل مجموعة الحل على خط الأعداد لكل مما يلي:

$$١٢ \geq ٥ - س$$

$$١ \leq ٤ - س$$

تذكر:

الدائرة المفتوحة على تمثيل بياني، تعني أن العدد ليس متضمنًا في الحل.

الدائرة المغلقة على تمثيل بياني، تعني أن العدد متضمن في الحل.

مثال (٢)



الأمثلة (الحقائب): تشترط إحدى شركات الطيران ألا يزيد وزن الأمتعة عن ٤٥ كيلوجرامًا للراكب. إذا كان وزن إحدى حقائبك ١٧ كيلوجرامًا، فما الوزن الممكن للحقيبة الثانية؟  
الحل:

لا يزيد عن ٤٥ كجم

وزن الحقيبة الثانية

زائد

وزن الحقيبة الأولى

الألفاظ

ليكن  $ز =$  وزن الحقيبة الثانية

$$٤٥ \geq$$

ز

+

$$١٧$$

المتباينة

$$١٧ + ١٧ + ز \geq ٤٥ + ١٧ \leftarrow \text{ضع المتغير في طرف واحد وذلك بإضافة المعكوس الجمعي (-17)}$$

$$٢٨ \geq ز \leftarrow \text{بسط}$$

يمكن أن يصل وزن حقائبك الثانية إلى ٢٨ كجم.

حاول أن تحل

٢ تتسع القاعة الرئيسية في إحدى المدارس لـ ٣٠٠ مقعد. في عرض لإحدى المسرحيات كان عدد الحضور من الفصل العاشر ٨٩ طالبًا، فكم عدد الطلاب الذين يمكن حضورهم من بقية فصول المدرسة؟

استخدام خاصية المعكوس الضربي في حل المتباينات.

عندما تضرب طرفي متباينة في عدد سالب أو تقسم طرفي متباينة على عدد سالب، اعكس علاقة الترتيب.

### مثال (٣)

أوجد مجموعة حل المتباينة  $\frac{س}{٢-} > ١$ ، ومثل الحلول بيانياً على خط الأعداد.

$$\text{الحل: } \frac{س}{٢-} > ١$$

$٢- \times \left(\frac{س}{٢-}\right) < ١ \times (٢-)$  اضرب كلاً من الطرفين في المعكوس الضربي  
(٢-) وعاكس علاقة الترتيب

بسط

$$س < ٢-$$

مثل بيانياً

$$\text{مجموعة الحل} = (-\infty, ٢-)$$



### معلومة مفيدة:

إذا كان  $٢ > ب$ ،  $ب > ج$ ،  $٠ < ج$ ، فإن

$$٢ > ب > ج، \frac{٢}{ج} > \frac{ب}{ج}$$

إذا كان  $٢ > ب$ ،  $ب > ج$ ،  $٠ > ج$ ، فإن

$$٢ < ب < ج، \frac{٢}{ج} < \frac{ب}{ج}$$

### حاول أن تحل

٣ أوجد مجموعة حل المتباينة  $\frac{ب}{٤} \leq ١$ ، ومثل الحلول بيانياً على خط الأعداد.

### مثال (٤)

#### فرصة للمشارك الجديد

التوصيل الشهري للإنترنت من دون حدود

فقط ٥ دنانير في الشهر



عمل تجاري: تعلن شركة لتوصيل خدمات الإنترنت عن الفرصة التالية الموضحة. هدف الشركة هو تحقيق مبلغ إضافي على الأقل ٤ ٥٠٠ دينار شهرياً. كم مشتركاً جديداً يلزم أن تجتذبهم الشركة؟

الحل:

الألفاظ: عدد المشتركين الجدد مضروباً بـ ٥ دنانير يكون على الأقل ٤ ٥٠٠ دينار.

ليكن  $ن$  = عدد المشتركين الجدد

$$\text{المتباينة } ٤٥٠٠ \leq ٥ \times ن$$

$$٤٥٠٠ \leq ٥ن$$

اقسم طرفي المتباينة على ٥

$$\frac{٤٥٠٠}{٥} \leq \frac{٥ن}{٥}$$

بسط

$$٩٠٠ \leq ن$$

يلزم أن تجتذب ٩٠٠ مشترك جديد على الأقل.

التحقق من معقولة الإجابة: الإجابة معقولة لأن  $٩٠٠ \times ٥$  هو ٤ ٥٠٠، وأي عدد أكبر من ٩٠٠ مضروباً بـ ٥ ينتج عدداً أكبر من ٤ ٥٠٠.

### حاول أن تحل

٤ الحد الأقصى لحمولة مصعد في فندق ١ ٠٠٠ كجم. افرض أن متوسط وزن النزيل ٨٠ كجم، فكم نزياً يمكن للمصعد أن يحملهم بأمان؟

## حل متباينات متعددة الخطوات:

يتطلب حل المتباينات أحياناً استخدام أكثر من خطوة. وسنستخدم بلاطات الجبر في نمذجة متباينات من الدرجة الأولى حتى نفهم حلها. اعتبر أن  تمثل المجهول س، البلاطة الحمراء  تمثل  $-1$ ، البلاطة الصفراء  تمثل  $+1$

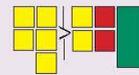
أ حل المتباينة  $3 > 2 - س$ .

نمذجة المتباينة باستخدام البلاطات



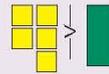
$$س - 2 > 3$$

إضافة  $+2$  إلى طرفي المتباينة



$$س - 2 + 2 > 3 + 2$$

التبسيط بحذف أزواج البلاطات الصفرية

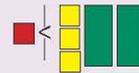


$$س > 5$$

كل بلاطة خضراء أصغر من 5 بلاطات صفراء، إذًا  $س > 5$ .

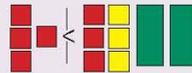
ب حل المتباينة  $2س + 3 < 1$ .

نمذجة المتباينة باستخدام البلاطات



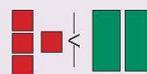
$$2س + 3 < 1$$

إضافة  $-3$  إلى طرفي المتباينة



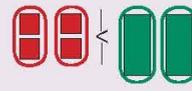
$$2س + 3 - 3 < 1 - 3$$

التبسيط بحذف أزواج البلاطات الصفرية



$$2س < -2$$

قسم كل طرف إلى مجموعتين متساويتين



$$\frac{2س}{2} < \frac{-2}{2}$$



$$س < -1$$

كل بلاطة خضراء أكبر من بلاطتين حمراوين. إذًا  $س < -1$ .

### مثال (٥)

أوجد مجموعة حل المتباينة:  $2(m+2) - 3m \leq 1$  ومثل مجموعة الحل على خط الأعداد.  
الحل:

$$2(m+2) - 3m \leq 1$$

خاصية التوزيع

$$2m + 4 - 3m \leq 1$$

خاصية الإبدال

$$-m + 4 \leq 1$$

تبسيط

$$-m \leq -3$$

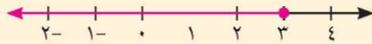
طرح ٤ من طرفي المتباينة

$$-m - 4 \leq -3$$

$$-m \leq 1$$

$$m \geq -1$$

تنعكس علاقة الترتيب



مجموعة الحل =  $[-1, \infty)$ .

### حاول أن تحل

٥ أوجد مجموعة حل المتباينة ثم مثل الحل على خط الأعداد: أ  $3(s+4) + 5 \geq 2$ .

ب  $3 - 1 \geq 2s > 3$

### مثال (٦) تطبيقات حياتية

يشترى أحد المخازن أكثر من ٣٠ عبوة شامبو في الشهر. يدفع ٣ دنانير ثمن العبوة الواحدة، ٢٥ دينارًا كلفة تسليم البضاعة. عرضت شركة منافسة على صاحب المخزن عبوات بسعر ٤ دنانير للواحدة، ٥ دنانير فقط كلفة تسليم البضاعة، مدعية أن أسعارها هي الأرخص. هل هذا صحيح؟



الحل:

ليكن  $s$  عدد العبوات التي يشتريها المخزن في الشهر.

تبلغ كلفة الشراء:  $3s + 25$

تبلغ كلفة الشراء من الشركة المنافسة:  $4s + 5$

للتحقق، نحل المتباينة  $4s + 5 > 3s + 25$ .

طرح  $3s$  من طرفي المتباينة

$$4s + 5 - 3s > 3s + 25 - 3s$$

تبسيط

$$s + 5 > 25$$

طرح ٥ من طرفي المتباينة

$$s - 20 > 25 - 20$$

$$s > 20$$

أي أن الشركة المنافسة تكون أفضل عندما يكون عدد العبوات أقل من ٢٠ عبوة بينما يشتري المخزن أكثر من ٣٠ عبوة في الشهر.

∴ ما تعرضه الشركة المنافسة ليس أفضل عرض، لذا على صاحب المخزن أن يُبقي تعامله مع الشركة الأولى.

حاول أن تحل

٦ في مثال (٦)، هل يصبح عرض الشركة المنافسة أفضل إذا لم تقبض أموالاً كلفة تسليم البضاعة؟

مثال (٧)

أوجد مجموعة حل المتباينة  $٦س - ١٥ < ٤س + ١$  ومثل الحل على خط الأعداد.  
الحل:

$$٦س - ١٥ < ٤س + ١$$

$$٦س - ١٥ - ٤س < ٤س + ١ - ٤س$$

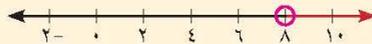
$$٢س - ١٥ < ١$$

$$٢س - ١٥ + ١٥ < ١ + ١٥$$

$$٢س < ١٦$$

$$س < ٨$$

$$\text{مجموعة الحل } = (٨, \infty).$$



انتبه:

في حالة حل المتباينات مثل:

$$٢س < ٢س - ١$$

$$٢س - ٢س < ٢س - ١ - ٢س$$

$$٠ < ١ - ٢س$$

مجموعة حلها ح.

حاول أن تحل

٧ أوجد مجموعة حل المتباينات التالية، ومثلها على خط الأعداد إن أمكن.

$$٢(٢س - ٨) < ٤س + ٢$$

$$٣س + ٧ < ٣(س - ٣)$$

٨ هل المتباينتان  $٢س < ١ - ٢س$ ،  $٢س > ١ - ٢س$  لهما مجموعة الحل نفسها؟ فسّر إجابتك.

## القيمة المطلقة Absolute Value

سوف تتعلم

- حل معادلات تتضمن قيمة مطلقة
- حل متباينات تتضمن قيمة مطلقة

دعنا نفكر ونتناقش

عرفت سابقًا أن القيمة المطلقة لعدد حقيقي هي بُعد هذا العدد عن الصفر على خط الأعداد. ولما كان البعد عددًا غير سالب، فالقيمة المطلقة لعدد حقيقي سالب هي معكوسه الجمعي. الرمز المستخدم للقيمة المطلقة للعدد  $s$  هو  $|s|$ .

تعريف:

$$\left. \begin{array}{l} s \\ 0 \\ -s \end{array} \right\} = |s|$$

إذا كان  $s < 0$   
إذا كان  $s = 0$   
إذا كان  $s > 0$

لكل عدد حقيقي  $s$  يكون:

معلومة:

(- $s$ ) ليس بالضرورة عددًا سالبًا. (- $s$ ) هو المعكوس الجمعي للعدد  $s$ .

نلاحظ أن العدد إذا كان موجبًا أو صفرًا فإن قيمته المطلقة تساويه، أما إذا كان العدد سالبًا فإن قيمته المطلقة تساوي معكوسه الجمعي.

بعض خواص القيمة المطلقة للأعداد الحقيقية

ليكن  $a, b \in \mathbb{R}$

$$|a \times b| = |a| \times |b| \quad ٣$$

$$|a| = |-a| \quad ٢$$

$$|a| \geq 0 \quad ١$$

$$|a - b| = |b - a| \quad ٦$$

$$|a| \leq |a| \quad ٥$$

$$\frac{|a|}{|b|} = \left| \frac{a}{b} \right|, \text{ حيث } b \neq 0 \quad ٤$$

مثال (١)

أعد تعريف  $|s - 4|$  دون استخدام رمز القيمة المطلقة.

الحل:

$$\text{حيث } s - 4 < 0$$

$$\text{حيث } s - 4 = 0$$

$$\text{حيث } s - 4 > 0$$

$$\left. \begin{array}{l} s - 4 \\ 0 \\ -(s - 4) \end{array} \right\} = |s - 4|$$

$$s \leq 4$$

$$s > 4$$

$$\left. \begin{array}{l} s - 4 \\ s - 4 \end{array} \right\} =$$

حاول أن تحل

١ أعد تعريف كل مما يلي دون استخدام رمز القيمة المطلقة.

أ  $|s + 3|$

ب  $|4 - 2s|$

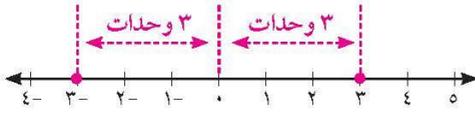
## حل معادلات تتضمن قيمة مطلقة

يمكن استخدام خط أعداد لحل معادلات تتضمن قيمة مطلقة.

يبين التمثيل البياني المقابل حلول المعادلة  $|س| = ٣$ .

حيث المسافة بين  $س$ ، صفر تساوي ٣ وحدات

إذاً الحل:  $س = ٣$  أو  $س = -٣$



### نتيجة

- ١ إذا كان  $١$  عدداً حقيقياً موجباً فإن حل المعادلة  $|س| = ١$  هو:  $س = ١$  أو  $س = -١$  وتكون مجموعة الحل  $\{-١, ١\}$ .
- ٢ إذا كان  $١$  عدداً حقيقياً سالباً فإن المعادلة  $|س| = ١$  مجموعة حلها  $\emptyset$ .
- ٣ إذا كان  $١ = ٠$  فإن  $|س| = ٠$  مجموعة حلها  $\{٠\}$ .

### معلومة مفيدة:

المجموعة الخالية نعبّر عنها بأحد الرمزين  $\{ \}$  أو  $\emptyset$

### مثال (٢)

أوجد مجموعة حل المعادلة:  $|٢ص - ٣| = ٧$ ، ثم تحقق من صحة الحل.

الحل:  $|٢ص - ٣| = ٧$

$$\begin{array}{l|l} ٢ص - ٣ = ٧ & \text{أو} \\ ٢ص - ٣ = -٧ \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} ٢ص = ١٠ & \\ ٢ص = -٤ & \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} ٢ص = ٥ & \\ ٢ص = -٢ & \end{array}$$

مجموعة الحل  $\{٥, -٢\}$

تحقق: عندما  $ص = ٥$

$$٧ = |٢ص - ٣|$$

$$٧ \stackrel{؟}{=} |٢(٥) - ٣|$$

$$٧ = |٧|$$

وعندما  $ص = -٢$

$$٧ = |٢ص - ٣|$$

$$٧ \stackrel{؟}{=} |٢(-٢) - ٣|$$

$$٧ = |-٧|$$

### حاول أن تحل

٢ أوجد مجموعة حل كل من المعادلتين، ثم تحقق من صحة الحل.

أ  $٨ = |٣ + س|$

ب  $٠ = |٢س - ١|$

عند حل مسائل متعددة الخطوات، ابدأ بوضع التعبير الذي يتضمن القيمة المطلقة في طرف واحد.

### مثال (٣)

أوجد مجموعة حل المعادلة:  $٠ = ٣ + |١ + ٢س|$

الحل:  $٠ = ٣ + |١ + ٢س|$

$$٣- = |١ + ٢س|$$

وحيث إن  $٠ > ٣-$  (عدد سالب)

$\emptyset$  = مجموعة الحل

### حاول أن تحل

٣ أوجد مجموعة حل المعادلة:  $٠ = |٤ + ٢س - ٥|$

### مثال (٤)

أوجد مجموعة حل المعادلة  $١١ = ٥ - |٣ + ٢س|$

الحل:  $١١ = ٥ - |٣ + ٢س|$

إضافة ٥ إلى طرفي المعادلة

$$١٦ = |٣ + ٢س|$$

قسمة كل طرف على ٤

$$٤ = |٣ + ٢س|$$

$$٤- = ٣ + ٢س \quad \text{أو} \quad ٤ = ٣ + ٢س$$

إضافة ٣- إلى طرفي المعادلة

$$٧- = ٢س$$

$$١ = ٢س$$

قسمة كل طرف على ٢

$$\frac{٧-}{٢} = س$$

$$\frac{١}{٢} = س$$

مجموعة الحل  $\left\{ \frac{٧-}{٢}, \frac{١}{٢} \right\}$

### حاول أن تحل

٤ أوجد مجموعة حل كل من المعادلتين:

ب  $٠ = ٣ + |٤ - ٥س|$

أ  $٠ = ٦- |٤ + ٢س|$

عند حل المعادلة  $|س| = |ص|$  نستخدم طريقة المساواة، نضع  $س = ص$  أو  $س = -ص$ . ونحل المعادلات أو نستخدم طريقة تربيع الطرفين ثم نحل المعادلة الناتجة ونتحقق من القيم بالتعويض عن المجهول لتحديد مجموعة الحل.

### مثال (٥)

أوجد مجموعة حل المعادلة:  $|١ + م| = |٣ - ٢م|$

الحل:

أولاً: طريقة المساواة

لاحظ أن للمقدارين القيمة المطلقة نفسها إذاً هما متساويان، أو كل منهما هو المعكوس الجمعي للآخر.

$$\begin{array}{l|l} ١ + م = ٣ - ٢م & \text{أو} \\ ٣ + ١ = م - ٢م & \\ \hline ٢ = م٣ & \\ \frac{٢}{٣} = م & \end{array} \quad \begin{array}{l} ١ + م = ٣ - ٢م \\ ٣ + ١ = م - ٢م \\ ٤ = م \end{array}$$

مجموع الحل =  $\left\{ \frac{٢}{٣}, ٤ \right\}$

ثانياً: طريقة تربيع الطرفين

$$|م| = |٢م|$$

$$\begin{aligned} (|١ + م|)^2 &= (|٣ - ٢م|)^2 \\ (١ + م)^2 &= (٣ - ٢م)^2 \\ ١ + م٢ + ٢م &= ٩ + م٢ - ١٢م + ٤م \\ ٠ &= ٨ + م١٤ - ٢م٣ \\ ٠ &= (٢ - م٣)(٤ - م) \\ م &= ٤ \text{ أو } م = \frac{٢}{٣} \\ \text{تحقق: } |١ + م| &= |٣ - ٢م| \end{aligned}$$

### أضف إلى معلوماتك:

$$|س| = |ص| \Rightarrow |س|^2 = |ص|^2$$

### معلومة رياضية:

إذا كان  $|س| = |ص|$  فإن

- $س = ص$  أو  $س = -ص$ .
- $(|س|)^2 = (|ص|)^2$

$$\begin{array}{l|l} \text{عندما } م = \frac{٢}{٣} & \text{عندما } م = ٤ \\ \left| ١ + \frac{٢}{٣} \right| \stackrel{?}{=} \left| ٣ - \frac{٢}{٣} \times ٢ \right| & \left| ١ + ٤ \right| \stackrel{?}{=} \left| ٣ - ٤ \times ٢ \right| \\ \left| \frac{٥}{٣} \right| = \left| \frac{٥}{٣} \right| & |٥| = |٥| \\ \text{الحلان مقبولان} \quad \checkmark & \checkmark \\ \left\{ \frac{٢}{٣}, ٤ \right\} & = \text{مجموعة الحل} \end{array}$$

### حاول أن تحل

٥ أوجد مجموعة حل كل من المعادلتين التاليتين:

ب  $|س - ٥| = |س - ٧|$

أ  $|ص - ٥| = |ص + ٣|$

استخدم طريقة المساواة ثم طريقة التربيع.

يمكننا كذلك حل معادلات تتضمن قيمة مطلقة في أحد طرفيها على النحو التالي:

### مثال (٦)

أوجد مجموعة حل المعادلة:  $|س٢ + ٣| = ٣ - س٢$

الحل:  $|س٢ + ٣| = ٣ - س٢$

نعلم أن الطرف الأيمن للمعادلة غير سالب نتيجة وجود القيمة المطلقة، إذاً يجب أن يكون الطرف الأيسر للمعادلة غير سالب. لذلك نضيف الشرط:

$$٣ - س٢ \geq ٠ \text{ أي } س \leq \frac{٢}{٣}$$

(تقبل كل قيم س أكبر من أو تساوي  $\frac{٢}{٣}$ )

أي أن مجموعة التعويض هي  $(\frac{٢}{٣}, \infty)$

$$\begin{array}{l} \text{أو} \\ ٢ + س٣ - = ٣ + س٢ \\ ٣ - ٢ = س٣ + س٢ \\ ١ - = س٥ \\ \frac{١-}{٥} = س \end{array}$$

$$\begin{array}{l} ٢ - س٣ = ٣ + س٢ \\ ٣ - ٢ - = س٣ - س٢ \\ ٥ - = س - \\ ٥ = س \end{array}$$

$$\therefore ٥ \in (\frac{٢}{٣}, \infty)$$

$\therefore$  الحل س = ٥ مقبول

مجموعة الحل = {٥}

$$\therefore \frac{١-}{٥} \notin (\frac{٢}{٣}, \infty) \therefore \text{الحل س} = -\frac{١}{٥} \text{ مرفوض}$$

### أضف إلى معلوماتك:

$$\sqrt{س} = |س|$$

$$(\sqrt{س})^٢ = س \text{ (حيث } س \geq ٠)$$

### معلومة مفيدة:

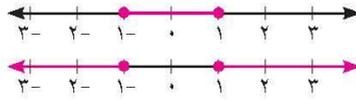
مجموعة الحل هي مجموعة جزئية من مجموعة التعويض

### حاول أن تحل

٦ أوجد مجموعة حل المعادلة:  $|٤س - ١| = س + ٢$ .

## حل متباينات تتضمن قيمة مطلقة

يمكن أيضًا حل متباينات تتضمن قيمًا مطلقة باستخدام خط الأعداد.



يبيّن التمثيل البياني الأول حلول المتباينة  $|س| ≥ ١$ .

يبيّن التمثيل البياني الثاني حلول المتباينة  $|س| ≤ ١$ .

### تعميم

ليكن  $٢$  عددًا حقيقيًا موجبًا.

١  $|س| ≥ ٢$  تكافئ  $س ≥ ٢$  أو  $س ≤ -٢$

٢  $|س| ≤ ٢$  تكافئ  $س ≤ ٢$  أو  $س ≥ -٢$

### تذكر:

•  $|س| ≥ ١$  تعني أن بعد  $س$  عن الصفر هو أصغر من أو يساوي  $١$  على خط الأعداد.

•  $|س| ≤ ١$  تعني أن بعد  $س$  عن الصفر هو أكبر من أو يساوي  $١$  على خط الأعداد.

### مثال (٧)

أوجد مجموعة حل المتباينة  $|٢س + ١| + ٤ ≥ ١٢$ ، ومثل مجموعة الحل على خط الأعداد.

الحل:  $|٢س + ١| + ٤ ≥ ١٢$

إضافة  $(-٤)$  إلى طرفي المتباينة

$$٨ ≥ |٢س + ١| + ٤$$

قسمة كل طرف على  $٤$

$$٢ ≥ |١ + ٢س|$$

كتابة المتباينة المكافئة

$$٢- ≥ ١ + ٢س ≥ ٢-$$

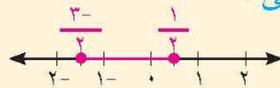
إضافة  $(-١)$

$$١ ≥ ٢س ≥ ٣-$$

القسمة على  $٢$

$$\frac{١}{٢} ≥ س ≥ \frac{٣-}{٢}$$

$$مجموعة الحل = \left[ \frac{١}{٢}, \frac{٣-}{٢} \right]$$



### حاول أن تحل

٧ أوجد مجموعة حل المتباينة  $\frac{١}{٢} |س - \frac{٤}{٥}| + ٦ > ٠$ ، ومثل مجموعة الحل على خط أعداد.

### مثال (٨)

أوجد مجموعة حل المتباينة:  $2|4 - m| - 1 < 5$ ، ومثل الحل على خط الأعداد.

$$\text{الحل: } 2|4 - m| - 1 < 5$$

$$6 < |4 - m| + 1$$

$$3 < |4 - m|$$

$$\text{أو } 3 < 4 - m \quad \text{أو} \quad 3 < m - 4$$

$$m < 1$$

$$m > 7$$

إضافة ١ إلى طرفي المتباينة

قسمة كل طرف على ٢

كتابة المتباينة المكافئة

بسّط

قسمة كل طرف على ٣

$$3 - > 4 - m$$

$$1 > m$$

$$\frac{1}{3} > m$$

$$\text{مجموعة الحل} = \left(\frac{1}{3}, \infty-\right) \cup \left(\infty, \frac{7}{3}\right)$$



### حاول أن تحل

٨ أوجد مجموعة حل المتباينة:  $\left|s - \frac{3}{4}\right| \leq \frac{7}{8}$  ومثل الحل على خط الأعداد.

### مثال (٩)

### تطبيقات حياتية (إثرائي)



رياضة: يبلغ طول قطر دائرة مرمى كرة السلة ٤٥ سم مع هامش خطأ لا يزيد على ١ سم.

أ اكتب متباينة تتضمن قيمة مطلقة تعبر عن قطر دائرة مرمى تحقق هذا الشرط.

ب أوجد قيم طول القطر المقبولة ومثلها على خط أعداد.

الحل:

ليكن  $s$  طول قطر دائرة مرمى كرة سلة، وحيث إن  $s$  لا يزيد أو ينقص عن ٤٥ سم

بأكثر من ١ سم، فإن قيم  $s$  تحقق  $|s - 45| \geq 1$ .

$$1 \geq s - 45 \quad \text{أو} \quad 1 \geq 45 - s$$

$$46 \geq s \geq 44$$

مجموعة الحل =  $[44, 46]$  أي أن قيم طول القطر المقبولة تنتمي إلى  $[44, 46]$



### حاول أن تحل

٩ درجة حموضة عصير الطماطم هي ٤ مع هامش سماح ٢، ٠. اكتب متباينة تتضمن قيمة مطلقة تعبر عن درجات الحموضة المقبولة. وحلها ثم بين الحل على خط أعداد.



## مثال (١٠) تطبيقات حياتية

يبلغ وزن عبوة رقائق الذرة ٤٥٠ جرامًا. يختار مراقب الجودة بعض العبوات للتحقق من زنتها. تلغى كل عبوة يزيد الفرق بين وزنها ووزن عبوة الذرة عن ٥ جم. اكتب متباينة تبيّن أوزان العبوات غير المقبولة ومثّل الحل على خط الأعداد.

الحل:

لتكن  $s$  وزن العبوة. العبوات غير المقبولة هي التي يزيد وزنها أو يقل عن الوزن المبيّن بأكثر من ٥ جم.

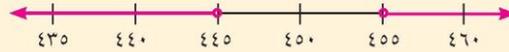
$$\text{أي } |s - 450| > 5$$

$$s - 450 < -5$$

$$s < 445$$

$$\text{أو } s - 450 > 5$$

$$\text{أو } s > 455$$



## حاول أن تحل

١٠ يعرض أحد المحلات المشلجات في عبوات تزن ٧٥٠ جرامًا. عند التحقق من الوزن تقبل العبوات التي يقل الفرق بين وزنها ووزن العبوة المعتمد عن ٤٠ جرامًا. اكتب متباينة تتضمن قيمة مطلقة تبيّن أوزان العبوات المقبولة ومثّل الحل على خط الأعداد.

## دالة القيمة المطلقة Absolute Value Function

### سوف تتعلم

- الرسم البياني لدالة القيمة المطلقة
- استخدام هندسة التحويلات في رسم بعض دوال القيمة المطلقة

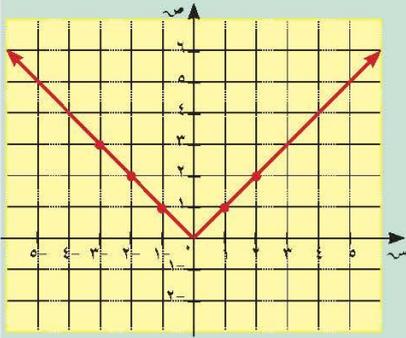
### دعنا نفكر ونتناقش

المعادلات على الشكل  $y = |x + b| + c$  تمثل دوال قيمة مطلقة بمتغيرين. يمثل الرأس أكبر قيمة أو أصغر قيمة للدالة والتمثيل البياني لهذه الدوال يكون على شكل زاوية. لرسم الدالة  $y = |x|$  بيانيًا يمكن استخدام جدول قيم.

٣-	٢-	١-	٠	١	٢	س
٣	٢	١	٠	١	٢	$y =  x $

يمكن أيضًا كتابة  $y = |x|$  دون استخدام رمز القيمة المطلقة.

$$\left. \begin{array}{l} \text{س} > 0 \\ \text{س} = 0 \\ \text{س} < 0 \end{array} \right\} = \text{س}$$

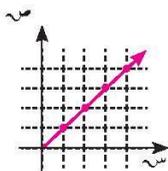


### تعميم

رأس منحنى الدالة  $y = |x + b| + c$  هو النقطة  $(-b, c)$ .

**ملاحظة:** رأس منحنى الدالة  $y = |x + b| + c$  هو النقطة  $(-b, c)$ .

### معلومة رياضية:



الرسم البياني للدالة  
ص = س : س ≤ 0 هو:

### مثال (١)

ارسم بيانيًا الدالة:  $y = |2x + 4|$ .

الحل: رأس منحنى الدالة هو  $(-2, 0)$ .

$$-\frac{b}{a} = -\frac{4}{2} = -2 = \frac{b}{a}$$

نضع جدول قيم للأزواج المرتبة (س، ص) يتضمن رأس المنحنى.

٤-	٣-	٢-	١-	٠	س
٤	٢	٠	٢	٤	ص

### حاول أن تحل

١ ارسم بيانيًا الدالة:  $y = |2x + 3|$ .

## مثال (٢)

ارسم بيانياً الدالة  $ص = |٣ - س| + ٢$  بعد كتابتها دون استخدام رمز القيمة المطلقة.  
الحل:

نعيد الكتابة دون استخدام رمز القيمة المطلقة.

$$ص = |س - ٣| + ٢$$

$$ص = \begin{cases} س - ٣ + ٢ : س \leq ٣ \\ - (س - ٣) + ٢ : س > ٣ \end{cases}$$

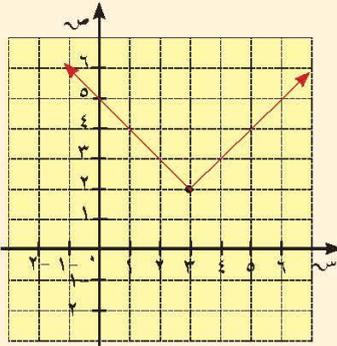
$$ص = \begin{cases} س - ١ : س \leq ٣ \\ -س + ٥ : س > ٣ \end{cases}$$

رأس منحنى الدالة  $(٣, ٢) = (ج, \frac{ب}{د})$

نرسم بيانياً كلاً من:

$$ص = س - ١ \text{ حيث } س \leq ٣,$$

$$ص = -س + ٥ \text{ حيث } س > ٣.$$



س	٣	٢	١
ص	٢	٣	٤

س	٣	٤	٥
ص	٢	٣	٤

## حاول أن تحل

٢ ارسم بيانياً الدالة:  $ص = |١ + س| - ٣$  بعد كتابتها دون استخدام رمز القيمة المطلقة.

## مثال (٣)

دوّار الجوازات المدرسة

المكتبة العامة

يقع منزل إبراهيم بين مدرسته والمكتبة العامة كما في الشكل، وتوجد هذه المواقع الثلاثة على خط مستقيم يمر بدوّار الجوازات.

تبعد المدرسة عن الدوّار ٢ كم وتبعد المكتبة العامة عنه ٧ كم في الاتجاه المعاكس. كم يبعد منزل إبراهيم عن الدوّار إذا كان البعد بين المنزل والمكتبة العامة مثلي البعد بين المنزل والمدرسة؟

الحل:

ليكن س موقع المنزل على الخط المستقيم.

$$\therefore |س - ٢| = \text{البعد بين المنزل والمدرسة، } |س - ٧| = \text{البعد بين المنزل والمكتبة.}$$

$$\therefore |س - ٧| = ٢ = |س + ٢|$$

خواص القيمة المطلقة

$$|س - ٧| = |س + ٢|$$

$$\begin{array}{l|l} \text{أو} & \begin{array}{l} \text{س} - 7 = 2 + \text{س} + 4 \\ \text{س} - 7 = -\text{س} - 4 \\ \text{س} = 11 \text{ مرفوضة، لماذا؟} \end{array} \\ \hline \begin{array}{l} \text{س} - 7 = 2 - \text{س} - 4 \\ \text{س} + 2 = 7 - \text{س} - 4 \\ 3 = \text{س} \\ \text{س} = 1 \end{array} & \end{array}$$

يبعد منزل إبراهيم ١ كم عن الدوّار لجهة المكتبة العامة.

حاول أن تحل

٣ في مثال (٣)، ناقش حل المسألة إذا كانت المكتبة العامة تبعد ٤ كم عن الدوّار.

### رسم بيان دوال المطلق باستخدام بعض التحويلات الهندسية

## Graph of Absolute Value Functions Using some Geometric Transformations

سوف نستخدم الإزاحة (الانسحاب) أفقيًا أو رأسيًا أو الاثنين معًا في رسم بعض دوال القيمة المطلقة.

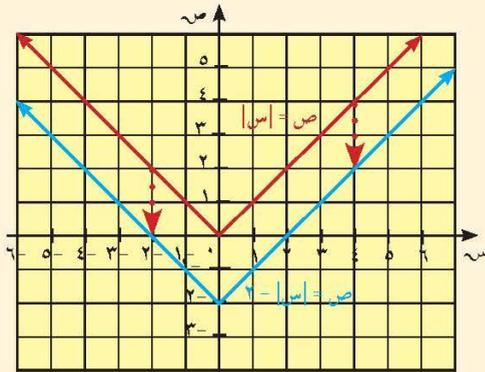
مثال (٤)

ارسم بيان كل من الدالتين:  $ص = |س|$ ،  $ص = 2 - |س|$ .

صف كيف يرتبط الرسم البياني للدالة  $ص = 2 - |س|$  بالرسم البياني للدالة  $ص = |س|$ .

الحل:

اصنع جدول قيم، ثم ارسم بيانيًا.



س	$ص =  س $	$ص = 2 -  س $
٤-	٤	٢
٢-	٢	٠
٠	٠	٢
٢	٢	٠
٤	٤	٢

لكل قيمة للمتغير س، تكون قيمة  $ص = |س|$  أصغر بـ ٢ من قيمة  $ص = |س|$ .

الرسم البياني لـ  $ص = 2 - |س|$  هو صورة للرسم البياني لـ  $ص = |س|$  بعد إزاحته وحدتين إلى أسفل.

## حاول أن تحل

٤ لكل زوج من الدوال، قارن بين الرسمين البيانيين. صف كيف يتم الانتقال من الرسم البياني الأول إلى الثاني.

أ  $ص = |س|$ ،  $ص = |س| - ٤$

ب  $ص = -|س|$ ،  $ص = -|س| + ٣$

**دالة المرجع** هي دالة نستخدم بيانها للحصول على بيان دوال أخرى بإجراء بعض التحويلات الهندسية.

بعض دوال المرجع هي:  $ص = |س|$  حيث  $١ \neq ٠$ ،  $ص = س^٢$ ،  $ص = |س|$ ،  $ص = -|س|$ ، ...  
 الرسم البياني للدالة  $ص = س + ك$  (ك عدد حقيقي موجب) ينتج من انسحاب الرسم البياني للدالة  $ص = س$  إلى الأعلى ك وحدة.  
 كذلك ينتج الرسم البياني للدالة  $ص = س - ك$  من انسحاب الرسم البياني للدالة  $ص = س$  إلى الأسفل ك وحدة.  
 التمثيل البياني للدالة  $ص = |س| \pm ك$  ينتج من انسحاب التمثيل البياني للدالة  $ص = |س|$  إلى الأعلى (أو إلى الأسفل) ك وحدة.  
 وبالمثل التمثيل البياني للدالة  $ص = -|س| \pm ك$  ينتج من انسحاب التمثيل البياني للدالة  $ص = -|س|$  (إلى الأعلى أو إلى الأسفل) ك وحدة.

## مثال (٥)

لكل من الدالتين، حدّد دالة المرجع وارسم بيانها، ثم ارسم كل من الدالتين بياناً مستخدماً الانسحاب بعد تحديد مسافة الانسحاب واتجاهه.

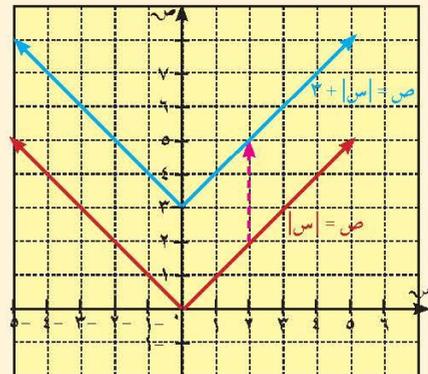
أ  $ص = |س| + ٣$

الحل:

أ دالة المرجع هي  $ص = |س|$ ،  $ك = ٣$

أزح الرسم البياني للدالة  $ص = |س|$

٣ وحدات إلى الأعلى.



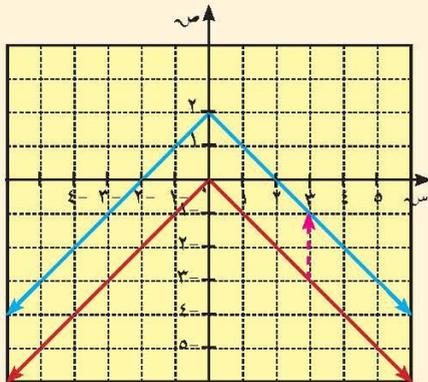
ب  $ص = -|س| + ٢$

الحل:

ب دالة المرجع هي  $ص = -|س|$ ،  $ك = ٢$

أزح الرسم البياني للدالة  $ص = -|س|$

وحدتين إلى الأعلى.



## حاول أن تحل

٥ استخدم دالة المرجع والانسحاب لرسم الدالة  $ص = |س| + ٥$ .

**ملاحظة:** يمكنك عمل جدول للقيم وتحديد بعض النقاط للتحقق من صحة الرسم.

يتشارك الانسحاب الأفقي مع الانسحاب الرأسي ببعض الخصائص.

الرسم البياني للدالة  $ص = |س| + ل$  (حيث  $ل$  عدد حقيقي موجب) هو انسحاب للرسم البياني للدالة  $ص = |س|$ ،  $ل$  وحدة إلى جهة اليسار. كذلك الرسم البياني للدالة  $ص = |س| - ل$  هو انسحاب لدالة المرجع  $ص = |س|$ ،  $ل$  وحدة إلى جهة اليمين.

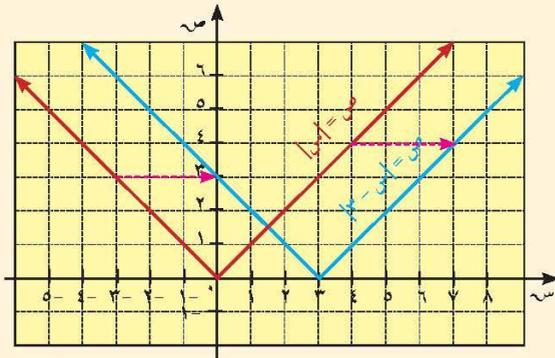
## مثال (٦)

لكل من الدالتين، حدّد قيمة مسافة الانسحاب  $ل$  ثم ارسم بيانيًا كل دالة مستخدمًا الإزاحة، معتبرًا دالة المرجع  $ص = |س|$

ب  $ص = |س| - ٣$

الحل:

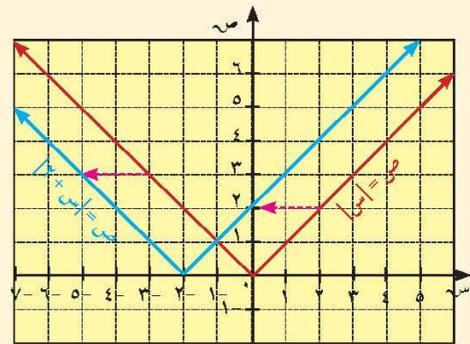
دالة المرجع هي  $ص = |س|$ ،  $ل = ٣$   
الإشارة (-) تعني الإزاحة إلى اليمين.  
أزح رسم  $ص = |س|$  ثلاث وحدات إلى اليمين.



أ  $ص = |س| + ٢$

الحل:

دالة المرجع هي  $ص = |س|$ ،  $ل = ٢$   
الإشارة (+) تعني الإزاحة إلى اليسار.  
أزح رسم  $ص = |س|$  وحدتين إلى اليسار.



## حاول أن تحل

٦ استخدم دالة المرجع والانسحاب لرسم الدالة  $ص = |س| + \frac{٥}{٢}$ .

### مثال (٧)

الرسم البياني للدالة:  $y = -|x + 1| + 4$  حيث  $l = 1$  هو انسحاب للبرسم البياني للدالة  $y = -|x| + 4$ ،  $l$  وحدة إلى جهة اليسار.  
كذلك الرسم البياني للدالة  $y = -|x - 1| + 4$  هو انسحاب لدالة المرجع  $y = -|x| + 4$ ،  $l$  وحدة إلى جهة اليمين.

لكل من الدالتين، حدد قيمة مسافة الانسحاب  $l$ ، ثم ارسم بيانيًا كل دالة مستخدمًا الإزاحة، معتبرًا دالة المرجع  $y = -|x| + 4$ .

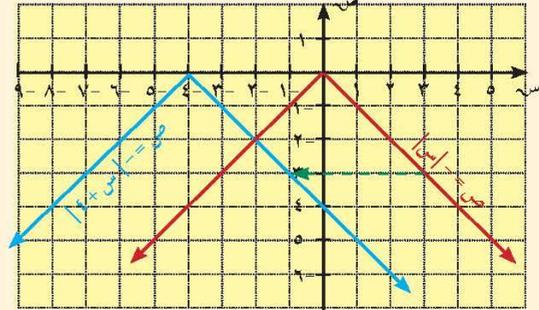
**أ**  $y = -|x + 4| + 4$

الحل:

دالة المرجع  $y = -|x| + 4$ ،  $l = 4$

( $4+$ ) تعني الانسحاب أربعة وحدات إلى جهة اليسار.

ضع الرأس ( $4, 0$ ) ثم ارسم بيانيًا الدالة.

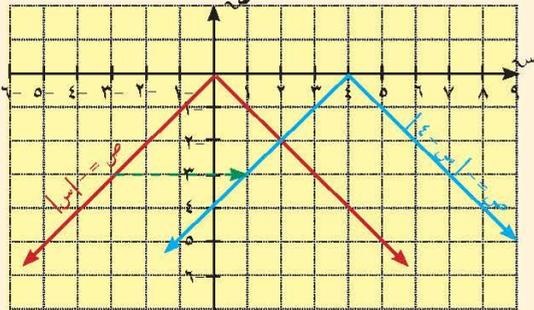


الحل:

دالة المرجع:  $y = -|x| + 4$ ،  $l = 4$

( $4-$ ) تعني الانسحاب أربعة وحدات إلى جهة اليمين.

ضع الرأس ( $0, 4$ ) ثم ارسم بيانيًا الدالة.



### حاول أن تحل

**٧** لكل من الدالتين، حدد دالة المرجع وقيمة مسافة الانسحاب  $l$ ، ثم ارسم بيانيًا كل دالة مستخدمًا الانسحاب.

**أ**  $y = -|x - 2| + 3$

**ب**  $y = -|x + 3| + 3$

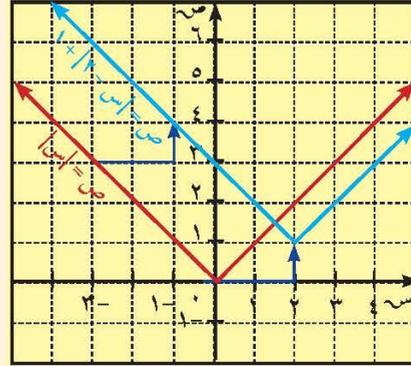
تعرفت كيفية استخدام الانسحاب الأفقي أو الرأسى لدوال المرجع للحصول على رسم بياني لبعض دوال القيمة المطلقة. يمكن أيضًا استخدام الانسحابين الأفقي والرأسى معًا للحصول على بعض الرسوم البيانية للدوال:  $ص = |س + ل| + ك$

### مثال (٨)

ارسم بيانيًا كلا من الدالتين:

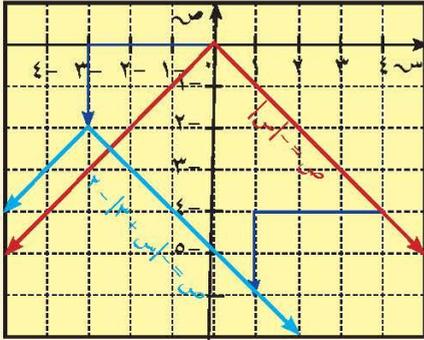
أ  $ص = |س - ٢| + ١$   
الحل:

دالة المرجع  $ص = |س|$ ،  $ل = ٢$ ،  $ك = ١$   
(٢-) تعني الانسحاب وحدتين إلى جهة اليمين.  
(١+) تعني الانسحاب وحدة واحدة إلى الأعلى.  
ضع الرأس (٢، ١) ثم ارسم بيانيًا الدالة.



ب  $ص = -|س + ٣| - ٢$   
الحل:

دالة المرجع هي  $ص = -|س|$ ،  $ل = ٣$ ،  $ك = -٢$   
(٣+) تعني الانسحاب ٣ وحدات إلى جهة اليسار.  
(٢-) تعني الانسحاب وحدتين إلى أسفل.  
ضع الرأس (٣-، ٢-) ثم ارسم بيانيًا الدالة.



### حاول أن تحل

٨ استخدم دالة المرجع والانسحاب لرسم الدالة:

أ  $ص = |س + ٤| + ٣$

ب  $ص = -|س - ٥| - ٣$

يمكنك رسم بيان الدالتين في مثال (٨) بتحديد رأس منحنى الدالة، وتحديد بعض النقاط.

## حل نظام معادلتين خطيتين

### Solving a System of Two Linear Equations

سوف تتعلم

- حل نظام معادلتين خطيتين بيانيًا
- حل نظام معادلتين خطيتين جبريًا باستخدام طريقة الحذف
- حل نظام معادلتين خطيتين جبريًا باستخدام طريقة التعويض

#### معلومة رياضية:

نستخدم الأقواس الكبيرة } قبل كتابة نظام المعادلات.

معلومة مفيدة (تكنولوجيا)

لإدخال البيانات في الآلة الحاسبة، نستخدم الصيغة:

١ **MODE** **EQN**  $a_n x + b_n y = c_n$

أو

٢ **MODE** **MODE** **EQN** 2 Unknowns



$$\begin{matrix} 1 & \left[ \begin{array}{ccc} a & b & c \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{array} \right] \\ 2 & \end{matrix}$$

يظهر على الشاشة

ملاحظة: ١ معظم الآلات الحاسبة تعتمد الصيغة

$$ax + by = c \quad , \quad \text{أس} + \text{ب ص} = \text{ج}$$

٢ تختلف صيغة إدخال البيانات من آلة حاسبة إلى أخرى لذلك ينصح بمراجعة الدليل المرفق بكل آلة حاسبة.

#### استكشاف: تحليل الرسوم البيانية

$$\left. \begin{array}{l} \text{أ} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{ص} = 2\text{س} + 3 \\ \text{ص} = -\text{س} + 1 \end{array} \right. \\ \text{ب} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{ص} = 2\text{س} + 1 \\ \text{ص} = 2\text{س} \end{array} \right. \\ \text{ج} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{ص} = 2\text{س} + 2 \\ \text{ص} = 2\text{س} - 4 \end{array} \right. \end{array} \right\}$$

٢ لكل زوج من المعادلات أجب عن السؤال التالي:

هل للرسوم البيانية نقاط مشتركة؟ ما عددها؟

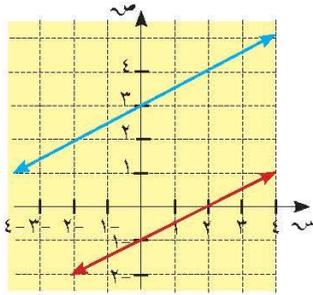
نظام معادلات هو مجموعة من معادلتين أو أكثر تستخدم المتغيرات نفسها. إذا كان الرسم البياني لكل معادلة في نظام من معادلتين هو خط مستقيم، فإن النظام يدعى **نظامًا خطيًا**.

$$\left. \begin{array}{l} \text{فمثلاً} \\ \left\{ \begin{array}{l} 2\text{س} + 3\text{ص} = 4 \\ -\text{س} + 2\text{ص} = 3 \end{array} \right. \end{array} \right\} \text{هو نظام خطي}$$

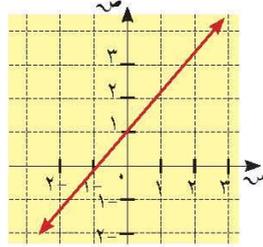
حل نظام معادلات هو إيجاد قيم المتغيرات التي تحقق كل معادلات النظام.

يمكن حل نظام معادلتين خطيتين هندسيًا بتمثيل معادلاتهما بيانيًا.

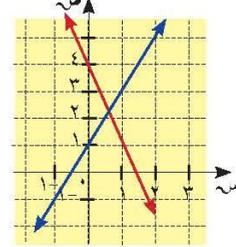
يمكن لنظام معادلتين خطيتين أن يكون له حل واحد أو لا حل، أو عدد لانهايتي من الحلول.



المستقيمان متوازيان غير منطبقين  
لا حل للنظام



المستقيمان منطبقان  
للنظام عدد لانهايتي من الحلول



المستقيمان متقاطعان  
للنظام حل واحد

### مثال (١)

أوجد مجموعة حل النظام  $\begin{cases} 2س - 3ص = 1 \\ 3س + 4ص = 10 \end{cases}$  بيانياً وتحقق من الحل.  
الحل:

ارسم بيانياً المستقيم الذي يمثل كل معادلة.

$3س + 4ص = 10$			
س	٠	١	٢
ص	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	١

$2س - 3ص = 1$			
س	٠	١	٢
ص	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	١

نقطة تقاطع المستقيمين (٢، ١)

تحقق: تحقق ما إن كان الزوج المرتب (٢، ١) يحقق كلتا المعادلتين.

$$3س + 4ص = 10$$

$$10 \stackrel{?}{=} (1)4 + (2)3$$

$$10 \stackrel{?}{=} 4 + 6$$

$$10 = 10 \quad \checkmark$$

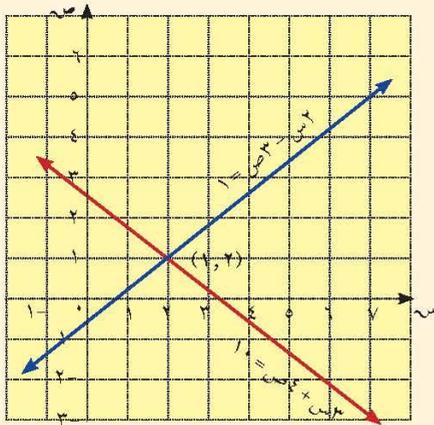
$$2س - 3ص = 1$$

$$1 \stackrel{?}{=} (1)3 - (2)2$$

$$1 \stackrel{?}{=} 3 - 4$$

$$1 = 1 \quad \checkmark$$

∴ مجموعة حل النظام =  $\{(1, 2)\}$



### حاول أن تحل

بيانياً وتحقق من الحل.

$$1 \quad \begin{cases} 2س + 5ص = 0 \\ -س + 1ص = -1 \end{cases} \text{ أوجد مجموعة حل النظام}$$

يمكن حل نظام معادلتين خطيتين جبرياً بطريقة الحذف. نستخدم خاصية الجمع والضرب في المعادلات.

### مثال (٢)

استخدم طريقة الحذف لإيجاد مجموعة حل النظام  $\begin{cases} 13 = 2س - ص \\ 7 = 3س + ص \end{cases}$

الحل:

$$\begin{array}{r} 13 = 2س - ص \\ 7 = 3س + ص \\ \hline 20 = 5س \\ 4 = س \end{array}$$

اختر إحدى المعادلتين  $7 = 3س + ص$

عوض عن س بـ ٤ في المعادلة ٢  $7 = 3(4) + ص$

بسّط  $7 = 12 + ص$

$5 = -ص$

مجموعة الحل =  $\{(5, -4)\}$ .

### حاول أن تحل

٢ استخدم طريقة الحذف لإيجاد مجموعة حل النظام  $\begin{cases} 11 = 3س + ص \\ 10 = 2س + 4ص \end{cases}$

يمكن أن تحوّل صيغ معادلتين النظام بحيث يصبح معاملا ص (أو س) كل منهما المعكوس الجمعي للآخر باستخدام خاصية الضرب في المعادلات.

### مثال (٣)

استخدم طريقة الحذف لإيجاد مجموعة حل النظام  $\begin{cases} 3 = 3س + 2ص \\ 14 = 5س - 3ص \end{cases}$

١ الحل:  $3 = 3س + 2ص$

٢  $14 = 5س - 3ص$

$3 = 3س + 2ص$  ← اضرب المعادلة ١ في ٥

$14 = 5س - 3ص$  ← اضرب المعادلة ٢ في ٣

اجمع

$$\begin{array}{r} 15 = 15س + 10ص \\ 42 = 15س - 9ص \\ \hline 57 = 19س \\ 3 = س \end{array}$$

$$\begin{aligned}
& \text{اختر إحدى المعادلتين} & 3 &= 2س + 3ص \\
& \text{عوض عن س ب 3 في المعادلة 1} & 3 &= 2(3) + 3ص \\
& & 3 &= 3ص + 6 \\
& & 3- &= 3ص \\
& & 1- &= ص \\
& & \text{مجموعة الحل} &= \{(3, -1)\}
\end{aligned}$$

حاول أن تحل

$$\left. \begin{aligned} 12 &= 3ص + 2س \\ 13 &= 5ص - س \end{aligned} \right\} \text{ استخدم طريقة الحذف لإيجاد مجموعة حل النظام}$$

يمكن أيضًا حل نظام معادلتين جبريًا بطريقة التعويض. حدّد قيمة أحد المتغيرين بدلالة الآخر في إحدى المعادلتين، وعوّض عنه بقيمته في المعادلة الثانية.

مثال (٤)

$$\left. \begin{aligned} 1 &= 3م - ل \\ 5 &= 3م - 2ل \end{aligned} \right\} \text{ استخدم طريقة التعويض لحل النظام}$$

الحل: في المعادلة الأولى (تم اختيارها لأنها أسهل)، حدّد قيمة ل بدلالة م.

$$1 = 3م - ل$$

$$1 - 3م = ل$$

في المعادلة الثانية عوض عن ل بقيمتها:

$$5 = (1 - 3م)2 - 3م$$

$$5 = 2 + 6م - 3م$$

$$3 = 3م -$$

$$1 = م$$

$$\text{عوض عن م ب } (1) \text{ في } 1 - 3م = ل$$

$$1 - (1)3 = ل$$

$$-2 = ل$$

$$\text{حل النظام هو: } م = 1, ل = -2$$

حاول أن تحل

$$\left. \begin{aligned} 3 + 2ر &= ت \\ 6 = 4ت - 5ر \end{aligned} \right\} \text{ حل النظام } \left. \begin{aligned} 3 + 2ر &= ت \\ 6 = 4ت - 5ر \end{aligned} \right\} \text{ مستخدمًا طريقة التعويض.}$$

### مثال (٥) تطبيقات حياتية

دفع محمد ٢,٨٠٠ دينار ثمن ٦ أكواب شاي وقطعتي حلوى، ودفع سالم في المكان نفسه ٥,٢٠٠ دنانير ثمن كوبين من الشاي و٦ قطع حلوى. ما سعر كوب الشاي وما سعر قطعة الحلوى؟  
الحل:

ليكن ش سعر كوب الشاي، ح سعر قطعة الحلوى

محمد	٦ أكواب شاي ش × ٦	و	قطعتا حلوى ح × ٢	دفع	٢,٨٠٠ دينار ٢,٨٠٠ =
سالم	كوبان من الشاي ش × ٢	و	٦ قطع حلوى ح × ٦	دفع	٥,٢٠٠ دنانير ٥,٢٠٠ =

لمعرفة الأسعار نحل النظام:  $\left. \begin{array}{l} ٢,٨٠٠ = ٦ش + ٢ح \\ ٥,٢٠٠ = ٢ش + ٦ح \end{array} \right\}$

باستخدام أي من الطرائق التي سبق عرضها نحصل على: ش = ٥٠٠, ٢٠٠ = ح  
أي أن سعر كوب الشاي = ٥٠٠ دينار، وسعر قطعة الحلوى = ٢٠٠ دينار.

### حاول أن تحل

- ٥ وزعت ٦ كجم من المربى في ١٤ عبوة، بعض العبوات يحتوي على ٥٠٠ جم وبعضها الآخر على ٣٧٥ جم.  
ما عدد العبوات من كل نوع؟

## حل معادلات من الدرجة الثانية في متغير واحد Solving Quadratic Equations in One Variable

### سوف تتعلم

- قانون حل المعادلات من الدرجة الثانية
- استخدام المميز  $\Delta$
- المقارنة بين المعادلة والشكل البياني
- للدالة من الدرجة الثانية باستخدام  $\Delta$
- مجموع وناتج ضرب جذري المعادلة
- إيجاد معادلة من الدرجة الثانية إذا علم جذراها

### دعنا نفكر ونتناقش

سبق أن قمت بحلّ بعض معادلات الدرجة الثانية بالتحليل، كما في المثال التالي:

$$\text{حلّ المعادلة: } س^2 - ٧س + ١٠ = ٠$$

الحل:

$$س^2 - ٧س + ١٠ = ٠$$

$$س(س - ٥) = ٠$$

$$\therefore س = ٥ \text{ أو } س = ٢$$

$$\text{أي } س = ٥ \text{ أو } س = ٢$$

$$\text{إذا حلّ المعادلة هو } س = ٥ \text{ أو } س = ٢$$

لكن بعض المعادلات يصعب (أو لا يمكن) حلها بالتحليل.

لذلك نبحث عن طريقة أخرى هي بإكمال المربع، كما في المثال التالي:

$$\text{حلّ المعادلة: } س^2 + ٦س - ٥ = ٠$$

$$\text{الحل: نأخذ المربع الكامل: } (س + ٣)^2 = ١٤$$

$$\text{وبالمقارنة مع المعادلة } س^2 + ٦س = ٥$$

$$\text{نحصل على } س = ٣, س = ١$$

وعليه، لحل المعادلة نضيف للطرفين  $س^2 + ٦س = ٩$  لنحصل على مربع كامل.

$$س^2 + ٦س + ٩ = ١٤$$

$$\text{س}^2 + ٦س + ٩ = ١٤ \text{ بإكمال المربع للمقدار } س^2 + ٦س$$

$$١٤ = (س + ٣)^2$$

$$س + ٣ = \pm \sqrt{١٤}$$

$$س = -٣ - \sqrt{١٤} \text{ أو } س = -٣ + \sqrt{١٤}$$

إن طريقة إكمال المربع تصلح لحل أي معادلة من الدرجة الثانية.

### ١ - حل معادلة من الدرجة الثانية في متغير واحد بإكمال المربع:

## Solving Quadratic Equation by Completing the Square

### إرشاد:

لإكمال المربع نضيف إلى الطرفين  $(\frac{١}{٢} \text{ معامل } س)^2$

### مثال (١)

أوجد مجموعة حلّ المعادلة:  $س^2 + ١٠س - ١٦ = ٠$  بإكمال المربع.

الحل:

نكمل  $س^2 + ١٠س + ٢٥$  لتصبح مربعًا كاملًا،

بإضافة ٢٥ إلى طرفي المعادلة نجد أن:

$$س^٢ + ١٠س + ٢٥ = ٢٥ + ١٦ - ٢٥$$

$$١٦ - ٢٥ = ٢(٥ + س)$$

$$٩ = ٢(٥ + س)$$

$$س + ٥ = ٣ ±$$

$$س = ٣ ± ٥ = ٨ - س \text{ أو } ٢ - س \text{ أي مجموعة الحل: } \{-٢, ٨\}.$$

حاول أن تحل

١ حل المعادلة:  $س^٢ - ٨س - ١٥ = ٠$  بإكمال المربع.

## ٢- استخدام القانون لحل معادلات الدرجة الثانية في متغير واحد

### Solving Quadratic Equations by Using the Quadratic Formula

تستخدم طريقة إكمال المربع لاستنتاج قانون عام لحل أي معادلة من الدرجة الثانية على الصورة:  $س^٢ + بس + ج = ٠$ ، وذلك بأخذ مثال عددي: حل المعادلة:  $س^٢ + ٦س + ١ = ٠$

المثال العددي:

$$س^٢ + ٦س + ١ = ٠$$

$$س^٢ + \frac{٦}{٢}س + \frac{١}{٢} = ٠ \text{ بالقسمة على } ٢. \text{ لماذا؟}$$

$$س^٢ + ٣س - \frac{١}{٢} = ٠$$

$$س^٢ + ٢\left(\frac{٣}{٢}\right)س + \left(\frac{٣}{٢}\right)^٢ = \left(\frac{٣}{٢}\right)^٢ - \frac{١}{٢}$$

$$\left(س + \frac{٣}{٢}\right)^٢ = \frac{٩}{٤} - \frac{٢}{٤}$$

$$\left(س + \frac{٣}{٢}\right)^٢ = \frac{٧}{٤}$$

$$س + \frac{٣}{٢} = \pm \sqrt{\frac{٧}{٤}}$$

$$س = \frac{-٣ \pm \sqrt{٧}}{٢}$$

من ذلك نستنتج أن:

القانون العام لحل معادلات الدرجة الثانية في متغير واحد:  
حل المعادلة:  $س^٢ + بس + ج = ٠$ ، حيث  $ب \neq ٠$  هو:  $س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^٢ - ٤ج}}{٢}$

### ٣- حل معادلة من الدرجة الثانية في متغير واحد باستخدام القانون:

## Solving Quadratic Equation in one Variable Using Formula

### مثال (٢)

حلّ المعادلة:  $س^2 + ١٠س - ١٦ = ٠$  باستخدام القانون.

ثمّ تحقق من صحة الناتج باستخدام التحليل.

الحل:

$$س^2 + ١٠س + ١٦ = ٠$$

بمقارنة ذلك بالصورة العامة

$$س^2 + بس + ج = ٠$$

$$١ = ٢، ب = ١٠، ج = ١٦$$

$$س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^2 - ٤أج}}{٢أ}$$

(١)

$$ب^2 - ٤أج = (١٠)^2 - ٤(١)(١٦) = ٣٦$$

$$\sqrt{ب^2 - ٤أج} = \sqrt{٣٦} = ٦$$

$$س = \frac{-١٠ \pm ٦}{٢ \times ١}$$

بالتعويض في القانون

$$س = \frac{-١٠ + ٦}{٢} \text{ أو } س = \frac{-١٠ - ٦}{٢}$$

$$س = \frac{-٤}{٢} \text{ أو } س = \frac{-١٦}{٢}$$

$$س = -٢ \text{ أو } س = -٨$$

وهو ما حصلنا عليه في المثال (١) باستخدام إكمال المربع.

وإذا استخدمنا التحليل نصل إلى النتيجة نفسها (حاول ذلك بنفسك).

### حاول أن تحل

٢ باستخدام القانون، أوجد مجموعة حل المعادلة:

ب)  $س(س - ٢) = ٧$

أ)  $س^2 - ٦س + ٥ = ٠$

### مثال (٣)

حلّ المعادلة:  $س^2 + ٢س + ٤ = ٧$

الحل:  $٢ = ٢، ب = ٤، ج = -٧$

$$س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^2 - ٤أج}}{٢أ} \text{ حيث } ب = -٤، أ = ٤، ج = -٥٦ \Rightarrow ٧٢ = ٥٦ + ١٦ = (٧-)(٢)٤ - ٢٤ = ٤٤ - ٢٤ = ٢٠$$

$$س = \frac{-٤ \pm \sqrt{١٦ - ٤٤}}{٨} = \frac{-٤ \pm \sqrt{-٢٨}}{٨} = \frac{-٤ \pm ٢\sqrt{-٧}}{٨} = \frac{-٢ \pm \sqrt{-٧}}{٤}$$

$$س = \frac{-٢ + \sqrt{-٧}}{٤} \approx ١,١٢١٣ \text{ أو } س = \frac{-٢ - \sqrt{-٧}}{٤} \approx -٣,١٢١٣$$

حاول أن تحل

٣ أوجد مجموعة حلّ المعادلة:  $٤س^٢ = ١٣س - ٩$

#### مثال (٤) تطبيقات حياتية

حركة الصواريخ: قامت جمعية للعلوم بصنع نموذج صاروخ، وتم إطلاقه رأسياً من سطح الأرض بسرعة ٣٠ مترًا/ثانية. بعد كم ثانية يصل الصاروخ إلى ارتفاع ٤٠ مترًا؟ علمًا بأن العلاقة بين الارتفاع (ف) بالمتر، والزمن (ن) بالثانية، وسرعة الإطلاق (س) بالمتر/ثانية، والارتفاع (ف) الذي أطلق منه بالمتر تعطى بالعلاقة:

$$١) \quad ٥-٢ن + س + ف = ٠$$

الحل: بالتعويض في (١) عن ف، س،

حيث ف = ٠ (لأنه أطلق من سطح الأرض) نجد أن:

$$٢) \quad ٥-٢ن + ٣٠ + ٠ = ٤٠$$

$$٥-٢ن + ٣٠ = ٤٠$$

$$٥ - ٣٠ = ٢ن \Rightarrow ٢٥ = ٢ن$$

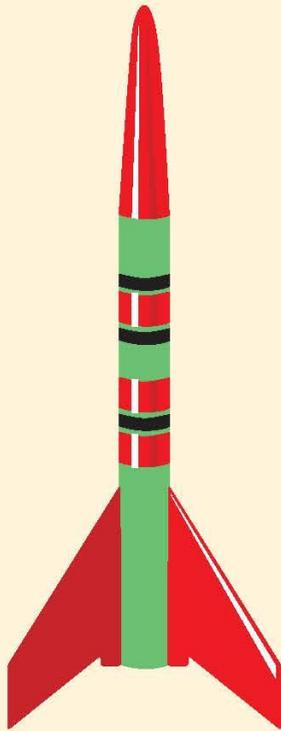
$$ن = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^2 - ٤أج}}{٢أ} \text{ حيث } ب = -٢، أ = ٤، ج = -٢٥ \Rightarrow ١٠٠ = ٨٠٠ - ٩٠٠ = ١٠٠$$

$$١٠ = \sqrt{٤ - ٢بأج}$$

$$ن = \frac{-٢ \pm ١٠}{٢(٥)}$$

$$ن = \frac{١٠ + ٣٠}{١٠} = ٢ \text{ أو } ن = \frac{١٠ - ٣٠}{١٠} = -٢$$

يكون الصاروخ على ارتفاع ٤٠ مترًا من نقطة إطلاقه بعد ٢ ثانية عند صعوده وبعد ٤ ثوانٍ من الانطلاق عند نزوله.



## حاول أن تحل

- ٤ كذفت رصاصة عموديًّا إلى أعلى بسرعة ٤٠ مترًا/ثانية. أوجد الزمن (ن ثانية) الذي تستغرقه الرصاصة كي تصل إلى ارتفاع ٨٠ مترًا علمًا أن العلاقة بين الزمن (ن) والارتفاع (ف) والسرعة (ع) هي:
- $$ف = ٥ن^٢ + ع ن، ع = السرعة بالمتر/ث.$$

## Using the Discriminant

### ٤ - استخدام المميز $\Delta$ :

من القانون العام لحل المعادلة:  $أس^٢ + ب س + ج = ٠$  حيث  $ا \neq ٠$  تكون الصورة العامة لجذري المعادلة كالتالي:

$$س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^٢ - ٤أج}}{٢أ} \text{ أو } س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^٢ - ٤أج}}{٢أ}$$

يسمى  $\Delta = ب^٢ - ٤أج$  المميز، وقد يكون الناتج عددًا موجبًا أو صفرًا أو عددًا سالبًا لأنه يميّز لنا نوع جذري المعادلة من حيث كونهما: عددين حقيقيين مختلفين، إذا كان المميز موجبًا  
أو عددين حقيقيين متساويين، إذا كان المميز يساوي صفرًا  
أو عددين غير حقيقيين، إذا كان المميز سالبًا.  
ويتضح ذلك من الأمثلة التالية:

### مثال (٥)

حدد نوع جذري المعادلة:  $س^٢ + ٢س - ٣ = ٠$  وتحقق من نوع الجذرين جبريًّا باستخدام القانون وبيانيًّا.

الحل:

$$ا = ١، ب = ٢، ج = -٣$$

$$\Delta = ب^٢ - ٤أج = ٢(٢) - ٤(١)(-٣) = ٤ + ١٢ = ١٦$$

وحيث إنه عدد موجب، إذا الجذران هما عددان حقيقيان مختلفان.

• يمكن التحقق من ذلك بحل المعادلة جبريًّا:

$$س^٢ + ٢س - ٣ = ٠$$

$$س = \frac{-٢ \pm \sqrt{٢^٢ - ٤(١)(-٣)}}{٢(١)}$$

$$س = \frac{-٢ \pm \sqrt{٤ + ١٢}}{٢} = \frac{-٢ \pm ٤}{٢}$$

$$س = ١+ \text{ أو } س = ٣-$$

ومن الواضح أن الجذرين عددان حقيقيان مختلفان.

### معلومة مفيدة:

عند رسم بيان

$$ص = أس^٢ + ب س + ج$$

حيث  $ا \neq ٠$ ، يكون رأس المنحنى

$$\text{عند } س = \frac{-ب}{٢أ}$$

التحقق بيانيًا:

س	٣-	٢-	١-	٠	١	٢
ص	٠	٣-	٤-	٣-	٠	٥

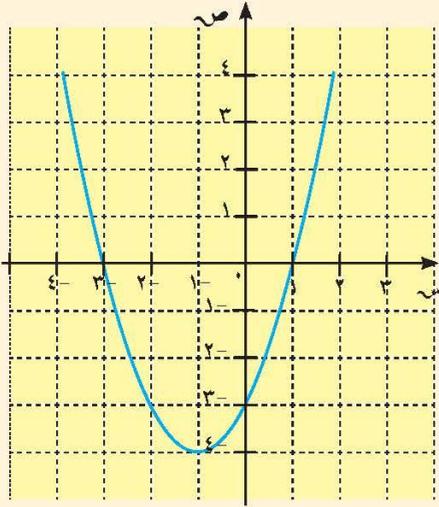
يبين الرسم البياني نقطتي تقاطع مع محور السينات.

تكتب المعادلة  $س^2 + ٢س - ٣ = ٠$  على الصورة  $(س + ١) - ٢ = ٤ = ٠$

∴ بيان الدالة ص =  $س^2 + ٢س - ٣$  هو انسحاب لدالة المرجع ص =  $س^2$   
وحدة واحدة جهة اليسار، ٤ وحدات إلى الأسفل.

حاول أن تحل

٥ حدد نوع جذري المعادلة:  $س^2 - ٢س + ٥ = ٠$ ، تحقق من الحل جبريًا وبيانيًا.



مثال (٦)

أوجد نوع جذري المعادلة:  $س^2 + ٤س + ١ = ٠$ ، وتحقق من نوع الجذرين جبريًا باستخدام القانون وبيانيًا.

الحل:  $٤ = ب$ ،  $١ = ج$ ،  $١ = المميز$ :  $\Delta = ب^2 - ٤ج = ٤ - ٤ = ٠$

وحيث إن المميز يساوي صفرًا، فالجذران حقيقيان ومتساويان وللتحقق من ذلك جبريًا:

$$س = \frac{-ب \pm \sqrt{ب^2 - ٤ج}}{٢٢}$$

$$س = \frac{-٤ \pm ٠}{٤ \times ٢}$$

$$س = \frac{-٤}{٤} = -١$$

$$س = \frac{-٤}{٤} = -١$$

أي أن الجذرين متساويان وكل منهما يساوي  $-\frac{١}{٢}$

التحقق بيانيًا:

س	١	٠	٠,٥-	١-	٢-
ص	٩	١	٠	١	٩

يبين الرسم البياني نقطة تقاطع واحدة مع محور السينات.

حاول أن تحل

٦ حدد نوع جذري المعادلة:  $س^2 + ١٠س + ٢٥ = ٠$ ، تحقق من الحل بيانيًا.

معلومة مفيدة:

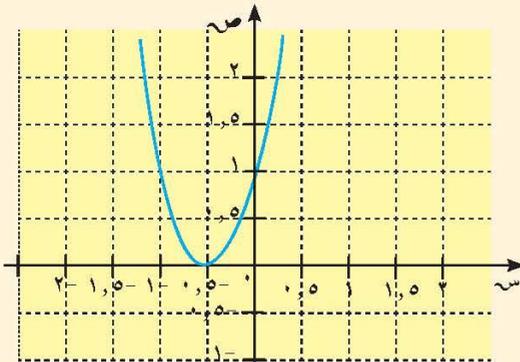
لحل معادلة تربيعية باستخدام الحاسبة نضغط

على **MODE**، **EQN** ثم **QUAD**

أو  $ax^2 + bx + c = 0$ . يظهر على الشاشة

$\begin{bmatrix} a & b & c \\ \square & \square & \square \end{bmatrix}$  نعوض بقيم  $a$ ،  $b$ ،  $c$  متبوعة

كل مرة بالضغط على **=** فيظهر الجذران تباعًا.



### مثال (٧)

حدد نوع جذري المعادلة:  $س^2 + ٢س + ٥ = ٠$ ، وتحقق من الحل بيانياً.  
الحل:

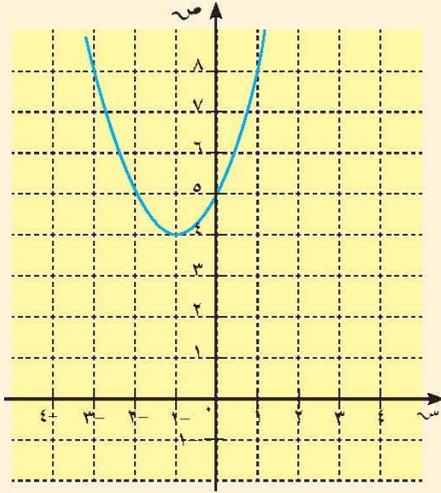
$$١ = ٢، ٢ = ب، ج = ٥$$

$$\Delta = ب^2 - ٤اج = ٤ - ٢(٥) = (٥)$$

$$= ١٦ - ٢٠ = -٤$$
 وهذا عدد سالب

إذاً الجذران تخيليان (أي غير حقيقيين) لأن  $\sqrt{-١٦}$  ليس عدداً حقيقياً.

التحقق بيانياً:



س	١	٠	١-	٢-	٣-
ص	٨	٥	٤	٥	٨

يبيّن الرسم البياني أنه لا يوجد نقاط تقاطع مع محور السينات.

### حاول أن تحل

٧ حدد نوع جذري المعادلة:  $س^2 - ٥س + ٧ = ٠$ ، وتحقق من الحل بيانياً.

### تعميم

المميز	نوع جذري المعادلة	التمثيل البياني للدالة
$ب^2 - ٤اج < ٠$ (عدد موجب)	الجذران حقيقيان (مختلفان)	$ص = اس^2 + بس + ج$ حيث $ب \neq ٠$
$ب^2 - ٤اج = ٠$	الجذران حقيقيان متساويان	
$ب^2 - ٤اج > ٠$ (عدد سالب)	جذران غير حقيقيين	

اكتب أمثلة من عندك عن معادلات من الدرجة الثانية توضح الأنواع الثلاثة للمعادلات (من حيث جذرا المعادلة) المبيّنة في الجدول المجاور.

١ إذا كانت إشارة معامل  $س^2$  موجبة يكون المنحنى بالشكل  $\cup$ .

٢ إذا كانت إشارة معامل  $س^2$  سالبة يكون المنحنى بالشكل  $\cap$ .

## ٥- مجموع وناتج ضرب جذري المعادلة التربيعية:

### Sum and Product of Roots of a Quadratic Equation

#### تنبيه:

المعادلة التربيعية هي معادلة من الدرجة الثانية في متغير واحد.

$$\begin{aligned} \text{اعتبر المعادلة: } ax^2 + bx + c = 0, a \neq 0 \\ \text{جذرا المعادلة هما: } x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \text{ أو } x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\ \text{مجموع جذري المعادلة: } x_1 + x_2 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} + \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-2b}{2a} = -\frac{b}{a} \\ \text{نتج ضرب الجذرين: } x_1 \times x_2 = \left( \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \right) \times \left( \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \right) = \frac{b^2 - (b^2 - 4ac)}{4a^2} = \frac{4ac}{4a^2} = \frac{c}{a} \end{aligned}$$

أي أن:

$$\begin{aligned} \text{إذا كان جذرا المعادلة: } ax^2 + bx + c = 0 \text{ هما } m, n \\ \text{فإن: } m + n = -\frac{b}{a}, \quad m \times n = \frac{c}{a} \end{aligned}$$

## ٦- إيجاد مجموع وناتج ضرب جذري المعادلة:

### Finding Sum and Product of Roots of a Quadratic Equation

#### مثال (٨)

بدون حل المعادلة، أوجد مجموع وناتج ضرب جذري المعادلة:  $3x^2 + 2x - 3 = 0$  إذا وجد.

$$\text{الحل: } a = 3, b = 2, c = -3$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = 4 - 4(3)(-3) = 40 > 0$$

لما كان المميز موجباً إذاً يوجد جذران حقيقيان مختلفان.

$$\text{مجموع الجذرين: } m + n = -\frac{b}{a} = -\frac{2}{3}$$

$$\text{نتج ضرب الجذرين: } m \times n = \frac{c}{a} = \frac{-3}{3} = -1$$

ويمكن التحقق من صحة النتائج بحل المعادلة.

#### حاول أن تحل

٨ بدون حل المعادلة، أوجد مجموع وناتج ضرب جذري المعادلة:  $4x^2 - 9x + 3 = 0$  إذا وجد.

### مثال (٩)

إذا كان مجموع جذري المعادلة:  $٢س^٢ + ب س - ٥ = ٠$  يساوي ١. فأوجد قيمة ب، ثم حلّ المعادلة.

الحل:

$$\text{مجموع جذري المعادلة: } م + ن = -\frac{ب}{٢} = -\frac{١}{٢} \Rightarrow ب = ٢$$

$$\text{المعادلة: } ٢س^٢ + ب س - ٥ = ٠ \text{ تصبح: } ٢س^٢ - ٢س - ٥ = ٠$$

$$س = \frac{-ب \pm \sqrt{\Delta}}{٢٢}$$

$$\Delta = ب^٢ - ٤س٢ = ٤ - ٤(٥) = -١٦$$

$$س = \frac{-٢ \pm \sqrt{-١٦}}{٢ \times ٢}$$

$$س = \frac{-٢ \pm ٢\sqrt{-١}}{٤}$$

$$\text{إذاً الجذران هما: } \frac{-٢ + ٢\sqrt{-١}}{٤} \text{ أو } \frac{-٢ - ٢\sqrt{-١}}{٤}$$

حاول أن تحل

#### فكر معي:

إذا كان  $١$ ، ج مختلفي الإشارة في المعادلة:  $٢س^٢ + ب س + ج = ٠$  فإن للمعادلة جذران حقيقيان مختلفان.

٩ إذا كان ناتج ضرب جذري المعادلة:  $٢س^٢ + ٢س - ٥ = ٠$  يساوي  $\frac{٢}{٣}$ . فأوجد قيمة  $١$ ، ثم حلّ المعادلة.

### ٧- إيجاد المعادلة التربيعية إذا علم جذراها:

### Finding the Quadratic Equation Knowing its Roots

لتكن المعادلة:  $٢س^٢ + ب س + ج = ٠$ ، وليكن جذراها  $م$ ،  $ن$

$$س^٢ + \frac{ب}{٢}س + \frac{ج}{٢} = ٠$$

$$\text{وحيث إن } م + ن = -\frac{ب}{٢}، \frac{ب}{٢} = -م - ن، \frac{ج}{٢} = م ن$$

$$\text{إذاً المعادلة على الصورة: } س^٢ - (م + ن)س + م ن = ٠$$

هي معادلة بمعلومية مجموع الجذرين وناتج ضربيهما.

طريقة أخرى:

ليكن  $م$ ،  $ن$  جذري المعادلة من الدرجة الثانية في متغير واحد

$$\therefore \text{المعادلة تكون على الصورة: } (س - م)(س - ن) = ٠$$

$$\therefore س^٢ - (م + ن)س + م ن = ٠$$

### مثال (١٠)

أوجد معادلة تربيعية جذراها ٣، ٥.

الحل:

بما أن الجذرين هما: ٣، ٥.

∴ المعادلة التربيعية على الصورة:  $s^2 - (\text{مجموع الجذرين})s + (\text{ناتج ضرب الجذرين}) = ٠$

$$s^2 - ٨s + ١٥ = ٠$$

أو حلّ آخر: المعادلة على الصورة:  $(s - ٣)(s - ٥) = ٠$

$$s^2 - ٨s + ١٥ = ٠$$

### حاول أن تحل

١٠ إذا كان جذرا المعادلة  $s^2 - ٥s + ٦ = ٠$  هم ل، م فكّون معادلة تربيعية جذراها ٢، ٣.

### حالة عامة: General Case

يوجد عدد لا نهائي من المعادلات يكون جذرا كلّ منها م، ن

وكّلّ منها على الصورة:  $s^2 - (م + ن)s + م ن = ٠$

حيث (ك) أي عدد حقيقي  $\neq$  صفراً.

### مثال (١١)

أوجد ثلاث معادلات تربيعية جذرا كل منها ٣، ٥.

الحل:

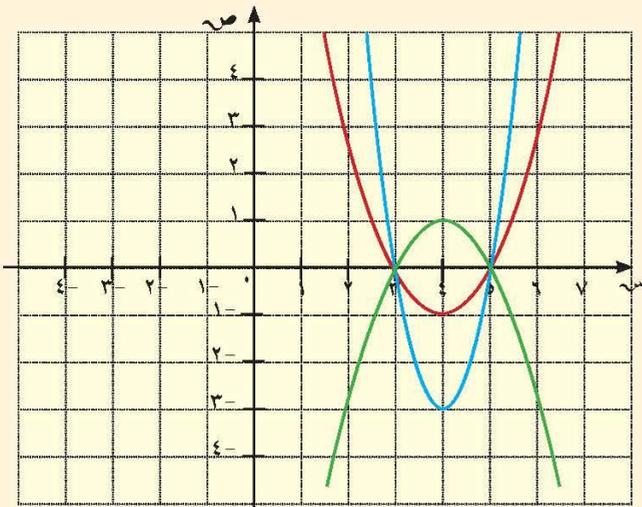
$$s^2 - ٨s + ١٥ = ٠ \quad \text{لماذا؟}$$

$$٣(s^2 - ٨s + ١٥) = ٠$$

وهكذا (انظر الشكل المقابل).

### حاول أن تحل

١١ أوجد معادلتين تربيعيتين جذرا كل منهما: -٤، -٣.



## المرشد لحل المسائل

عرض مدير أحد المنتجات الأسعار التالية خلال الموسم .

**العرض أ:** يدفع الشخص ٦,٥٠٠ دنانير كل مرة يدخل المنتجع .

**العرض ب:** يدفع الشخص ٢٨ دينارًا ثم ٣ دنانير كل مرة يدخل المنتجع .

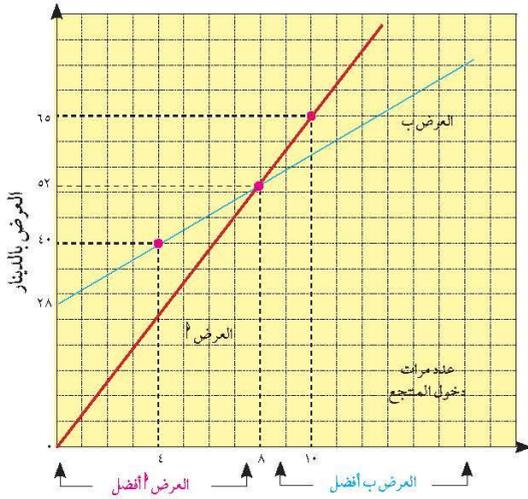
يحاول يوسف معرفة أي من العرضين أفضل .

بدأ يوسف بنمذجة العرضين .

**العرض أ:** ص = ٦,٥٠٠ س حيث س عدد مرات دخول المنتجع، ص مجموع ما سيدفعه .

**العرض ب:** ص = ٢٨ + ٣س .

فكر يوسف: إذا حللت نظام المعادلتين  $\left. \begin{array}{l} \text{ص} = 6,500 \text{ س} \\ \text{ص} = 28 + 3 \text{ س} \end{array} \right\}$  أحصل على س = ٨، ص = ٥٢ أي أن العرضين يتساويان إذا دخلت ٨ مرات إلى المنتجع .



لكن يوسف لم يكتف بهذه النتيجة لأنه يريد أن يعرف بشكل عام ودون تحديد عدد مرات الدخول أي العرضين أفضل . لذلك استخدم حاسوبه ومثل بيانيًا المعادلتين .

ما استنتجه يوسف:

١ لمن يريد الدخول أقل من ٨ مرات إلى المنتجع العرض أ هو أفضل .

٢ لمن يريد الدخول أكثر من ٨ مرات إلى المنتجع العرض ب هو أفضل .

٣ يتساوى العرضان بالدخول ٨ مرّات .

### مسألة إضافية

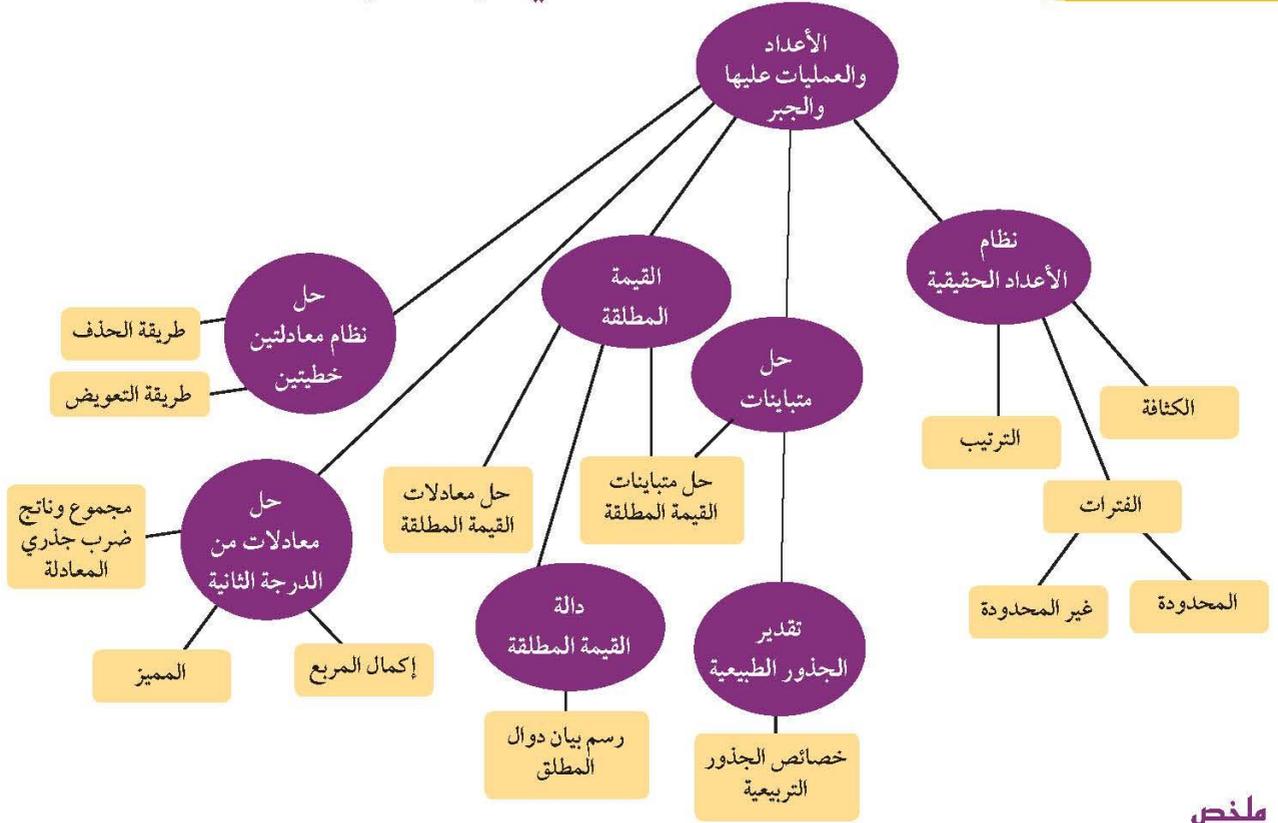
يعرض على أحد المسارح للجمهور ١٢ عملاً فنيًا . يختار الجمهور أحد العرضين:

أ ١٠ دنانير لحضور كل عمل فني .

ب ٢٠ دينارًا ثم ٦ دنانير كل مرة يحضر عملاً فنيًا .

وضّح أي العرضين أفضل لمن يريد حضور ٦,٤ أعمال فنية .

## مخطط تنظيمي للوحدة الأولى



### ملخص

- يوجد بين أي عددين حقيقيين مختلفين عدد لانهائي من الأعداد الحقيقية. مجموعة الأعداد الحقيقية هي مجموعة مرتبة.  
 - لأي عددين حقيقيين  $a, b$  تعبير واحد فقط مما يلي هو صحيح:  $a < b$  أو  $a = b$  أو  $a > b$ .

- العدد  $a$  هو جذر تربيعي العدد  $b$  عندما  $a^2 = b$

- لأي عددين حقيقيين غير سالبين  $a, b$ :  $\sqrt{a} \times \sqrt{b} = \sqrt{ab}$ ،  $\sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$  حيث  $b \neq 0$ .

- القيمة المطلقة لأي عدد حقيقي  $s$  هي:

$$|s| = \begin{cases} s & \text{إذا كان } s > 0 \\ -s & \text{إذا كان } s < 0 \\ 0 & \text{إذا كان } s = 0 \end{cases}$$

-  $|a| \leq |b|$ ،  $|a| = |b|$  لأي عدد حقيقي  $a, b$ .

$$|a \times b| = |a| \times |b|، \left| \frac{a}{b} \right| = \frac{|a|}{|b|} \text{ حيث } b \neq 0 \text{ (} a, b \text{ عددان حقيقيان).}$$

- الرسم البياني للدالة  $y = |x|$  حيث  $x \in \mathbb{R}$  هو انسحاب للرسم البياني للدالة  $y = x$ ،  $l$  وحدة إلى جهة اليسار.

- الرسم البياني للدالة  $y = |x - l|$  حيث  $x \in \mathbb{R}$  هو انسحاب للرسم البياني للدالة  $y = x$ ،  $l$  وحدة إلى جهة اليمين.

- الرسم البياني للدالة  $y = |x + l|$  حيث  $x \in \mathbb{R}$  هو انسحاب أفقي ورأسي معاً لرسم الدالة  $y = x$ .

- المميز:  $\Delta = b^2 - 4ac$

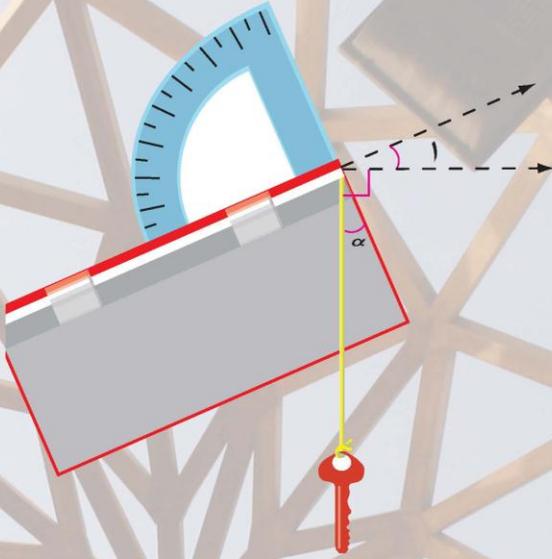
$$\text{حل المعادلة } ax^2 + bx + c = 0 \text{ هو } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

- إذا كان  $m, n$  جذري المعادلة التربيعية، فإن  $m + n = -\frac{b}{a}$ ،  $m \times n = \frac{c}{a}$  وتكتب المعادلة على الصورة:

$$x^2 - (m+n)x + m \times n = 0$$

## وحدة حساب المثلثات Trigonometry

### مشروع الوحدة: صنع الميغال (Clinometer) واستخدامه.



- ١ مقدمة المشروع: كيف لنا أن نعرف كم تبعد الشمس عنا من دون أن نمد أشرطة القياس لملايين الكيلومترات؟ كيف نعرف كتلة إلكترون عندما لا نستطيع أن نراه؟ أوجد الإنسان منذ القدم طرقاً للقياس غير المباشر عندما عجز عن القياس المباشر.
- ٢ الهدف: صنع آلة مشابهة للآلات التي استخدمها علماء الفلك الأقدمون والرحالة لقياس ارتفاعات لا يمكن بلوغها.
- ٣ اللوازم: منقلة، سلك، شريط لاصق، قطعة من الورق المقوى، مصاصة شرب.

### ٤ أسئلة حول التطبيق:

١ انظر من خلال مصاصة الشرب إلى الهدف الذي تريد قياسه (رأس برج مثلاً).

واطلب إلى أحد طلاب مجموعتك قراءة الزاوية بين المنقلة والخيط المتدلي عمودياً مع المفتاح. لماذا تساوي هذه الزاوية زاوية المصاصة مع خط الأفق؟ (الزاوية ١ في الرسم).

ب استخدم آلة الميغال لقياس حساب زاوية ارتفاع بناء مدرستك مثلاً؛ وأوجد المسافة الأفقية بينك وبين البناء ثم احسب ارتفاع البناء.

ج تختار المجموعة بعض المباني أو الأشياء الأخرى الموجودة في المدرسة أو في جوارها ثم يصار إلى قياس ارتفاعات هذه الأشياء من مسافات مختلفة.

٥ التقرير: تضع كل مجموعة تقريراً مفصلاً حول كيفية صنع الميغال وكيفية استخدامه للإجابة عن الأسئلة (أ)، (ب)، (ج).

### دروس الوحدة

حل المثلث القائم الزاوية	النسب المثلثية لبعض الزوايا الخاصة	ظل الزاوية ومقلوبه	النسب المثلثية: الجيب وجيب التمام ومقلوباتهما	الزوايا وقياساتها
٥-٢	٤-٢	٣-٢	٢-٢	١-٢
			القطاع الدائري والقطعة الدائرية	زوايا الارتفاع والانخفاض
			٧-٢	٦-٢

## أضف إلى معلوماتك

يذكر بعض المؤرخين أن الرياضي العربي نصير الدين الطوسي هو أول من فصل حساب المثلثات عن الفلك، كما يذكر المؤرخون أن طاليس (٦٠٠ قبل الميلاد) تطرق إلى حساب المثلثات، عندما تمكن من قياس ارتفاع الهرم عن طريق المقارنة بين طول عصا عمودية وطول ظلها وبين ارتفاع الهرم وطول ظله في الوقت نفسه.

ولقد كان لحساب المثلثات نصيبه من اهتمامات العرب. ويذكر أن اصطلاح «الظل» قد وصفه العالم العربي أبو الوفا البوزجاني في القرن العاشر الميلادي. وهذا الاصطلاح مأخوذ من ظلال الأجسام، التي تتكون نتيجة سير الضوء المنبعث من الشمس في خطوط مستقيمة.

كما أن للعرب إضافات عديدة في حساب المثلثات المستوي والكري أو الكروي (نسبة إلى سطح الكرة)، وعنهم أخذ الغربيون المعلومات المهمة وأضافوا أيضاً الكثير، حتى أصبح حساب المثلثات متضمناً في الكثير من الأبحاث الرياضية، وأصبحت تطبيقاته في شتى المناحي العلمية والعملية.



نصير الدين الطوسي

## أين أنت الآن (المعارف السابقة المكتسبة)

- تعلمت كيفية استخدام نظرية فيثاغورث لإيجاد طول أحد أضلاع مثلث قائم الزاوية وإيجاد علاقة بين أطوال أضلاع مثلثات قائمة الزاوية في حالات خاصة، وتطبيق نظرية فيثاغورث على مسائل حياتية.
- تعلمت كيفية إثبات تشابه مثلثات واستنتاج أطوال الأضلاع المتناسبة والزوايا المتساوية القياس.
- استخدمت تشابه المثلثات في حل مسائل حياتية.
- تعلمت تطابق المثلثات واستنتجت تطابق الأضلاع المتناظرة والزوايا المتساوية القياس.

## ماذا سوف تتعلم؟

- سوف تتعرف الزاوية الموجهة لتستنتج الزاوية الموجهة الموجبة والزاوية الموجهة السالبة والزاوية الموجهة في الوضع القياسي.
- سوف تتعرف القياس الستيني والقياس الدائري والعلاقة بينهما.
- سوف تستخدم تشابه المثلثات القائمة لتعريف النسب المثلثية.
- سوف تستخدم النسب المثلثية لتحل مسائل حياتية تتضمن إيجاد ارتفاعات ومسافات وزوايا الارتفاع وزوايا الانخفاض.
- سوف تستخدم النسب المثلثية لإيجاد مساحة المثلث بدلالة ضلعين والزاوية المحصورة بينهما وإيجاد مساحة القطاع الدائري ومساحة القطعة الدائرية.

## المصطلحات الأساسية

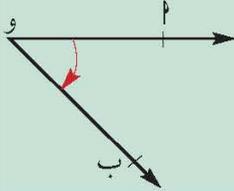
- زاوية موجهة - زاوية موجهة موجبة - زاوية موجهة سالبة - زاوية موجهة في الوضع القياسي - قياس ستيني - قياس دائري - جيب الزاوية - جيب تمام الزاوية - قاطع الزاوية - قاطع تمام الزاوية - ظل الزاوية - ظل تمام الزاوية - زاوية الارتفاع - زاوية الانخفاض - القطاع الدائري - القطعة الدائرية.

## الزوايا وقياساتها

### Angles and their Measurement

#### سوف تتعلم

- الزاوية الموجهة
- الزاوية الموجهة الموجبة
- الزاوية الموجهة السالبة
- الزاوية في الوضع القياسي
- أنظمة قياس الزاوية
- القياس الستيني
- أجزاء الدرجة
- القياس الدائري
- طول القوس
- الزاوية النصف قطرية
- العلاقة بين القياسين الدائري والستيني



#### دعنا نفكر ونتناقش

### Angle

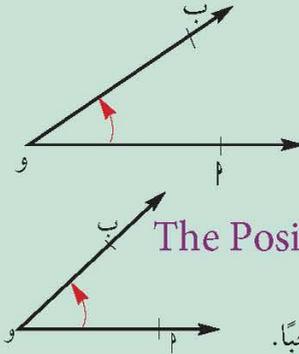
#### ١- الزاوية:

تعلمنا سابقاً أن الزاوية هي اتحاد شعاعين لهما نقطة بداية واحدة تسمى «رأس الزاوية»، والشعاعان هما ضلعا الزاوية.

### Oriented Angle

#### الزاوية الموجهة

في الشكل المقابل، رأس الزاوية هو نقطة و، و ضلعا الزاوية هما  $\vec{OA}$  و  $\vec{OB}$  ونرمز للزاوية بالرمز:  $\angle AOB$  وتسمى الزاوية في هذه الحالة بالزاوية الموجهة ويرمز لها أيضاً ( $\vec{OA}$  و  $\vec{OB}$ ) ويسمى  $\vec{OA}$  الضلع الأساسي أو الضلع الابتدائي، و  $\vec{OB}$  الضلع النهائي لها.



#### الزاوية الموجهة الموجبة: The Positive Oriented Angle

إذا كان الضلع الابتدائي هو  $\vec{OA}$  والضلع النهائي لها هو  $\vec{OB}$  كما في الشكل المقابل، فإن قياس الزاوية في هذه الحالة يكون موجباً.

#### الزاوية الموجهة السالبة: The Negative Oriented Angle

إذا كان الضلع الابتدائي هو  $\vec{OA}$  والضلع النهائي هو  $\vec{OB}$  كما في الشكل المقابل، فإن قياس الزاوية في هذه الحالة يكون سالباً.

تكون الزاوية الموجهة موجبة إذا كان الانتقال من الضلع الابتدائي  $\vec{OA}$  إلى الضلع النهائي  $\vec{OB}$  عكس اتجاه دوران عقارب الساعة، وتكون سالبة إذا كان الانتقال من  $\vec{OA}$  إلى  $\vec{OB}$  مع اتجاه دوران عقارب الساعة.

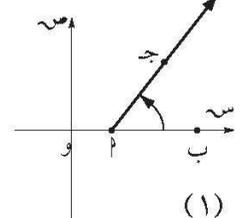
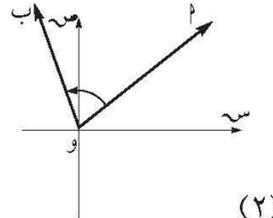
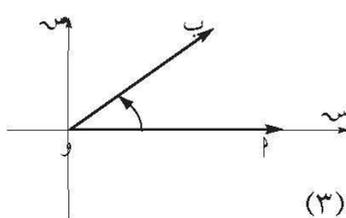
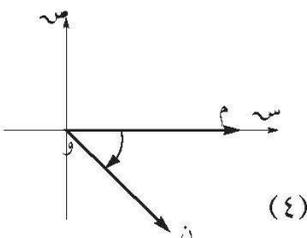
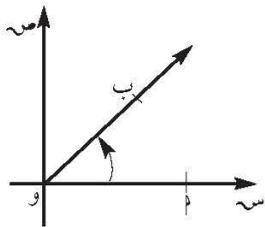
#### الزاوية الموجهة في الوضع القياسي: The Angle in the Standard Position

تكون الزاوية الموجهة في الوضع القياسي إذا كان الضلع الابتدائي لها ينطبق على الجزء الموجب من محور السينات ورأسها نقطة الأصل كما في الشكل المقابل.

في الأشكال التالية:

أ) سمّ الضلع الابتدائي والضلع النهائي، واذكر إذا كان قياس الزاوية سالباً أو موجباً.

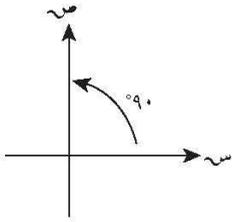
ب) حدّد الزوايا الموجهة التي في وضع قياسي.



## الزاوية الربعية

## Quarter Angle

هي زاوية موجهة في الوضع القياسي ينطبق ضلعها النهائي على أحد محوري الإحداثيات مثل الزوايا  $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ, 360^\circ$  أو  $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ, 360^\circ$ .



### ملاحظة:

الدرجة = 60 دقيقة

$$1^\circ = 60'$$

الدقيقة = 60 ثانية

$$1' = 60''$$

## Angle Measurement Systems

## ٢- أنظمة قياس الزاوية:

توجد أنظمة مختلفة لقياس الزاوية، أهمها القياس الستيني والقياس الدائري.

## The Degree Measure

## أولاً: القياس الستيني:

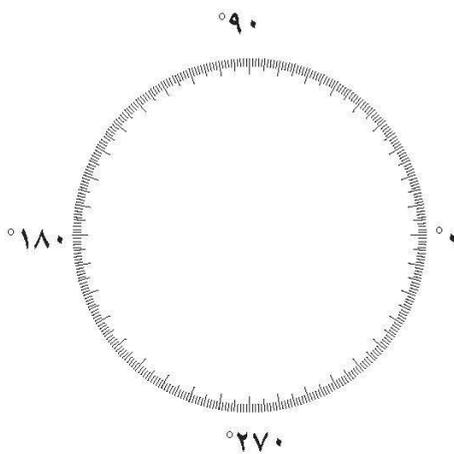
في هذا القياس تقسم الزاوية التي تمثل دورة كاملة إلى 360 قسمًا متساويًا، قياس كل منها يسمى درجة. وقد اتخذت هذه الدرجة وحدة لقياس الزوايا في هذا القياس ويرمز إليها بالرمز  $(^\circ)$ . قياس الزاوية القائمة يساوي  $90^\circ$ . وقياس الزاوية المستقيمة يساوي  $180^\circ$ .

أجزاء الدرجة: الدقيقة minute وتساوي  $\frac{1}{60}$  من الدرجة ويرمز إليها بالرمز  $(')$ .

والثانية second وتساوي  $\frac{1}{3600}$  من الدرجة ويرمز إليها بالرمز  $('' )$ .

فمثلاً سنكتب الزاوية التي قياسها 75 درجة و 45 دقيقة و 15 ثانية على الصورة التالية:

$$75^\circ 45' 15''$$



### مثال (١)

أوجد  $\frac{7}{8}$  الزاوية القائمة بالقياس الستيني. (بالدرجات والدقائق)

الحل:

$$\frac{7}{8} \text{ الزاوية القائمة} = 90^\circ \times \frac{7}{8} = \left(78 \frac{3}{4}\right)^\circ$$

لإيجاد  $\frac{3}{4}$  الدرجة بالدقائق.

$$\frac{3}{4} \times \text{درجة} = \frac{3}{4} \times 60 = 45'$$

$$\text{أي أن } \frac{7}{8} \text{ الزاوية القائمة} = 78^\circ 45'$$

## حاول أن تحل

١ اكتب كلاً مما يلي بالقياس الستيني.

ب)  $٠,٦٢٥$  الزاوية القائمة

أ)  $\frac{٧}{٣٢}$  الزاوية القائمة

## مثال (٢)

استخدم الآلة الحاسبة لإيجاد  $\frac{٥}{١١}$  الزاوية المستقيمة بالقياس الستيني (بالدرجات والدقائق والثواني والأجزاء من مئة من الثانية).

الحل:

$$\frac{٥}{١١} \text{ الزاوية المستقيمة} = ١٨٠ \times \frac{٥}{١١}$$

باستخدام الآلة الحاسبة:

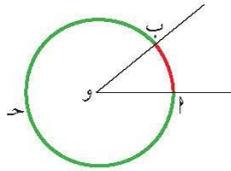
$$= 81.81818181818181$$

فيظهر على الشاشة  $81^\circ 49' 5.45''$

أي  $٨١$  درجة و  $٤٩$  دقيقة و  $٥$  ثوانٍ و  $٤٥$  جزءاً من مئة من الثانية.

## حاول أن تحل

٢ استخدم الآلة الحاسبة لإيجاد  $\frac{٣}{٧}$  الزاوية المستقيمة بالقياس الستيني.



## ثانياً: القياس الدائري (الراديان): The Radian Measure

الزاوية المركزية زاوية رأسها مركز الدائرة.

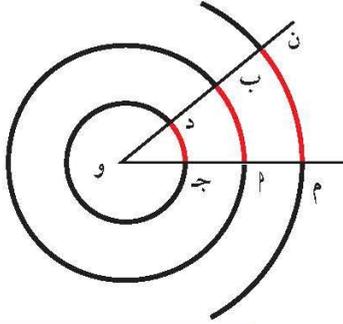
ضلعاً هذه الزاوية المركزية يقطعان الدائرة في نقطتين  $A$ ،  $B$ .

طول القوس  $\widehat{AB}$  هو المسافة على الدائرة بين النقطتين  $A$ ،  $B$ .

**ملاحظة:** يتشكل من تقاطع ضلعي الزاوية المركزية مع الدائرة قوسان: القوس الأصغر  $\widehat{AB}$  (باللون الأحمر)، القوس الأكبر  $\widehat{BA}$  (باللون الأخضر) ويمكن التعبير عنه بـ  $\widehat{BA}$ . يعتمد القياس الدائري على طول القوس في الدائرة الذي تحصره الزاوية المركزية وعلى طول نصف قطر الدائرة.

**حقيقة هندسية:** في الدوائر المتحدة المركز، النسبة بين طول قوس أي زاوية مركزية وطول نصف قطر دائرتها المناظرة تساوي مقداراً ثابتاً يتوقف على قياس الزاوية التي تحصر هذا القوس.

$$\text{في الشكل المجاور: } \frac{\text{طول } \widehat{MN}}{OM} = \frac{\text{طول } \widehat{AB}}{OB} = \frac{\text{طول } \widehat{CD}}{OD}$$



أي أن  $\frac{\text{طول القوس من الدائرة الذي تحصره زاوية مركزية}}{\text{طول نصف قطر هذه الدائرة}} = \text{مقدارًا ثابتًا}$   
وهذا يعد نظامًا آخر لقياس الزاوية يسمى بالقياس الدائري للزاوية.

#### تعريف:

القياس الدائري لزاوية مركزية في دائرة =  $\frac{\text{طول القوس الذي تحصره هذه الزاوية}}{\text{طول نصف قطر هذه الدائرة}}$  ويرمز إليه بالرمز هـ.

فإذا رمزنا إلى طول القوس بالرمز (ل) وإلى طول نصف القطر بالرمز ن،

$$\text{فإن هـ} = \frac{\text{ل}}{\text{ن}} \text{ ومنها ل} = \text{هـ} \cdot \text{ن}$$

وحدة قياس الزوايا لهذا النوع من القياس تسمى الراديان ويرمز لها بالرمز (°١)

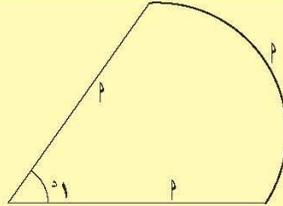
#### معلومة:

- في بعض الأنظمة، تقسم الزاوية القائمة إلى ١٠٠ جزء متساوٍ، كل منها يسمى "جراد" Grad.
- كل ١ جراد يعادل  $\frac{٩}{١٠}$  من الدرجة.

#### Radial Angle

#### تعريف الزاوية النصف قطرية:

هي زاوية مركزية في دائرة تحصر قوسًا طوله يساوي طول نصف قطر هذه الدائرة. وقياس الزاوية النصف القطرية يساوي ١ راديان (°١).



وعلى هذا فإن الزاوية التي قياسها ٥° هي زاوية مركزية في دائرة تحصر قوسًا من هذه الدائرة طوله يساوي خمسة أمثال طول نصف قطر هذه الدائرة.

#### مثال (٣)

عوّد زاوية مركزية في دائرة طول نصف قطرها ٤ سم. أوجد طول القوس ع د الذي تحصره هذه الزاوية إذا كان:

أ)  $\text{ع د} = ٣$       ب)  $\text{ع د} = ١٤$

الحل:

أ) نفرض طول القوس = ل فيكون ل = هـ · ن

$$\therefore \text{ل} = \text{طول ع د} = ٤ \times \left(\frac{٣}{٤}\right) = ٣ \text{ سم}$$

ب) ل = طول ع د = ٤ × ٣,١٤ = ١٢,٥٦ سم.

### حاول أن تحل

- ٣ دائرة طول نصف قطرها ٦ سم. أوجد طول القوس الذي تحصره زاوية مركزية قياسها  
 أ (١, ٢) ب (١, ٥٧)

## Degree-Radian Relation

### ٣- العلاقة بين القياسين الدائري والستيني:

إذا كان طول نصف قطر الدائرة يساوي الوحدة فإن:

- ١ قياس الزاوية المركزية (بالقياس الدائري) يساوي طول قوسها.  
 ٢ الزاوية المركزية التي قياسها الستيني يساوي  $360^\circ$ ، يكون طول قوسها  $2\pi$  أي قياسها الدائري يساوي  $2\pi$ .  
 $360^\circ$  يعادل  $2\pi$  ومنها  $180^\circ$  يعادل  $\pi$ .

#### ملاحظة:

عند عدم ذكر وحدة القياس،  
 يعتبر الراديان هو الوحدة.

$$\begin{aligned} 1 &= \frac{180^\circ}{\pi} \approx 57,2957^\circ \approx 57^\circ 17' 45'' \\ 1 &= \frac{\pi}{180^\circ} \approx 0,0175 \end{aligned}$$

قانون: إذا كان لدينا زاوية قياسها الدائري هـ وقياسها الستيني س فإن:

$$\frac{\text{هـ}}{180^\circ} = \frac{\text{س}}{\pi} \quad \text{ومنها س}^\circ = \text{هـ}^\circ \times \frac{180^\circ}{\pi} \quad \text{هـ}^\circ = \text{س}^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ}$$

### أمثلة

- ٤ زاوية قياسها  $5^\circ$ ، أوجد القياس الستيني لهذه الزاوية لأقرب دقيقة.

الحل:

$$\text{س}^\circ = \text{هـ}^\circ \times \frac{180^\circ}{\pi}$$

$$\therefore \text{س}^\circ = 5^\circ \times \frac{180^\circ}{\pi} \approx 286,48 \approx 286^\circ 29'$$

- ٥ زاوية قياسها  $75^\circ$ ، أوجد القياس الدائري لها.

الحل:

$$\text{هـ}^\circ = \text{س}^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ}$$

$$\text{هـ}^\circ = 75^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \approx 1,309$$

- ٦ أوجد القياس الستيني للزاوية  $\frac{\pi^3}{4}$ .

الحل:

$$\text{س}^\circ = \text{هـ}^\circ \times \frac{180^\circ}{\pi}$$

$$\therefore \text{س}^\circ = \frac{\pi^3}{4} \times \frac{180^\circ}{\pi} = 135^\circ$$



### حاول أن تحل

٤ أوجد بدلالة  $\pi$  القياس الدائري للزوايا التي قياساتها:

- |  |                   |                   |                   |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| أ $^\circ 45$                          | ب $^\circ 300$    | ج $^\circ 225$    | د $^\circ 150$    |
| ٥ أوجد القياس الستيني للزوايا التالية: | ب $^\circ 30, 75$ | ج $^\circ 3, 35$  | د $\frac{\pi}{5}$ |
| أ $\pi \times \frac{5}{8}$             | ب $\frac{\pi}{3}$ | ج $\frac{\pi}{6}$ | د $\frac{\pi}{4}$ |
| ٦ أوجد القياس الستيني للزوايا التالية: | ب $\frac{\pi}{3}$ | ج $\frac{\pi}{6}$ | د $\frac{\pi}{4}$ |
| أ $\frac{\pi}{2}$                      | ب $\frac{\pi}{3}$ | ج $\frac{\pi}{6}$ | د $\frac{\pi}{4}$ |

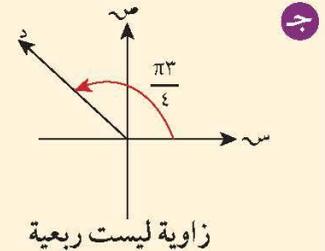
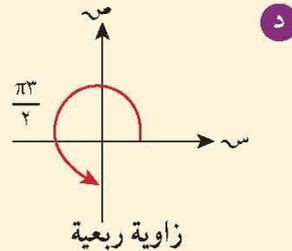
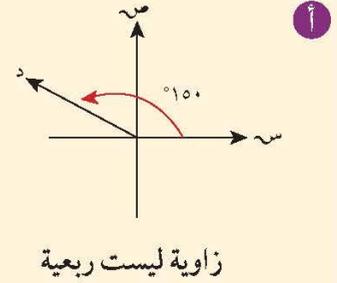
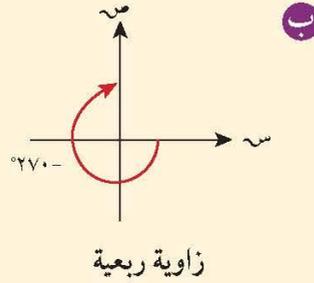
### مثال (٧)

ارسم كلاً من الزوايا الموجهة التالية في الوضع القياسي، ثم حدّد الزوايا الربعية منها.

أ  $^\circ 150$       ب  $^\circ 270$

ج  $\frac{\pi 3}{4}$       د  $\frac{\pi 3}{2}$

الحل:



### حاول أن تحل

٧ حدّد الزوايا الربعية من بين الزوايا التالية:  $^\circ 330, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi 5}{7}, ^\circ 250, \pi$

مثال (٨)

زاوية قياسها  $23^{\circ} 18' 18''$ ، أوجد القياس الدائري لهذه الزاوية  
مقرَّبًا الناتج إلى رقمين عشريين.

الحل:

إذا كان  $\theta^{\circ}$  هو القياس الدائري فإن:  $\theta^{\circ} = \frac{\pi}{180} \times \text{س}^{\circ}$   
تضغط على المفاتيح بالترتيب التالي من جهة اليسار

$$\pi \div 180 \times 85 \times 18 \times 23 =$$

يظهر على الشاشة 1.488877359  $\therefore$  القياس الدائري  $\approx 1.49$



## النسب المثلثية: الجيب وجيب التمام ومقلوباتهما Trigonometric Ratios and their Reciprocals Sine, Cosine, Secant and Cosecant

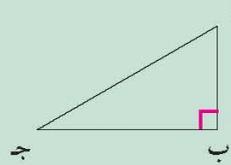
سوف تتعلم

- جيب الزاوية
- جيب تمام الزاوية
- قاطع الزاوية
- قاطع تمام الزاوية
- إيجاد قياس زاوية علم
- جيبها أو جيب تمامها

دعنا نفكر ونتناقش

١- المقابل والمجاور لزاوية حادة في مثلث قائم الزاوية:

The Opposite and Adjacent of an Acute Angle in a Right Triangle

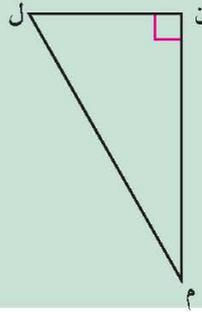


في المثلث  $\triangle ABC$  الموضح بالشكل:

$\overline{AB}$  يسمى الضلع المقابل للزاوية  $\hat{A}$ ،  $\overline{BC}$  يسمى الضلع المجاور للزاوية  $\hat{A}$ ،  $\overline{AC}$  يسمى الوتر. وعلى هذا الأساس أكمل ما يلي:  
.... هو مقابل  $\hat{A}$   
.... هو مجاور  $\hat{A}$

ملاحظة:

للاختصار سنستخدم المقابل للدلالة على طول الضلع المقابل لزاوية. والمجاور للدلالة على طول الضلع المجاور لزاوية. والوتر للدلالة على طول الوتر.



في المثلث  $\triangle LMN$  الموضح بالشكل المقابل:  
الضلع المقابل لـ  $\hat{M}$  هو ...  
الضلع المجاور لـ  $\hat{L}$  هو ...  
 $\overline{LN}$  هو مجاور الزاوية ...  
 $\overline{MN}$  هو مجاور الزاوية ...

٢- جيب الزاوية: Sine of the Angle

في المثلث قائم الزاوية: نسبة طول الضلع المقابل للزاوية الحادة إلى طول الوتر تسمى جيب الزاوية، ويرمز لها بالرمز (جا) بالإنكليزية (sin).

$$\text{جيب الزاوية} = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$

أي أن

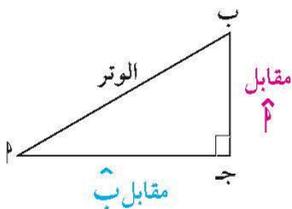
في الشكل المقابل:

جيب الزاوية  $\hat{A}$ :

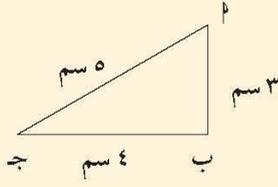
$$\text{جا } \hat{A} = \frac{\text{مقابل } \hat{A}}{\text{الوتر}} = \frac{BC}{AC}$$

بالمثل جيب الزاوية  $\hat{B}$ :

$$\text{جاب} = \frac{\text{مقابل } \hat{B}}{\text{الوتر}} = \frac{AB}{AC}$$



### مثال (١)



في الشكل المقابل:

أثبت أن المثلث  $\Delta$  ب ج قائم الزاوية في ب، ثم أوجد جـ أ، جـ ب.

الحل:

$$٢٥ = ٢٤ + ٢٣ = ٢(ب ج) + ٢(أ ب)$$

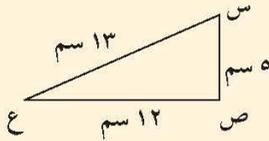
$$٢٥ = ٢٥ = ٢(أ ب)$$

∴ المثلث  $\Delta$  ب ج قائم الزاوية في ب.

$$\frac{٤}{٥} = \frac{ب ج}{٥} = \frac{\text{مقابل } \hat{أ}}{\text{الوتر}} = \text{جـ أ}$$

$$\frac{٣}{٥} = \frac{أ ب}{٥} = \frac{\text{مقابل } \hat{ب}}{\text{الوتر}} = \text{جـ ب}$$

عكس نظرية فيثاغورث



### حاول أن تحل

١ أ أثبت أن المثلث س ص ع قائم في ص.

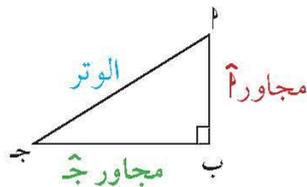
ب أوجد جـ س، جـ ع.

## Cosine of the Angle

### ٣- جيب تمام الزاوية:

في المثلث قائم الزاوية: نسبة طول الضلع المجاور للزاوية الحادة، إلى طول الوتر تسمى جيب تمام الزاوية، ويرمز لها بالرمز (جتا) وبالإنكليزية (cos).

$$\text{جيب تمام الزاوية} = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$$

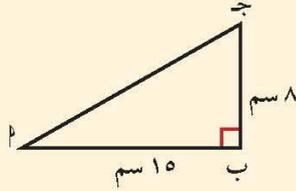


$$\text{جيب تمام الزاوية جـ: جـ ب} = \frac{\text{مجاور } \hat{ج}}{\text{الوتر}} = \frac{ب ج}{أ ج}$$

$$\text{جيب تمام الزاوية أ: جـ أ} = \frac{\text{مجاور } \hat{أ}}{\text{الوتر}} = \frac{أ ب}{أ ج}$$

## مثال (٢)

Δ أب ج قائم في ب، أوجد كلاً من: لج، جأ، جتا، جاج، جتا ج. ماذا تستنتج؟



الحل: بتطبيق نظرية فيثاغورث

$$لج^2 = (بج)^2 + (أب)^2$$

$$لج^2 = (٨)^2 + (١٥)^2$$

$$لج = ١٧ \text{ سم}$$

$$جأ = \frac{\text{مقابل } \hat{أ}}{\text{الوتر}} = \frac{٨}{١٧}$$

$$جتا = \frac{\text{مجاور } \hat{أ}}{\text{الوتر}} = \frac{١٥}{١٧}$$

$$جاج = \frac{\text{مقابل } \hat{ج}}{\text{الوتر}} = \frac{١٥}{١٧}$$

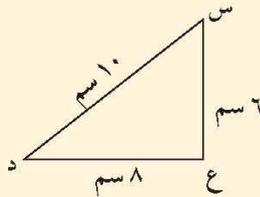
$$جتا ج = \frac{\text{مجاور } \hat{ج}}{\text{الوتر}} = \frac{٨}{١٧}$$

ماذا تستنتج؟

$$جأ = جتا ج = \frac{٨}{١٧}, جتا = جاج = \frac{١٥}{١٧}, \text{ لأن مقابل } \hat{أ} \text{ مجاور } \hat{ج}.$$

### هل تعلم؟

في الإنكليزية كلمة cosine مشتقة من كلمتي complement's و sine جيب ومنه جيب متمم الزاوية يساوي جيب الزاوية المتممة لها.  
أي أن جتا س = جا (٩٠° - س)



### حاول أن تحل

- ٢ أثبت أن المثلث س ع د قائم الزاوية في ع.
- ب أوجد كلاً من: جا(س)، جتا(س)، جا(د)، جتا(د).
- ج ماذا تلاحظ بالنسبة إلى النسب المثلثية للزاويتين س، د.

## Cosec and Sec

### ٤ - مقلوبات الجيب وجيب التمام:

مقلوب جا  $\theta$  هو  $\frac{1}{\text{جا } \theta}$  ويسمى قاطع تمام الزاوية  $\theta$  ويرمز إليه بالرمز قتا  $\theta$  وبالإنكليزية cosecant (cosec).

$$\text{قتا } \theta = \frac{1}{\text{جا } \theta}, \text{ جا } \theta \neq 0$$

$$\text{قتا } \theta = \frac{1}{\text{جا } \theta} \iff \text{قتا } \theta \times \text{جا } \theta = 1$$

ومقلوب جتا  $\theta$  هو  $\frac{1}{\text{جتا } \theta}$  ويسمى قاطع زاوية  $\theta$  ويرمز إليه بالرمز قا  $\theta$  وبالإنكليزية Secant (sec).

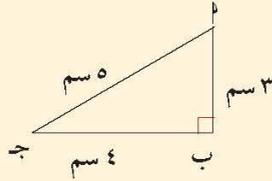
$$\text{قجا} = \frac{1}{\text{جتجا}} \neq 0$$

$$\text{قجا} \times \text{جتجا} = 1$$

$$\text{قجا} = \frac{1}{\text{جتجا}} \leftarrow$$

### مثال (٣)

في الشكل المقابل أوجد جاج، جتاج، قاج، قتاج.  
الحل:



$$\text{جاج} = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{3}{5}$$

$$\text{جتاج} = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{4}{5}$$

$$\text{قاج} = \frac{1}{\text{جتاج}} = \frac{1}{\frac{4}{5}} = \frac{5}{4}$$

$$\text{قتاج} = \frac{1}{\text{جاج}} = \frac{1}{\frac{3}{5}} = \frac{5}{3}$$

### حاول أن تحل

٣ أب ج مثلث فيه: أب = ٧ سم، ب ج = ٢٤ سم، أج = ٢٥ سم.  
أثبت أن  $\Delta$  أب ج قائم الزاوية، ثم أوجد جاج، جتاج، قاج، قتاج، جاج، جتاج، قاج، قتاج.

### مثال (٤)

### استخدام الآلة الحاسبة

في الشكل المجاور، أوجد س، ص.  
الحل:

$$\text{جا} (\angle 43) = \frac{\text{س}}{10}$$

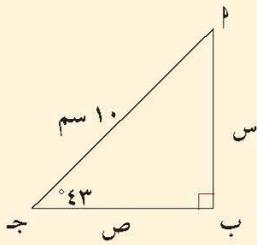
$$\text{س} = 10 \times \text{جا} (\angle 43)$$

تستخدم الآلة الحاسبة بالضغط على

المفاتيح على الشكل التالي:

$$10 \times \sin 43 =$$

يظهر 6.819983 ويساوي تقريباً ٦,٨ سم.



$$\text{جتا} (\angle 43) = \frac{\text{ص}}{10}$$

$$\text{ص} = 10 \times \text{جتا} (\angle 43)$$

تستخدم الآلة الحاسبة بالضغط على

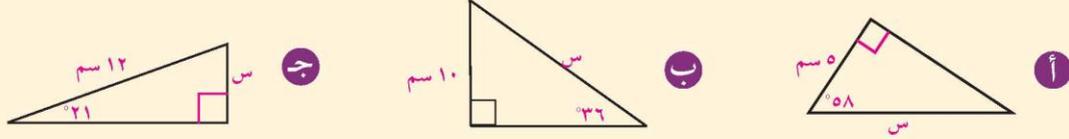
المفاتيح على الشكل التالي:

$$10 \times \cos 43 =$$

يظهر 7.313537 ويساوي تقريباً ٧,٣ سم.

## حاول أن تحل

٤ أوجد قيمة  $s$  لأقرب جزء من عشرة.



كان نيكولاي كوبرنيك Nicolaus Copernicus (١٤٧٣م - ١٥٤٣م) عالمًا رياضيًا وفلكيًا، درس الطب وألمَّ بمعظم العلوم في عصره. يعتبر أول من صاغ نظرية مركزية الشمس وأن الأرض جرم يدور في فلكها. يعتبر كوبرنيك مؤسس الفلك الحديث. وحدة الفلك (و.ف أو AU) تمثل متوسط المسافة بين الأرض والشمس وهي تساوي تقريبًا ١٤٩٦٠٠٠٠٠٠ كم.

## هل تعلم؟

١ ميل  $\approx 1,609$  كم

## مثال (٥) تطبيقات حياتية (إثرائي)

في الشكل المقابل، إذا كان  $\hat{A} = 3^\circ, 22'$ ،

أوجد بعد كوكب عطارد عن الشمس علمًا بأن بعد الأرض عن الشمس يساوي ١ وحدة الفلك AU.

الحل:

بفرض أن:  $s$  = بعد كوكب عطارد عن الشمس.

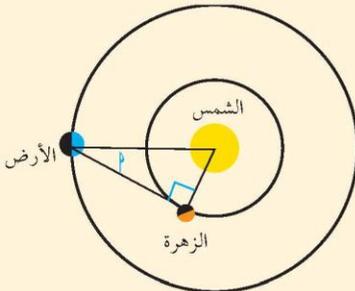
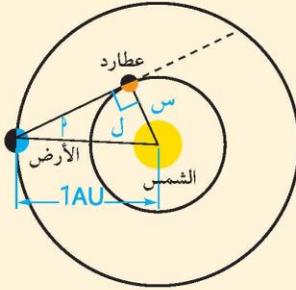
$l$  = بعد الأرض عن الشمس

فيكون:

$$\text{جا } (3^\circ, 22') = \frac{s}{l}$$

$\therefore$  بعد عطارد عن الشمس =  $s = l \times \text{جا } (3^\circ, 22')$ .

$$AU \times 0,38 \approx 0,38 \times 1 \approx$$



## حاول أن تحل

٥ كما في التطبيق السابق، أوجد بعد كوكب الزهرة عن الشمس علمًا بأن

$$\hat{A} = 1^\circ, 46'$$

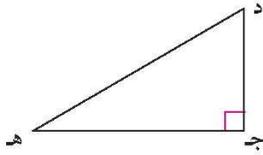
## ٥ إيجاد قياس زاوية علم جيبها او جيب تمامها

تريد معرفة قياس زاوية، تبين العلاقة التالية الترابط بين قياس الزاوية ونسبها المثلثية.  
إذا كان جاد = ص فإننا نستخدم الآلة الحاسبة في إيجاد قياس الزاوية د

ننقر على: **ص** **Sin** **shift** لإيجاد د

وإذا كان جتا د = س فإننا نستخدم الآلة الحاسبة في إيجاد قياس الزاوية د  
غالبًا ما تستخدم الآلة الحاسبة في إيجاد قياسات هذه الزوايا.

ننقر على: **س** **Cos** **shift** لإيجاد د



### مثال (٦)

في الشكل المقابل، احسب  $\hat{L}$  لأقرب درجة.

الحل:

$$\frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \text{جتا ل}$$

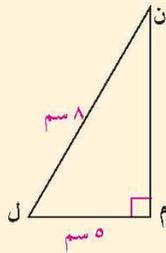
$$\frac{5}{8} = \text{جتا ل}$$

باستخدام النسب المثلثية لجيب التمام

$$\text{shift} \quad \text{Cos} \quad ( \quad 5 \quad \div \quad 8 \quad ) \quad =$$

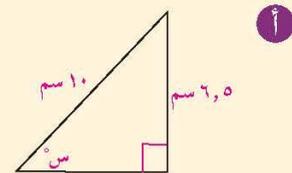
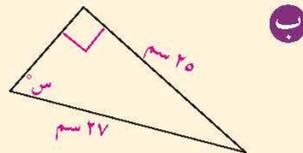
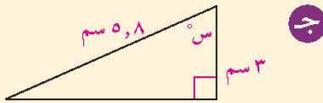
يظهر 51.317813

وبالتالي  $\hat{L} \approx 51^\circ$



### حاول أن تحل

٦ أوجد قيمة س لأقرب درجة.



## ظل الزاوية ومقلوبه Tangent and Cotangent of an Angle

### عمل تعاوني

#### سوف تتعلم

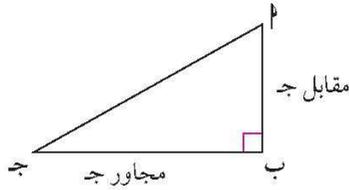
- ما هو ظل الزاوية
- إيجاد قياس الزاوية إذا علم ظلها
- مقلوب ظل الزاوية
- حل المثلث قائم الزاوية

سنعمل في مجموعات صغيرة، نختار قياسات الزوايا  $١٠^\circ, ٢٠^\circ, ٣٠^\circ, \dots, ٨٠^\circ$

كل طالب في مجموعته يرسم مثلث  $\Delta$  قائم الزاوية في  $B$ ، ويختار إحدى الزوايا من المثلث بحيث تنتمي إلى مجموعة قياسات الزوايا. يحسب كل طالب أطوال أضلاع المثلث باستخدام المسطرة لأقرب مليمتر، ويستخدم الآلة الحاسبة في حساب النسب:

مقابل الزاوية ج  
المجاور للزاوية ج

في المثلث قائم الزاوية نسبة طول الضلع المقابل لزاوية حادة إلى طول الضلع المجاور للزاوية نفسها تسمى ظل الزاوية ونرمز إليها بالرمز ظا ج وبالإنكليزية **Tangent (tan)**.



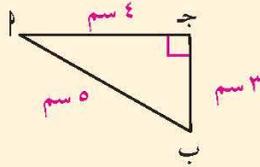
أي أن  $\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \text{ظل الزاوية}$

مثلاً في الشكل المقابل طاج =  $\frac{ب}{ج}$

قارن بين ظا  $١٠^\circ$ ، ظا  $٢٠^\circ$ ، ظا  $٣٠^\circ$ ، ظا  $٤٠^\circ$ ... ماذا تستنتج؟  
من العمل التعاوني السابق، يتبين أن قيمة طاج تزداد كلما زاد قياس الزاوية ج بين  $٠^\circ$  و  $٩٠^\circ$ .

### مثال (١)

في الشكل المقابل أوجد ظل الزاوية  $\Delta$ ، ظل الزاوية ب.



$$\text{الحل: ظا } \Delta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{ب}{ج} = \frac{٣}{٤}$$

$$\text{ظا ب} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{ج}{ب} = \frac{٤}{٣}$$

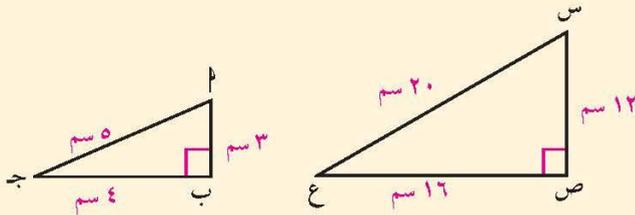
### حاول أن تحل

١ استعن بالمثلثين المجاورين في إيجاد:

$$\frac{ب}{ص}, \frac{ج}{ع}, \frac{ب}{ص}, \frac{ج}{ع}$$

ب هل ظاس = ظا  $\Delta$ ، طاع = طاج؟ ماذا تستنتج؟

ج هل هذا صحيح بالنسبة إلى النسب: جاس، جاص، وكذلك جتاس، جتا  $\Delta$ ؟ ماذا تستنتج؟

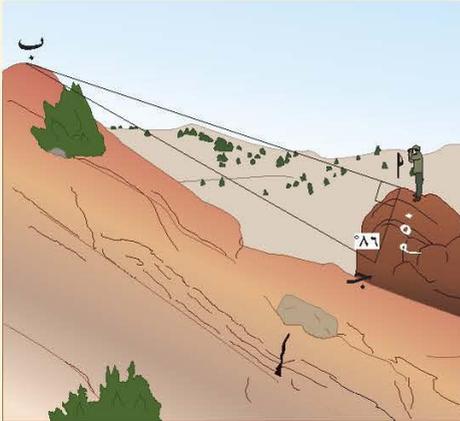


## مثال (٢)

### تطبيقات حياتية

أراد أحد أعضاء فريق الكشافة قياس المسافة بين قمتي جبلين، فوقف على قمة أحد الجبلين عند النقطة أ وحدد علامة مميزة أمامه على قمة الجبل الآخر ولتكن ب، ثم اتبع التالي:

- ١ وضع مؤشر البوصلة باتجاه العلامة المميزة ب وحدد قراءة المؤشر.
  - ٢ سار مسافة ٥٠ مترًا على خط مستقيم عمودي على الخط المستقيم الواصل بين القمتين.
  - ٣ وضع مؤشر البوصلة مرة ثانية في اتجاه العلامة المميزة وحدد قراءة المؤشر.
  - ٤ باستخدام قراءتي المؤشر وجد أن:  $\angle ج = ٨٦^\circ$ .
- استخدم ظل الزاوية في حساب المسافة بين قمتي الجبلين عند النقطة التي بدأ منها القياس.



الحل: باستخدام ظل الزاوية

$$\frac{أب}{٥٠} = \text{ظا}(٨٦^\circ)$$

$$أب = ٥٠ \times \text{ظا}(٨٦^\circ)$$

تستخدم الآلة الحاسبة

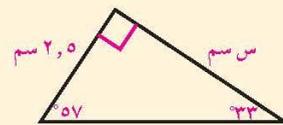
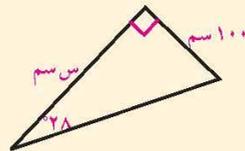
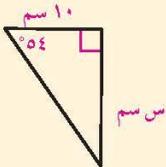
$$50 \times \text{TAN } 86 =$$

$$715.03331 \text{ يظهر}$$

إذاً، المسافة بين قمتي الجبلين هي ٧١٥ مترًا تقريبًا.

### حاول أن تحل

- ٢ أوجد قيمة س لأقرب جزء من عشرة.



### مثال (٣)

الهرم القائم المقابل قاعدته مربعة الشكل. أوجد طول ارتفاعه المائل ل إذا كان قياس الزاوية  $\theta$  يساوي  $60^\circ$ .

الحل:

في  $\Delta$  ن أ ب المتطابق الضلعين  
 $\overline{ن ه} \perp \overline{أ ب}$

$$\therefore ه أ = ه ب = ٧٥ م$$

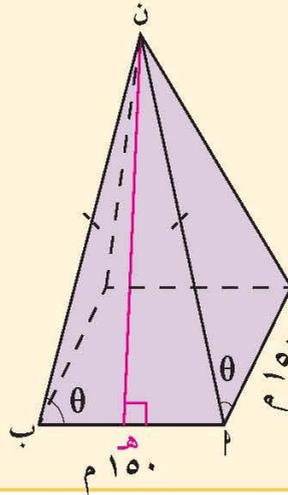
في  $\Delta$  ن ه ب القائم الزاوية ه

$$\text{ظا } \theta = \frac{ل}{٧٥}$$

$$\text{ظا } 60^\circ = \frac{ل}{٧٥}$$

$$ل = ٧٥ \times \text{ظا } 60^\circ \approx ١٣٠ \text{ مترًا.}$$

طول الارتفاع المائل  $\approx ١٣٠$  مترًا.



#### تذكر:

الارتفاع المائل:

هو العمود المرسوم من رأس الهرم إلى أحد أضلاع قاعدته.

### ١ - إيجاد قياس زاوية إذا علم ظلها: Finding the Measure of an Angle Knowing its Tangent

قد تعلم ظل زاوية وتريد معرفة قياس هذه الزاوية. تبين العلاقة التالية الترابط بين قياس الزاوية ونسبتها المثلثية:

إذا كان ظا  $\theta = س$  فإننا نستخدم الآلة الحاسبة في إيجاد قياس الزاوية  $\theta$

ننقر على: **س** **tan** **shift** لإيجاد  $\theta$

### مثال (٤)

في الشكل المقابل أوجد  $\theta$  (س) في  $\Delta$  س ص ع.

الحل:

$$\text{ظاس} = \frac{٦}{٨} = ٠,٧٥$$

لإيجاد  $\theta$  (س) نستخدم الآلة الحاسبة.

$$\text{Shift TAN } 0.75 =$$

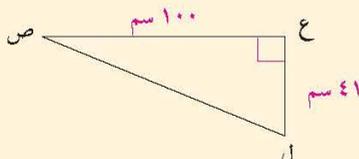
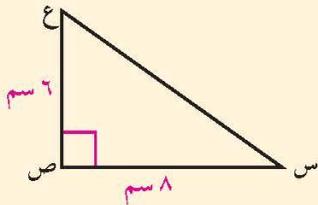
$$\text{يظهر } 36.86989765 \text{ يظهر } 36^\circ 52' 11.63''$$

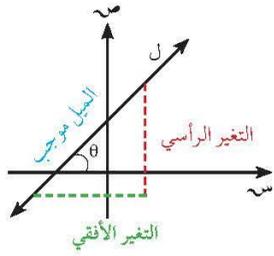
إذاً  $\theta$  (س)  $\approx 36^\circ 52' 12''$ .

#### حاول أن تحل

٣ أوجد  $\theta$  (س) حيث ظاس = ٠,٥

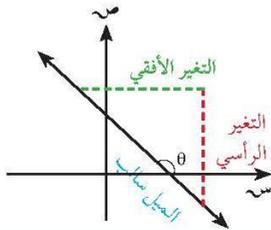
٤ في الشكل المقابل، أوجد  $\theta$  (ل) لأقرب درجة.





إذا كان المستقيم  $l$  يصنع زاوية  $\theta$  مع الاتجاه الموجب لمحور السينات فإن  $\theta$  تسمى زاوية ميل

$$\frac{\text{التغير الرأسى}}{\text{التغير الأفقى}} = \text{ميل المستقيم} = \theta$$



إذا كانت معادلة المستقيم:  $ص = م س + ب$  فإن ميل المستقيم  $= م$ .

### مثال (٥)

في الشكل المقابل: احسب قياس الزاوية الحادة الموجبة  $\theta$  التي يصنعها المستقيم  $ص = ٣س + ٢$  مع الاتجاه الموجب لمحور السينات.

الحل:

من الشكل  $\theta = (\hat{\theta})$  . زاويتان متناظرتان.

$$\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{٢}{٣}$$

$$\text{Shift} \quad \text{TAN} \quad 3 \quad =$$

$$71.565051 \text{ يظهر} \quad \text{دورة} \quad \text{يظهر} \quad 71^\circ 33' 54.18''$$

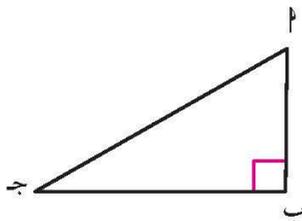
$$\theta = (\hat{\theta}) \approx 71^\circ 33' 54.18''$$

حاول أن تحل

٥ احسب قياس الزاوية الحادة الموجبة التي يصنعها المستقيم  $ص = \frac{١}{٤}س + ٦$  مع الاتجاه الموجب للمحور السيني.

### ٢- مقلوب ظل الزاوية (ظنا): (Cotangent cot)

مقلوب ظل الزاوية  $\theta = \frac{١}{\text{ظنا}}$  ويسمى ظل تمام الزاوية  $\theta$  ويرمز إليه بالرمز **ظنا** وبالإنكليزية Cotangent (cot).



$$\frac{\text{ب}}{\text{ج}} = \frac{\text{المجاور}}{\text{المقابل}} = \text{ظنا}$$

$$\text{ظنا} = \frac{١}{\text{ظنا}}$$

ويكون

$$\text{ظنا} \times \text{ظنا} = ١$$

مثال (٦)

في الشكل المقابل أوجد ظاج، ظتاج.

الحل:

$$\text{من نظرية فيثاغورث (أج) } = 2(13) - 2(5) = 144,$$

$$\text{أج} = 12$$

$$\text{ظاج} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{5}{12}$$

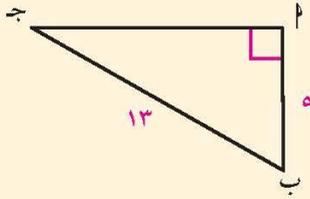
$$\text{ظتاج} = \frac{\text{المجاور}}{\text{المقابل}} = \frac{12}{5}$$

حاول أن تحل

٦ أب ج مثلث قائم الزاوية في ب فيه أب = ٧ سم، أ ج = ٢٥ سم. أوجد: ظاج، ظتاج.

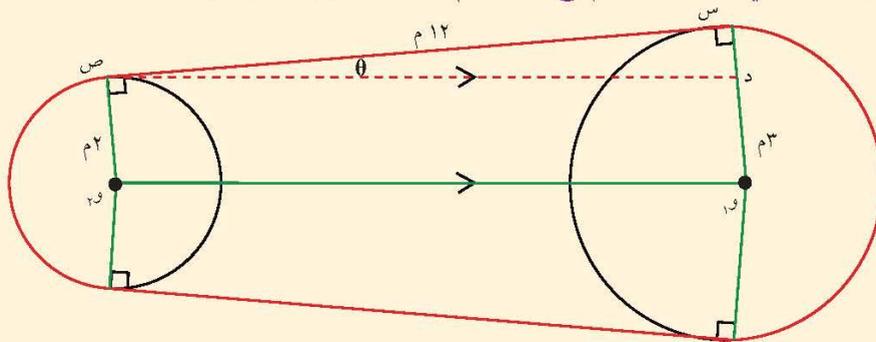
ملاحظة:

عند عدم ذكر وحدة الطول في رسم الأشكال يمكنك اعتبار أي وحدة طول.



مثال (٧)

يلتف حزام حول بكرتين أسطوانتي الشكل. طول نصف قطر البكرة الكبرى ٣ م وطول نصف قطر الصغرى ٢ م. نريد معرفة قياس الزاوية  $\theta$  التي يصنعها الحزام مع المستقيم المار بمركزي الدائرتين.



الحل:

نرسم د ص // و١ و٢

الشكل د و١ و٢ ص متوازي أضلاع

$$\text{س د} = \text{س و} - \text{د و} = 1 - 3 = 2 \text{ م}$$

في المثلث د س ص قائم الزاوية:

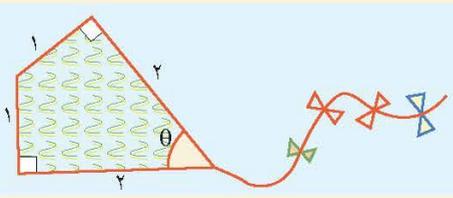
$$\text{ظا} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{2}{12} = \theta$$

$$\theta = (\hat{\theta}) = 4^{\circ}45'49.11''$$

قياس الزاوية  $\theta$  يساوي  $4^{\circ}45'49.11''$  تقريباً.

حاول أن تحل

٧ بيّن الشكل المقابل طائرة ورقية. أوجد قياس الزاوية  $\theta$ .



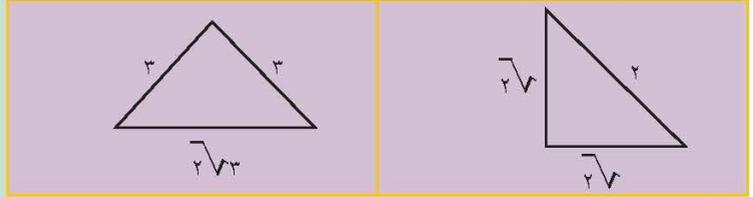
## النسب المثلثية لبعض الزوايا الخاصة Trigonometric Ratios for Some Particular Angles

دعنا نفكر ونتناقش

سوف تتعلم

- النسب المثلثية للزوايا  $30^\circ$ ،  $45^\circ$ ،  $60^\circ$ .
- متطابقات مثلثية
- الزاوية الربعية

١ استخدم المنقلة لإيجاد قياسات زوايا كل مثلث.



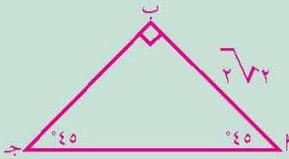
٢ قارن بين أطوال الأضلاع.

٣ استخدم نظرية فيثاغورث لإثبات ما حصلت عليه في ٢.

المثلث  $45^\circ$ ،  $45^\circ$ ،  $90^\circ$ .

في المثلث أ ب ج، قياس كل من الزاويتين الحادتين يساوي  $45^\circ$ .

المثلث أ ب ج قائم الزاوية ب متطابق الضلعين، ويسمى أحياناً المثلث  $45^\circ$ ،  $45^\circ$ ،  $90^\circ$ .



إذا كان طول كل من ضلعي الزاوية القائمة يساوي س، فإن طول الوتر =  $س\sqrt{2}$

$$\frac{2\sqrt{2}}{2} = \text{جاءه } 45^\circ$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{2} = \text{جتاه } 45^\circ$$

$$\frac{2}{2} = \text{ظاه } 45^\circ$$

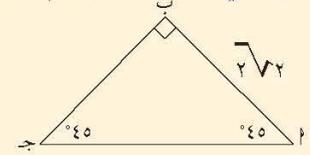
$$\frac{2\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\frac{1}{2\sqrt{2}}} = \frac{\text{س}}{2\sqrt{2}} = \frac{\text{المقابل}}{\text{طول الوتر}} = \text{جاءه } 45^\circ$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\frac{1}{2\sqrt{2}}} = \frac{\text{س}}{2\sqrt{2}} = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \text{كذلك جتاه } 45^\circ$$

$$1 = \frac{\text{س}}{\text{س}} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \text{ظاه } 45^\circ$$

مثال (١)

أ في المثلث المرسوم، أوجد طول الوتر أ ب ج.



الحل:

$$\frac{\text{أ ب}}{\text{أ ج}} = \text{جتاه } 45^\circ$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{4} = \frac{\text{أ ب}}{4}$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{4} = \frac{\text{أ ب}}{4}$$

$$4 = \frac{2\sqrt{2} \times 4}{2\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2} \times 4}{2\sqrt{2}}$$

$$\frac{4}{2\sqrt{2}} = \frac{\text{أ ب}}{4}$$

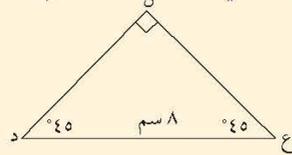
طول الوتر أ ب ج = ٤ سم.

طريقة أخرى:

$$4 = 2\sqrt{2} \times 2\sqrt{2}$$

$$\therefore \text{أ ب ج} = 4 \text{ سم}$$

ب في المثلث المرسوم، أوجد طول الضلع ع ن.



الحل:

$$\frac{\text{ع ن}}{\text{د ع}} = \text{جتاه } 45^\circ$$

$$\frac{\text{ع ن}}{8} = \frac{\text{د ع}}{2\sqrt{2}}$$

$$\text{ع ن} = \frac{2\sqrt{2}}{2} \times 8 = 8 \times \text{جتاه } 45^\circ = 8 \times \frac{2\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{ع ن} = 8 \times \sqrt{2} = 8\sqrt{2} \approx 11.31 \text{ سم}$$

## حاول أن تحل

- ١ أ) أب جـ مثلث  $٤٥^\circ$ ،  $٤٥^\circ$ ،  $٩٠^\circ$ . أوجد طول الوتر إذا كان طول أحد ضلعي الزاوية القائمة = ٥ سم.  
 ب) الحساب الذهني: إذا كان ظا جـ = ١ فكيف توجد ن (جـ) دون استخدام الآلة الحاسبة؟

### 30° - 60° triangle

### المثلث ثلاثيني ستيني

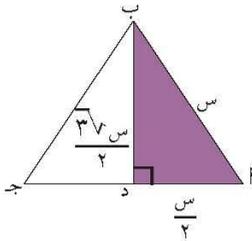
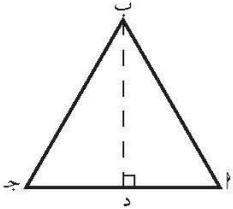
∴ ∆ أب جـ مثلث متطابق الأضلاع.  
 ∴  $\overline{ب د} \perp \overline{أ جـ}$ .

∴ ب د هي منصف الزاوية أب جـ.

ومنه ن (أب د) =  $\frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$ ، ن (ب د) =  $60^\circ$ .

∴ أب د مثلث ثلاثيني ستيني ( $90^\circ$ ،  $60^\circ$ ،  $30^\circ$ ).

إذا كان طول الضلع أبـ يساوي س فإن  $\frac{س}{2} = \overline{أ د}$   
 وباستخدام نظرية فيثاغورث في المثلث أبـ د نحصل على  $\overline{ب د} = \frac{\sqrt{3}س}{2}$ .  
 كذلك ب د هي المنصف العمودي للقطعة أبـ.



$$\frac{\sqrt{3}س}{2} = \text{جا } 60^\circ$$

$$\frac{1}{2} = \text{جتا } 60^\circ$$

$$\sqrt{3}س = \text{ظا } 60^\circ$$

$$\frac{\sqrt{3}س}{2} = \frac{س}{\text{ب د}} = \text{جا } 60^\circ$$

$$\frac{1}{2} = \frac{س}{\text{أ ب}} = \text{جتا } 60^\circ$$

$$\frac{\sqrt{3}س}{2} = \frac{س}{\text{أ د}} = \text{ظا } 60^\circ$$

$$\frac{1}{2} = \frac{س}{\text{أ ب}} = \text{جتا } 30^\circ$$

$$\frac{\sqrt{3}س}{2} = \frac{س}{\text{ب د}} = \text{جتا } 30^\circ$$

$$\frac{\sqrt{3}س}{3} = \frac{1}{\frac{س}{\sqrt{3}س}} = \text{ظا } 30^\circ$$

لاحظ أن جا  $60^\circ = \text{جتا } 30^\circ$

جتا  $60^\circ = \text{جتا } 30^\circ$

$$\frac{1}{2} = \text{جا } 30^\circ$$

$$\frac{\sqrt{3}س}{2} = \text{جتا } 30^\circ$$

$$\frac{\sqrt{3}س}{3} = \text{ظا } 30^\circ$$

باستخدام الحاسبة يمكنك إيجاد كل من الجيب، جيب التمام والظل لكل زاوية ربعية. والجدول التالي يبين النسب المثلثية للزوايا الخاصة والربعية.

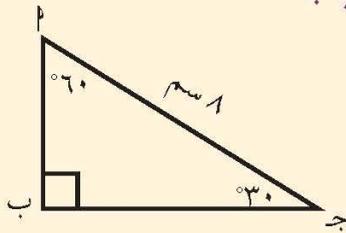
الزاوية هـ	جاهـ	جتاهـ	ظاهـ
القياس الستيني	القياس الدائري		
°٠	°٠	١	٠
°٣٠	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
°٤٥	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	١
°٦٠	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{3}$
°٩٠	$\frac{\pi}{2}$	١	غير معرّف
°١٨٠	$\pi$	١-	٠
°٢٧٠	$\frac{3\pi}{2}$	١-	غير معرّف
°٣٦٠	$2\pi$	١	٠

### هل تعلم؟

وضعت جداول النسب المثلثية منذ أكثر من ٢٠٠٠ عام لتستخدم في علم الفلك.

### مثال (٢)

أب ج مثلث ثلاثيني ستيني. طول الوتر = ٨ سم. أوجد طول كل من الضلعين أب، ب ج.



الحل:

في  $\Delta$  أب ج، جاج = جا ٣٠ =  $\frac{أب}{بج}$

$$\frac{أب}{بج} = \frac{١}{٢}$$

$$٤ = أب$$

جتاج = جتا (٣٠) =  $\frac{بج}{بج}$

$$\frac{بج}{بج} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$٣\sqrt{4} = بج$$

طول الضلع أب = ٤ سم وطول الضلع ب ج =  $٣\sqrt{4} \approx ٦,٩$  سم.

### حاول أن تحل

٢ في مثلث ثلاثيني ستيني إذا كان طول الضلع الأصغر =  $٦\sqrt{3}$  سم، فأوجد طول الضلعين الآخرين.



### مثال (٣) تطبيق لوحة إرشادية لمدرسة

تشير إحدى لوحات السير على وجود مدرسة. اللوحة على شكل مثلث متطابق الأضلاع طول ضلعه ٦٠ سم. أوجد مساحة هذه اللوحة.

الحل:

$$\begin{aligned} \text{طول العمود النازل من رأس مثلث متطابق الأضلاع إلى القاعدة} &= \text{ارتفاع المثلث} = \text{طول الضلع} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \\ &= \frac{\sqrt{3}}{2} \times 60 \approx 52 \text{ سم} \\ \text{مساحة اللوحة} &= \frac{\text{طول القاعدة} \times \text{الارتفاع}}{2} = \frac{60 \times 52}{2} = 1560 \text{ سم}^2 \\ \text{مساحة اللوحة تساوي حوالي } &1560 \text{ سم}^2. \end{aligned}$$

### حاول أن تحل

٣ معيّن يتكوّن من مثلثين متطابقي الأضلاع. أوجد مساحة المعين إذا كان طول ضلع المثلث = ٨ سم.

### مثال (٤) تطبيقات حياتية

برج بيزا معلم أثري مشهور في إيطاليا. كان ارتفاع البرج ٥٥ مترًا قبل ميله نحو الجنوب. (أد في الرسم). شاهد مراقبان موجودان في النقطتين ب، ج قمة البرج بزوايتين قياسهما ٤٥°، ٣٠° على الترتيب. أ عبّر عن طول كل من هـ ب، هـ ج بدلالة طول أ هـ.

ب أوجد أ هـ علمًا أن المسافة بين النقطتين ب، ج تساوي ٤٠ مترًا.

ج نتيجة للأشغال المهمة على البرج بين العامين ١٩٩٣ - ٢٠٠١ تقلص البعد بين النقطتين هـ، د من ٤,٥ مترًا إلى ٤ أمتار. ما قياس (أ هـ) التي يصنعها البرج مع الأرض قبل الأشغال؟ وبعد الأشغال؟

الحل: أ في المثلث أ هـ ب: ظا ب = ٤٥° =  $\frac{\text{أ هـ}}{\text{هـ ب}}$  = ١ ومنه هـ ب = أ هـ

في المثلث أ هـ ج: ظا ج = ٣٠° =  $\frac{\text{أ هـ}}{\text{هـ ج}}$  =  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  ومنه هـ ج =  $\sqrt{3}$  أ هـ

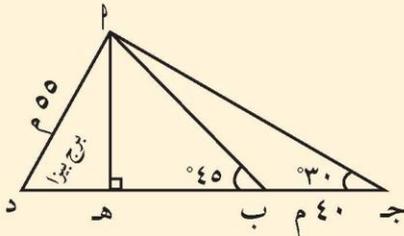
ب هـ ج = هـ ب + ب ج

$$\sqrt{3} \text{ أ هـ} = \text{أ هـ} + 40 \text{ أي } 40 = \text{أ هـ} (1 - \sqrt{3})$$

$$\text{أ هـ} = \frac{40}{1 - \sqrt{3}} \approx 54,64$$

ج قبل الأشغال: جتا (أ هـ) =  $\frac{40}{50}$ ،  $\text{ن}(\text{أ هـ}) \approx 56^\circ 21' 18''$

بعد الأشغال: جتا (أ هـ) =  $\frac{4}{5}$ ،  $\text{ن}(\text{أ هـ}) \approx 46^\circ 49' 18''$

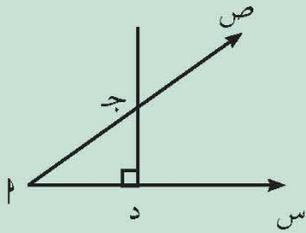


## حل المثلث قائم الزاوية Solving Right Triangle

### عمل تعاوني

#### سوف تتعلم

- إيجاد قياسات زوايا مثلث قائم.
- إيجاد أطوال أضلاع مثلث قائم.



استخدم برنامج رسم هندسي على الحاسوب.

ارسم شعاعين  $\overrightarrow{AS}$  ،  $\overrightarrow{AV}$  يشكلان زاوية حادة  $\hat{A}$  ص.  
من نقطة د على  $\overrightarrow{AS}$  ارسم شعاعًا متعامدًا مع  $\overrightarrow{AV}$  يقطع  $\overrightarrow{AS}$  في ج.

بتحريك النقطة د تتحرك تبعًا لها النقطة ج محافظًا على  $\hat{A}$  قائمة، يكبر المثلث  $\triangle ACD$  ج أو يصغر. وبتحريك النقطة ص يكبر أو يصغر قياس الزاوية  $\hat{A}$ .

١ - أوجد قياس الزاوية  $\hat{A}$ .

٢ - أوجد أطوال أضلاع المثلث  $\triangle ACD$ .

$$\text{احسب النسبة } \frac{\text{دج}}{\text{اج}} \left( \frac{\text{الضلع المقابل للزاوية } \hat{A}}{\text{الوتر}} \right)$$

حرك  $\overrightarrow{AS}$  بحيث يتغير قياس الزاوية  $\hat{A}$ .

ما الذي تلاحظه حول النسبة  $\frac{\text{دج}}{\text{اج}}$  عندما يتغير قياس الزاوية  $\hat{A}$ .

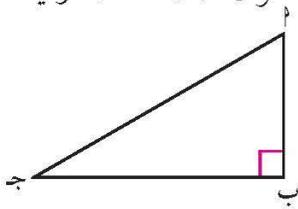
من أي قيمة تقترب هذه النسبة عندما يقترب قياس  $\hat{A}$  من  $90^\circ$  ومن  $0^\circ$ ؟

٣ - اصنع جدولًا يبين قيم الزاوية  $\hat{A}$  والنسبة  $\left( \frac{\text{الضلع المقابل للزاوية } \hat{A}}{\text{الوتر}} \right)$  يتضمن القياسات  $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, \dots, 80^\circ$  للزاوية  $\hat{A}$ .

### Solving Right Triangle

### ٣ - حل المثلث قائم الزاوية

نعلم أن للمثلث ستة عناصر هي أضلاعه الثلاثة وزواياه الثلاث. حلّ المثلث يعني إيجاد أطوال أضلاعه الثلاثة وقياسات زواياه الثلاث. سيقصر عملنا في هذا البند على المثلث قائم الزاوية. في الشكل المقابل المثلث  $\triangle ABC$  قائم الزاوية في ب.



الأضلاع:  $\overline{AB}$ ،  $\overline{BC}$ ،  $\overline{AC}$

الزوايا:  $\hat{A}$ ،  $\hat{B}$ ،  $\hat{C}$

غالبًا ما تعطى ثلاثة عناصر في المثلث أحدها على الأقل طول أحد الأضلاع ويتعين علينا إيجاد الباقي.

#### مثال (١)

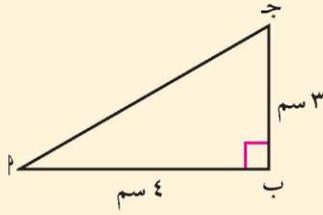
حلّ المثلث  $\triangle ABC$  القائم في  $\hat{B}$  إذا علم أن:  $\overline{AB} = 4$  سم،  $\overline{BC} = 3$  سم

الحل:

بتطبيق نظرية فيثاغورث

$$(\overline{AB})^2 + (\overline{BC})^2 = (\overline{AC})^2$$

$$4^2 + 3^2 = \overline{AC}^2$$



$$\text{ظا} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{3}{4} = 0,75$$

استخدم حاسبة الجيب لإيجاد  $\hat{ج}$ .

$$\text{Shift TAN } 0.75 = 36.869897$$

$$\hat{ج} \approx 37^\circ - 90^\circ \approx 53^\circ$$

حاول أن تحل

١ حل المثلث أ ب ج القائم الزاوية في ج حيث: ب ج = ١٥ سم، أ ج = ١٢ سم

مثال (٢)

حلّ المثلث أ ب ج القائم في ج إذا علم أن: أ ب = ٤٠ سم،  $\hat{ب} = 25^\circ$

الحل:

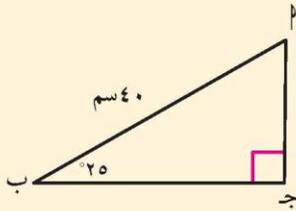
$$\hat{ج} = 90^\circ - 25^\circ = 65^\circ$$

$$\text{جتا}(\hat{ب}) = \frac{\text{ب ج}}{\text{أ ب}}, \text{جتا}(25^\circ) = \frac{\text{ب ج}}{40}$$

$$\text{ب ج} = 40 \times \text{جتا}(25^\circ) \approx 36,25 \text{ سم}$$

$$\text{جاء} = \frac{\text{أ ج}}{\text{أ ب}}, \text{جا}(25^\circ) = \frac{\text{أ ج}}{40}$$

$$\text{أ ج} = 40 \times \text{جا}(25^\circ) \approx 17 \text{ سم}$$



حاول أن تحل

٢ حل المثلث أ ب ج القائم في ج حيث: أ ج = ٢٠ سم،  $\hat{ب} = 75^\circ$

مثال (٣)

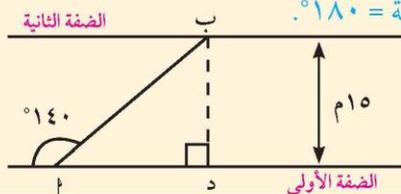


حاول أحد السباحين عبور النهر انطلاقاً من النقطة أ الموضحة بالشكل المرسوم جرفه التيار ووصل إلى النقطة ب.

ما المسافة التي قطعها السباح؟

الحل: ليكن ب د البعد العمودي بين الضفتين

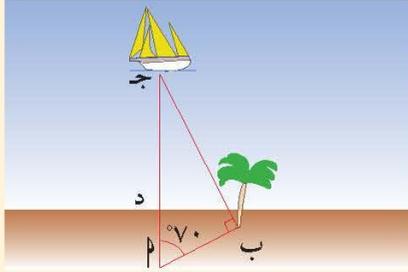
في المثلث أ ب د،  $\hat{د} = 140^\circ - 180^\circ = 40^\circ$  قياس الزاوية المستقيمة  $= 180^\circ$ .



بالتعويض

$$\text{جا}(40^\circ) = \frac{15}{\text{أ ب}}$$

$$\text{جاء} = \frac{\text{ب د}}{\text{أ ب}}$$



أب =  $\frac{15}{\sin(40^\circ)} = 23,3$  أي أن السباح قطع حوالي ٢٣,٣ مترًا.

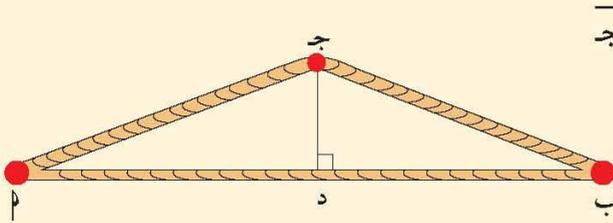
### حاول أن تحل

٣ في الشكل المقابل إذا كان،  $لد = ١٠٠$  متر،  $أب = ١٥٠$  متر. أوجد:

(أ) البعد بين الزورق والشجرة (ب) البعد بين الزورق والشاطئ

### مثال (٤)

حبل طوله ١٠ أمتار مثبت في مساميرين عند النقطتين  $ل$ ،  $ب$ . حبل آخر طوله ١١ مترًا مثبت في نفس النقطتين، شد من وسطه (النقطة  $ج$ ) إلى أعلى.



ب أوجد طول  $دج$

أ أوجد  $ن(د\hat{أ}ج)$

الحل:

$$لد = \frac{أب}{٢} = \frac{١٠}{٢} = ٥ \text{ أمتار.}$$

$$لج = \frac{١١}{٢} = ٥,٥ \text{ أمتار.}$$

$$ن(د\hat{أ}ج) = \frac{لد}{لج} = \frac{٥}{٥,٥} \approx ٠,٩١$$

$$\therefore ن(د\hat{أ}ج) \approx ٥١^\circ ٢٩' ٢٤''$$

$$ن(د\hat{أ}ج) \approx ٥١^\circ ٢٩' ٢٤''$$

باستخدام الآلة الحاسبة

ب باستخدام نظرية فيثاغورث  $لج^2 = لد^2 + دج^2$

$$لج^2 - لد^2 = دج^2$$

$$٥,٢٥ = ٢٥ - دج^2 = دج^2$$

$$\therefore دج = \sqrt{٥,٢٥} \approx ٢,٣$$

طول القطعة  $دج$  يساوي حوالي ٢,٣ متر.

### حاول أن تحل

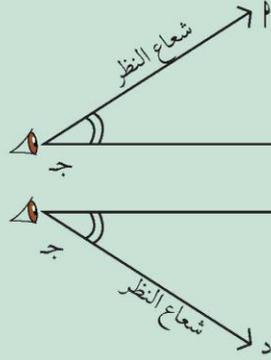
٤ في المثال السابق أوجد  $ن(د\hat{أ}ج)$  إذا كان طول الحبل من  $ل$  إلى  $ب$  والمار بالنقطة  $ج$  يساوي ١٢ مترًا.

## زوايا الارتفاع وزوايا الانخفاض

### Angles of Elevation and Angles of Depression

#### سوف تتعلم

- زوايا الارتفاع وزوايا الانخفاض
- استخدام زوايا الارتفاع والانخفاض في حل مسائل حياتية



#### دعنا نفكر ونتناقش

- ١ - إذا رصد شخص (ج) نقطة م أعلى من مستوى نظره الأفقي ج ب فإن الزاوية التي يحددها ج م، ج ب تسمى **زاوية ارتفاع م** عن المستوى الأفقي لنظر الشخص ج.
- ٢ - وإذا رصد الشخص ج نقطة د أدنى من مستوى نظره الأفقي ج ب فإن الزاوية التي يحددها ج د، ج ب تسمى **زاوية انخفاض د** عن المستوى الأفقي لنظر الشخص ج.

#### ملاحظة:

إذا كان م شخصًا موجودًا على سطح الأرض، وكان ب شخصًا موجودًا في منطاد مرتفع عن سطح الأرض، ونظر كل منهما إلى الآخر فإن:

$\hat{\theta}$  هي زاوية ارتفاع ب عن المستوى الأفقي لنظر (م).

$\hat{\varphi}$  هي زاوية انخفاض (م) عن المستوى الأفقي لنظر (ب)

ونلاحظ في هذه الحالة أن:

زاوية الارتفاع  $(\hat{\theta})$  = زاوية الانخفاض  $(\hat{\varphi})$ .

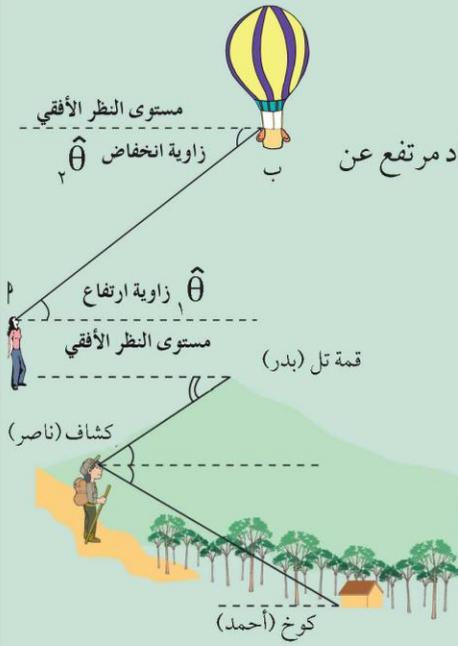
٣ - يقف بدر عند قمة التل ويقف ناصر عند الكشاف ويقف أحمد عند الكوخ.

صف كل زاوية في الشكل عندما ينظر:

(أ) بدر إلى ناصر

(ب) ناصر إلى أحمد

(ج) ناصر إلى بدر



#### مثال (١)

لقياس طول إحدى المسلات قام مرشد سياحي برصد قمة المسلة من خلال جهاز للرصد، فوجد أن قياس زاوية الارتفاع  $48^\circ$ . إذا كان الجهاز يبعد عن قاعدة المسلة مسافة ١٨ م فاحسب ارتفاع المسلة.

الحل:

$$\frac{\text{س}}{18} = \tan(48^\circ)$$

$$\text{س} = 18 \times \tan(48^\circ) \approx 20$$

ارتفاع المسلة: ٢٠ م تقريبًا

#### حاول أن تحل

١ من نقطة على سطح الأرض تبعد ١٠٠ متر عن قاعدة مئذنة، وجد أن قياس زاوية ارتفاع المئذنة  $12^\circ$ . أوجد ارتفاع المئذنة عن سطح الأرض.

### مثال (٢)

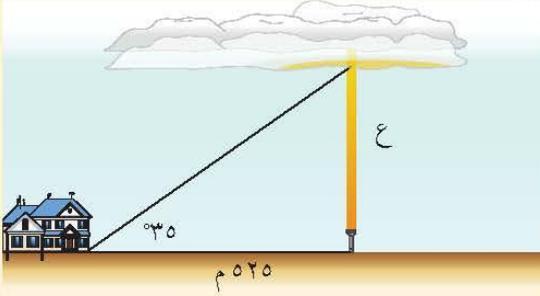
علم الأرصاد الجوية: لمعرفة ارتفاع طبقة من الغيوم عن سطح الأرض يستخدم علماء الفلك قياس زاوية الارتفاع في اللحظة التي يصل فيها البرق إلى الأرض. (يمكن نمذجة المسألة كما في الصورة).  
أوجد قيمة تقريبية لارتفاع طبقة الغيوم عن سطح الأرض.

الحل:

$$\frac{ع}{٥٢٥} = (\text{ظا } ٣٥)$$

$$ع = ٥٢٥ \times \text{ظا } ٣٥$$

$$ع \approx ٣٦٧,٦ \text{ مترًا}$$



### مثال (٣)

تحلق مروحية فوق محمية طبيعية على ارتفاع ٢٥٠ مترًا وتواكبها على الأرض سيارة حرس المحمية. شاهد ريان المروحية قطيعة من الفيلة بزوايا انخفاض قياسها  $٤٨^\circ$ . ما المسافة بين المروحية والقطيع في تلك اللحظة علمًا بأن السيارة مباشرة تحت المروحية؟

الحل:

لتكن أ موقع المروحية، ب موقع السيارة، ج موقع القطيع.

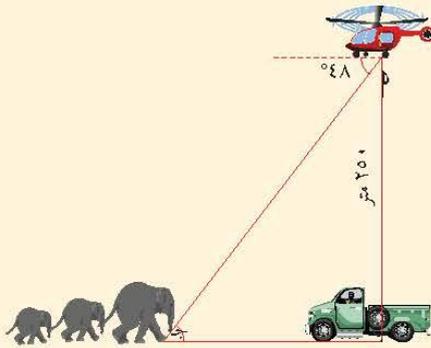
$$\frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \text{جا ج}$$

$$\frac{٢٥٠}{ج} = \text{جا } ٤٨$$

$$\frac{٢٥٠}{\text{جا } ٤٨} = ج$$

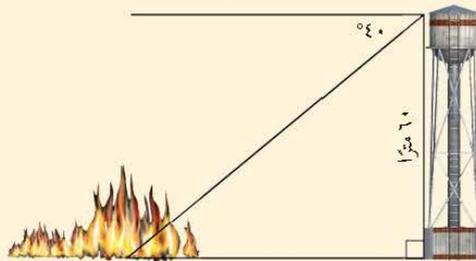
$$ج \approx ٣٣٦,٤ \text{ مترًا}$$

يبعد قطيع الفيلة حوالي ٣٣٦ مترًا عن المروحية.



### حاول أن تحل

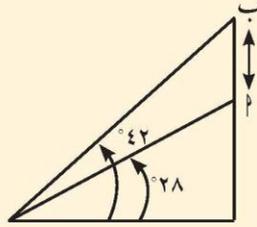
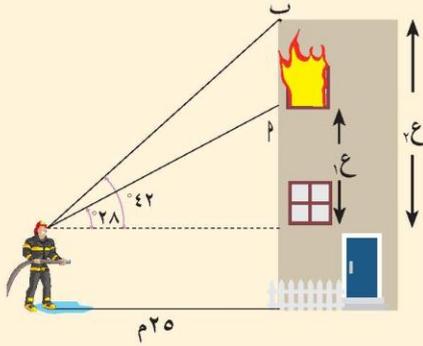
٢ يقف مراقب فوق برج ارتفاعه ٦٠ مترًا. شاهد حريقًا بزوايا انخفاض قياسها  $٤٠^\circ$ . ما المسافة بين قاعدة برج المراقبة وموقع الحريق؟



### مثال (٤) (إثرائي)

شاهد رجل إطفاء وهو يقف على سطح الأرض ألسنة النيران تنبعث من إحدى النوافذ القريبة من سطح البناء. وجد أن قياس زاوية الارتفاع من مستوى نظره إلى القاعدة السفلية للنافذة (أ) حيث تندلع النيران هي  $28^\circ$ ، وزاوية الارتفاع من مستوى نظره إلى سطح البناء (ب) قياسها  $42^\circ$ . علمًا أن رجل إطفاء يقف على مسافة ٢٥ مترًا من قاعدة البناء. ما المسافة بين قاعدة النافذة (حيث ألسنة النيران) و سطح البناء؟

الحل: بفرض أن  $ع$  هي البعد بين القاعدة السفلية للنافذة أ ومستوى النظر الأفقي.



$$\text{ظا } 28^\circ = \frac{ع}{25} \Rightarrow ع = 25 \text{ ظا } 28^\circ$$

بفرض أن  $ع$  هي البعد بين سطح البناء والمستوى الأفقي للنظر.

$$\text{ظا } 42^\circ = \frac{ع}{25} \Rightarrow ع = 25 \text{ ظا } 42^\circ$$

$$ع = 25 \text{ ظا } 42^\circ - 25 \text{ ظا } 28^\circ$$

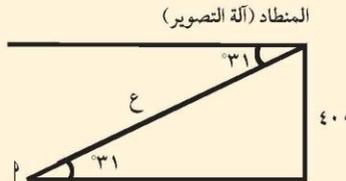
∴ المسافة المطلوبة  $\approx 9,22$  أمتار

$\approx 9,22$  أمتار

حاول أن تحل

٣ زُود منطاد بهوائي تلفزيون لنقل مباراة كرة القدم، حيث تراقب آلة التصوير الملعب عند النقطة أ بزاوية انخفاض  $31^\circ$ . يبلغ ارتفاع المنطاد عن سطح الأرض ٤٠٠ متر.

ما طول خط الضوء المرسل من آلة التصوير إلى الملعب؟



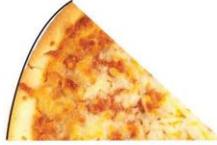
## القطاع الدائري والقطعة الدائرية

### Circular Sector and Circular Segment

#### تعريف:

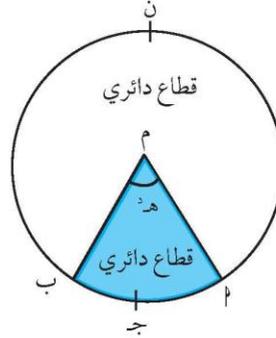
القطاع الدائري هو جزء من سطح الدائرة محدود بنصفي قطرين وقوس.

تمثل قطعة الشطيرة قطاعًا دائريًا في الشكل المرسوم:



نصفا القطرين  $مأ$ ،  $مب$  يقسمان الدائرة إلى قطاعين دائريين.

القطاع الأصغر  $مأب$  زاويته المركزية  $هـ$ ، والقطاع الأكبر  $مأب$  زاويته المركزية  $٢\pi - هـ$ .



#### سوف تتعلم

- القطاع الدائري
- إيجاد مساحة القطاع الدائري
- القطعة الدائرية
- إيجاد مساحة القطعة الدائرية

#### معلومة رياضية:

قياس القوس = قياس الزاوية المركزية التي تحصر القوس بين ضلعيها.

### Area of Circular Sector

(البرهان غير مطلوب)

لإيجاد مساحة القطاع الدائري نستخدم التناسب:

نسبة طول القوس إلى طول الدائرة (محيط الدائرة) هي نسبة مساحة القطاع الدائري إلى مساحة الدائرة.

$$\frac{\text{مساحة القطاع الدائري}}{\text{مساحة الدائرة}} = \frac{\text{طول القوس}}{\text{طول الدائرة}}$$

$$\frac{\text{مساحة القطاع الدائري}}{\pi r^2} = \frac{l}{2\pi r}$$

$$\text{مساحة القطاع الدائري} = \frac{l}{2\pi r} \times \pi r^2$$

$$\text{مساحة القطاع الدائري} = \frac{1}{2} l r$$

#### تذكر:

محيط الدائرة =  $2\pi r$

مساحة الدائرة =  $\pi r^2$

طول القوس  $l = r \times \theta$

### مثال (١)

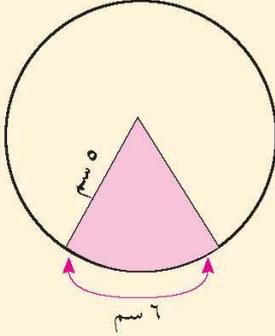
أوجد مساحة القطاع الأصغر في الشكل المقابل:

الحل:

$$\text{مساحة القطاع} = \frac{1}{4} \text{ ل نه} = \frac{1}{4} \times 6 \times 5$$

$$= 15 \text{ سم}^2$$

مساحة القطاع الدائري تساوي ١٥ سم<sup>٢</sup>



### حاول أن تحل

١ أوجد مساحة القطاع الدائري الذي طول نصف قطره ١٠ سم وطول قوسه ٤ سم.

تعرفت في بداية الوحدة الثانية أن طول القوس ل يساوي قياس الزاوية المركزية بالراديان مضروباً في طول نصف القطر:  
 $ل = هـ \times نه$

إذا عوضنا عن ل بهـ<sup>٢</sup> × نه نحصل على:

$$\text{مساحة القطاع الدائري} = \frac{1}{4} هـ \times نه \times نه = \frac{1}{4} هـ نه^2$$

### مثال (٢)

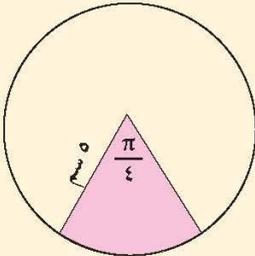
أوجد مساحة القطاع الدائري الأصغر في الشكل المقابل:

الحل:

$$\text{مساحة القطاع} = \frac{1}{4} هـ نه^2 = \frac{1}{4} \times \frac{\pi}{4} \times (5)^2$$

$$= \frac{\pi \times 25}{8} \approx 9,8 \text{ سم}^2$$

مساحة القطاع الدائري تساوي حوالي ٩,٨ سم<sup>٢</sup>



### ٢- القطعة الدائرية: Circular Segment

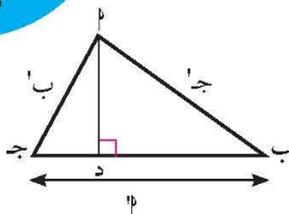
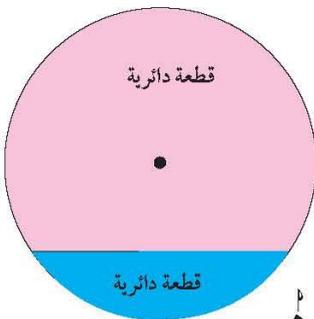
القطعة الدائرية هي جزء من سطح الدائرة محدود بقوس فيها وتر.

### ٣- مساحة المثلث: Area of a Triangle

$$\text{مساحة المثلث } ا ب ج = \frac{1}{2} ب ج \times ا د$$

$$\text{لكن } ج ا ب = \frac{ا د}{ب} \therefore ا د = ا ب \times ج ا ب$$

$$\text{مساحة المثلث } ا ب ج = \frac{1}{2} ب ج \times ب \times ج ا ب$$

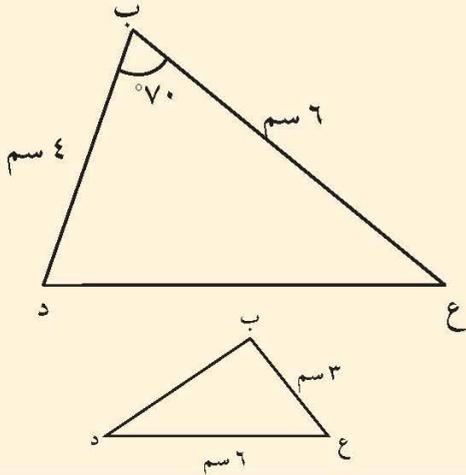


$$\begin{aligned} \text{مساحة المثلث } \Delta \text{ ب ج د} &= \frac{1}{2} \times \text{ب ج} \times \text{ب د} \times \sin \angle \text{ب} \\ &= \frac{1}{2} \times \text{ب ج} \times \text{ب د} \times \sin 70^\circ \\ &= \frac{1}{2} \times 6 \times 4 \times \sin 70^\circ \end{aligned}$$

أي أن مساحة المثلث =  $\frac{1}{2}$  حاصل ضرب طولَي أي ضلعين  $\times$  جيب الزاوية المحددة بهما

$$\begin{aligned} \text{وباختصار نكتب مساحة المثلث } \Delta \text{ ب ج د} &= \frac{1}{2} \times \text{ب ج} \times \text{ب د} \times \sin \angle \text{ب} \\ &= \frac{1}{2} \times 6 \times 4 \times \sin 70^\circ \\ &= 11,276 \text{ سم}^2 \end{aligned}$$

مثال (٣)



ب ج د مثلث فيه ب ج = ٦ سم، ب د = ٤ سم،  $\angle \text{ب} = 70^\circ$ .  
أوجد مساحة هذا المثلث.

الحل:

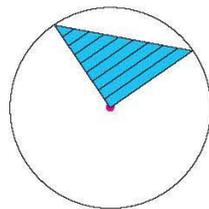
$$\begin{aligned} \text{مساحة المثلث ب ج د} &= \frac{1}{2} \times \text{ب ج} \times \text{ب د} \times \sin \angle \text{ب} \\ &= \frac{1}{2} \times 6 \times 4 \times \sin 70^\circ \\ &= 11,276 \text{ سم}^2 \end{aligned}$$

حاول أن تحل

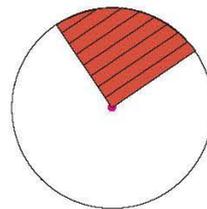
٢ في المثلث المقابل إذا كانت مساحته = ٧ سم<sup>٢</sup>. فأوجد  $\angle \text{ع}$ .

#### ٤ - مساحة القطعة الدائرية: Area of a Circular Segment

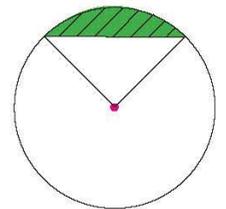
مساحة القطعة الدائرية تساوي مساحة القطاع الدائري مطروحاً منه مساحة المثلث.



مساحة المثلث

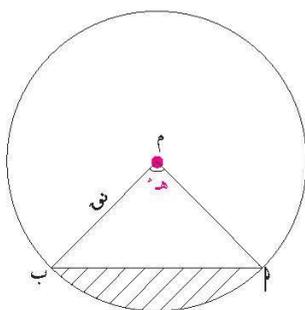


مساحة القطاع الدائري



مساحة القطعة الدائرية

= -



### تذكر:

هـ هو قياس الزاوية بالراديان.  
انتبه لوضع الآلة الحاسبة.

إيجاد مساحة القطعة الدائرية:

$$\text{مساحة القطاع الأصغر} = \frac{1}{4} \text{هـ}^2 \times \text{ن}^2$$

$$\text{مساحة المثلث م أب} = \frac{1}{4} \text{م}^2 \times \text{م ب} \times \text{جا}(\text{هـ})$$

$$= \frac{1}{4} \text{ن}^2 \times \text{جا}(\text{هـ})$$

مساحة القطعة الدائرية = مساحة القطاع الأصغر - مساحة المثلث م أب

$$= \frac{1}{4} \text{هـ}^2 \times \text{ن}^2 - \frac{1}{4} \text{ن}^2 \times \text{جا}(\text{هـ})$$

$$\text{مساحة القطعة الدائرية} = \frac{1}{4} \text{ن}^2 (\text{هـ}^2 - \text{جا}(\text{هـ}))$$

### مثال (٤)

احسب مساحة قطعة دائرية زاويتها المركزية  $60^\circ$  وطول نصف قطر دائرتها ١٠ سم.

الحل:

$$\text{مساحة القطعة الدائرية} = \frac{1}{4} \text{ن}^2 (\text{هـ}^2 - \text{جا}(\text{هـ}))$$

نحول  $60^\circ$  إلى القياس الدائري

$$\text{هـ} = 60^\circ \times \frac{\pi}{180} \approx 1,0472$$

نوجد جا ( $60^\circ$ ) بالآلة الحاسبة

$$\text{جا} (60^\circ) \approx 0,866$$

(لاحظ أن جا  $1,0472 \approx 0,866$  أيضًا)

$$\text{مساحة القطعة الدائرية} = \frac{1}{4} \text{ن}^2 (\text{هـ}^2 - \text{جا}(\text{هـ}))$$

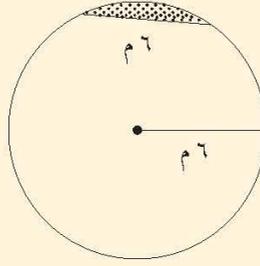
$$\approx \frac{1}{4} \times 100 \times [1,0472 - 0,866]$$

$$\approx 9,06 \text{ سم}^2$$

### حاول أن تحل

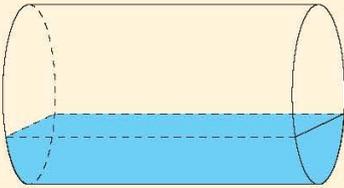


٣ أ حوض زهور دائري طول نصف قطره ٦ م (انظر الشكل المقابل)، وفي هذا الحوض وتر طوله ٦ م. احسب مساحة القطعة الدائرية الصغرى.

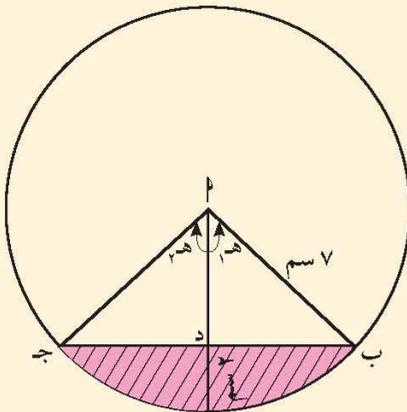


ب أوجد مساحة قطعة دائرية طول نصف قطرها ١٠ سم وقياس زاويتها المركزية  $70^\circ$ .

### مثال (٥)



يبين الشكل المقابل مقطعاً في أنبوب أسطوانى الشكل، ومياهها متجمعة في القاع. إذا كان أقصى عمق الماء هو ٢ سم وطول نصف قطر الأنبوب ٧ سم، فأوجد مساحة الجزء المظلل باللون الوردي.



الحل:  $د = ٥$  سم

$$هـ = ١,٧٧٥ \approx ١,٧٧٥$$

$$هـ = هـ + هـ = ١,٥٥$$

مساحة القطاع الأصغر =  $\frac{1}{4} \times هـ^2 \times \pi$

$$= \frac{1}{4} \times ١,٥٥ \times ٢٧ = ٣٧,٩٧٥ \text{ سم}^2$$

$$\text{مساحة المثلث أ ب ج} = \frac{1}{2} \times أ ب \times ج = \frac{1}{2} \times (١,٥٥) \times ٤٩ = ٣٨,٤٩٧٥ \approx ٣٨,٤٩٧٥ \text{ سم}^2$$

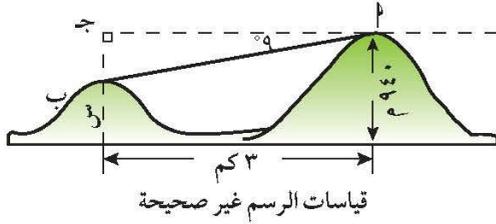
$$\text{مساحة الجزء المظلل} = ٣٨,٤٩٧٥ - ٣٧,٩٧٥ = ٥٠٢,٥٢٢٥ \approx ٥٠٢,٥٢ \text{ سم}^2$$

#### ملاحظة:

يمكن الحل باستخدام القانون

## المرشد لحل المسائل

خلال بحثه على أحد المواقع الإنترنت وجد سلطان المسألة التالية:  
يبعد تلان عن بعضهما ٣ كم. يبلغ ارتفاع القمة «أ» ٩٤٠ مترًا وقياس زاوية الانخفاض من القمة «أ» إلى القمة «ب» ٩°. أوجد ارتفاع القمة «ب».



كيف فكر سلطان لإيجاد ارتفاع القمة ب.

بداية، سوف أرسم مخططاً للمسألة.

البعد بين التلين = ٣ كم.

قياس زاوية الانخفاض = ٩°.

ارتفاع القمة «أ» = ٩٤٠ مترًا.

عليّ إيجاد ارتفاع القمة «ب». ليكن س هذا الارتفاع.

لإيجاد قيمة س، سوف أستخدم النسب المثلثية في المثلث أ ب ج. طول أحد ضلعي القائمة البعد بين القمتين وقياس إحدى

زواياه الحادة ٩°. سوف أستخدم ظل هذه الزاوية أو مقلوبه إذا استطعت إيجاد طول أحد أضلاع الزاوية القائمة. إذا تمكنت في

الرسم أجد أن:

$$أ ب ج = ٣ \text{ كم} = ٣٠٠٠ \text{ متر.}$$

∴ كانت الزاوية هي زاوية انخفاض، فارتفاع القمة: «ب» سوف يكون أصغر من ارتفاع القمة «أ».

$$\text{ظا } ٩^\circ = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{ب ج}{٣٠٠٠}$$

سأكتب معادلة

$$ب ج = ٣٠٠٠ \times \text{ظا } ٩^\circ$$

سأحل المعادلة

$$ب ج = ٤٧٥ \text{ متر تقريبًا}$$

سأستخدم آلة حاسبة وأقرب

$$س = ٩٤٠ - ٤٧٥ = ٤٦٥$$

يبقى عليّ طرح هذه القيمة من ارتفاع القمة «أ»

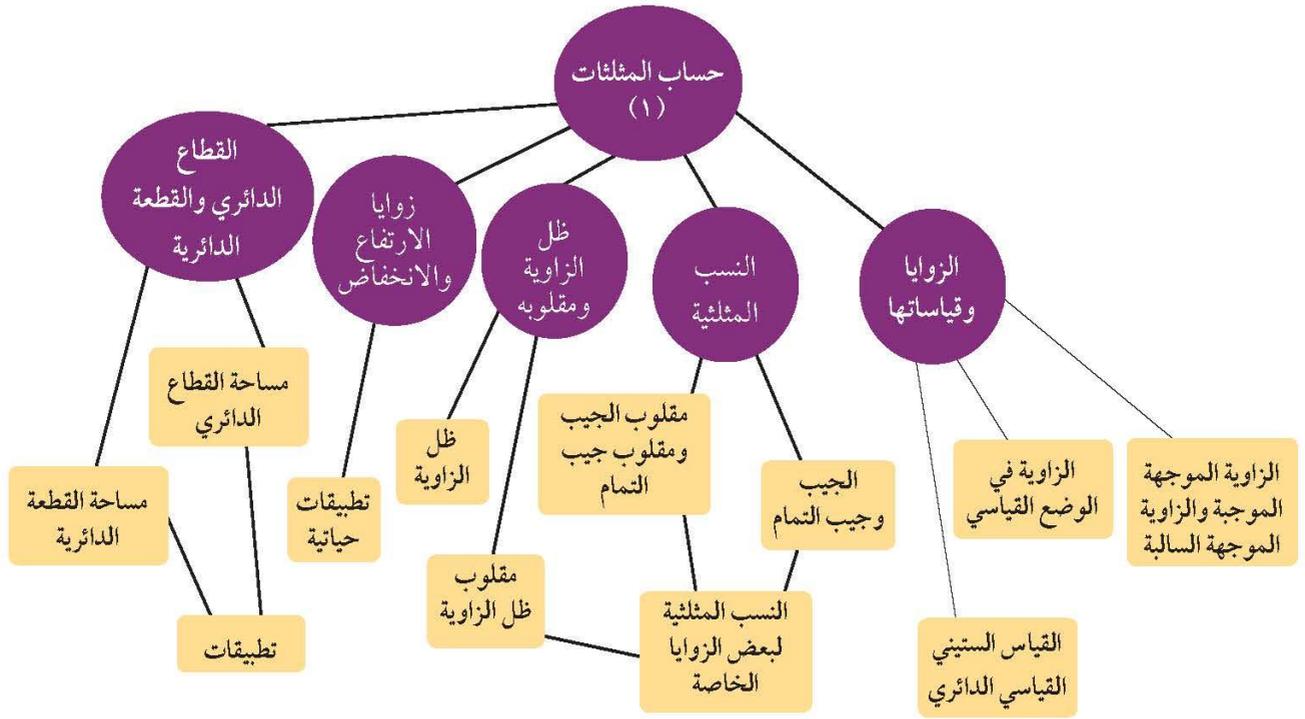
لذا يكون ارتفاع القمة (ب) ٤٦٥ مترًا.

### مسألة إضافية

في صف الطيران المظلي، وقف الطلاب على تل ارتفاعه ٤٧٠ مترًا يراقبون رفيقًا لهم يهبط بالمظلة. عندما وصل إلى الأرض

كانت زاوية الانخفاض ٧٢°. ما بعد هذا المظلي عن قاعدة التل؟

## مخطط تنظيمي للوحدة الثانية



### ملخص

- تكون الزاوية الموجهة موجبة إذا كان الاتجاه من الضلع الابتدائي إلى الضلع النهائي عكس دوران عقارب الساعة.
- تكون الزاوية الموجهة سالبة إذا كان الاتجاه من الضلع الابتدائي إلى الضلع النهائي مع دوران عقارب الساعة.
- تكون الزاوية الموجهة في الوضع القياسي إذا كان ضلعها الابتدائي على الجزء الموجب من محور السينات ورأسها في نقطة الأصل لمحاور الإحداثيات.
- تقاس الزاوية بالدرجات أو بالراديان.
- الزاوية نصف القطرية هي زاوية مركزية في دائرة تحصر قوساً طوله يساوي طول نصف قطر هذه الدائرة وقياسها يساوي 1 راديان.
- العلاقة:  $\frac{\text{هـ}}{\pi} = \frac{\text{س}}{180}$  تربط بين القياس الستيني والقياس الدائري لزاوية.
- في المثلث قائم الزاوية جيب الزاوية هو نسبة الضلع المقابل إلى الوتر ويرمز إليه بـ  $\sin$ .
- جيب التمام للزاوية هو نسبة الضلع المجاور إلى الوتر ويرمز إليه بـ  $\cos$ .
- قاطع الزاوية هو مقلوب جيب تمام الزاوية  $\frac{1}{\text{جتا}}$  حيث  $\text{جتا} \neq 0$ .
- قاطع تمام الزاوية هو مقلوب جيب تمام الزاوية  $\frac{1}{\text{جا}}$  حيث  $\text{جا} \neq 0$ .
- ظل الزاوية هو نسبة الضلع المقابل إلى الضلع المجاور ويرمز إليه بـ  $\tan$ .
- ظل تمام الزاوية هو نسبة طول الضلع المجاور إلى طول الضلع المقابل ويرمز إليه بـ  $\cotan$ .

$$- \text{جا } 45^\circ = \text{جتا } 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} ; \text{ ظا } 45^\circ = 1$$

$$\text{جا } 30^\circ = \frac{1}{2} \quad \text{جتا } 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \text{ظا } 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\text{جا } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \text{جتا } 60^\circ = \frac{1}{2} \quad \text{ظا } 60^\circ = \sqrt{3}$$

- زاوية الارتفاع: إذا كانت نقطة ما أعلى من مستوى النظر الأفقي.

- زاوية الانخفاض: إذا كانت نقطة ما أدنى من مستوى النظر الأفقي.

- القطاع الدائري هو جزء من الدائرة محدود بنصفي قطرين وقوس على الدائرة.

- مساحة القطاع الدائري  $\frac{1}{4}$  هـ<sup>د</sup> هـ<sup>د</sup> حيث هـ<sup>د</sup> قياس الزاوية المركزية للقطاع الدائري بالراديان، هـ هو نصف قطر الدائرة.

- القطعة الدائرية هي جزء من الدائرة محدودة بوتر وقوس على الدائرة.

- مساحة القطعة الدائرية  $\frac{1}{4}$  هـ<sup>د</sup> (هـ<sup>د</sup> - جاه<sup>د</sup>).

## الجبر - التغير Algebra - Variation

### مشروع الوحدة: تحويل التروس Shifting Gears في الدراجات الهوائية الرياضية.

#### ١ مقدمة المشروع:

يستخدم الرياضيون في سباقات الدراجات الهوائية دراجات لها تروس متغيرة. يمكن للتروس والروافع أن تسهل العمل، لكن تبقى هناك مفاضلة للجودة. فالتروس العالية في الدراجة تسمح بالسير مسافة أكبر مع كل دورة من الدواسات ولكن بمجهود أكبر.

#### ٢ الهدف:

كيف تختار التروس الملائمة خلال ركوب الدراجة: أماكن مسطحة، صعود الجبال، سباقات السرعة، أو المسافات الطويلة. سوف تستخدم ما تتعلمه في الوحدة حول التغير والتناسبات في عملك.

#### ٣ اللوازم:

أوراق، أوراق رسم بياني، آلة حاسبة.

#### ٤ أسئلة حول التطبيق:

- ضع جدولاً يبين المسافات التي تقطعها على دراجتك مستخدماً تروسات مختلفة، ولمدة زمنية ثابتة وعلى الطريق نفسها.
- أعد التجربة واختر طريقاً غير مسطحة (صعوداً ثم نزولاً).
- اسأل أحد المحال التجارية عن خصائص الدراجات التي يستخدمها الرياضيون في السباقات وقارنها بخصائص الدراجة التي قمتها.
- التقرير: ضع تقريراً مفصلاً يبين فيه كيف استفدت من النسب والتناسب في تنفيذ المشروع.



### دروس الوحدة

التغير العكسي	التغير الطردي	النسبة والتناسب
٣-٣	٢-٣	١-٣

## أضف إلى معلوماتك

الجبر كلمة عربية استخدمها محمد بن موسى الخوارزمي (القرن التاسع الميلادي في عصر الخليفة العباسي المأمون) في كتابه الذي ألفه وكان عنوانه «الجبر والمقابلة» والذي وضع فيه طرقاً أصيلةً لحلّ المعادلات، وبذلك يعتبر الخوارزمي مؤسس علم الجبر بعد أن كان الجبر جزءاً من الحساب. وقد ترجم الكتاب إلى اللغات الأوروبية بعنوان «الجبر» ومنها أخذ العلم «الجبر» (algebra) هذا الاسم.

ويقول ابن الياسمين (أحد الرياضيين الشعراء):

على ثلاثة يدور الجبر

المال والأعداد ثم الجذر

فالمال كل عدد مربع

وجذره واحد تلك الأضلع

والعدد المطلق ما لم ينسب

للمال أو للجذر، فافهم تصب



النسبة - مقياس الرسم - التناسب - التناسب المتسلسل (الهندسي) - التغير الطردي  
- التغير العكسي.

محمد بن موسى الخوارزمي

## أين أنت الآن (المعارف السابقة المكتسبة)

- تعلمت تمثيل العلاقات بيانياً باستخدام المتغيرات.
- استكشفت أنماط الدوال.
- تعرفت طرائق حل معادلات ومتباينات من الدرجة الأولى بمتغير واحد أو بمتغيرين.
- تعرفت طرائق حل معادلات ومتباينات من الدرجة الثانية بمتغير واحد ومثلت الحلول بيانياً.
- تعرفت التناسب وبعض خواص التناسب.

## ماذا سوف تتعلم؟

- النسبة والتناسب واستخدامهما في حل مسائل حياتية.
- خواص التناسب المتسلسل.
- التغير الطردي.
- التغير العكسي.

## المصطلحات الأساسية

النسبة - مقياس الرسم - التناسب - التناسب المتسلسل (الهندسي) - التغير الطردي  
- التغير العكسي.



## Proportion

## التناسب

التناسب هو تساوي نسبتين أو أكثر.

$$\text{فمثلاً: } \dots = \frac{15}{20} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$$

ويمكن كتابة ذلك كالاتي:  $3:4 = 12:16 = 15:20 \dots$   
وتقرأ ٣ إلى ٤ هي نفسها ١٢ إلى ١٦ هي نفسها ١٥ إلى ٢٠ ...

### خاصية التساوي:

ليكن  $a, b, c, d$ ،  $c \neq 0$ ،  $a \neq 0$ ،  $b \neq 0$ ،  $d \neq 0$ .

$$\text{إذا كان } \frac{a}{b} = \frac{c}{d} \text{ فإن } \frac{a}{b} \times \frac{d}{d} = \frac{c}{d} \times \frac{d}{d} \text{ ، } \frac{a}{b} \times \frac{d}{d} = \frac{c}{d} \times \frac{d}{d}$$

فمثلاً:

نعلم أن  $\frac{3}{4} = \frac{15}{20}$  بضرب الطرفين في ٢ نجد أن:

$$\frac{15}{20} = \frac{3}{4} \quad \text{أي أن } 2 \times \frac{15}{20} = 2 \times \frac{3}{4}$$

### تذكر:

$\mathbb{C}^*$  هي مجموعة الأعداد الحقيقية غير الصفرية

$$\mathbb{C}^* = \mathbb{C} - \{0\}$$

الرمز  $\ni$  يقرأ ينتمي إلى

### مثال (٢)

إذا كان  $\frac{5}{6} = \frac{A}{9}$  فأوجد قيمة  $A$ .

$$\text{الحل: } \frac{5}{6} = \frac{A}{9}$$

$$\frac{5}{6} \times 9 = \frac{A}{9} \times 9$$

$$A = \frac{15}{2}$$

$$A = 7,5$$

### حاول أن تحل

٢ إذا كان  $\frac{4}{6} = \frac{ص}{9}$  فأوجد قيمة  $ص$ .

بضرب الطرفين في ٩ (النظير الضربي لـ  $\frac{1}{9}$ )

بالتبسيط

### خاصية الضرب التقاطعي:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \iff \frac{a}{c} = \frac{b}{d}$$

ليكن  $a, b, c, d \in \mathbb{C}$  \*

إذا كان  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$  فإن  $ad = bc$

فمثلاً:  $\frac{3}{4} = \frac{12}{16}$  من ذلك نجد أن:

$$3 \times 16 = 4 \times 12$$

$$48 = 48 \text{ عبارة صحيحة}$$

### مثال (٣)

أوجد قيمة  $x$  في التناسب:  $\frac{3}{4} = \frac{x}{2,5}$

الحل:

ضرب تقاطعي

$$2,5 \times 3 = 4 \times x$$

$$7,5 = 4x$$

بقسمة الطرفين على 4

$$\frac{7,5}{4} = x$$

$$1,875 = x$$

### حاول أن تحل

٣ أوجد قيمة  $b$  في التناسب:  $\frac{8}{20} = \frac{2}{b}$

### تعريف:

ليكن  $a, b, c, d \in \mathbb{C}$  \*

إذا كان  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$  فإنه يقال أن  $a, b, c, d$  أعداد متناسبة.

وإذا كانت  $a, b, c, d$  أعداد متناسبة فإن  $\frac{a}{c} = \frac{b}{d}$

ويسمى  $a, d$  طرفي التناسب، كما يسمى  $b, c$  وسطى التناسب.

ولأن في هذه الحالة  $ad = bc$  خاصية الضرب التقاطعي

فإن: حاصل ضرب الطرفين = حاصل ضرب الوسطين.

### مثال (٤)

أثبت أن ٤ ، ١,٥ ، ٨ ، ٣ أعداد متناسبة.

الحل:

تكون الأعداد ٤ ، ١,٥ ، ٨ ، ٣ أعدادًا متناسبة عندما تتساوى النسبتان  $\frac{٨}{٣}$  ،  $\frac{٤}{١,٥}$

$$\text{وحيث أن } \frac{٨}{٣} = \frac{٤٠}{١٥} = \frac{٤}{١,٥}$$

أي أن  $\frac{٨}{٣} = \frac{٤}{١,٥}$   
∴ الأعداد متناسبة.

### حاول أن تحل

٤ أثبت أن ٤ ، ٣ ، ٧ ، ٢ ، ٠٤ ، ٢ ، ٤ ، ٢ أعداد متناسبة.

### تدريب

أعط أمثلة عددية توضح خواص التناسب التالية:  
ليكن  $١$ ،  $٢$ ،  $٣$ ،  $٤$  د أعدادًا حقيقية غير صفرية:

أمثلة عددية	خواص التناسب
	إذا كان $\frac{١}{ب} = \frac{٢}{د}$ . فإن: ١ $١د = ب٢$
	٢ $\frac{د}{ج} = \frac{ب}{١}$
	٣ $\frac{ب}{ب} = \frac{١}{ج}$
	٤ $\frac{د+ج}{د} = \frac{ب+١}{ب}$
	٥ $\frac{١}{ب} = \frac{ج+١}{د+ب}$

### مثال (٥)

إذا كانت أ، ب، ج أعدادًا متناسبة مع الأعداد ٢، ٥، ٧. فأوجد القيمة العددية للمقدار  $\frac{ب+٢}{ب+ج}$ .

الحل:

∴ أ، ب، ج متناسبة مع ٢، ٥، ٧

$$\therefore \frac{أ}{٢} = \frac{ب}{٥} = \frac{ج}{٧} = م \text{ حيث } م \text{ عدد ثابت}$$

$$\therefore أ = ٢م، ب = ٥م، ج = ٧م$$

$$\therefore \text{المقدار} = \frac{ب+٢}{ب+ج} = \frac{٥م+٢}{٥م+٧م} = \frac{٥م+٢}{١٢م} = \frac{٥}{١٢} + \frac{٢}{١٢م}$$

### حاول أن تحل

٥ إذا كانت الأعداد أ، ب، ج متناسبة مع ٣، ٥، ١١. فأوجد القيمة العددية للمقدار  $\frac{ب+٢}{ب+ج}$ .

### معلومة رياضية:

إذا كانت أ، ب، ج أعدادًا متناسبة مع الأعداد د، هـ، و، فإن:

$$\frac{أ}{د} = \frac{ب}{هـ} = \frac{ج}{و} = م \text{ حيث } م \text{ عدد ثابت}$$

### مثال (٦) تطبيقات حياتية

تشارك سالم ومنصور بتنفيذ أعمال الدهان. إن نسبة الزمن الذي أمضياه في العمل هي ٧:٤. قبضًا معًا ٨٨ دينارًا. كيف سيتوزع هذا المبلغ بينهما إذا عمل سالم فترة زمنية أطول من منصور؟

الحل: لتكن س نصيب سالم، م نصيب منصور من المبلغ.

كتابة التناسب

$$\frac{س}{م} = \frac{٧}{٤}$$

من خواص التناسب

$$\frac{س+٧}{٤} = \frac{س+م}{٤}$$

$$\frac{١١}{٤} = \frac{٨٨}{م}$$

$$٣٢ = \frac{٨٨ \times ٤}{١١} = م$$

$$س = ٨٨ - ٣٢ = ٥٦$$

ينال سالم ٥٦ دينارًا، وينال منصور ٣٢ دينارًا.



## حاول أن تحل

٦ في مثال (٧)، كيف سيتوزع المبلغ بين سالم ومنصور إذا كانت نسبة الزمن ٣:٥، إذا عمل منصور فترة زمنية أطول من سالم؟

## مثال (٧) تطبيقات حياتية

النشاط لمدة ٦٠ دقيقة	السرعات المحروقة
المشي بسرعة ٤-٥ كم/ساعة	٣٠٠
السباحة أو التزلج	٥٠٠
لعبة كرة قدم	٤٠٠

عند القيام بأنشطة رياضية فإن الشخص يفقد سرعات حرارية تتناسب تقريباً مع وزنه.

والجدول المجاور يبيّن ذلك لشخص وزنه ٦٥ كجم، عند قيامه بالنشاطات المذكورة لمدة ٦٠ دقيقة.

قام هذا الشخص بأحد هذه الأنشطة لمدة ٨٠ دقيقة. اكتب تناسباً تستطيع بواسطته أن تحسب عدد السرعات الحرارية التي يفقدها (بالتقريب).

الحلّ: بفرض أن  $s$  عدد السرعات الحرارية التي يفقدها في كل نشاط عند المشي ٦٠ دقيقة يحرق ٣٠٠ سرعة حرارية عند المشي ٨٠ دقيقة يحرق  $s$  سرعة حرارية

$$\text{أي أن } \frac{٨٠}{٦٠} = \frac{s}{٣٠٠}$$

باستخدام الضرب التقاطعي

$$٨٠ \times ٣٠٠ = ٦٠s$$

$$s = \frac{٨٠ \times ٣٠٠}{٦٠}$$

$$s = ٤٠٠ \text{ سرعة حرارية تقريباً}$$

وبالمثل السباحة:  $\frac{٨٠}{٦٠} = \frac{s}{٥٠٠}$ ،  $s = ٦٦٧$  سرعة حرارية تقريباً.

وبالمثل كرة القدم:  $\frac{٨٠}{٦٠} = \frac{s}{٤٠٠}$ ،  $s = ٥٣٣$  سرعة حرارية تقريباً.

## حاول أن تحل

٧ إذا مارست رياضة كرة السلة لمدة ٢٠ دقيقة، تفقد ٣٠٠ سرعة. اكتب تناسباً تستطيع بواسطته أن تحسب عدد السرعات الحرارية التي تفقدها إذا مارست هذه الرياضة لمدة ٥٠ دقيقة.

## Geometric Proportion

## التناسب المتسلسل الهندسي

ليكن  $a, b, c$ ، ج  $\exists c$ \*

إذا كان  $\frac{a}{b} = \frac{b}{c}$  فإنه يقال إن  $a, b, c$ ، ج في تناسب متسلسل (أو تناسب هندسي)

وبالعكس: إذا كانت  $a, b, c$ ، ج في تناسب متسلسل فإن:  $\frac{a}{b} = \frac{b}{c}$

ويسمى  $b$  الوسط المتناسب للعدد  $a, c$ ، ج أو الوسط الهندسي لهما كما يسمى  $a, c$ ، ج طرفي التناسب.

فمثلاً: ٢، ٤، ٨ في تناسب متسلسل لأن  $\frac{2}{4} = \frac{4}{8}$ .

ولاحظ أن ٨، ٤، ٢ كذلك في تناسب متسلسل لأن  $\frac{8}{4} = \frac{4}{2}$ .

إذا كان  $a, b, c$ ، ج  $\exists c$ \* في تناسب متسلسل فإن  $a, b, c$ ، ج في تناسب متسلسل أيضًا.

### مثال (٨)

أثبت أن الأعداد ٣، ٩، ٢٧ في تناسب متسلسل.

الحل:

$$\frac{1}{3} = \frac{9 \div 9}{9 \div 27} = \frac{9}{27}, \frac{1}{3} = \frac{3}{9}$$

$$\frac{9}{27} = \frac{3}{9} \therefore$$

أي أن: ٣، ٩، ٢٧ في تناسب متسلسل.

### حاول أن تحل

٨ اكتب ٣ أعداد في تناسب متسلسل.

### مثال (٩)

إذا كانت الأعداد ٥، س، ٢٠ في تناسب متسلسل، أوجد قيمة س، ثم تحقق.

$$\text{الحل: نكتب التناسب المتسلسل: } \frac{س}{٢٠} = \frac{٥}{س}$$

الضرب التقاطعي

$$س^2 = ١٠٠$$

$$س = ١٠ \text{ أو } س = -١٠$$

التحقق:

$$\begin{array}{l} س = -١٠ \\ \frac{س}{٢٠} = \frac{٥}{س} \\ \frac{-١٠}{٢٠} = \frac{٥}{-١٠} \\ \checkmark ١٠٠ = ١٠٠ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} س = ١٠ \\ \frac{س}{٢٠} = \frac{٥}{س} \\ \frac{١٠}{٢٠} = \frac{٥}{١٠} \\ \checkmark ١٠٠ = ١٠٠ \end{array}$$

حاول أن تحل

٩ هل يمكن إيجاد قيمة س بحيث تكون الأعداد -٩، س، ٤ في تناسب متسلسل؟ فسر.

### Properties of Chain Proportion

### خواص التناسب المتسلسل

#### خاصية (١)

ليكن أ، ب، ج  $\Rightarrow$  ح\*

إذا كان  $\frac{ب}{ج} = \frac{أ}{ب}$  (أي أن أ، ب، ج في تناسب متسلسل)

فإن  $ب^2 = أ ج$  وذلك من خاصية الضرب التقاطعي

فمثلاً: في حالة ٣، ٩، ٢٧ نجد أن:

$$٢٧ \times ٣ = ٩^2 \quad (\text{كل من الطرفين يساوي ٨١})$$

### خاصية (٢)

ليكن  $a, b, c, d$ ، حيث  $d \neq 0$  \*

إذا كان:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{m}{n} \quad (\text{أي أن } a, b, c, d \text{ في تناسب متسلسل}) \quad \text{حيث } m \text{ عدد ثابت}$$

فإن:

$$a \times d = b \times c, \quad b \times d = a \times c, \quad c \times d = b \times m$$

فمثلاً: في حالة  $\frac{2}{4} = \frac{4}{8} = \frac{8}{16}$  نجد أن:

$$2 \times 16 = 32, \quad 4 \times 8 = 32, \quad 8 \times 4 = 32$$

### مثال (١٠)

إذا كانت الأعداد ٦، س، ٥٤، ١٦٢ في تناسب متسلسل، أوجد قيمة س.

الحل:

∴ الأعداد في تناسب متسلسل

$$\frac{54}{162} = \frac{س}{54} = \frac{6}{س} \quad \therefore$$

$$\frac{54}{162} = \frac{6}{س} \quad \therefore$$

الضرب التقاطعي

$$162 \times 6 = 54 \times س$$

$$18 = \frac{162 \times 6}{54} = س$$

$$18 = \text{قيمة س}$$

### حاول أن تحل

١٠ إذا كانت الأعداد ٤، س - ٢، ١،  $\frac{1}{3}$  في تناسب متسلسل، أوجد قيمة س.

إذا كانت الأعداد أ، ب، ج، د في تناسب متسلسل، فأثبت أن  $\frac{أ}{ب} = \frac{أ+ب+ج}{ب+ج+د}$

الحل:

∴ أ، ب، ج، د في تناسب متسلسل

$$\text{تناسب متسلسل} \quad ∴ \frac{أ}{ب} = \frac{ب}{ج} = \frac{ج}{د} = م$$

$$∴ ج = د \times م، ب = د \times م^2، أ = د \times م^3$$

$$\frac{أ}{ب} = م = \frac{أ+ب+ج}{ب+ج+د} = \frac{د \times م^3 + د \times م^2 + د \times م}{د + د \times م + د \times م^2} = \frac{د \times م(م^2 + م + 1)}{د(1 + م + م^2)}$$

حل آخر: من التناسب السابق أ = ب م، ب = ج م، ج = د م

$$\frac{أ}{ب} = م = \frac{أ+ب+ج}{ب+ج+د} = \frac{ب م + ج م + د م}{ب + ج + د} = \frac{م(ب + ج + د)}{ب + ج + د}$$

### حاول أن تحل

١١ إذا كانت الأعداد أ، ب، ج في تناسب متسلسل

$$\text{فأثبت أن: } \frac{أ+ب}{ب+ج} = \frac{أ-ب}{ب-ج} \quad (\text{بشرط المقام } \neq 0)$$

## التغير الطردي Direct Variation

دعنا نفكر ونتناقش

### التغير

التغير هو ظاهرة طبيعية في الحياة نلمسها ونشاهدها في العديد من المواقف والأشياء. فمثلاً:

- درجات الحرارة تتغير بالارتفاع والانخفاض في اليوم الواحد وفي الفصول المختلفة.
- وزن الطفل يتغير مع نموه.
- الزمن يتغير مع توالي الليل والنهار والأشهر والسنين.
- الأسعار تتغير.
- حجم الغاز يتغير بتغير درجة حرارته.
- المسافة التي يقطعها جسم متحرك تتغير بمرور الزمن.

### سوف تتعلم

- التغير
- التغير الطردي
- دالة التغير الطردي
- ثابت التغير الطردي
- معدل التغير الطردي

### تدريب

- ١ أذكر بعض الأشياء التي تتغير في حياتك.
- ٢ عدّد بعض الأشياء التي تتغير بسبب تغير أشياء أخرى.
- ٣ هل تتغير مساحة المربع بتغير طول ضلعه؟
- ٤ عدّد بعض الظواهر التي لا تتغير - أي الظواهر الثابتة.
- ٥ أذكر أمثلة لبعض الثوابت التي مرّت عليك في الرياضيات.

### التغير الطردي

#### مثال توضيحي: الصورة المتحركة في السينما

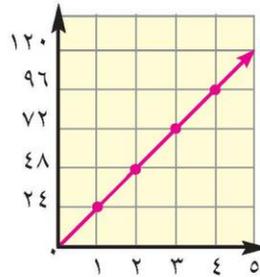
عندما تشاهد فيلمًا سينمائيًا عاديًا، فإن ٢٤ صورة فردية تسطع سريعًا على الشاشة كل ثانية. في ما يلي ثلاث طرائق لبيان العلاقة بين عدد الصور (أو الإطارات التي تعرض) وعدد الثواني:

#### الطريقة الثالثة

العلاقة بين عدد الصور (ص) وعدد الثواني (س) هي:  
ص = ٢٤ س



#### الطريقة الثانية الشكل المرسوم



#### الطريقة الأولى الجدول

ص	س
عدد الصور	عدد الثواني
٢٤	١
٤٨	٢
٧٢	٣
٩٦	٤
١٢٠	٥

### معلومة مفيدة:

لتكن  $P(س_١, ص_١)$ ،  $B(س_٢, ص_٢)$  فإن ميل  $\overleftrightarrow{PB} = \frac{ص_٢ - ص_١}{س_٢ - س_١}$  :  $س_١ \neq س_٢$   
وعندما يمر المستقيم بنقطة الأصل والنقطة  $(س_١, ص_١)$   
يصبح ميل المستقيم  $= \frac{ص_١}{س_١}$  :  $س_١ \neq ٠$   
ويسمى الميل في هذه الحالة ثابت التغيير أو معدل التغيير

من الطرائق الثلاث السابقة أجب عن التالي:

(أ) ما معدل التغيير في البيانات المبينة في الجدول؟

(ب) ما ميل المستقيم في الشكل البياني؟

(ج) ما معامل  $س$  في العلاقة بين  $ص$ ،  $س$ ؟

ما العلاقة التي تلاحظها بين: معدل التغيير، ميل المستقيم، معامل  $س$ ؟

• نلاحظ في هذا المثال أن عدد الصور يتغير مع عدد الثواني التي تظهر فيها.

(كلما زاد عدد الثواني زاد عدد الصور التي تعرض بنفس النسبة) وفي هذه الحالة نقول إن العلاقة تمثل تغييراً طردياً.

### Direct Variation

### التغير الطردي

هو دالة خطية يمكن أن تكتب بالصورة:  $ص = ك س$  حيث  $ك \neq ٠$   
ويسمى  $ك$  ثابت التغيير أو معدل التغيير.  
ويمكن التعبير عن العلاقة  $ص = ك س$  على الصورة  $ص = \alpha س$ .

### ملاحظات

- ١ يمكن تمثيل دالة التغير الطردي:  $ص = ك س$  بخط مستقيم يمر بنقطة الأصل.
- ٢ يمكن كتابة المعادلة الخطية  $ص = ك س$  بالصورة:  $ك = \frac{ص}{س}$  حيث  $س \neq ٠$
- ٣ ثابت التغيير  $ك =$  معدل التغيير في البيانات التي تصف التغيير.
- ٤ الثابت  $ك =$  ميل الخط المستقيم الذي يمثل المعادلة بيانياً.
- ٥ في حالة التغير الطردي فإن: ثابت التغيير = معدل التغيير = ميل المستقيم الممثل لمعادلة التغيير.
- ٦ التغيير قد يكون بالزيادة أو بالنقصان.
- ٧ إذا كانت  $ص = \alpha س$  فمعنى ذلك أن  $\frac{ص_١}{س_١} = \frac{ص_٢}{س_٢} = \frac{ص_٣}{س_٣} = \dots = \frac{ص_١ - ص_٢}{س_١ - س_٢}$  : المقام  $\neq$  صفر

### تعميم

إذا كانت  $ص$  تتغير طردياً مع  $س$  أي  $ص = \alpha س$  فإن:  
 $ص = ك س$  حيث  $ك$  ثابت لا يساوي الصفر  
والعكس صحيح.

سنكتفي بدراسة التغير الطردي عندما  $k < 0$

### مثال (١)

إذا كانت ص  $\alpha$  س وكانت ص = ٣٠ عندما س = ١٠، فأوجد قيمة ص عندما س = ٤٠، ثم مثل العلاقة بين س، ص بيانيًا.

الحل: ∴ ص  $\alpha$  س

∴ ص = ك س

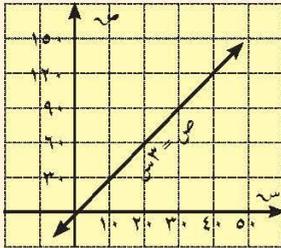
∴ ٣٠ = ك × ١٠

ك = ٣

∴ ص = ٣ س

عندما س = ٤٠ تكون ص = ٣ × ٤٠ = ١٢٠

ك ثابت التغير



٤٠	١٠	٠	س
١٢٠	٣٠	٠	ص = ٣س

### حاول أن تحل

١ إذا كانت ص  $\alpha$  س وكانت ص = ٥، ١، ٥ عندما س = ١٠، ١٠، ١٥، فأوجد قيمة ص عندما س = ١٥

ثم مثل العلاقة بين س، ص بيانيًا.

### مثال (٢)

في إحدى المناطق ترتفع درجة الحرارة بانتظام خلال النهار بمعدل  $3^\circ$  في الساعة. اكتب معادلة تغيّر طردي تمثل هذا الارتفاع.

الحل:

∴ درجة الحرارة ترتفع بانتظام

∴ معدل التغير = ٣

المعادلة هي ص = ٣س حيث ص درجة الحرارة، س عدد الساعات.

### مثال (٣)

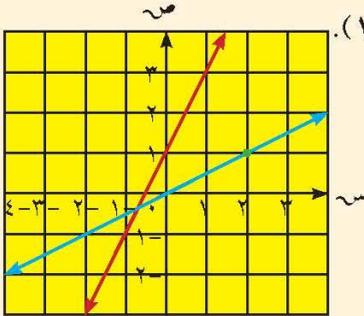
في الشكل المقابل، أي من المستقيمين يمثل تغيرًا طرديًا؟ أوجد ثابت التغير في حالة التغير الطردي.

الحل:

المستقيم الذي يمر بنقطة الأصل يمثل تغيرًا طرديًا بين س، ص وهو يمر بالنقطة (٢، ١).

$$\text{ثابت التغير} = \frac{\text{ص}}{\text{س}} = \frac{1}{2}$$

المستقيم الثاني لا يمر بنقطة الأصل فهو لا يمثل تغيرًا طرديًا.



### حاول أن تحل

٢ هل المستقيم الذي يمر بالنقطتين: (٢، ٣)، (٤، ٦) يمثل تغيرًا طرديًا بين س، ص. اشرح إجابتك

### مثال (٤)

أي من المعادلتين التاليتين تمثل تغيرًا طرديًا؟ أوجد ثابت التغير في حالة التغير الطردي.

ب  $٩ = ص٢ + س٥$

أ  $٥س - ٣ = ص٣ + س٥$

الحل:

أ  $٥س - ٣ = ص٣ + س٥$

$ص٢ = ٨س$

ص  $\frac{٢}{٨} = س \frac{١}{٤}$  على الصورة ص = ك س

هذه المعادلة تمثل تغيرًا طرديًا،

حيث ثابت التغير  $\frac{١}{٤}$

ب  $٩ = ص٢ + س٥$

$٩ + س٥ = ص٢$

ص  $\frac{٥}{٢} + س \frac{٩}{٢} = ص$

وهذه ليست على الصورة

ص = ك س

إذًا هذه المعادلة لا تمثل تغيرًا طرديًا.

### حاول أن تحل

٣ أي من المعادلات التالية تمثل تغيرًا طرديًا؟ أوجد ثابت التغير في حالة التغير الطردي.

أ  $ص٧ = ٢س$

ب  $٨ = ص٤ + س٣$

ج  $ص + ٣ = ٢(س + ٢)$

## مثال (٥) تطبيقات حياتية

الطقس: الزمن الذي تستغرقه لسماع الرعد يتغير طردياً مع المسافة بينك وبين موقع البرق. فإذا كنت على مسافة ٣ كم من موقع البرق فإنك سوف تسمع الرعد بعد ١٠ ثوانٍ من رؤية البرق.

أ) اكتب المعادلة التي توضح العلاقة بين المسافة والزمن.

ب) أوجد المسافة بينك وبين موقع البرق إذا سمعت الرعد بعد ١٨ ثانية من رؤية البرق.

الحل:

أ) لتكن  $s$  المسافة بالكيلومترات بينك وبين موقع البرق،

وليكن  $t$  الزمن بالثواني الذي يمر بين رؤية البرق وسماع الرعد.

بما أن الزمن يتغير طردياً مع المسافة

∴ معادلة التغير الطردي:

$$s = kt$$

$$\text{وحيث إن } s = 3, t = 10$$

$$3 = k \times 10$$

$$k = \frac{3}{10}$$

= ثابت التغير

∴ المعادلة هي:  $s = \frac{3}{10}t$  هي المعادلة المطلوبة

حيث  $s$  تقاس بالكيلومترات،  $t$  بالثواني.

$$\text{ب) } s = \frac{3}{10}t$$

$$18 = \frac{3}{10}t$$

$$s = \frac{3 \times 18}{10} = 5,4$$

المسافة المطلوبة = ٥,٤ كيلومتر.



### مثال (٦)

البيولوجيا: تتغير كمية الدم في جسم الإنسان طرديًا مع وزنه. تبلغ كمية الدم في جسم رجل يزن ٧٥ كجم نحو ٥ لترات.

أ أوجد ثابت التغيّر.

ب اكتب معادلة تربط العلاقة بين كمية الدم والوزن.

الحل:

نفرض أن كمية الدم في جسم الانسان هي ص وزن الجسم هو س

أ ثابت التغيّر =  $\frac{ص}{س}$

$$\frac{١}{١٥} = \frac{٥}{٧٥} =$$

ب معادلة التغيّر الطردي:

$$ص = \frac{١}{١٥} س$$

المعادلة المطلوبة:

كمية الدم = ثابت التغير × الوزن

كمية الدم =  $\frac{١}{١٥}$  الوزن.

حاول أن تحل

٤ السؤال المفتوح: قدر كمية الدم في جسمك مستخدماً مثال (٦).

### التعبير عن التغير الطردي

في التغيّر الطرديّ تكون النسبة  $\frac{ص}{س}$  ثابتة لكل زوج مرتّب حيث  $س \neq ٠$  في جميع الحالات. وبالتالي يمكن التعبير عن التغيّر الطرديّ باستخدام التناسب.

فيكون:  $\frac{ص}{س} = \frac{١}{١٥}$  ... لجميع الأزواج المرتبة (س<sub>١</sub>، ص<sub>١</sub>)، (س<sub>٢</sub>، ص<sub>٢</sub>)، ...

حيث  $س_١ \neq ٠$ ،  $س_٢ \neq ٠$ ، ...

وكل من هذه النسب تساوي ثابت التغيّر ك. (معدل التغير).

### مثال (٧)

بيّن ما إذا كانت ص تتغيّر طرديًا مع س في كل من بيانات الجدولين أ، ب. اكتب معادلة التغيّر في حالة التغيّر الطرديّ.  
الحل:

س	٣	١	٤
ص	٢,٢٥	٠,٧٥	٣
$\frac{ص}{س}$	٠,٧٥	٠,٧٥	٠,٧٥

ب

س	٢	٤	٦
ص	١-	١	٣
$\frac{ص}{س}$	٠,٥-	٠,٢٥	٠,٥

أ

• الجدول ب يمثل تغيّرًا طرديًا حيث ثابت التغيّر يساوي ٠,٧٥. معادلة التغيّر هي ص = ٠,٧٥ س.

• الجدول أ لا يمثّل تغيّرًا طرديًا لأن  $\frac{ص}{س}$  ليست ثابتة لكل البيانات.

### حاول أن تحل

٥ هل تتغيّر ص طرديًا مع س في الجدول:

س	١	٢	٣-
ص	٣	١-	٥-

### مثال (٨)

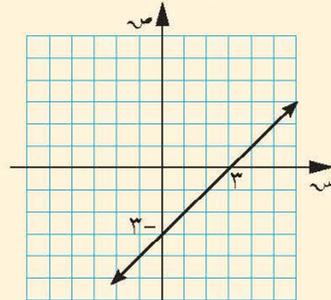
تفكير ناقد: هل كل معادلة خط مستقيم تعبّر عن تغيّر طرديّ؟ فسر إجابتك.

الحل: لا. ليست كل معادلة خط مستقيم تعبّر عن تغيّر طرديّ.

معادلة التغيّر الطرديّ تكون بالصورة ص = ك س، أي أن المستقيم الممثل لها يمر بنقطة الأصل.

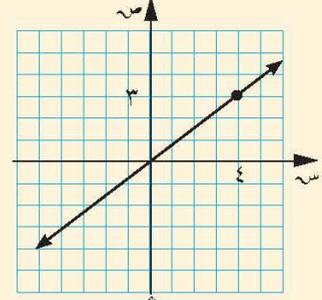
مثلاً: البيانات في الشكل (أ) تمثّل بالمعادلة ص = ٠,٧٥ س، وهي معادلة تغيّر طرديّ، لأنها بالصورة ص = ك س بينما

البيانات في الشكل (ب) تمثّل بالمعادلة ص = ٣ - س وهي ليست بالصورة ص = ك س.



(ب)

معادلة خط مستقيم لا تمثّل تغيّرًا طرديًا



(أ)

معادلة خط مستقيم تمثّل تغيّرًا طرديًا

## مثال (٩) تطبيقات حياتية

الفيزياء: القوة التي تستخدمها لرفع جسم تتغير طرديًا مع وزن الجسم.

فأنت تحتاج إلى استخدام قوة قدرها ٢٧٥, ٠ نيوتن لتتمكن إحدى المعدات من رفع جسم وزنه ١٢ نيوتن. أوجد مقدار القوة اللازم استخدامه في هذه الآلة لرفع جسم وزنه ٤٥ نيوتن.

الحل:

لنرمز إلى القوة بالرمز  $U$ ، وإلى وزن الجسم بالرمز  $W$ .

$U \propto W$  و

$$\therefore \frac{U_1}{W_1} = \frac{U_2}{W_2}$$

$$\frac{U}{45} = \frac{275}{12}$$

$$U \times 12 = 275 \times 45$$

$$U = \frac{275 \times 45}{12} = 1031.25 \text{ نيوتن}$$

أي أنك تحتاج إلى كيلوجرام تقريبًا لرفع ٤٥ نيوتن.

حاول أن تحل

٦ اكتب معادلة التغير الطردي للمثال السابق، واستخدمها لإيجاد الوزن الذي يمكن أن ترفعه باستخدام

قوة قدرها ٤, ٣ نيوتن في الرافعة نفسها.

### معلومة فيزيائية:

من قوانين الحركة : الوزن هو كمية فيزيائية لها نفس وحدة القوة (نيوتن) وهي ناتجة من تأثير عجلة الجاذبية الارضية على كتلة الجسم أي وزن ١ كجم = ١٠ نيوتن



## التغير العكسي Inverse Variation

### سوف تتعلم

- التغير العكسي
- ثابت التغير العكسي
- دالة التغير العكسي
- مقارنة بين التغير الطردي والتغير العكسي

### عمل تعاوني

يرغب فريق من الشباب في استصلاح قطعة أرض لجعلها صالحة للزراعة، ويتطلب هذا العمل ١٦٠ يوم عمل. ويمكن لفريق مكون من ٢٠ شابًا أن ينجزوا هذا العمل في ٨ أيام؛ فإذا استمر العمل بالمعدل نفسه:

- ١ كم يومًا يتطلب العمل إذا كان عدد أعضاء الفريق مكونًا من ٤٠ شخصًا؟
- ٢ أكمل الجدول التالي:

عدد أعضاء الفريق (س)	عدد أيام العمل (ص)	س ص
٢	٨٠	١٦٠
٥	٣٢	١٦٠
٨	....	....
....	١٦	....
٢٠	٨	١٦٠
٤٠	....	....

### هل تعلم؟



روبرت بويل (١٦٢٧-  
١٦٩١) عالم إيرلندي.  
درس العلاقة بين حجم الغاز  
وضغطه. اشتهر بقانونه:  
حجم الغاز × ضغط الغاز =  
مقدار ثابت.  
يسمى القانون أيضًا قانون بويل ماريوت.

٣ يمثل الجدول العلاقة بين س، ص في هذا النوع من التغير.

٤ صف ما يحدث لعدد أيام العمل (ص) عندما يزداد عدد أعضاء الفريق (س).

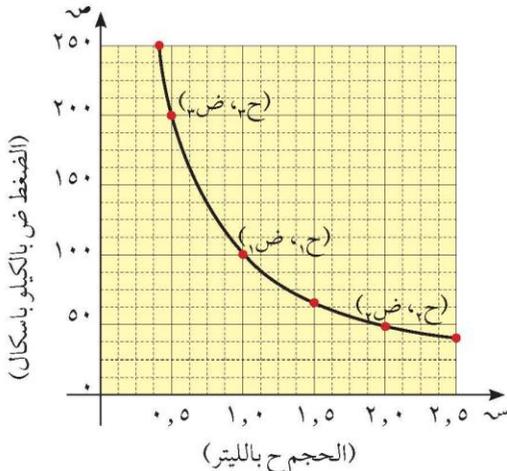
٥ ماذا تلاحظ على حاصل الضرب س ص في هذا النوع من التغير؟

### قانون بويل

إن حاصل ضرب حجم الغاز في ضغطه يساوي مقدارًا ثابتًا.

$$\text{ح} \times \text{ض} = \text{مقدار ثابت}$$

في كل نقطة في الشكل المقابل حاصل الضرب ثابت.



## ١ - التغير العكسي

إذا تغيرت كمية س مع تغير كمية أخرى ص بحيث كان حاصل ضرب الكميتين ثابتاً، فإن هذا التغير يسمى تغيراً عكسياً. ويسمى حاصل الضرب س ص ثابت التغير، ويرمز إلى ذلك:

$$\text{س ص} = \text{ك} \text{ أو } \text{ص} = \frac{\text{ك}}{\text{س}}, \text{ ك} \neq 0$$

ويمكن التعبير عن التغير العكسي بالصورة  $\frac{1}{\text{س}} = \alpha$

ففي العمل التعاوني السابق نجد أن:

$$\text{س ص} = 160$$

$$\text{أي ص} = \frac{160}{\text{س}}$$

حيث ثابت التغير هنا هو 160.

### مثال (١)

أ) أكمل الجدول التالي حيث  $\text{س ص} = 100$

س	1	2	4	5	10	20	50	100
ص	100	...	...	...	...	...	...	...

الحل:

س	1	2	4	5	10	20	50	100
ص	100	50	25	20	10	5	2	1

ب) كيف تتغير قيم ص مع زيادة قيم س في الجدول السابق؟ وما نوع هذا التغير؟

الحل: نلاحظ أن كلما تزايدت قيمة س، تناقصت قيمة ص بحيث تحقق العلاقة  $\text{س ص} = 100$ . ∴ التغير عكسي.

ج) اذكر ثابت التغير ك في التغيرات العكسية الممثلة بالأشكال البيانية.

الحل: ثابت التغير 12، 6، 2.

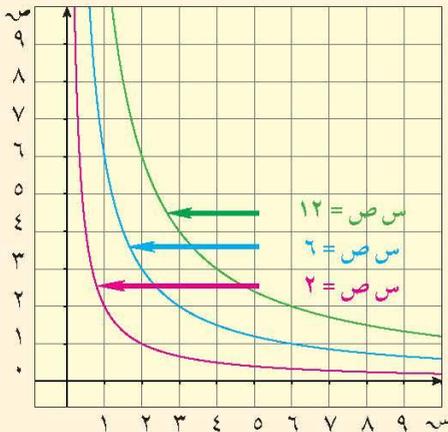
د) اذكر ثلاث نقاط تقع على كل من الأشكال البيانية المبينة.

الحل:

أ) (2، 6)، ب) (3، 4)، ج) (4، 3)

د) (1، 6)، هـ) (2، 3)، و) (3، 2)

ح) (1، 2)، ط) (2، 1)، ي) (4، 5، 0)



## مثال (٢)

منطقة مستطيل مساحتها ٢٤ سم<sup>٢</sup>، وطولها س سم، وعرضها ص سم. إذا كان كل من س، ص أعدادًا كلية، فأوجد القيم الممكنة لـ س، ص ثم حدد نوع التغير الذي يمثل هذه العلاقة.

الحل:

س	٢٤	١٢	٨	٦
ص	١	٢	٣	٤

مساحة المستطيل = س ص = ٢٤

أي س ص = ثابت ونعبر عن ذلك رياضياً:

$$\begin{aligned} \text{س} \times \text{ص} &= \text{ك} \\ \text{أي أن ص} &= \frac{\text{ك}}{\text{س}}, \quad \text{ص} \propto \frac{1}{\text{س}} \\ \therefore \text{التغير عكسي.} \end{aligned}$$

## حاول أن تحل

س	٢	٣	٤	٥	٦	١٠
ص	٣٠	٢٠	١٥	١٢	١٠	٦

١ بالنظر إلى الجدول أعلاه، هل س × ص يعبر عن تغيير عكسي؟ اشرح إجابتك.

٢ كوّن جدولاً من س، ص على أن يكون س ص يعبر عن تغيير عكسي.

**ملاحظة:** استخدام التناسب في التعبير عن التغير العكسي. إذا كان (س<sub>١</sub>، ص<sub>١</sub>)، (س<sub>٢</sub>، ص<sub>٢</sub>) زوجين مرتبين في تغير عكسي.

$$\text{ص} \propto \frac{1}{\text{س}}, \quad \text{أي ص} = \frac{\text{ك}}{\text{س}} \quad \text{فإن}$$

$$\text{س}_١ \text{ص}_١ = \text{س}_٢ \text{ص}_٢ = \text{ك}$$

$$\text{ومن ذلك نستنتج أن } \frac{\text{ص}_١}{\text{س}_١} = \frac{\text{ص}_٢}{\text{س}_٢}$$

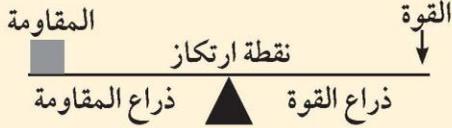
في مثال العمل التعاوني السابق نجد أن:

$$٢ \times ٨٠ = ٥ \times ٣٢$$

ومن ذلك نرى أن:  $\frac{٣٢}{٨٠} = \frac{٢}{٥}$ ،  $\frac{٣٢}{٢} = \frac{٨٠}{٥}$ ،  $\frac{٨٠}{٣٢} = \frac{٥}{٢}$ ، ...

## معلومة فيزيائية: قانون الرافعة

ناتج ضرب القوة في المسافة العمودية بين نقطة تأثير القوة ونقطة الارتكاز (ذراع القوة) يساوي حاصل ضرب المقاومة في ذراع المقاومة.



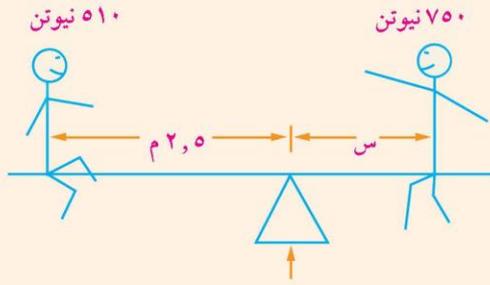
الفيزياء: الوزن الذي تحتاج إليه لإحداث توازن في أرجوحة على شكل رافعة يتغير عكسيًا مع المسافة بين الوزن ونقطة الارتكاز. جاسم وزنه ٥١٠ نيوتن ويجلس على بعد ٢,٥ م من نقطة الارتكاز. أين يجلس وائل الذي وزنه ٧٥٠ نيوتن ليحدث التوازن؟

الحل: قانون الرافعة: القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها  
من توازن الرافعة: الوزن<sub>١</sub> × المسافة<sub>١</sub> = الوزن<sub>٢</sub> × المسافة<sub>٢</sub>

$$٥١٠ \times ٢,٥ = ٧٥٠ \times \text{س}$$

$$\text{س} = \frac{٢,٥ \times ٥١٠}{٧٥٠} = ١,٧$$

أي أن وائل يجلس على مسافة ١,٧ م بعيدًا عن نقطة الارتكاز.



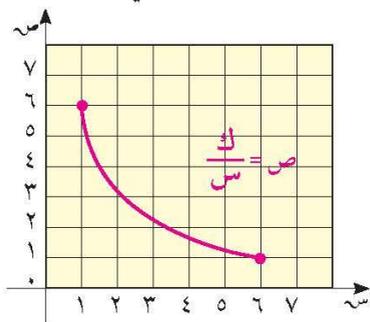
## حاول أن تحل

- ٣ أ في تغير عكسي ص  $\alpha$   $\frac{1}{\text{س}}$  إذا كانت ص = ٢, عندما س = ٧٥. أوجد س عندما ص = ٣.
- ب ما وزن جسم يوضع على مسافة ٣ م من نقطة ارتكاز رافعة، ليحدث توازنًا مع جسم وزنه ٤٠ نيوتن على بعد ٦ م من نقطة الارتكاز؟
- ج رحلة تستغرق ٣ ساعات عندما تسير السيارة بسرعة ٧٥ كم/ساعة. كم تستغرق الرحلة إذا سارت السيارة بسرعة ٩٠ كم/ساعة.

## مقارنة بين التغير الطردوي والتغير العكسي

يوضح الشكلان البيانيان التاليان الفرق بين التغير الطردوي والتغير العكسي.

تغير عكسي



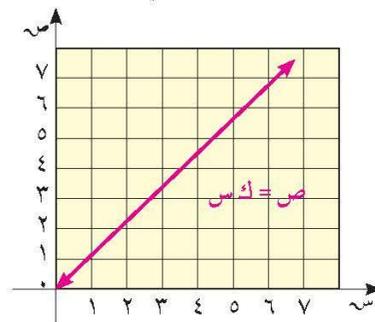
$$\text{ص} = \frac{\alpha}{\text{س}}$$

$$\text{ص} = \frac{\text{ك}}{\text{س}} \quad ; \quad \text{ك} < 0$$

$$\text{ك} = \text{س} \times \text{ص}$$

$$= \text{ثابت التغير}$$

تغير طردوي



$$\text{ص} = \alpha \text{س}$$

$$\text{ص} = \text{ك} \times \text{س} \quad ; \quad \text{ك} > 0$$

$$\text{ك} = \frac{\text{ص}}{\text{س}}$$

$$= \text{ثابت التغير}$$

### مثال (٤)

أي من بيانات الجدولين (أ)، (ب) يمثل تغيرًا طردويًا؟ وأيها يمثل تغيرًا عكسيًا؟ اكتب المعادلة التي تمثل التغير في الحالتين:

س	٢	٤	١٠
ص	٥	١٠	٢٥

ب) نبحث عن النسب  $\frac{\text{ص}}{\text{س}}$  في جميع الحالات نجد أن:

$$\frac{\text{ص}}{\text{س}} = \frac{٥}{٢} = \frac{١٠}{٤} = \frac{٢٥}{١٠}$$

وهي نسبة ثابتة = ٥, ٢

إذا التغير هنا طردوي معادلته  $\text{ص} = ٥, ٢ \text{س}$

س	٥	١٠	٢٥
ص	٢٠	١٠	٤

الحل:

أ) نلاحظ أن  $\frac{\text{ص}}{\text{س}}$  ليست ثابتة.

نبحث س ص نجد أن

$$\text{س} \times \text{ص} = ١٠ \times ١٠ = ٢٠ \times ٥ = ١٠٠$$

$$= ١٠٠ = ٤ \times ٢٥ = \text{ثابت}$$

إذا التغير هنا تغير عكسي معادلته  $\text{س} \times \text{ص} = ١٠٠$

## حاول أن تحل

- ٤ بيّن نوع التغيّر المناسب للموقف في كل من الحالات التالية، ثم اكتب رمز المعادلة التي تمثله: **أ** س ص = ٥  
**ب**  $\frac{١٠٠}{س} = ص$   
**ج** ص = ٢٠ س  
**د** ص = ٥ س  
 (١) المبلغ الذي يأخذه كل شخص عند توزيع مبلغ ١٠٠ دينار على عدة أشخاص بالتساوي.  
 (٢) تكلفة شراء عدد من الأقلام علمًا أن ثمن القلم ٢٠ فلسًا.  
 (٣) أنت تمشي ٥ كم كل يوم. سرعتك في المشي والزمن يتغيران من يوم إلى يوم.

## مثال (٥) تطبيقات حياتية

توفي رجل وترك لزوجته وأبنائه مبلغ ٣٤٥٠٠٠٠٠ دينار. (والداه متوفيان).  
 أوجد نصيب كل فرد إذا تألفت عائلته من:

- أ** ٥ أولاد و ٤ بنات  
**ب** ٤ أولاد و ٣ بنات  
**ج** ولد واحد و ابنتين

سورة النساء

ماذا تلاحظ؟

الحل:

$$\text{للزوجة الثمن أي } \frac{١}{٨} \times ٣٤٥٠٠٠٠ = ٤٣١٢٥٠$$

$$\text{يبقى لأبنائه: } ٣٤٥٠٠٠٠ - ٤٣١٢٥٠ = ٣٠١٨٧٥٠$$

**أ** عدد الحصص = عدد الابناء  $\times ١$  + عدد البنات  $\times \frac{١}{٤}$   
 $٧ = ٤ + ١ \times \frac{١}{٤}$

$$\text{نصيب الولد} = ٣٠١٨٧٥٠ \div ٧ = ٤٣١٢٥٠ \text{ دينارًا.}$$

$$\text{نصيب الابنة} = ٤٣١٢٥٠ \times \frac{١}{٤} = ٢١٥٦٢٥ \text{ دينارًا.}$$

**ب** عدد الحصص =  $٤ \times ١ + ٣ \times \frac{١}{٤} = \frac{١١}{٤}$

$$\text{نصيب الولد} = ٣٠١٨٧٥٠ \div \frac{١١}{٤} \approx ١١,٦ \times ٣٠١٨٧٥٠ = ٥٤٨٨٦٣,٦ \text{ دينارًا.}$$

$$\text{نصيب الابنة} = ٥٤٨٨٦٣,٦ \div ٢ \approx ٨,٨ \times ٤٣١,٨ = ٢٧٤٤٣١,٨ \text{ دينارًا.}$$

**ج** عدد الحصص =  $١ \times ١ + ٢ \times \frac{١}{٤} = ٢$

$$\text{نصيب الولد} = ٣٠١٨٧٥٠ \div ٢ = ١٥٠٩٣٧٥ \text{ دينارًا.}$$

$$\text{نصيب الابنة} = ١٥٠٩٣٧٥ \div ٥ = ٣٠١٨٧٥ \text{ دينارًا.}$$

نلاحظ أنه كلما زاد عدد الحصص قل نصيب الفرد. أي أن نصيب كل فرد من الابناء يتغير عكسيًا مع عدد الحصص.

## حاول أن تحل

- ٥ هندسة: خصصت قطعنا أرض لبناء مجمعين سكنيين لهما المساحة نفسها، كل منهما على شكل مستطيل:  
 أبعاد القطعة الأولى ٤٢ م  $\times$  ٣٥ م، فإذا كان طول القطعة الثانية ٥ م، فاحسب عرضها.

## المرشد لحل المسائل

يباع الحجر المصنوع من الإسمنت المعد سلفاً ويوزع في شاحنات تتسع كل منها لـ ٨,٥ م<sup>٣</sup>.  
أبعاد حجر الأسمنت المعتملة هي ١٥ سم، ١٨ سم، ٢٠ سم.  
يريد جاسم تغطية رقعة مساحتها ٢٨٠ متراً مربعاً ويريد معرفة عدد الشاحنات اللازم للعملية.  
كيف فكر جاسم

- أ) كلما زاد عمق الرقعة المغطاة بالأسمنت قلت مساحتها. استنتج أن تغيير عمق الرقعة مع تغيير المساحة هو عكسي.  
ب) قام بوضع جدول يبيّن الأمتار المكعبة من الأسمنت اللازمة وفق كل عمق.  
إذا كان العمق ١٥ سم: ح =  $١٥ \times ٢٨٠ = ٤٢٠٠$  م<sup>٣</sup>.  
يتغير عدد الشاحنات طردياً مع حجم الأسمنت:  $٤٢ : ٨,٥ \approx ٥$  شاحنات.

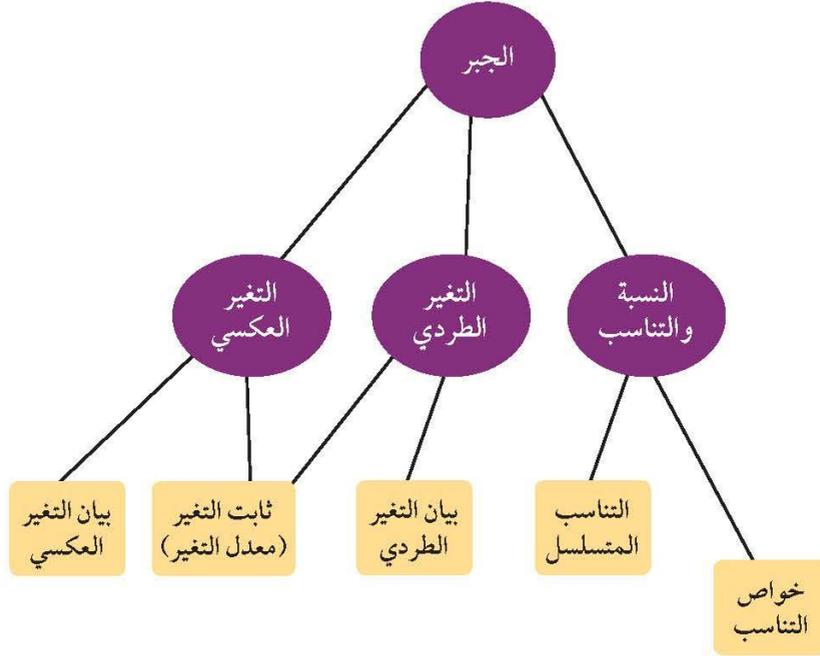
العمق بالأمتار	الأمتار المكعبة	عدد الشاحنات
١٥,٠	٤٢	٥
١٨,٠	٥٠,٤	٦
٢٠,٠	٥٦	٧

استشار جاسم أحد مهندسي الإنشاءات فأفاده أن عمق ٢٠ سم غير ضروري، ولكن يجب أن لا يقل عن ١٥ سم.  
قرّر جاسم اعتماد عمق ١٨ سم.  
برأيك، هل اختيار جاسم موفق؟ وهل كمية حجر الاسمنت المتبقية كبيرة (تشكل هدراً للمال؟) فسّر.

### مسألة إضافية

- في أحد المهرجانات الرياضية، تقذف آلة كهربائية كراتاً إلى البعيد. تتغير المسافة التي تقطعها الكرة عكسياً مع وزنها.  
أ) يريد عبدالله قذف الكرة مسافة تزيد على ١٥٠ متراً بأقل وزن ممكن للكرة. وضع في الآلة كرة تزن ٢٠٠ جم فقذفها الآلة مسافة ١٢٠ م.  
ب) ما الوزن المناسب لكي تقطع الكرة مسافة تزيد على ١٥٠ متراً؟

## مخطط تنظيمي للوحدة الثالثة



### ملخص

- النسبة هي مقارنة بين كميتين من النوع نفسه ويمكن تمثيلها بكسر .
- مقياس الرسم هو النسبة بين الطول على الخريطة والمسافة الحقيقية.
- التناسب هو تساوي نسبتين أو أكثر.
- إذا كان  $\frac{أ}{ب} = \frac{ب}{ج}$  فإنه يقال إن الأعداد أ، ب، ج في تناسب متسلسل والعكس صحيح.
- بيان التغير الطردني هو دالة خطية تكتب بالصورة:  $ص = ك س$  حيث  $ك \neq ٠$ ، ك: ثابت التغير.
- في التغير الطردني: النسبة  $\frac{ص}{س}$  ثابتة لكل زوج مرتب ( $س \neq ٠$ ).
- إذا تغيرت كمية ص مع تغير كمية أخرى س بحيث كان حاصل ضرب الكميتين ثابتاً، فإن هذا التغير يسمى تغيراً عكسياً.
- في التغير العكسي:  $س_١ \times ص_١ = س_٢ \times ص_٢$  أو  $\frac{س_١}{ص_١} = \frac{س_٢}{ص_٢}$ .
- حاصل الضرب هو ثابت التغير أي  $س \times ص = ك$  (ثابت).

## الهندسة المستوية Plane Geometry

### مشروع الوحدة: هندسة الكسريات CTALS

١ مقدمة المشروع: خلال السنوات العشرين الأخيرة، تزايدت كثيرًا أهمية هندسة الكسريات fractal geometry كطريقة لوصف بعض ظواهر الحياة اليومية. استخدمت بعض الكسريات لوصف التكوينات الطبيعية مثل سلاسل الجبال والغيوم. في العام ١٩٠٤، وضع السويدي فون كوش (Von Kosh) منحني استخدم لنمذجة السواحل.

كثير من الأشكال تحتوي على أنماط تتكرر بمقاييس مختلفة مثل زهرة القرنبيط، حيث تهتم هندسة الكسريات بهذه الأشكال. ويعتبر عالم الرياضيات فون كوش من أهم الباحثين في هذا المجال.

٢ الهدف: دراسة الأشكال ذاتية التماثل التي تتغير.

٣ اللوازم: أوراق رسم بياني؛ حاسبة علمية أو حاسوب.

٤ أسئلة حول التطبيق:

أ ابحث عن الخصائص الثلاث المهمة للكسريات.

ب ابحث عن العالم الرياضي فون كوش واعرض لبعض أعماله في مجال الكسريات وخاصة «رقعة كوش» Koch snowflake طول القطعة المقابلة وحدة واحدة وتشكل المرحلة صفر من «منحنى كوش».

ج نفذ المراحل من ١ إلى ٤. في كل مرحلة، قسّم القطعة إلى ٣ قطع متطابقة واستبدل قطعة الوسط بقطعتين لهما القياس نفسه.

د ارسم مثلثًا متطابق الأضلاع. عيّن نقطة المنتصف لكل ضلع. صل بين النقاط الثلاث. كرّر ذلك عدة مرات.

٥ التقرير: ضع تقريرًا تبين فيه كيف نفذت المشروع وتجب عن الأسئلة.

المرحلة ٠



المرحلة ١



المرحلة ٢



المرحلة ٣



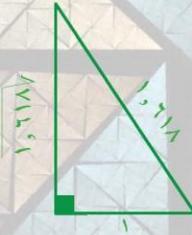
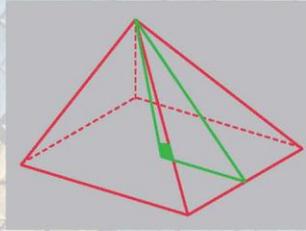
المرحلة ٤

### دروس الوحدة

التناسبات والمثلثات المتشابهة	التشابه في المثلثات قائمة الزاوية	تشابه المثلثات	المضلعات المتشابهة
٤-٤	٣-٤	٢-٤	١-٤

## أضف إلى معلوماتك

كان المصريون القدماء، على ما يبدو، على علم بوجود النسبة الذهبية وقد استخدموها في بناء بعض الأهرامات مثل الهرم الكبير في الجيزة (هرم خوفو).  
في هرم خوفو، طول كل ارتفاع جانبي يساوي ١,٦١٨ مضروباً في نصف طول ضلع القاعدة.



## أين أنت الآن (المعارف السابقة المكتسبة)

- تعلمت نظرية فيثاغورث وتطبيقاتها في المثلثات قائمة الزاوية.
- تعرفت على منصف الزاوية والمنصف العمودي للقطعة المستقيمة والقطعة المتوسطة في المثلث والعمود المرسوم من الرأس إلى الضلع المقابل في المثلث.
- تعلمت الحلول للمعادلات من الدرجة الأولى في متغيرين.
- تعلمت الحلول للمعادلات من الدرجة الثانية في متغير.
- تعرفت حلول المتباينات.
- تعرفت النسبة والتناسب.

## ماذا سوف تتعلم؟

- التشابه: مفهوم التشابه بين الأشكال الهندسية المستوية وإيجاد مقاييس رسم معين باستخدام التشابه وإيجاد النسبة الذهبية.
- حالات تشابه المثلثات والتطبيق في مواقف حياتية.
- تطبيق التشابه على المثلث قائم الزاوية والخصائص الناتجة من العمود المرسوم من رأس القائمة إلى الوتر المقابل.
- نظرية طاليس.
- خصائص منصف الزاوية الداخلي في المثلث.
- إدراك العلاقة بين محيطي شكلين متشابهين والعلاقة بين مساحتهما.

## المصطلحات الأساسية

التشابه - مستطيل ذهبي - نظرية طاليس - عمود في المثلث - مساحة - مقياس رسم - نسبة ذهبية - منصف زاوية - محيط.

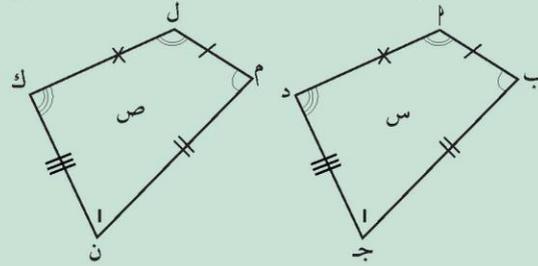
## المضلعات المتشابهة Similar Polygons

### دعنا نفكر ونتناقش

#### سوف تتعلم

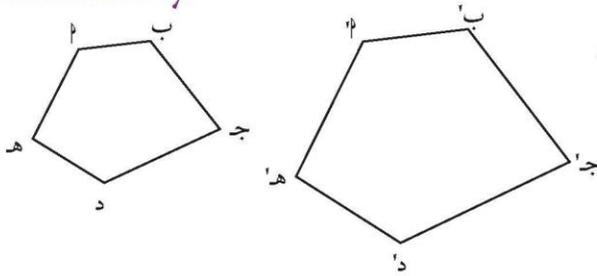
- تحديد مفهوم التشابه بين الأشكال الهندسية المستوية
- تشابه مثلثين
- المستطيل الذهبي
- النسبة الذهبية

درسنا في ما سبق مفهوم تطابق المثلثات. بالنسبة إلى المضلعات، يكون المضلعان متطابقين إذا تحقق الشرطان التاليان معاً:



- أطوال أضلاعهما المتناظرة متساوية.
  - قياسات زواياهما المتناظرة متساوية.
- في الشكل المرسوم:  
المضلعان أ ب ج د، ل م ن ك متطابقان.

## Similarity



### ١ - التشابه

يقال لشكلين هندسيين إنهما متشابهان إذا كان لهما الشكل العام نفسه وكان أحدهما تكبيراً أو تصغيراً للآخر أو مطابقاً له.

فكر معي: في ما يلي أجب بنعم أو لا.

وإذا كانت الإجابة (لا) أعط مثلاً مضاداً.



هل:

- كل مربعين متشابهان؟
- كل مثلثين متطابقي الأضلاع متشابهان؟
- كل مثلثين متطابقي الضلعين متشابهان؟
- كل المثلثات قائمة الزاوية متشابهة؟

### معلومة مفيدة:

في بعض الأحيان، لا يكون التخمين دائماً صحيحاً. يمكن إثبات أن تخميناً ما خطأ باستخدام مثال مضاد.

يكون المثال المضاد لتخمين معين طريقة لإثبات أن هذا التخمين هو خطأ.

يكفي إيجاد مثال مضاد واحد لإثبات أن تخميناً ما خطأ. فالقول أن الأعداد الأولية هي أعداد فردية صحيح لعدد لا متناه من الأعداد. العدد ٢ هو أولي وزوجي (ليس عدداً فردياً) وهذا كافٍ لإثبات خطأ التخمين.



### تعميم (١)

يقال لمضلعين (لهما العدد نفسه من الأضلاع) إنهما متشابهان إذا تحقق الشرطان التاليان معاً:  
 - قياسات زواياهما المتناظرة متساوية.  
 - أطوال أضلاعهما المتناظرة متناسبة.  
 والعكس صحيح.

وتسمى النسبة بين طولي أي ضلعين متناظرين نسبة التشابه.

### تدريب (١)

أكمل:

إذا كان المضلعان  $أب ج د$ ،  $س ص ع ل$  متشابهين فإن:

١  $و(س) = \dots$ ،  $و(ع) = \dots$

$و(ص) = \dots$ ،  $و(ل) = \dots$

٢  $\frac{س}{أب} = \frac{ص}{ب ج} = \frac{ع}{ل د} = \dots$

### تدريب (٢)

أجب عن الأسئلة التالية (أعط مثلاً مضاداً إذا كانت الإجابة لا):

٣ هل جميع المضلعات المنتظمة والتي لها العدد نفسه من الأضلاع متشابهة؟

٤ إذا نظرت إلى صورتك (الفوتوغرافية) هل النسبة بين طول ذراعك وطول ذراعك في الصورة تساوي النسبة بين طول جسمك وطول جسمك في الصورة؟

٥ هل النسبة بين طولي أي ضلعين متجاورين في مستطيل تساوي النسبة بين طولي ضلعين متجاورين مناظرين لهما في مستطيل آخر؟

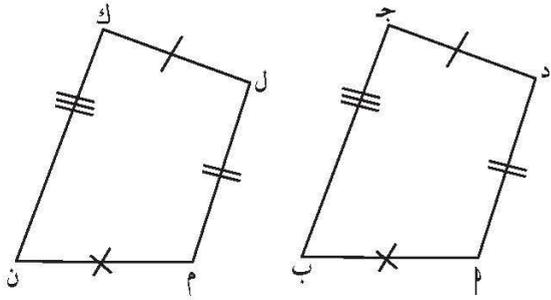
### تعميم (٢)

المضلعان المتطابقان يكونان متشابهين.

### تذكر:

الرمز  $\cong$  يعني تطابق

فمثلاً:



إذا كان المضلع  $أب ج د \cong$  المضلع  $م ن ك ل$  فإن:

١  $و(أ) = و(م)$ ،  $و(ب) = و(ن)$ ، .....

٢  $\frac{أب}{م ن} = \frac{ب ج}{ن ك} = \frac{ج د}{ك ل} = \frac{د ل}{ل م} = ١$

∴ المضلع  $أب ج د \sim$  المضلع  $م ن ك ل$

ومنه  $\Delta أ ب ج \cong \Delta م ن ك$

ومنه  $\Delta أ ب ج \sim \Delta م ن ك$ .

**ملاحظة:**

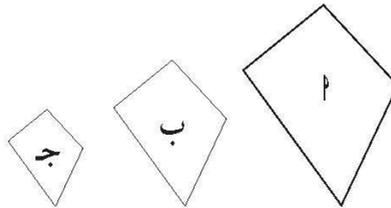
الرمز  $\sim$  يعني تشابه

**تعميم (٣)**

إذا كان المضلع  $أ$  يشابه المضلع  $ب$  وكان المضلع  $ب$  يشابه المضلع  $ج$ ، فإن المضلع  $أ$  يشابه المضلع  $ج$ .

أي أنه إذا كان:  $أ \sim ب$ ،  $ب \sim ج$

فإن  $أ \sim ج$



**مثال (١)**

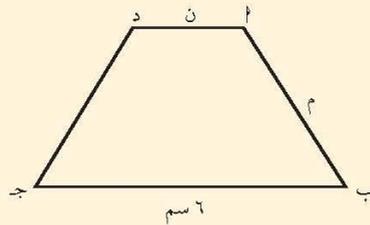
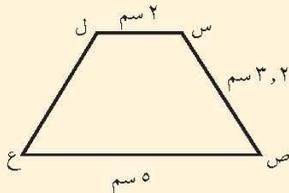
في الشكل المقابل: إذا كان  $أب ج د \sim$   $س ص ع ل$ ، أوجد قيمة  $ن$ ،  $م$ .

المعطيات:  $أب ج د$ ،  $س ص ع ل$  متشابهين.

$أد = ن$ ،  $ب ج = ٦$  سم،  $ص ع = ٥$  سم،

$ص س = ٣$ ،  $٢ = س ل = ٣$  سم

المطلوب: إيجاد قيمة  $ن$ ،  $م$ .



البرهان:

المضلع أب جد ~ س ص ع ل.

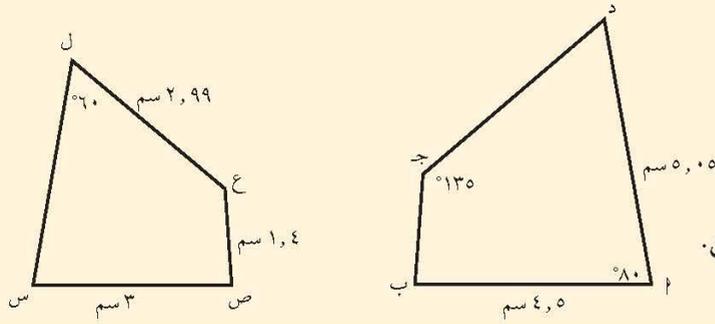
$$\therefore \frac{أب}{س ص} = \frac{ب ج}{ص ع} = \frac{ج د}{ع ل} = \frac{أد}{س ل}$$

$$\text{ومنه: } \frac{ن}{٢} = \frac{ج د}{ع ل} = \frac{٦}{٥} = \frac{٤}{٣,٢}$$

$$\therefore ن = ٢,٤ \text{ سم} \quad \frac{٦}{٥} = \frac{ن}{٢}$$

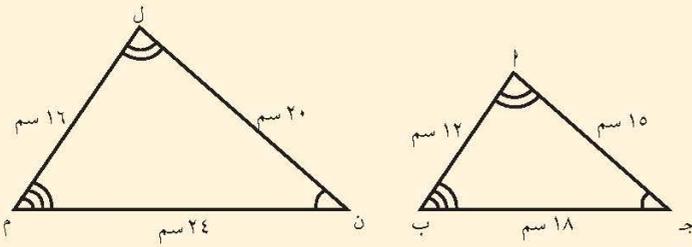
$$\therefore م = ٣,٨٤ \text{ سم} \quad \frac{٦}{٥} = \frac{٤}{٣,٢}$$

حاول أن تحل



١ في الشكل المقابل، المضلعان أب جد، س ص ع ل متشابهان. أوجد قياسات الزوايا المجهولة وأطوال الأضلاع المجهولة في كلا المضلعين.

مثال (٢)



حدّد فيما إذا كان المثلثان أب ج، ل م ن متشابهين.

إذا كان المثلثان متشابهين،

اكتب قاعدة التشابه ونسبة التشابه.

البرهان:

من المعطيات في الشكل: الزوايا المتناظرة متطابقة. (١)

بمقارنة أطوال الأضلاع المتناظرة نجد أن:

$$\frac{٣}{٤} = \frac{١٢}{١٦} = \frac{أب}{ل م}$$

$$\frac{٣}{٤} = \frac{١٨}{٢٤} = \frac{ب ج}{م ن}$$

$$\frac{٣}{٤} = \frac{١٥}{٢٠} = \frac{أد}{ن ل}$$



### مثال (٣)

استخدم المستطيل الذهبي المقابل والتناسب لإيجاد النسبة الذهبية.

الحل:

∴ المستطيل  $٢$  هو مستطيل ذهبي وتم تقسيمه إلى مربع ومستطيل ب.

∴ المستطيل ب مستطيل ذهبي

∴ المستطيل  $٢ \sim$  المستطيل ب.

$$\therefore \frac{\text{طول المستطيل } ٢}{\text{عرض المستطيل } ٢} = \frac{\text{طول المستطيل ب}}{\text{عرض المستطيل ب}} = \text{النسبة الذهبية}$$

ليكن  $س =$  طول المستطيل  $٢$ .

$س - ١ =$  عرض المستطيل ب.

$$\text{نحصل على } \frac{١}{س - ١} = \frac{س}{١}$$

$$\therefore س^٢ - س = ١$$

$$س^٢ - س - ١ = ٠$$

نستخدم القانون لحل المعادلة التربيعية.

$$\text{المميز } = ب^٢ - ٤أج = ٥$$

$$\therefore س = \frac{٥\sqrt{١} + ١}{٢} \text{ أو } س = \frac{٥\sqrt{١} - ١}{٢} \text{ مرفوضة}$$

$$س \approx ١,٦١٨$$

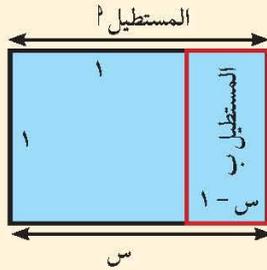
أي أن النسبة الذهبية هي  $\frac{٥\sqrt{١} + ١}{٢} : ١$

أو حوالي  $١ : ١,٦١٨$

### حاول أن تحل

٣ قطعة نقدية ورقية مستطيلة الشكل أبعادها  $٥$  سم،  $١٠$  سم،  $٥$  سم،  $٦$  سم.

هل نسبة طولها إلى عرضها تساوي النسبة الذهبية؟

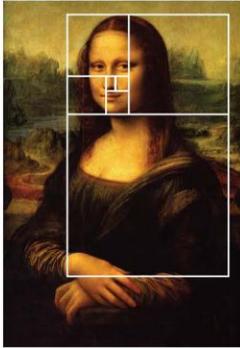


### معلومة رياضية:

في أي مستطيل، البعد الأقصر يسمى العرض والبعد الأطول يسمى الطول.

### هل تعلم:

العدد الذهبي يساوي  $١,٦١٨$  تقريباً



لوحة موناليزا

التحدي: إذا كان العدد الذهبي  $s$  هو الجذر الموجب للمعادلة التربيعية  $s^2 = s + 1$

$$\text{فأثبت أن: } s = \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \dots}}}$$

استخدم الرسامون كثيرًا المستطيل الذهبي في أعمالهم.

#### مثال (٤) تطبيقات حياتية

يخطط أحد الفنانين لرسم لوحة مستطيلة الشكل طولها ٦٠ سم. كم يجب أن يكون عرض اللوحة ليكون المستطيل ذهبيًا؟ (علمًا بأن النسبة الذهبية  $\approx 1,618$ )

الحل:

حتى تكون اللوحة على شكل مستطيل ذهبي يجب أن يكون:

$$\frac{\text{طول اللوحة}}{\text{عرض اللوحة}} = 1,618$$

ليكن ه عرض اللوحة.

$$\frac{1,618}{1} \approx \frac{60}{h}$$

$$1,618 \approx 60 \cdot h$$

$$\frac{60}{1,618} \approx h$$

$$h \approx 37$$

يجب أن يكون عرض اللوحة حوالي ٣٧ سم.

حاول أن تحل

٤ إذا كان عرض أحد المستطيلات الذهبية ٦٠ سم، فكم يجب أن يكون طولها؟



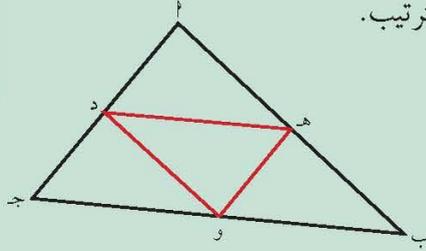
كتابة التناسب  
الضرب التقاطعي

## تشابه المثلثات

### Similar Triangles

سوف تتعلم

- حالات تشابه المثلثات



دعنا نفكر ونتناقش

في المثلث  $أب ج$ : هـ، د، و منتصفات  $أب$ ،  $أج$ ،  $ب ج$  على الترتيب.

١ هل قياسات زوايا المثلثين  $أه د$ ،  $أب ج$  متساوية؟

٢ هل أطوال أضلاع المثلثين  $أه د$ ،  $أب ج$  متناسبة؟

إذا كانت إجابتك نعم، فما قيمة هذه النسبة.

٣ برهن أن المثلثات  $أده$ ،  $دج و$ ،  $ه و ب$ ،  $ه و د$  متطابقة.

٤ هل برأيك، المثلث  $أه د$  هو تصغير للمثلث  $أب ج$ ؟ وهل هما متشابهان؟

سبق أن تعلمت عدة طرائق تبين بها تطابق مثلثين.

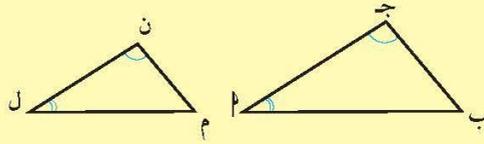
في أي مثلثين متشابهين تكون قياسات الزوايا المتناظرة متساوية،

والنسب بين طولي كل ضلعين متناظرين متساوية؟

النظريات التالية تبين أن توفر أحد الشرطين يكفي لإثبات أن المثلثين متشابهان حيث إن الشرط الآخر سيكون محققاً أيضاً.

### نظرية (١)

يتشابه المثلثان إذا تطابقت زاويتان في أحد المثلثين مع زاويتين في المثلث الآخر.



$\Delta أ ب ج \sim \Delta د ع ف$  م ن.

### مثال (١)

في الشكل المقابل  $أب ج$ ،  $ع ل د$  مثلثان، فإذا كان:

$$\widehat{ب} = ٥٠^\circ، \widehat{أ} = ٨٥^\circ$$

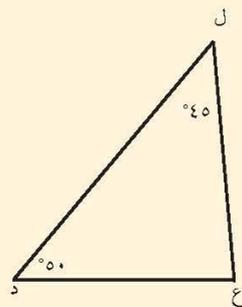
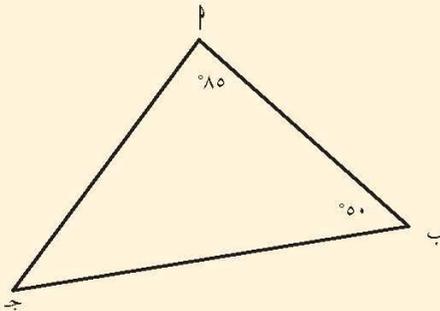
$$\widehat{ل} = ٤٥^\circ، \widehat{د} = ٥٠^\circ$$

أثبت تشابه المثلثين  $أب ج$ ،  $ع د ل$ .

المعطيات:

$$\widehat{ب} = ٥٠^\circ، \widehat{أ} = ٨٥^\circ$$

$$\widehat{ل} = ٤٥^\circ، \widehat{د} = ٥٠^\circ$$



المطلوب:

إثبات تشابه المثلثين أ ب ج، ع د ل.

البرهان: في المثلثين أ ب ج، ع د ل:

$$\widehat{ب} = \widehat{د} = 50^\circ$$

$$\widehat{ج} = 180^\circ - (85^\circ + 50^\circ)$$

$$= 45^\circ = 180^\circ - 135^\circ$$

$$\therefore \widehat{ج} = \widehat{ل} = 45^\circ$$

من (١)، (٢)، نستنتج أن المثلثين أ ب ج، ع د ل متشابهان أي أن  $\Delta أ ب ج \sim \Delta ع د ل$ .

حاول أن تحل

١ المثلث أ ب ج قائم الزاوية ل،  $\widehat{ب} = 55^\circ$ .

المثلث م ل ح قائم الزاوية م،  $\widehat{ل} = 35^\circ$ .

أثبت تشابه المثلثين أ ب ج، م ح ل.

### من الاستخدامات:

يستخدم منفذو الحفر على المفروشات الخشبية التشابه بين المثلثات لوضع تصاميم لأعمالهم قبل تنفيذها.



(١) (معطى)

مجموع قياسات زوايا المثلث =  $180^\circ$ .

(٢)

مثال (٢)

أثبت أن المثلثين في الشكل المقابل متشابهان. اكتب عبارة التشابه.

الحل:

المعطيات:

$\Delta أ ب ج$ ،  $\Delta د ه ج$  فيهما:

$$\widehat{أ} = \widehat{د} = 70^\circ, \widehat{ه} = 70^\circ$$

ل ج ب، ه ج د متقابلتان بالرأس

المطلوب:

إثبات تشابه المثلثين أ ب ج، ه د ج، وكتابة عبارة التشابه.

البرهان: المثلثان أ ب ج، ه د ج فيهما:

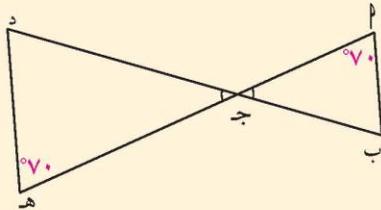
$$\widehat{أ} = \widehat{ه} = 70^\circ$$

$$\widehat{ب} = \widehat{د} = 70^\circ$$

$\therefore \Delta أ ب ج \sim \Delta ه د ج$  (المثلثان متشابهان) نظرية (١)

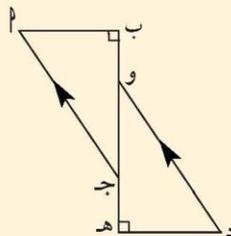
حاول أن تحل

٢ في الشكل المقابل، أثبت تشابه المثلثين أ ب ج، د ه و.

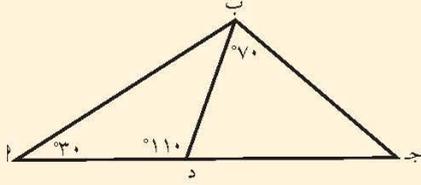


زاويتان متقابلتان بالرأس

معطى



### مثال (٣)



أثبت أن المثلثين  $\triangle ABD$ ،  $\triangle ADC$  متشابهان. اكتب عبارة التشابه.

المعطيات:

في الشكل:

$$\angle B = 70^\circ, \angle A = 30^\circ, \angle ADC = 110^\circ$$

المطلوب:

إثبات تشابه المثلثين  $\triangle ABD$ ،  $\triangle ADC$ .

البرهان:

المثلثان  $\triangle ABD$ ،  $\triangle ADC$  لهما:

زاوية مشتركة

$$\angle A = \angle A = 30^\circ$$

$$\angle B = \angle ADC = 70^\circ \quad \text{مجموع زوايا المثلث } \triangle ABC = 180^\circ$$

$$\angle C = 180^\circ - 70^\circ - 30^\circ = 80^\circ$$

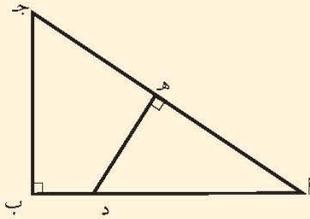
$$\angle B = \angle C = 70^\circ \quad \therefore \angle B = \angle C$$

(تطابق زاويتين)

المثلثان متشابهان

$$\triangle ABD \sim \triangle ADC$$

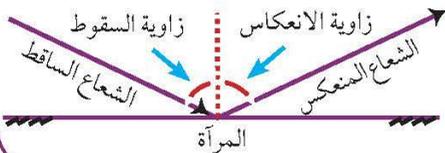
حاول أن تحل



٣ في الشكل المقابل، أثبت تشابه المثلثين  $\triangle ABD$ ،  $\triangle ADC$ ، وأكتب عبارة التشابه.

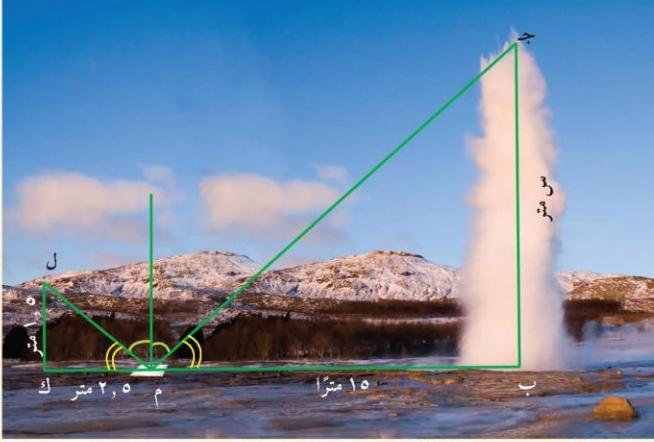
**تذكر:**

قياس زاوية السقوط =  
قياس زاوية الانعكاس



في بعض الحالات، يصعب قياس مسافة أو ارتفاع معين مباشرة. في هذه الحالة، يمكنك استخدام تشابه المثلثات لإيجاد هذا القياس بطريقة غير مباشرة. إحدى الطرائق تستخدم خاصية انعكاس الضوء في المرآة المستوية. فكما تعرف في الفيزياء، إن قياس زاوية السقوط يساوي قياس زاوية الانعكاس.

### مثال (٤) (إثرائي)



أراد سعيد أن يعرف ارتفاع المياه. وضع مرآة على مسافة ١٥ مترًا من موقع اندفاع المياه، ثم تحرك إلى الخلف حتى استطاع أن يرى أعلى نقطة بلغتها المياه في وسط المرآة. عند هذه النقطة كان سعيد قد تحرك بعيدًا عن المرآة بمسافة ٢,٥ متر، وكانت عيناه على ارتفاع ١,٥ متر فوق الأرض. إذا كانت قدماه والمرآة وموقع اندفاع المياه على استقامة واحدة، فأوجد ارتفاع المياه المعطيات:

م ب = ١٥ مترًا، م ك = ٢,٥ متر، ك ل = ١,٥ متر

قدما سعيد، المرآة، موقع اندفاع المياه على استقامة واحدة.

المطلوب: معرفة ارتفاع المياه.

البرهان:

المثلثان م ب ج، م ك ل فيهما:

$$\angle (ب \hat{=} ج) = \angle (ك \hat{=} ل)$$

$$\angle (ب) = \angle (ك) = 90^\circ$$

المثلثان م ب ج، م ك ل متشابهان (تطابق زاويتين)

تناسب أطوال الأضلاع المتناظرة

$$\therefore \frac{م ب}{م ك} = \frac{ب ج}{ك ل}$$

$$\frac{١٥}{٢,٥} = \frac{س}{١,٥}$$

$$١٥ \times ١,٥ = ٢,٥ س$$

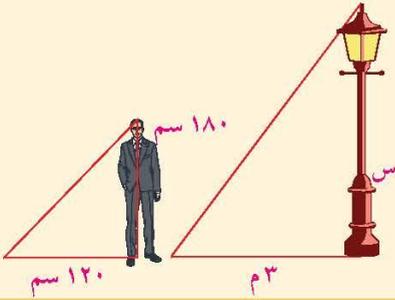
$$٩ = \frac{١٥ \times ١,٥}{٢,٥} = س$$

يبلغ ارتفاع المياه ٩ أمتار.

حاول أن تحل

- ٤ أ لإيجاد ارتفاع برج، وضع سالم مرآة مستوية على الأرض على بعد ١٢ مترًا من قاعدة البرج. وعندما كان سالم على بعد ١,٢ متر من المرآة استطاع أن يرى قمة البرج. إذا كان ارتفاع عين سالم عن الأرض ١,٨ متر في هذه النقطة، فكم يكون ارتفاع البرج؟ (علمًا بأن قاعدة البرج وقدمي سالم والمرآة على استقامة واحدة).

ب) عمود طول ظله ٣ م في الوقت نفسه الذي يكون فيه طول ظل محمد ١٢٠ سم. إذا كان طول محمد ١٨٠ سم، فكم سيكون طول العمود؟



### نظرية (٢)

يتشابه المثلثان إذا تناسبت أطوال الأضلاع المتناظرة فيهما.

المعطيات:  $\Delta$  أ ب ج،  $\Delta$  م ك ل فيهما:

$$\frac{أب}{مك} = \frac{أج}{مل} = \frac{بج}{كل}$$

المطلوب: إثبات أن  $\Delta$  أ ب ج  $\sim$   $\Delta$  م ك ل.

العمل:

نأخذ س  $\in$  م ك حيث م س = أب ونرسم س ص // ل ك.

(١)  $\Delta$  م س ص،  $\Delta$  م ك ل متشابهان. لماذا؟

تناسب الأضلاع المتناظرة

$$\frac{م س}{م ك} = \frac{م ص}{م ل} = \frac{س ص}{ك ل}$$

معطى

$$\frac{أب}{مك} = \frac{أج}{مل} = \frac{بج}{كل}$$

$$\frac{أب}{مك} = \frac{م س}{م ك} = \frac{أب}{مك} \text{ إذا } م س = أب$$

وتنه  $\frac{م ص}{م ل} = \frac{أج}{مل}$ ،  $\frac{س ص}{ك ل} = \frac{بج}{كل}$  تساوي التناسيب

م ص = ل ج، س ص = ب ج. لماذا؟

(٢)  $\Delta$  م س ص،  $\Delta$  أ ب ج متطابقان. (ض. ض. ض) فهما متشابهان

من (١)، (٢)

$\Delta$  أ ب ج  $\sim$   $\Delta$  م ك ل وهو المطلوب.

لاحظ أن:

$$\hat{أ} = \hat{م}، \hat{ب} = \hat{ك}، \hat{ج} = \hat{ل}، \hat{أ} = \hat{م}، \hat{ب} = \hat{ك}، \hat{ج} = \hat{ل}$$

### مثال (٥)

في الشكل المقابل، أ أثبت تشابه المثلثين أب ج، م ر د،  
ب اكتب أزواج الزوايا متساوية القياس.

المعطيات:

أب = ٣ سم، ب ج = ٥ سم، ج ا = ٢ سم، ٤ سم  
م ر = ٤,٥ سم، ر د = ٧,٥ سم، د م = ٦,٣ سم.  
المطلوب:

أ إثبات تشابه المثلثين أب ج، م ر د.

ب كتابة أزواج الزوايا متساوية القياس.

البرهان:

$$(١) \quad \frac{أب}{م} = \frac{ب ج}{د م} = \frac{٢}{٦,٣} = \frac{٣}{٤,٥}$$

$$(٢) \quad \frac{ب ج}{ر د} = \frac{٥}{٧,٥} = \frac{٢}{٣}$$

$$(٣) \quad \frac{ج ا}{د م} = \frac{٤,٢}{٦,٣} = \frac{٢}{٣}$$

من (١)، (٢)، (٣) نستنتج أن  $\frac{أب}{م} = \frac{ب ج}{ر د} = \frac{ج ا}{د م}$  نستنتج أن  $\Delta أب ج \sim \Delta م ر د$ .

ب  $\hat{ج}$  هي الزاوية المقابلة للضلع أب،  $\hat{د}$  هي الزاوية المقابلة للضلع م ر.  
∴  $\hat{ج} = \hat{د}$

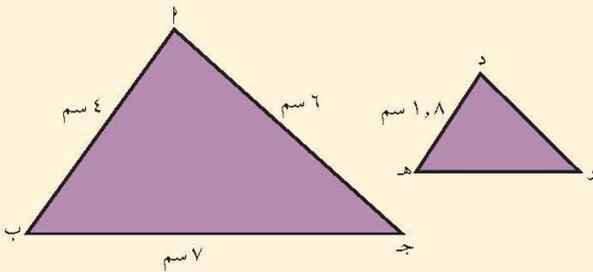
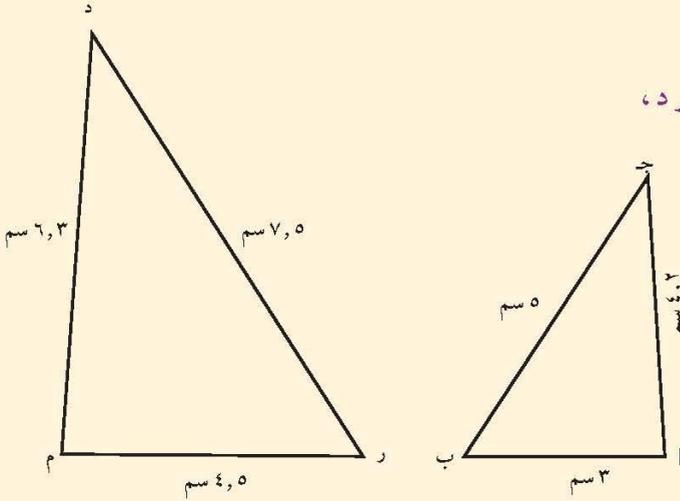
الزاوية  $\hat{أ}$  مقابلة للضلع ب ج، الزاوية  $\hat{م}$  مقابلة للضلع ر د.  
∴  $\hat{أ} = \hat{م}$

ويبقى:  $\hat{ب} = \hat{ر}$

$\hat{ج} = \hat{د}$ ،  $\hat{أ} = \hat{م}$ ،  $\hat{ب} = \hat{ر}$ .

حاول أن تحل

٥ في الشكل المقابل المثلثان أب ج، د ه و متشابهان.  
أوجد طول كل من د و، وهـ.



### مثال (٦)

في الشكل المرسوم،

أولاً: أثبت أن:

أ)  $\Delta م ب ج \sim \Delta م ن م$ .

ب)  $\overline{ب ج} // \overline{م ن}$ .

ثانياً: أوجد النسبة بين محيطي المثلثين. ماذا تلاحظ؟

المعطيات:

$$م ب = ٦,٣, م ن = ٧, م ج = ١٠,٥, م ب = ٢,٧, ن ج = ٣, ب ج = ١٥$$

أولاً: المطلوب: أ) إثبات تشابه المثلثين م ب ج، م ن م. ب)  $\overline{ب ج} // \overline{م ن}$ .

$$\text{البرهان: } \frac{م ب}{م ن} = \frac{٦,٣}{٧} = \frac{٦,٣}{٢,٧ + ٦,٣} = \frac{م ب}{م ج} = \frac{٠,٧}{٩}$$

$$\text{أوجد: } \frac{م ن}{م ج} = \dots, \frac{٠,٧}{٩} = \dots \text{ ماذا تلاحظ؟}$$

#### معلومة:

في أي شكلين متشابهين:

النسبة بين المحيطين = نسبة التشابه

النسبة بين المساحتين = مربع نسبة التشابه

نسبة التشابه بين محيطي دائرتين تساوي

النسبة بين طولي نصفتي قطري الدائرتين.

استخدم نظرية (٢).  $\Delta م ن م \sim \Delta م ب ج$  وهو المطلوب (أ).

ب) من تشابه المثلثين:  $م(م ن) = م(م ب ج)$  وهما في وضع تناظر.

∴  $\overline{ب ج} // \overline{م ن}$ .

ثانياً: المطلوب: إيجاد النسبة بين محيطي المثلثين م ب ج، م ن م.

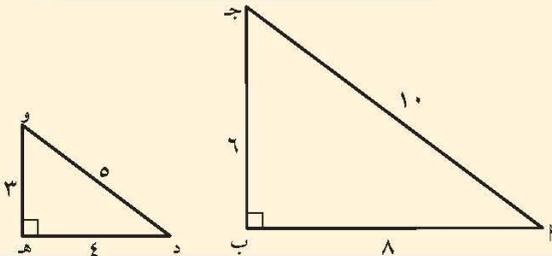
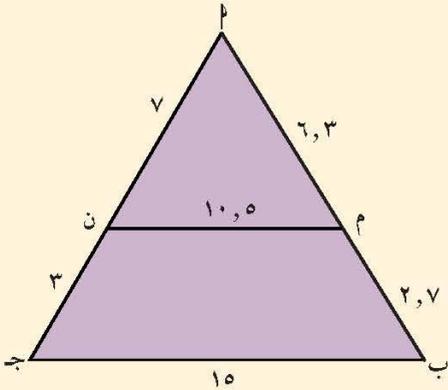
$$\text{البرهان: } \frac{\text{محيط } \Delta م ن م}{\text{محيط } \Delta م ب ج} = \frac{٢٣,٨}{٣٤} = \frac{٠,٧}{٩}$$

نلاحظ أن النسبة بين محيطي المثلثين تساوي نسبة التشابه.

#### حاول أن تحل

٦ في الشكل المقابل، أثبت أن المثلثين متشابهين.

ثم أوجد العلاقة بين نسبة مساحتي المثلثين ونسبة التشابه.



### مثال (٧) تطبيقات حياتية

يبين الشكل المقابل قسماً من المنطقة العلوية في أحد الأهرامات (مخازن الجيوب). أراد يوسف التحقق من توازي الدعامتين

ب ج، د ه. هل يمكنك مساعدته؟

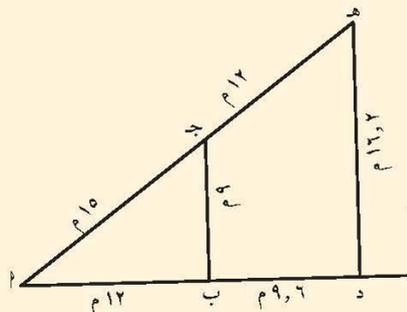
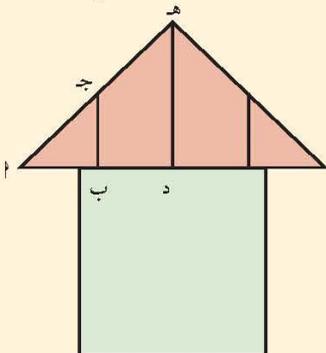
المعطيات: م، ب، د على استقامة واحدة.

م، ج، ه على استقامة واحدة.

$$م ب = ١٢ م, ب د = ٩ م, ب ج = ٩ م,$$

$$د ه = ١٦ م, ٢ م, م ج = ١٥ م, ج ه = ١٢ م.$$

المطلوب: إثبات أن  $\overline{ب ج} // \overline{د ه}$ .



البرهان:  $\Delta$  ا ب ج ،  $\Delta$  ا د ه فيهما:

$$\frac{أب}{أد} = \frac{١٢}{٩, ٦ + ١٢} = \frac{٥}{٩}$$

$$\frac{أب}{أه} = \frac{١٥}{١٢ + ١٥} = \frac{٥}{٩}$$

$$\frac{بج}{ده} = \frac{٩}{١٦, ٢} = \frac{٥}{٩}$$

∴ المثلثان متشابهان (نظرية ٢)

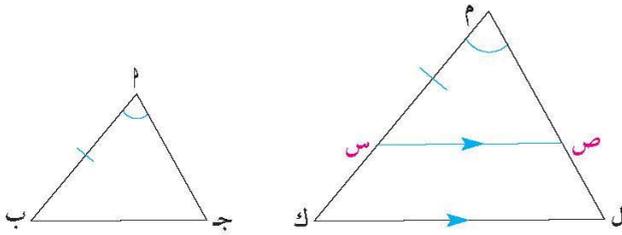
الزاويتان  $\hat{أ} ب ج$  ،  $\hat{أ} د ه$  متناظرتان ومتساويتان في القياس إذا  $\overline{أب} // \overline{أد}$ .

حاول أن تحل

٧ في المثال (٧)، أثبت أن  $\Delta$  ا ب ج قائم الزاوية ب ثم أوجد قياس الزاوية ا.

نظرية (٣)

يتشابه المثلثان إذا تطابقت زاوية في أحدهما مع زاوية في المثلث الآخر، وتناسب طولوا الضلعين المحددين لهاتين الزاويتين.



المعطيات:  $\hat{أ} = \hat{م}$  ،  $\frac{أب}{مك} = \frac{أج}{م ل}$

المطلوب: إثبات أن:  $\Delta$  ا ب ج  $\sim$   $\Delta$  م ك ل

العمل: نأخذ  $\overline{م ك} // \overline{أب}$  حيث  $م س = م ك$   
ونرسم  $س س // ك ل$ .

**البرهان:** نبدأ بإثبات تشابه  $\Delta$  م س س ،  $\Delta$  م ك ل.

∴  $س س // ك ل$

∴  $\hat{أ} (م س س) = \hat{أ} (م ك ل)$  زاويتان بالتوازي والتناظر،

$\hat{س} (م س س) = \hat{س} (م ك ل)$  زاويتان بالتوازي والتناظر.

وبالتالي من نظرية (١) نستنتج أن:  $\Delta$  م س س  $\sim$   $\Delta$  م ك ل متشابهان.

$$\therefore \frac{م س}{م ك} = \frac{م س}{م ل} \quad (١)$$

سثبت الآن أن  $\Delta$  ا ب ج ،  $\Delta$  م س س متطابقان.

معطى

$$\frac{أب}{م ك} = \frac{أج}{م ل} \quad (٢)$$

بما أن  $أب = م س$  وبمقارنة التناسيلين (١)، (٢) نحصل على  $أج = م س$ .

∴  $\Delta$  ا ب ج ،  $\Delta$  م س س متطابقان (ض. ز. ض.) فهما متشابهان.

$\Delta$  ا ب ج  $\sim$   $\Delta$  م س س ،  $\Delta$  م س س  $\sim$   $\Delta$  م ك ل. ∴  $\Delta$  ا ب ج  $\sim$   $\Delta$  م ك ل.

### معلومة مفيدة:

عندما نقول (بالتوازي والتناظر) نعني وجود مستقيمين متوازيين وقاطع لهما، وزاويتان في وضع تناظر.

### مثال (٨)

في الشكل المقابل أب ج، ن ه م مثلثان، فإذا كان:

$$\angle(\hat{A}) = \angle(\hat{N}) = 50^\circ$$

أب = ٩ سم، أ ج = ١٢ سم، م ن = ٤ سم، ن ه = ٣ سم.

أثبت تشابه المثلثين أب ج، ن ه م.

المعطيات:

$$\angle(\hat{A}) = \angle(\hat{N}) = 50^\circ$$

أب = ٩ سم، أ ج = ١٢ سم، م ن = ٤ سم، ن ه = ٣ سم

المطلوب:

إثبات تشابه المثلثين أب ج، ن ه م.

البرهان:

المثلثان أب ج، ن ه م فيهما

$$\angle(\hat{A}) = \angle(\hat{N}) = 50^\circ$$

$$\frac{أب}{ن ه} = \frac{٩}{٣}$$

$$\frac{أ ج}{م ن} = \frac{١٢}{٤}$$

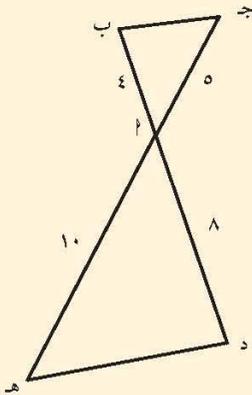
(٢)

$$\therefore \frac{أ ج}{م ن} = \frac{أب}{ن ه}$$

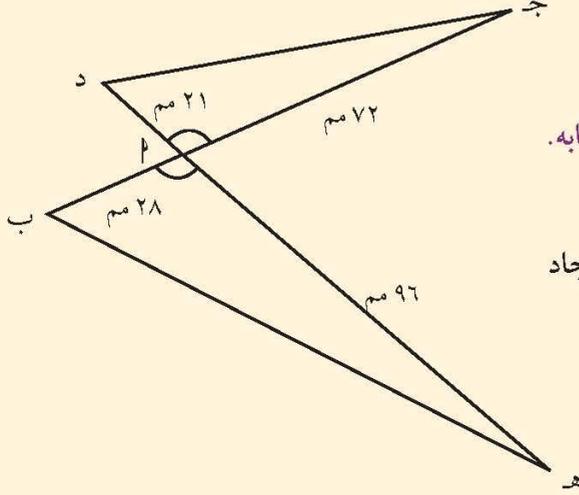
من (١)، (٢) نستنتج أن المثلثين أب ج، ن ه م متشابهان.

### حاول أن تحل

٨ في الشكل المقابل ب د  $\cap$  ج ه = {ف}، أثبت أن المثلثين أب ج، اد ه متشابهان.



### مثال (٩)



في الشكل المقابل لهـ ب، اـ جـ د مثلثان. فإذا كان  
 لهـ ب = ٩٦ مم، اـ ب = ٢٨ مم، اـ جـ د = ٧٢ مم، اـ د = ٢١ مم  
 أثبت أن المثلثين لهـ ب، اـ جـ د متشابهان، وأوجد نسبة التشابه.  
 المعطيات: لهـ ب = ٩٦ مم، اـ ب = ٢٨ مم.  
 اـ جـ د = ٧٢ مم، اـ د = ٢١ مم.  
 المطلوب: إثبات أن المثلثين: لهـ ب، اـ جـ د متشابهان، وإيجاد  
 نسبة التشابه.

البرهان:  $\angle(ج\hat{ا}د) = \angle(ه\hat{ا}ب)$  معطى

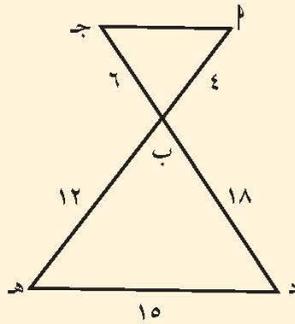
$$\frac{ج\hat{ا}د}{ه\hat{ا}ب} = \frac{ا\hat{د}}{ا\hat{ب}} = \frac{٢١}{٢٨} = \frac{٣}{٤}$$

∴ المثلثان متشابهان. نسبة التشابه:  $\frac{٣}{٤}$  أو  $\frac{٤}{٣}$ .

### حاول أن تحل

٩ في المثلثين اـ ب جـ، ف د ي: اـ ب = ٧ سم، ب جـ = ٦ سم،  $\angle(ب) = ٦٣^\circ$ .  
 دي = ٤، ٥ سم،  $\angle(د) = ٦٣^\circ$ ، ف د = ٣، ٦ سم. هل المثلثان اـ ب جـ، دي ف متشابهان؟

### مثال (١٠)



في الشكل  $ا\hat{هـ}ب \cap ا\hat{جـ}د = \{ب\}$ ، برهن أن:  $\overline{ا\hat{جـ}د} // \overline{ا\hat{هـ}ب}$ . **ب** أو جد طول اـ جـ.  
 المعطيات: اـ ب، هـ ب، هـ جـ، اـ ب، هـ جـ، د على استقامة واحدة.

اـ ب = ٤، ب هـ = ١٢، ب جـ = ٦، د = ١٨، دهـ = ١٥.

المطلوب: **أ** إثبات توازي اـ جـ، دهـ. **ب** إيجاد طول اـ جـ.

متقابلتان بالرأس

البرهان: **أ**  $\angle(ا\hat{ب}ج) = \angle(ه\hat{ب}د)$

$$\frac{ب ج}{ب د} = \frac{ا ب}{ه ب} = \frac{١٢}{١٥} = \frac{٤}{٥}$$

∴ المثلثان متشابهان ومنه نستنتج أن الزوايا المتناظرة متساوية القياس.

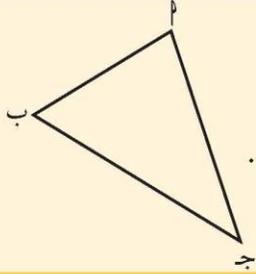
وبالتالي  $\angle(ج) = \angle(د)$  وهما في وضع تبادل. إذاً  $\overline{ا\hat{جـ}د} // \overline{ا\hat{هـ}ب}$ .

**ب** لإيجاد طول اـ جـ نكتب التناسب:  $\frac{ا ج}{ده} = \frac{١}{٣}$

$$\frac{١}{٣} = \frac{ا ج}{١٥}$$

$$٥ = \frac{ا ج}{٣}$$

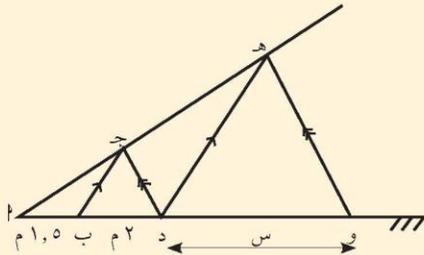
## حاول أن تحل



١٠ ارسم بشكل تقريبي د ه في المثلث أ ب ج توازي ب ج حيث د تنتمي إلى أ ب، ه تنتمي إلى أ ج على أن تكون نسبة التشابه بين المثلثين أ د ه، أ ب ج تساوي  $\frac{2}{3}$ .

## مثال (١١) تطبيقات حياتية

يبين الرسم المقابل حلبة منحجرة مدعمة تستخدم في لعبة التزلج (سكيت بورد Skateboard).



إذا كان  $\overline{ب ج} // \overline{د ه}$ ،  $\overline{د ج} // \overline{و ه}$ ، أوجد قيمة س. حيث أ، ب، د، و على استقامة واحدة، أ، ج، ه على استقامة واحدة. المعطيات: أ ب = ١,٥ م، ب د = ٢ م، د و = س.

$\overline{ب ج} // \overline{د ه}$ ،  $\overline{د ج} // \overline{و ه}$

المطلوب: إيجاد س.

البرهان: المثلثان أ ب ج، أ د ه فيهما:

$$\angle(ب أ ج) = \angle(د أ ه)$$

$$\angle(أ ب ج) = \angle(أ د ه)$$

$$\therefore \Delta أ ب ج \sim \Delta أ د ه$$

$$\text{ومنّه } \frac{أ ب}{أ ج} = \frac{أ د}{أ ه}$$

$$(١) \frac{١,٥}{أ ج} = \frac{١,٥}{٢ + ١,٥}$$

نثبت بالطريقة نفسها أن المثلثين أ د ج، أ و ه متشابهان.

$$\text{ومنّه } \frac{أ د}{أ و} = \frac{أ ج}{أ ه}$$

$$(٢) \frac{٣,٥}{أ و} = \frac{٣,٥}{س + ٣,٥}$$

$$\text{من (١)، (٢) نستنتج: } \frac{٣,٥}{س + ٣,٥} = \frac{١,٥}{٢ + ١,٥}$$

$$١,٥(س + ٣,٥) = (٢ + ١,٥)٣,٥ \quad \text{الضرب التقاطعي}$$

$$س = \frac{٣,٥ \times ٣,٥}{١,٥} - ٣,٥$$

$$س = \frac{١٤}{٣} = ٤,٦$$

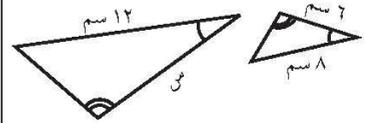
## حاول أن تحل

١١ في المثال (١١) إذا كان طول ه ج يساوي ٣ م، أوجد طول أ ج.

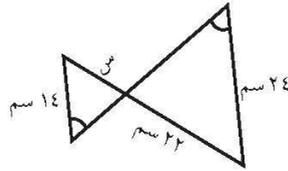
## تدريب (١)

اكتب نسبة تشابه المثلثين، ثم أوجد قيمة  $s$  في كل مما يلي:

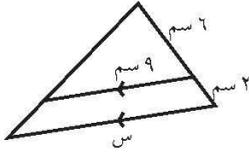
(أ)



(ب)



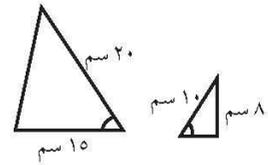
(ج)



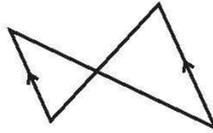
## تدريب (٢)

اذكر أي الحالات يكون فيها المثلثان متشابهين، وأيها يكونان فيها غير متشابهين. وفي حالة التشابه، اذكر النظرية التي تثبت تشابههما.

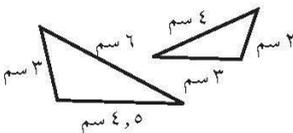
(أ)



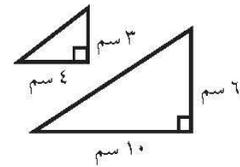
(ب)



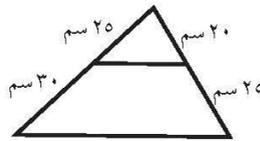
(ج)



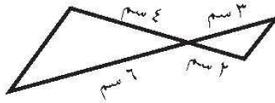
(د)



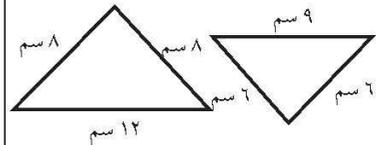
(هـ)



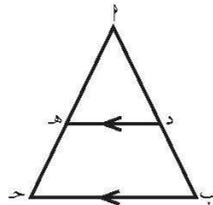
(و)



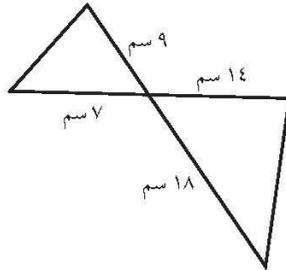
(ز)



(ح)



(ط)

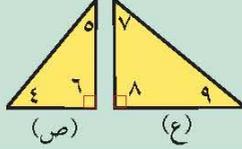
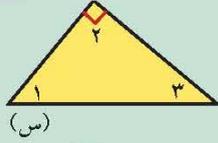
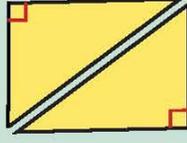


## التشابه في المثلثات قائمة الزاوية

### Similarity in Right Triangles

#### سوف تتعلم

- خصائص العمود المرسوم من رأس القائمة على الوتر في مثلث قائم الزاوية

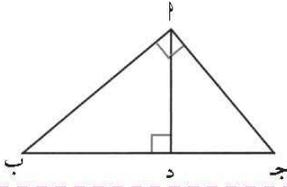


#### عمل تعاوني

- اشترك مع أحد زملائك في التالي:
- أحضر قطعة ورق مستطيلة الشكل. ارسم قطرًا للمستطيل.
  - اقطع الورقة كما في الشكل لتحصل على مثلثين قائمي الزاوية متطابقين.
  - خذ أحد المثلثين. اقطع المثلث لتحصل على مثلثين قائمي الزاوية صغيرين كما في الشكل.
  - في المثلثات الثلاثة: س، ص، ع.
  - أي الزوايا لها نفس قياس  $\hat{1}$ ؟
  - أي الزوايا لها نفس قياس  $\hat{2}$ ؟
  - أي الزوايا لها نفس قياس  $\hat{3}$ ؟
  - معتمدًا على نتائجك، ماذا تستنتج بالنسبة إلى المثلثات الثلاثة؟

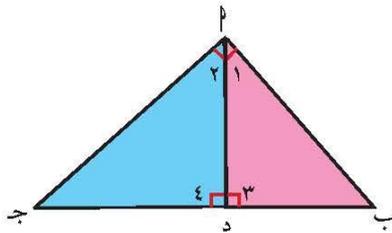
#### تدريب (١)

أكمل العبارة:  $\Delta$  أ ب ج  $\sim$   $\Delta$  ...  $\sim$   $\Delta$  ...



#### نظرية (١)

العمود المرسوم من رأس القائمة على الوتر في مثلث قائم الزاوية يقسم المثلث إلى مثلثين متشابهين وكل منهما يشابه المثلث الأصلي.



- المعطيات: أ ب ج مثلث قائم الزاوية أ، أ د  $\perp$  ب ج.
- المطلوب: ١ إثبات تشابه المثلثين أ ب د، ج أ د.
- ٢ إثبات تشابه المثلثين أ ب د، ج ب أ.
- ٣ إثبات تشابه المثلثين أ ج د، ب ج أ.

البرهان:

١ المثلثان  $\triangle$  ب د،  $\triangle$  ج د فيهما:

معطى

$$\angle \hat{C} = \angle \hat{E} = 90^\circ$$

معطى

$$\angle \hat{A} = \angle \hat{D} = 90^\circ$$

لماذا؟

$$\angle \hat{A} = \angle \hat{B} + \angle \hat{C} = 90^\circ$$

$$\therefore \angle \hat{C} = \angle \hat{B}$$

نظرية

$$\triangle \text{ ب د} \sim \triangle \text{ ج د}$$

تدريب (٢)

أكمل إثبات ٢، ٣.

نتيجة (١)

مربع طول العمود المرسوم من رأس القائمة على الوتر في مثلث قائم الزاوية يساوي ناتج ضرب طولي القطعتين المستقيمتين اللتين ينقسم إليهما الوتر بهذا العمود.

المعطيات:  $\triangle$  ب ج مثلث قائم الزاوية ب،  $\overline{ب د} \perp \overline{ب ج}$ .

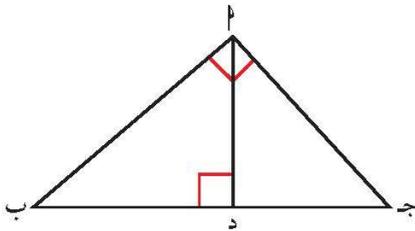
المطلوب: إثبات أن:  $(ب د)^2 = ب د \times ج د$ .

(نظرية ١)

البرهان:  $\triangle$  ب د  $\sim$   $\triangle$  ج د

$$\frac{ب د}{ج د} = \frac{ب د}{ب ج} = \frac{ب د}{ب ج}$$

$$(ب د)^2 = ب د \times ج د$$



## نتيجة (٢)

إذا كان  $\Delta$   $أب$  ج قائم الزاوية  $أ$ ،  $أد \perp د ب$ ،

$$١ \quad (أب)^2 = ب د \times ج د$$

$$٢ \quad (أج)^2 = ج د \times ج ب$$

$$٣ \quad أب \times أج = اد \times ب ج$$

المعطيات:  $\Delta$   $أب$  ج مثلث قائم الزاوية  $أ$ .

$أد \perp ب ج$ .

المطلوب: ١ إثبات  $(أب)^2 = ب د \times ج د$ .

$$٢ \quad (أج)^2 = ج د \times ج ب.$$

البرهان:

(نظرية ١)

$$١ \quad \Delta أب د \sim \Delta أب ج$$

$$\therefore \frac{ب د}{أب} = \frac{أب}{ج ب}$$

ومنها  $(أب)^2 = ب د \times ج د$ .

(نظرية ١)

$$٢ \quad \Delta أج د \sim \Delta أج ب$$

$$\therefore \frac{ج د}{أج} = \frac{أج}{ب ج}$$

ومنها  $(أج)^2 = ج د \times ج ب$

(نتيجة ٢)

$$٣ \quad (أب)^2 \times (أج)^2 = ب د \times ج د \times ج ب \times ج د \times ج ب$$

$$= (ب ج)^2 \times ب د \times ج د$$

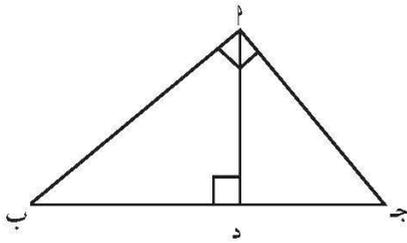
(نتيجة ١)

$$= (أد)^2 \times (ب ج)^2$$

$$\therefore أب \times أج = اد \times ب ج$$

طريقة أخرى: مساحة المثلث  $أب ج = \frac{1}{2} \times أب \times أج = \frac{1}{2} \times ب د \times ج د$

$$\therefore أب \times أج = اد \times ب ج$$



### مثال (١)

أوجد س، ص بحسب المعطيات في الشكل.

المعطيات:

$\Delta$  ا ب ج قائم الزاوية ا،  $\overline{اد} \perp \overline{ب ج}$ .

المطلوب: إيجاد س، ص.

البرهان:

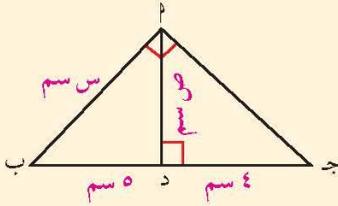
باستخدام نتائج النظرية (١):

$$س^2 = (٤ + ٥) \times ٥ = ٤٥$$

$$س = \sqrt{٤٥} = ٣\sqrt{٥}$$

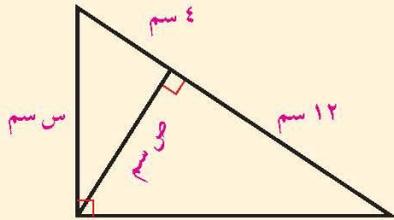
$$ص^2 = ٥ \times ٤ = ٢٠$$

$$ص = \sqrt{٢٠} = ٢\sqrt{٥}$$



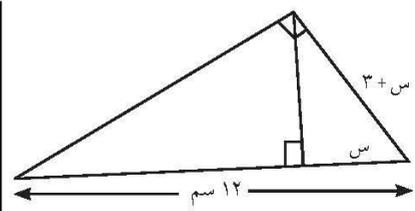
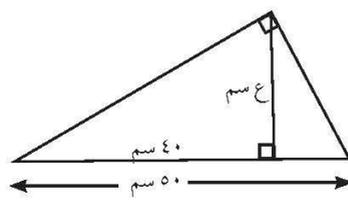
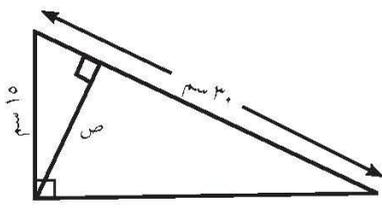
### حاول أن تحل

١ أوجد من الشكل المرسوم س، ص في أبسط صورة.



### تدريب (٣)

أوجد قيمة س، ص، ع في أبسط صورة في كل من الحالات التالية:



## مثال (٢) تطبيقات حياتية

في إحدى الحدائق العامة، التي تقيمها الدولة على الشاطئ للترفيه عن المواطنين، كان طول الممر المرصوف داخل الحديقة حتى المقصف يساوي ٣٠٠ م، وطول الممر حتى كشك المجلات ٤٠٠ م، وكان الممران يتقابلان في زاوية قائمة كما في الشكل أمام موقف السيارات. سار جاسم من موقف السيارات على مسار مستقيم عمودي على الشاطئ حتى وصل إلى الشاطئ. كم متراً على جاسم أن يسير من مكانه على الشاطئ الذي وصل إليه ليشتري شطائر من المقصف؟

المعطيات:

$$أب = ٣٠٠ \text{ م، } ب ج = ٤٠٠ \text{ م، } \angle (ب \hat{ } أ ج) = ٩٠^\circ، \overline{أ د} \perp \overline{ب ج}.$$

المطلوب:

إيجاد د ج.

البرهان:

$\Delta$  أب ج قائم الزاوية ب.

بتطبيق نظرية فيثاغورث

$$٢(ب ج) = ٢(٤٠٠) + ٢(٣٠٠)$$

$$٢(ب ج) = ٢٥٠٠٠٠$$

$$ب ج = ٥٠٠ \text{ م}$$

بتطبيق نتائج التشابه

$$٢(أ ج) = ج د \times ج ب$$

$$٢(٣٠٠) = ج د \times ٥٠٠$$

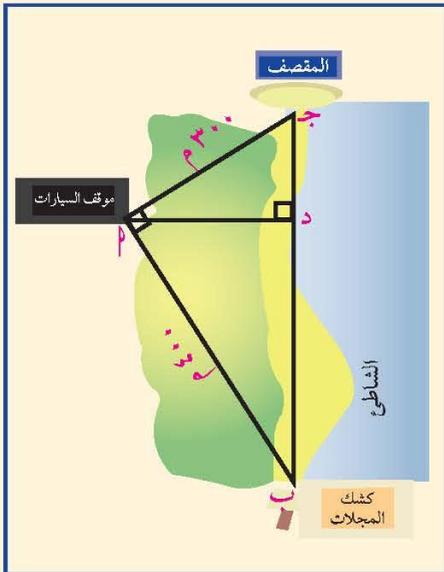
$$ج د = \frac{٣٠٠ \times ٣٠٠}{٥٠٠} = ١٨٠$$

أي أن جاسم سيسير من مكانه ١٨٠ م ليصل إلى المقصف.

حاول أن تحل

٢ ا حسب أد المسافة من موقف السيارات إلى الشاطئ بطريقتين مختلفتين.

ب هل يمكنك حل المثال (٢) بطريقة أخرى؟



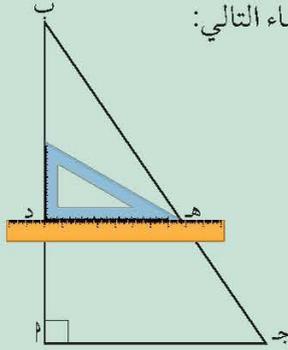
## التناسب والمثلثات المتشابهة

### Proportions and Similar Triangles

#### عمل تعاوني

#### سوف تتعلم

- خصائص الخط الموازي لأي ضلع في المثلث
- نظرية طاليس
- خصائص منصفات الزوايا الداخلية في المثلث



استخدم الأدوات الهندسية (المسطرة والمثلث القائم) في إنشاء التالي:

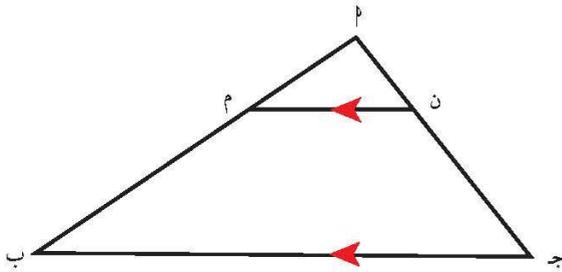
- ارسم  $\Delta$  أب ج. خذ نقطة د على أب.
- ارسم خطاً مستقيماً يمر بنقطة د ويوازي أ ج.
- لتكن ه هي نقطة تقاطع د ه مع ب ج.
- أوجد بالقياس طول كل من: ب د، د أ، ب ه، ه ج.
- احسب النسبتين:  $\frac{ب ه}{ه ج}$ ،  $\frac{ب د}{د أ}$ .
- قارن بين النسبتين:  $\frac{ب ه}{ه ج}$ ،  $\frac{ب د}{د أ}$ .
- قارن بين عدد من الحالات يتحرك فيها موقع د ه محافظاً على توازيه مع أ ج.

## Parallel Line Theory

### نظرية المستقيم الموازي

#### نظرية (١)

إذا وازى مستقيم أحد أضلاع مثلث وقطع ضلعيه الآخرين، فإنه يقسم هذين الضلعين إلى أجزاء أطولها متناسبة.



المعطيات: أب ج مثلث، م ن // ب ج .  
المطلوب: إثبات أن  $\frac{م ن}{ن ج} = \frac{م ب}{ب ج}$   
البرهان:

$$\overline{م ن} // \overline{ب ج}$$

لماذا؟

$$\Delta ا ب ج \sim \Delta م ن ج$$

$$\frac{ا ب}{م ن} = \frac{ا ج}{ن ج}$$

$$\frac{ا ن + ن ج}{م ن} = \frac{ا م + م ب}{م ب}$$

$$1 + \frac{ن ج}{م ن} = \frac{م ب}{م ب} + 1$$

$$\frac{ن ج}{م ن} = \frac{م ب}{م ب}$$

$$\therefore \frac{م ن}{ن ج} = \frac{م ب}{ب ج}$$

#### معلومة رياضية:

إذا كان  $\overline{م ن} // \overline{ب ج}$   
فإن  $\overline{م ن} // \overline{ب ج}$   
والعكس صحيح.

### مثال (١)

استخدم نظرية المستقيم الموازي السابقة لإيجاد قيمة س.  
المعطيات:

في المثلث  $\triangle د ه ا$ ،  $\overline{ب ج} \parallel \overline{د ه}$

$ا ج = ٥$  سم،  $ج ه = ١٠$  سم،  $ب د = ١٦$  سم،  $ا ب = س$ .  
المطلوب: إيجاد س.

البرهان:

∴  $\overline{ب ج} \parallel \overline{د ه}$  وباستخدام نظرية المستقيم الموازي نكتب التناسب:

الأجزاء المتناسبة

$$\frac{س}{١٦} = \frac{٥}{١٠}$$

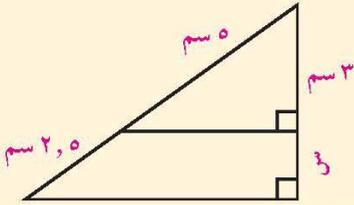
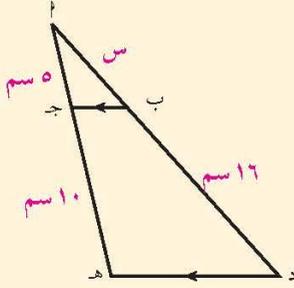
باستخدام الضرب التقاطعي

$$١٠ س = ٨٠$$

بالقسمة على ١٠

$$س = ٨$$

حاول أن تحل



١ في الشكل المقابل، استخدم نظرية المستقيم الموازي السابقة لإيجاد قيمة س.

## Thales Theory

### نظرية طاليس

### نظرية (٢)

إذا قطع مستقيمان ثلاثة مستقيمات متوازية أو أكثر فإن أطوال القطع المستقيمة الناتجة على أحد القاطعين تكون متناسبة مع أطوال القطع الناتجة على القاطع الآخر.

أولاً: إذا كان المستقيمان القاطعان متوازيان.

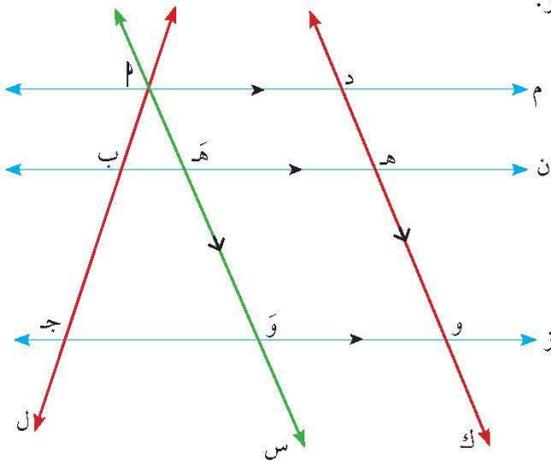
- ارسم ثلاثة مستقيمات متوازية م، ن، ز.
- ارسم مستقيمين متوازيين ك، س بحيث يقطعان المستقيمات م، ن، ز.
- أثبت تناسب أطوال القطع المستقيمة الناتجة على أحد القاطعين مع أطوال القطع الناتجة على القاطع الآخر.
- ثانيًا: إذا كان المستقيمان القاطعان غير متوازيين.

المعطيات: لدينا المستقيمات م، ن، ز حيث  $\overline{م} \parallel \overline{ن} \parallel \overline{ز}$ .

المستقيم ل يقطع م، ن، ز بالنقاط ا، ب، ج على الترتيب.

المستقيم ك يقطع م، ن، ز بالنقاط د، ه، و على الترتيب.

المطلوب: إثبات أن:  $\frac{د ه}{ب ج} = \frac{ا ب}{ج و}$



العمل:

نأخذ من النقطة  $P$  خطًا مستقيمًا  $s$  موازيًا للمستقيم  $k$  حيث يقطع  $n$  بالنقطة  $هـ$  ويقطع  $ز$  بالنقطة  $و$ .

البرهان:

في الشكل:  $P$  هـ  $d$  متوازي أضلاع

$$\therefore \overline{P هـ} // \overline{د هـ}$$

$$\overline{P هـ} = \overline{د هـ}$$

وبالمثل  $هـ و$  وهـ متوازي أضلاع

$$\therefore \overline{هـ و} = \overline{هـ د}$$

في  $\Delta P هـ و$ ،  $\overline{P هـ} // \overline{و ج}$

$$\therefore \frac{\overline{P هـ}}{\overline{هـ و}} = \frac{\overline{P ب}}{\overline{ب ج}}$$

نظرية (١)

بالتعويض

$$\text{ومنه نستنتج: } \frac{\overline{د هـ}}{\overline{هـ و}} = \frac{\overline{أ ب}}{\overline{ب ج}}$$

### مثال (٢)

من الشكل المقابل أوجد قيمة  $s$ .

المعطيات: لدينا مستقيمان غير متوازيين يقطعان ثلاثة مستقيمات متوازية.

أطوال القطع الناتجة هي  $s$ ،  $٢s + ١٠$ ،  $١٢$ ،  $٣٠$  بالترتيب.

المطلوب: إيجاد قيمة  $s$ .

البرهان:

بما أن المستقيمين يقطعان ثلاثة مستقيمات متوازية وباستخدام نظرية طاليس

$$\frac{١٢}{٣٠} = \frac{s}{١٠ + ٢s}$$

$$٣٠ = s(١٠ + ٢s)$$

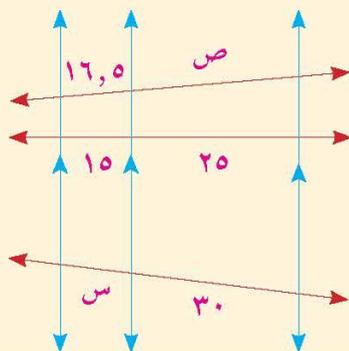
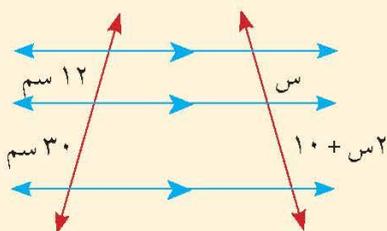
$$٣٠ = ١٠s + ٢٤s$$

$$١٢٠ = ٦s$$

$$٢٠ = s$$

حاول أن تحل

٢ أوجد في الشكل المقابل  $s$ ،  $ص$  في أبسط صورة.



الضرب التقاطعي

### مثال (٣) تجنب الخطأ

في الشكل المقابل: د مركز الدائرة، طول نصف قطر الدائرة = ٤ سم.

أب = ١٠ سم، أد = ٨ سم، ب ج = ٥ سم، و، ف نقطتان على الدائرة.

قال فهد: النقاط ل، د، ب على استقامة واحدة كذلك النقاط ل، و، ج وبالترتيب نفسه.

$$\therefore \frac{لد}{أب} = \frac{٨}{١٠} = \frac{٤}{٥}، \quad \frac{لد}{بج} = \frac{٤}{٥}$$

$$\therefore \overline{لد} // \overline{بج}$$

أجابه سلطان: في هذه الحالة، ف د، ج ب متوازيان أيضًا.

أ اشرح علام ارتكز سلطان في إجابه.

ب أين الخطأ في الحل الذي أعطاه فهد؟

الحل:

أ كيف فكر سلطان:

∴ ف د نصف قطر في الدائرة.

$$\therefore ف د = ٤ سم$$

$$\therefore \frac{ف د}{ب ج} = \frac{٤}{٥}$$

$$\text{أي أن } \frac{لد}{أب} = \frac{ف د}{ب ج} = \frac{٤}{٥}$$

واستنادًا على ما اقترحه فهد يكون ف د // ج ب وهذا خطأ

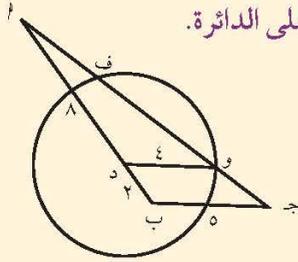
(نظرية طاليس)

ب يجب أن يكون و د // ج ب

توازي المستقيمت يعطي قطعًا أطوالها متناسبة وليس العكس.

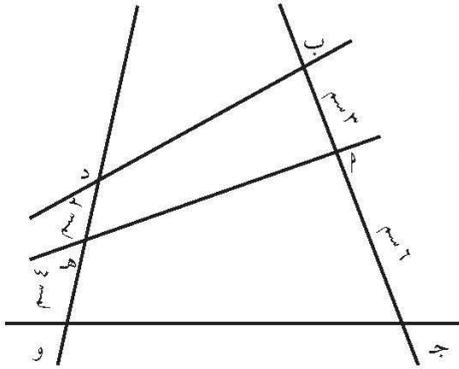
### حاول أن تحل

٣ في المثال (٣)، إذا كان أيضًا و د // ج ب، وج = ٣ سم، فأوجد طول ل و.



### ملاحظة:

نستنتج من المثال (٣) أن عكس النظرية غير صحيح: إذا كانت أطوال القطع المستقيمة الناتجة على أحد القاطعين متناسبة مع أطوال القطع الناتجة على القاطع الآخر فليس من الضروري أن تكون المستقيمتان متوازيتان.



$$\frac{1}{2} = \frac{2}{4} = \frac{د هـ}{هـ و} \quad , \quad \frac{1}{2} = \frac{3}{6} = \frac{ب ج}{ج م}$$

بينما المستقيمتان ب د ، م هـ ، ج و ليست متوازيتان.

### تدريب

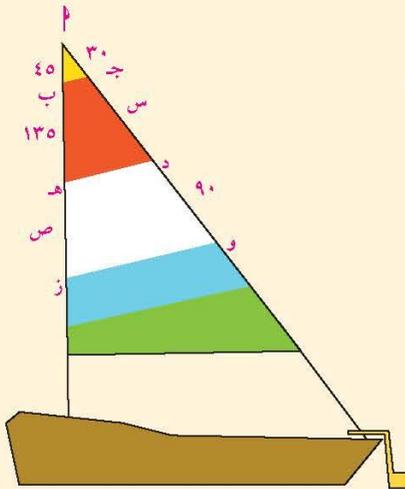
حل مثال (١١) في صفحة ١٤٥، باستخدام نظرية طاليس.

### مثال (٤) تطبيقات حياتية

تصميم أنماط لشراع المركب: يستخدم صانعو الأشربة الحاسوب لتكوين نمط لكل شراع يصنعونه، ثم يرسمون مخططاً له بالطباشير على الأرضية التي يقصونه عليها. بعد أن يقطعوا إطارات الشراع، يحكونها معاً لتكوين الشراع بأكمله. الخطوط المحاكاة تكون متوازية كما في الشكل حيث الأبعاد بالستيمتر. أوجد س، ص.

$$\text{المعطيات: } \overline{ب ج} // \overline{د هـ} // \overline{و ز}, \text{ } \overline{ا ج} = ٣٠, \text{ } \overline{د و} = ٩٠, \text{ } \overline{ا ب} = ٤٥, \text{ } \overline{ب هـ} = ١٣٥$$

$$\text{ج د} = \text{س}, \text{ } \text{هـ ز} = \text{ص}$$



المطلوب:

إيجاد س، ص.

البرهان:

من توازي القطع المستقيمة واستنادًا إلى نظرية طاليس، نكتب التناسب:

باستخدام نظرية طاليس

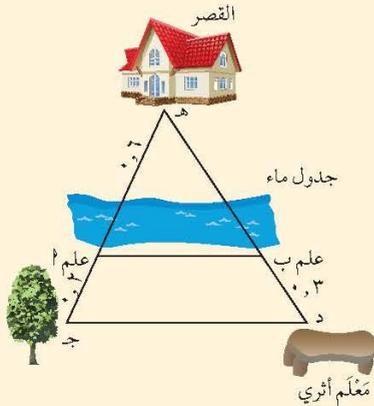
$$\frac{٤٥}{١٣٥} = \frac{٣٠}{س}$$

$$٩٠ = س$$

$$\frac{٩٠}{٩٠} = \frac{ص}{١٣٥}$$

$$\therefore ص = ١٣٥ \text{ سم.}$$

حاول أن تحل



٤ باستخدام نظام إشارة (طبوغرافيا)، وضع علمان عند النقطتين أ، ب

كما في الشكل المقابل

بحيث يكون  $\overline{أب} // \overline{ج د}$ .

إذا كان  $ب د = ٣,٠$  كم،  $أ هـ = ٦,٠$  كم،  $أ ج = ٢,٠$  كم.

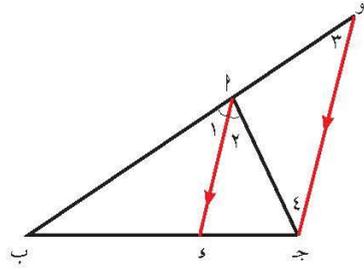
فأوجد المسافة بين القصر هـ والمعلم الأثري د.

نظرية منصف الزاوية في مثلث

نظرية (٣)

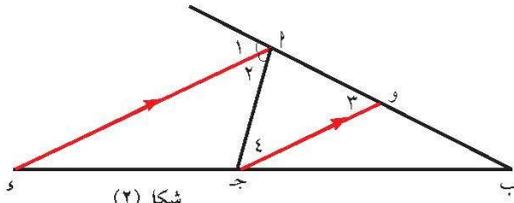
إذا نصفت زاوية رأس مثلث أو الزاوية الخارجة للمثلث عند هذا الرأس، قسم المنصف قاعدة المثلث من الداخل أو من الخارج إلى جزئين النسبة بين طوليهما تساوي النسبة بين طولي الضلعين الآخرين للمثلث.

المعطيات:  $\Delta أ ب ج$  فيه،  $أ م$  ينصف  $ب أ$  ج من الداخل شكل (١)، ينصف الزاوية الخارجة عن المثلث عند  $أ$  شكل (٢).



شكل (1)

(1) نظرية



شكل (2)

(2)

المطلوب: إثبات أن:  $\frac{PB}{AB} = \frac{QC}{AC}$

العمل: نرسم  $\overline{PQ} \parallel BC$  ويقطع  $AB$  في نقطة  $P$ .

البرهان:  $\therefore \overline{PQ} \parallel BC$

$$\therefore \frac{PB}{AB} = \frac{QC}{AC}$$

$\therefore \overline{PQ} \parallel BC$

$\therefore \angle(1) = \angle(2)$  بالتناظر،  $\angle(3) = \angle(4)$  بالتبادل

$\therefore \angle(1) = \angle(2)$   $\therefore \angle(3) = \angle(4)$

$\therefore AB = AC$

وبالتعويض من (2) في (1)  $\therefore \frac{PB}{AB} = \frac{QC}{AC}$

**ملاحظة:** سنكتفي بدراسة الحالة التي ينصف فيها شعاع زاوية داخلية في مثلث.

### مثال (5)

أوجد  $AB$  في الشكل الميّن حيث  $B$  د ينصف  $AC$ .

المعطيات:  $B$  د منتصف  $AC$ .

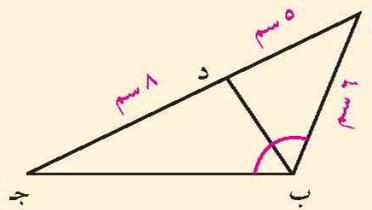
$AB = 6$  سم،  $AD = 5$  سم،

$CD = 8$  سم

المطلوب: إيجاد  $AB$ .

البرهان:

في المثلث  $ABC$ ،  $B$  د منتصف  $AC$ .



$$\therefore \frac{AB}{BC} = \frac{AD}{DC} \quad \text{نظرية منتصف الزاوية}$$

$$\frac{6}{BC} = \frac{5}{8}$$

$$BC = \frac{6 \times 8}{5} = \frac{48}{5} = 9.6 \text{ سم}$$

حاول أن تحل

5 أوجد  $AB$  في مثلث حيث  $AB = 6$  سم،  $AD = 5$  سم، ثم رسم  $AD$  منتصف  $AC$  ويقطع  $BC$  في  $D$ . إذا كان  $BC = 9.6$  سم، أوجد  $CD$ .

## مثال (٦)

في الشكل المرسوم تبين لمراقب موجود في المنارة (م) أن قياسي الزاويتين (١)، (٢) المكونتين من كل من الجزيرتين (ب)، (ب) والمنارة (م) والسفينة (س) متساويان.  
أوجد بعد السفينة عن كل من الجزيرتين إذا كانت السفينة والجزيرتين على استقامة واحدة.

الحل:

المعطيات:

تكوّن المنارة والجزيرتان مثلثاً م ب أبعاده: م ب = ٢١٧،

م ب = ٢٨٥، م ب = ٣١٢

المستقيم المار بالمنارة والسفينة ينصف الزاوية م ب.

السفينة والجزيرتان على استقامة واحدة.

المطلوب:

إيجاد س ب، س ب.

البرهان:

∴ م س منتصف م ب

$$\therefore \frac{م ب}{س ب} = \frac{م س}{س ب}$$

$$\frac{م ب + م ب}{س ب} = \frac{م س + م س}{س ب}$$

$$\frac{٢٨٥ + ٢١٧}{س ب} = \frac{٣١٢}{س ب}$$

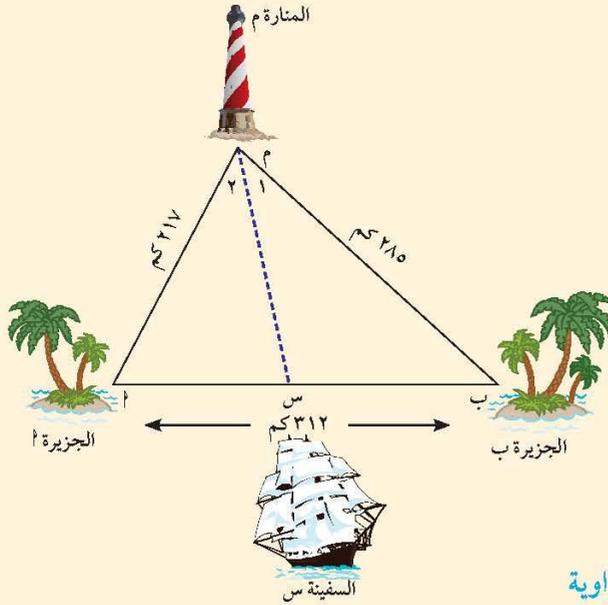
$$\therefore س ب = \frac{٢٨٥ \times ٣١٢}{٢٨٥ + ٢١٧} = ١٧٧$$

$$١٣٥ = ١٧٧ - ٣١٢ = م ب$$

تبعد السفينة عن الجزيرة ب حوالي ١٣٥ كم وتبعد عن

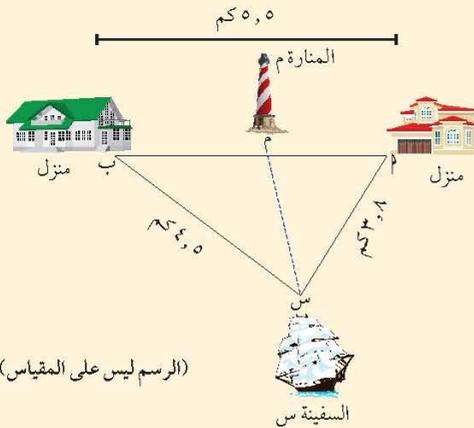
الجزيرة ب حوالي ١٧٧ كم.

حاول أن تحل



نظرية منتصف الزاوية

من خواص التناسب



(الرسم ليس على المقياس)

٦ في الشكل المرسوم أوجد المسافة بين المنارة وكل من المنزلين إذا علمنا أن المنزلين والمنارة على استقامة واحدة، وأن المستقيم المار بالسفينة والمنارة ينصف الزاوية م س ب.

## العلاقة بين محيطي شكلين متشابهين والعلاقة بين مساحتهما Relation Between Perimeters and Areas of Two Similar Figures

### سوف تتعلم

- العلاقة بين محيطات الأشكال المتشابهة ونسبة التشابه
- العلاقة بين مساحات الأشكال المتشابهة ونسبة التشابه

### عمل تعاوني

اعمل مع زميل لك لبحث العلاقة بين محيطي شكلين متشابهين والعلاقة بين مساحتهما.

### خطوات العمل:

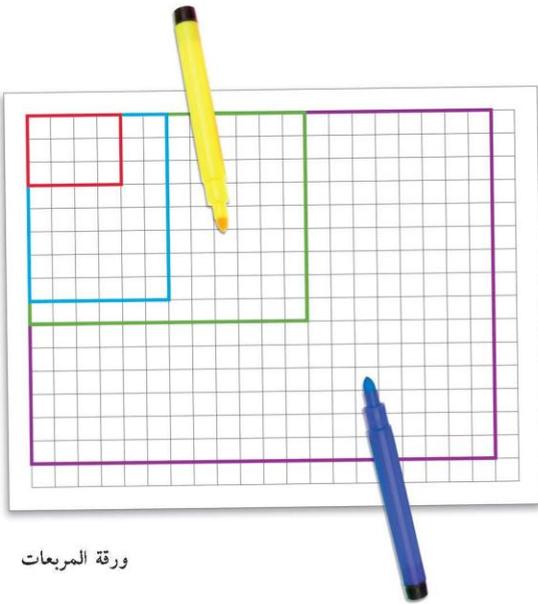
- ١ على ورقة المربعات حدّد مستطيلًا أبعاده ٣ وحدات، ٤ وحدات.
- ٢ حدّد ثلاثة مستطيلات مشابهة للمستطيل الأصلي.
- ٣ استخدم الرسم في ملء الجدول (١).
- ٤ استعن بالمعلومات التي حصلت عليها في الجدول (١) لتكمل الجدول (٢).
- ٥ ماذا تعني النسب التي حصلت عليها مقارنة بنسبة التشابه؟
- ٦ قارن بين النتائج التي حصلت عليها والنتائج التي حصل عليها زملاؤك في الفصل.

جدول (١)

المساحة	المحيط	الطول	العرض	المستطيل
				الأصلي I
				II
				III

جدول (٢)

المستطيل	النسبة بين العرضين	النسبة بين الطولين	النسبة بين المحيطين	النسبة بين المساحتين	نسبة التشابه
I: الأصلي	١:٢	١:٢			٢
II: الأصلي					
III: الأصلي					



ورقة المربعات

## نظرية العلاقة بين محيطات أو مساحات الأشكال المتشابهة

### Relation Theory Between Perimeters or Areas of Similar Figures

نظرية (١)

#### معلومة مفيدة:

$$\text{مساحة شبه المنحرف} = \frac{\text{مجموع طولي القاعدتين المتوازيتين} \times \text{الارتفاع}}{2}$$

إذا كانت نسبة التشابه لأي شكلين متشابهين هي  $\frac{أ}{ب}$  فإن:

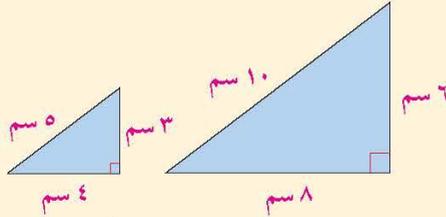
١ النسبة بين محيطي الشكلين =  $\frac{أ}{ب}$  = نسبة التشابه.

٢ النسبة بين مساحتي الشكلين =  $\left(\frac{أ}{ب}\right)^2 = \frac{أ^2}{ب^2}$  = مربع نسبة التشابه.

نسبة التشابه بين أي دائرتين هي النسبة بين طولي نصفَي قطريهما.

#### مثال (١)

تحقق من صحة النظرية السابقة بإيجاد نسبة التشابه والنسبة بين محيطي ثم بين مساحتي:



٦ سم ، ٨ سم ، ١٠ سم بالترتيب .

أ المثلثين المتشابهين .

ب شبيهي المنحرف المتشابهين .

المعطيات:

مثلثان قائمي الزاوية متشابهان، أطوال أضلاعهما ٣ سم ، ٤ سم ، ٥ سم و ٦ سم ، ٨ سم ، ١٠ سم بالترتيب .

المطلوب:

إيجاد نسبة التشابه .

إيجاد النسبة بين محيطي المثلثين وبين مساحتهما .

البرهان:

أ نسبة التشابه = النسبة بين طولي أي ضلعين متناظرين =  $\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$

النسبة بين محيطي المثلثين =  $\frac{12}{24} = \frac{1}{2}$  = نسبة التشابه .

النسبة بين مساحتي المثلثين =  $\frac{4 \times 3 \times \frac{1}{2}}{24} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$  = مربع نسبة التشابه .

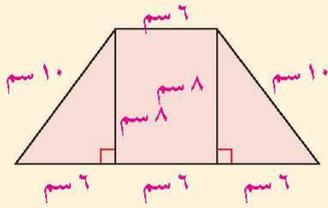
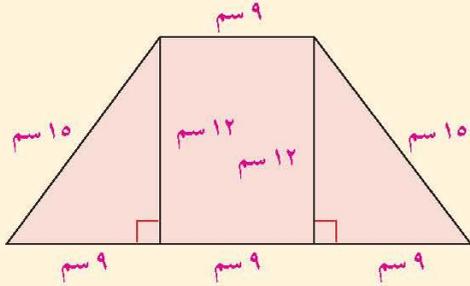
## ب) المعطيات:

شبهي منحرف متطابقي الضلعين، أطوال أضلاعهما ٦ سم، ١٠ سم، ١٨ سم، ١٠ سم و ٩ سم، ١٥ سم، ٢٧ سم، ١٥ سم بالترتيب.

المطلوب: إيجاد نسبة التشابه.

إيجاد النسبة بين محيطي شبهي المنحرف والنسبة بين مساحتهما.

البرهان:



$$\text{نسبة التشابه} = \frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{20 + 18 + 6}{9 + 27 + 30} = \text{النسبة بين محيطي شبهي المنحرف}$$

$$= \frac{2}{3} = \frac{4}{6} = \frac{44}{66} = \text{نسبة التشابه.}$$

$$\frac{12 \times 8}{18 \times 12} = \text{النسبة بين مساحتي شبهي المنحرف}$$

$$= \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{4}{9} = \frac{8}{18} = \text{مربع نسبة التشابه.}$$

## حاول أن تحل

١ لدينا مثلثان متشابهان بنسبة  $\frac{2}{3}$ . إذا كان محيط المثلث الأكبر ٤٥ سم، فأوجد محيط المثلث الأصغر.

## مثال (٢)

مضلعان متشابهان أحدهما أطوال أضلاعه ٣ سم، ٥ سم، ٦ سم، ٨ سم، ١٠ سم والآخر محيطه ٤٨ سم، أوجد أطوال أضلاع المضلع الثاني.

المعطيات: مضلعان متشابهان

أطوال أضلاع الأول: ٣ سم، ٥ سم، ٦ سم، ٨ سم، ١٠ سم.

محيط المضلع الثاني = ٤٨ سم.

المطلوب: إيجاد أطوال أضلاع المضلع الثاني.

البرهان:

$$\text{محيط المضلع الأول} = 3 + 5 + 6 + 8 + 10 = 32 \text{ سم.}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{32}{48} = \text{النسبة بين محيطي المضلعين}$$

لتكن أ، ب، ج، د، هـ على التوالي أطوال أضلاع المضلع الثاني المناظرة للأطوال ٣، ٥، ٦، ٨، ١٠ في المضلع الأول.  
النسبة بين ضلعين متناظرين = النسبة بين محيطي المضلعين.

$$\frac{٥}{٣} = \frac{ب}{٣} \therefore ب = \frac{١٥}{٣} = ٥ \text{ سم}$$

$$\frac{٦}{٣} = \frac{د}{٣} \therefore د = ١٢ \text{ سم}$$

$$\frac{٣}{٣} = \frac{أ}{٣} \therefore أ = ٤, ٥ \text{ سم}$$

$$\frac{٦}{٣} = \frac{ج}{٣} \therefore ج = ٩ \text{ سم}$$

$$\frac{١٠}{٣} = \frac{هـ}{٣} \therefore هـ = ١٥ \text{ سم}$$

### حاول أن تحل

٢ مضلعان متشابهان أحدهما أطوال أضلاعه ٣ سم، ٥ سم، ٦ سم، ٨ سم، ١٠ سم والآخر ينقص محيطه ٨ سم عن محيط المضلع الأول. أوجد أطوال أضلاع المضلع الثاني.

### مثال (٣)

ليكن لدينا دائرتان م، ن: الأولى طول نصف قطرها ن<sub>١</sub>، والثانية طول نصف قطرها ن<sub>٢</sub>.

أوجد النسبة بين محيطي الدائرتين والنسبة بين مساحتيهما.

المعطيات:

دائرتان طول نصف قطر الأولى ن<sub>١</sub> وطول نصف قطر الثانية ن<sub>٢</sub>.

المطلوب:

إيجاد النسبة بين محيطي الدائرتين والنسبة بين مساحتيهما.

البرهان:

$$\frac{ن_١}{ن_٢} = \text{نسبة التشابه}$$

$$\frac{ن_١}{ن_٢} = \frac{ن_١ \pi ٢}{ن_٢ \pi ٢} = \text{النسبة بين المحيطين}$$

$$\frac{ن_١^٢}{ن_٢^٢} = \frac{ن_١^٢ \pi}{ن_٢^٢ \pi} = \text{النسبة بين المساحتين}$$

### حاول أن تحل

٣ دائرتان م، ن، طول نصف قطر الأولى = ٥ سم وطول نصف قطر الثانية = ٨ سم. أوجد النسبة بين محيطي الدائرتين والنسبة بين مساحتيهما.

النسبة بين محيطي دائرتين تساوي نسبة التشابه بين الدائرتين.  
النسبة بين مساحتي دائرتين تساوي مربع نسبة التشابه بين الدائرتين.

#### مثال (٤)

لدينا شكلان رباعيان متشابهان بنسبة تشابه  $\frac{5}{4}$ . إذا كانت مساحة الشكل الرباعي الأكبر  $30 \text{ سم}^2$ ، فما مساحة الشكل الرباعي الأصغر؟  
المعطيات: رباعيان متشابهان.

نسبة التشابه =  $\frac{5}{4}$  = مساحة الشكل الرباعي الأكبر =  $30 \text{ سم}^2$   
المطلوب: إيجاد مساحة الشكل الرباعي الأصغر.

البرهان: النسبة بين المساحتين = مربع نسبة التشابه

$$\frac{\text{مساحة الشكل الرباعي الأكبر}}{\text{مساحة الشكل الرباعي الأصغر}} = \left(\frac{5}{4}\right)^2 = \frac{25}{16}$$

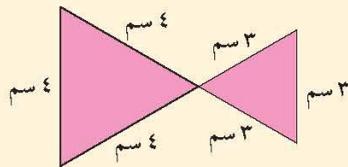
$$\frac{25}{16} = \frac{30}{\text{مساحة الشكل الرباعي الأصغر}}$$

$$\text{مساحة الشكل الرباعي الأصغر} = \frac{16 \times 30}{25} = 19,2 \text{ سم}^2$$

#### حاول أن تحل

٤ النسبة بين مساحتي مضلعين متشابهين هي  $\frac{16}{9}$ . ما محيط المضلع الأكبر إذا كان محيط المضلع الأصغر  $24 \text{ سم}$ ؟

#### مثال (٥) تطبيقات حياتية



رسم يوسف ربطة عنق على شكل عقدة فراشة. لاحظ أن قسيمي الربطة غير متطابقين.  
أوجد النسبة المئوية لمساحة المنطقة التي عليه أن يقطعها من المثلث الأكبر ليصبح القسمان متطابقين؟

الحل:

طريقة أولى للحل:

المثلثان كل منهما متطابق الأضلاع.

∴ المثلثان متشابهان

$$\text{نسبة التشابه} = \frac{3}{4}$$

$$\text{∴ النسبة بين مساحتي المثلثين} = \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{9}{16}$$

إذا فرضنا أن مساحة  $\Delta$  الأكبر = س

فإن مساحة  $\Delta$  الأصغر =  $\frac{س}{١٦}$

وعليه يكون الفرق بين المساحتين = س -  $\frac{س}{١٦}$  =  $\frac{١٥س}{١٦}$

النسبة المئوية لمساحة المنطقة المطلوبة =  $\frac{\frac{١٥س}{١٦}}{س} \times ١٠٠ = ٩٣,٧٥\%$

يجب أن يقطع  $٩٣,٧٥\%$  من مساحة المثلث الأكبر.

طريقة ثانية للحل:

مساحة المثلث الأصغر =  $\frac{١}{٤}$  حاصل ضرب طولَي أي ضلعين  $\times$  جيب الزاوية المحددة بهما

$$= \frac{١}{٤} \times ٣ \times ٣ \times \sin 60^\circ \text{ لماذا؟}$$

$$= \frac{\sqrt{٩}}{٤} \text{ وحدة مربعة}$$

$$= \frac{١}{٤} \times ٤ \times ٤ \times \frac{\sqrt{٣}}{٢} \text{ وحدة مربعة}$$

$$= ٤\sqrt{٣} \text{ وحدة مربعة}$$

$$= \frac{\sqrt{٩}}{٤} - ٤\sqrt{٣} \text{ الفرق بين مساحتي المثلثين وحدة مربعة}$$

$$= \frac{\sqrt{٧}}{٤} \text{ وحدة مربعة}$$

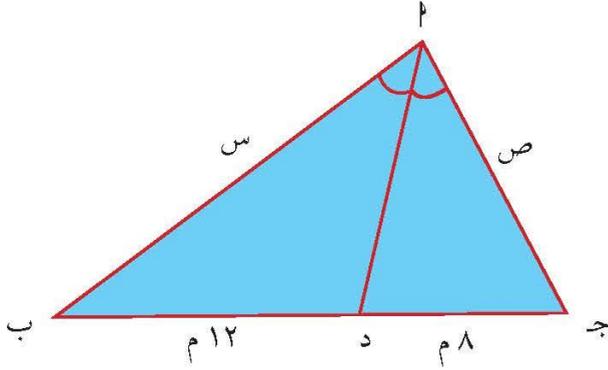
$$= \frac{\sqrt{٧}}{٤} \div \frac{\sqrt{٣}}{٤} \times ١٠٠\% = ٩٣,٧٥\% \text{ النسبة المئوية للفرق بين المساحتين}$$

حاول أن تحل

- ٥ هل تبقى النسبة المئوية دون تغيير إذا كان طول ضلع المثلث الأصغر ٤ سم، وطول ضلع المثلث الأكبر ٥ سم؟  
فسّر إجابتك.

## المرشد لحل المسائل

١ محيط المثلث المقابل يساوي ٥٠ مترًا.  $\overline{AD}$  منصف داخلي للزاوية  $\angle A$ . أوجد قيم  $s$ ،  $v$ .



ما الذي أعرفه؟ يجب عرض المعطيات  
محيط المثلث  $AB + AC + BC = 50$  مترًا، أي أن:

$$AB + AC + BC = 50 \text{ م.}$$

ثم  $BD = 12$  م،  $DC = 8$  م أي أن:

$$BC = 12 + 8 = 20$$

$\overline{AD}$  منصف داخلي للزاوية  $\angle A$ .

ما الذي أريد معرفته؟

قيمة  $s$ ، قيمة  $v$ .

كيف سأحل المسألة؟

استخدم المعطيات، اكتب:

$$\left. \begin{aligned} s + v + 20 = 50 \text{ أي: } s + v = 30 \\ \frac{s}{v} = \frac{12}{8} = \frac{3}{2} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} s + v = 30 \\ \frac{3s}{2} = s \end{aligned} \right\}$$

أوجد حل نظام المعادلتين باستخدام طريقة التعويض أحصل على:

$$\frac{3s}{2} + v = 30 \text{ ومنه } v = 30 - \frac{3s}{2}$$

$$\frac{3s}{2} + 12 = 18 \text{ أي أن } v = 12 \text{ م، } s = 18 \text{ م.}$$

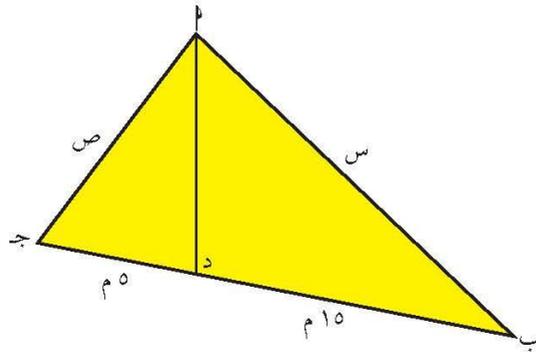
سوف أتحقق من صحة الحل:

$$s + v + 20 = 50 \text{ محيط المثلث يساوي } 50 \text{ م.}$$

### مسألة إضافية

محيط المثلث أذناه يساوي ٤٤ مترًا،  $\overline{AD}$  منصف داخلي للزاوية  $\angle A$ .

أوجد قيم  $s$ ،  $v$ .



### معلومة مفيدة:

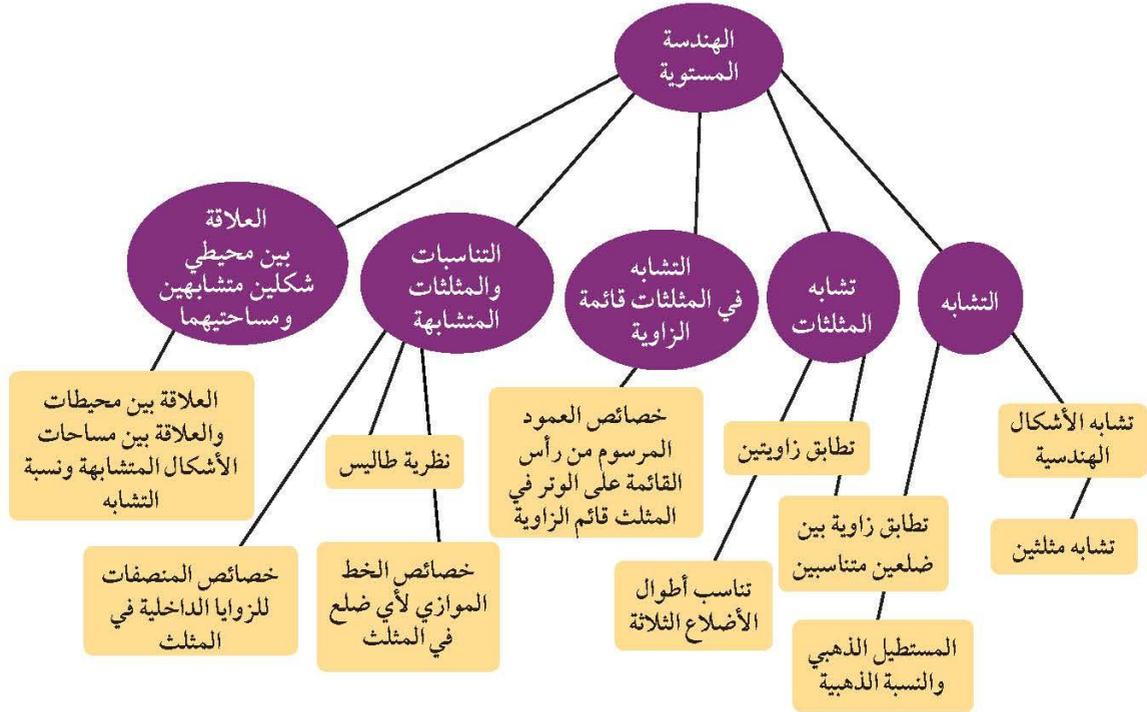
يمكنك استكمال الحل بطرق أخرى ومنها:

$$\frac{s}{v} = \frac{12}{8} = \frac{3}{2}, \quad \frac{s}{s+v} = \frac{12}{12+8} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{3s}{5} = \frac{30}{5} = 6$$

$$s = 6 \times 3 = 18 \text{ ومنها } v = 12 \text{ م.}$$

## مخطط تنظيمي للوحدة الرابعة



### ملخص

- يكون شكلان متشابهين عندما يكون لهما الشكل نفسه وأحدهما تكبيراً أو تصغيراً للآخر أو متطابقاً معه.
- يوجد في شكلين متشابهين أزواج من الزوايا متساوية القياس وأزواج من الأضلاع متناسبة الأطوال.
- يستخدم التناسب في الأشكال المتشابهة للتطبيق على مقياس الرسم.
- عند تطابق زاويتين في مثلث مع زاويتين في مثلث آخر يكون المثلثان متشابهين.
- عند تطابق زاوية في مثلث مع زاوية في مثلث آخر وتناسب طولي الضلعين المحددتين لهاتين الزاويتين، يكون المثلثان متشابهين.
- عند تناسب أطوال الأضلاع الثلاثة المتناظرة في مثلثين، يكون المثلثان متشابهين.
- يقسم العمود المرسوم من رأس القائمة على الوتر، المثلث قائم الزاوية إلى مثلثين متشابهين وكل منهما مشابه للمثلث الأصلي.
- عندما يوازي مستقيم أحد أضلاع مثلث ويقطع ضلعيه الآخرين، فإنه يقسم هذين الضلعين إلى أجزاء أطوالها متناسبة.
- تنص نظرية طاليس على أنه إذا قطع مستقيمان ثلاثة مستقيمات متوازية أو أكثر مع بعضها بعضاً، فإن أطوال القطع المستقيمة الناتجة على أحد القاطعين تكون متناسبة مع أطوال القطع الناتجة على القاطع الآخر.
- يقسم المنصف للزاوية الداخلية في المثلث الضلع المقابل لها إلى جزئين النسبة بين طوليهما تساوي النسبة بين طولي الضلعين الآخرين للمثلث.
- إذا كانت نسبة التشابه بين مضلعين متشابهين هي  $\frac{1}{b}$  فإن:
  - (1) النسبة بين محيطي مضلعين =  $\frac{1}{b}$
  - (2) النسبة بين مساحتي مضلعين =  $\left(\frac{1}{b}\right)^2$
- نسبة التشابه بين محيطي أي دائرتين هي النسبة بين طولي نصفي قطريهما.

## المتتاليات (المتتابعات) Sequences

### مشروع الوحدة: استخدام المتتابعات في الرسوم الهندسية والتصاميم.



عباد الشمس (تباع الشمس)



كوز صنوبر



أناناس

١ مقدمة المشروع: يدعى كل حد في متتالية فيبوناتشي عدد فيبوناتشي. في العديد من النباتات والزهور والثمار عدد البتلات هو من أعداد فيبوناتشي.

٢ الهدف: دراسة بعض أنواع النباتات والزهور والثمار وتبيان توافق عدد بتلاتها مع أعداد فيبوناتشي.

٣ اللوازم: أوراق رسم بياني، آلة حاسبة، صور: زنبق، قزحية زهور على شكل نجمة، مخروط صنوبر، عباد الشمس (تباع الشمس).

### ٤ أسئلة حول التطبيق:

أ) ابحث عن إحدى النباتات التي يتوافق نمو ساقها مع متتالية فيبوناتشي. ضع مخططاً وجدولاً يبينان هذا التوافق.

ب) ابحث عن بعض الزنبق وعشب الحوزان والقزحية والأقحوانات. اعرض هذه الصور وبين كيف أن عدد بتلات كل منها هو عدد فيبوناتشي.

ج) ابحث عن صورة لزهرة الألام (PASSI FLORA) واعرض صورتها من الجهتين الأمامية والخلفية، ثم بين أن أعداد مجموعتي بتلاتها الخضراء هي أعداد فيبوناتشي. كذلك من الجهة الخلفية، بين العلاقة بين الأوراق الخضراء والبتلات و متتالية فيبوناتشي.

د) اعرض صورة لزهرة إشنسا فريرية Echinacea Purpura وصورة لقرص عباد الشمس Sun Flower. بين توافق المنحنيات الحلزونية مع أعداد فيبوناتشي.

هـ) اجمع بعض مخاريط الصنوبر. عد الحلزونات في الاتجاهين في كل مخروط. ماذا تلاحظ؟ وماذا عن ثمرة الأناناس؟

٥ التقرير: ضع تقريراً مفصلاً تبين فيه كيف استفدت من المتتاليات للإجابة عن الأسئلة فيما تنفذ المشروع.

### دروس الوحدة

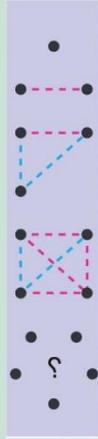
المتتالية الهندسية	المتتالية الحسابية	الأنماط الرياضية والمتتاليات (المتتابعات)
٣-٥	٢-٥	١-٥



## الأنماط الرياضية والمتاليات (المتابعات) Mathematical Patterns and Sequences

### سوف تتعلم

- النمط الرياضي
- المتتالية الحقيقية
- الحد النوني للمتتالية



### عمل تعاوني

افتراض أن كل طالبين من الفصل تجري بينهما مكالمات هاتفية. ما أقل عدد من المكالمات الهاتفية التي يمكنك الحصول عليها بحيث يتحدث كل طالب من فصلك مع الآخر هاتفياً؟ ثم أجب عن الأسئلة التالية باستخدام الشكل المجاور:

- ١ كم مكالمات يمكن أن تجري بين طالبين؟
- ٢ كم مكالمات يمكن أن تجري بين ٣ طلاب أو ٤ طلاب؟
- ٣ استخدم الشكل المجاور لتحديد عدد المكالمات الممكنة بين ٥ طلاب، ثم أكمل الجدول التالي:

عدد الطلاب (ن)	٥	٤	٣	٢	١
عدد المكالمات (م)	١	١	١	١	٠

٤ النمط الرياضي: أي من الصيغ التالية تمثل النمط الموجود في الجدول السابق؟

أ  $3 - 2n = m$       ب  $m = n(n - 1) - 1$       ج  $m = \frac{n(n - 1)}{2}$

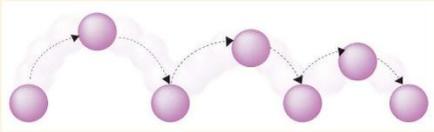
حيث ن عدد الطلاب، م عدد المكالمات.

٥ أوجد عدد المكالمات م اللازم لمجموعة من ٧ طلاب مستخدماً الصيغة المناسبة.

٦ ما عدد المكالمات اللازم ليتحدث كل طلاب صفك مع بعضهم بعضاً؟

### مثال (١)

سقطت كرة من ارتفاع ٥، ١٢ مترًا عن سطح الأرض وكانت ترتفع إلى ٨٠٪ من الارتفاع السابق في كل مرة نتيجة اصطدامها بالأرض. احسب ارتفاع الكرة بعد الاصطدام الرابع.



الحل:

الارتفاع الأصلي ٥، ١٢ م.

- بعد الاصطدام الأول بالأرض، يكون ارتفاع الكرة: ٨، ٥ × ٠، ١٢ = ١٠ أمتار.
  - بعد الاصطدام الثاني بالأرض، يكون ارتفاع الكرة: ٨، ١٠ × ٠، ٨ = ٨ أمتار.
  - بعد الاصطدام الثالث بالأرض، يكون ارتفاع الكرة: ٨، ٨ × ٠، ٤ = ٦ أمتار.
  - بعد الاصطدام الرابع بالأرض، يكون ارتفاع الكرة: ٨، ٤ × ٠، ٦ = ٥، ١٢ أمتار.
- وبالتالي يكون الارتفاع ١٢، ٥ م بعد الاصطدام الرابع للكرة بالأرض.
- لاحظ تتابع الارتفاعات (٥، ١٢، ١٠، ٨، ٤، ٦، ٤، ١٢، ٥، ...)



## مثال (٢)

لتكن الدالة ت:  $\{1, 2, 3, 4, 5\} \leftarrow \mathbb{C}$  حيث ت(ن) =  $n^2$   
بين في ما إذا كانت هذه الدالة متتالية، ثم أوجد حدودها.  
الحل:

ت دالة مجالها مجموعة جزئية مرتبة من  $\mathbb{C}$  وتبدأ بالعدد ١ وبالصورة  $\{1, 2, 3, \dots, m\}$ .  
ت متتالية.

٥	٤	٣	٢	١	ن
٢٥	١٦	٩	٤	١	ت(ن)

حدود المتتالية هي: ١، ٤، ٩، ١٦، ٢٥

## حاول أن تحل

٢ لتكن الدالة ت:  $\{1, 2, 3, 4\} \leftarrow \mathbb{C}$  حيث ت(ن) =  $n^3 + 1$   
بين في ما إذا كانت هذه الدالة متتالية، ثم أوجد حدودها.

تسمى المتتالية في مثال (٢) متتالية منتهية لأنه يمكن حصر عدد حدودها.

## مثال (٣)

لتكن ت:  $\mathbb{C} \leftarrow \mathbb{C}$  دالة معرفة بالقاعدة ت(ن) =  $\frac{1}{n}$ .  
بين في ما إذا كانت ت متتالية، ثم اكتب المتتالية مكتفياً بالحدود الثلاثة الأولى منها.  
الحل:

ت دالة مجالها  $\mathbb{C}$ . ت متتالية.

ت(١) = ١، ت(٢) =  $\frac{1}{2}$ ، ت(٣) =  $\frac{1}{3}$ .

أي أنه يمكن كتابة المتتالية على الصورة  $(1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots)$

## حاول أن تحل

٣ لتكن ت:  $\mathbb{C} \leftarrow \mathbb{C}$  دالة معرفة بالقاعدة ت(ن) =  $\frac{n}{1+n}$ .  
بين في ما إذا كانت ت متتالية، ثم أوجد الحدود الثلاثة الأولى منها.

تسمى المتتالية في مثال (٣) متتالية غير منتهية لأن مجالها  $\mathbb{N}^+$ .

## Recursive Formula

## الصيغة الارتدادية

تعرف الصيغة الارتدادية حدود المتتالية بربط كل حد بالحد (أو بالحدود) الذي يسبقه مباشرة ويمكن اعتبارها حد عام للمتتالية. في مثال (١) كان النمط ارتدادياً لأن ارتفاع الكرة بعد كل اصطدام بالأرض يساوي ٨٠٪ من الارتفاع الذي يسبقه مباشرة. الصيغة الارتدادية التي تصف ارتفاع الكرة هي  $ح_٥ = ٠,٨ \times ح_٤$  مع  $ح_٥ = ١٢,٥$  حيث ن عدد طبيعي أكبر من ١.

### مثال (٤)

أ صف النمط الذي يسمح بإيجاد الحد التالي من المتتالية (٦، ١، ٤، ٩، ...).

ب أوجد الحدين الخامس والسادس (ح<sub>٥</sub>، ح<sub>٦</sub>) من هذه المتتالية.

الحل:

أ نحصل على أي حد من المتتالية بطرح ٥ من الحد الذي يسبقه مباشرة.

$$١ = ٦ - ٥، \quad ٤ = ١ - ٥، \quad ٩ = ٤ - ٥ \quad \therefore \text{النمط ارتدادي}$$

∴ الصيغة الارتدادية هي:  $ح_٥ = ح_٤ - ٥$  مع  $ح_٦ = ٦$

ب بما أن  $ح_٥ = ٩$ ،  $ح_٤ = ٥ - ٩ = -٤$ ،  $ح_٣ = ٥ - (-٤) = ١٤$

$$ح_٦ = ٥ - ١٤ = -٩$$

### ملاحظة:

في كل متتالية معرفة بالصيغة الارتدادية، يجب إعطاء الحد الأول (أو الحدود الأولى).

### حاول أن تحل

٤ اكتب الصيغة الارتدادية (الحد العام) مما يلي ثم أوجد الحد التالي:

ب (٤٣، ٤١، ٣٩، ٣٧، ٣٥، ...)

أ (-٢، -١، ٠، ١، ٢، ...)

د  $\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}, \dots\right)$

ج (٤٠، ٢٠، ١٠، ٥،  $\frac{5}{2}$ ، ...)

## Explicit Formula

## الصيغة الصريحة (الحد النوني للمتتالية)

يمكنك أحياناً معرفة قيمة الحد في متتالية دون معرفة الحد الذي يسبقه. بدلاً منه يمكنك استخدام عدد الحدود لحساب قيمة الحد. الصيغة التي تعبر عن الحد النوني بدلالة  $n$  تسمى صيغة صريحة.

مثال (٥) الهندسة

يمثل الجدول التالي أطوال أضلاع المربعات ومحيطاتها.

الحد	ح <sub>١</sub>	ح <sub>٢</sub>	ح <sub>٣</sub>	ح <sub>٤</sub>	ح <sub>٥</sub>	ح <sub>٦</sub>	ح <sub>٧</sub>
طول ضلع المربع	١	٢	٣	٤	٥	٦	...
المحيط	٤	٨	١٢	١٦	٢٠	٢٤	...

أ في كل متتالية، أوجد الحد التالي (ح<sub>٧</sub>) والحد الرابع والعشرين (ح<sub>٢٤</sub>).

ب اكتب صيغة صريحة لكل متتالية.

الحل:

أ في المتتالية الخاصة بأطوال أضلاع المربع، كل حد يساوي قيمة رتبته، وبالتالي ح<sub>٧</sub> = ٧، ح<sub>٢٤</sub> = ٢٤.

في المتتالية الخاصة بالمحيط، كل حد يساوي أربعة أمثال قيمة رتبته، وبالتالي ح<sub>٧</sub> = ٧ × ٤ = ٢٨.  
ح<sub>٢٤</sub> = ٢٤ × ٤ = ٩٦.

ب الصيغة الصريحة للمتتالية الخاصة بأطوال أضلاع المربع هي ح<sub>٧</sub> = ن،

والصيغة الصريحة الخاصة بالمحيط هي: ح<sub>٧</sub> = ٤ن.

حاول أن تحل

٥ أ في المثال (٥) اكتب الحدود الستة الأولى للمتتالية التي تبين مساحة المربع.

ب اكتب الصيغة الصريحة لهذه المتتالية.

٦ اكتب الصيغة الصريحة (الحد التوافقي) لكل متتالية في ما يلي، ثم أوجد ح<sub>١١</sub>.

أ (٤، ٧، ١٠، ١٣، ١٦، ...) ب (٣، ٧، ١١، ١٥، ١٩، ٢٣، ٢٧، ٣١، ٣٥، ٣٩، ٤٣، ٤٧، ٥١، ٥٥، ٥٩، ٦٣، ٦٧، ٧١، ٧٥، ٧٩، ٨٣، ٨٧، ٩١، ٩٥، ٩٩، ١٠٣، ١٠٧، ١١١، ١١٥، ١١٩، ١٢٣، ١٢٧، ١٣١، ١٣٥، ١٣٩، ١٤٣، ١٤٧، ١٥١، ١٥٥، ١٥٩، ١٦٣، ١٦٧، ١٧١، ١٧٥، ١٧٩، ١٨٣، ١٨٧، ١٩١، ١٩٥، ١٩٩، ٢٠٣، ٢٠٧، ٢١١، ٢١٥، ٢١٩، ٢٢٣، ٢٢٧، ٢٣١، ٢٣٥، ٢٣٩، ٢٤٣، ٢٤٧، ٢٥١، ٢٥٥، ٢٥٩، ٢٦٣، ٢٦٧، ٢٧١، ٢٧٥، ٢٧٩، ٢٨٣، ٢٨٧، ٢٩١، ٢٩٥، ٢٩٩، ٣٠٣، ٣٠٧، ٣١١، ٣١٥، ٣١٩، ٣٢٣، ٣٢٧، ٣٣١، ٣٣٥، ٣٣٩، ٣٤٣، ٣٤٧، ٣٥١، ٣٥٥، ٣٥٩، ٣٦٣، ٣٦٧، ٣٧١، ٣٧٥، ٣٧٩، ٣٨٣، ٣٨٧، ٣٩١، ٣٩٥، ٣٩٩، ٤٠٣، ٤٠٧، ٤١١، ٤١٥، ٤١٩، ٤٢٣، ٤٢٧، ٤٣١، ٤٣٥، ٤٣٩، ٤٤٣، ٤٤٧، ٤٥١، ٤٥٥، ٤٥٩، ٤٦٣، ٤٦٧، ٤٧١، ٤٧٥، ٤٧٩، ٤٨٣، ٤٨٧، ٤٩١، ٤٩٥، ٤٩٩، ٥٠٣، ٥٠٧، ٥١١، ٥١٥، ٥١٩، ٥٢٣، ٥٢٧، ٥٣١، ٥٣٥، ٥٣٩، ٥٤٣، ٥٤٧، ٥٥١، ٥٥٥، ٥٥٩، ٥٦٣، ٥٦٧، ٥٧١، ٥٧٥، ٥٧٩، ٥٨٣، ٥٨٧، ٥٩١، ٥٩٥، ٥٩٩، ٦٠٣، ٦٠٧، ٦١١، ٦١٥، ٦١٩، ٦٢٣، ٦٢٧، ٦٣١، ٦٣٥، ٦٣٩، ٦٤٣، ٦٤٧، ٦٥١، ٦٥٥، ٦٥٩، ٦٦٣، ٦٦٧، ٦٧١، ٦٧٥، ٦٧٩، ٦٨٣، ٦٨٧، ٦٩١، ٦٩٥، ٦٩٩، ٧٠٣، ٧٠٧، ٧١١، ٧١٥، ٧١٩، ٧٢٣، ٧٢٧، ٧٣١، ٧٣٥، ٧٣٩، ٧٤٣، ٧٤٧، ٧٥١، ٧٥٥، ٧٥٩، ٧٦٣، ٧٦٧، ٧٧١، ٧٧٥، ٧٧٩، ٧٨٣، ٧٨٧، ٧٩١، ٧٩٥، ٧٩٩، ٨٠٣، ٨٠٧، ٨١١، ٨١٥، ٨١٩، ٨٢٣، ٨٢٧، ٨٣١، ٨٣٥، ٨٣٩، ٨٤٣، ٨٤٧، ٨٥١، ٨٥٥، ٨٥٩، ٨٦٣، ٨٦٧، ٨٧١، ٨٧٥، ٨٧٩، ٨٨٣، ٨٨٧، ٨٩١، ٨٩٥، ٨٩٩، ٩٠٣، ٩٠٧، ٩١١، ٩١٥، ٩١٩، ٩٢٣، ٩٢٧، ٩٣١، ٩٣٥، ٩٣٩، ٩٤٣، ٩٤٧، ٩٥١، ٩٥٥، ٩٥٩، ٩٦٣، ٩٦٧، ٩٧١، ٩٧٥، ٩٧٩، ٩٨٣، ٩٨٧، ٩٩١، ٩٩٥، ٩٩٩، ١٠٠٣، ١٠٠٧، ١٠١١، ١٠١٥، ١٠١٩، ١٠٢٣، ١٠٢٧، ١٠٣١، ١٠٣٥، ١٠٣٩، ١٠٤٣، ١٠٤٧، ١٠٥١، ١٠٥٥، ١٠٥٩، ١٠٦٣، ١٠٦٧، ١٠٧١، ١٠٧٥، ١٠٧٩، ١٠٨٣، ١٠٨٧، ١٠٩١، ١٠٩٥، ١٠٩٩، ١١٠٣، ١١٠٧، ١١١١، ١١١٥، ١١١٩، ١١٢٣، ١١٢٧، ١١٣١، ١١٣٥، ١١٣٩، ١١٤٣، ١١٤٧، ١١٥١، ١١٥٥، ١١٥٩، ١١٦٣، ١١٦٧، ١١٧١، ١١٧٥، ١١٧٩، ١١٨٣، ١١٨٧، ١١٩١، ١١٩٥، ١١٩٩، ١٢٠٣، ١٢٠٧، ١٢١١، ١٢١٥، ١٢١٩، ١٢٢٣، ١٢٢٧، ١٢٣١، ١٢٣٥، ١٢٣٩، ١٢٤٣، ١٢٤٧، ١٢٥١، ١٢٥٥، ١٢٥٩، ١٢٦٣، ١٢٦٧، ١٢٧١، ١٢٧٥، ١٢٧٩، ١٢٨٣، ١٢٨٧، ١٢٩١، ١٢٩٥، ١٢٩٩، ١٣٠٣، ١٣٠٧، ١٣١١، ١٣١٥، ١٣١٩، ١٣٢٣، ١٣٢٧، ١٣٣١، ١٣٣٥، ١٣٣٩، ١٣٤٣، ١٣٤٧، ١٣٥١، ١٣٥٥، ١٣٥٩، ١٣٦٣، ١٣٦٧، ١٣٧١، ١٣٧٥، ١٣٧٩، ١٣٨٣، ١٣٨٧، ١٣٩١، ١٣٩٥، ١٣٩٩، ١٤٠٣، ١٤٠٧، ١٤١١، ١٤١٥، ١٤١٩، ١٤٢٣، ١٤٢٧، ١٤٣١، ١٤٣٥، ١٤٣٩، ١٤٤٣، ١٤٤٧، ١٤٥١، ١٤٥٥، ١٤٥٩، ١٤٦٣، ١٤٦٧، ١٤٧١، ١٤٧٥، ١٤٧٩، ١٤٨٣، ١٤٨٧، ١٤٩١، ١٤٩٥، ١٤٩٩، ١٥٠٣، ١٥٠٧، ١٥١١، ١٥١٥، ١٥١٩، ١٥٢٣، ١٥٢٧، ١٥٣١، ١٥٣٥، ١٥٣٩، ١٥٤٣، ١٥٤٧، ١٥٥١، ١٥٥٥، ١٥٥٩، ١٥٦٣، ١٥٦٧، ١٥٧١، ١٥٧٥، ١٥٧٩، ١٥٨٣، ١٥٨٧، ١٥٩١، ١٥٩٥، ١٥٩٩، ١٦٠٣، ١٦٠٧، ١٦١١، ١٦١٥، ١٦١٩، ١٦٢٣، ١٦٢٧، ١٦٣١، ١٦٣٥، ١٦٣٩، ١٦٤٣، ١٦٤٧، ١٦٥١، ١٦٥٥، ١٦٥٩، ١٦٦٣، ١٦٦٧، ١٦٧١، ١٦٧٥، ١٦٧٩، ١٦٨٣، ١٦٨٧، ١٦٩١، ١٦٩٥، ١٦٩٩، ١٧٠٣، ١٧٠٧، ١٧١١، ١٧١٥، ١٧١٩، ١٧٢٣، ١٧٢٧، ١٧٣١، ١٧٣٥، ١٧٣٩، ١٧٤٣، ١٧٤٧، ١٧٥١، ١٧٥٥، ١٧٥٩، ١٧٦٣، ١٧٦٧، ١٧٧١، ١٧٧٥، ١٧٧٩، ١٧٨٣، ١٧٨٧، ١٧٩١، ١٧٩٥، ١٧٩٩، ١٨٠٣، ١٨٠٧، ١٨١١، ١٨١٥، ١٨١٩، ١٨٢٣، ١٨٢٧، ١٨٣١، ١٨٣٥، ١٨٣٩، ١٨٤٣، ١٨٤٧، ١٨٥١، ١٨٥٥، ١٨٥٩، ١٨٦٣، ١٨٦٧، ١٨٧١، ١٨٧٥، ١٨٧٩، ١٨٨٣، ١٨٨٧، ١٨٩١، ١٨٩٥، ١٨٩٩، ١٩٠٣، ١٩٠٧، ١٩١١، ١٩١٥، ١٩١٩، ١٩٢٣، ١٩٢٧، ١٩٣١، ١٩٣٥، ١٩٣٩، ١٩٤٣، ١٩٤٧، ١٩٥١، ١٩٥٥، ١٩٥٩، ١٩٦٣، ١٩٦٧، ١٩٧١، ١٩٧٥، ١٩٧٩، ١٩٨٣، ١٩٨٧، ١٩٩١، ١٩٩٥، ١٩٩٩، ٢٠٠٣، ٢٠٠٧، ٢٠١١، ٢٠١٥، ٢٠١٩، ٢٠٢٣، ٢٠٢٧، ٢٠٣١، ٢٠٣٥، ٢٠٣٩، ٢٠٤٣، ٢٠٤٧، ٢٠٥١، ٢٠٥٥، ٢٠٥٩، ٢٠٦٣، ٢٠٦٧، ٢٠٧١، ٢٠٧٥، ٢٠٧٩، ٢٠٨٣، ٢٠٨٧، ٢٠٩١، ٢٠٩٥، ٢٠٩٩، ٢١٠٣، ٢١٠٧، ٢١١١، ٢١١٥، ٢١١٩، ٢١٢٣، ٢١٢٧، ٢١٣١، ٢١٣٥، ٢١٣٩، ٢١٤٣، ٢١٤٧، ٢١٥١، ٢١٥٥، ٢١٥٩، ٢١٦٣، ٢١٦٧، ٢١٧١، ٢١٧٥، ٢١٧٩، ٢١٨٣، ٢١٨٧، ٢١٩١، ٢١٩٥، ٢١٩٩، ٢٢٠٣، ٢٢٠٧، ٢٢١١، ٢٢١٥، ٢٢١٩، ٢٢٢٣، ٢٢٢٧، ٢٢٣١، ٢٢٣٥، ٢٢٣٩، ٢٢٤٣، ٢٢٤٧، ٢٢٥١، ٢٢٥٥، ٢٢٥٩، ٢٢٦٣، ٢٢٦٧، ٢٢٧١، ٢٢٧٥، ٢٢٧٩، ٢٢٨٣، ٢٢٨٧، ٢٢٩١، ٢٢٩٥، ٢٢٩٩، ٢٣٠٣، ٢٣٠٧، ٢٣١١، ٢٣١٥، ٢٣١٩، ٢٣٢٣، ٢٣٢٧، ٢٣٣١، ٢٣٣٥، ٢٣٣٩، ٢٣٤٣، ٢٣٤٧، ٢٣٥١، ٢٣٥٥، ٢٣٥٩، ٢٣٦٣، ٢٣٦٧، ٢٣٧١، ٢٣٧٥، ٢٣٧٩، ٢٣٨٣، ٢٣٨٧، ٢٣٩١، ٢٣٩٥، ٢٣٩٩، ٢٤٠٣، ٢٤٠٧، ٢٤١١، ٢٤١٥، ٢٤١٩، ٢٤٢٣، ٢٤٢٧، ٢٤٣١، ٢٤٣٥، ٢٤٣٩، ٢٤٤٣، ٢٤٤٧، ٢٤٥١، ٢٤٥٥، ٢٤٥٩، ٢٤٦٣، ٢٤٦٧، ٢٤٧١، ٢٤٧٥، ٢٤٧٩، ٢٤٨٣، ٢٤٨٧، ٢٤٩١، ٢٤٩٥، ٢٤٩٩، ٢٥٠٣، ٢٥٠٧، ٢٥١١، ٢٥١٥، ٢٥١٩، ٢٥٢٣، ٢٥٢٧، ٢٥٣١، ٢٥٣٥، ٢٥٣٩، ٢٥٤٣، ٢٥٤٧، ٢٥٥١، ٢٥٥٥، ٢٥٥٩، ٢٥٦٣، ٢٥٦٧، ٢٥٧١، ٢٥٧٥، ٢٥٧٩، ٢٥٨٣، ٢٥٨٧، ٢٥٩١، ٢٥٩٥، ٢٥٩٩، ٢٦٠٣، ٢٦٠٧، ٢٦١١، ٢٦١٥، ٢٦١٩، ٢٦٢٣، ٢٦٢٧، ٢٦٣١، ٢٦٣٥، ٢٦٣٩، ٢٦٤٣، ٢٦٤٧، ٢٦٥١، ٢٦٥٥، ٢٦٥٩، ٢٦٦٣، ٢٦٦٧، ٢٦٧١، ٢٦٧٥، ٢٦٧٩، ٢٦٨٣، ٢٦٨٧، ٢٦٩١، ٢٦٩٥، ٢٦٩٩، ٢٧٠٣، ٢٧٠٧، ٢٧١١، ٢٧١٥، ٢٧١٩، ٢٧٢٣، ٢٧٢٧، ٢٧٣١، ٢٧٣٥، ٢٧٣٩، ٢٧٤٣، ٢٧٤٧، ٢٧٥١، ٢٧٥٥، ٢٧٥٩، ٢٧٦٣، ٢٧٦٧، ٢٧٧١، ٢٧٧٥، ٢٧٧٩، ٢٧٨٣، ٢٧٨٧، ٢٧٩١، ٢٧٩٥، ٢٧٩٩، ٢٨٠٣، ٢٨٠٧، ٢٨١١، ٢٨١٥، ٢٨١٩، ٢٨٢٣، ٢٨٢٧، ٢٨٣١، ٢٨٣٥، ٢٨٣٩، ٢٨٤٣، ٢٨٤٧، ٢٨٥١، ٢٨٥٥، ٢٨٥٩، ٢٨٦٣، ٢٨٦٧، ٢٨٧١، ٢٨٧٥، ٢٨٧٩، ٢٨٨٣، ٢٨٨٧، ٢٨٩١، ٢٨٩٥، ٢٨٩٩، ٢٩٠٣، ٢٩٠٧، ٢٩١١، ٢٩١٥، ٢٩١٩، ٢٩٢٣، ٢٩٢٧، ٢٩٣١، ٢٩٣٥، ٢٩٣٩، ٢٩٤٣، ٢٩٤٧، ٢٩٥١، ٢٩٥٥، ٢٩٥٩، ٢٩٦٣، ٢٩٦٧، ٢٩٧١، ٢٩٧٥، ٢٩٧٩، ٢٩٨٣، ٢٩٨٧، ٢٩٩١، ٢٩٩٥، ٢٩٩٩، ٣٠٠٣، ٣٠٠٧، ٣٠١١، ٣٠١٥، ٣٠١٩، ٣٠٢٣، ٣٠٢٧، ٣٠٣١، ٣٠٣٥، ٣٠٣٩، ٣٠٤٣، ٣٠٤٧، ٣٠٥١، ٣٠٥٥، ٣٠٥٩، ٣٠٦٣، ٣٠٦٧، ٣٠٧١، ٣٠٧٥، ٣٠٧٩، ٣٠٨٣، ٣٠٨٧، ٣٠٩١، ٣٠٩٥، ٣٠٩٩، ٣١٠٣، ٣١٠٧، ٣١١١، ٣١١٥، ٣١١٩، ٣١٢٣، ٣١٢٧، ٣١٣١، ٣١٣٥، ٣١٣٩، ٣١٤٣، ٣١٤٧، ٣١٥١، ٣١٥٥، ٣١٥٩، ٣١٦٣، ٣١٦٧، ٣١٧١، ٣١٧٥، ٣١٧٩، ٣١٨٣، ٣١٨٧، ٣١٩١، ٣١٩٥، ٣١٩٩، ٣٢٠٣، ٣٢٠٧، ٣٢١١، ٣٢١٥، ٣٢١٩، ٣٢٢٣، ٣٢٢٧، ٣٢٣١، ٣٢٣٥، ٣٢٣٩، ٣٢٤٣، ٣٢٤٧، ٣٢٥١، ٣٢٥٥، ٣٢٥٩، ٣٢٦٣، ٣٢٦٧، ٣٢٧١، ٣٢٧٥، ٣٢٧٩، ٣٢٨٣، ٣٢٨٧، ٣٢٩١، ٣٢٩٥، ٣٢٩٩، ٣٣٠٣، ٣٣٠٧، ٣٣١١، ٣٣١٥، ٣٣١٩، ٣٣٢٣، ٣٣٢٧، ٣٣٣١، ٣٣٣٥، ٣٣٣٩، ٣٣٤٣، ٣٣٤٧، ٣٣٥١، ٣٣٥٥، ٣٣٥٩، ٣٣٦٣، ٣٣٦٧، ٣٣٧١، ٣٣٧٥، ٣٣٧٩، ٣٣٨٣، ٣٣٨٧، ٣٣٩١، ٣٣٩٥، ٣٣٩٩، ٣٤٠٣، ٣٤٠٧، ٣٤١١، ٣٤١٥، ٣٤١٩، ٣٤٢٣، ٣٤٢٧، ٣٤٣١، ٣٤٣٥، ٣٤٣٩، ٣٤٤٣، ٣٤٤٧، ٣٤٥١، ٣٤٥٥، ٣٤٥٩، ٣٤٦٣، ٣٤٦٧، ٣٤٧١، ٣٤٧٥، ٣٤٧٩، ٣٤٨٣، ٣٤٨٧، ٣٤٩١، ٣٤٩٥، ٣٤٩٩، ٣٥٠٣، ٣٥٠٧، ٣٥١١، ٣٥١٥، ٣٥١٩، ٣٥٢٣، ٣٥٢٧، ٣٥٣١، ٣٥٣٥، ٣٥٣٩، ٣٥٤٣، ٣٥٤٧، ٣٥٥١، ٣٥٥٥، ٣٥٥٩، ٣٥٦٣، ٣٥٦٧، ٣٥٧١، ٣٥٧٥، ٣٥٧٩، ٣٥٨٣، ٣٥٨٧، ٣٥٩١، ٣٥٩٥، ٣٥٩٩، ٣٦٠٣، ٣٦٠٧، ٣٦١١، ٣٦١٥، ٣٦١٩، ٣٦٢٣، ٣٦٢٧، ٣٦٣١، ٣٦٣٥، ٣٦٣٩، ٣٦٤٣، ٣٦٤٧، ٣٦٥١، ٣٦٥٥، ٣٦٥٩، ٣٦٦٣، ٣٦٦٧، ٣٦٧١، ٣٦٧٥، ٣٦٧٩، ٣٦٨٣، ٣٦٨٧، ٣٦٩١، ٣٦٩٥، ٣٦٩٩، ٣٧٠٣، ٣٧٠٧، ٣٧١١، ٣٧١٥، ٣٧١٩، ٣٧٢٣، ٣٧٢٧، ٣٧٣١، ٣٧٣٥، ٣٧٣٩، ٣٧٤٣، ٣٧٤٧، ٣٧٥١، ٣٧٥٥، ٣٧٥٩، ٣٧٦٣، ٣٧٦٧، ٣٧٧١، ٣٧٧٥، ٣٧٧٩، ٣٧٨٣، ٣٧٨٧، ٣٧٩١، ٣٧٩٥، ٣٧٩٩، ٣٨٠٣، ٣٨٠٧، ٣٨١١، ٣٨١٥، ٣٨١٩، ٣٨٢٣، ٣٨٢٧، ٣٨٣١، ٣٨٣٥، ٣٨٣٩، ٣٨٤٣، ٣٨٤٧، ٣٨٥١، ٣٨٥٥، ٣٨٥٩، ٣٨٦٣، ٣٨٦٧، ٣٨٧١، ٣٨٧٥، ٣٨٧٩، ٣٨٨٣، ٣٨٨٧، ٣٨٩١، ٣٨٩٥، ٣٨٩٩، ٣٩٠٣، ٣٩٠٧، ٣٩١١، ٣٩١٥، ٣٩١٩، ٣٩٢٣، ٣٩٢٧، ٣٩٣١، ٣٩٣٥، ٣٩٣٩، ٣٩٤٣، ٣٩٤٧، ٣٩٥١، ٣٩٥٥، ٣٩٥٩، ٣٩٦٣، ٣٩٦٧، ٣٩٧١، ٣٩٧٥، ٣٩٧٩، ٣٩٨٣، ٣٩٨٧، ٣٩٩١، ٣٩٩٥، ٣٩٩٩، ٤٠٠٣، ٤٠٠٧، ٤٠١١، ٤٠١٥، ٤٠١٩، ٤٠٢٣، ٤٠٢٧، ٤٠٣١، ٤٠٣٥، ٤٠٣٩، ٤٠٤٣، ٤٠٤٧، ٤٠٥١، ٤٠٥٥، ٤٠٥٩، ٤٠٦٣، ٤٠٦٧، ٤٠٧١، ٤٠٧٥، ٤٠٧٩، ٤٠٨٣، ٤٠٨٧، ٤٠٩١، ٤٠٩٥، ٤٠٩٩، ٤١٠٣، ٤١٠٧، ٤١١١، ٤١١٥، ٤١١٩، ٤١٢٣، ٤١٢٧، ٤١٣١، ٤١٣٥، ٤١٣٩، ٤١٤٣، ٤١٤٧، ٤١٥١، ٤١٥٥، ٤١٥٩، ٤١٦٣، ٤١٦٧، ٤١٧١، ٤١٧٥، ٤١٧٩، ٤١٨٣، ٤١٨٧، ٤١٩١، ٤١٩٥، ٤١٩٩، ٤٢٠٣، ٤٢٠٧، ٤٢١١، ٤٢١٥، ٤٢١٩، ٤٢٢٣، ٤٢٢٧، ٤٢٣١، ٤٢٣٥، ٤٢٣٩، ٤٢٤٣، ٤٢٤٧، ٤٢٥١، ٤٢٥٥، ٤٢٥٩، ٤٢٦٣، ٤٢٦٧، ٤٢٧١، ٤٢٧٥، ٤٢٧٩، ٤٢٨٣، ٤٢٨٧، ٤٢٩١، ٤٢٩٥، ٤٢٩٩، ٤٣٠٣، ٤٣٠٧، ٤٣١١، ٤٣١٥، ٤٣١٩، ٤٣٢٣، ٤٣٢٧، ٤٣٣١، ٤٣٣٥، ٤٣٣٩، ٤٣٤٣، ٤٣٤٧، ٤٣٥١، ٤٣٥٥، ٤٣٥٩، ٤٣٦٣، ٤٣٦٧، ٤٣٧١، ٤٣٧٥، ٤٣٧٩، ٤٣٨٣، ٤٣٨٧، ٤٣٩١، ٤٣٩٥، ٤٣٩٩، ٤٤٠٣، ٤٤٠٧، ٤٤١١، ٤٤١٥، ٤٤١٩، ٤٤٢٣، ٤٤٢٧، ٤٤٣١، ٤٤٣٥، ٤٤٣٩، ٤٤٤٣، ٤٤٤٧، ٤٤٥١، ٤٤٥٥، ٤٤٥٩، ٤٤٦٣، ٤٤٦٧، ٤٤٧١، ٤٤٧٥، ٤٤٧٩، ٤٤٨٣، ٤٤٨٧، ٤٤٩١، ٤٤٩٥، ٤٤٩٩، ٤٥٠٣، ٤٥٠٧، ٤٥١١، ٤٥١٥، ٤٥١٩، ٤٥٢٣، ٤٥٢٧، ٤٥٣١، ٤٥٣٥، ٤٥٣٩، ٤٥٤٣، ٤٥٤٧، ٤٥٥١، ٤٥٥٥، ٤٥٥٩، ٤٥٦٣، ٤٥٦٧، ٤٥٧١، ٤٥٧٥، ٤٥٧٩، ٤٥٨٣، ٤٥٨٧، ٤٥٩١، ٤٥٩٥، ٤٥٩٩، ٤٦٠٣، ٤٦٠٧، ٤٦١١، ٤٦١٥، ٤٦١٩، ٤٦٢٣، ٤٦٢٧، ٤٦٣١، ٤٦٣٥، ٤٦٣٩، ٤٦٤٣، ٤٦٤٧، ٤٦٥١، ٤٦٥٥، ٤٦٥٩، ٤٦٦٣، ٤٦٦٧، ٤٦٧١، ٤٦٧٥، ٤٦٧٩، ٤٦٨٣، ٤٦٨٧، ٤٦٩١، ٤٦٩



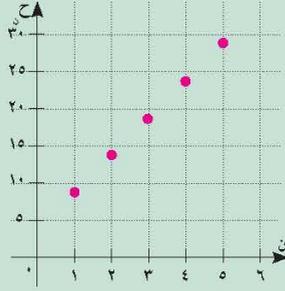


## المتتالية الحسابية Arithmetic Sequence

### سوف تتعلم

- المتتالية الحسابية وأساسها
- الحد النوني للمتتالية الحسابية
- الأوساط الحسابية
- مجموع (ن) حدًا الأولى من حدود المتتالية الحسابية

ح<sub>١</sub> ← ٩  
ح<sub>٢</sub> ← ١٤  
ح<sub>٣</sub> ← ١٩  
ح<sub>٤</sub> ← ٢٤  
ح<sub>٥</sub> ← ٢٩



### عمل تعاوني

- أ أوجد الحد السادس من المتتالية الميمنة جهة اليسار.  
ب اكتب صيغة للحد السادس مستخدمًا الحد الخامس.  
ج اكتب صيغة ارتدادية للمتتالية.
- أ في المتتالية (٩، ١٤، ١٩، ٢٤، ٢٩، ...)، ناتج طرح كل حد من الحد الذي يليه مباشرة هو مقدار ثابت.  
ب كون متتاليتين، إحداهما بإضافة عدد ثابت والأخرى بطرح العدد الثابت نفسه من كل حد من حدود المتتالية الأصلية.  
ج أوجد ناتج طرح كل حد من الحد الذي يليه مباشرة في كل متتابعة حصلت عليها. ماذا تلاحظ.
- أ ارسم في شكل بياني واحد العلاقة بين ن، ح للمتتالية الأصلية والمتتاليات التي حصلت عليها في ٢ - أ.  
ب قارن بين الرسوم الثلاثة. ماذا تلاحظ؟

### تعريف:

المتتالية (المتتابعة) الحسابية هي متتالية ناتج طرح كل حد من الحد الذي يليه مباشرة عددًا ثابتًا. يسمى هذا الناتج أساس المتتالية ويرمز إليه بالرمز  $s$ . وعلى ذلك  $ح_{١+٥} = ح_{٥} - s$  أو  $ح_{١+٥} = ح_{٥} + s$ .

أي أنه يمكن الحصول على أي حد من حدود المتتالية الحسابية (بعد الحد الأول) وذلك بإضافة  $s$  إلى الحد الذي يسبقه مباشرة.

### مثال (١)

بين أن المتتالية (٦، ١٢، ١٨، ٢٤) هي متتالية حسابية.

الحل:

$$١٢ - ٦ = ١٨ - ١٢ = ٢٤ - ١٨ = ٦$$

ناتج طرح كل حد من الحد الذي يليه مباشرة يساوي ٦. لاحظ أن أساس المتتالية  $s = ٦$ .  
∴ المتتالية حسابية.

### حاول أن تحل

- هل المتتاليتان التاليتان حسابيتان؟ إذا كانتا كذلك، فأوجد أساس كل منهما.  
أ المتتالية (٢، ٥، ٧، ١٢)  
ب المتتالية (٤٨، ٤٥، ٤٢، ٣٩)

## مثال (٢)

إذا كان  $ح_١ = ٥$ ،  $س = ٧$  في متتالية حسابية فاكتب الحدود الستة الأولى من المتتالية.

الحل:

$$ح_١ = ٥$$

$$ح_٢ = ٥ + ٧ = ١٢$$

$$ح_٣ = ١٢ + ٧ = ١٩$$

الحدود الستة الأولى هي:  $٥، ١٢، ١٩، ٢٦، ٣٣، ٤٠$

وتكون المتتالية:  $(ح_١) = (٥، ١٢، ١٩، ٢٦، ٣٣، ٤٠، ...)$

## حاول أن تحل

٢ إذا كان  $ح_١ = ٤$ ،  $س = -٣$  في متتالية حسابية، فاكتب الحدود الستة الأولى من المتتالية.

## General Term of an Arithmetic Sequence

## الحد النوني للمتتالية الحسابية

إذا كان الحد الأول في المتتالية الحسابية  $(ح_١)$  هو  $ح_١$  وأساس المتتالية يساوي  $س$ . واعتبرنا الحد النوني هو  $ح_١$ ، فمن تعريف المتتالية الحسابية:

$$ح_٢ = ح_١ + س$$

$$ح_٣ = ح_٢ + س$$

$$ح_٤ = ح_٣ + س$$

## وبصفة عامة

$$ح_١ = ح_١ + س(١ - ١) \quad \text{لكل } ١ \leq ١$$

$$\text{إذا كان الحد المعروف } ح_١، \text{ فإن } ح_١ = ح_١ + س(١ - ١) \quad \text{ك } ١ \leq ١$$

$$\text{ومنه يكون } ح_١ = ح_١ + س(١ - ١)$$

$$\text{أي أن } ح_١ = ح_١ + س(١ - ١)$$

وتكون الصورة العامة للمتتالية الحسابية:

$$(ح_١، ح_٢، ح_٣، ...، ح_١ + س(١ - ١)، ...، ح_١ + س(١ - ١))$$

$$\text{لاحظ أن } س = \frac{ح_١ - ح_١}{١ - ١} \quad \text{ن } ١ \neq ١$$

## ملاحظة:

ن تمثل رتبة الحد  $ح_١$  أما  $ح_١$  فتمثل قيمة الحد، فمثلاً:  $ح_١ = ٣٥$  تعني أن قيمة الحد السابع تساوي ٣٥.

### مثال (٣)

أوجد الحد العاشر والحد المائة من المتتالية الحسابية (٨، ٦، ٤، ...).

الحل:

$$ح_١ = ٨، ح_٢ = ٦، ح_٣ = ٤، ...$$

$$ح_١٠ = ٤، ح_١٠٠ = ٢٠٠$$

$$ح_١٠٠ = ٢٠٠ = (١٠٠ - ١) \times ٢ + ٨$$

$$\begin{aligned} & \text{أو} \\ & ح_١٠٠ = ٢٠٠ = (١٠٠ - ١) \times ٢ + ٨ \\ & ١٩٠ = (١٠٠ - ١) \times ٢ \end{aligned}$$

$$١٩٠ = ١٩٨ - ٨$$

### حاول أن تحل

٣ في المتتالية الحسابية ح<sub>١</sub> = ٤، ح<sub>٢</sub> = ٣. أوجد ح<sub>١٠٠</sub>.

### مثال (٤)

أوجد رتبة الحد الذي قيمته ٩٩ من المتتالية الحسابية (٧، ٩، ١١، ...).

الحل:

$$ح_١ = ٧، ح_٢ = ٩، ح_٣ = ١١، ...$$

$$ح_١ = ٧، ح_٢ = ٩، ح_٣ = ١١، ...$$

$$٧ + ٢(١ - ١) = ٧$$

$$٧ + ٢(١ - ١) = ٧$$

$$٧ + ٢(١ - ١) = ٧$$

أي أن الحد من المتتالية الحسابية الذي قيمته ٩٩ هو ح<sub>٤٧</sub>.

### حاول أن تحل

٤ أ في المتتالية الحسابية (٢، ٥، ٨، ١١، ...): أوجد رتبة الحد الذي قيمته ٧١.

ب أوجد عدد حدود المتتالية الحسابية (٧، ١١، ١٥، ...، ٤٧).

### مثال (٥)

في المتتالية (ح) حيث  $ح_٧ = ٣ - ٧$  لكل  $ن \in \mathbb{N}$ ، أثبت أن المتتالية حسابية.  
الحل:

$$\begin{aligned}ح_٧ &= ٣ - ٧ \\ح_{١٠} &= ٣ - (١ + ٧) = ٤ + ٧ \\ح_{١٠} - ح_٧ &= (٣ - ٧) - (٤ + ٧) = ٧ \\&= \text{مقدارًا ثابتًا}\end{aligned}$$

∴ المتتالية (ح) حيث  $ح_٧ = ٣ - ٧$  متتالية حسابية.

### حاول أن تحل

٥ في المتتالية (ح) حيث  $ح_٣ = ٥ + ٣$  :  $ن \in \mathbb{N}$ ، أثبت أن المتتالية حسابية.

### مثال (٦)

إذا كان الحد الخامس من متتالية حسابية يساوي ٩ والحد الثامن يساوي ١٥، فأوجد أساس المتتالية.

#### الطريقة الثانية

$$\begin{aligned}ح_٨ &= ح_٥ + ٣(٨ - ٥) \\ح_٨ &= ٩ + ٩ = ١٥ \\ح_٨ - ح_٥ &= ٣ \times (٨ - ٥) \\١٥ - ٩ &= ٣ \times ٣ \\٦ &= ٣ \times ٢ \\٢ &= ٣\end{aligned}$$

#### الطريقة الأولى

$$\begin{aligned}ح_٨ &= ح_٥ + ٣(٨ - ٥) \\ح_٨ &= ٩ + ٩ = ١٥ \\ح_٥ &= ٩ \\ح_٨ - ح_٥ &= ٣ \times (٨ - ٥) \\١٥ - ٩ &= ٣ \times ٣ \\٦ &= ٣ \times ٢ \\٢ &= ٣\end{aligned}$$

إذًا، أساس المتتالية الحسابية هو ٢.

### حاول أن تحل

٦ إذا كان الحد الثاني من متتالية حسابية يساوي ٩ والحد السادس يساوي -٣، فأوجد أساس المتتالية ثم أوجد المتتالية الحسابية مكتملًا بالحدود الأربعة الأولى منها.

### مثال (٧)

بفرض أنك تشارك في سباق دراجات لدعم مشروع خيري. على المتسابق الأول تأمين مبلغ ٥ دنانير. وكل متسابق تالي يؤمن مبلغ يزيد ٥, ١ دينارًا عن المتسابق الذي يسبقه مباشرةً. ما المبلغ الذي سيدفعه المتسابق الخامس والسبعون؟  
الحل:

$$ح_١ = ٥ ، ح_٢ = ٦,٥ ، ح_٣ = ٨ ، ... لماذا؟$$

استخدام الصيغة الصريحة  
التعويض

$$ح_٣ = ح_١ + (٣ - ١) \times ١,٥$$

$$ح_٣ = ٥ + ١,٥ \times (٣ - ١) = ٨$$

$$ح_٣ = ٥ + ١,٥ \times ٢ = ٨$$

$$١١٦ =$$

سيدفع المتسابق الخامس والسبعون ١١٦ دينارًا.

### حاول أن تحل

٧ استخدم الصيغة الصريحة لإيجاد الحد الخامس والعشرين ( $ح_٢٥$ ) من المتتالية الحسابية (٥، ١١، ١٧، ٢٣، ٢٩، ...).

## Arithmetic Means

### الأوساط الحسابية

إذا كونت أ، ب، ج متتالية حسابية حيث أ، ب، ج هي عناصر من ح (أعداد حقيقية):

$$\text{فإن: } ب - أ = ج - ب$$

$$٢ب = أ + ج$$

$$ب = \frac{أ + ج}{٢}$$

أي أن ب هو الوسط الحسابي للعددین أ، ج.

### مثال (٨)

إذا كانت (٨٤، س، ١١٠) متتالية حسابية، فأوجد قيمة س.

الحل:

الحد س هو الوسط الحسابي بين ٨٤، ١١٠.

$$س = \frac{١١٠ + ٨٤}{٢} = ٩٧$$

### حاول أن تحل

٨ أوجد قيمة ص من المتتالية الحسابية (٤٣، ص، ٥٧).

### بصورة عامّة

إذا كانت (أ، ب، ج، د، ...، ف، ص) متتالية حسابية فإن ب، ج، د، ...، ف تسمى أوساطاً حسابية للعددين أ، ص. وتسمى عملية إيجاد الأوساط الحسابية إدخال أوساط حسابية بين العددين أ، ص.

### مثال (٩)

أدخل ٥ أوساط حسابية بين ٢٣، ٦٥.

الحل:

$$(\dots, \square, \square, \square, \square, \dots, 23, 65)$$

$$ح_1 = 23, \text{ عدد الحدود: } 7 = 2 + 5, ح_7 = 65$$

$$إذًا \quad ح_7 = ح_1 + 6s$$

$$65 = 23 + 6s$$

$$42 = 6s$$

$$7 = s$$

الأوساط الحسابية هي ٣٠، ٣٧، ٤٤، ٥١، ٥٨.

### حاول أن تحل

٩ أ أدخل ثلاثة أوساط حسابية بين -٩، ٣.

ب أدخل خمسة أوساط حسابية بين ١٣، ١.

### مجموع n حداً الأولى من حدود متتالية حسابية

## Sum of The First n Terms of an Arithmetic Sequence

مجموع n حداً الأولى من حدود متتالية حسابية (ح) يعطى بالقاعدة:

$$ح_n = \frac{n}{2} [2ح_1 + s(n-1)]$$

$$ح_n = \frac{n}{2} (ح_1 + ح_n)$$

حيث ح<sub>١</sub> هو الحد الذي ترتيبه n من المتتالية الحسابية وحدها الأول ح<sub>١</sub>.

## البرهان

ليكن  $s$  أساس المتتالية.

$$ج_١ = ح_١ + (س + ح_١) + (س٢ + ح_١) + \dots + (س٢ - ح_١) + (س - ح_١) + ح_١$$

$$ج_٢ = ح_٢ + (س - ح_٢) + (س٢ - ح_٢) + \dots + (س٢ + ح_٢) + (س + ح_٢) + ح_٢$$

$$ج_٢ = (س + ح_١) + (س٢ + ح_١) + \dots + (س٢ - ح_١) + (س - ح_١) + ح_١$$

بالجمع  
ن حدًا

$$ج_٢ = \frac{ن}{٢} (س + ح_١) \quad (١)$$

$$\text{لكن } ح_١ = (١ - ن) د$$

بالتعويض

$$ج_٢ = \frac{ن}{٢} [س(١ - ن) + ح_١]$$

$$ج_٢ = \frac{ن}{٢} [س(١ - ن) + (٢ ح_١)] \quad (٢)$$

القانون (١): يعطي مجموع حدود متتالية حسابية بمعلومية الحد الأول والحد الأخير.

القانون (٢): يعطي مجموع  $n$  حدًا الأولى من حدود متتالية حسابية بمعلومية الحد الأول والأساس  $s$ .

### مثال (١٠)

أوجد مجموع العشرين حدًا الأولى من حدود متتالية حسابية التي حدها الأول ١٠ وحدها العشرون ٥٠٠.

الحل:

$$ح_١ = ١٠, ح_{٢٠} = ٥٠٠, ن = ٢٠$$

$$ج_٢ = \frac{ن}{٢} (س + ح_١)$$

$$ج_٢ = \frac{٢٠}{٢} (٥٠٠ + ١٠) = ٥١٠٠$$

### حاول أن تحل

١٠ أوجد مجموع الحدود العشرة الأولى من المتتالية الحسابية التي حدها الأول -١٢ وحدها العاشر ٢٤.

### مثال (١١)

أوجد مجموع الستة عشر حدًا الأولى من المتتالية الحسابية التي حدها الأول ١٥ وأساسها ٧.

الحل:

$$ح_١ = ١٥، س = ٧، ن = ١٦$$

$$ج_٥ = \frac{ن}{٢} [س(١ - ن) + ٢ح_١]$$

$$ج_١٦ = \frac{١٦}{٢} (٧ \times ١٥ + ١٥ \times ٢)$$

$$ج_١٦ = ٨(١٠٥ + ٣٠)$$

$$ج_١٦ = ١٠٨٠$$

### حاول أن تحل

١١ أ متتالية حسابية حدها الأول ٧ وأساسها ٤. أوجد مجموع أول خمسة وعشرين حدًا منها.

ب أوجد مجموع حدود المتتالية الحسابية (٥، ٧، ٩، ١١، ١٣، ١٥، ١٧، ١٩، ٢١، ٢٣، ٢٥، ٢٧، ٢٩، ٣١، ٣٣، ٣٥، ٣٧، ٣٩، ٤١، ٤٣، ٤٥).

### مثال (١٢)

كم حدًا يلزم أخذه من المتتالية الحسابية (١٠، ١٥، ٢٠، ...) ابتداء من الحد الأول ليكون المجموع ٤٥٠؟

الحل:

$$ح_١ = ١٠، س = ٥، ج_٥ = ٤٥٠$$

$$ج_٥ = \frac{ن}{٢} [س(١ - ن) + ٢ح_١]$$

$$٤٥٠ = \frac{ن}{٢} [٥(١ - ن) + ٢٠]$$

$$٤٥٠ = \frac{ن}{٢} (١٥ + ٥ن)$$

$$٩٠٠ = ١٥ن + ٥ن^٢$$

$$٠ = ١٨٠ - ٣ن + ٥ن^٢$$

$$٠ = (١٥ + ن)(١٢ - ن)$$

$$ن = ١٥، ن = ١٢$$

وحيث إن ن = ١٥ مرفوض لأن ١٥ ∉ ص

∴ ن = ١٢ أي أن عدد الحدود المطلوبة هو ١٢ حدًا.

### حاول أن تحل

- ١٢ أ كم حدًا يلزم أخذه من المتتالية الحسابية التي حدها الأول ٥ وأساسها ٣ ابتداء من الحد الأول ليكون المجموع ٩٤٨؟  
ب كم حدًا يلزم أخذه من المتتالية الحسابية (٣٠، ٢٥، ٢٠، ...) ابتداء من الحد الأول ليكون المجموع ١٠٠؟

### مثال (١٣)

أراد فهد حفر بئر في مزرعته. تبلغ كلفة حفر المتر الأول ٧ دنانير، وتزيد كلفة حفر كل متر دينارين عن كلفة حفر المتر السابق. دفع فهد للمتعهد ٤٣٢ دينارًا. ما عمق البئر الذي حفر؟  
الحل: بما أن الزيادة ثابتة وهي ديناران، إذاً المتتالية حسابية. ليكن ج المبلغ المدفوع لقاء حفر ن متر.

$$ج = \frac{ن}{٢} [٢ + (١ - ن) \times ٢]$$

$$٤٣٢ = \frac{ن}{٢} (٢ - ٢ن + ٧ \times ٢)$$

$$٤٣٢ = ٦ن + ن^٢$$

$$٠ = ٤٣٢ - ٦ن + ن^٢$$

$$٠ = (٢٤ + ن)(١٨ - ن)$$

$$١٨ = ن - ٢٤ \text{ (مرفوض)، } ن = ١٨$$

يبلغ عمق البئر ١٨ مترًا.



### حاول أن تحل

- ١٣ في المثال (١٣)، كم ستبلغ كلفة الحفر بالدينار إذا بلغ عمق البئر ٢٥ مترًا؟

## المتتالية الهندسية Geometric Sequence

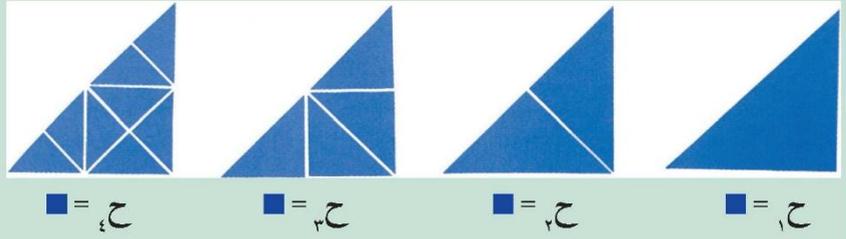
### سوف تتعلم

- المتتالية الهندسية وأساسها
- الحد النوني للمتتالية الهندسية
- الأوساط الهندسية
- مجموع (ن) حدًا الأولى من حدود متتالية هندسية



### عمل تعاوني

- ارسم مثلثًا قائم الزاوية ومتطابق الضلعين.
  - قص المثلث إلى مثلثين قائمي الزاوية، وكل منهما متطابق الضلعين.
- كرّر الشيء نفسه كما في الشكل وأوجد عدد المثلثات في كل مرة.



هل الحدود الناتجة تكون متتالية حسابية؟ وإذا لم تكن كذلك، فلماذا؟

ماذا تلاحظ في العلاقة بين الحدود الناتجة؟

هل يمكنك إيجاد الحد السادس  $a_6$ ؟

هل يمكنك إيجاد الحد السادس  $a_6$  بدلالة الحد الخامس  $a_5$ ؟

هل يمكنك إيجاد الحد النوني  $a_n$  بدلالة الحد  $a_1$ ؟

### جملة مفتوحة:

في المتتالية السابقة، اضرب كل حد من حدود المتتالية في عدد ثابت غير صفري واكتب المتتالية الجديدة الناتجة. ما العلاقة التي تجدها بين المتتاليتين؟

لنأخذ المتتالية (١، ٢، ٤، ٨، ١٦، ...) . لاحظ النمط المتمثل في كل حد وسابقه.

### تعريف:

**المتتالية الهندسية:** هي متتالية ناتج قسمة أي حد فيها على الحد السابق له مباشرة، يساوي عددًا حقيقيًا ثابتًا غير صفري،

$$\text{حيث } r \neq 0 \quad \text{فيكون } r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$$

لكل  $n \in \mathbb{N}$ ،  $r$  عدد حقيقي ثابت يسمى أساس المتتالية الهندسية common ratio

فمثلاً، المتتالية (٥، ١٠، ٢٠، ٤٠) متتالية هندسية.  
 أما (٥، ١٠، ١٥، ٢٠، ...) فليست متتالية هندسية.  
 لماذا لا يمكن لأي حد في المتتالية الهندسية أن يساوي الصفر؟

### مثال (١)

لتكن (ح<sub>ن</sub>) متتالية حيث ح<sub>٣</sub> = ٥٣.

أ) اكتب الحدود الخمسة الأولى من المتتالية (ح<sub>ن</sub>).

ب) أثبت أن (ح<sub>ن</sub>) متتالية هندسية.

الحل:

$$\text{أ) ح}_١ = ٣ = ١٣ = \text{ح}_٢$$

$$\text{ح}_٢ = ٢٧ = ٣٣ = \text{ح}_٣$$

$$\text{ح}_٣ = ٢٤٣ = ٥٣ = \text{ح}_٤$$

$$\text{ح}_٤ = ٩ = ٢٣ = \text{ح}_٥$$

$$\text{ح}_٥ = ٨١ = ٤٣ = \text{ح}_٦$$

الحدود الخمسة الأولى هي: ٣، ٩، ٢٧، ٨١، ٢٤٣.

∴ المتتالية (ح<sub>ن</sub>) = (٣، ٩، ٢٧، ٨١، ٢٤٣، ...)

$$\text{ب) } ٣ = ٥٣ - ١ + ٥٣ = \frac{١ + ٥٣}{٥٣} = \frac{١ + \text{ح}_٣}{\text{ح}_٣} \quad (\text{مقدار ثابت})$$

∴ المتتالية هندسية.

### حاول أن تحل

١) أثبت أن المتتالية (ح<sub>ن</sub>) حيث ح<sub>١</sub> = (٢)<sup>ن</sup>، هي متتالية هندسية.

## General term of an Geometrie Sequence

## الحد النوني للمتتالية الهندسية

إذا كانت (ح<sub>ن</sub>) متتالية هندسية أساسها  $r \neq 0$  فإن  $\text{ح}_١ \times r^{n-1} = \text{ح}_١$

حيث ح<sub>١</sub> هو الحد الأول، ح<sub>ن</sub> هو الحد النوني،  $r$  هو أساس المتتالية الهندسية.

ويكون  $\text{ح}_٢ = \text{ح}_١ \times r$ ،  $\text{ح}_٣ = \text{ح}_١ \times r^٢$ ،  $\text{ح}_٤ = \text{ح}_١ \times r^٣$ ، ...

وتكون الصورة العامة للمتتالية الهندسية ح<sub>١</sub>، ح<sub>٢</sub>، ح<sub>٣</sub>، ح<sub>٤</sub>، ...، ح<sub>١</sub> ×  $r^{n-1}$ ، ...

إذا كان الحد المعروف ح<sub>ك</sub> فإن ح<sub>ن</sub> = ح<sub>ك</sub> ×  $r^{n-ك}$

$$\text{ومنه يكون } \frac{\text{ح}_١ \times r^{n-1}}{\text{ح}_١ \times r^{ك-1}} = \frac{\text{ح}_١ \times r^{n-1}}{\text{ح}_١ \times r^{ك-1}} = \frac{\text{ح}_١ \times r^{n-ك}}{\text{ح}_١ \times r^{ك-1}}$$

أي أن  $\text{ح}_١ \times r^{n-ك} = \text{ح}_١ \times r^{ك-1}$

### مثال (٢)

اكتب الحدود الخمسة الأولى من المتتالية الهندسية التي حدها الأول ٩ وأساسها ٣.  
الحل:

$$ح_١ = ٩ = ٣ = ٣$$

$$ح_٢ = ٢٧ = ٣ \times ٩ = ٣ \times ٣$$

$$ح_٣ = ٨١ = ٣ \times ٢٧ = ٣ \times ٣ \times ٩$$

$$ح_٤ = ٢٤٣ = ٣ \times ٨١ = ٣ \times ٣ \times ٢٧$$

$$ح_٥ = ٧٢٩ = ٣ \times ٢٤٣ = ٣ \times ٣ \times ٨١$$

∴ الحدود الخمسة الأولى هي: ٩، ٢٧، ٨١، ٢٤٣، ٧٢٩.

### حاول أن تحل

٢ اكتب الحدود الأربعة الأولى من المتتالية الهندسية التي حدها الأول ٥ وأساسها ٣.

### مثال (٣)

متتالية هندسية حدها الأول ٤ وحدها السادس ١٢٨. اكتب المتتالية الهندسية مكثفياً بالحدود الأربعة الأولى منها.  
الحل:

$$\text{الحد الأول: } ح_١ = ٤, \text{ الحد السادس: } ح_٦ = ١٢٨$$

$$\text{نعلم أن } ح_٦ = ح_١ \times ٥^{٦-١}$$

$$ح_٦ = ح_١ \times ٥^٥$$

$$١٢٨ = ٤ \times ٥^٥$$

$$\therefore ٣٢ = ٥^٥$$

$$\therefore ٣٢ = ٥^٥$$

∴ الحدود الأربعة الأولى هي: ٤، ٨، ١٦، ٣٢.

المتتالية هي: (٤، ٨، ١٦، ٣٢، ...)

### حاول أن تحل

٣ متتالية هندسية حدها الأول ٢٧ وحدها الخامس  $\frac{1}{3}$ . اكتب المتتالية مكثفياً بالحدود الخمسة الأولى منها.

### مثال (٤)

متتالية هندسية حدودها موجبة، ومجموع الحدين الأول والثاني ٣٦، وحدها الثالث يساوي ٣. أوجد الحد الخامس.  
الحل:

$$ح_١ + ح_٢ = ٣٦، ح_٣ = ٣$$

في المتتالية الهندسية:  $ح_١ = ح_٢ \times ر^{-١}$

$$\therefore ح_١ + ح_٢ = ٣٦$$

$$ح_١ (١ + ر) = ٣٦$$

$$ح_١ = \frac{٣}{ر}$$

$$\text{بالقسمة} \frac{٣}{٣٦} = \frac{ح_١}{ح_١ (١ + ر)}$$

$$\frac{١}{١٢} = \frac{١}{١ + ر}$$

$$١٢ = ١ + ر$$

$$١٢ = ر - ١$$

$$٠ = (١ - ر٣)(١ + ر٤)$$

$$ر = \frac{١}{٤} \text{ (مرفوض لأن الحدود موجبة) } \text{ أو } ر = \frac{١}{٣}$$

$$ح_٢ = ح_١ \times ر$$

$$= \frac{١}{٣} \times \left(\frac{١}{٣}\right) \times ٣ =$$

$$\frac{١}{٣} = \text{الحد الخامس}$$

الضرب التقاطعي

### حاول أن تحل

- ٤ (ح) متتالية هندسية، مجموع حديها الأول والثاني يساوي ٢، ومجموع حديها الثالث والرابع يساوي ٨. أوجد الحد الأول والحد الخامس منها.

## Geometric Means Between two Numbers

## الأوساط الهندسية بين عددين

إذا كوّنت  $a, b, c$  متتالية هندسية حيث  $a, b, c > 0$ ، جـ أعداد حقيقية غير صفرية وحيث  $a < b < c$  فإن  $\frac{c}{b} = \frac{b}{a}$  ومنه  $b = \sqrt{ac}$

$$b = \sqrt{\frac{c}{a}}$$

يسمى  $b$  وسطاً هندسياً بين العددين  $a, c$ ، أي أن:  $\sqrt{ac}$  أو  $\sqrt{\frac{c}{a}}$  وسطاً هندسياً بين العددين  $a, c$ .

### مثال (٥)

أوجد وسطاً هندسياً بين العددين  $\frac{1}{3}$ ،  $27$ .

الحل:

$$\text{الوسط الهندسي: } \sqrt{27 \times \frac{1}{3}} = \sqrt{9} = 3$$

$$\text{أو الوسط الهندسي: } \sqrt{\frac{27}{3}} = \sqrt{9} = 3$$

### حاول أن تحل

٥ أوجد وسطاً هندسياً بين العددين في كل ما يلي:

جـ ٣ ، ١٨، ٧٥

بـ ٢٠ ، ٨٠

أـ ٣- ، ٧٢-

### مثال (٦) إثرائي

عندما يتأرجح ولد دون تأثير قوة خارجية فإن مقاومة الهواء تؤدي إلى تناقص في طول قوس التأرجح. ويشكل التناقص في طول القوس متتالية هندسية. أوجد الوسط الهندسي لطولي القوسين (لأقرب عدد كلي).



الحل:

$$\text{الوسط الهندسي} = \sqrt{2.8 \times 3.2}$$

$$= \sqrt{8.96}$$

$$\approx 3$$

الوسط الهندسي لطولي القوسين يساوي حوالي ٣ أمتار.

### حاول أن تحل

٦ يتدرب عماد على القفزة الثلاثية. حقق في المحاولة الأولى ٨، ٨ أمتار وفي المحاولة الثانية ٩، ٢ أمتار. ما الوسط الهندسي لطولي القفرتين؟



## البرهان

ليكن  $r$  أساس المتتالية.

$$ج_n = ج_1 + ج_2 + ج_3 + \dots + ج_n$$

$$ج_n = ج_1 + ج_2 + ج_3 + \dots + ج_{n-1} + ج_n \quad (1)$$

$$(2) \quad \text{يضرب طرفي المعادلة (1) في } r \neq 0$$

$$r ج_n = r ج_1 + r ج_2 + r ج_3 + \dots + r ج_{n-1} + r ج_n$$

بطرح (1) من (2) وبالتبسيط ينتج:

$$r ج_n - ج_n = r ج_1 - ج_1$$

$$ج_n (r - 1) = ج_1 (r - 1)$$

$$ج_n = ج_1 \times \frac{r - 1}{r - 1} \quad \text{أو} \quad ج_n = ج_1 \times \frac{r^n - 1}{r - 1}, \quad r \neq 1$$

أما إذا كانت  $r = 1$  فإن حدود المتتالية متساوية فيكون مجموع الحدود = قيمة الحد الأول مضروبة في عدد الحدود أي

$$ج_n = ج_1 \times n.$$

## مثال (٨)

أوجد مجموع الحدود العشرة الأولى من المتتالية الهندسية (٢، ٤، ٨، ...).

الحل:

$$ج_1 = 2, \quad r = \frac{ج_2}{ج_1} = \frac{4}{2} = 2, \quad n = 10$$

$$ج_n = ج_1 \times \frac{r^n - 1}{r - 1}$$

$$ج_{10} = \frac{(1 - 2^{10}) \times 2}{(1 - 2)}$$

$$ج_{10} = 2 \times 1023 = 2046.$$

## حاول أن تحل

٨ أوجد مجموع الحدود الثمانية الأولى من المتتالية الهندسية (٣، ٩، ٢٧، ...).

مثال (٩)

الحد الأول من متتالية هندسية يساوي ٨ والحد الثالث منها يساوي  $\frac{8}{9}$ . أوجد مجموع الحدود الستة الأولى منها.

الحل: ∴ المتتالية هندسية

$$\therefore \text{ح}_3 = \text{ح}_1 \times r^2$$

$$r^2 \times 8 = \frac{8}{9}$$

$$r^2 = \frac{1}{9}$$

$$r = \frac{1}{3} \text{ أو } r = -\frac{1}{3}$$

إذا كانت  $r = -\frac{1}{3}$

$$\text{ج}_6 = \frac{\left(\frac{1}{3}\right)^6 - 1}{\left(\frac{1}{3}\right) - 1} \times 8 = \frac{\left(\frac{1}{3}\right)^6 - 1}{\frac{1}{3} - 1} \times 8 = \frac{\left(\frac{1}{3}\right)^6 - 1}{\frac{2}{3}} \times 8 = \frac{1456}{243} \approx 5,992$$

إذا كانت  $r = \frac{1}{3}$

$$\text{ج}_6 = \frac{\left(\frac{1}{3}\right)^6 - 1}{\left(\frac{1}{3}\right) - 1} \times 8 = \frac{\left(\frac{1}{3}\right)^6 - 1}{\frac{1}{3} - 1} \times 8 = \frac{\left(\frac{1}{3}\right)^6 - 1}{\frac{2}{3}} \times 8 = \frac{2912}{243} \approx 11,98$$

حاول أن تحل

٩ أوجد مجموع الحدود العشرة الأولى من المتتالية الهندسية (٤، ١،  $\frac{1}{4}$ ، ...)

## معلومات عامة:

### رمز المجموع

## Summation Symbol

### ملاحظة:

في دراستنا للمجموع  $\sum$  سنتقصر على الحالات التي تكون فيها ن تبدأ من العدد ١ حيث  $n \in \{1, 2, 3, \dots\}$  وهذا يمثل مجال المتتالية.

لكتابة مجموعة حدود المتتالية:  $b_1 + b_2 + b_3 + \dots + b_n + \dots + b_k$   
 بطريقة مختصرة استخدم الرياضيون الحرف اليوناني  $\sum$  (سيغما) على الشكل التالي:  $\sum_{n=1}^k b_n$   
 يقرأ: مجموع الأعداد  $b_n$  من  $n = 1$  إلى  $n = k$

فمثلاً، المجموع:  $(1) \times \frac{5}{2} + (2) \times \frac{5}{2} + (3) \times \frac{5}{2} + \dots + (13) \times \frac{5}{2}$  يكتب  $\sum_{n=1}^{13} \frac{5}{2} n$ .

$$\sum_{n=1}^{13} \frac{5}{2} n$$

الحد الأعلى أكبر قيمة لـ  $n$  ←  
 الحد الأدنى أصغر قيمة لـ  $n$  ←  
 الصيغة الصريحة للمتتالية →

لكتابة:  $1 + 2 + 3 + 4 + \dots + 45$  نكتب  $\sum_{n=1}^{45} n$   
 لكتابة:  $1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + \dots + 10^2$  نكتب  $\sum_{n=1}^{10} n^2$

### مثال (١٠)

أ) أوجد قيمة  $\sum_{n=1}^{100} n$ .

الحل:

$$\sum_{n=1}^{100} n = 1 + 2 + 3 + 4 + \dots + 100$$

(١، ٢، ٣، ...، ١٠٠) متتالية حسابية حدها الأول ١ و أساسها ١ وحدها الأخير  $100 = \dots$  لماذا؟

$$\therefore \sum_{n=1}^{100} n = ج$$

$$\text{وحيث إن } ج = \frac{n}{2} (ج + ١)$$

$$ج = \frac{100}{2} (100 + 1)$$

$$ج = \frac{101 \times 100}{2} = 5050$$

حاول أن تحل

١٠ أوجد قيمة:  $\sum_{n=1}^{80} n$

تعميم

مجموع الأعداد الصحيحة الموجبة الأولى التي عددها  $n = \frac{(1+n) \times n}{2}$

$$\text{لاحظ أن } \sum_{n=1}^{40} n = \frac{46 \times 40}{2} = 1030$$

مثال (١١)

أوجد قيمة  $\sum_{n=1}^{13} \frac{n}{2}$ .

الحل:

$$(13) \times \frac{1}{2} + \dots + (3) \times \frac{1}{2} + (2) \times \frac{1}{2} + (1) \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{13} n$$

$$(13 + \dots + 3 + 2 + 1) \times \frac{1}{2} =$$

$$\frac{14 \times 13}{2} \times \frac{1}{2} =$$

$$227,5 =$$

حاول أن تحل

١١ أوجد قيمة:  $\sum_{n=1}^{10} n$

مثال (١٢)

أوجد قيمة  $\sum_{n=3}^9 (6n - 4)$

الحل:

نفرض  $ح_n = 6n - 4$  هي الصيغة الصريحة للمتتالية.

فيكون  $ح_{n+1} = 6(n+1) - 4$

$$2 + 6n =$$

$$\therefore ح_{n+1} - ح_n = (6(n+1) - 4) - (6n - 4)$$

$$6 =$$

= مقداراً ثابتاً

$\therefore$  المتتالية (ح) حيث  $ح_n = 6n - 4$  متتالية حسابية أساسها 6.

والمطلوب هو إيجاد مجموع 9 حدود الأولى منها وهو ج<sub>٩</sub>.

$$\therefore \sum_{n=3}^9 (6n - 4) = \frac{n}{2} [2ح_1 + (n-1)س]$$

$$= \frac{9}{2} [2 \times 14 + (9-1) \times 6]$$

$$= \frac{9}{2} \times 52$$

$$= 234$$

حاول أن تحل

١٢ أوجد قيمة  $\sum_{n=3}^8 (3n + 5)$ .

مثال (١٣)

أوجد قيمة  $\sum_{i=0}^{n-1} 3^i$

الحل:

الصيغة الصريحة للمتتالية:  $ح_n = 3^n$

$$ح_{n+1} = 3^{n+1}$$

$$\therefore \frac{ح_{n+1}}{ح_n} = \frac{3^{n+1}}{3^n} = 3 = \text{مقدارًا ثابتًا}$$

$\therefore$  المتتالية (ح) حيث  $ح_n = 3^n$  متتالية هندسية حدها الأول ٣ وأساسها ٣.

وهي على الصورة (٣، ٩، ٢٧، ...)

والمطلوب إيجاد مجموع ٨ حدود الأولى للمتتالية الهندسية.

$$\sum_{i=0}^{n-1} 3^i = ح_n \times \frac{1 - r^n}{1 - r}$$

$$= 3 \times \frac{1 - 3^8}{1 - 3} = 9840$$

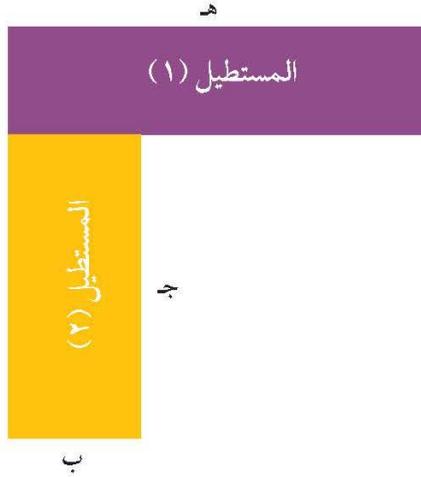
حاول أن تحل

١٣ أوجد قيمة  $\sum_{i=0}^{10} 3^i$

## المرشد لحل المسائل

١ إذا كانت الأعداد  $h$ ،  $b$ ،  $c$ ،  $h$ ، على هذا الترتيب تمثل أبعاد المستطيلين (١)، (٢) كما في الشكل.

أ قارن بين مساحتي المستطيلين (١)، (٢). إذا كانت هذه الأعداد بنفس الترتيب تمثل الحدود الأربعة الأولى من متتالية هندسية أساسها  $s$ .



ب قارن بين محيطي المستطيلين (١)، (٢). إذا كانت هذه الأعداد بنفس الترتيب تمثل الحدود الأربعة الأولى من متتالية حسابية أساسها  $s$ .

٢ كيف نفكر في حل المسألة

أ في المتتالية الهندسية كل حد يساوي الحد الذي يسبقه مضروبًا في الأساس  $s$ .

$$\therefore b = b, c = bs, h = bs^2, h = bs^3$$

مساحة المستطيل = الطول  $\times$  العرض

$$\text{ومنه مساحة المستطيل (١)} = h \times b = bs^3 \times b = bs^4$$

$$\text{مساحة المستطيل (٢)} = b \times c = bs \times bs = bs^2$$

الاستنتاج: وهكذا نستنتج أن مساحتي المستطيلين متساويتان.

ب بما أن المتتالية حسابية أساسها  $s$  فإن  $b = s + h$ ،  $c = s + b$ ،  $h = s + c$ ،  $h = s + h$

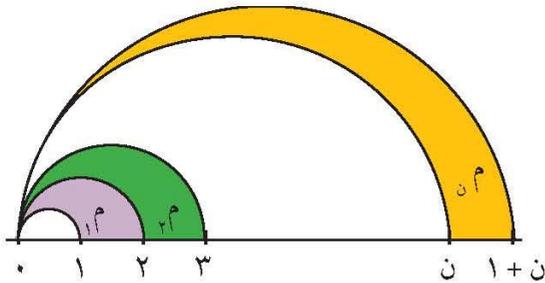
$$\text{محيط المستطيل (١)} = (h + b) \times 2 = (s^3 + s) \times 2 = 2s^3 + 2s$$

$$\text{محيط المستطيل (٢)} = (b + c) \times 2 = (s + bs) \times 2 = 2s + 2bs$$

الاستنتاج: للمستطيلين المحيط نفسه.

٣ مسألة إضافية

قارن بين مساحتي المستطيلين (١)، (٢) في الحالة (ب).



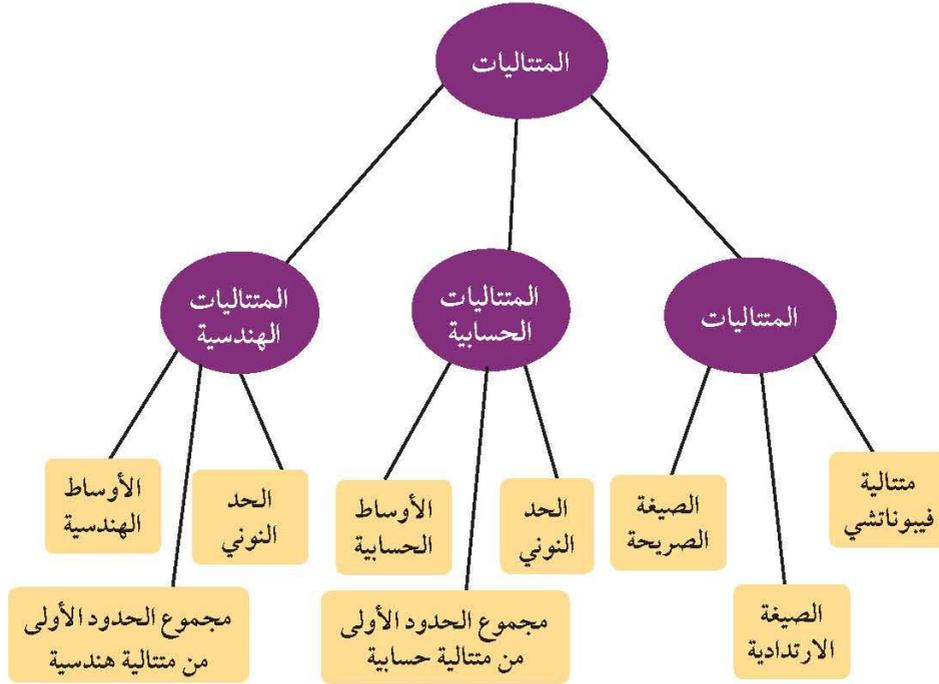
\* ٤ تفكير منطقي

في الشكل المقابل، تمثل  $m_1$ ،  $m_2$ ،  $m_3$ ،  $m_4$ ،  $m_5$  المساحات المحصورة بين أنصاف الدوائر.

أ أثبت أن المتتالية ( $m_1$ ،  $m_2$ ،  $m_3$ ،  $m_4$ ،  $m_5$ ) حسابية.

ب احسب بطريقتين مختلفتين المجموع:  $m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5$ .

## مخطط تنظيمي للوحدة الخامسة



### ملخص

- تعرّف الصيغة الارتدادية حدود المتتالية بربط كل حد بالحد (أو بالحدود) الذي يسبقه مباشرة.
- تعبر الصيغة الصريحة عن الحد النوني بدلالة  $n$ .
- متتالية فيبوناتشي:  $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$  مع  $F_1 = 1$ ,  $F_2 = 1$ .
- في المتتالية الحسابية يكون الفرق بين كل حد والحد السابق له عددًا ثابتًا يسمى أساس المتتالية:  $C_{n+1} = C_n + d$ .
- الحد النوني للمتتالية الحسابية:  $C_n = C_1 + (n-1)d$ .
- إذا كونت  $A$ ،  $B$ ،  $C$  متتالية حسابية، فإن  $B = \frac{A+C}{2}$ .  $B$  هو الوسط الحسابي لـ  $A$ ،  $C$ .
- مجموع  $n$  حدًا الأولى من حدود متتالية حسابية:  $C_n = \frac{n}{2}(C_1 + C_n)$ .
- في المتتالية الهندسية إن ناتج قسمة أي حد فيها على الحد السابق له مباشرة يساوي عددًا ثابتًا يسمى أساس المتتالية الهندسية  $C_{n+1} = C_n \times r$  أساس المتتالية الهندسية.
- مجموع  $n$  حد الأولى من حدود متتالية هندسية:  $C_n = C_1 \times \frac{1-r^n}{1-r}$  حيث  $r \neq 1$ .
- إذا كونت  $A$ ،  $B$ ،  $C$  متتالية هندسية فإن  $B^2 = A \times C$ .  $B$  هو الوسط الهندسي لـ  $A$ ،  $C$  وهو يساوي  $\sqrt{A \times C}$  أو  $\sqrt{A \times C}$ .

