الفيزياء

Physics · Grade 9 Advanced

الفصل الدراسي الأول · Semester 1

مرام الشبلي

معلمة فيزياء · تاسع متقدم

Maram Al-Shibli · Physics Teacher · Grade 9 Advanced

Contents الفهرس

1 Lesson 1: The Scientific Method 3

2 Lesson 2: Mathematics and Physics 13

3 Lesson 3: Measurement 32

4 Lesson 4: Graphing Data 45

5 Unit 2 · Section 1: Picturing Motion 61

6 Unit 2 · Section 2: Position and Time 74

7 Unit 2 · Section 4: Velocity 88

8 Accelerated Motion · Section 1: Acceleration 110

الدرس الأول: المنهج العلمي — Lesson 1: The Scientific Method

القسم 1: المنهج العلمي — Section 1: The Scientific Method

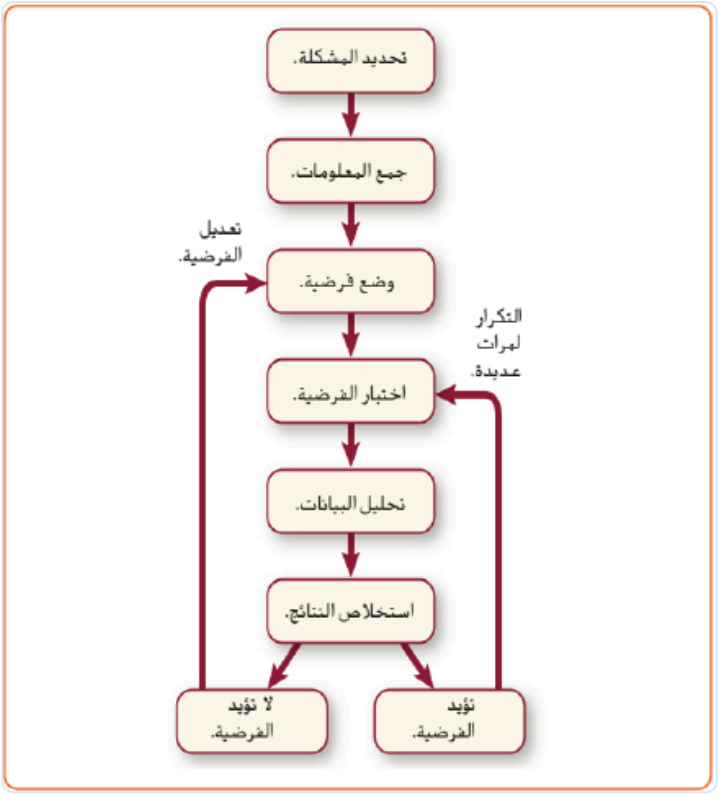
الفيزياء: طريقة لدراسة العالم الطبيعي. فرع من فروع العلم يهتم بدراسة الطاقة والمادة وكيفية ارتباطهما.

Physics: a way of studying the natural world. It is a branch of science concerned with the study of energy and matter and how they are related.

المنهج العلمي: أنظمة متبعة في إجراء التحقيقات العلمية.

Scientific method: systematic procedures followed in carrying out scientific investigations.

خطوات المنهج العلمي — Steps of the Scientific Method



Flowchart of the scientific method: identify the problem, gather information, form a hypothesis, test the hypothesis, analyze data, draw conclusions (hypothesis supported: repeat many times; not supported: modify the hypothesis).

① تحديد المشكلة: الملاحظة وطرح السؤال: لماذا ...؟ لماذا تسقط الأجسام لأسفل؟ كيف ...؟ كيف يحدث المد والجزر؟

1. Identify the problem: observe and ask a question: Why ...? Why do objects fall downward? How ...? How do tides occur?

② البحث وجمع المعلومات.

2. Research and gather information.

③ وضع الفرضيات. الفرضية: تفسير محتمل لمشكلة ما.

3. Form hypotheses. Hypothesis: a possible explanation for a problem.

④ اختبار الفرضية، ويتم بـ: (1) التجريب والملاحظة، (2) بناء النماذج، (3) التحقيقات الحاسوبية (المحاكاة بالحاسوب).

4. Test the hypothesis, by: (1) experimentation and observation, (2) building models, (3) computer investigations (computer simulations).

⑤ تحليل البيانات: تسجيل الملاحظات وتنظيم البيانات في جداول ورسوم بيانية.

5. Analyze data: record observations and organize the data in tables and graphs.

⑥ الاستنتاج: النتائج تؤيد الفرضية ← التكرار لمرات عديدة ← التأكد. النتائج لا تؤيد الفرضية ← تعديل الفرضية.

6. Draw conclusions: results support the hypothesis, so repeat many times, then confirm. Results do not support the hypothesis, so modify the hypothesis.

★ مراجعة النظراء: مشاركة البيانات والنتائج مع علماء آخرين. النظراء: علماء متخصصون في مجال الدراسة نفسه، يقيّمون الإجراءات والنتائج الخاصة بتجربة ما.

Peer review: sharing data and results with other scientists. Peers are scientists who specialize in the same field of study; they evaluate the procedures and results of an experiment.

★ الموضوعية: الحد من التحيز في التحقيقات العلمية. فالعلم لا يتعلق بالعواطف والآراء الشخصية.

Objectivity: limiting bias in scientific investigations. Science is not about emotions and personal opinions.

Models النماذج

النموذج: تمثيل لفكرة أو حدث أو بنية أو جسم لمساعدتنا على فهمه بشكل أفضل.

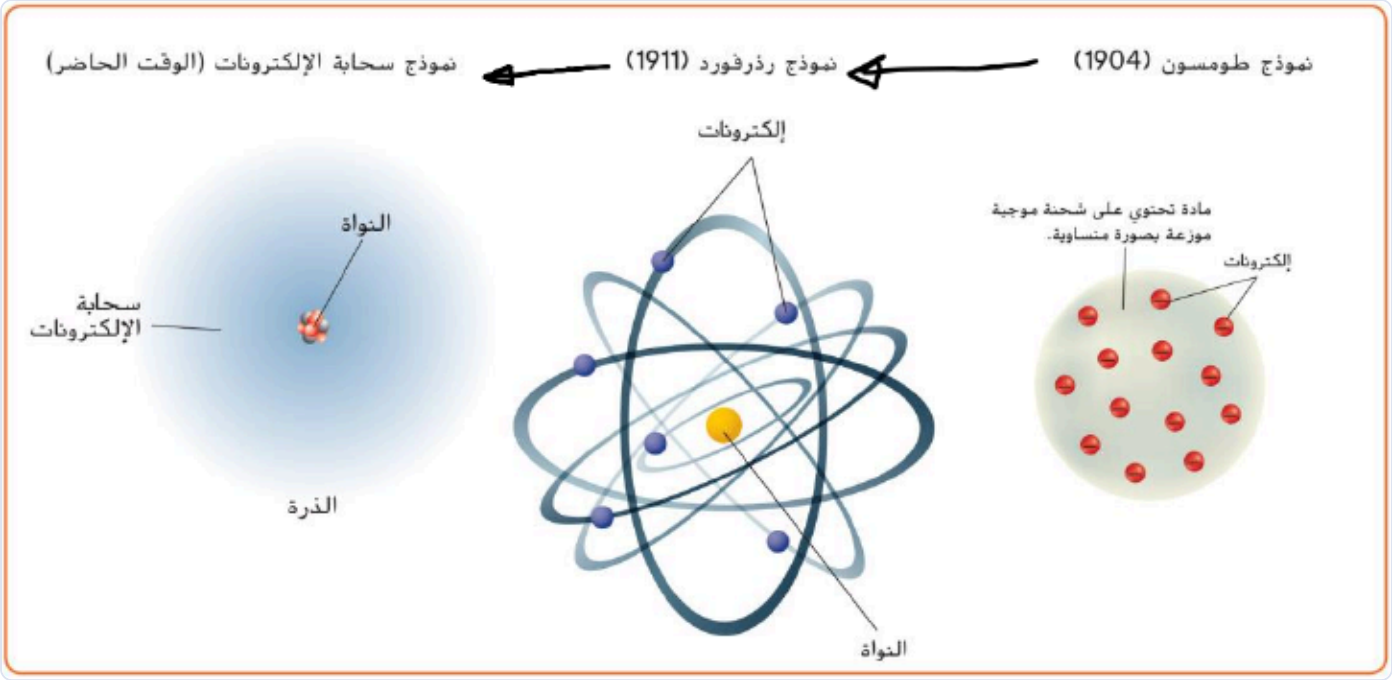
Model: a representation of an idea, event, structure, or object that helps us understand it better.

لماذا النماذج؟ (1) الأجسام صغيرة جداً. (2) الأجسام كبيرة جداً. (3) تحتاج العملية وقتاً طويلاً. (4) خطورة المواد.

Why models? (1) Objects that are very small. (2) Objects that are very large. (3) Processes that take a long time. (4) Hazardous materials.

تتغير النماذج بمرور الزمن.

Models change over time.



Atomic models over time: Thomson model (1904), Rutherford model (1911), and the electron cloud model (present day).

Types of Models — أنواع النماذج

ملموسة Physical (tangible)	محاكاة بالكمبيوتر Computer simulation
نموذج تركيب الذرة Model of atomic structure نموذج تركيب الخلية Model of cell structure	محاكاة الطيران Flight simulation

Scientific Theory and Scientific Law — النظرية العلمية والقانون العلمي

النظرية العلمية: تفسير لأشياء أو أحداث بناءً على المعرفة المكتسبة من عدة ملاحظات وتحقيقات. (تفسر سبب حدوث القانون؛ لا تتحول إلى قانون.)

Scientific theory: an explanation of things or events based on knowledge gained from many observations and investigations. (It explains why a law holds; a theory does not become a law.)

القانون العلمي: عبارة تصف شيئاً يحدث في الطبيعة، مثل الجاذبية والمد والجزر. يبدو صحيحاً في جميع الحالات، ولا يفسر سبب حدوثه.

Scientific law: a statement that describes something that happens in nature, such as gravity and tides. It appears to be true in all cases, but it does not explain why it happens.



Development of a theory with peer review: (1) Greek philosophers proposed that objects fall to settle in their natural places, and that the greater an object's mass, the faster it falls. (2) Galileo showed that the speed of falling depends on the length of time the object falls, not on its mass. (3) Newton explained why objects fall: they fall because of a force of attraction between them and the Earth, and a force of attraction exists between any two objects that have mass. (4) Einstein proposed that the cause of the attractive force between two objects is that mass bends the space around it.

Questions · أسئلة

1 **يعرض الجدول التالي خطوات غير مرتبة للمنهج العلمي. أي ترتيب صحيح لخطوات المنهج العلمي؟ من اليسار لليمين**

The table below shows unordered steps of the scientific method. Which is the correct order of the steps of the scientific method, from left to right?

المنهج العلمي Scientific method	
الوصف **Description**	**الخطوة** **Step**
وضع الفرضية Form a hypothesis	A
تحليل البيانات Analyze data	B
اختبار الفرضية Test the hypothesis	C
استخلاص النتائج Draw conclusions	D
تحديد المشكلة Identify the problem	E

A, C, E, D, B
E, A, C, B, D
A, E, D, C, B
E, C, A, B, D

2 **تعتبر الطائرة الورقية مثال على**

A paper kite (paper airplane) is an example of

القانون العلمي Scientific law	**النظرية العلمية** Scientific theory
المنهج العلمي Scientific method	**النموذج العلمي** Scientific model

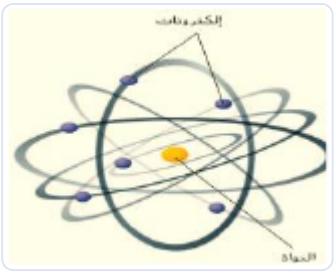
3 **ماذا تمثل العبارة التالية؟ (يتجاذب أي جسمين في الكون بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع المسافة بينهما)**

What does the following statement represent? (Any two objects in the universe attract each other with a force directly proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them.)

نظرية علمية Scientific theory	**نموذج علمي** Scientific model
قانون علمي Scientific law	**فرضية علمية** Scientific hypothesis

4 **يظهر الشكل المجاور بنية الذرة كما تصورها العالم رذرفورد نتيجة أبحاثه التي قام بها. ماذا يمثل الشكل المجاور؟**

The figure shows the structure of the atom as envisioned by the scientist Rutherford as a result of his research. What does the figure represent?



فرضية للذرة A hypothesis of the atom	**قانوناً للذرة** A law of the atom
نظرية للذرة A theory of the atom	**نموذج للذرة** A model of the atom

5 **أي من الآتية يؤدي إلى الحد من التحيز في الاستقصاءات العلمية؟**

Which of the following leads to limiting bias in scientific investigations?

النماذج Models	**الموضوعية** Objectivity
تحليل البيانات Data analysis	**مراجعة النظراء** Peer review

6 **أي العبارات التالية ليس صحيحاً بما يخص النظريات والقوانين والفرضيات العلمية؟**

Which of the following statements is NOT true regarding scientific theories, laws, and hypotheses?

القانون العلمي وصف لحدث صحيح دائماً A scientific law is a description of an event that is always true	**النظرية العلمية تفسير لأشياء أو أحداث** A scientific theory is an explanation of things or events
الفرضية يمكن أن تتحول إلى نظرية A hypothesis can become a theory	**النظرية يمكن أن تتحول إلى قانون** A theory can become a law

7 **أي من الفرضيات التالية يمكن إخضاعها للاختبار؟**

Which of the following hypotheses can be tested?

النرجس أجمل الورود Narcissus is the most beautiful flower	**الأخضر أفضل الألوان** Green is the best color
البيتزا ألذ الأطعمة Pizza is the tastiest food	**وجود البروتون في نواة الذرة** The presence of the proton in the nucleus of the atom

8 **أي الآتي (تفسير أشياء أو أحداث بناء على المعرفة المكتسبة من عدة ملاحظات وتحقيقات)؟**

Which of the following is an (explanation of things or events based on knowledge gained from many observations and investigations)?

القانون العلمي Scientific law	**النظرية العلمية** Scientific theory
الفرضية العلمية Scientific hypothesis	**النموذج العلمي** Scientific model

9 **التعبير على العلاقات الثابتة القائمة بين ظواهر معينة يمثل .....**

The expression of the constant relationships that exist between certain phenomena represents .....

القانون العلمي Scientific law	**النظرية العلمية** Scientific theory
الفرضية العلمية Scientific hypothesis	**النموذج العلمي** Scientific model

Solved · الحل النموذجي

1 **يعرض الجدول التالي خطوات غير مرتبة للمنهج العلمي. أي ترتيب صحيح لخطوات المنهج العلمي؟ من اليسار لليمين**

The table below shows unordered steps of the scientific method. Which is the correct order of the steps of the scientific method, from left to right?

المنهج العلمي Scientific method	
الوصف **Description**	**الخطوة** **Step**
وضع الفرضية Form a hypothesis	A
تحليل البيانات Analyze data	B
اختبار الفرضية Test the hypothesis	C
استخلاص النتائج Draw conclusions	D
تحديد المشكلة Identify the problem	E

A, C, E, D, B

E, A, C, B, D ✔

A, E, D, C, B

E, C, A, B, D

ترتيب الخطوات: E (1) تحديد المشكلة، A (2) وضع الفرضية، C (3) اختبار الفرضية، B (4) تحليل البيانات، D (5) استخلاص النتائج.

Order: E (1) identify the problem, A (2) form a hypothesis, C (3) test the hypothesis, B (4) analyze data, D (5) draw conclusions.

2 **تعتبر الطائرة الورقية مثال على**

A paper kite (paper airplane) is an example of

القانون العلمي Scientific law	**النظرية العلمية** Scientific theory
المنهج العلمي Scientific method	**النموذج العلمي** Scientific model ✔

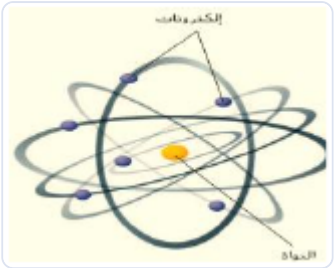
3 **ماذا تمثل العبارة التالية؟ (يتجاذب أي جسمين في الكون بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع المسافة بينهما)**

What does the following statement represent? (Any two objects in the universe attract each other with a force directly proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them.)

نظرية علمية Scientific theory	**نموذج علمي** Scientific model
قانون علمي Scientific law ✔	**فرضية علمية** Scientific hypothesis

4 **يظهر الشكل المجاور بنية الذرة كما تصورها العالم رذرفورد نتيجة أبحاثه التي قام بها. ماذا يمثل الشكل المجاور؟**

The figure shows the structure of the atom as envisioned by the scientist Rutherford as a result of his research. What does the figure represent?



فرضية للذرة A hypothesis of the atom	**قانوناً للذرة** A law of the atom
نظرية للذرة A theory of the atom	**نموذج للذرة** A model of the atom ✔

5 **أي من الآتية يؤدي إلى الحد من التحيز في الاستقصاءات العلمية؟**

Which of the following leads to limiting bias in scientific investigations?

النماذج Models	**الموضوعية** Objectivity ✔
تحليل البيانات Data analysis	**مراجعة النظراء** Peer review

6 **أي العبارات التالية ليس صحيحاً بما يخص النظريات والقوانين والفرضيات العلمية؟**

Which of the following statements is NOT true regarding scientific theories, laws, and hypotheses?

القانون العلمي وصف لحدث صحيح دائماً A scientific law is a description of an event that is always true	**النظرية العلمية تفسير لأشياء أو أحداث** A scientific theory is an explanation of things or events
الفرضية يمكن أن تتحول إلى نظرية A hypothesis can become a theory	**النظرية يمكن أن تتحول إلى قانون** A theory can become a law ✔

7 **أي من الفرضيات التالية يمكن إخضاعها للاختبار؟**

Which of the following hypotheses can be tested?

النرجس أجمل الورود Narcissus is the most beautiful flower	**الأخضر أفضل الألوان** Green is the best color
البيتزا ألذ الأطعمة Pizza is the tastiest food	**وجود البروتون في نواة الذرة** The presence of the proton in the nucleus of the atom ✔

8 **أي الآتي (تفسير أشياء أو أحداث بناء على المعرفة المكتسبة من عدة ملاحظات وتحقيقات)؟**

Which of the following is an (explanation of things or events based on knowledge gained from many observations and investigations)?

القانون العلمي Scientific law	**النظرية العلمية** Scientific theory ✔
الفرضية العلمية Scientific hypothesis	**النموذج العلمي** Scientific model

9 **التعبير على العلاقات الثابتة القائمة بين ظواهر معينة يمثل .....**

The expression of the constant relationships that exist between certain phenomena represents .....

القانون العلمي Scientific law ✔	**النظرية العلمية** Scientific theory
الفرضية العلمية Scientific hypothesis	**النموذج العلمي** Scientific model

الدرس الثاني: الرياضيات والفيزياء Lesson 2: Mathematics and Physics

القسم 2: الرياضيات والفيزياء Section 2: Mathematics and Physics

المعادلات ← من الأدوات الهامة في نمذجة الملاحظات وبناء التوقعات.

Equations are important tools for modeling observations and building predictions.

النظام الدولي للوحدات SI The International System of Units (SI)

الكميات الفيزيائية: **أساسية** (7 كميات) و**مشتقة**.

Physical quantities are either **base** quantities (7 of them) or **derived** quantities.

الكمية الأساسية Base quantity	الوحدة الأساسية Base unit	الرمز Symbol
الطول Length	المتر meter	m
الكتلة Mass	كيلوجرام kilogram	kg
الزمن Time	ثانية second	s
درجة الحرارة Temperature	كلفن kelvin	K
كمية المادة Amount of substance	مول mole	mol
التيار الكهربائي Electric current	أمبير ampere	A
شدة الإضاءة Luminous intensity	شمعة candela	cd

الكميات المشتقة تُحسب من الكميات الأساسية:

Derived quantities are obtained from the base quantities:

المساحة = الطول × العرض ⟵ $m \cdot m = m^2$

Area = length × width: $m \cdot m = m^2$

الحجم = الطول × العرض × الارتفاع ⟵ $m \cdot m \cdot m = m^3$

Volume = length × width × height: $m \cdot m \cdot m = m^3$

الكثافة = الكتلة / الحجم ⟵ $kg/m^3 = kg \cdot m^{-3}$

Density = mass / volume: $kg/m^3 = kg \cdot m^{-3}$

السرعة = المسافة / الزمن ⟵ $m/s = m \cdot s^{-1}$

Speed = distance / time: $m/s = m \cdot s^{-1}$

الشحنة الكهربائية ⟵ كولوم (C): 1 C = 1 A·s

Electric charge: coulomb (C), 1 C = 1 A·s

القوة ⟵ نيوتن (N): $1\ N = 1\ kg \cdot m/s^2$

Force: newton (N), $1\ N = 1\ kg \cdot m/s^2$

الطاقة ⟵ جول (J): $1\ J = 1\ kg \cdot m^2/s^2$

Energy: joule (J), $1\ J = 1\ kg \cdot m^2/s^2$

Special units of time وحدات خاصة بالزمن

1 h = 60 min ، 1 min = 60 s ، 1 h = 60 × 60 s = 3600 s

1 h = 60 min, 1 min = 60 s, 1 h = 60 × 60 s = 3600 s

Prefixes used in the SI البادئات المستخدمة في النظام الدولي

البادئة Prefix	الرمز Symbol	المضروب فيه Multiplier	الترميز العلمي Scientific notation	مثال Example
فيمتو femto-	f	0.000000000000001	10^{-15}	فيمتو ثانية (fs) femtosecond (fs)
بيكو pico-	p	0.000000000001	10^{-12}	بيكو متر (pm) picometer (pm)
نانو nano-	n	0.000000001	10^{-9}	نانو متر (nm) nanometer (nm)
ميكرو micro-	μ	0.000001	10^{-6}	ميكرو جرام (μg) microgram (μg)
ميللي milli-	m	0.001	10^{-3}	ميللي أمبير (mA) milliampere (mA)
سنتي centi-	c	0.01	10^{-2}	سنتيمتر (cm) centimeter (cm)
ديسي deci-	d	0.1	10^{-1}	ديسيلتر (dL) deciliter (dL)
كيلو kilo-	k	1000	10^{3}	كيلو متر (km) kilometer (km)
ميجا mega-	M	1,000,000	10^{6}	ميجا جرام (Mg) megagram (Mg)
جيجا giga-	G	1,000,000,000	10^{9}	جيجا متر (Gm) gigameter (Gm)
تيرا tera-	T	1,000,000,000,000	10^{12}	تيرا هرتز (THz) terahertz (THz)

البادئات من الأصغر (فيمتو) إلى الأكبر (تيرا). البادئات الأكثر استخداماً: ميكرو (μ) ، كيلو (k).

The prefixes run from the smallest (femto) to the largest (tera). Commonly used: micro (μ) and kilo (k).

الطول (متر m):

Length (meter, m):

الوحدة Unit	الرمز Symbol	بالمتر In meters
ميجا متر megameter	Mm	10^6 m
كيلو متر kilometer	km	10^3 m
سنتي متر centimeter	cm	10^{-2} m
ميللي متر millimeter	mm	10^{-3} m
ميكرو متر micrometer	μm	10^{-6} m
نانو متر nanometer	nm	10^{-9} m

التحليل البعدي — Dimensional analysis

يُستخدم التحليل البعدي في أمرين: **معامل التحويل** و**التحقق من حل المسائل (صحة المعادلات)**.

Dimensional analysis is used for two things: **conversion factors** and **checking the solution of problems (the validity of equations)**.

معامل التحويل = 1 (نسبة بين قيمتين متساويتين، ويمكن كتابته بأي من الشكلين).

$1\ kg = 10^3\ g \implies 1\ kg / 10^3\ g = 1 \quad or \quad 10^3\ g / 1\ kg = 1$

A conversion factor = 1 (a ratio of two equal quantities; it can be written in either form).

$1\ kg = 10^3\ g \implies 1\ kg / 10^3\ g = 1$ or $10^3\ g / 1\ kg = 1$

مثال: $6\ nm = \ldots\ldots\ m$ ، علماً أن $1\ nm = 10^{-9}\ m$

الطريقة الأولى: $6\ nm / m = 6 \times 10^{-9} / 1 = 6 \times 10^{-9}\ m$

الطريقة الثانية: $6\ nm \times (10^{-9}\ m / 1\ nm) = 6 \times 10^{-9}\ m$

Example: $6\ nm = \ldots\ldots\ m$, given $1\ nm = 10^{-9}\ m$

Method 1: $6\ nm / m = 6 \times 10^{-9} / 1 = 6 \times 10^{-9}\ m$

Method 2: $6\ nm \times (10^{-9}\ m / 1\ nm) = 6 \times 10^{-9}\ m$

مثال: $5\ km = \ldots\ldots\ cm$ ، علماً أن $1\ km = 10^3\ m$ و $1\ cm = 10^{-2}\ m$

الطريقة الأولى: $5\ km / cm = 5 \times 10^3 / 10^{-2} = 500000\ cm = 5.0 \times 10^5\ cm$

الطريقة الثانية: $5\ km \times (10^3\ m / 1\ km) \times (1\ cm / 10^{-2}\ m) = 5 \times 10^3 / 10^{-2} = 5 \times 10^5\ cm$

Example: $5\ km = \ldots\ldots\ cm$, given $1\ km = 10^3\ m$ and $1\ cm = 10^{-2}\ m$

Method 1: $5\ km / cm = 5 \times 10^3 / 10^{-2} = 500000\ cm = 5.0 \times 10^5\ cm$

Method 2: $5\ km \times (10^3\ m / 1\ km) \times (1\ cm / 10^{-2}\ m) = 5 \times 10^3 / 10^{-2} = 5 \times 10^5\ cm$

مثال: ..... m/s = 120 km/h ، علماً أن 1 km = 10^3 m و 1 h = 3600 s

الطريقة الأولى: 120 km/h = 120 × 10^3 m / 3600 s = 33.1 m/s = 3.31 × 10^1 m/s

الطريقة الثانية: 120 km/h × (10^3 m / 1 km) × (1 h / 3600 s) = 120 × 10^3 / 3600 = 33.1 m/s

Example: 120 km/h = ... m/s, given 1 km = 10^3 m and 1 h = 3600 s

Method 1: 120 km/h = 120 × 10^3 m / 3600 s = 33.1 m/s = 3.31 × 10^1 m/s

Method 2: 120 km/h × (10^3 m / 1 km) × (1 h / 3600 s) = 120 × 10^3 / 3600 = 33.1 m/s

مثال: ..... km/h = 20 m/s ، علماً أن 1 m = 10^{-3} km و 1 s = (1/3600) h و 1 km = 10^3 m و 1 h = 3600 s

الطريقة الأولى: 20 m / 1 s = 20 × 10^{-3} / (1 ÷ 3600) = 72 km/h

الطريقة الثانية: 20 m/s × (1 km / 10^3 m) × (3600 s / 1 h) = 20 × 3600 / 10^3 = 72 km/h

Example: 20 m/s = ... km/h, given 1 m = 10^{-3} km, 1 s = (1/3600) h, 1 km = 10^3 m and 1 h = 3600 s

Method 1: 20 m / 1 s = 20 × 10^{-3} / (1 ÷ 3600) = 72 km/h

Method 2: 20 m/s × (1 km / 10^3 m) × (3600 s / 1 h) = 20 × 3600 / 10^3 = 72 km/h

التحقق من صحة المعادلة: الزمن = المسافة × السرعة ، هل المعادلة صحيحة؟

الطرف الأيسر = s

الطرف الأيمن = (m/s) × m = m^2/s

الأبعاد مختلفة ⟵ المعادلة غير صحيحة.

Checking an equation: time = distance × speed. Is the equation correct?

Left side = s

Right side = (m/s) × m = m^2/s

The dimensions are different, so the equation is not correct.

Significant figures — الأرقام المعنوية



Measuring a pen with a ruler

الأرقام غير الصفرية (من 1 إلى 9) ⟵ أرقام معنوية دائماً.

Non-zero digits (1 to 9) are always significant figures.

الأصفار بين رقمين غير صفريين ⟵ رقم معنوي.
الأصفار على يسار الرقم (مثل 0.0005 m) ⟵ لا تُعد.

Zeros between two non-zero digits are significant.
Zeros to the left of the first non-zero digit (e.g. 0.0005 m) are not counted.

الأصفار على يمين الرقم:
إذا لا توجد فاصلة (مثل 200 m) ⟵ لا تُعد.
إذا توجد فاصلة (مثل 2.00 m) ⟵ تُعد أرقاماً معنوية.

Zeros to the right of the digits:
If there is no decimal point (e.g. 200 m), they are not counted.
If there is a decimal point (e.g. 2.00 m), they are counted as significant.

القياس 138.1 m: الأرقام **المؤكدة** هي 138 ، والرقم الأخير (1) هو الرقم **غير المؤكد** (المقدَّر).

In the measurement 138.1 m: the digits 138 are the **certain** digits, and the last digit (1) is the **uncertain** (estimated) digit.

كم عدد الأرقام المعنوية؟

How many significant figures are there?

القياس Measurement	عدد الأرقام المعنوية Number of significant figures
123 m	3
2008 m	4
0.0005 m	1
2000 kg	1
0.005080 m	4
1.60×10^{-8} s	3

العمليات الحسابية — Calculations with significant figures

الضرب والقسمة: يكون عدد أرقام الناتج المعنوية يساوي عدد الأرقام المعنوية الأقل.

Multiplication and division: the number of significant figures in the result equals the smaller number of significant figures.

409.2 km / 11.4 h = 35.8947 km/h = 35.9 km/h (العدد 409.2 له 4 أرقام معنوية، و11.4 له 3 ⟵ الناتج 3 أرقام)

139 cm × 2.3 cm = 319.7 cm^2 = 320 cm^2 = 3.2×10^2 cm^2 (139 له 3 ، و2.3 له 2 ⟵ الناتج رقمان)

409.2 km / 11.4 h = 35.8947 km/h = 35.9 km/h (409.2 has 4 significant figures and 11.4 has 3, so the result has 3)

139 cm × 2.3 cm = 319.7 cm^2 = 320 cm^2 = 3.2×10^2 cm^2 (139 has 3 and 2.3 has 2, so the result has 2)

الجمع والطرح: يكون على يمين فاصلة الناتج عدد المنازل العشرية يساوي الحد الأقل من الأرقام (أقل عدد من المنازل العشرية).

Addition and subtraction: the result has as many digits to the right of the decimal point as the term with the fewest decimal places.

$3.86\ \text{m} + 2.4\ \text{m} = 6.26\ \text{m} = 6.3\ \text{m}$ (منزلتان و منزلة واحدة ⟵ منزلة واحدة)

$6.45\ \text{kg} - 2.384\ \text{kg} = 4.066\ \text{kg} = 4.07\ \text{kg}$ (منزلتان وثلاث منازل ⟵ منزلتان)

$3.86\ \text{m} + 2.4\ \text{m} = 6.26\ \text{m} = 6.3\ \text{m}$ (2 and 1 decimal places, so 1)

$6.45\ \text{kg} - 2.384\ \text{kg} = 4.066\ \text{kg} = 4.07\ \text{kg}$ (2 and 3 decimal places, so 2)

Questions · أسئلة

1 **الوحدات التالية تعد من النظام الدولي للوحدات SI ماعدا واحدة هي:**
The following units belong to the International System of Units (SI) except one:

المول Mole	**الأمبير** Ampere
الشمعة Candela	**السيليزيوس** Celsius

2 **أي من التالية من وحدات النظام الدولي؟**
Which of the following is an SI unit?

الفولت Volt	**النيوتن** Newton
الجول Joule	**الأمبير** Ampere

3 **أي من التالية ليست من وحدات النظام الدولي؟**
Which of the following is NOT an SI unit?

المتر Meter	**الثانية** Second
الكيلو جرام Kilogram	**الكيلو متر** Kilometer

4 **جميع الكميات الفيزيائية التالية مشتقة عدا واحدة هي:**
All of the following physical quantities are derived except one:

الكثافة Density	**الكتلة** Mass
التسارع Acceleration	**السرعة** Speed

5 **أي من الكميات التالية تمثل كمية أساسية؟**
Which of the following quantities is a base quantity?

السرعة Speed	**الضغط** Pressure
القوة Force	**درجة الحرارة** Temperature

6 **أي من الكميات التالية تمثل كمية مشتقة؟**
Which of the following quantities is a derived quantity?

السرعة Speed	**الطول** Length
كمية المادة Amount of substance	**درجة الحرارة** Temperature

7 **الوحدة الاساسية للتيار الكهربائي في النظام الدولي للوحدات هي:**

The SI base unit of electric current is:

المول Mole	**الكاندلا** Candela
الكلفن Kelvin	**الأمبير** Ampere

8 **يحتاج عامل في مصنع فولاذ إلى تسجيل درجة حرارة قضبان الفولاذ باستخدام الوحدة الأساسية، أي من الوحدات التالية يتوجب استخدامها ؟**

A worker in a steel factory needs to record the temperature of steel bars using the base unit. Which of the following units must be used?

درجة مئوية Degree Celsius	**رانكين** Rankine
كلفن Kelvin	**فهرنهايت** Fahrenheit

9 **أي من البادئات هي الكبرى؟**

Which of the following prefixes is the largest?

سنتي centi (c) = 10^{-2} = 1/100	**ميللي** milli (m) = 10^{-3} = 1/1000
ديسي deci (d) = 10^{-1} = 1/10	**كيلو** kilo (k) = 10^{3} = 1000

10 **أي من البادئات هي الصغرى؟**

Which of the following prefixes is the smallest?

سنتي centi	**ميللي** milli
ديسي deci	**كيلو** kilo

11 **البادئة التي تدل على مضاعف قدره (10^{6}) يسمى:**

The prefix that denotes a multiplier of 10^{6} is called:

ميكرو micro (μ) = 10^{-6}	**كيلو** kilo (k) = 10^{3}
ميجا mega (M) = 10^{6}	**جيجا** giga (G) = 10^{9}

12 **البادئة التي تدل على مضاعف قدره (10^{-6}) يسمى:**

The prefix that denotes a multiplier of 10^{-6} is called:

ميكرو micro (μ)	**كيلو** kilo
ميجا mega	**جيجا** giga

13 أي القيم التالية تساوي 0.0485 kg ؟

Which of the following values equals 0.0485 kg?

485 g	**4.85 g**
48.5 g	**4850 g**

14 كم كيلو هرتز في 750 ميجا هرتز؟

How many kilohertz are in 750 megahertz?

15 كم ثانية في السنة؟

How many seconds are there in a year?

16 أي السرعتين أكبر (40m/s) أم (140Km/h) ؟

Which speed is greater: 40 m/s or 140 km/h?

17 تبلغ فترة زمنية (4.0×10^{-3} s)، أي الآتية صحيح لهذه الفترة باستخدام البادئات؟

A time interval is 4.0×10^{-3} s. Which of the following correctly expresses this interval using prefixes?

4.0 µs	**4.0 ms**
4.0 ks	**4.0 ns**

18 أي القيم أدناه تساوي 86.2cm؟

Which of the values below equals 86.2 cm?

0.862 mm	**8.62 m**
8.62×10^{-4} km	**862 dm**

19 اعتماداً على المعادلة: $y = (6.0\ m/s) + (3.0\ m/s^2)\ x$ ما اسم الكمية الفيزيائية التي يمثلها الرمز x؟ وما وحدة قياسها المستخدمة في المعادلة؟

Based on the equation $y = (6.0\ m/s) + (3.0\ m/s^2)\ x$, what is the name of the physical quantity represented by the symbol x, and what is its unit in the equation?

الزمن Time — s	**الزمن** Time — Min
الطول Length — m	**الطول** Length — cm

20 سرعة الجسم هي المسافة التي يقطعها الجسم لكل وحدة زمنية.
ما وحدة قياس السرعة في النظام الدولي للوحدات؟
هل وحدة قياس السرعة كمية أساسية أم مشتقة؟

The speed of an object is the distance it travels per unit time.
What is the SI unit of speed?
Is the unit of speed a base or a derived quantity?

21 كثافة المادة هي ناتج قسمة كتلتها على حجمها.
a. اذكر وحدة قياس الكثافة في النظام الدولي للوحدات.
b. هل وحدة قياس الكثافة وحدة أساسية أم مشتقة؟

Density of a substance is the result of dividing its mass by its volume.
a. State the SI unit of density.
b. Is the unit of density a base or a derived unit?

22 اعتماداً على معادلتي السرعة والتسارع الخطي، أي المعادلات التالية صحيحة باستخدام التحليل البعدي؟

a = v / t v = d / t

Based on the equations of speed and linear acceleration, which of the following equations is correct using dimensional analysis?
a = v / t v = d / t

a × d = v / t	**a × d = v^2**
a × d = v^2 / t	**a × d = v / t^2**

23 أي من الصيغ التالية مكافئة لصيغة معادلة الطاقة الحركية؟

E = ½ m v^2

Which of the following forms is equivalent to the kinetic energy equation E = ½ m v^2?

m = 2E / v^2	**m = ½ E v^2**
m = 2 v^2 / E	**m = 2 E v^2**

24 ما الصيغة المكافئة للقانون: **D = m / V**

What is the equivalent form of the law D = m / V?

V = D / m	**V = m / D**
V = m D / V	**V = D m**

- يُقاس الضغط بوحدات الباسكال حيث: **1 Pa = kg/(m·s^2)**
هل تعرض العبارة التالية قياس الضغط بوحدات صحيحة؟

(0.55 kg)(2.1 m/s) / (9.8 m/s^2)

Pressure is measured in pascals, where 1 Pa = kg/(m·s^2). Does the following expression give a pressure with the correct units?
(0.55 kg)(2.1 m/s) / (9.8 m/s^2)

25 ما هو عدد الأرقام المعنوية في القياس **0.005041 m**؟

How many significant figures are in the measurement 0.005041 m?

3	**2**
5	**4**

26 ما هو عدد الأرقام المعنوية في القياس **2.002 m**؟

How many significant figures are in the measurement 2.002 m?

3	**2**
5	**4**

27 ما هو عدد الأرقام المعنوية في القياس 0.0021 m؟

How many significant figures are in the measurement 0.0021 m?

3	2
5	4

28 ما هو عدد الأرقام المعنوية في القياس 0.005041 m؟

How many significant figures are in the measurement 0.005041 m?

3	2
5	4

29 إذا كانت السيارة تقطع (434km) في (4.5h)، ما متوسط سرعة السيارة؟

If a car travels 434 km in 4.5 h, what is the average speed of the car?

30 ما مجموع (56+2.15+0.5643) مع مراعاة عدد الأرقام المعنوية الصحيح في الإجابة؟

What is the sum of (56 + 2.15 + 0.5643), taking into account the correct number of significant figures in the answer?

58	59
58.71	58.7143

31 استخدمت مريم المخبار المدرج لقياس حجم سائل غير معروف في مختبر الفيزياء وكان الحجم (46.00mL)، ثم طلبت منها المعلمة إضافة (1.20L) من الماء، ما الحجم النهائي للخليط بوحدة اللتر؟

Maryam used a graduated cylinder to measure the volume of an unknown liquid in the physics lab and found it to be 46.00 mL. Her teacher then asked her to add 1.20 L of water. What is the final volume of the mixture in liters?

1.66 L	1.25 L
47.2 L	5.8 L

32 أوجد ناتج العملية التالية باستخدام الأرقام المعنوية: 139 cm × 2.3 cm

Find the result of the following operation using significant figures: 139 cm × 2.3 cm

33 أوجد ناتج العملية التالية باستخدام الأرقام المعنوية: 13.79 g / 11.3 mL

Find the result of the following operation using significant figures: 13.79 g / 11.3 mL

34 ما مساحة ورقة مربعة أبعادها 3.6cm في 3.6cm مع مراعاة العدد الصحيح للأرقام المعنوية ؟

What is the area of a square sheet of paper with dimensions 3.6 cm by 3.6 cm, taking into account the correct number of significant figures?

13.0 cm^2	13 cm^2
12.96 cm^2	12.9 cm^2

Solved · الحل النموذجي

1 **الوحدات التالية تعد من النظام الدولي للوحدات SI ماعدا واحدة هي:**

The following units belong to the International System of Units (SI) except one:

المول Mole	**الأمبير** Ampere
الشمعة Candela	**السيليزيوس** Celsius ✔

2 **أي من التالية من وحدات النظام الدولي؟**

Which of the following is an SI unit?

الفولت Volt	**النيوتن** Newton
الجول Joule	**الأمبير** Ampere ✔

الأمبير وحدة أساسية في النظام الدولي (SI).

The ampere is an SI base unit.

3 **أي من التالية ليست من وحدات النظام الدولي؟**

Which of the following is NOT an SI unit?

المتر Meter	**الثانية** Second
الكيلو جرام Kilogram	**الكيلو متر** Kilometer ✔

4 **جميع الكميات الفيزيائية التالية مشتقة عدا واحدة هي:**

All of the following physical quantities are derived except one:

الكثافة Density	**الكتلة** Mass ✔
التسارع Acceleration	**السرعة** Speed

5 **أي من الكميات التالية تمثل كمية أساسية؟**

Which of the following quantities is a base quantity?

السرعة Speed	**الضغط** Pressure
القوة Force	**درجة الحرارة** Temperature ✔

6 **أي من الكميات التالية تمثل كمية مشتقة؟**

Which of the following quantities is a derived quantity?

الطول Length	**السرعة** Speed ✔
درجة الحرارة Temperature	**كمية المادة** Amount of substance

7 **الوحدة الاساسية للتيار الكهربائي في النظام الدولي للوحدات هي:**

The SI base unit of electric current is:

الكاندلا Candela	**المول** Mole
الأمبير Ampere ✔	**الكلفن** Kelvin

8 **يحتاج عامل في مصنع فولاذ إلى تسجيل درجة حرارة قضبان الفولاذ باستخدام الوحدة الأساسية، أي من الوحدات التالية يتوجب استخدامها ؟**

A worker in a steel factory needs to record the temperature of steel bars using the base unit. Which of the following units must be used?

رانكين Rankine	**درجة مئوية** Degree Celsius
فهرنهايت Fahrenheit	**كلفن** Kelvin ✔

9 **أي من البادئات هي الكبرى؟**

Which of the following prefixes is the largest?

ميللي milli (m) = 10^{-3} = 1/1000	**سنتي** centi (c) = 10^{-2} = 1/100
كيلو kilo (k) = 10^{3} = 1000 ✔	**ديسي** deci (d) = 10^{-1} = 1/10

10 **أي من البادئات هي الصغرى؟**

Which of the following prefixes is the smallest?

ميللي milli ✔	**سنتي** centi
كيلو kilo	**ديسي** deci

11 البادئة التي تدل على مضاعف قدره (10^6) يسمى:

The prefix that denotes a multiplier of 10^6 is called:

كيلو kilo (k) = 10^3	**ميكرو** micro (μ) = 10^{-6}
جيجا giga (G) = 10^9	**ميجا** mega (M) = 10^6 ✔

12 البادئة التي تدل على مضاعف قدره (10^{-6}) يسمى:

The prefix that denotes a multiplier of 10^{-6} is called:

كيلو kilo	**ميكرو** micro (μ) ✔
جيجا giga	**ميجا** mega

13 أي القيم التالية تساوي 0.0485 kg ؟

Which of the following values equals 0.0485 kg?

485 g	**4.85 g**
48.5 g ✔	**4850 g**

1 kg = 10^3 g 0.0485 ؛ kg × 10^3 g / 1 kg = 48.5 g

1 kg = 10^3 g; 0.0485 kg × (10^3 g / 1 kg) = 48.5 g

14 كم كيلو هرتز في 750 ميجا هرتز؟

How many kilohertz are in 750 megahertz?

1 MHz = 10^6 Hz 1 ؛ kHz = 10^3 Hz

750 MHz × (10^6 Hz / 1 MHz) × (1 kHz / 10^3 Hz) = 750 000 kHz = 7.5 × 10^5 kHz

750 MHz = 750 × 10^6 / 10^3 kHz = 750 000 kHz = 7.5 × 10^5 kHz

15 كم ثانية في السنة؟

How many seconds are there in a year?

1 year × 365 days × 24 h × 60 min × 60 s = 3.15 × 10^7 s

1 year = 365 days × 24 h × 60 min × 60 s = 3.15 × 10^7 s

16 أي السرعتين أكبر (40m/s) أم (140Km/h) ؟

Which speed is greater: 40 m/s or 140 km/h?

1 km = 10^3 m 1 ؛ h = 3600 s

140 km/h = 140 × 10^3 / 3600 = 38.9 m/s

الإجابة: (40 m/s) أكبر.

140 km/h = 38.9 m/s, so 40 m/s is the greater speed.

17 تبلغ فترة زمنية (4.0×10^{-3} s)، أي الآتية صحيح لهذه الفترة باستخدام البادئات؟

A time interval is 4.0×10^{-3} s. Which of the following correctly expresses this interval using prefixes?

4.0 µs	**4.0 ms** ✔
4.0 ks	**4.0 ns**

إذن 4.0×10^{-3} s = 4.0 ms ، 10^{-3} s = 1 ms

10^{-3} s = 1 ms, so 4.0×10^{-3} s = 4.0 ms

18 أي القيم أدناه تساوي 86.2cm؟

Which of the values below equals 86.2 cm?

0.862 mm	**8.62 m**
8.62×10^{-4} km ✔	**862 dm**

$86.2 \text{ cm} \times 10^{-2} = 0.862 \text{ m}$

$0.862 \text{ mm} \times 10^{-3} = 8.62 \times 10^{-4} \text{ m}$

$862 \text{ dm} \times 10^{-1} = 86.2 \text{ m}$

$8.62 \times 10^{-4} \text{ km} \times 10^{3} = 0.862 \text{ m}$

Converting each option to meters: only 8.62×10^{-4} km equals 0.862 m = 86.2 cm.

19 اعتماداً على المعادلة: $y = (6.0 \text{ m/s}) + (3.0 \text{ m/s}^2)\, x$ ما اسم الكمية الفيزيائية التي يمثلها الرمز x؟ وما وحدة قياسها المستخدمة في المعادلة؟

Based on the equation $y = (6.0 \text{ m/s}) + (3.0 \text{ m/s}^2)\, x$, what is the name of the physical quantity represented by the symbol x, and what is its unit in the equation?

الزمن Time — s ✔	**الزمن** Time — Min
الطول Length — m	**الطول** Length — cm

y له وحدة السرعة m/s ، لذا $(\text{m/s}^2) \times x = \text{m/s}$ ومنه x = ثانية (s) أي الزمن.

y has units of speed (m/s), so $(\text{m/s}^2) \times x = \text{m/s}$, hence x is time, in seconds (s).

20 سرعة الجسم هي المسافة التي يقطعها الجسم لكل وحدة زمنية.
ما وحدة قياس السرعة في النظام الدولي للوحدات؟
هل وحدة قياس السرعة كمية أساسية أم مشتقة؟

The speed of an object is the distance it travels per unit time.
What is the SI unit of speed?
Is the unit of speed a base or a derived quantity?

السرعة = المسافة / الزمن ؛ الوحدة: $\text{m/s} = \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ؛ كمية مشتقة.

Speed = distance / time; unit: $\text{m/s} = \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; it is a derived quantity.

21 كثافة المادة هي ناتج قسمة كتلتها على حجمها.
a. اذكر وحدة قياس الكثافة في النظام الدولي للوحدات.
b. هل وحدة قياس الكثافة وحدة أساسية أم مشتقة؟

Density of a substance is the result of dividing its mass by its volume.
a. State the SI unit of density.
b. Is the unit of density a base or a derived unit?

الكثافة = الكتلة / الحجم
a. $kg/m^3 = kg \cdot m^{-3}$
b. مشتقة.

Density = mass / volume
a. $kg/m^3 = kg \cdot m^{-3}$
b. Derived.

22 اعتماداً على معادلتي السرعة والتسارع الخطي، أي المعادلات التالية صحيحة باستخدام التحليل البعدي؟
a = v / t v = d / t

Based on the equations of speed and linear acceleration, which of the following equations is correct using dimensional analysis?
a = v / t v = d / t

$a \times d = v / t$	**$a \times d = v^2$** ✔
$a \times d = v^2 / t$	**$a \times d = v / t^2$**

$a = v/t$ ، $d = v \times t$
$a \times d = (v/t) \times v \times t = v^2$

$a = v/t$, $d = v \times t$, so $a \times d = (v/t) \times v \times t = v^2$

23 أي من الصيغ التالية مكافئة لصيغة معادلة الطاقة الحركية؟
$E = ½ m v^2$

Which of the following forms is equivalent to the kinetic energy equation $E = ½ m v^2$?

$m = 2E / v^2$ ✔	**$m = ½ E v^2$**
$m = 2 v^2 / E$	**$m = 2 E v^2$**

$E = m v^2 / 2 \Longrightarrow 2E = m v^2 \Longrightarrow m = 2E / v^2$

$E = m v^2/2 \Longrightarrow 2E = m v^2 \Longrightarrow m = 2E / v^2$

24 ما الصيغة المكافئة للقانون: **$D = m / V$**

What is the equivalent form of the law $D = m / V$?

$V = D / m$	**$V = m / D$** ✔
$V = m D / V$	**$V = D m$**

$D = m/V \Longrightarrow D V = m \Longrightarrow V = m / D$

$D = m/V \Longrightarrow D V = m \Longrightarrow V = m / D$

– **يُقاس الضغط بوحدات الباسكال حيث: $1\ Pa = kg/(m \cdot s^2)$**
هل تعرض العبارة التالية قياس الضغط بوحدات صحيحة؟
$(0.55\ kg)(2.1\ m/s) / (9.8\ m/s^2)$

Pressure is measured in pascals, where $1\ Pa = kg/(m \cdot s^2)$. Does the following expression give a pressure with the correct units?
$(0.55\ kg)(2.1\ m/s) / (9.8\ m/s^2)$

لا.
$(kg \cdot m/s) / (m/s^2) = kg \cdot (m/s) \cdot (s^2/m) = kg \cdot s$ وهي ليست وحدة الباسكال.

No.
$(kg \cdot m/s) / (m/s^2) = kg \cdot s$, which is not the pascal.

25 **ما هو عدد الأرقام المعنوية في القياس 0.005041 m؟**

How many significant figures are in the measurement 0.005041 m?

3	**2**
5	**4** ✔

الأصفار على يسار الرقم لا تُعد؛ الأرقام 5 0 4 1 معنوية = 4.

Leading zeros do not count; 5, 0, 4, 1 are significant = 4.

26 **ما هو عدد الأرقام المعنوية في القياس 2.002 m؟**

How many significant figures are in the measurement 2.002 m?

3	**2**
5	**4** ✔

الصفران بين رقمين معنويان = 4.

The zeros between two digits are significant = 4.

27 **ما هو عدد الأرقام المعنوية في القياس 0.0021 m؟**

How many significant figures are in the measurement 0.0021 m?

3	**2** ✔
5	**4**

الأصفار على اليسار لا تُعد = 2.

Leading zeros do not count = 2.

28 **ما هو عدد الأرقام المعنوية في القياس 0.005041 m؟**

How many significant figures are in the measurement 0.005041 m?

3	**2**
5	**4** ✔

الأصفار على اليسار لا تُعد = 4.

Leading zeros do not count = 4.

29 **إذا كانت السيارة تقطع (434km) في (4.5h)، ما متوسط سرعة السيارة؟**

If a car travels 434 km in 4.5 h, what is the average speed of the car?

السرعة = المسافة / الزمن = 434 km / 4.5 h = 96.444 km/h = 96 km/h (رقمان معنويان).

Speed = distance / time = 434 km / 4.5 h = 96.444 km/h ≈ 96 km/h (2 significant figures).

30 **ما مجموع (56+2.15+0.5643) مع مراعاة عدد الأرقام المعنوية الصحيح في الإجابة؟**

What is the sum of (56 + 2.15 + 0.5643), taking into account the correct number of significant figures in the answer?

58	**59** ✔
58.71	**58.7143**

56 + 2.15 + 0.5643 = 58.7143 ؛ 56 ليس له منازل عشرية فيُقرَّب الناتج إلى عدد صحيح = 59.

56 + 2.15 + 0.5643 = 58.7143; 56 has no decimal places, so the sum is rounded to a whole number = 59.

31 **استخدمت مريم المخبار المدرج لقياس حجم سائل غير معروف في مختبر الفيزياء وكان الحجم (46.00mL)، ثم طلبت منها المعلمة إضافة (1.20L) من الماء، ما الحجم النهائي للخليط بوحدة اللتر؟**

Maryam used a graduated cylinder to measure the volume of an unknown liquid in the physics lab and found it to be 46.00 mL. Her teacher then asked her to add 1.20 L of water. What is the final volume of the mixture in liters?

1.66 L	**1.25 L** ✔
47.2 L	**5.8 L**

46.00 mL × 10^{-3} = 0.04600 L 0.04600 ؛ L + 1.20 L = 1.246 L = 1.25 L

46.00 mL = 0.04600 L; 0.04600 L + 1.20 L = 1.246 L ≈ 1.25 L (2 decimal places).

32 **أوجد ناتج العملية التالية باستخدام الأرقام المعنوية: 139 cm × 2.3 cm**

Find the result of the following operation using significant figures: 139 cm × 2.3 cm

139 cm × 2.3 cm = 319.7 cm^2 = 320 cm^2 = 3.2 × 10^2 cm^2 (رقمان معنويان).

139 × 2.3 = 319.7 cm^2 ≈ 320 cm^2 = 3.2 × 10^2 cm^2 (2 significant figures).

33 **أوجد ناتج العملية التالية باستخدام الأرقام المعنوية: 13.79 g / 11.3 mL**

Find the result of the following operation using significant figures: 13.79 g / 11.3 mL

13.79 g / 11.3 mL = 1.22039 g/mL = 1.22 g/mL (ثلاثة أرقام معنوية).

13.79 / 11.3 = 1.22039 g/mL ≈ 1.22 g/mL (3 significant figures).

34 **ما مساحة ورقة مربعة أبعادها 3.6cm في 3.6cm مع مراعاة العدد الصحيح للأرقام المعنوية ؟**

What is the area of a square sheet of paper with dimensions 3.6 cm by 3.6 cm, taking into account the correct number of significant figures?

13.0 cm^2	**13 cm^2** ✔
12.96 cm^2	**12.9 cm^2**

المساحة = الطول × العرض = 3.6 cm × 3.6 cm = 12.96 cm^2 = 13 cm^2 (رقمان معنويان).

Area = length × width = 3.6 × 3.6 = 12.96 cm^2 ≈ 13 cm^2 (2 significant figures).

الدرس الثالث: القياس
Lesson 3: Measurement

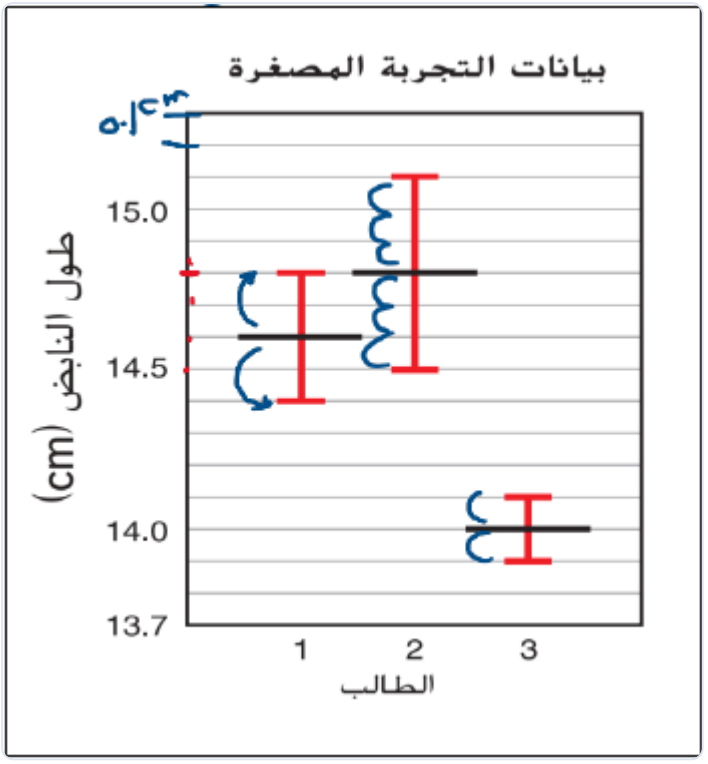
القياس
Measurement

القياس: مقارنة كمية مجهولة بأخرى معيارية.

Measurement: comparing an unknown quantity with a standard quantity.

جهاز القياس Measuring device	كمية معيارية Standard quantity	كمية مجهولة Unknown quantity
الميزان Balance	الجرام - الكيلوجرام Gram - kilogram	كتلة صندوق Mass of a box
الشريط المتري Measuring tape	المتر Metre	طول الصف Length of the classroom
ساعة الإيقاف Stopwatch	الثانية Second	الزمن Time

هامش الخطأ: قياسات الطلاب لطول نابض
Error margin: students' measurements of a spring length



Mini-experiment data: length of the spring (cm) for students 1, 2 and 3

الطالب 1: 14.6 ± 0.2 cm ، أي أن القياس يقع بين 14.4 cm و 14.8 cm.

Student 1: 14.6 ± 0.2 cm, so the measurement lies between 14.4 cm and 14.8 cm.

الطالب 2: 14.8 ± 0.3 cm ، أي أن القياس يقع بين 14.5 cm و 15.1 cm.

Student 2: 14.8 ± 0.3 cm, so the measurement lies between 14.5 cm and 15.1 cm.

الطالب 3: 14.0 ± 0.1 cm ، أي أن القياس يقع بين 13.9 cm و 14.1 cm.

Student 3: 14.0 ± 0.1 cm, so the measurement lies between 13.9 cm and 14.1 cm.

الطالب 3 أقل هامش خطأ ← أكثر ضبطاً.

Student 3 has the smallest error margin, so his measurement is the most precise (most consistent).

إذا كان الطول الحقيقي للنابض 14.8 cm ← الطالب 2 أكثر دقة.

If the true length of the spring is 14.8 cm, Student 2 is the most accurate.

Accuracy and precision — الدقة والضبط

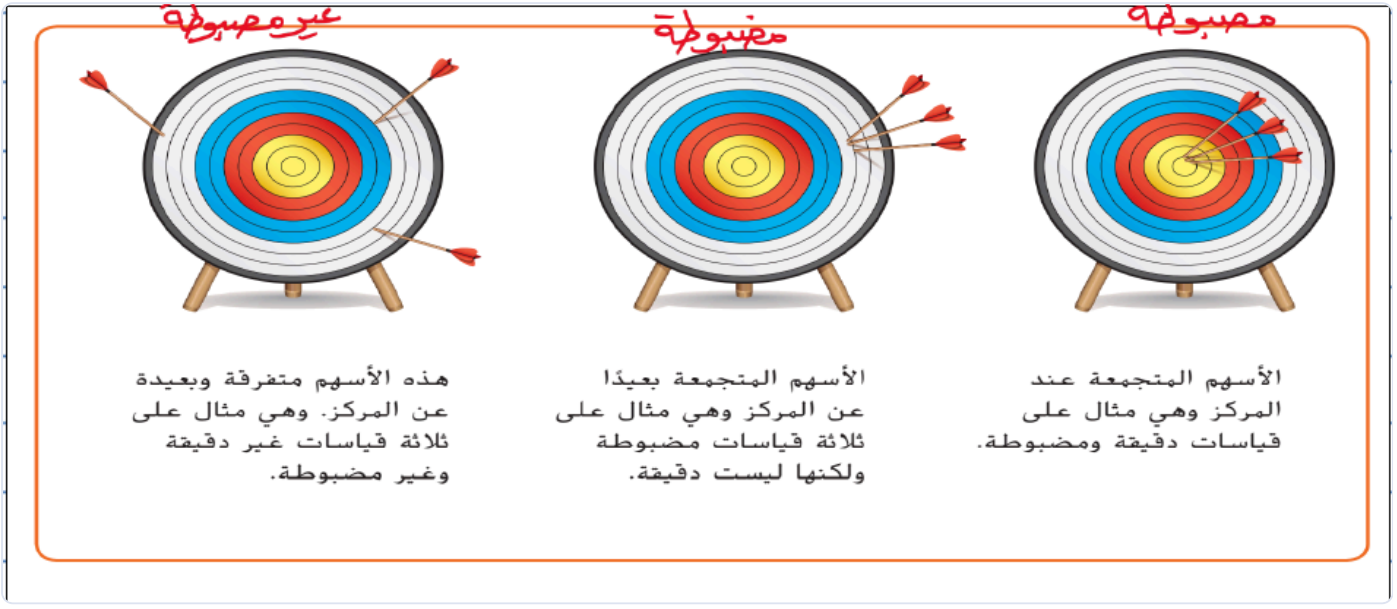
الضبط Precision	الدقة Accuracy
درجة توافق القياسات المختلفة (مقارنة القياسات مع بعضها). The degree of agreement among different measurements (comparing the measurements with each other).	مدى اتفاق نتائج القياس مع القيمة الحقيقية (مقارنة القياسات مع القياس الحقيقي). How close the measurement results are to the true value (comparing the measurements with the true measurement).

الأداة الأقل تدريجاً ← أكثر ضبطاً. المسطرة A: الأكثر ضبطاً.

The instrument with the smaller scale division is more precise. Ruler A is the most precise.



Ruler A (finer divisions) and ruler B



Archery targets. Right: accurate and precise (arrows clustered at the centre). Middle: precise but not accurate (arrows clustered away from the centre). Left: neither accurate nor precise (arrows scattered and far from the centre).

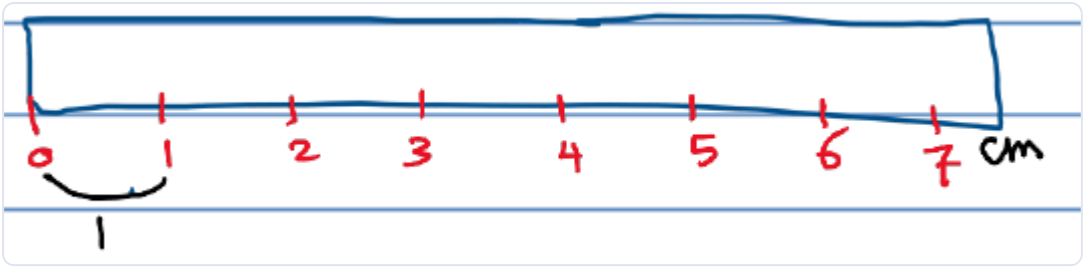
دقيقة ومضبوطة (الأسهم المتجمعة عند المركز) — غير دقيقة ومضبوطة (الأسهم المتجمعة بعيداً عن المركز) — غير دقيقة وغير مضبوطة (الأسهم متفرقة وبعيدة عن المركز).

Accurate and precise (arrows grouped at the centre); not accurate but precise (arrows grouped away from the centre); not accurate and not precise (arrows scattered and far from the centre).

دقة القياس — Precision of the measuring instrument

دقة القياس = نصف أصغر تدريج.

Precision (resolution) of a measurement = half of the smallest scale division.



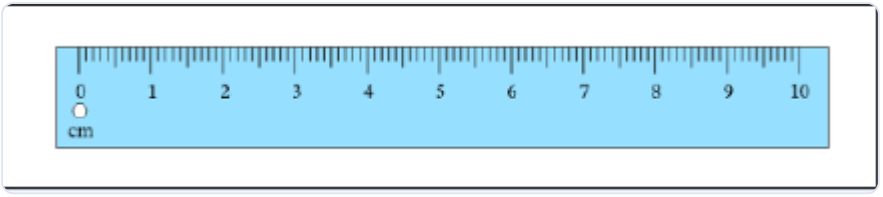
Ruler with smallest division = 1 cm

أصغر تدريج = 1 cm ← دقة القياس = ½ cm = 0.5 cm

Smallest division = 1 cm, so the measurement precision = ½ cm = 0.5 cm

أصغر تدريج = طرح تدريجين ÷ عدد الأقسام بينهما = 1 mm = 0.1 cm = (3 − 2) / 10

Smallest division = (difference between two marked values) ÷ (number of subdivisions between them) = (3 − 2) / 10 = 0.1 cm = 1 mm



Ruler marked in cm (0 to 10)

أصغر تدريج = 1 mm = 0.1 cm

دقة الأداة = 0.5 mm = 1 mm / 2 = 0.1 cm / 2 = 0.05 cm

Smallest division = 0.1 cm = 1 mm. Instrument precision = 0.1 cm / 2 = 0.05 cm = 1 mm / 2 = 0.5 mm

التحويل: cm × 10 → mm

Conversion: cm × 10 → mm

التحقق من دقة القياس: معايرة الجهاز (أول قراءة = صفر)، خلوه من عيوب التصنيع، الفحص الدوري للأجهزة.

Checking the accuracy of measurement: calibrating the instrument (the first reading should be zero), making sure it is free of manufacturing defects, and inspecting instruments periodically.

من تقنيات القياس الجيد — Good measurement techniques

استخدام الأدوات بطريقة صحيحة.

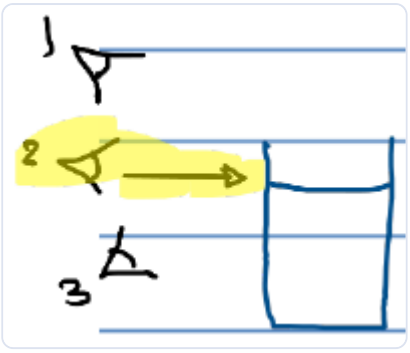
Use the instruments correctly.

النظر عمودياً إلى القراءة وبعين واحدة.

Look perpendicularly at the reading, with one eye.

اختلاف زاوية النظر: التغير الظاهري في القياس عند النظر من زوايا مختلفة.

Parallax: the apparent change in a measurement when it is viewed from different angles.



Viewing positions 1, 2, 3 of a liquid level; position 2 (level with the mark) is correct

مثال: قياس كتلة — Example: students measuring a mass

الكتلة الحقيقية (320 g).

The true mass is 320 g.

الطالب Student	المحاولة 1 Trial 1	المحاولة 2 Trial 2	المحاولة 3 Trial 3
محمود Mahmoud	318 g	319 g	322 g
حمدان Hamdan	423 g	418 g	421 g
آدم Adam	250 g	371 g	413 g
سلطان Sultan	623 g	618 g	621 g

إذا كانت الكتلة الحقيقية 320 g:
الأكثر ضبطاً: محمود | الأقل ضبطاً: آدم
الأكثر دقة: محمود | الأقل دقة: سلطان

If the true mass is 320 g:
Most precise: Mahmoud | Least precise: Adam
Most accurate: Mahmoud | Least accurate: Sultan

نظام تحديد المواقع العالمي GPS — GPS

مثال على الدقة والضبط في القياس: 24 قمراً صناعياً.

An example of accuracy and precision in measurement: it uses 24 artificial satellites.

Questions · أسئلة

1 **في الشكل المقابل: ما اسم الكمية الفيزيائية وما وحدة قياسها في النظام الدولي للوحدات؟**

In the figure: what is the name of the physical quantity and what is its unit in the SI system?



كمية المادة — مول Amount of substance — mole	**الكتلة — جرام** Mass — gram
كمية المادة — كيلو جرام Amount of substance — kilogram	**الكتلة — كيلو جرام** Mass — kilogram

2 **قاس أحمد طول قلم باستخدام المسطرة نفسها فحصل على القياسات (15.9cm , 16.0cm , 16.1cm)، علماً بأن طول القلم (15.0cm)، أي من الآتية وصف صحيح لقياسات أحمد؟**

Ahmad measured the length of a pen with the same ruler and obtained 15.9 cm, 16.0 cm, 16.1 cm. The true length of the pen is 15.0 cm. Which description of Ahmad's measurements is correct?

دقيقة ومضبوطة Accurate and precise	**دقيقة وغير مضبوطة** Accurate but not precise
غير دقيقة ومضبوطة Not accurate but precise	**غير دقيقة وغير مضبوطة** Neither accurate nor precise

3 **اعتماداً على الشكل المجاور:**

- **اكتب قياس طول القلم متضمناً ثلاثة أرقام معنوية.**
- **اكتب قياس طول القلم متضمناً هامش الخطأ.**
- **اكتب مصدراً شائعاً يؤثر في دقة القياس باستخدام المسطرة.**

Based on the figure: (a) write the length of the pen with three significant figures; (b) write the length of the pen including the error margin; (c) write a common source that affects the accuracy of measurement with a ruler.



4 **تم الحصول على هذه القيم لكتلة قضيب معدني (8.83g – 8.84g – 8.82g)، و الكتلة الحقيقية المعروفة هي (10.68g)، فتكون هذه القياسات :**

These values were obtained for the mass of a metal rod: 8.82 g, 8.84 g, 8.83 g. The known true mass is 10.68 g. These measurements are:

دقيقة Accurate	**مضبوطة** Precise
مضبوطة ودقيقة Precise and accurate	**غير مضبوطة وغير دقيقة** Neither precise nor accurate

5 **في الشكل المقابل: ما اسم الكمية الفيزيائية وما مقدار القياس؟**

In the figure: what is the name of the physical quantity and what is the value of the measurement?



التيار الكهربائي — 3.3A Electric current — 3.3 A	**التيار الكهربائي — 3.5A** Electric current — 3.5 A
شدة الإضاءة — 3.3A Luminous intensity — 3.3 A	**شدة الإضاءة — 3.5A** Luminous intensity — 3.5 A

6 **اعتماداً على الجدول المجاور لقياس ارتفاع سبورة عن الأرض والذي قام به أربعة طلاب لكلٍ منهم ثلاث محاولات قياس، إذا علمت أن الارتفاع الحقيقي للسبورة عن الأرض (80.1cm).**
أجب عما يلي:
1- أي الطلاب كانت قياساته أكثر ضبطاً؟
2- أي الطلاب كانت قياساته أكثر دقة؟

Based on the table of measurements of the height of a board above the floor, made by four students with three trials each, and given that the true height is 80.1 cm, answer: (1) Which student's measurements were the most precise? (2) Which student's measurements were the most accurate?

الطالب	المحاولة 1	المحاولة 2	المحاولة 3
محمد	82.1 cm	81.9 cm	82.0 cm
سالم	81.1 cm	79.6 cm	83.1 cm
عبدالله	82.8 cm	84.1 cm	81.3 cm
حمدان	79.8 cm	80.3 cm	79.9 cm

7 **تزن كتلة أحد خزانات الماء 3.64Kg عندما يكون فارغاً و 51.8kg عندما يكون ممتلئاً إلى مستوى معين. ما كتلة الماء في الخزان؟**

An empty water tank has a mass of 3.64 kg and 51.8 kg when filled to a certain level. What is the mass of water in the tank?

8 **يبلغ طول غرفة ما 16.40m وعرضها 4.5m وارتفاعها 3.26m ، فما الحجم الذي تحويه الغرفة ؟**

A room has length 16.40 m, width 4.5 m and height 3.26 m. What is the volume of the room?

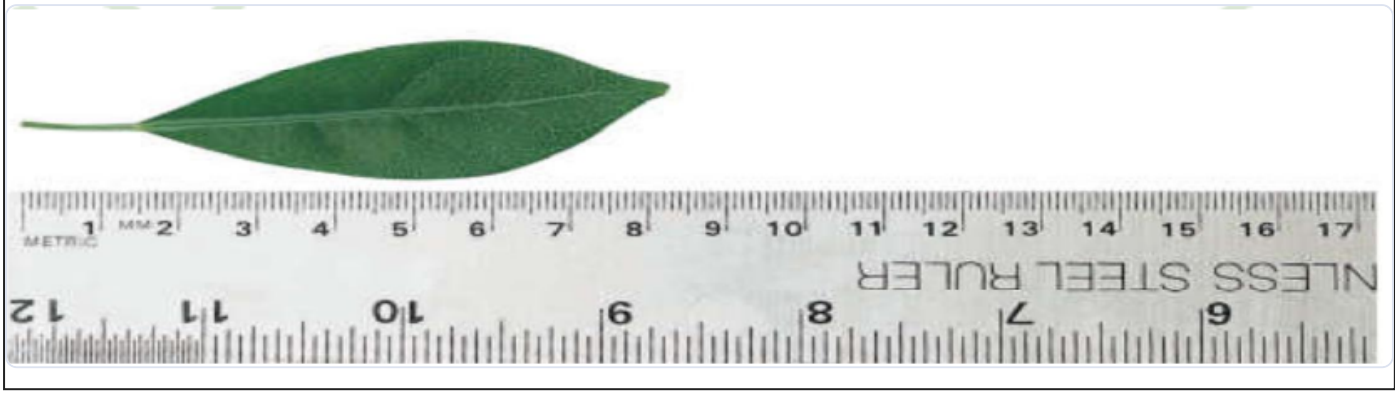
9 **اكتب قياس الجهاز الموضح في الشكل متضمناً هامش الخطأ**

Write the measurement shown by the instrument in the figure, including the error margin.



10 **ما طول ورقة النبات؟ استخدم هامش الخطأ في قياسك؟**

What is the length of the plant leaf? Use the error margin in your measurement.



11 **توجد علامة على المخبار المدرج كل 1mL ، ما مدى دقة القياس لهذا المخبار ؟**

A graduated cylinder has a mark every 1 mL. What is the precision of measurement of this cylinder?

12 **يستخدم مختبران طريقة التأريخ بالكربون المشع لقياس عمر مقبضي رمح خشبيين عُثر عليهما في المقبرة نفسها، عثر المختبر (أ) على عمر المقبض الأول يبلغ 2250±40 سنة . بينما عثر المختبر (ب) على عمر المقبض الثاني يبلغ 2215±50 سنة. أي الخيارات التالية صحيحة؟**

Two laboratories use radiocarbon dating to measure the age of two wooden spear handles found in the same tomb. Laboratory (A) finds the age of the first handle to be 2250 ± 40 years, while laboratory (B) finds the age of the second handle to be 2215 ± 50 years. Which of the following options is correct?

قراءة المختبر (أ) أكثر دقة من قراءة المختبر (ب)
Laboratory A's reading is more accurate than laboratory B's

قراءة المختبر (أ) أقل دقة من قراءة المختبر (ب)
Laboratory A's reading is less accurate than laboratory B's

قراءة المختبر (أ) أكثر ضبطاً من قراءة المختبر (ب)
Laboratory A's reading is more precise than laboratory B's

قراءة المختبر (أ) أقل ضبطاً من قراءة المختبر (ب)
Laboratory A's reading is less precise than laboratory B's

Solved · الحل النموذجي

1 **في الشكل المقابل: ما اسم الكمية الفيزيائية وما وحدة قياسها في النظام الدولي للوحدات؟**

In the figure: what is the name of the physical quantity and what is its unit in the SI system?



كمية المادة — مول Amount of substance — mole	**الكتلة — جرام** Mass — gram
كمية المادة — كيلو جرام Amount of substance — kilogram	**الكتلة — كيلو جرام** Mass — kilogram ✔

الكمية هي الكتلة، ووحدتها في النظام الدولي: كيلو جرام.

The quantity is mass; its SI unit is the kilogram.

2 **قاس أحمد طول قلم باستخدام المسطرة نفسها فحصل على القياسات (15.9cm , 16.0cm , 16.1cm)، علماً بأن طول القلم (15.0cm)، أي من الآتية وصف صحيح لقياسات أحمد؟**

Ahmad measured the length of a pen with the same ruler and obtained 15.9 cm, 16.0 cm, 16.1 cm. The true length of the pen is 15.0 cm. Which description of Ahmad's measurements is correct?

دقيقة ومضبوطة Accurate and precise	**دقيقة وغير مضبوطة** Accurate but not precise
غير دقيقة ومضبوطة Not accurate but precise ✔	**غير دقيقة وغير مضبوطة** Neither accurate nor precise

القياسات متقاربة فيما بينها (مضبوطة) لكنها بعيدة عن القيمة الحقيقية 15.0 cm (غير دقيقة).

The readings agree closely with each other (precise) but are far from the true value of 15.0 cm (not accurate).

3 **اعتماداً على الشكل المجاور:**

- **اكتب قياس طول القلم متضمناً ثلاثة أرقام معنوية.**
- **اكتب قياس طول القلم متضمناً هامش الخطأ.**
- **اكتب مصدراً شائعاً يؤثر في دقة القياس باستخدام المسطرة.**

Based on the figure: (a) write the length of the pen with three significant figures; (b) write the length of the pen including the error margin; (c) write a common source that affects the accuracy of measurement with a ruler.



أصغر تدريج = (1 − 0)/10 = 0.1 cm = 1 mm ← دقة القياس = 0.1/2 = 0.05 cm = 1 mm/2 = 0.5 mm.
القياس بثلاثة أرقام معنوية: 13.8 cm = 138 mm
القياس مع هامش الخطأ: 13.8 ± 0.05 cm = 138 ± 0.5 mm
المصدر الشائع: عدم البدء من الصفر، أو اختلاف زاوية النظر.

Smallest division = (1 − 0)/10 = 0.1 cm = 1 mm, so the precision = 0.1/2 = 0.05 cm = 1 mm/2 = 0.5 mm.
Three significant figures: 13.8 cm = 138 mm
With error margin: 13.8 ± 0.05 cm = 138 ± 0.5 mm
Common source: not starting from the zero mark, or parallax (viewing angle).

4 **تم الحصول على هذه القيم لكتلة قضيب معدني (8.82g – 8.84g – 8.83g)، و الكتلة الحقيقية المعروفة هي (10.68g)، فتكون هذه القياسات :**

These values were obtained for the mass of a metal rod: 8.82 g, 8.84 g, 8.83 g. The known true mass is 10.68 g. These measurements are:

مضبوطة Precise ✔	**دقيقة** Accurate
غير مضبوطة وغير دقيقة Neither precise nor accurate	**مضبوطة ودقيقة** Precise and accurate

مضبوطة وغير دقيقة: القياسات متقاربة لكنها بعيدة عن 10.68 g.

Precise but not accurate: the readings agree closely but are far from 10.68 g.

5 **في الشكل المقابل: ما اسم الكمية الفيزيائية وما مقدار القياس؟**

In the figure: what is the name of the physical quantity and what is the value of the measurement?



التيار الكهربائي — 3.5A Electric current — 3.5 A ✔	**التيار الكهربائي — 3.3A** Electric current — 3.3 A
شدة الإضاءة — 3.5A Luminous intensity — 3.5 A	**شدة الإضاءة — 3.3A** Luminous intensity — 3.3 A

الوحدة أمبير فالكمية هي التيار الكهربائي. أصغر تدريج = (1 − 0)/5 = 0.2 A. المؤشر عند 3.5 A.

The unit is the ampere, so the quantity is electric current. Smallest division = (1 − 0)/5 = 0.2 A. The pointer reads 3.5 A.

6 **اعتماداً على الجدول المجاور لقياس ارتفاع سبورة عن الأرض والذي قام به أربعة طلاب لكلٍ منهم ثلاث محاولات قياس، إذا علمت أن الارتفاع الحقيقي للسبورة عن الأرض (80.1cm).**
أجب عما يلي:
1- أي الطلاب كانت قياساته أكثر ضبطاً؟
2- أي الطلاب كانت قياساته أكثر دقة؟

Based on the table of measurements of the height of a board above the floor, made by four students with three trials each, and given that the true height is 80.1 cm, answer: (1) Which student's measurements were the most precise? (2) Which student's measurements were the most accurate?

الطالب	المحاولة 1	المحاولة 2	المحاولة 3
محمد	82.1 cm	81.9 cm	82.0 cm
سالم	81.1 cm	79.6 cm	83.1 cm
عبدالله	82.8 cm	84.1 cm	81.3 cm
حمدان	79.8 cm	80.3 cm	79.9 cm

1- محمد (قياساته متقاربة فيما بينها، الفرق بين أول محاولتين 0.2 cm).
2- حمدان (قياساته الأقرب إلى القيمة الحقيقية 80.1 cm).

1- Mohammed (his readings agree most closely with each other; the first two trials differ by 0.2 cm).
2- Hamdan (his readings are closest to the true value, 80.1 cm).

7 **تزن كتلة أحد خزانات الماء 3.64Kg عندما يكون فارغاً و 51.8kg عندما يكون ممتلئاً إلى مستوى معين. ما كتلة الماء في الخزان؟**

An empty water tank has a mass of 3.64 kg and 51.8 kg when filled to a certain level. What is the mass of water in the tank?

كتلة الماء = 51.8 kg − 3.64 kg = 48.16 kg = 48.2 kg (يُقرَّب إلى أقل عدد من المنازل العشرية).

Mass of water = 51.8 kg − 3.64 kg = 48.16 kg ≈ 48.2 kg (rounded to the fewest decimal places).

8 **يبلغ طول غرفة ما 16.40m وعرضها 4.5m وارتفاعها 3.26m ، فما الحجم الذي تحويه الغرفة ؟**

A room has length 16.40 m, width 4.5 m and height 3.26 m. What is the volume of the room?

الحجم = الطول × العرض × الارتفاع = 2.4 × 10² m³ ≈ 240 m³ = 240.588 m³ = 16.40 m × 4.5 m × 3.26 m (رقمان معنويان، أقل عدد في القياسات).

Volume = length × width × height = 3.26 m × 4.5 m × 16.40 m = 240.588 m³ ≈ 240 m³ = 2.4 × 10² m³ (two significant figures, the fewest among the measurements).

9 **اكتب قياس الجهاز الموضح في الشكل متضمناً هامش الخطأ**

Write the measurement shown by the instrument in the figure, including the error margin.



أصغر تدريج = (1 − 0)/5 = 0.2 A ← دقة القياس = 0.2/2 = 0.1 A.

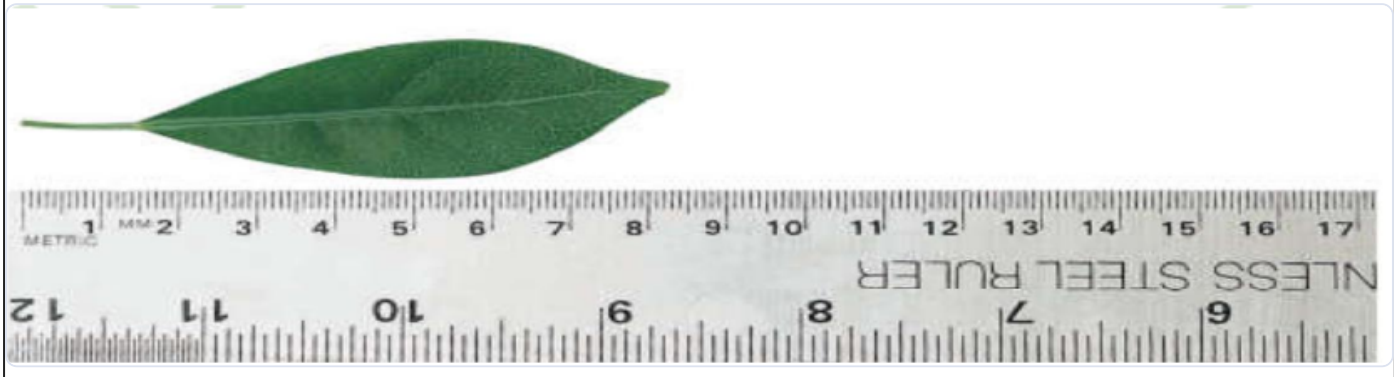
القياس: 3.6 ± 0.1 A

Smallest division = (1 − 0)/5 = 0.2 A, so precision = 0.2/2 = 0.1 A.

Measurement: 3.6 ± 0.1 A

10 **ما طول ورقة النبات؟ استخدم هامش الخطأ في قياسك؟**

What is the length of the plant leaf? Use the error margin in your measurement.



أصغر تدريج = 1 mm = 0.1 cm ← دقة القياس = 0.5 mm = 0.05 cm.

طول الورقة: 83 ± 0.5 mm = 8.3 ± 0.05 cm

Smallest division = 0.1 cm = 1 mm, so precision = 0.05 cm = 0.5 mm.

Leaf length: 8.3 ± 0.05 cm = 83 ± 0.5 mm

11 **توجد علامة على المخبار المدرج كل 1mL ، ما مدى دقة القياس لهذا المخبار ؟**

A graduated cylinder has a mark every 1 mL. What is the precision of measurement of this cylinder?

دقة القياس = 1 mL / 2 = 0.5 mL

Precision = 1 mL / 2 = 0.5 mL

12 **يستخدم مختبران طريقة التأريخ بالكربون المشع لقياس عمر مقبضي رمح خشبيين عُثر عليهما في المقبرة نفسها، عثر المختبر (أ) على عمر المقبض الأول يبلغ 2250±40 سنة . بينما عثر المختبر (ب) على عمر المقبض الثاني يبلغ 2215±50 سنة. أي الخيارات التالية صحيحة؟**

Two laboratories use radiocarbon dating to measure the age of two wooden spear handles found in the same tomb. Laboratory (A) finds the age of the first handle to be 2250 ± 40 years, while laboratory (B) finds the age of the second handle to be 2215 ± 50 years. Which of the following options is correct?

قراءة المختبر (أ) أكثر دقة من قراءة المختبر (ب)
Laboratory A's reading is more accurate than laboratory B's

قراءة المختبر (أ) أقل دقة من قراءة المختبر (ب)
Laboratory A's reading is less accurate than laboratory B's

قراءة المختبر (أ) أكثر ضبطاً من قراءة المختبر (ب)
Laboratory A's reading is more precise than laboratory B's
✔

قراءة المختبر (أ) أقل ضبطاً من قراءة المختبر (ب)
Laboratory A's reading is less precise than laboratory B's

الأكثر ضبطاً هو الأقل هامش خطأ (40 سنة أقل من 50 سنة).

The more precise reading is the one with the smaller error margin (40 years < 50 years).

الدرس الرابع: تمثيل البيانات بيانياً — Lesson 4: Graphing Data

العوامل — Variables (Factors)

المتغير المستقل (X): هو العامل المستخدم أثناء التحقق العلمي، ويتم التحكم به (تغييره) بواسطة الباحث، ويُمثَّل على المحور الأفقي (محور X).

Independent variable (X): the factor that is used (changed) during a scientific investigation and is controlled by the experimenter; it is plotted on the horizontal axis (x-axis).

المتغير التابع (Y): يعتمد على المتغير المستقل، ويتغير بتغير المتغير المستقل، ويُمثَّل على المحور الرأسي (محور Y).

Dependent variable (Y): it depends on the independent variable and changes as the independent variable changes; it is plotted on the vertical axis (y-axis).

الثابت: عامل لا يتغير خلال التجربة.

Constant: a factor that does not change during the experiment.

مثال: يتغير طول الزنبرك بتغير الكتلة المعلقة فيه.
المتغير المستقل: الكتلة المعلقة.
المتغير التابع: طول الزنبرك.
الثوابت: نوع الزنبرك، درجة الحرارة.

Example: the length of a spring changes as the mass hung on it changes.
Independent variable: the hanging mass.
Dependent variable: the length of the spring.
Constants: the type of spring, the temperature.

الخط الأكثر مطابقة (الأفضل مطابقة) يكون بالقرب من جميع النقاط، وهو أفضل لبناء التوقعات من نقطة واحدة.

The best-fit line is the line that lies closest to all of the data points; it is better for making predictions than relying on a single point.

العلاقات — Types of Relationships

العلاقات نوعان: علاقة خطية، وعلاقات غير خطية (تربيعية وعكسية).

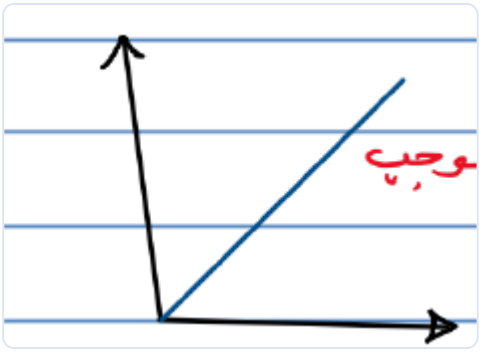
Relationships are of two kinds: linear, and nonlinear (quadratic and inverse).

العلاقة الخطية: المعادلة $Y = mx + b$
الميل: $m = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$
b : نقطة التقاطع مع محور Y.

Linear relationship: equation $Y = mx + b$
Slope: $m = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$
b: the y-intercept (where the line crosses the y-axis).

الميل موجب: الخط يصعد إلى أعلى.

Positive slope: the line rises.



Linear, positive slope

الميل سالب: الخط يهبط إلى أسفل.

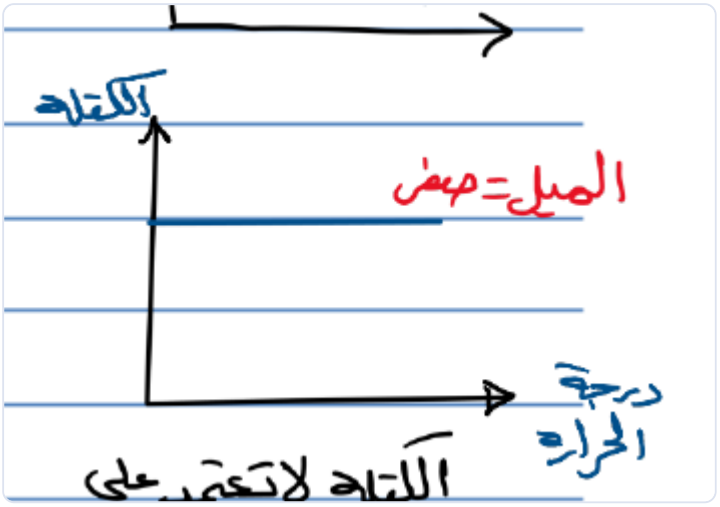
Negative slope: the line falls.



Linear, negative slope

الميل = صفر: الكتلة لا تعتمد على درجة الحرارة (خط أفقي).

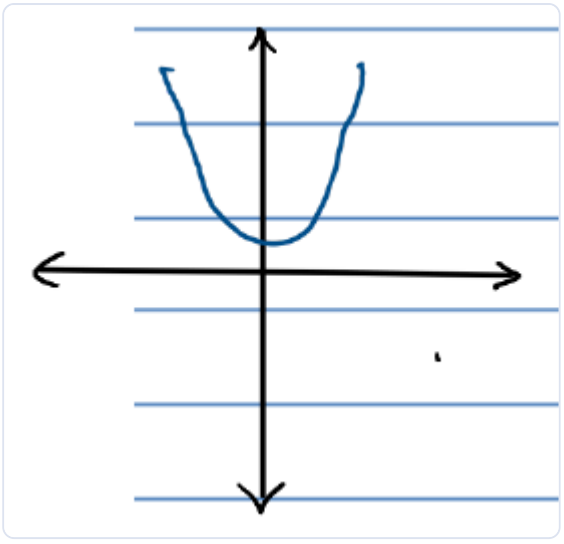
Slope = zero: the mass does not depend on the temperature (horizontal line).



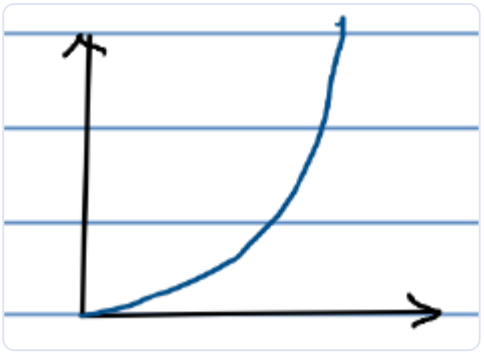
Mass (y-axis) vs. temperature (x-axis)

العلاقة التربيعية (غير خطية): $Y = ax^2 + bx + c$

Quadratic relationship (nonlinear): $Y = ax^2 + bx + c$



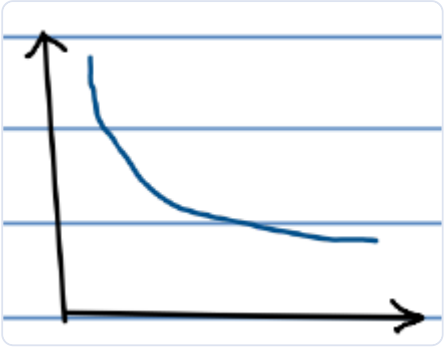
Quadratic: parabola



Quadratic: curve rising from the origin

العلاقة العكسية (غير خطية): Y = a / x (a ثابت)، أي أن ثابت = Y·X

Inverse relationship (nonlinear): Y = a / x (a is a constant), i.e. Y·X = constant



Inverse relationship

Example 1: Spring Length vs. Mass (Linear) مثال 1: طول الزنبرك مع الكتلة (علاقة خطية)



Length of a spring with different masses

المتغير المستقل X: الكتلة (g).
المتغير التابع Y: الطول (cm).
نوع العلاقة: خطية.

Independent variable X: mass (g).
Dependent variable Y: length (cm).
Type of relationship: linear.

ميل الخط المستقيم: $m = (y_2 - y_1)/(x_2 - x_1) = (16 - 14.5)/(30 - 10) = 0.075$ cm/g

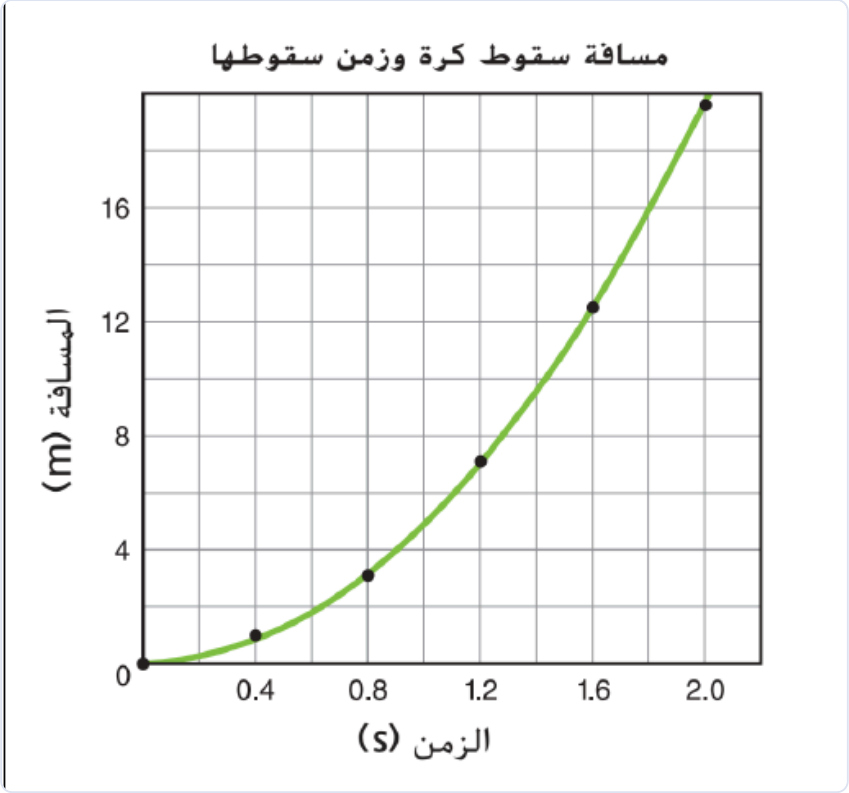
Slope of the straight line: $m = (y_2 - y_1)/(x_2 - x_1) = (16 - 14.5)/(30 - 10) = 0.075$ cm/g

معادلة الخط المستقيم: $Y = mx + b$
$L = 0.075\ m + 13.7 \leftrightarrow Y = 0.075\ X + 13.7$
(m: الكتلة، L: الطول)

Equation of the straight line: $Y = mx + b$
$Y = 0.075\ X + 13.7 \leftrightarrow L = 0.075\ m + 13.7$
(m: mass, L: length)

Example 2: Distance of a Falling Ball vs. Time (Quadratic)

مثال 2: مسافة سقوط كرة وزمن سقوطها (علاقة تربيعية)



Distance a ball falls vs. time of fall

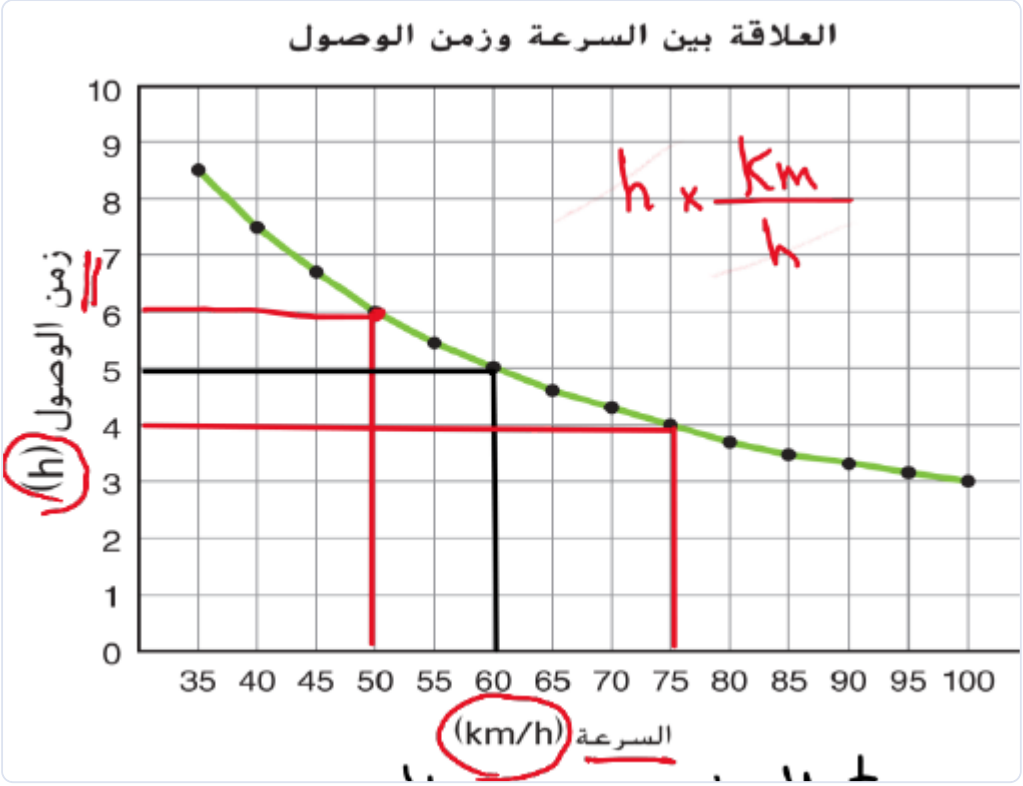
المتغير المستقل X: الزمن.
المتغير التابع Y: المسافة.
نوع العلاقة: غير خطية (تربيعية).

Independent variable X: time.
Dependent variable Y: distance.
Type of relationship: nonlinear (quadratic).

المعادلة العامة للخط البياني: $y = ax^2 + bx + c$

General equation of the graph: $y = ax^2 + bx + c$

Example 3: Speed vs. Arrival Time (Inverse) **مثال 3: العلاقة بين السرعة وزمن الوصول (علاقة عكسية)**



Relationship between speed and arrival time

المتغير المستقل X: السرعة (km/h).
المتغير التابع Y: زمن الوصول (h).
نوع العلاقة: غير خطية (عكسية).

Independent variable X: speed (km/h).
Dependent variable Y: arrival time (h).
Type of relationship: nonlinear (inverse).

الثابت: $Y \cdot X = 6 \times 50 = 300\ km = 5 \times 60 = 300\ km = 4 \times 75 = 300\ km$
(الوحدة: $h \times km/h = km$)

The constant: $Y \cdot X = 6 \times 50 = 300\ km = 5 \times 60 = 300\ km = 4 \times 75 = 300\ km$
(unit: $h \times km/h = km$)

معادلة المنحنى: $X = 300 / X$ ثابت $= Y \leftrightarrow t = 300\ km / v$ ، أي $v \cdot t = 300\ km$
(الزمن t، السرعة v)

Equation of the curve: $Y = constant / X = 300 / X \leftrightarrow t = 300\ km / v$, i.e. $v \cdot t = 300\ km$
(time t, speed v)

Example 4: Mass of Pure Gold Ingots — مثال 4: كتلة سبائك الذهب الخالص

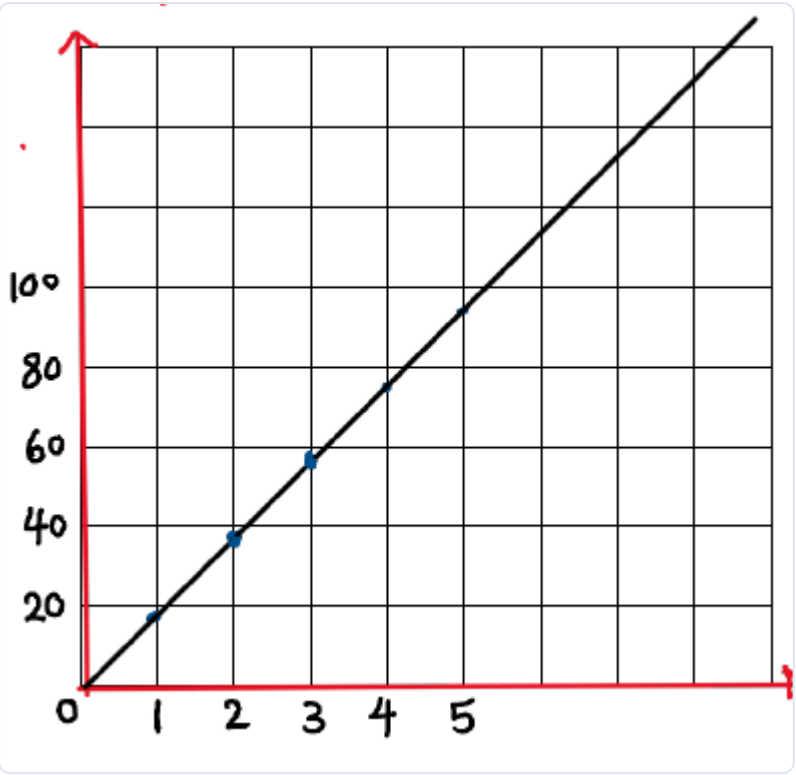
الجدول 4 كتلة سبائك الذهب الخالص

الكتلة (g)	الحجم (cm^3)
19.4	1.0
38.6	2.0
58.1	3.0
77.4	4.0
96.5	5.0

Table 4: Mass of pure gold ingots (volume = independent variable X; mass = dependent variable Y)

a. مثّل الكتلة مقابل الحجم من واقع القيم الموضحة في الجدول وارسم المنحنى الأفضل مطابقة لجميع النقاط.
b. صف المنحنى الناتج.
c. وفقًا للرسم البياني، ما نوع العلاقة بين كتلة سبيكة الذهب الخالص وحجمها؟
d. ما قيمة الميل لهذا الرسم البياني؟ أدخل الوحدات المناسبة.
e. اكتب معادلة توضح الكتلة كدالة لحجم الذهب.
f. اكتب تفسيرًا مختصرًا لميل الخط.

a. Plot mass versus volume using the values in the table and draw the curve that best fits all the points.
b. Describe the resulting curve.
c. According to the graph, what is the type of relationship between the mass of a pure gold ingot and its volume?
d. What is the value of the slope of this graph? Include the appropriate units.
e. Write an equation that gives the mass as a function of the volume of gold.
f. Write a brief interpretation of the slope of the line.



Mass (g) vs. volume (cm³)

b. خط مستقيم.
c. علاقة خطية (طردية): تزداد الكتلة بزيادة الحجم.

b. A straight line.
c. A linear (direct) relationship: the mass increases as the volume increases.

d. الميل: $m = (58.1 - 38.6)/(3.0 - 2.0) = 19.5\ g/cm^3$
e. $Y = mx + b$ ، حيث $b = 0$ ، الكتلة m والحجم V : $m = 19.5\ V$

d. Slope: $m = (58.1 - 38.6)/(3.0 - 2.0) = 19.5\ g/cm^3$
e. $Y = mx + b$ with $b = 0$, mass m and volume V: $m = 19.5\ V$

Questions · أسئلة

1 **اعتمادًا على الرسم البياني، أي صفوف الجدول الآتي صحيحة؟**

Based on the graph, which row of the following table is correct?

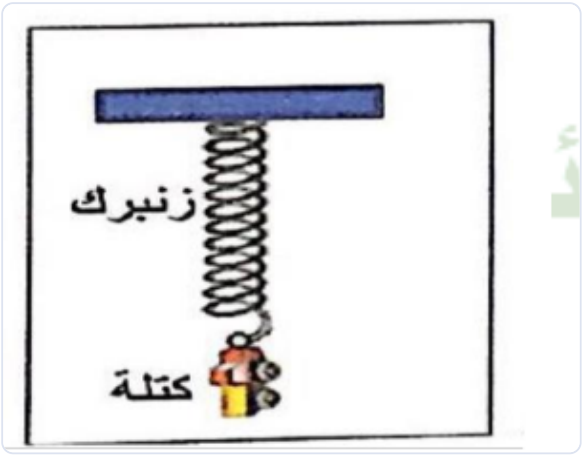


Relationship between the speed of a moving object and its arrival time

المتغير المستقل: الزمن | المتغير التابع: السرعة | العلاقة: خطية طردية Independent: time | Dependent: speed | Relationship: linear direct
المتغير المستقل: السرعة | المتغير التابع: الزمن | العلاقة: غير خطية عكسية Independent: speed | Dependent: time | Relationship: nonlinear inverse
المتغير المستقل: الزمن | المتغير التابع: السرعة | العلاقة: غير خطية عكسية Independent: time | Dependent: speed | Relationship: nonlinear inverse
المتغير المستقل: السرعة | المتغير التابع: الزمن | العلاقة: خطية طردية Independent: speed | Dependent: time | Relationship: linear direct

2 **يُظهر الشكل المجاور زنبركًا معلقًا فيه كتلة، العلاقة بين طول الزنبرك (y) بوحدة (cm) ومقدار الكتلة المعلقة فيه (x) بوحدة (g) يعطى بالمعادلة الآتية: y = 0.40x + 12**
ما اسم الكمية الفيزيائية التي تمثل كلًّا من: المتغير المستقل؟ المتغير التابع؟
ما مقدار الطول الأصلي للزنبرك؟
ما نوع العلاقة بين طول الزنبرك والكتلة المعلقة فيه؟

The figure shows a spring with a mass hanging from it. The relationship between the length of the spring (y), in cm, and the hanging mass (x), in g, is given by the equation: y = 0.40x + 12
What physical quantity does each of the following represent: the independent variable? the dependent variable?
What is the original length of the spring?
What is the type of relationship between the length of the spring and the mass hanging from it?



3 تُمثل المعادلة (Z = mQ + b) العلاقة بين متغيرين Z و Q، فما نوع العلاقة بينهما؟

The equation Z = mQ + b represents the relationship between two variables Z and Q. What is the type of relationship between them?

تربيعية Quadratic	**عكسية** Inverse
تكعيبية Cubic	**خطية** Linear

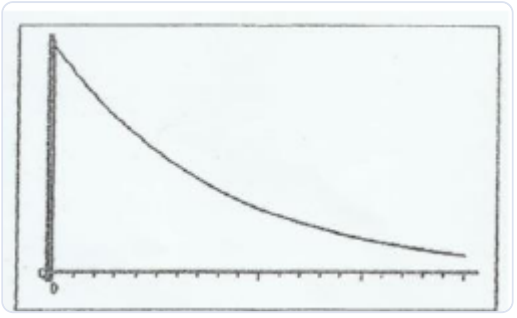
4 إذا كانت العلاقة بين المتغيرين (R, S) علاقة عكسية، فأي التالية صحيح لهذين المتغيرين؟

If the relationship between the variables R and S is an inverse relationship, which of the following is correct for these two variables?

RS = ثابت RS = constant	**R / S = ثابت** R / S = constant
S / R = ثابت S / R = constant	**R = S** R = S

5 يُمثل الرسم البياني المجاور نتائج تجربة قامت بها أروى لدراسة الضغط الجوي عند ارتفاعات مختلفة عن سطح البحر، أي صفوف الجدول الآتي صحيحة لهذه التجربة؟

The graph shows the results of an experiment done by Arwa to study atmospheric pressure at different heights above sea level. Which row of the following table is correct for this experiment?



**المتغير المستقل: الارتفاع	المتغير التابع: الضغط الجوي	نوع العلاقة: عكسية** Independent: height | Dependent: atmospheric pressure | Relationship: inverse
**المتغير المستقل: الضغط الجوي	المتغير التابع: الارتفاع	نوع العلاقة: تربيعية** Independent: atmospheric pressure | Dependent: height | Relationship: quadratic
**المتغير المستقل: الارتفاع	المتغير التابع: الضغط الجوي	نوع العلاقة: تربيعية** Independent: height | Dependent: atmospheric pressure | Relationship: quadratic
**المتغير المستقل: الضغط الجوي	المتغير التابع: الارتفاع	نوع العلاقة: عكسية** Independent: atmospheric pressure | Dependent: height | Relationship: inverse

6 تُعطى قوة شد زنبرك بدلالة استطالته بالمعادلة: F = kx حيث تمثل F قوة الشد و x الاستطالة و k ثابت الزنبرك. ما نوع العلاقة بين القوة والاستطالة؟

The tension force of a spring in terms of its extension is given by the equation F = kx, where F is the tension force, x is the extension, and k is the spring constant. What is the type of relationship between the force and the extension?

خطية Linear	**عكسية** Inverse
غير خطية Nonlinear	**ثابتة** Constant

7 **أجرت أروى تجربة أثناء خبزها لعدة أرغفة في فرن درجة حرارته ثابتة، اعتمادًا على البيانات التي دونتها أروى في الجدول حدد كلًّا من: المتغير المستقل، المتغير التابع، الثوابت.**

Arwa carried out an experiment while baking several loaves in an oven at a constant temperature. Based on the data Arwa recorded in the table, determine each of: the independent variable, the dependent variable, the constants.

المحاولة	كمية السكر	كمية الماء	زمن الخبز في الفرن	حجم الرغيف
الرغيف الأول	10 g	0.25 لتر	20 دقيقة	480 cm^3
الرغيف الثاني	15 g	0.25 لتر	20 دقيقة	495 cm^3
الرغيف الثالث	20 g	0.25 لتر	20 دقيقة	505 cm^3
تم استخدام نفس كمية الخميرة ونفس كمية الطحين لكل رغيف				

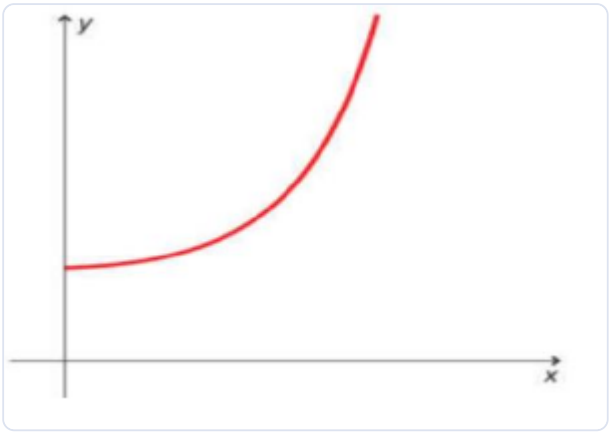
Same amount of dough and the same amount of flour were used for each loaf

8 **أثناء تجربة مختبرية تغيرت درجة حرارة الغاز في البالون وأُخذ قياس حجم البالون، حدد المتغير المستقل والمتغير التابع؟**

During a laboratory experiment, the temperature of the gas in a balloon was changed and the volume of the balloon was measured. Identify the independent variable and the dependent variable.

9 **في الشكل المقابل: ما نوع العلاقة؟ ما المعادلة العامة للعلاقة؟**

In the figure: What is the type of relationship? What is the general equation of the relationship?



10 **في المعادلة التالية: $F = mv^2 / R$**
ما نوع العلاقة بين كلٍّ من: (F, R)؟ (F, m)؟ (F, v)؟

In the following equation: $F = mv^2 / R$
What is the type of relationship between each of: (F, R)? (F, m)? (F, v)?

Solved · الحل النموذجي

1 **اعتمادًا على الرسم البياني، أي صفوف الجدول الآتي صحيحة؟**

Based on the graph, which row of the following table is correct?



Relationship between the speed of a moving object and its arrival time

المتغير المستقل: الزمن | المتغير التابع: السرعة | العلاقة: خطية طردية
Independent: time | Dependent: speed | Relationship: linear direct

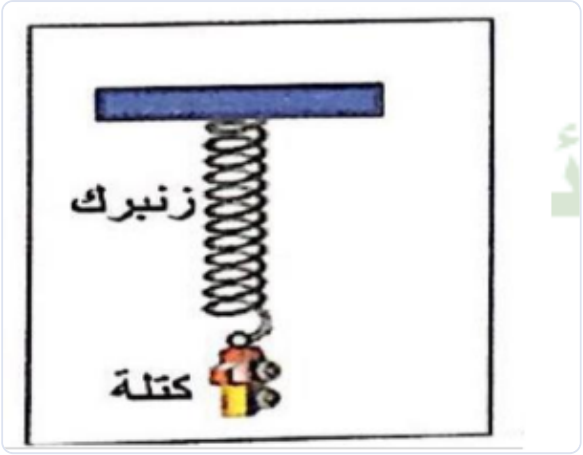
المتغير المستقل: السرعة | المتغير التابع: الزمن | العلاقة: غير خطية عكسية
Independent: speed | Dependent: time | Relationship: nonlinear inverse
✔

المتغير المستقل: الزمن | المتغير التابع: السرعة | العلاقة: غير خطية عكسية
Independent: time | Dependent: speed | Relationship: nonlinear inverse

المتغير المستقل: السرعة | المتغير التابع: الزمن | العلاقة: خطية طردية
Independent: speed | Dependent: time | Relationship: linear direct

2 **يُظهر الشكل المجاور زنبركًا معلقًا فيه كتلة، العلاقة بين طول الزنبرك (y) بوحدة (cm) ومقدار الكتلة المعلقة فيه (x) بوحدة (g) يعطى بالمعادلة الآتية: y = 0.40x + 12**
ما اسم الكمية الفيزيائية التي تمثل كلًّا من: المتغير المستقل؟ المتغير التابع؟
ما مقدار الطول الأصلي للزنبرك؟
ما نوع العلاقة بين طول الزنبرك والكتلة المعلقة فيه؟

The figure shows a spring with a mass hanging from it. The relationship between the length of the spring (y), in cm, and the hanging mass (x), in g, is given by the equation: y = 0.40x + 12
What physical quantity does each of the following represent: the independent variable? the dependent variable?
What is the original length of the spring?
What is the type of relationship between the length of the spring and the mass hanging from it?



المتغير المستقل (x): الكتلة. المتغير التابع (y): طول الزنبرك.
الطول الأصلي للزنبرك = 12 cm (الحد الثابت b، أي عندما x = 0).
نوع العلاقة: خطية.

Independent variable (x): the mass. Dependent variable (y): the length of the spring.
Original length of the spring = 12 cm (the constant term b, i.e. when x = 0).
Type of relationship: linear.

3 **تُمثل المعادلة (Z = mQ + b) العلاقة بين متغيرين Z و Q، فما نوع العلاقة بينهما؟**

The equation Z = mQ + b represents the relationship between two variables Z and Q. What is the type of relationship between them?

تربيعية Quadratic	**عكسية** Inverse
تكعيبية Cubic	**خطية** Linear ✔

4 **إذا كانت العلاقة بين المتغيرين (R, S) علاقة عكسية، فأي التالية صحيح لهذين المتغيرين؟**

If the relationship between the variables R and S is an inverse relationship, which of the following is correct for these two variables?

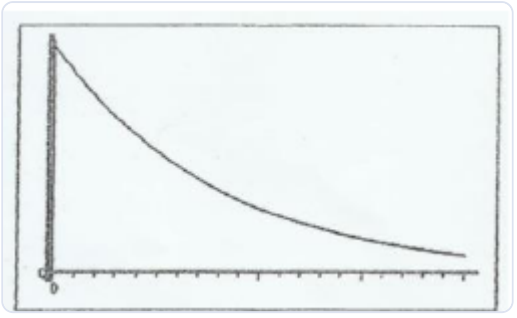
RS = ثابت RS = constant ✔	**R / S = ثابت** R / S = constant
S / R = ثابت S / R = constant	**R = S** R = S

علاقة عكسية: ثابت = RS أي S / ثابت = R و R / ثابت = S

Inverse relationship: RS = constant, i.e. R = constant / S and S = constant / R

5 **يُمثل الرسم البياني المجاور نتائج تجربة قامت بها أروى لدراسة الضغط الجوي عند ارتفاعات مختلفة عن سطح البحر، أي صفوف الجدول الآتي صحيحة لهذه التجربة؟**

The graph shows the results of an experiment done by Arwa to study atmospheric pressure at different heights above sea level. Which row of the following table is correct for this experiment?



المتغير المستقل: الارتفاع | المتغير التابع: الضغط الجوي | نوع العلاقة: عكسية

Independent: height | Dependent: atmospheric pressure | Relationship: inverse

✔

المتغير المستقل: الضغط الجوي | المتغير التابع: الارتفاع | نوع العلاقة: تربيعية

Independent: atmospheric pressure | Dependent: height | Relationship: quadratic

المتغير المستقل: الارتفاع | المتغير التابع: الضغط الجوي | نوع العلاقة: تربيعية

Independent: height | Dependent: atmospheric pressure | Relationship: quadratic

المتغير المستقل: الضغط الجوي | المتغير التابع: الارتفاع | نوع العلاقة: عكسية

Independent: atmospheric pressure | Dependent: height | Relationship: inverse

الارتفاعات المختلفة هي التي تتغير (المتغير المستقل X)، والضغط الجوي هو الناتج (المتغير التابع Y).

The different heights are what is changed (independent variable X); the atmospheric pressure is the result (dependent variable Y).

6 **تُعطى قوة شد زنبرك بدلالة استطالته بالمعادلة: F = kx حيث تمثل F قوة الشد و x الاستطالة و k ثابت الزنبرك. ما نوع العلاقة بين القوة والاستطالة؟**

The tension force of a spring in terms of its extension is given by the equation F = kx, where F is the tension force, x is the extension, and k is the spring constant. What is the type of relationship between the force and the extension?

خطية Linear ✔	**عكسية** Inverse
غير خطية Nonlinear	**ثابتة** Constant

المعادلة على الصورة Y = mx + b (مع b = 0).

The equation has the form Y = mx + b (with b = 0).

7 **أجرت أروى تجربة أثناء خبزها لعدة أرغفة في فرن درجة حرارته ثابتة، اعتمادًا على البيانات التي دونتها أروى في الجدول حدد كلًّا من: المتغير المستقل، المتغير التابع، الثوابت.**

Arwa carried out an experiment while baking several loaves in an oven at a constant temperature. Based on the data Arwa recorded in the table, determine each of: the independent variable, the dependent variable, the constants.

المحاولة	كمية السكر	كمية الماء	زمن الخبز في الفرن	حجم الرغيف
الرغيف الأول	10 g	0.25 لتر	20 دقيقة	480 cm^3
الرغيف الثاني	15 g	0.25 لتر	20 دقيقة	495 cm^3
الرغيف الثالث	20 g	0.25 لتر	20 دقيقة	505 cm^3
تم استخدام نفس كمية الخميرة ونفس كمية الطحين لكل رغيف				

Same amount of dough and the same amount of flour were used for each loaf

المتغير المستقل: كمية السكر.
المتغير التابع: حجم الرغيف.
الثوابت: كمية الماء، زمن الخبز (الزمن)، درجة الحرارة.

Independent variable: the amount of sugar.
Dependent variable: the volume of the loaf.
Constants: the amount of water, the baking time, the temperature.

8 **أثناء تجربة مختبرية تغيرت درجة حرارة الغاز في البالون وأُخذ قياس حجم البالون، حدد المتغير المستقل والمتغير التابع؟**

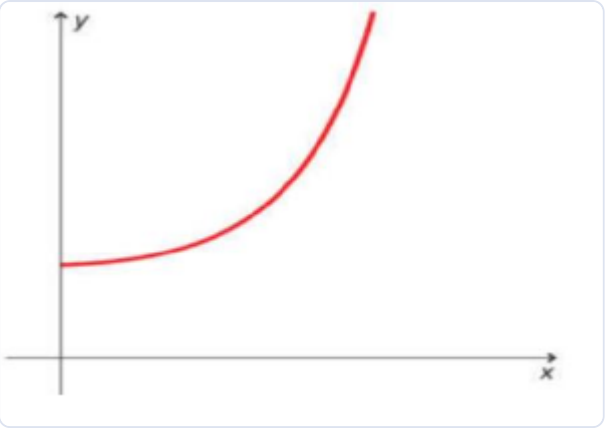
During a laboratory experiment, the temperature of the gas in a balloon was changed and the volume of the balloon was measured. Identify the independent variable and the dependent variable.

المتغير المستقل: درجة الحرارة.
المتغير التابع: حجم البالون.

Independent variable: the temperature.
Dependent variable: the volume of the balloon.

9 **في الشكل المقابل: ما نوع العلاقة؟ ما المعادلة العامة للعلاقة؟**

In the figure: What is the type of relationship? What is the general equation of the relationship?



نوع العلاقة: غير خطية (تربيعية).

المعادلة العامة: $y = ax^2 + bx + c$

Type of relationship: nonlinear (quadratic).

General equation: $y = ax^2 + bx + c$

10 **في المعادلة التالية: $F = mv^2 / R$**

ما نوع العلاقة بين كلٍّ من: (F, R)؟ (F, m)؟ (F, v)؟

In the following equation: $F = mv^2 / R$

What is the type of relationship between each of: (F, R)? (F, m)? (F, v)?

F , R : علاقة عكسية (غير خطية)، لأن $FR = mv^2$ (حاصل الضرب ثابت).

F , m : علاقة خطية.

F , v : علاقة تربيعية (غير خطية).

F, R: inverse relationship (nonlinear), because $FR = mv^2$ (the product is constant).

F, m: linear relationship.

F, v: quadratic relationship (nonlinear).

Unit 2 · Section 1: Picturing Motion
الوحدة الثانية · القسم 1: تصوير الحركة

Section 1: Picturing Motion
القسم 1: تصوير الحركة

الحركة: تغيّر موضع الجسم بالنسبة لجسم آخر ساكن.

Motion: the change in an object's position relative to another object that is at rest.

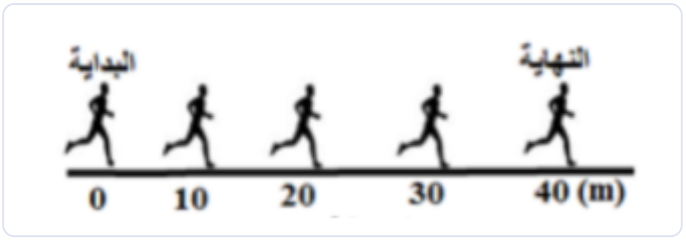
الحركة تُوصف بدلالة: الموقع والزمن.

Motion is described in terms of position and time.

Motion Diagram
مخطط الحركة

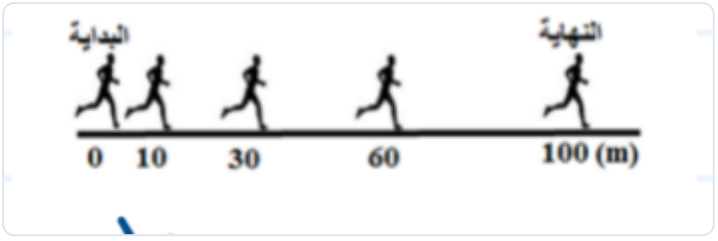
مخطط الحركة: صور متتابعة تُظهر موقع الجسم خلال فترات زمنية متساوية.

Motion diagram: a series of successive images showing the position of an object at equal time intervals.



سرعة ثابتة

Constant speed



تزداد سرعة الجسم

The object's speed increases



تقل سرعة الجسم

The object's speed decreases

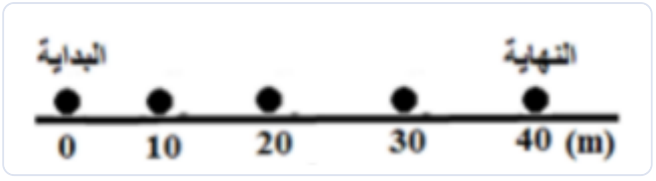
Point-Particle Model نموذج الجسيم النقطي

نموذج الجسيم النقطي: تمثيل حركة الجسم بسلسلة من النقاط على فترات زمنية متساوية، حيث تقع النقطة في مركز الجسم.

Point-particle model: representing the motion of an object by a series of single points at equal time intervals, each point located at the center of the object.

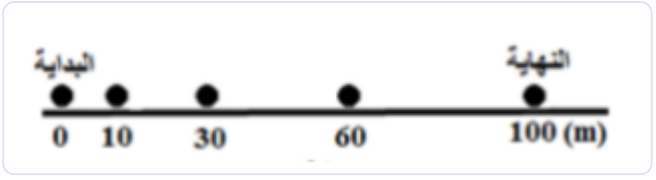
يمكن استخدامه عندما يكون حجم الجسم أقل بكثير من المسافة التي يقطعها.

It can be used when the size of the object is much smaller than the distance it travels.



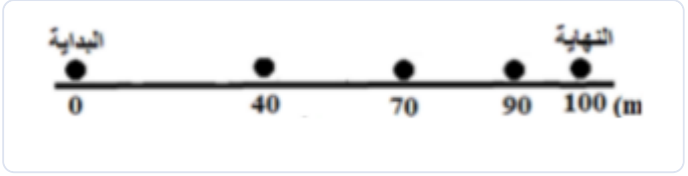
سرعة ثابتة

Constant speed



تزداد السرعة

Speed increases

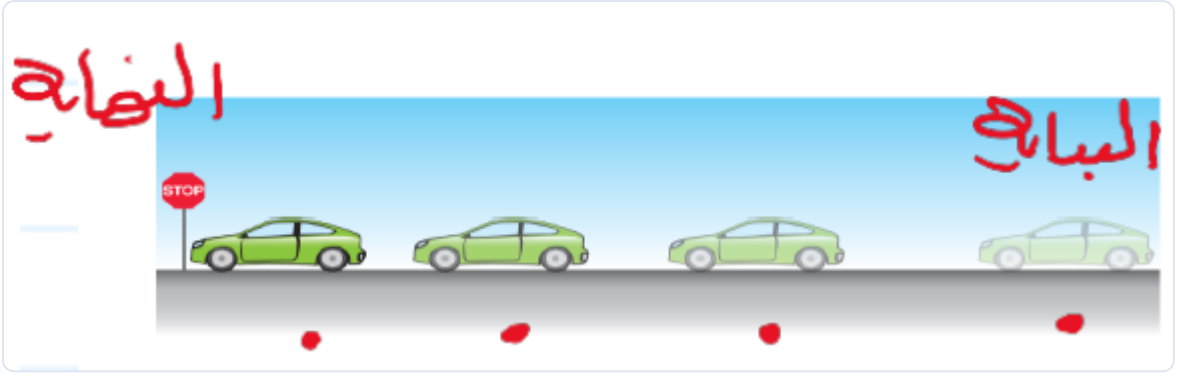


تقل السرعة

Speed decreases

ارسم نموذج الجسيم النقطي للسيارة: تقل سرعة السيارة باتجاه اليسار (من البداية إلى النهاية).

Draw the point-particle model for the car: the car's speed decreases toward the left (from start to end).



ارسم نموذج الجسيم النقطي للطائر: يتحرك الطائر بسرعة ثابتة.

Draw the point-particle model for the bird: the bird moves at constant speed.



Example: Two runners
مثال: العداءان

ارسم مخططات حركة نموذج جسيم لعداءين أثناء سباق يعبر فيه أحدهما خط النهاية ويقطع الآخر ثلاثة أرباع المسافة حتى خط النهاية.

Draw particle-model motion diagrams for two runners in a race, in which one crosses the finish line and the other covers three quarters of the distance to the finish line.



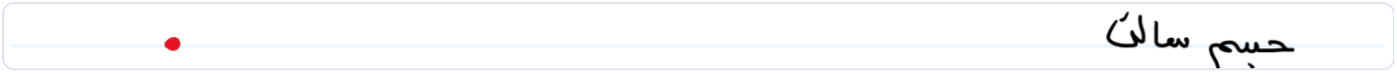
العداء الأول (الأسرع) في الأعلى، والعداء الثاني (الأبطأ) في الأسفل

First runner (the faster) on top; second runner (the slower) below

Motion maps for different cases
مخططات الحركة لحالات مختلفة

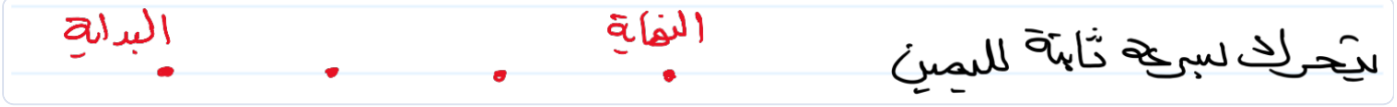
جسم ساكن

A stationary object



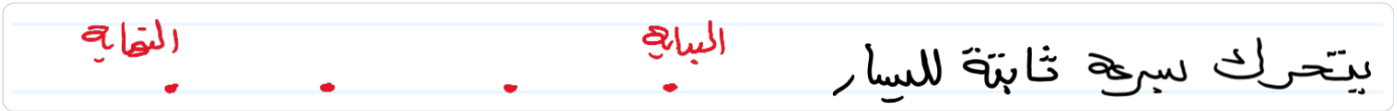
يتحرك بسرعة ثابتة لليمين

Moves at constant speed to the right



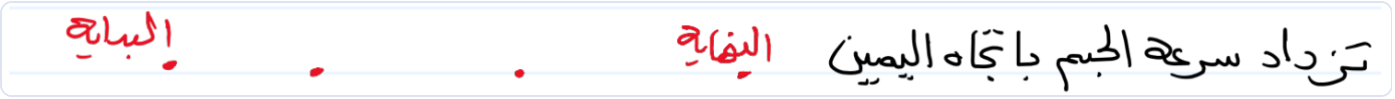
يتحرك بسرعة ثابتة لليسار

Moves at constant speed to the left



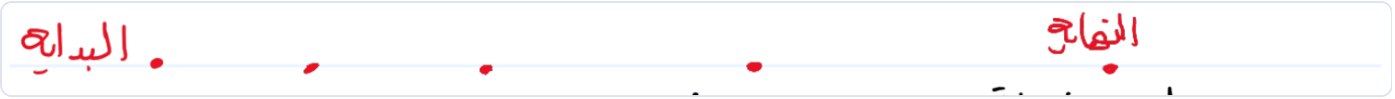
تزداد سرعة الجسم باتجاه اليمين

The object's speed increases toward the right



يتحرك الجسم أولاً بسرعة ثابتة ثم تزداد سرعته باتجاه اليمين

The object first moves at constant speed, then its speed increases toward the right

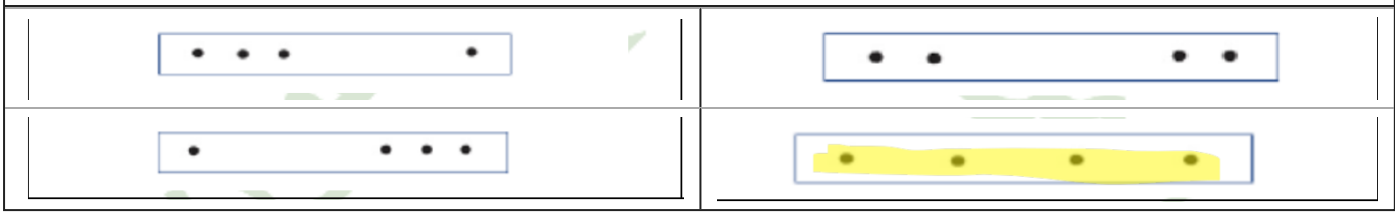


Questions · أسئلة

1 **أي من مخططات الحركة يتوافق حركة الطائر الموضحة في الشكل؟**

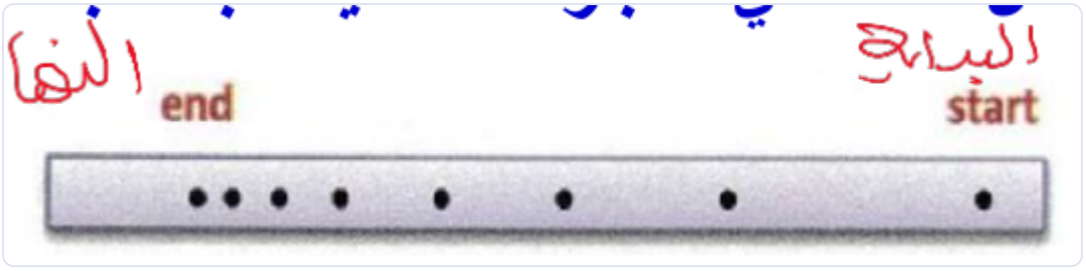
Which motion diagram matches the motion of the bird shown in the figure?





2 **اعتماداً على نموذج الجسيم في الشكل أدناه، أي العبارات صحيحة بالنسبة لحركة الجسم؟**

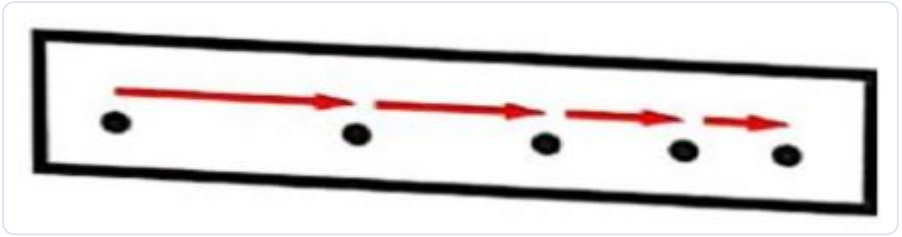
Based on the particle model in the figure below, which statements are true about the motion of the object?



يتحرك الجسم بسرعة ثابتة The object moves at constant speed	**يتسارع الجسم** The object accelerates
يتباطأ الجسم The object slows down	**يتسارع الجسم في البداية ثم يتباطأ** The object first speeds up, then slows down

3 **اعتماداً على نموذج الجسيم في الشكل أدناه، أي العبارات صحيحة بالنسبة لحركة الجسم؟**

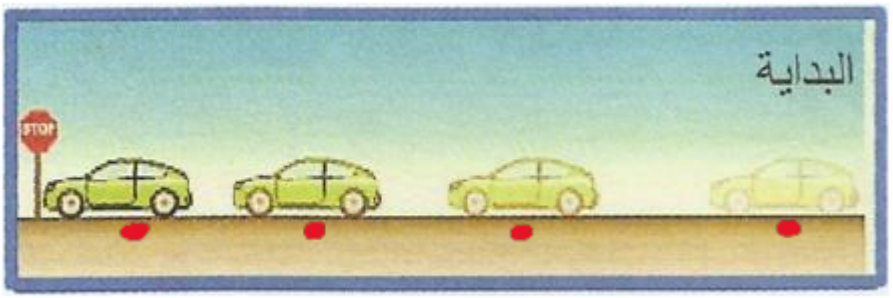
Based on the particle model in the figure below, which statements are true about the motion of the object?



يتحرك الجسم بسرعة ثابتة The object moves at constant speed	**يتسارع الجسم** The object accelerates
يتباطأ الجسم The object slows down	**الجسم ساكن** The object is at rest

4 **اعتماداً على حركة السيارة اللعبة في الشكل المجاور، أي الآتية صحيح لمخطط حركة نموذج الجسيم للسيارة؟**

Based on the motion of the toy car in the adjacent figure, which of the following is the correct particle-model motion diagram for the car?







5 **تمثيل حركة الجسم باستخدام سلسلة متتابعة من النقاط المفردة هو .....**

Representing the motion of an object using a series of single points is the .....

نموذج الجسيم النقطي Point-particle model	**جداول البيانات** Data tables
التمثيل الصوري Pictorial representation	**منحنى (الموقع - الزمن)** Position-time graph

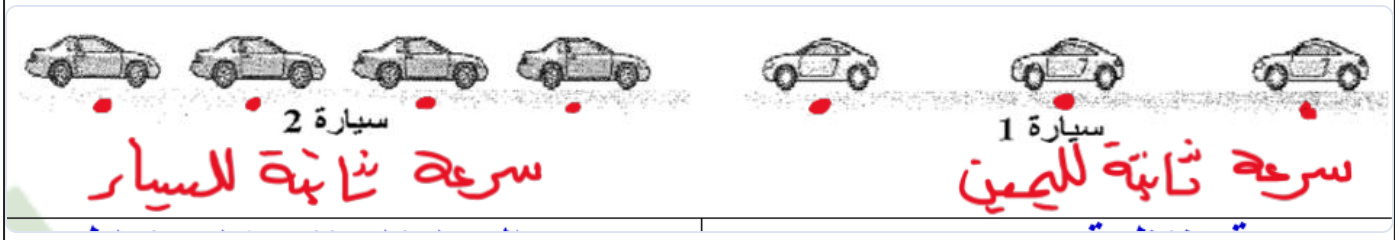
6 **عند رسم نموذج الجسيم النقطي لحركة جسم كانت النقاط متقاربة في البداية ثم تباعدت، فإن الجسم .....**

When the point-particle model of an object's motion is drawn, the dots are close together at first and then spread apart; the object .....

ساكن Is at rest	**يتحرك بتسارع** Moves with acceleration (speeds up)
يتحرك بتباطؤ Moves with deceleration (slows down)	**يتحرك بسرعة ثابتة** Moves at constant speed

7 **يُمثل الشكل أدناه مواقع متتالية لسيارتين (1 و2) تتحركان في خط مستقيم، أي العبارات التالية صحيحة؟**

The figure below shows successive positions of two cars (1 and 2) moving along a straight line. Which of the following statements is true?



تتحرك السيارتان بسرعة منتظمة Both cars move at uniform speed	**السيارتان تتحركان بتباطؤ** Both cars slow down
السيارتان تتحركان بتسارع Both cars accelerate	**السيارة 1 تتسارع والسيارة 2 تتباطأ** Car 1 speeds up and car 2 slows down

8 **ما العبارة التي ستكون صحيحة عن رسم حركة نموذج الجسيم لطائرة تحلق بسرعة ثابتة 850 km/h؟**

Which statement is correct about the particle-model motion diagram of an airplane flying at a constant speed of 850 km/h?

ستبدأ النقاط قريبة من بعضها وتبعد كلما بعدت الطائرة عن المطار The dots will start close together and move farther apart as the plane gets farther from the airport	**ستكون النقاط بعيدة عن بعضها في البداية وتقترب من بعضها كلما بعدت الطائرة عن المطار** The dots will be far apart at first and get closer together as the plane gets farther from the airport
ستكون النقاط نمطاً متباعداً بشكل متساوٍ The dots will form an evenly spaced pattern	**ستبدأ النقاط قريبة من بعضها ثم تبعد عن بعضها ثم تقترب من بعضها مرة أخرى كلما بعدت الطائرة عن المطار** The dots will start close together, then spread apart, then get closer together again as the plane gets farther from the airport

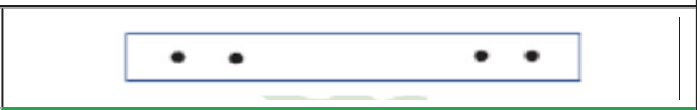
Solved · الحل النموذجي

1 **أي من مخططات الحركة يتوافق حركة الطائر الموضحة في الشكل؟**

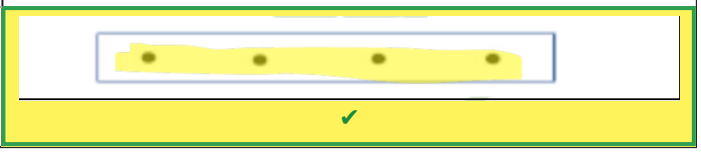
Which motion diagram matches the motion of the bird shown in the figure?







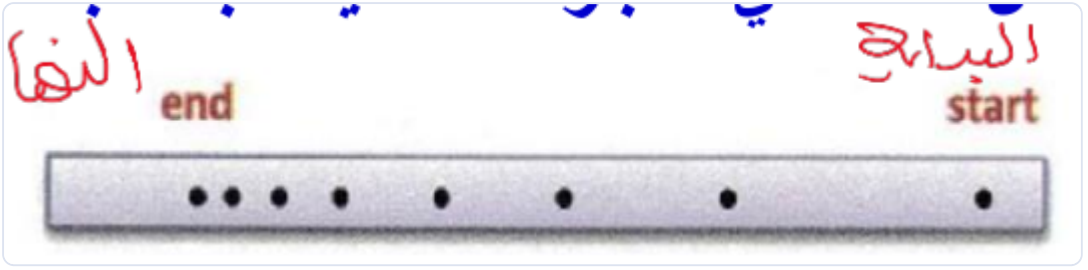




✔

2 **اعتماداً على نموذج الجسيم في الشكل أدناه، أي العبارات صحيحة بالنسبة لحركة الجسم؟**

Based on the particle model in the figure below, which statements are true about the motion of the object?



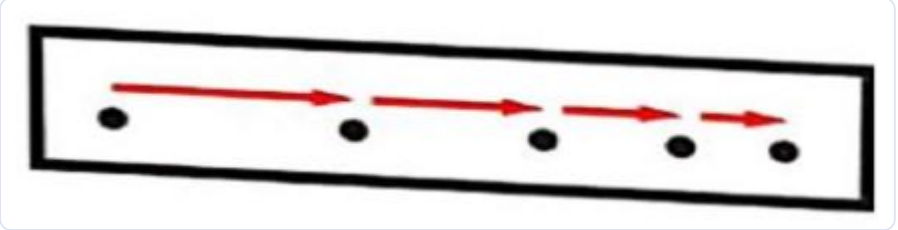
يتحرك الجسم بسرعة ثابتة The object moves at constant speed	**يتسارع الجسم** The object accelerates
يتباطأ الجسم The object slows down ✔	**يتسارع الجسم في البداية ثم يتباطأ** The object first speeds up, then slows down

البداية على اليمين والنقاط تتقارب باتجاه النهاية، إذن يتباطأ الجسم.

The start is on the right and the dots get closer toward the end, so the object slows down.

3 **اعتماداً على نموذج الجسيم في الشكل أدناه، أي العبارات صحيحة بالنسبة لحركة الجسم؟**

Based on the particle model in the figure below, which statements are true about the motion of the object?



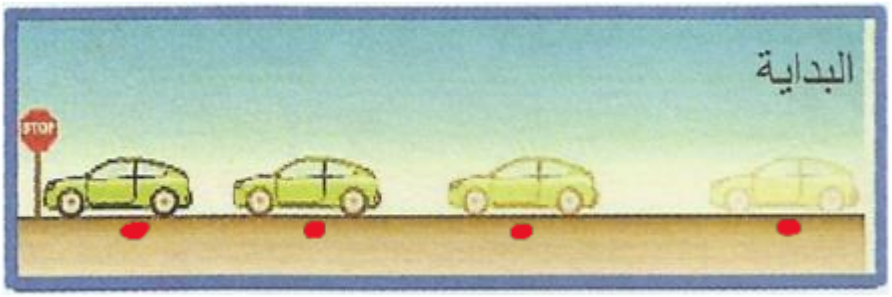
يتحرك الجسم بسرعة ثابتة The object moves at constant speed	**يتسارع الجسم** The object accelerates
يتباطأ الجسم The object slows down ✔	**الجسم ساكن** The object is at rest

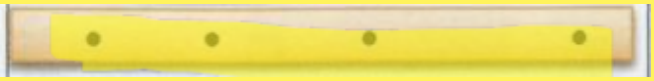
الأسهم (متجهات السرعة) تقصر تدريجياً، إذن يتباطأ الجسم.

The arrows (velocity vectors) get progressively shorter, so the object slows down.

4 **اعتماداً على حركة السيارة اللعبة في الشكل المجاور، أي الآتية صحيح لمخطط حركة نموذج الجسيم للسيارة؟**

Based on the motion of the toy car in the adjacent figure, which of the following is the correct particle-model motion diagram for the car?



	
 ✔	

تقل سرعة السيارة باتجاه اليسار (من البداية إلى النهاية)، فتتقارب النقاط تدريجياً.

The car slows down toward the left (start to end), so the dots get progressively closer.

5 **تمثيل حركة الجسم باستخدام سلسلة متتابعة من النقاط المفردة هو .....**

Representing the motion of an object using a series of single points is the .....

جداول البيانات Data tables	**نموذج الجسيم النقطي** Point-particle model ✔
منحنى (الموقع - الزمن) Position-time graph	**التمثيل الصوري** Pictorial representation

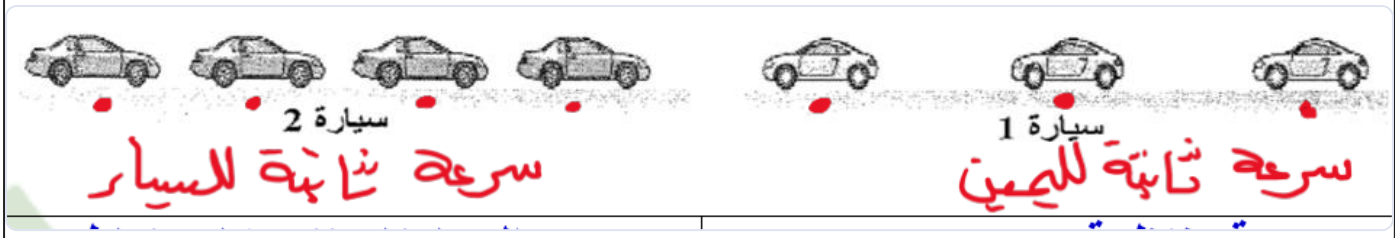
6 **عند رسم نموذج الجسيم النقطي لحركة جسم كانت النقاط متقاربة في البداية ثم تباعدت، فإن الجسم .....**

When the point-particle model of an object's motion is drawn, the dots are close together at first and then spread apart; the object .....

ساكن Is at rest	**يتحرك بتسارع** Moves with acceleration (speeds up) ✔
يتحرك بتباطؤ Moves with deceleration (slows down)	**يتحرك بسرعة ثابتة** Moves at constant speed

7 **يُمثل الشكل أدناه مواقع متتالية لسيارتين (1 و2) تتحركان في خط مستقيم، أي العبارات التالية صحيحة؟**

The figure below shows successive positions of two cars (1 and 2) moving along a straight line. Which of the following statements is true?



السيارتان تتحركان بتباطؤ Both cars slow down	**تتحرك السيارتان بسرعة منتظمة** Both cars move at uniform speed ✔
السيارة 1 تتسارع والسيارة 2 تتباطأ Car 1 speeds up and car 2 slows down	**السيارتان تتحركان بتسارع** Both cars accelerate

السيارة 1: سرعة ثابتة لليمين. السيارة 2: سرعة ثابتة لليسار. السيارة رقم 1 أسرع.

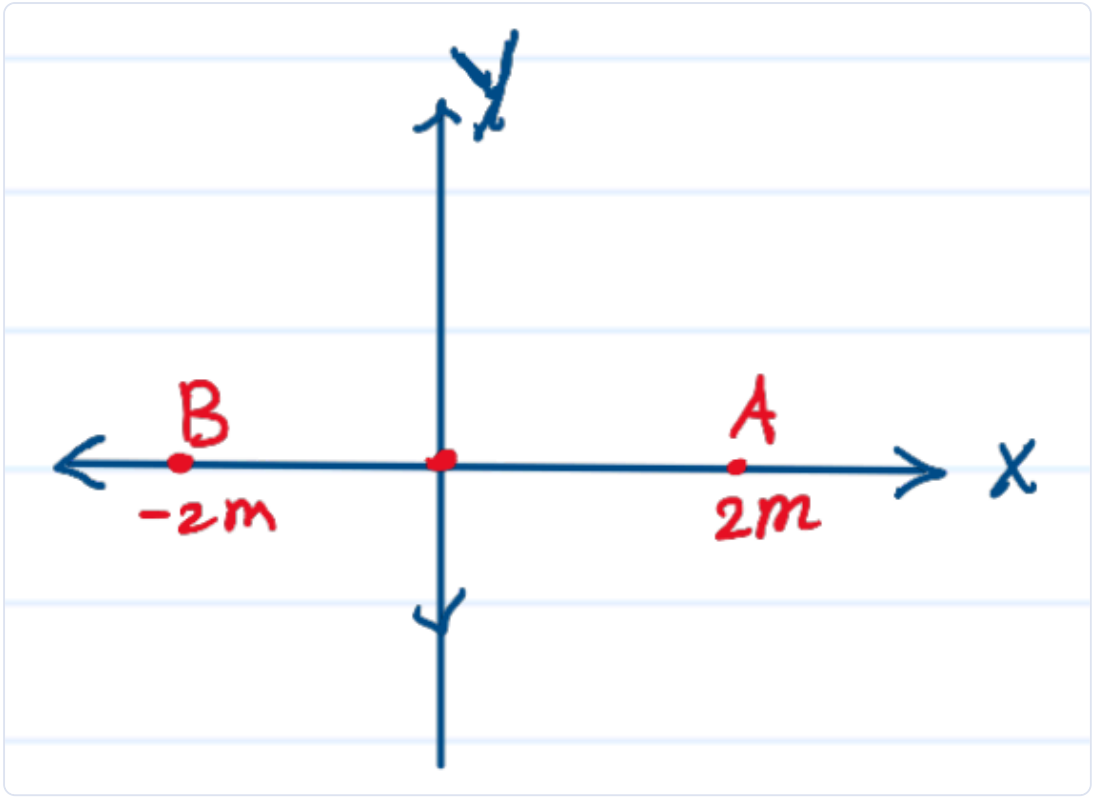
Car 1: constant speed to the right. Car 2: constant speed to the left. Car 1 is faster.

8 **ما العبارة التي ستكون صحيحة عن رسم حركة نموذج الجسيم لطائرة تحلق بسرعة ثابتة 850 km/h؟**

Which statement is correct about the particle-model motion diagram of an airplane flying at a constant speed of 850 km/h?

ستكون النقاط بعيدة عن بعضها في البداية وتقترب من بعضها كلما بعدت الطائرة عن المطار The dots will be far apart at first and get closer together as the plane gets farther from the airport	**ستبدأ النقاط قريبة من بعضها وتبعد كلما بعدت الطائرة عن المطار** The dots will start close together and move farther apart as the plane gets farther from the airport
ستبدأ النقاط قريبة من بعضها ثم تبعد عن بعضها ثم تقترب من بعضها مرة أخرى كلما بعدت الطائرة عن المطار The dots will start close together, then spread apart, then get closer together again as the plane gets farther from the airport	**ستكون النقاط نمطاً متباعداً بشكلٍ متساوٍ** The dots will form an evenly spaced pattern ✔

Coordinate Systems — الأنظمة الإحداثية



Position on the x-axis: A is at +2 m, B is at -2 m

نقطة الأصل: الإحداثيات = صفر ، x = 0 , y = 0

Origin: the coordinates are zero, x = 0, y = 0.

موقع الجسم A: 2 m إلى اليمين. موقع الجسم B: 2 m إلى اليسار.

Position of object A: 2 m to the right. Position of object B: 2 m to the left.

Scalar and Vector Quantities — الكميات العددية والكميات المتجهة

كميات عددية (قياسية) Scalar quantities	كميات متجهة Vector quantities
لها مقدار فقط Have magnitude only	لها مقدار واتجاه Have magnitude and direction
مثال: الزمن، الكتلة، الحجم، المسافة، درجة الحرارة Examples: time, mass, volume, distance, temperature	مثال: الموقع، الإزاحة، السرعة المتجهة، التسارع، القوة، الوزن Examples: position, displacement, velocity, acceleration, force, weight

صنّف الكميات التالية إلى عددية ومتجهة:

Classify the following quantities as scalar or vector:

الكمية الفيزيائية Physical quantity	القوة Force	السرعة المتجهة Velocity	الزمن Time	الإزاحة Displacement	الكتلة Mass	درجة الحرارة Temperature	الوزن Weight	شدة الإضاءة Luminous intensity
عددية Scalar			✓		✓	✓		✓
متجهة Vector	✓	✓		✓			✓	

تُمثَّل الكميات المتجهة بأسهم: طول السهم يتناسب مع مقدار المتجه، واتجاه السهم يعبّر عن اتجاه المتجه. (مثال: سهم يمثل 10 N وسهم أطول يمثل 20 N.)

Vector quantities are represented by arrows: the arrow's length is proportional to the vector's magnitude and its direction shows the vector's direction. (Example: one arrow represents 10 N and a longer arrow represents 20 N.)

المسافة والإزاحة — Distance and Displacement

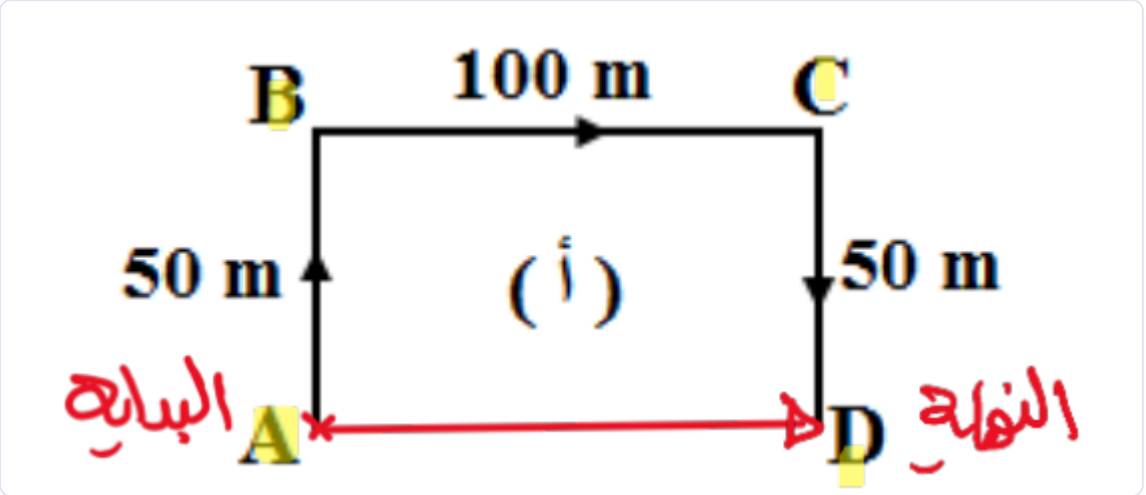
	المسافة Distance	الإزاحة Displacement
التعريف Definition	طول المسار الكلي لحركة الجسم The total length of the path of the object's motion	أقصر مسافة من نقطة البداية إلى (التغير في موقع الجسم) نقطة النهاية (The change in the object's position) the shortest distance from the starting point to the end point
وحدة القياس في النظام الدولي SI unit	متر m meter (m)	متر m meter (m)
نوع الكمية Type of quantity	عددية Scalar	متجهة Vector
المقدار Magnitude	موجبة دائماً Always positive	موجبة (لليمين، للشرق) أو سالبة (لليسار، للغرب) أو أوصفها (عادةً إلى الموقع الابتدائي) Positive (to the right / east), negative (to the left / west), or described (e.g. back to the initial position)

المسافة ≥ مقدار الإزاحة

Distance ≥ magnitude of displacement.

تحركت أروى بدءاً من النقطة A إلى النقطة B مروراً بالنقطة C حتى وصلت للنقطة D كما هو موضح بالرسم. احسب ما يلي:

Arwa moved from point A to point B, passing through point C, until she reached point D as shown in the figure. Calculate the following:



(a) A to B to C to D (A = start, D = end)

1- المسافة الكلية التي قطعتها أروى: 50 + 100 + 50 = 200 m

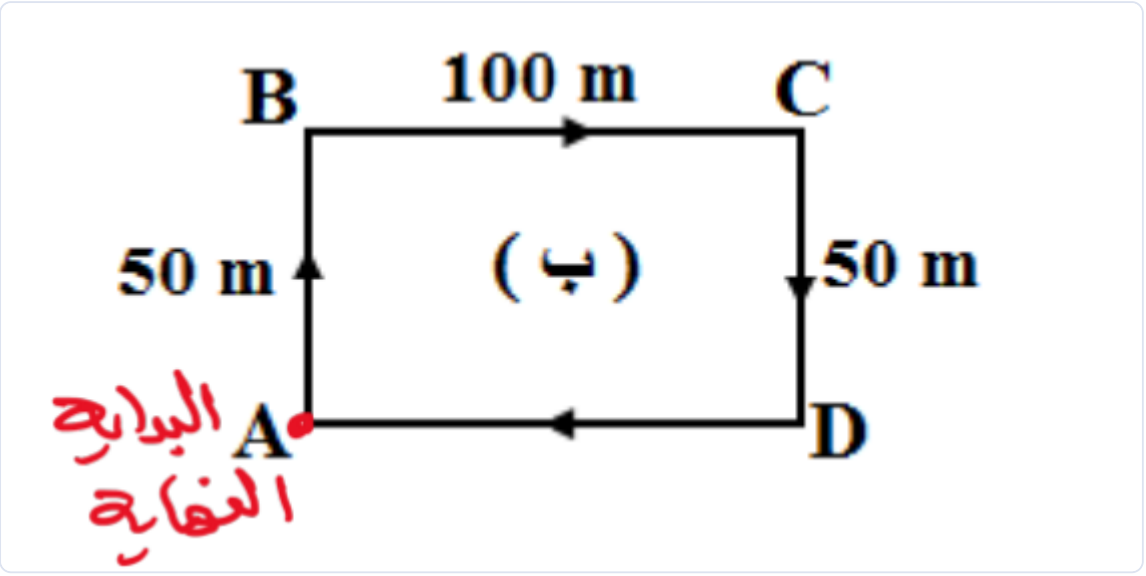
1) Total distance Arwa traveled: 50 + 100 + 50 = 200 m

2- إزاحة أروى: 100 m لليمين

2) Arwa's displacement: 100 m to the right.

ب- إذا عادت أروى إلى نقطة البداية. فاحسب:

(b) If Arwa returned to the starting point, calculate:



(b) Return to the start (A = start = end)

3- المسافة الكلية التي قطعتها أروى: 50 + 100 + 50 + 100 = 300 m

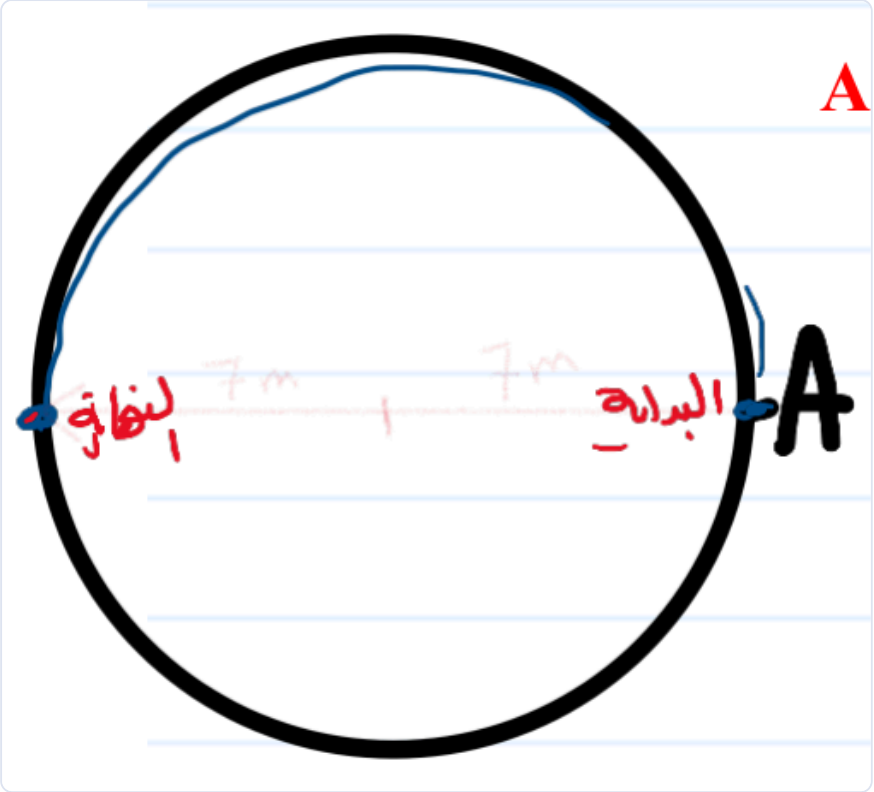
3) Total distance: 50 + 100 + 50 + 100 = 300 m

4- إزاحة أروى: صفر

4) Arwa's displacement: zero.

تتحرك أروى على طول مسار دائري نصف قطره 7 m إذا بدأت حركتها من النقطة A.

Arwa moves along a circular path of radius 7 m, starting from point A.



Circular path of radius 7 m, start at A

بعد قطع نصف دورة احسب: المسافة = ½(2πr) = π × 7 ≈ 22 m ، الإزاحة = 14 m لليسار.

After half a revolution: distance = ½(2πr) = π × 7 ≈ 22 m; displacement = 14 m to the left.

بعد قطع دورة كاملة احسب: المسافة = محيط الدائرة = 2πr = 2π × 7 ≈ 44 m ، الإزاحة = صفر (عادت إلى الموقع الابتدائي).

After one full revolution: distance = circumference = 2πr = 2π × 7 ≈ 44 m; displacement = zero (she returned to the initial position).

محيط الدائرة = 2πr

Circumference of a circle = 2πr.

Displacement and Time Interval — الإزاحة والفترة الزمنية

الرمز Δ (دلتا) = النهائي - الابتدائي

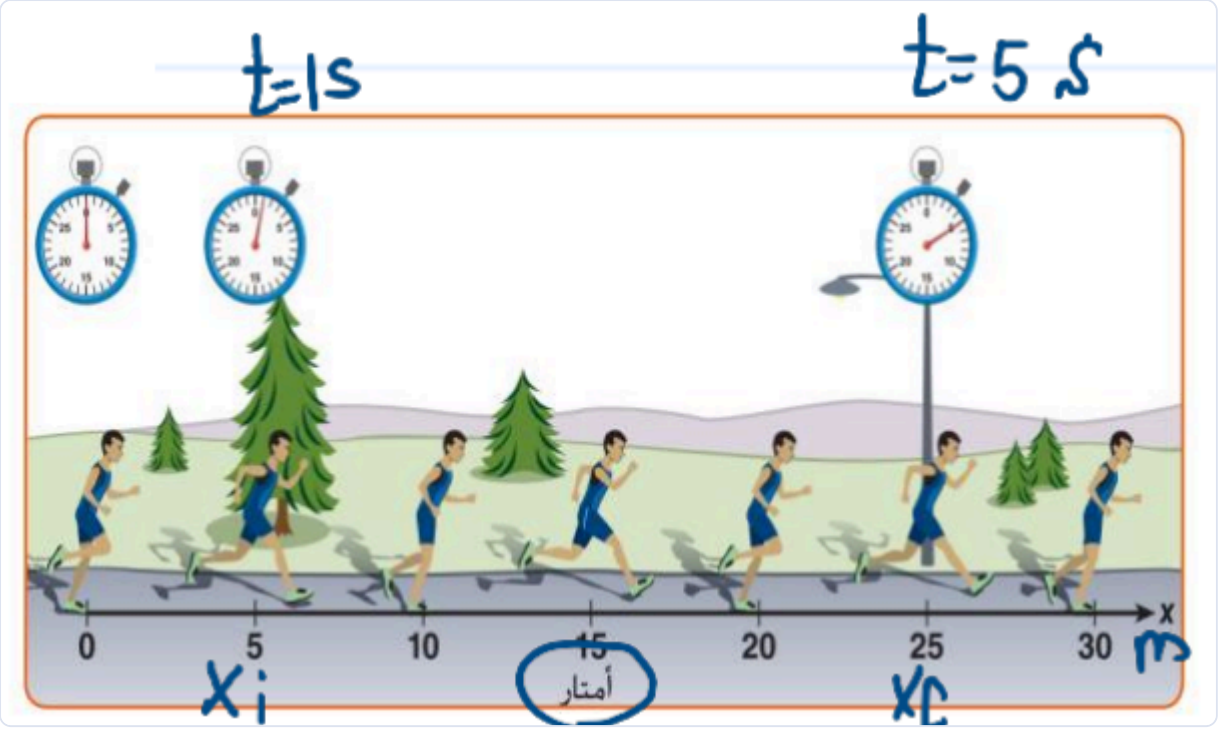
The symbol Δ (delta) = final - initial.

الإزاحة: $\Delta x = x_f - x_i$ ، أي: التغير في الموقع (الإزاحة) = الموقع النهائي - الموقع الابتدائي

Displacement: $\Delta x = x_f - x_i$, i.e. change in position (displacement) = final position - initial position.

الفترة الزمنية: $\Delta t = t_f - t_i$ ، أي: الزمن = الزمن النهائي - الزمن الابتدائي

Time interval: $\Delta t = t_f - t_i$, i.e. time = final time - initial time.



Runner: at t = 1 s at x_i = 5 m (the tree); at t = 5 s at x_f = 25 m (the lamp post)

ما مقدار إزاحة الجسم بين الشجرة وعمود الإنارة؟ $\Delta x = x_f - x_i = 25 - 5 = 20$ m

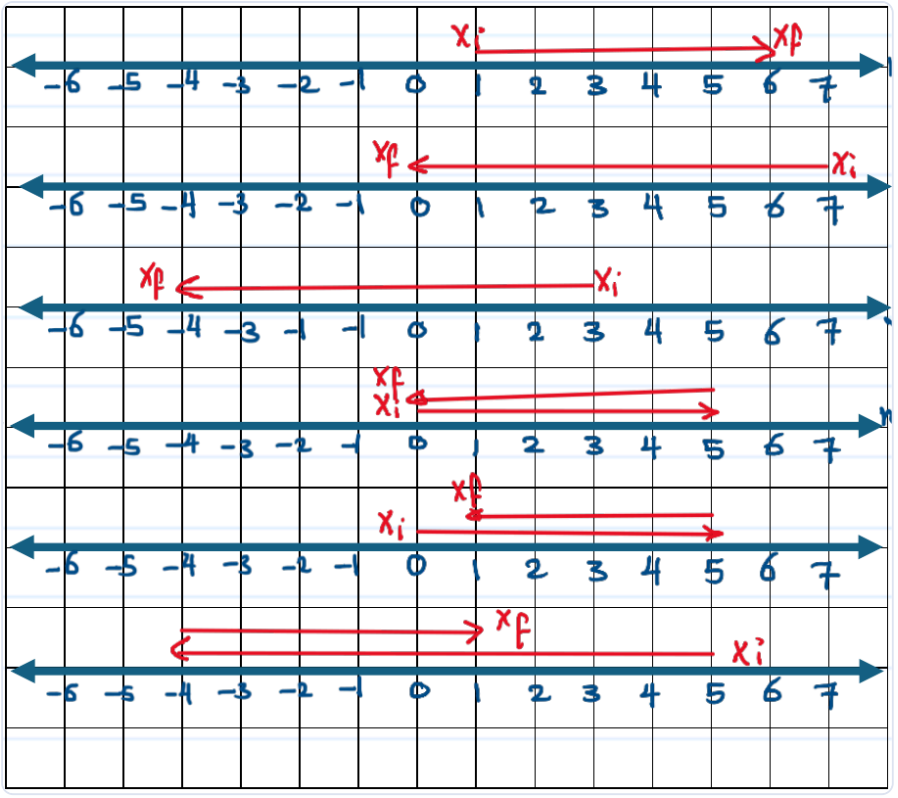
What is the object's displacement between the tree and the lamp post? $\Delta x = x_f - x_i = 25 - 5 = 20$ m

ما مقدار الفترة الزمنية لحركة الجسم بين الشجرة وعمود الإنارة؟ $\Delta t = t_f - t_i = 5 - 1 = 4$ s

What is the time interval of the object's motion between the tree and the lamp post? $\Delta t = t_f - t_i = 5 - 1 = 4$ s

المسافة = ما يقطعه الجسم عندما يتحرك في خط مستقيم وفي اتجاه واحد (تساوي مقدار الإزاحة).

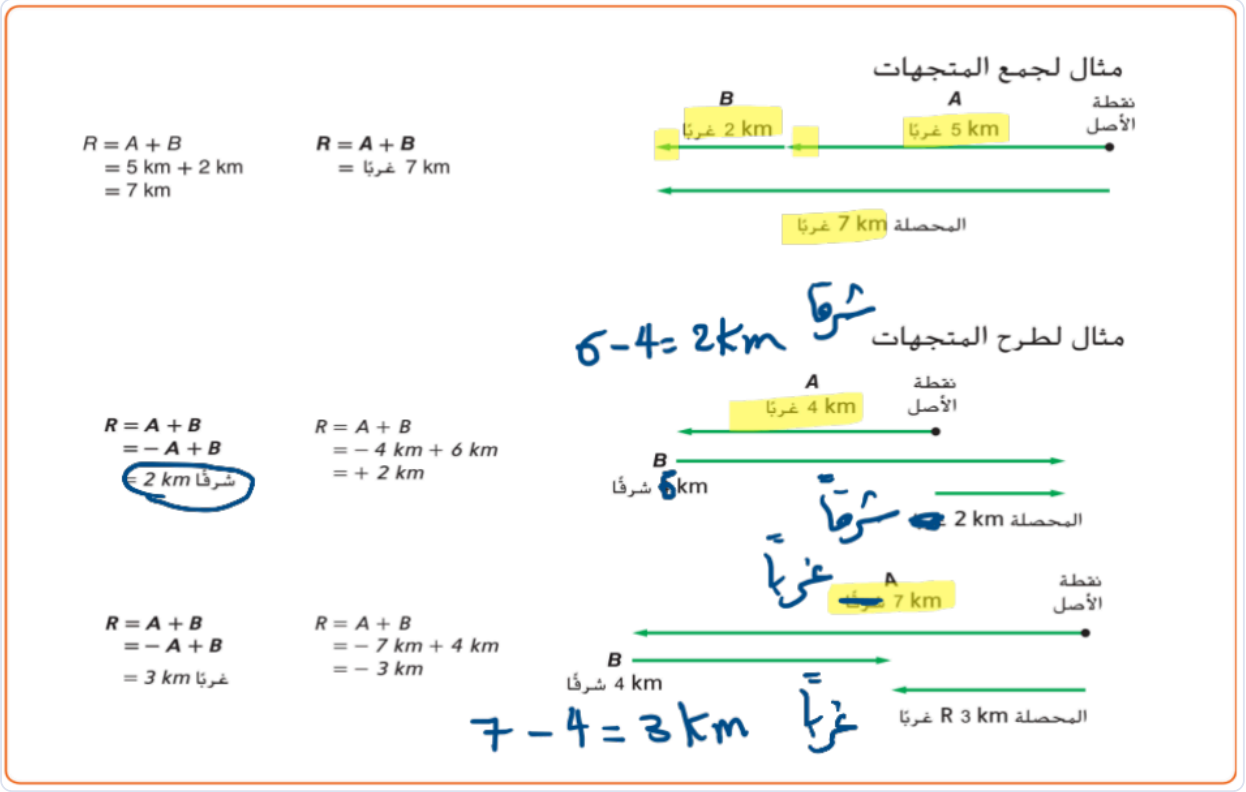
Distance = the displacement magnitude when an object moves in a straight line in one direction only.



Six examples of motion along the x-axis (x_i start, x_f end)

الحالة Case	المسافة Distance	الإزاحة Displacement
1	5 m	$\Delta x = x_f - x_i = 6 - 1 = 5$ m لليمين to the right
2	7 m	$\Delta x = 0 - 7 = -7$ m (7 m لليسار) 7 m to the left
3	7 m	$\Delta x = -4 - 3 = -7$ m (7 m لليسار) 7 m to the left
4	5 + 5 = 10 m	$\Delta x = x_f - x_i = 0 - 0 = 0$
5	5 + 4 = 9 m	$\Delta x = x_f - x_i = 1 - 0 = 1$ m
6	9 + 5 = 14 m	$\Delta x = 1 - 5 = -4$ m

The Resultant المحصلة



Examples of adding and subtracting vectors (west = -, east = +)

مثال لجمع المتجهات: A = 5 km غرباً ، B = 2 km غرباً: R = A + B = 5 km + 2 km = 7 km غرباً.

Example of adding vectors: A = 5 km west, B = 2 km west: R = A + B = 5 km + 2 km = 7 km west.

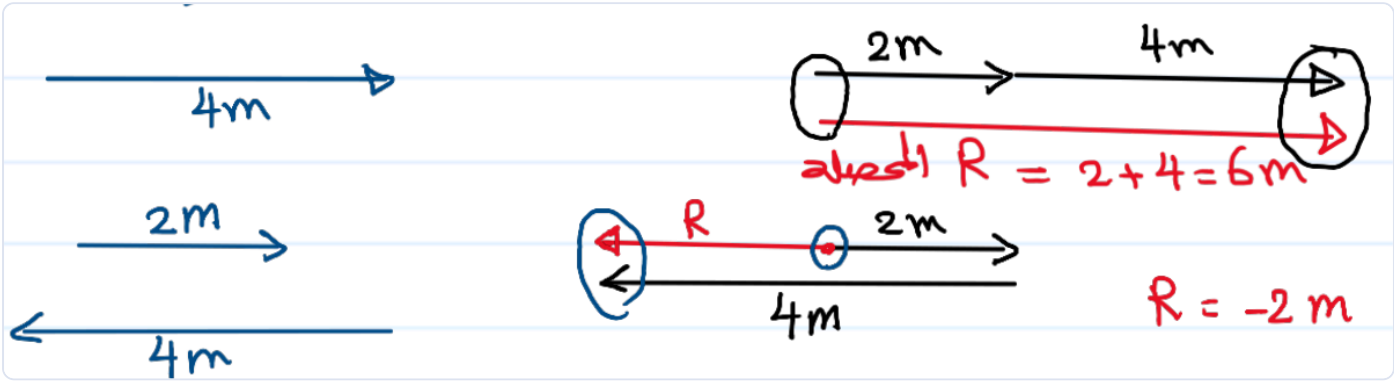
مثال لطرح المتجهات: A = 4 km غرباً ، B = 6 km شرقاً: R = A + B = -4 km + 6 km = +2 km أي 2 km شرقاً (6 - 4 = 2 km شرقاً).

Example of subtracting vectors: A = 4 km west, B = 6 km east: R = A + B = -4 km + 6 km = +2 km, i.e. 2 km east (6 - 4 = 2 km east).

مثال: A = 7 km غرباً ، B = 4 km شرقاً: R = A + B = -7 km + 4 km = -3 km أي 3 km غرباً (7 - 4 = 3 km غرباً).

Example: A = 7 km west, B = 4 km east: R = A + B = -7 km + 4 km = -3 km, i.e. 3 km west (7 - 4 = 3 km west).

Adding Vectors جمع المتجهات



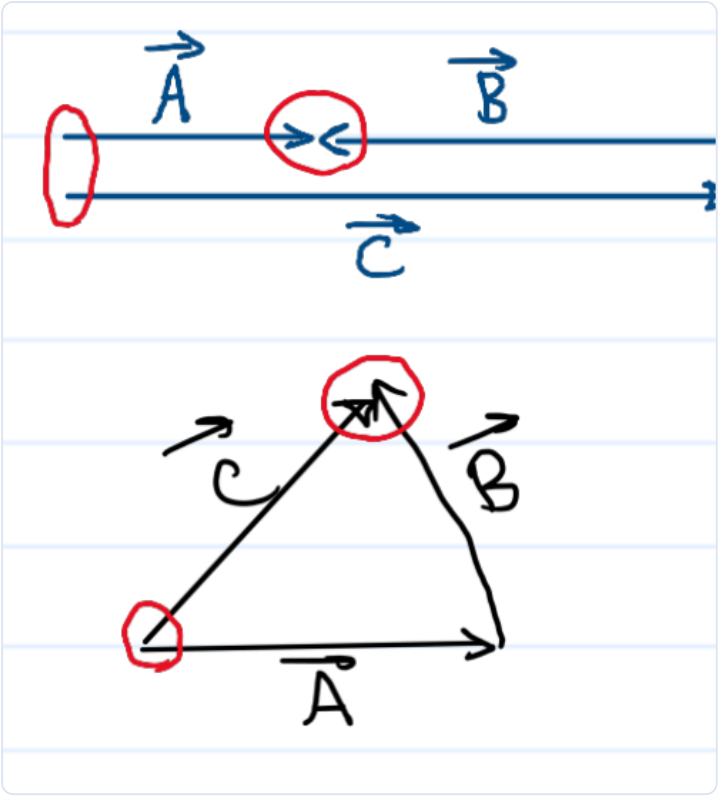
Adding vectors in the same and in opposite directions

متجهان في الاتجاه نفسه (2 m و 4 m): المحصلة R = 2 + 4 = 6 m في اتجاههما.

Two vectors in the same direction (2 m and 4 m): resultant R = 2 + 4 = 6 m in their direction.

متجهان متعاكسان (2 m لليمين و 4 m لليسار): R = -2 m أو 2 m لليسار.

Two opposite vectors (2 m to the right and 4 m to the left): R = -2 m, or 2 m to the left.



Head-to-tail addition: A = B + C (on a line) and C = A + B (triangle)

$\mathbb{A} = \mathbb{B} + \mathbb{C}$ ، $\mathbb{C} = \mathbb{A} + \mathbb{B}$ (نصل ذيل المتجه الثاني برأس الأول، والمحصلة تبدأ من بداية الأول وتنتهي عند نهاية الأخير).

A = B + C and C = A + B (vectors, head-to-tail: join the tail of the second to the head of the first; the resultant runs from the start of the first to the end of the last).

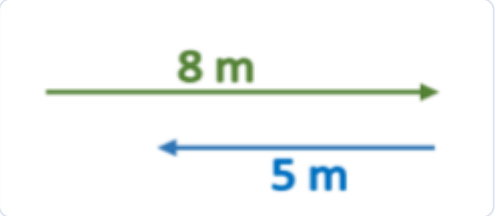
محصلة المتجهات: نفس الاتجاه: الجمع. متعاكسين: الطرح، وفي اتجاه الأكبر.

Resultant of vectors: same direction: add. Opposite directions: subtract, and the resultant is in the direction of the larger one.

Questions · أسئلة

1 **يمثل الشكل متجهين، الأول طوله (8m) باتجاه الشرق والثاني طوله (5m) باتجاه الغرب. ما مجموع هذين المتجهين؟**

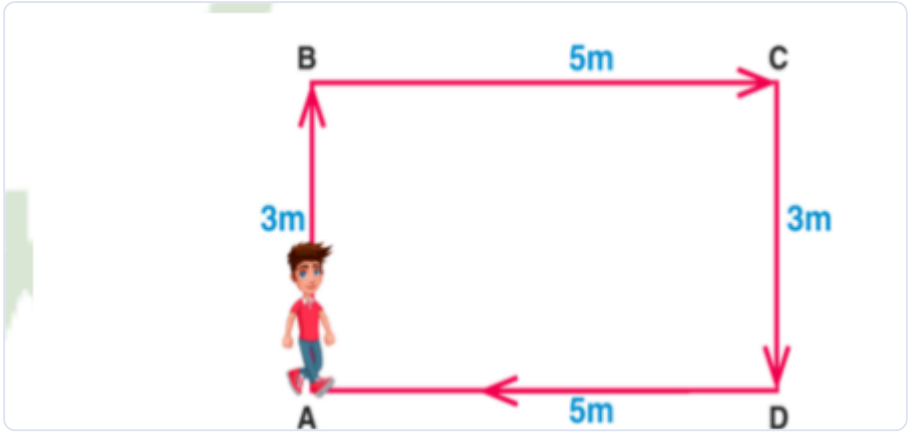
The figure shows two vectors: the first is 8 m long pointing east and the second is 5 m long pointing west. What is the sum of these two vectors?



13 m شرقاً 13 m east	**3 m شرقاً** 3 m east
13 m غرباً 13 m west	**3 m غرباً** 3 m west

2 **بدأ آدم الحركة من النقطة A مروراً بالنقاط B,C,D كما هو موضح بالشكل قبل أن يعود مجدداً إلى النقطة A. ما الإزاحة والمسافة التي قطعها آدم؟**

Adam started moving from point A, passing through points B, C, D as shown in the figure, before returning to point A. What are the displacement and the distance Adam traveled?



الإزاحة 16 m ، المسافة 16 m Displacement 16 m, distance 16 m
الإزاحة 0 m ، المسافة 16 m Displacement 0 m, distance 16 m
الإزاحة 34 m ، المسافة 34 m Displacement 34 m, distance 34 m
الإزاحة 0 m ، المسافة 34 m Displacement 0 m, distance 34 m

3 **أي من الكميات التالية كمية قياسية؟**

Which of the following is a scalar quantity?

الزمن Time	**التسارع** Acceleration
الإزاحة Displacement	**القوة** Force

4 **ما الذي يعبر عنه مقدار المتجه؟**

What does the magnitude of a vector represent?

طول المتجه The vector's length	**سمك المتجه** The vector's thickness
لون المتجه The vector's color	**اتجاه المتجه** The vector's direction

5 **ناتج طرح الموقع النهائي والموقع الابتدائي يساوي .....**

The result of subtracting the initial position from the final position equals .....

السرعة المتوسطة Average velocity	**مخطط الحركة** Motion diagram
الإزاحة Displacement	**الفترة الزمنية** Time interval

6 **ذهبت أروى من منزلها إلى المدرسة ثم عادت إلى منزلها، إذا كانت المسافة بين منزل أروى والمدرسة (300m)، أي التالي صحيح؟**

Arwa went from her home to school and then returned home. If the distance between Arwa's home and the school is 300 m, which of the following is correct?

المسافة كمية متجهة Distance is a vector quantity	**المسافة تساوي الإزاحة** The distance equals the displacement
الإزاحة تساوي مثلي المسافة The displacement equals twice the distance	**الإزاحة تساوي صفر** The displacement equals zero

7 **أي الآتية تكون عنده قيمة كل المتغيرات في النظام الإحداثي صفراً؟**

Which of the following has the value of all variables in the coordinate system equal to zero?

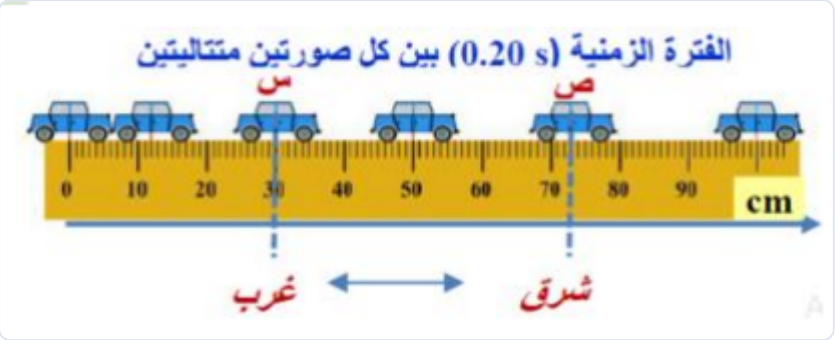
مقدار المحصلة Magnitude of the resultant	**طول المتجه** Vector length
نقطة الأصل The origin	**نقطة الموقع** Position point

8 **تحركت أروى مسافة (150 m) شرقاً ثم تحركت مسافة (50m) غرباً، أوجد إزاحة أروى؟**

Arwa moved a distance of 150 m east, then moved 50 m west. Find Arwa's displacement.

9 **اعتماداً على الشكل المجاور لحركة سيارة لعبة، ما إزاحة السيارة وزمن حركتها بين الموقعين (س و ص) ؟**

Based on the figure, which shows the motion of a toy car, what are the car's displacement and time of motion between the two positions (S and C)?



الإزاحة 43 cm شرقاً ، زمن الحركة 0.40 s

Displacement 43 cm east, time 0.40 s

الإزاحة 43 cm غرباً ، زمن الحركة 0.40 s

Displacement 43 cm west, time 0.40 s

الإزاحة 73 cm شرقاً ، زمن الحركة 0.80 s

Displacement 73 cm east, time 0.80 s

الإزاحة 73 cm غرباً ، زمن الحركة 0.80 s

Displacement 73 cm west, time 0.80 s

10 **اعتماداً على الشكل المجاور لحركة سيارة لعبة، ما إزاحة السيارة وزمن حركتها بين الموقعين (س و ص) ؟**

Based on the figure, which shows the motion of a toy car, what are the car's displacement and time of motion between the two positions (S and C)?



الإزاحة 80m لليمين ، زمن الحركة 0.20 s

Displacement 80 m to the right, time 0.20 s

الإزاحة 70m لليمين ، زمن الحركة 0.10 s

Displacement 70 m to the right, time 0.10 s

الإزاحة 80m لليمين ، زمن الحركة 0.20 s

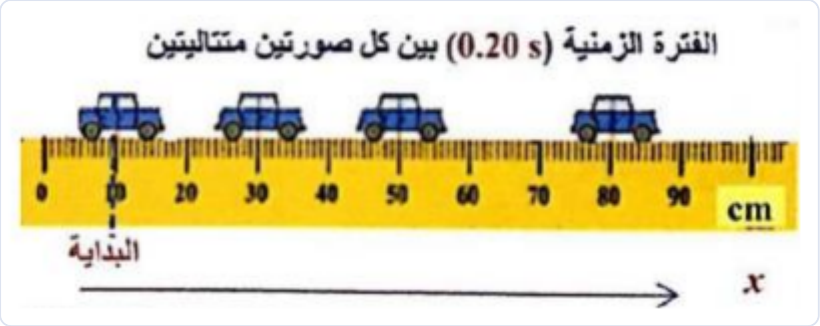
Displacement 80 m to the right, time 0.20 s

الإزاحة 70m لليمين ، زمن الحركة 0.30 s

Displacement 70 m to the right, time 0.30 s

11 **اعتماداً على الشكل المجاور لحركة سيارة لعبة، ما إزاحة السيارة بعد 0.60 s ؟**

Based on the figure, which shows the motion of a toy car, what is the car's displacement after 0.60 s?



cm 70+ +70 cm	**cm 80+** +80 cm
cm 70- -70 cm	**cm 80-** -80 cm

12 **في الرسم البياني، تتحرك سيارة لعبة من الموقع (3m) إلى الموقع (8m) أي من العبارات التالية صحيحة؟**

In the graph, a toy car moves from position 3 m to position 8 m. Which of the following statements is correct?

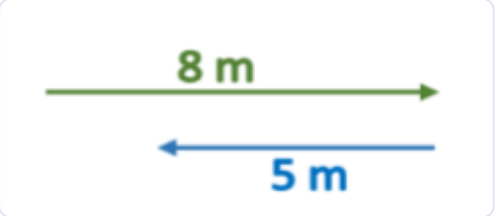


$\Delta x = +3m$ $\Delta x = +3$ m	**$x_f = +3m$** $x_f = +3$ m
$x_i = +3m$ $x_i = +3$ m	**$v_i = +3m$** $v_i = +3$ m

Solved · الحل النموذجي

1 **يمثل الشكل متجهين، الأول طوله (8m) باتجاه الشرق والثاني طوله (5m) باتجاه الغرب. ما مجموع هذين المتجهين؟**

The figure shows two vectors: the first is 8 m long pointing east and the second is 5 m long pointing west. What is the sum of these two vectors?



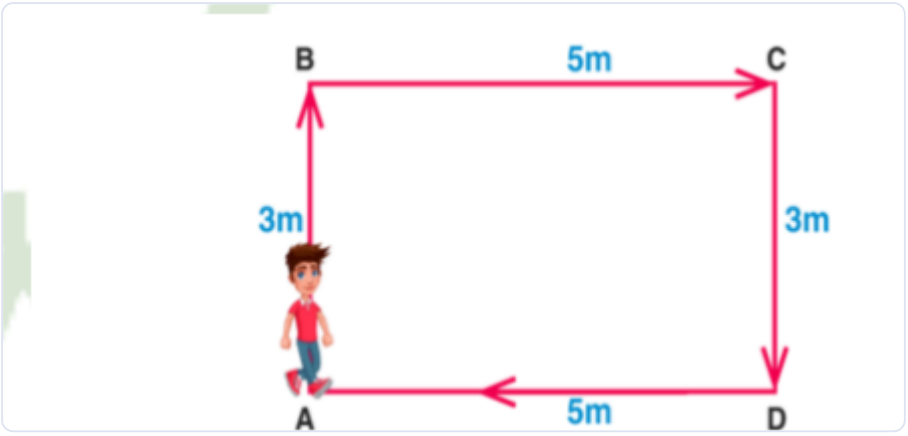
3 m شرقاً 3 m east ✔	**13 m شرقاً** 13 m east
3 m غرباً 3 m west	**13 m غرباً** 13 m west

R = 8 - 5 = 3 m شرقاً

R = 8 - 5 = 3 m east

2 **بدأ آدم الحركة من النقطة A مروراً بالنقاط B,C,D كما هو موضح بالشكل قبل أن يعود مجدداً إلى النقطة A. ما الإزاحة والمسافة التي قطعها آدم؟**

Adam started moving from point A, passing through points B, C, D as shown in the figure, before returning to point A. What are the displacement and the distance Adam traveled?



الإزاحة 16 m ، المسافة 16 m
Displacement 16 m, distance 16 m

الإزاحة 0 m ، المسافة 16 m
Displacement 0 m, distance 16 m
✔

الإزاحة 34 m ، المسافة 34 m
Displacement 34 m, distance 34 m

الإزاحة 0 m ، المسافة 34 m
Displacement 0 m, distance 34 m

المسافة = 3 + 5 + 3 + 5 = 16 m ؛ الإزاحة = صفر (البداية = النهاية).

Distance = 3 + 5 + 3 + 5 = 16 m; displacement = zero (start = end).

3 **أي من الكميات التالية كمية قياسية؟**

Which of the following is a scalar quantity?

الزمن Time ✔	**التسارع** Acceleration
الإزاحة Displacement	**القوة** Force

الكمية القياسية (العددية) لها مقدار فقط.

A scalar quantity has magnitude only.

4 **ما الذي يعبر عنه مقدار المتجه؟**

What does the magnitude of a vector represent?

طول المتجه The vector's length ✔	**سمك المتجه** The vector's thickness
اتجاه المتجه The vector's direction	**لون المتجه** The vector's color

5 **ناتج طرح الموقع النهائي والموقع الابتدائي يساوي .....**

The result of subtracting the initial position from the final position equals .....

مخطط الحركة Motion diagram	**السرعة المتوسطة** Average velocity
الفترة الزمنية Time interval	**الإزاحة** Displacement ✔

$\Delta x = x_f - x_i$

$\Delta x = x_f - x_i$

6 **ذهبت أروى من منزلها إلى المدرسة ثم عادت إلى منزلها، إذا كانت المسافة بين منزل أروى والمدرسة (300m)، أي التالي صحيح؟**

Arwa went from her home to school and then returned home. If the distance between Arwa's home and the school is 300 m, which of the following is correct?

المسافة تساوي الإزاحة The distance equals the displacement	**المسافة كمية متجهة** Distance is a vector quantity
الإزاحة تساوي صفر The displacement equals zero ✔	**الإزاحة تساوي مثلي المسافة** The displacement equals twice the distance

المسافة = 300 + 300 = 600 m ؛ الإزاحة = صفر (عادت إلى منزلها).

Distance = 300 + 300 = 600 m; displacement = zero (she returned home).

7 **أي الآتية تكون عنده قيمة كل المتغيرات في النظام الإحداثي صفراً؟**

Which of the following has the value of all variables in the coordinate system equal to zero?

طول المتجه Vector length	**مقدار المحصلة** Magnitude of the resultant
نقطة الموقع Position point	**نقطة الأصل** The origin ✔

8 **تحركت أروى مسافة (150 m) شرقاً ثم تحركت مسافة (50m) غرباً، أوجد إزاحة أروى؟**

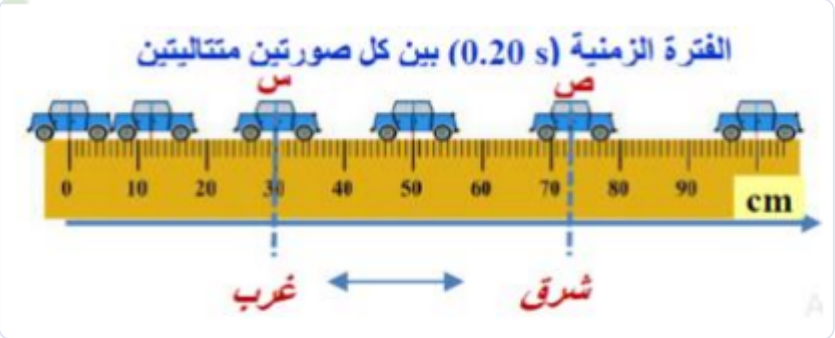
Arwa moved a distance of 150 m east, then moved 50 m west. Find Arwa's displacement.

الإزاحة = 150 - 50 = 100 m شرقاً

Displacement = +150 - 50 = 100 m east

9 **اعتماداً على الشكل المجاور لحركة سيارة لعبة، ما إزاحة السيارة وزمن حركتها بين الموقعين (س و ص) ؟**

Based on the figure, which shows the motion of a toy car, what are the car's displacement and time of motion between the two positions (S and C)?



الإزاحة 43 cm شرقاً ، زمن الحركة 0.40 s

Displacement 43 cm east, time 0.40 s

✔

الإزاحة 43 cm غرباً ، زمن الحركة 0.40 s

Displacement 43 cm west, time 0.40 s

الإزاحة 73 cm شرقاً ، زمن الحركة 0.80 s

Displacement 73 cm east, time 0.80 s

الإزاحة 73 cm غرباً ، زمن الحركة 0.80 s

Displacement 73 cm west, time 0.80 s

t = 0.20 + 0.20 = 0.40 s ؛ $\Delta x = x_f - x_i$ = 73 - 30 = 43 cm شرقاً

t = 0.20 + 0.20 = 0.40 s; $\Delta x = x_f - x_i$ = 73 - 30 = 43 cm east

10 **اعتماداً على الشكل المجاور لحركة سيارة لعبة، ما إزاحة السيارة وزمن حركتها بين الموقعين (س و ص) ؟**

Based on the figure, which shows the motion of a toy car, what are the car's displacement and time of motion between the two positions (S and C)?



الإزاحة 80m لليمين ، زمن الحركة 0.20 s
Displacement 80 m to the right, time 0.20 s

الإزاحة 70m لليمين ، زمن الحركة 0.10 s
Displacement 70 m to the right, time 0.10 s

الإزاحة 80m لليمين ، زمن الحركة 0.20 s
Displacement 80 m to the right, time 0.20 s

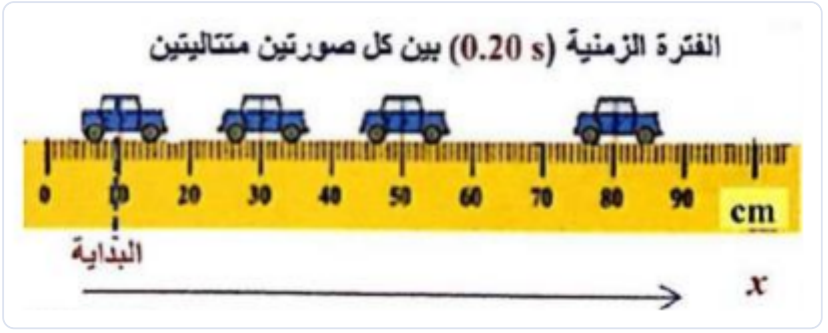
الإزاحة 70m لليمين ، زمن الحركة 0.30 s
Displacement 70 m to the right, time 0.30 s
✔

$t = 0.10 + 0.10 + 0.10 = 0.30$ s ؛ $\Delta x = x_f - x_i = 80 - 10 = 70$ لليمين

$t = 0.10 + 0.10 + 0.10 = 0.30$ s; $\Delta x = x_f - x_i = 80 - 10 = 70$, to the right

11 **اعتماداً على الشكل المجاور لحركة سيارة لعبة، ما إزاحة السيارة بعد 0.60 s ؟**

Based on the figure, which shows the motion of a toy car, what is the car's displacement after 0.60 s?



cm 70+
+70 cm

cm 80+
+80 cm
✔

cm 70-
-70 cm

cm 80-
-80 cm

$\Delta x = x_f - x_i = 90 - 10 = 80$ cm

$\Delta x = x_f - x_i = 90 - 10 = 80$ cm

12 **في الرسم البياني، تتحرك سيارة لعبة من الموقع (3m) إلى الموقع (8m) أي من العبارات التالية صحيحة؟**

In the graph, a toy car moves from position 3 m to position 8 m. Which of the following statements is correct?

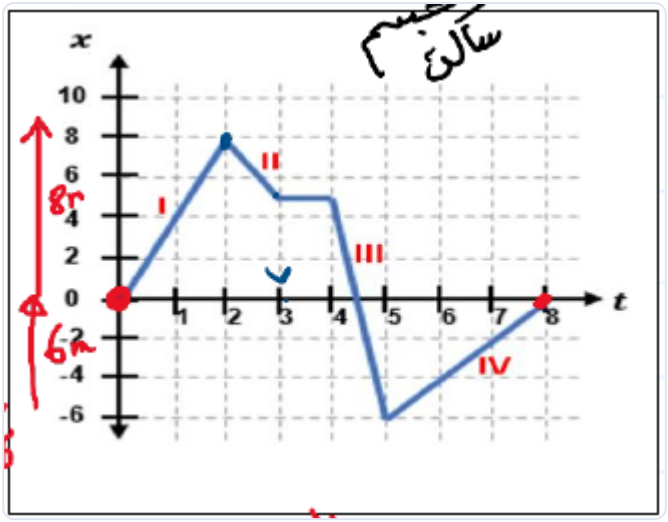


$\Delta x = +3m$ $\Delta x = +3$ m	**$x_f = +3m$** $x_f = +3$ m
$x_i = +3m$ $x_i = +3$ m ✔	**$v_i = +3m$** $v_i = +3$ m

$\Delta x = 8 - 3 = 5$ m ، $x_f = 8$ m ، $x_i = +3$ m

$x_i = +3$ m, $x_f = 8$ m, $\Delta x = 8 - 3 = 5$ m

Average velocity from a position-time graph (4 stages)
السرعة المتجهة المتوسطة (الميل)



Position–time graph: stage I (0–2 s), stage II (2–3 s), at rest (3–4 s), stage III (4–5 s), stage IV (5–8 s)

السرعة المتجهة المتوسطة = الميل = Δx / Δt

Average velocity = slope of the position–time graph = Δx / Δt

المرحلة I: الميل = (8 − 0)/(2 − 0) = 4 m/s ← السرعة المتوسطة المتجهة 4 m/s، السرعة المتوسطة القياسية 4 m/s

Stage I: slope = (8 − 0)/(2 − 0) = 4 m/s; average velocity = 4 m/s, average speed = 4 m/s.

المرحلة II: الميل = (5 − 8)/(3 − 2) = −3 m/s ← السرعة المتوسطة المتجهة −3 m/s، السرعة المتوسطة القياسية 3 m/s

Stage II: slope = (5 − 8)/(3 − 2) = −3 m/s; average velocity = −3 m/s, average speed = 3 m/s.

بين 3 s و 4 s يكون الجسم ساكناً (v = 0).

Between 3 s and 4 s the object is at rest (v = 0).

المرحلة III: الميل = (−6 − 5)/(5 − 4) = −11 m/s ← السرعة المتوسطة المتجهة −11 m/s، السرعة المتوسطة القياسية 11 m/s

Stage III: slope = (−6 − 5)/(5 − 4) = −11 m/s; average velocity = −11 m/s, average speed = 11 m/s.

المرحلة IV: الميل = (0 − (−6))/(8 − 5) = 2 m/s ← السرعة المتوسطة المتجهة 2 m/s، السرعة المتوسطة القياسية 2 m/s

Stage IV: slope = (0 − (−6))/(8 − 5) = 2 m/s; average velocity = 2 m/s, average speed = 2 m/s.

حسب السرعة (الترتيب من الأكبر): III > I > II > IV

Ranking by speed (largest first): III > I > II > IV

المسافة الكلية: 8 + 14 + 6 = 28 m

Total distance: 8 + 14 + 6 = 28 m

السرعة المتوسطة القياسية خلال 8 ثواني = المسافة / الزمن = 28 / 8 = 3.5 m/s

Average speed over 8 s = distance / time = 28 / 8 = 3.5 m/s

الإزاحة الكلية: $\Delta x = x_f - x_i = 0 - 0 = 0$ m أو $+8 - 14 + 6 = 0$

Total displacement: Δx = x_f − x_i = 0 − 0 = 0 m, or +8 − 14 + 6 = 0

السرعة المتوسطة المتجهة خلال 8 ثواني = الإزاحة / الزمن = 0 / 8 = 0 m/s

Average velocity over 8 s = displacement / time = 0 / 8 = 0 m/s

السرعة المتجهة والسرعة القياسية والسرعة اللحظية

Velocity, speed and instantaneous velocity

السرعة المتوسطة القياسية v Average speed v	السرعة المتوسطة المتجهة $\vec{v}$ Average velocity $\vec{v}$
لها مقدار فقط Has magnitude only	لها مقدار واتجاه Has magnitude and direction
كمية عددية Scalar quantity	كمية متجهة Vector quantity
موجبة دائماً Always positive	لليمين / للشرق / للشمال + لليسار / للغرب / للجنوب − عاد الجسم إلى نقطة البداية ← 0 + right / east / north; − left / west / south; 0 → the object returned to its starting point
v = المسافة / الزمن v = distance / time	$\vec{v}$ = الإزاحة / الزمن = Δx / Δt $\vec{v}$ = displacement / time = Δx / Δt

متى تساوي: المسافة = الإزاحة ، السرعة المتوسطة القياسية = السرعة المتوسطة المتجهة (في المقدار) عندما يتحرك الجسم في خط مستقيم في اتجاه واحد.

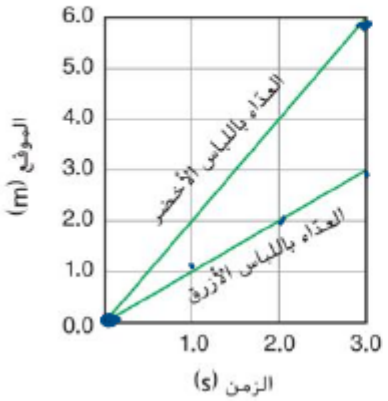
When are they equal? Distance = displacement, and average speed = magnitude of average velocity, when the object moves along a straight line in one direction.

مثال: احسب سرعة كل عداء في الشكل التالي.

الأزرق: $v = (3.0 - 0)/(3.0 - 0) = 1$ m/s

الأخضر: $v = (6.0 - 0)/(3.0 - 0) = 2.0$ m/s

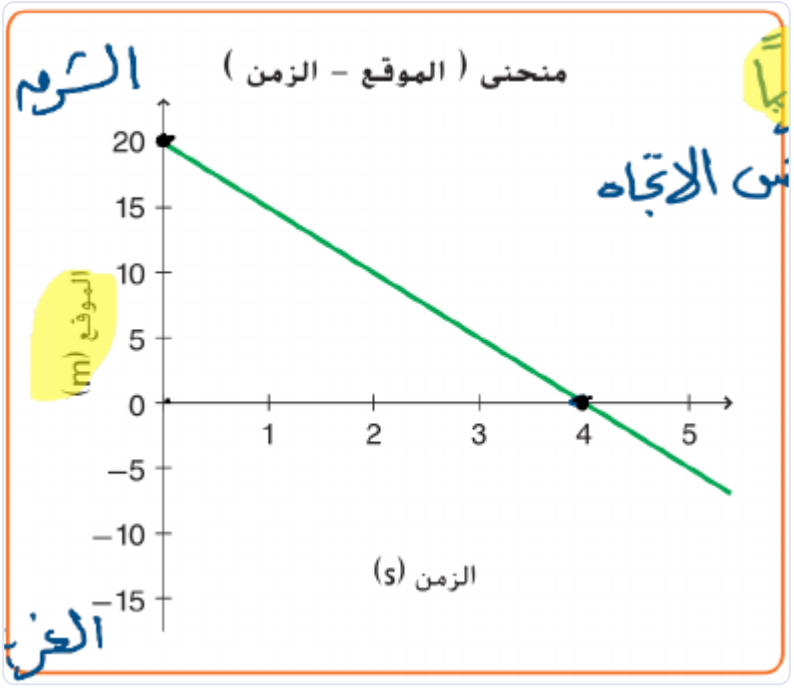
Example: Calculate the speed of each runner in the figure. Blue runner: v = (3.0 − 0)/(3.0 − 0) = 1 m/s. Green runner: v = (6.0 − 0)/(3.0 − 0) = 2.0 m/s.





Position–time lines of the two runners (blue and green outfits)

وصف الحركة من منحنى (الموقع - الزمن) — Reading position-time graphs and the equation of motion



Position (m) vs time (s); positive = east, negative = west

صف حركة الجسم في الرسم المقابل: بدأ الجسم من موقع 20 m شرقاً ثم تحرك بسرعة ثابتة غرباً ووصل إلى نقطة الأصل عند 4 s واستمر في الحركة في نفس الاتجاه.

Describe the motion of the object: It started from position 20 m east, then moved at constant speed toward the west, reached the origin at 4 s and continued moving in the same direction.

متى وصل إلى نقطة الأصل؟ t = 4.0 s

When did it reach the origin? t = 4.0 s

ما مقدار السرعة المتوسطة المتجهة؟ v = (0 − 20)/(4 − 0) = −5 m/s

What is the average velocity? v = (0 − 20)/(4 − 0) = −5 m/s

ما مقدار السرعة المتوسطة القياسية؟ 5 m/s

What is the average speed? 5 m/s

معادلة المستقيم $y = m\,x + b$ ← y الموقع (x_f)، m ← الميل (v)، x ← الزمن (t)، b ← الموقع الابتدائي (x_i).
اكتب معادلة حركة الجسم: $x_f = v\,t + x_i$ ← $x_f = -5\,t + 20$

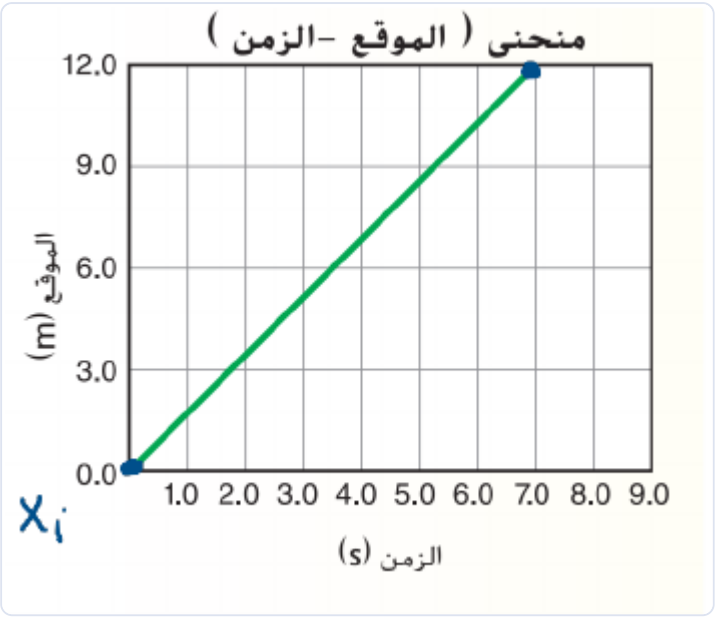
Equation of a line $y = mx + b$: y → position (x_f), m → slope (v), x → time (t), b → initial position (x_i).
Equation of motion: $x_f = v\,t + x_i$, so $x_f = -5t + 20$.

متى يصل الجسم إلى موقع −100 m إذا استمر بنفس السرعة المتجهة؟ $-100 = -5t + 20$ ← $t = (-100 - 20)/(-5) = 24$ s

When does the object reach −100 m if it keeps the same velocity? $-100 = -5t + 20$, so $t = (-100 - 20)/(-5) = 24$ s

ما موقع الجسم عند الزمن 9 s؟ $x_f = -5(9) + 20 = -25$ m

What is the position at t = 9 s? $x_f = -5(9) + 20 = -25$ m



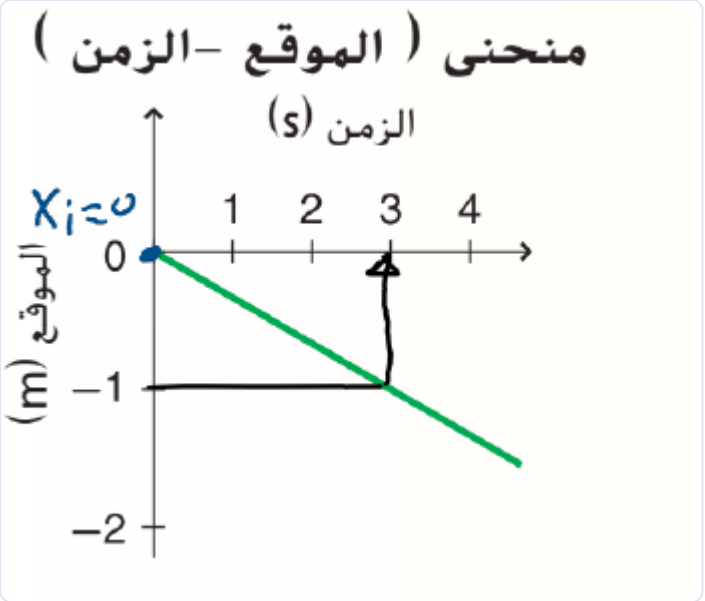
Position–time graph, line from the origin ($x_i = 0$)

صف حركة الجسم في الرسم المقابل: بدأ من نقطة الأصل وتحرك بسرعة ثابتة في الاتجاه الموجب.

Describe the motion: It started from the origin and moved at constant speed in the positive direction.

السرعة المتوسطة المتجهة: الميل m/s = $v = 1.7 = (0 - 7.0)/(0 - 12.0)$
السرعة المتوسطة القياسية: 1.7 m/s
معادلة الحركة: $x_f = v\,t + x_i$ ← $x_f = 1.7\,t$

Average velocity: v = slope = $(12.0 - 0)/(7.0 - 0) = 1.7$ m/s. Average speed: 1.7 m/s. Equation of motion: $x_f = v\,t + x_i$, so $x_f = 1.7\,t$.



Position–time graph, line going down from the origin (x_i = 0)

صف حركة الجسم في الرسم المقابل: بدأ من نقطة الأصل وتحرك بسرعة ثابتة في الاتجاه السالب.

Describe the motion: It started from the origin and moved at constant speed in the negative direction.

السرعة المتوسطة المتجهة: الميل = $(0-3)/(0-1-) = 1/3-$ = v m/s

السرعة المتوسطة القياسية: 1/3 m/s

معادلة الحركة: $x_f = v\,t + x_i \leftarrow x_f = (-1/3)\,t$

Average velocity: v = slope = $(-1-0)/(3-0) = -1/3$ m/s. Average speed: 1/3 m/s. Equation of motion: $x_f = v\,t + x_i$, so $x_f = -(1/3)\,t$.

مثال: كم تبلغ السرعة المتوسطة لجسم يتحرك من الموقع 6.5 cm إلى 3.7 cm بالنسبة إلى نقطة الأصل خلال 2.3 s؟

$\vec{v} = (x_f - x_i)/(t_f - t_i) = (3.7-6.5)/2.3 = -1.22$ cm/s

السرعة المتوسطة (القياسية) = 1.22 cm/s

Example: What is the average velocity of an object that moves from position 6.5 cm to 3.7 cm relative to the origin in 2.3 s? $v = (x_f - x_i)/(t_f - t_i) = (3.7-6.5)/2.3 = -1.22$ cm/s; average speed = 1.22 cm/s.

مثال: انطلقت دراجة بسرعة ثابتة مقدارها 0.55 m/s. ارسم مخططاً توضيحياً للحركة ورسماً بيانياً لمنحنى (الموقع – الزمن) تبين فيهما حركة الدراجة لمسافة 19.8 m.

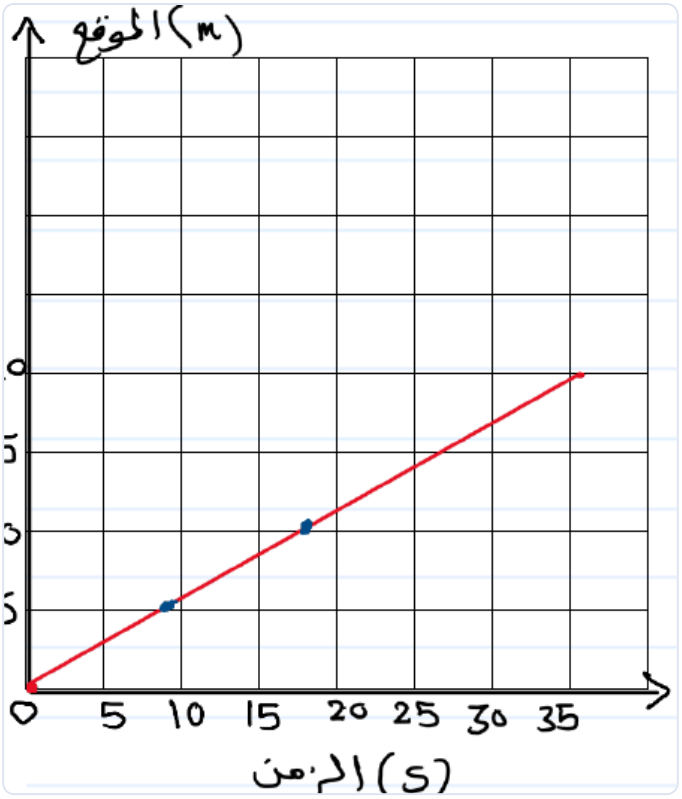
$v = 0.55$ m/s ، $\Delta t = \Delta x / v = 19.8 / 0.55 = 36$ s

Example: A bicycle starts off at a constant speed of 0.55 m/s. Draw a motion diagram and a position–time graph showing the bicycle's motion over a distance of 19.8 m. v = 0.55 m/s, $\Delta t = \Delta x / v = 19.8 / 0.55 = 36$ s.



Motion diagram: t = 0 at x = 0 to the last point at x = 19.8 m

الزمن (s) Time (s)	0	9.1	18.2	36
الموقع (m) Position (m)	0	5	10	19.8



Position–time graph of the bicycle (straight line through the origin)

مثلث العلاقة: Δx = v × Δt (الإزاحة في الأعلى، السرعة والزمن في الأسفل).

Formula triangle: Δx on top, v and t at the bottom (Δx = v × Δt).

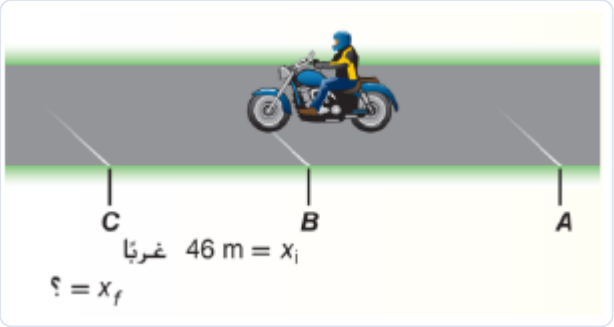
Equation of motion at constant velocity — معادلة الحركة بسرعة ثابتة

$$\vec{v} = \Delta x / \Delta t$$

$$\vec{v} = (x_f - x_i)/(t_f - t_i)$$

$$x_f = v\,t + x_i$$

v = Δx / Δt; v = (x_f − x_i)/(t_f − t_i); x_f = v t + x_i



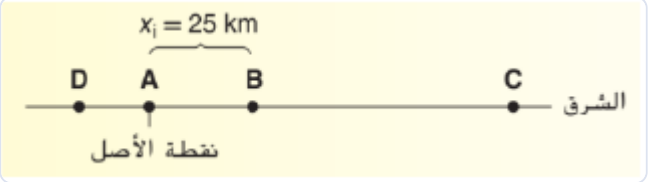
Motorcyclist moving west; x_i = 46 m west of A, x_f = ?

مثال: يوضح الشكل سائق دراجة نارية يسير غرباً على طول طريق مستقيم. بعد اجتياز النقطة B يستمر السائق في السير بسرعة متوسطة 12 m/s غرباً ويصل إلى النقطة C بعد مرور 3.0 s. ما موقع النقطة C؟

$x_f = ?\ ،\ t = 3.0\ s\ ،\ v = -12\ m/s\ ،\ x_i = -46\ m$

$x_f = x_i + v\,t = -46 + (-12 \times 3.0) = -82\ m$ أي 82 m غرباً

Example: The figure shows a motorcyclist travelling west along a straight road. After passing point B, the rider keeps moving west at an average speed of 12 m/s and reaches point C after 3.0 s. What is the position of C? x_i = −46 m, v = −12 m/s, t = 3.0 s. x_f = x_i + vt = −46 + (−12 × 3.0) = −82 m, i.e. 82 m west.



Positions D, A (origin), B (x_i = 25 km), C; east to the right

مثال: يوضح الرسم الموجود على اليسار مسار سفينة تبحر بسرعة 42 km/h باتجاه الشرق. ما موقع السفينة عندما تصل إلى النقطة C بالنسبة إلى نقطة البدء A إذا أبحرت من النقطة B إلى النقطة C في زمن 1.5 h؟

$t = 1.5\ h\ ،\ x_i = 25\ km\ ،\ v = +42\ km/h$

$x_f = x_i + v\,t = 25 + 42 \times 1.5 = 88\ km$

Example: The diagram shows the path of a ship sailing at 42 km/h toward the east. What is the ship's position relative to the starting point A when it reaches point C, if it sails from B to C in 1.5 h? v = +42 km/h, x_i = 25 km, t = 1.5 h. x_f = x_i + vt = 25 + 42 × 1.5 = 88 km.

مثال: ماذا سيكون موقع السفينة إذا بدأت هذه السفينة من النقطة B وأبحرت بسرعة متوسطة 35 km/h غرباً إلى النقطة D في فترة زمنية 1.2 h؟

$t = 1.2\ h\ ،\ v = -35\ km/h\ ،\ x_i = 25\ km$

$x_f = x_i + v\,t = 25 + (-35 \times 1.2) = -17\ km$ أي 17 km غرباً

Example: What would the ship's position be if it started from B and sailed west at an average speed of 35 km/h to point D in 1.2 h? x_i = 25 km, v = −35 km/h, t = 1.2 h. x_f = 25 + (−35 × 1.2) = −17 km, i.e. 17 km west.

Questions · أسئلة

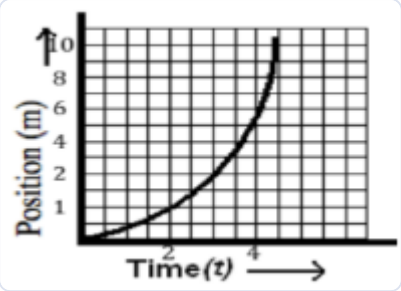
1 **التغير في الموقع مقسوماً على الزمن الذي حدث فيه هذا التغير هو .....**

The change in position divided by the time in which this change occurred is .....

السرعة المتوسطة المتجهة Average velocity	**السرعة المتوسطة** Average speed
السرعة اللحظية Instantaneous speed	**السرعة المتجهة اللحظية** Instantaneous velocity

2 **سرعة الجسم عند الزمن 4s هي .....**

The velocity of the object at t = 4 s is .....



السرعة المتوسطة المتجهة Average velocity	**السرعة المتوسطة** Average speed
السرعة المتغيرة Variable velocity	**السرعة المتجهة اللحظية** Instantaneous velocity

3 **اعتماداً على البيانات في الجدول المقابل: ما مقدار السرعة المتوسطة المتجهة لحركة العربة خلال 12s؟**

Based on the data in the table: what is the average velocity of the cart during 12 s?

تغيرات موقع سيارة لعبة مع الزمن					
12	9.0	5.0	3.0	0.0	t (s)
-30	-15	0.0	+20	+50	x (c m)

Position of a toy car vs time: t (s) = 0.0, 3.0, 5.0, 9.0, 12; x (cm) = +50, +20, 0.0, −15, −30

4 **يتحرك فأر على طول خط مستقيم، أوجد موقع الفأر بالنسبة إلى نقطة الأصل إذا تحرك بسرعة 12.8 m/s شمالاً لفترة 3.10 s ؟**

A mouse moves along a straight line. Find its position relative to the origin if it moves at 12.8 m/s north for 3.10 s.

5 **يوضح الشكل التالي حركة سيارة في خط مستقيم.**
احسب:
1- إزاحة السيارة
2- الفترة الزمنية
3- السرعة المتوسطة المتجهة

The figure shows a car moving in a straight line (position 1: t_i = 0 s, x_i = 0 m; position 2: t_f = 10 s, x_f = 200 m). Calculate: 1) the displacement of the car; 2) the time interval; 3) the average velocity.



6 **تقود سيارة بسرعة 97 km/h لمدة ثلاث ساعات ثم بسرعة 72 km/h لمدة ثلاث ساعات أخرى.**
ما مقدار السرعة المتوسطة المتجهة؟

A car is driven at 97 km/h for three hours, then at 72 km/h for another three hours. What is the average velocity?

7 **ما مقدار السرعة المتوسطة المتجهة لجسم تحرك من الموقع 6.5m إلى الموقع 3.5m بالنسبة إلى نقطة الأصل في زمن 3.0s؟**

What is the average velocity of an object that moved from position 6.5 m to position 3.5 m relative to the origin in 3.0 s?

2.0 m/s	**1.0 m/s**
9.0 m/s	**3.3 m/s**

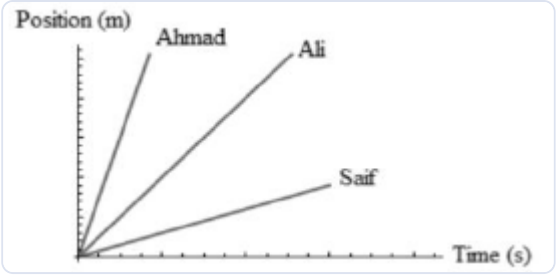
8 **يتحرك جسم في خط مستقيم وفق العلاقة: x = 12 + 5t**
حيث تقاس المسافة بالمتر والزمن بالثواني
ما مقدار:

- **سرعة الجسم .....**
- **الموقع الابتدائي للجسم .....**
- **موقع الجسم عند اللحظة 6s .....**
- **زمن وصول الجسم إلى الموقع 60m .....**

An object moves along a straight line according to x = 12 + 5t, where distance is in metres and time in seconds. What is: the speed of the object; its initial position; its position at t = 6 s; the time at which it reaches position 60 m?

9 **اعتماداً على الرسم المقابل للموقع مع الزمن أي التعبيرات التالية صحيحة؟**

Based on the position–time graph shown, which of the following statements is correct?

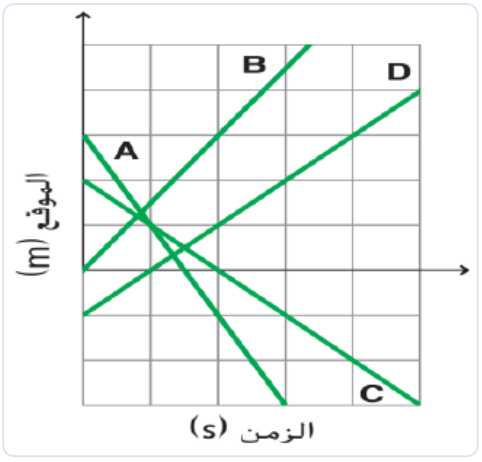


$v_{Saif} = v_{Ali} = v_{Ahmad}$	$v_{Saif} > v_{Ali} > v_{Ahmad}$
$v_{Ali} > v_{Ahmad} > v_{Saif}$	$v_{Ahmad} > v_{Ali} > v_{Saif}$

10 **اعتماداً على الرسم المقابل للموقع مع الزمن:**

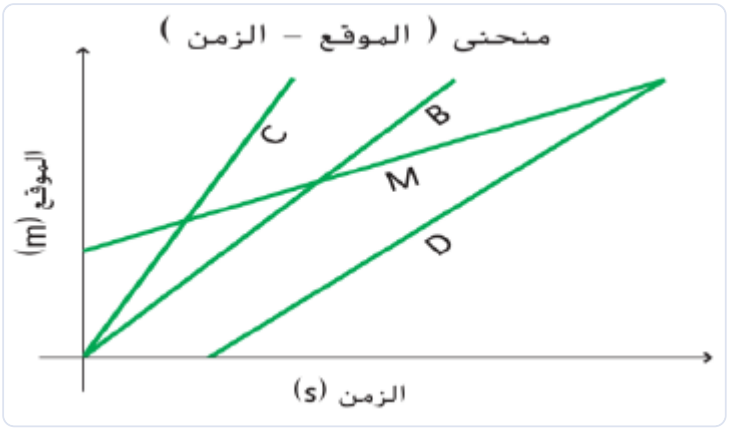
- **رتب الأجسام حسب موقعها الابتدائي من أكبر موقع موجب إلى أكبر موقع سالب**
- **رتب الأجسام حسب مسافتها الابتدائية من نقطة الأصل**
- **رتب الأجسام حسب سرعتها المتوسطة**

Based on the position–time graph shown: rank the objects (a) by initial position, from the largest positive position to the largest negative position; (b) by initial distance from the origin; (c) by average speed.



11 **اعتماداً على الرسم المقابل للموقع مع الزمن رتب الأجسام حسب سرعتها المتوسطة المتجهة**

Based on the position–time graph shown, rank the objects by their average velocity.



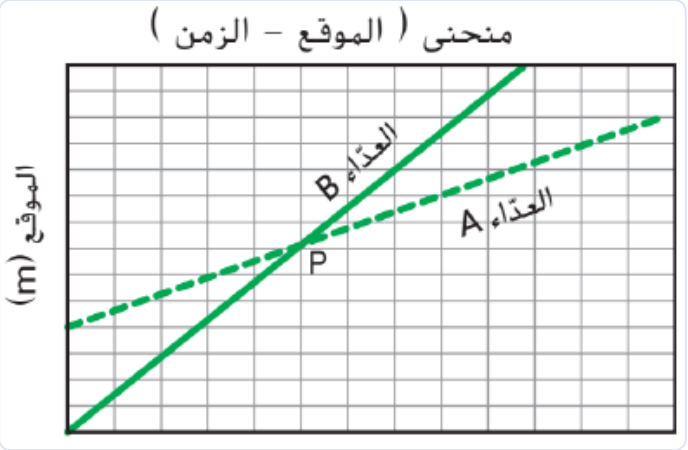
12 يشير الشكل المقابل إلى رسم بياني لشخصين يمارسان رياضة الجري.

a. صف موقع العداء A مقارنة بالعداء B عند نقطة التقاطع مع المحور y.

b. من العداء الأسرع؟

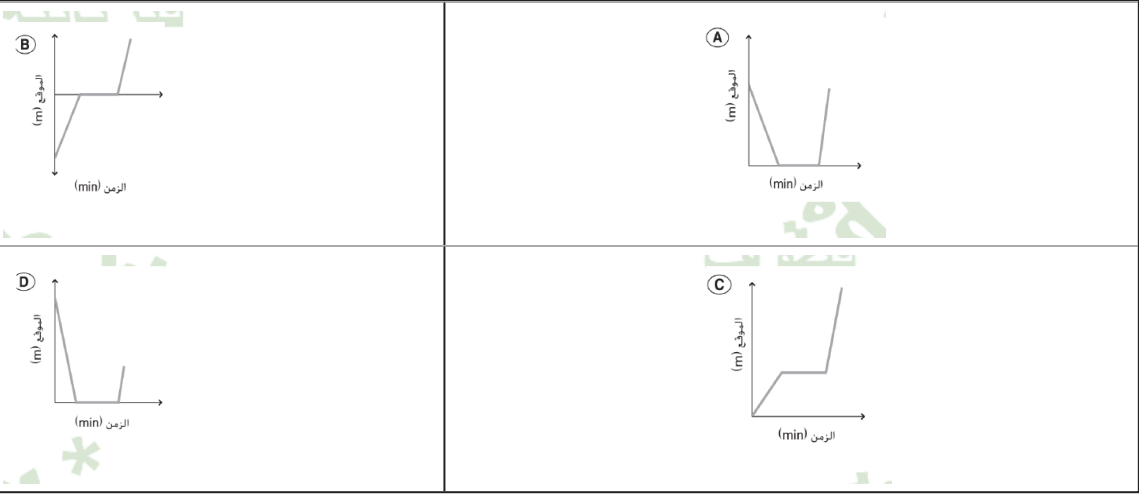
c. ماذا يحدث عند النقطة P وما بعدها؟

The figure shows a graph for two people jogging. a. Describe the position of runner A compared with runner B at the point where the lines meet the y-axis. b. Which runner is faster? c. What happens at point P and after it?



13 ينزل سنجاب على شجرة يبلغ ارتفاعها 8m بسرعة ثابتة في غضون 1.5 min. لا يزال في قاعدة الشجرة منذ 2.3 min. صدر ضجيج عال جعل السنجاب يصعد مرة أخرى إلى مكانه بالضبط على الفرع الذي بدأ منه في غضون 0.1 min. عند إهمال حركة زيادة السرعة وإبطاء السرعة ما الرسم البياني لمنحنى (الموقع ـ الزمن) الذي يمثل حركة السنجاب؟

A squirrel climbs down a tree 8 m high at constant speed in 1.5 min. It stays at the base of the tree for 2.3 min. A loud noise makes it climb back up to exactly where it started on the branch within 0.1 min. Neglecting speeding up and slowing down, which position–time graph represents the squirrel's motion?



– جسم بدأ حركته من الموقع x = 20.0 m شرق نقطة الأصل.

1- ما موقعه النهائي إذا تحرك بسرعة ثابتة 12 m/s باتجاه الشرق لمدة 0.5 min؟

2- ما موقعه النهائي إذا تحرك بسرعة ثابتة 10 m/s باتجاه الغرب لمدة 0.5 min؟

An object starts its motion from position x = 20.0 m east of the origin. 1) What is its final position if it moves at a constant 12 m/s toward the east for 0.5 min? 2) What is its final position if it moves at a constant 10 m/s toward the west for 0.5 min?

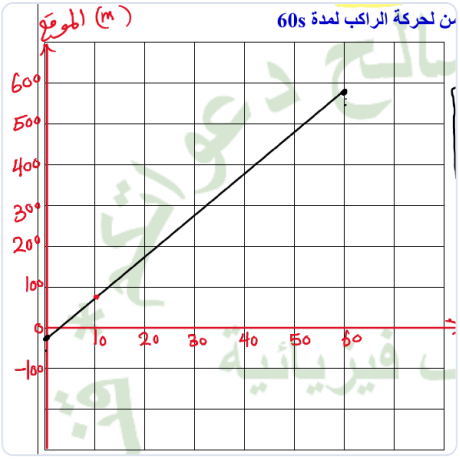
14 **يحافظ راكب الدراجة الذي يقطع مسافة بطول أحد الممرات المستقيمة على سرعته الثابتة التي تبلغ 10.0 m/s باتجاه الشرق. عند t = 0.0 s يبعد راكب الدراجة مسافة 20 m غرب نقطة الأصل**

1. ارسم رسماً بيانياً للعلاقة بين الموقع والزمن لحركة الراكب لمدة 60 s

2. ما موقع راكب الدرجة عند الزمن 60 s؟

3. ما إزاحة الراكب من نقطة البداية حتى الزمن 60 s ؟

A cyclist travelling along a straight path keeps a constant speed of 10.0 m/s toward the east. At t = 0.0 s the cyclist is 20 m west of the origin. 1) Draw a position–time graph of the cyclist's motion for 60 s. 2) What is the cyclist's position at t = 60 s? 3) What is the cyclist's displacement from the starting point up to t = 60 s?



Position (m) vs time (s): line from (0, −20) to (60, 580)

15 **يظهر الشكل أدناه سيارة ألعاب تتحرك في خط مستقيم على سطح عديم الاحتكاك. الفترة الزمنية بين كل موضعين متتابعين للكرة هي 1.5 s**

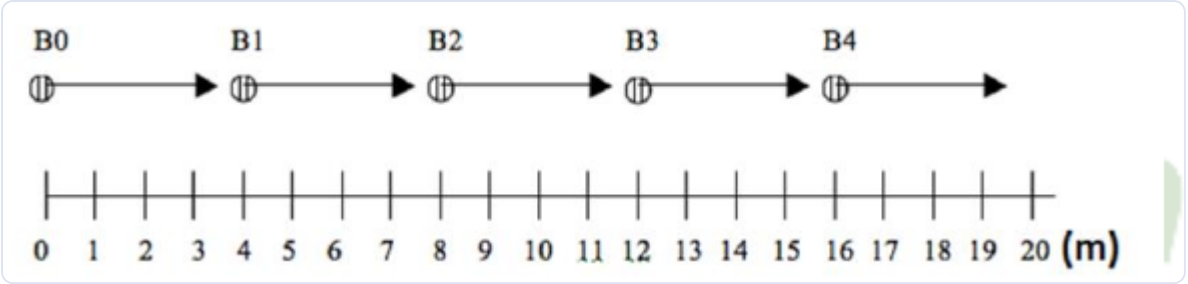
1- ارسم منحنى الموقع ـ الزمن لحركة السيارة

2- ما موقع راكب الدرجة عند الزمن 6.0 s؟

3- ما إزاحة الراكب من نقطة البداية حتى الزمن 6.0 s؟

4- إذا زادت سرعة الراكب للضعف، ارسم على نفس الشبكة البيانية العلاقة بين الموقع والزمن

The figure shows a toy car moving along a straight line on a frictionless surface. The time interval between each two successive positions of the ball is 1.5 s. 1) Draw the position–time graph of the car's motion. 2) What is the position at t = 6.0 s? 3) What is the displacement from the starting point up to t = 6.0 s? 4) If the speed is doubled, draw on the same grid the relation between position and time.



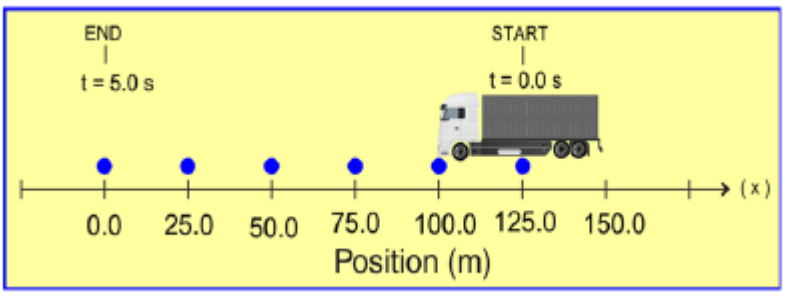


Blue: original motion. Black: speed doubled.

16 **تتحرك شاحنة من الموقع x = 125.0 m باتجاه نقطة الأصل x = 0.0 كما هو موضح في الشكل**

احسب السرعة المتجهة للشاحنة في الفترة الزمنية المحددة على المخطط

A truck moves from position x = 125.0 m toward the origin x = 0.0, as shown in the figure. Calculate the velocity of the truck over the time interval indicated on the diagram (start t = 0.0 s, end t = 5.0 s).



Solved · الحل النموذجي

1 **التغير في الموقع مقسوماً على الزمن الذي حدث فيه هذا التغير هو .....**

The change in position divided by the time in which this change occurred is .....

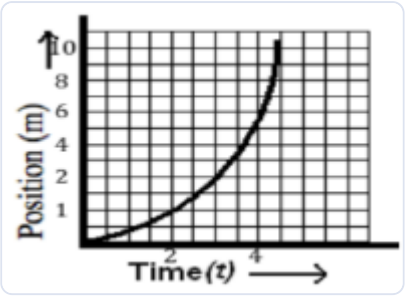
السرعة المتوسطة المتجهة Average velocity ✔	**السرعة المتوسطة** Average speed
السرعة اللحظية Instantaneous speed	**السرعة المتجهة اللحظية** Instantaneous velocity

السرعة المتوسطة المتجهة = الإزاحة / الزمن؛ أما السرعة المتوسطة (القياسية) = المسافة / الزمن، والسرعة المتجهة اللحظية هي سرعة الجسم عند لحظة ما.

Average velocity = displacement / time; average speed = distance / time; instantaneous velocity is the velocity of the object at a given instant.

2 **سرعة الجسم عند الزمن 4s هي .....**

The velocity of the object at t = 4 s is .....



السرعة المتوسطة المتجهة Average velocity	**السرعة المتوسطة** Average speed
السرعة المتغيرة Variable velocity	**السرعة المتجهة اللحظية** Instantaneous velocity ✔

المنحنى يعني أن السرعة متغيرة؛ وسرعة الجسم عند لحظة معينة (4 s) هي ميل المماس للمنحنى عند تلك اللحظة، أي السرعة المتجهة اللحظية.

The curve means the velocity is changing; the velocity at one instant (4 s) is the slope of the tangent to the curve at that point, i.e. the instantaneous velocity.

3 **اعتماداً على البيانات في الجدول المقابل: ما مقدار السرعة المتوسطة المتجهة لحركة العربة خلال 12s؟**

Based on the data in the table: what is the average velocity of the cart during 12 s?

تغيرات موقع سيارة لعبة مع الزمن					
12	9.0	5.0	3.0	0.0	t (s)
-30	-15	0.0	+20	+50	x (c m)

Position of a toy car vs time: t (s) = 0.0, 3.0, 5.0, 9.0, 12; x (cm) = +50, +20, 0.0, −15, −30

$v = (x_f - x_i)/(t_f - t_i) = (-30 - 50)/(12 - 0) = -6.7$ cm/s

v = (x_f − x_i)/(t_f − t_i) = (−30 − 50)/(12 − 0) = −6.7 cm/s

4 **يتحرك فأر على طول خط مستقيم، أوجد موقع الفأر بالنسبة إلى نقطة الأصل إذا تحرك بسرعة 12.8 m/s شمالاً لفترة 3.10 s ؟**

A mouse moves along a straight line. Find its position relative to the origin if it moves at 12.8 m/s north for 3.10 s.

$x_f = ?$ ، $x_i = 0$ ، $v = 12.8$ m/s ، $t = 3.10$ s

شمالاً $x_f = x_i + v\,t = 0 + 12.8 \times 3.10 = 39.7$ m

x_f = x_i + vt = 0 + 12.8 × 3.10 = 39.7 m north.

5 **يوضح الشكل التالي حركة سيارة في خط مستقيم.**
احسب:
1- إزاحة السيارة
2- الفترة الزمنية
3- السرعة المتوسطة المتجهة

The figure shows a car moving in a straight line (position 1: t_i = 0 s, x_i = 0 m; position 2: t_f = 10 s, x_f = 200 m). Calculate: 1) the displacement of the car; 2) the time interval; 3) the average velocity.



1) $\Delta x = x_f - x_i = 200 - 0 = 200$ m

2) $\Delta t = t_f - t_i = 10 - 0 = 10$ s

3) $\vec{v} = \Delta x/\Delta t = 200/10 = 20$ m/s

1) Δx = 200 − 0 = 200 m. 2) Δt = 10 − 0 = 10 s. 3) v = Δx/Δt = 200/10 = 20 m/s.

6 **تقود سيارة بسرعة 97 km/h لمدة ثلاث ساعات ثم بسرعة 72 km/h لمدة ثلاث ساعات أخرى. ما مقدار السرعة المتوسطة المتجهة؟**

A car is driven at 97 km/h for three hours, then at 72 km/h for another three hours. What is the average velocity?

(في نفس الاتجاه) $\Delta x_1 = 97 \times 3 = 291$ km ، $\Delta x_2 = 72 \times 3 = 216$ km

$v = \Delta x/\Delta t = (291 + 216)/(3 + 3) = 84.5$ km/h

(Same direction.) Δx₁ = 97 × 3 = 291 km, Δx₂ = 72 × 3 = 216 km. v = Δx/Δt = (291 + 216)/(3 + 3) = 84.5 km/h.

7 **ما مقدار السرعة المتوسطة المتجهة لجسم تحرك من الموقع 6.5m إلى الموقع 3.5m بالنسبة إلى نقطة الأصل في زمن 3.0s؟**

What is the average velocity of an object that moved from position 6.5 m to position 3.5 m relative to the origin in 3.0 s?

2.0 m/s ✔	**1.0 m/s**
9.0 m/s	**3.3 m/s**

$v = (x_f - x_i)/(t_f - t_i) = (3.5 - 6.5)/3.0 = -2.0$ m/s ← المقدار 2.0 m/s

v = (x_f − x_i)/(t_f − t_i) = (3.5 − 6.5)/3.0 = −2.0 m/s, so the magnitude is 2.0 m/s.

8 **يتحرك جسم في خط مستقيم وفق العلاقة: $x = 12 + 5t$**
حيث تقاس المسافة بالمتر والزمن بالثواني
ما مقدار:

- **سرعة الجسم .....**
- **الموقع الابتدائي للجسم .....**
- **موقع الجسم عند اللحظة 6s .....**
- **زمن وصول الجسم إلى الموقع 60m .....**

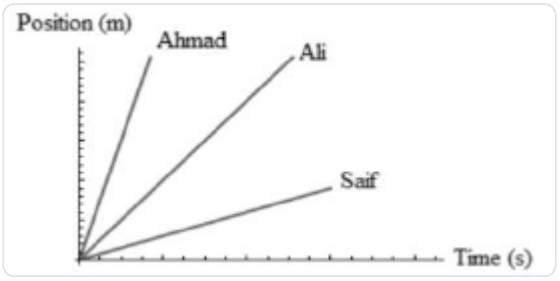
An object moves along a straight line according to x = 12 + 5t, where distance is in metres and time in seconds. What is: the speed of the object; its initial position; its position at t = 6 s; the time at which it reaches position 60 m?

بالمقارنة مع $x = x_i + v\,t$:
سرعة الجسم: $v = 5$ m/s
الموقع الابتدائي: $x_i = 12$ m
الموقع عند 6 s: $x = 12 + 5 \times 6 = 42$ m
زمن الوصول إلى 60 m: $60 = 12 + 5t \leftarrow t = 9.6$ s

Comparing with x = x_i + vt: speed v = 5 m/s; initial position x_i = 12 m; position at 6 s: x = 12 + 5 × 6 = 42 m; time to reach 60 m: 60 = 12 + 5t, so t = 9.6 s.

9 **اعتماداً على الرسم المقابل للموقع مع الزمن أي التعبيرات التالية صحيحة؟**

Based on the position–time graph shown, which of the following statements is correct?



$v_{Saif} = v_{Ali} = v_{Ahmad}$	$v_{Saif} > v_{Ali} > v_{Ahmad}$
$v_{Ali} > v_{Ahmad} > v_{Saif}$	$v_{Ahmad} > v_{Ali} > v_{Saif}$ ✔

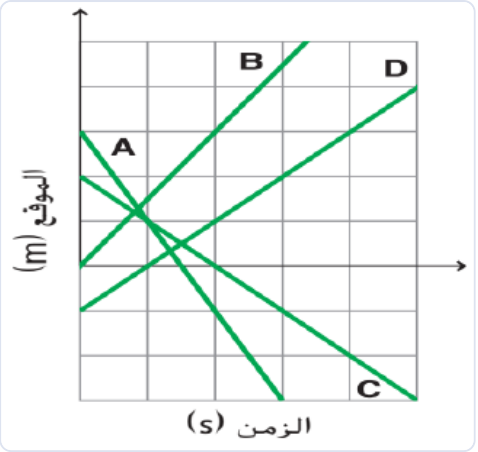
السرعة = ميل الخط: خط أحمد هو الأشد انحداراً ثم علي ثم سيف: $v_{Ahmad} > v_{Ali} > v_{Saif}$

Velocity = slope: Ahmad's line is the steepest, then Ali's, then Saif's: v_Ahmad > v_Ali > v_Saif.

10 اعتماداً على الرسم المقابل للموقع مع الزمن:

- **رتب الأجسام حسب موقعها الابتدائي من أكبر موقع موجب إلى أكبر موقع سالب**
- **رتب الأجسام حسب مسافتها الابتدائية من نقطة الأصل**
- **رتب الأجسام حسب سرعتها المتوسطة**

Based on the position–time graph shown: rank the objects (a) by initial position, from the largest positive position to the largest negative position; (b) by initial distance from the origin; (c) by average speed.



1) الموقع الابتدائي (من الأكبر إلى الأقل): A > C > B > D

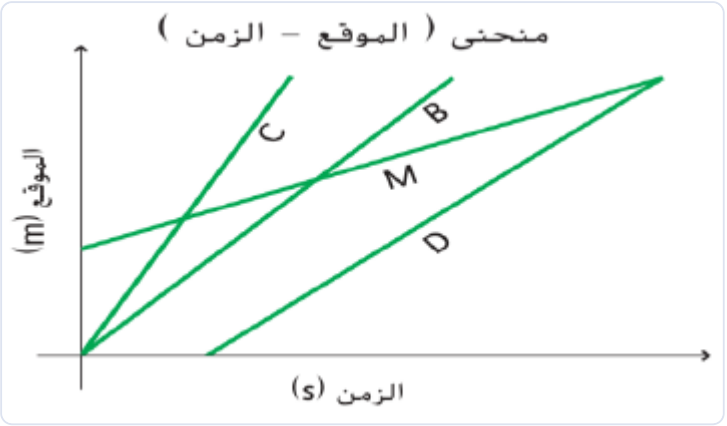
2) المسافة الابتدائية من نقطة الأصل (من الأكبر إلى الأقل): A > C > D > B

3) السرعة المتوسطة: ميل D = −5/5 = −1 ، C = −5/5 = −1 ، B = +5/3.25 = +1.5 ، A = −6/3 = −2 ← (من الأكبر إلى الأقل) A > B > C = D

1) Initial position (largest to smallest): A > C > B > D. 2) Initial distance from the origin: A > C > D > B. 3) Average speed: slope of A = −6/3 = −2, B = +5/3.25 = +1.5, C = −5/5 = −1, D = +5/5 = +1, so by magnitude A > B > C = D.

11 اعتماداً على الرسم المقابل للموقع مع الزمن رتب الأجسام حسب سرعتها المتوسطة المتجهة

Based on the position–time graph shown, rank the objects by their average velocity.



من الأكبر إلى الأقل (حسب ميل الخطوط): C > B > D > M

From largest to smallest (by slope): C > B > D > M.

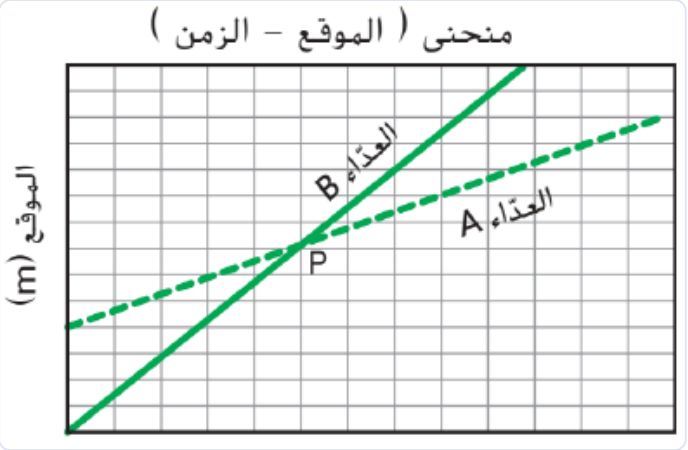
12 يشير الشكل المقابل إلى رسم بياني لشخصين يمارسان رياضة الجري.

a. صف موقع العداء A مقارنة بالعداء B عند نقطة التقاطع مع المحور y.

b. من العداء الأسرع؟

c. ماذا يحدث عند النقطة P وما بعدها؟

The figure shows a graph for two people jogging. a. Describe the position of runner A compared with runner B at the point where the lines meet the y-axis. b. Which runner is faster? c. What happens at point P and after it?



a. العداء A يقع في الاتجاه الموجب لنقطة الأصل (موقعه الابتدائي أكبر من موقع B).

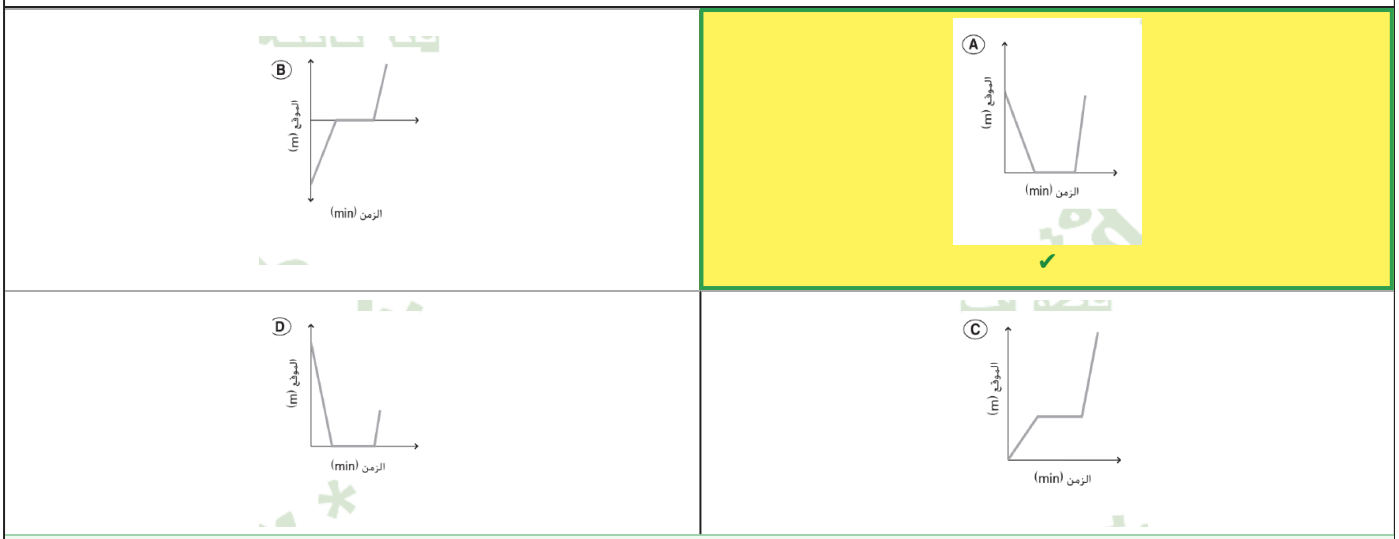
b. العداء B.

c. عند P يلتقي العداءان (يكون لهما نفس الموقع) ثم يسبق العداء B العداء A.

a. Runner A starts on the positive side of the origin (its initial position is greater than B's). b. Runner B. c. At P the two runners meet (they have the same position), and after P runner B is ahead of A.

13 **ينزل سنجاب على شجرة يبلغ ارتفاعها 8m بسرعة ثابتة في غضون 1.5 min. لا يزال في قاعدة الشجرة منذ 2.3 min. صدر ضجيج عال جعل السنجاب يصعد مرة أخرى إلى مكانه بالضبط على الفرع الذي بدأ منه في غضون 0.1 min. عند إهمال حركة زيادة السرعة وإبطاء السرعة ما الرسم البياني لمنحنى (الموقع ـ الزمن) الذي يمثل حركة السنجاب؟**

A squirrel climbs down a tree 8 m high at constant speed in 1.5 min. It stays at the base of the tree for 2.3 min. A loud noise makes it climb back up to exactly where it started on the branch within 0.1 min. Neglecting speeding up and slowing down, which position–time graph represents the squirrel's motion?



يبدأ من موقع 8 m ويتناقص موقعه بخط مستقيم إلى 0 خلال 1.5 min، ثم يبقى عند 0 لمدة 2.3 min، ثم يعود بسرعة (خط شديد الانحدار) إلى 8 m خلال 0.1 min ← الرسم A.

It starts at 8 m, decreases linearly to 0 in 1.5 min, stays at 0 for 2.3 min, then returns quickly (a very steep line) to 8 m in 0.1 min: graph A.

- **جسم بدأ حركته من الموقع x = 20.0 m شرق نقطة الأصل.**
1- ما موقعه النهائي إذا تحرك بسرعة ثابتة 12 m/s باتجاه الشرق لمدة 0.5 min؟
2- ما موقعه النهائي إذا تحرك بسرعة ثابتة 10 m/s باتجاه الغرب لمدة 0.5 min؟

An object starts its motion from position x = 20.0 m east of the origin. 1) What is its final position if it moves at a constant 12 m/s toward the east for 0.5 min? 2) What is its final position if it moves at a constant 10 m/s toward the west for 0.5 min?

$t = 0.5\ \text{min} = 30\ \text{s}$ ، $x_i = +20.0\ \text{m}$

1) $x_f = x_i + v\,t = 20.0 + 12 \times 30 = 380\ \text{m}$ شرقاً

2) $x_f = x_i + v\,t = 20.0 - 10 \times 30 = -280\ \text{m}$ أي 280 m غرباً

x_i = +20.0 m, t = 0.5 min = 30 s. 1) x_f = 20.0 + 12 × 30 = 380 m east. 2) x_f = 20.0 − 10 × 30 = −280 m, i.e. 280 m west.

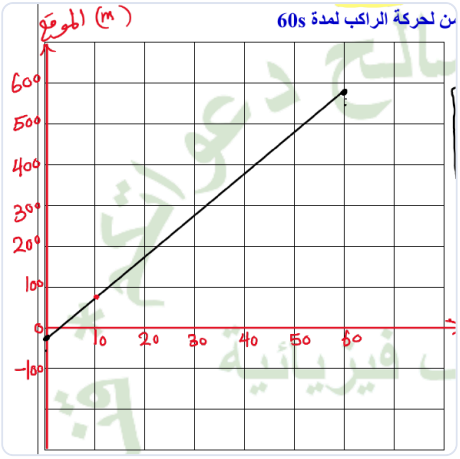
14 **يحافظ راكب الدراجة الذي يقطع مسافة بطول أحد الممرات المستقيمة على سرعته الثابتة التي تبلغ 10.0 m/s باتجاه الشرق. عند t = 0.0 s يبعد راكب الدراجة مسافة 20 m غرب نقطة الأصل**

1. ارسم رسماً بيانياً للعلاقة بين الموقع والزمن لحركة الراكب لمدة 60 s

2. ما موقع راكب الدرجة عند الزمن 60 s؟

3. ما إزاحة الراكب من نقطة البداية حتى الزمن 60 s ؟

A cyclist travelling along a straight path keeps a constant speed of 10.0 m/s toward the east. At t = 0.0 s the cyclist is 20 m west of the origin. 1) Draw a position–time graph of the cyclist's motion for 60 s. 2) What is the cyclist's position at t = 60 s? 3) What is the cyclist's displacement from the starting point up to t = 60 s?



Position (m) vs time (s): line from (0, −20) to (60, 580)

1) الجدول: الزمن (s) = 0 ، 10 ، 20 ، 60 ← الموقع (m) = −20 ، 80 ، 180 ، 580 (خط مستقيم ميله 10 m/s)

2) $x_f = x_i + v\,t = -20 + 10 \times 60 = 580$ m شرقاً

3) $\Delta x = x_f - x_i = 580 - (-20) = 600$ m شرقاً

1) Table: t (s) = 0, 10, 20, 60 → x (m) = −20, 80, 180, 580 (straight line of slope 10 m/s). 2) x_f = −20 + 10 × 60 = 580 m east. 3) Δx = 580 − (−20) = 600 m east.

15 **يظهر الشكل أدناه سيارة ألعاب تتحرك في خط مستقيم على سطح عديم الاحتكاك. الفترة الزمنية بين كل موضعين متتابعين للكرة هي 1.5 s**

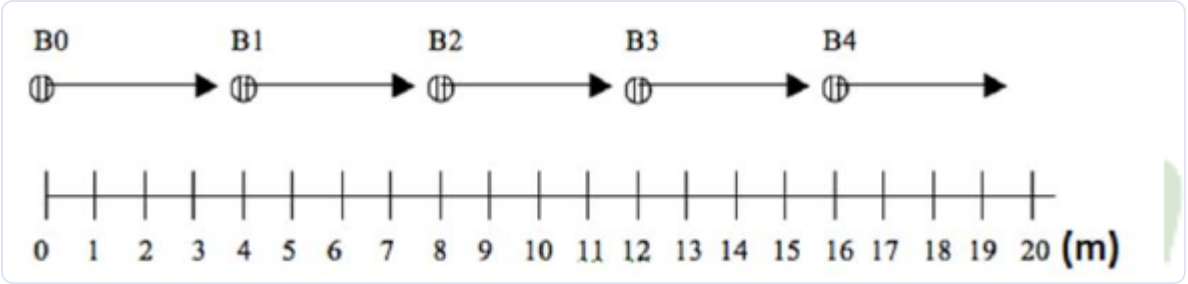
1- ارسم منحنى الموقع ـ الزمن لحركة السيارة

2- ما موقع راكب الدرجة عند الزمن 6.0 s؟

3- ما إزاحة الراكب من نقطة البداية حتى الزمن 6.0 s؟

4- إذا زادت سرعة الراكب للضعف، ارسم على نفس الشبكة البيانية العلاقة بين الموقع والزمن

The figure shows a toy car moving along a straight line on a frictionless surface. The time interval between each two successive positions of the ball is 1.5 s. 1) Draw the position–time graph of the car's motion. 2) What is the position at t = 6.0 s? 3) What is the displacement from the starting point up to t = 6.0 s? 4) If the speed is doubled, draw on the same grid the relation between position and time.





Blue: original motion. Black: speed doubled.

1) الجدول: الزمن (s) = 0 ، 1.5 ، 3.0 ، 4.5 ، 6.0 ← الموقع (m) = 0 ، 4 ، 8 ، 12 ، 16 (خط مستقيم)

2) الموقع عند 6.0 s = 16 m

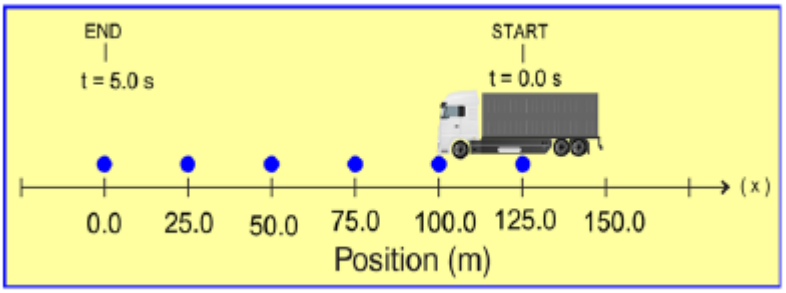
3) $\Delta x = x_f - x_i = 16 - 0 = 16$ m

4) عند زيادة السرعة للضعف يصبح الخط أشد انحداراً: لنفس الزمن تكون المسافة (الموقع) ضعف ما كانت (زيادة الموقع للضعف)، ولنفس المسافة يكون الزمن أقل (تقليل الزمن للنصف).

1) Table: t (s) = 0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 → x (m) = 0, 4, 8, 12, 16 (straight line). 2) Position at 6.0 s = 16 m. 3) $\Delta x = 16 - 0 = 16$ m. 4) With double the speed the line is steeper: for the same time the position is doubled, and for the same distance the time is halved.

16 **تتحرك شاحنة من الموقع x = 125.0 m باتجاه نقطة الأصل x = 0.0 كما هو موضح في الشكل**
احسب السرعة المتجهة للشاحنة في الفترة الزمنية المحددة على المخطط

A truck moves from position x = 125.0 m toward the origin x = 0.0, as shown in the figure.
Calculate the velocity of the truck over the time interval indicated on the diagram (start t = 0.0 s, end t = 5.0 s).



$v = (x_f - x_i)/(t_f - t_i) = (0 - 125)/(5.0 - 0.0) = -25$ m/s

v = (x_f − x_i)/(t_f − t_i) = (0 − 125)/(5.0 − 0.0) = −25 m/s

الحركة المتسارعة · القسم 1: التسارع
Accelerated Motion · Section 1: Acceleration

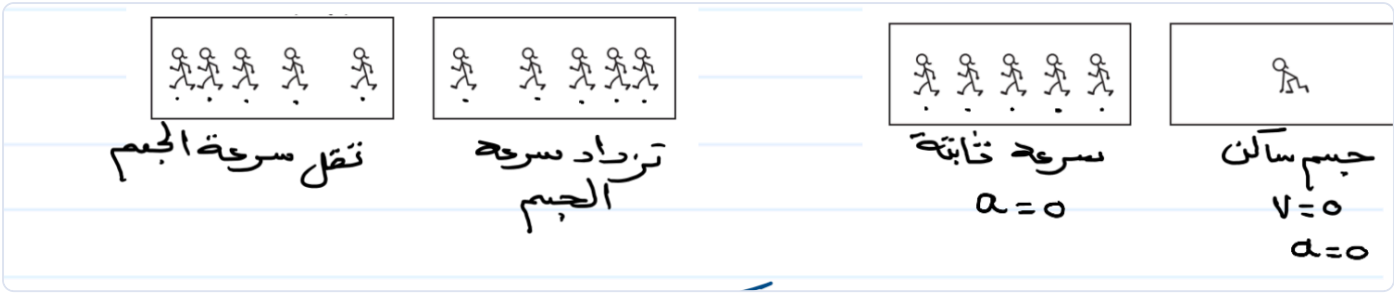
الوحدة الثالثة: الحركة المتسارعة — القسم 1: التسارع
Unit 3: Accelerated Motion — Section 1: Acceleration

التسارع (a): معدل تغيّر السرعة المتجهة للجسم، أو التغير في السرعة المتجهة مقسوماً على الفترة الزمنية التي حدث فيها التغير.

Acceleration (a): the rate of change of an object's velocity; the change in velocity divided by the time interval in which the change occurred.

حالات تسارع الجسم: (1) تزداد السرعة، (2) تقل السرعة، (3) يتغير اتجاه الحركة.

An object accelerates when: (1) its speed increases, (2) its speed decreases, (3) its direction of motion changes.



Motion diagrams: at rest (v = 0, a = 0) · constant speed (a = 0) · speeding up · slowing down

متى يكون التسارع صفراً؟ عندما يكون الجسم ساكناً، أو يتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم.

When is acceleration zero? When the object is at rest, or moves at constant velocity in a straight line.

جدول تدريبي: أكمل السرعة النهائية بعد 1.0 s و2.0 s و3.0 s من العلاقة $v_f = v_i + a \cdot t$ (الإجابات بخط اليد في الجدول).

Practice table: complete the final velocity after 1.0 s, 2.0 s and 3.0 s using $v_f = v_i + a \cdot t$ (answers handwritten in the table).

v_i السرعة الابتدائية (m/s)	a التسارع (m/s^2)	v_f السرعة النهائية بعد t=1.0s	v_f السرعة النهائية بعد t=2.0s	v_f السرعة النهائية بعد t=3.0s
10m/s	0m/s²	10 m/s	10 m/s	10 m/s
15 m/s	+3 m/s²	12m/s	15m/s	18m/s
16 m/s	-4m/s²	12m/s	8 m/s	4 m/s
-10m/s	+2m/s²	−8 m/s	−6 m/s	−4 m/s
-10m/s	-2m/s²	−12 m/s	−14 m/s	−16 m/s

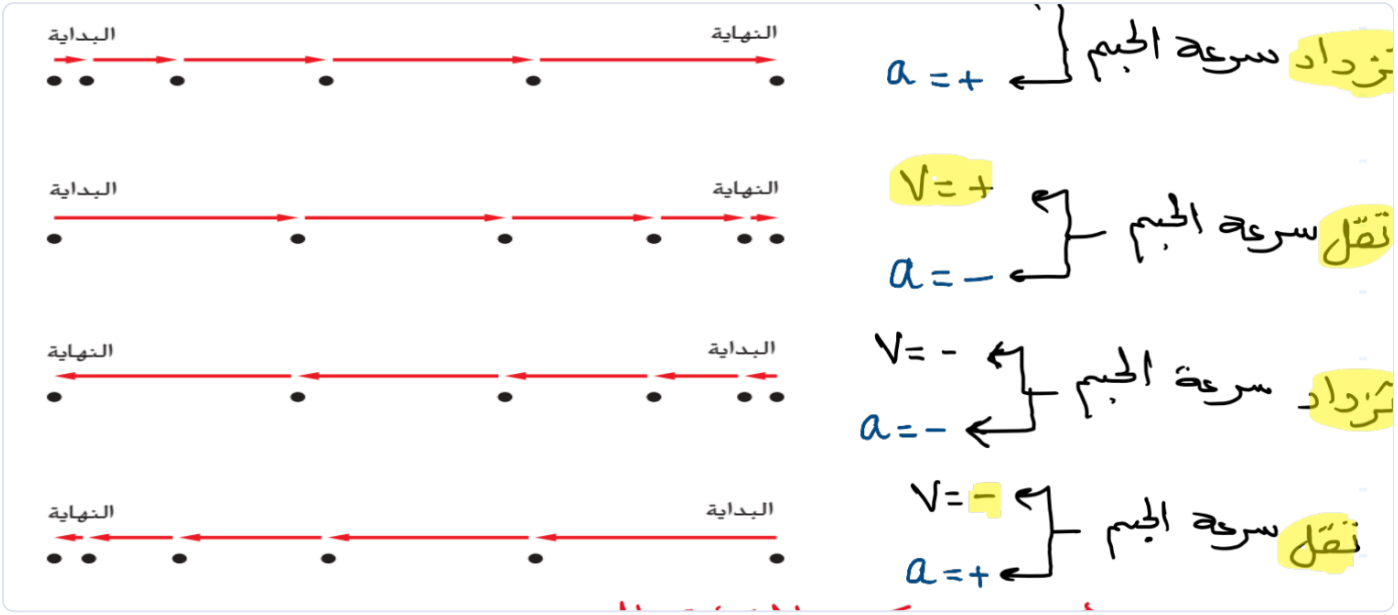
v_i (m/s) · a (m/s²) · v_f at t = 1.0, 2.0, 3.0 s

Sign of acceleration — إشارة التسارع

الحركة Motion	التسارع Acceleration	السرعة Velocity
يتسارع في الاتجاه الموجب Speeding up in the positive direction	+	+
يتسارع في الاتجاه السالب Speeding up in the negative direction	−	−
يتباطأ في الاتجاه الموجب Slowing down in the positive direction	−	+
يتباطأ في الاتجاه السالب Slowing down in the negative direction	+	−
سرعة ثابتة في الاتجاه الموجب Constant velocity, positive direction	0	+
سرعة ثابتة في الاتجاه السالب Constant velocity, negative direction	0	−
جسم ساكن At rest	0	0

تزداد السرعة عندما يكون اتجاه التسارع هو نفسه اتجاه السرعة، وتقل عندما يكونان متعاكسين.

An object speeds up when acceleration and velocity point the same way, and slows down when they point opposite ways.



Motion diagrams: v = +, a = + → speeds up · v = +, a = − → slows down · v = −, a = − → speeds up · v = −, a = + → slows down. Positive acceleration occurs in the 1st and 4th cases.

تحديد إشارة التسارع بطريقة أخرى: ارسم متجه السرعة الأولى v_i ومتجه السرعة النهائية v_f، ثم متجه التغير $\Delta v = v_f - v_i$؛ اتجاه Δv هو اتجاه التسارع.

Another way to find the sign of a: draw v_i and v_f, then $\Delta v = v_f - v_i$; the direction of Δv is the direction of the acceleration.

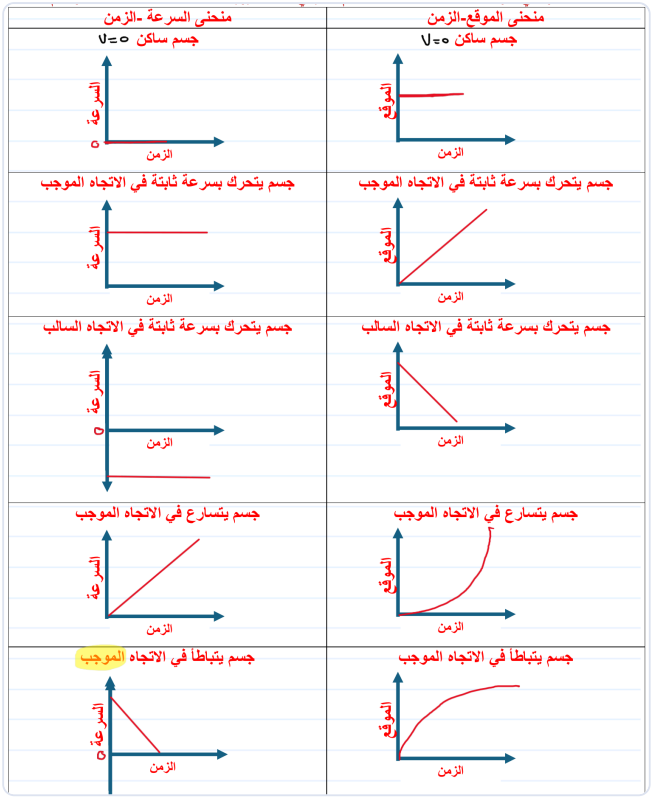


Finding Δv from v_i and v_f; a = 0 for equal vectors; slope relations below

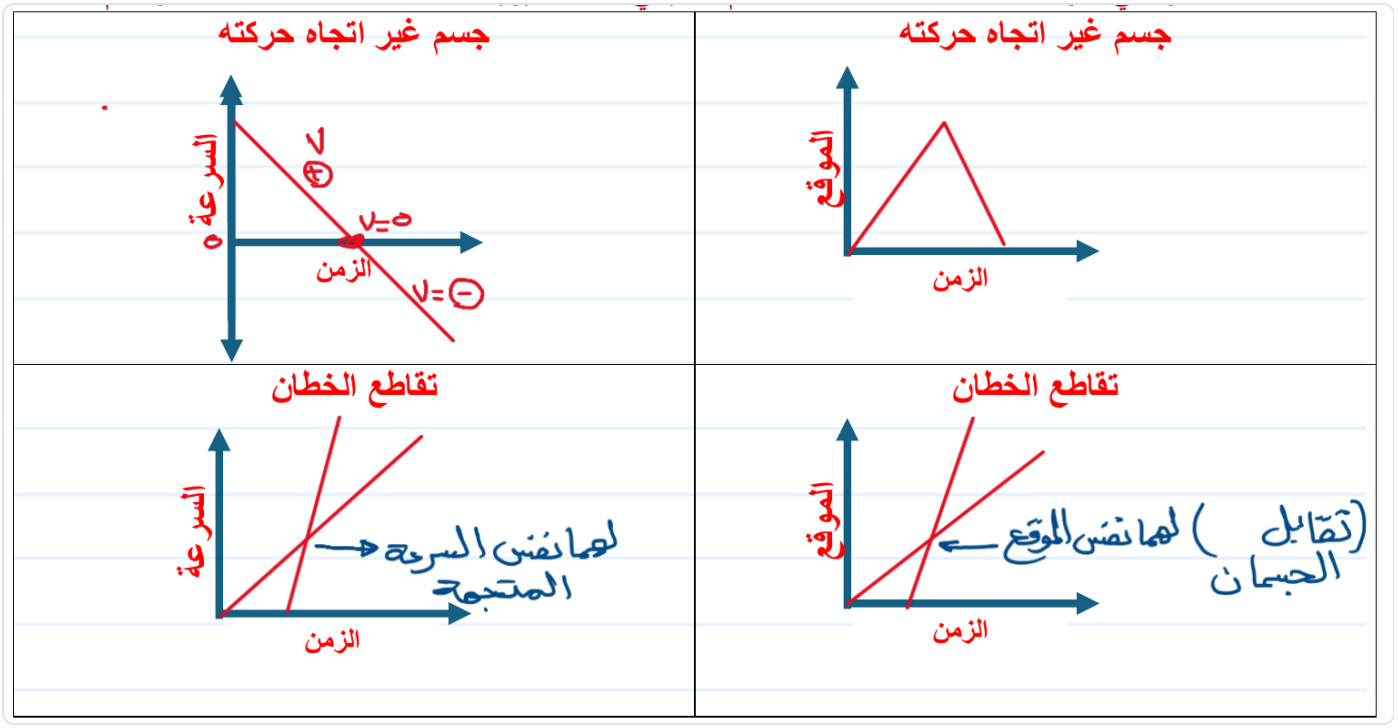
منحنى الموقع - الزمن: الميل = السرعة المتجهة. **منحنى السرعة المتجهة - الزمن:** الميل = التسارع، والمساحة أسفل المنحنى = الإزاحة (أو المسافة).

Position–time graph: slope = velocity. **Velocity–time graph:** slope = acceleration, and the area under the curve = displacement (or distance).

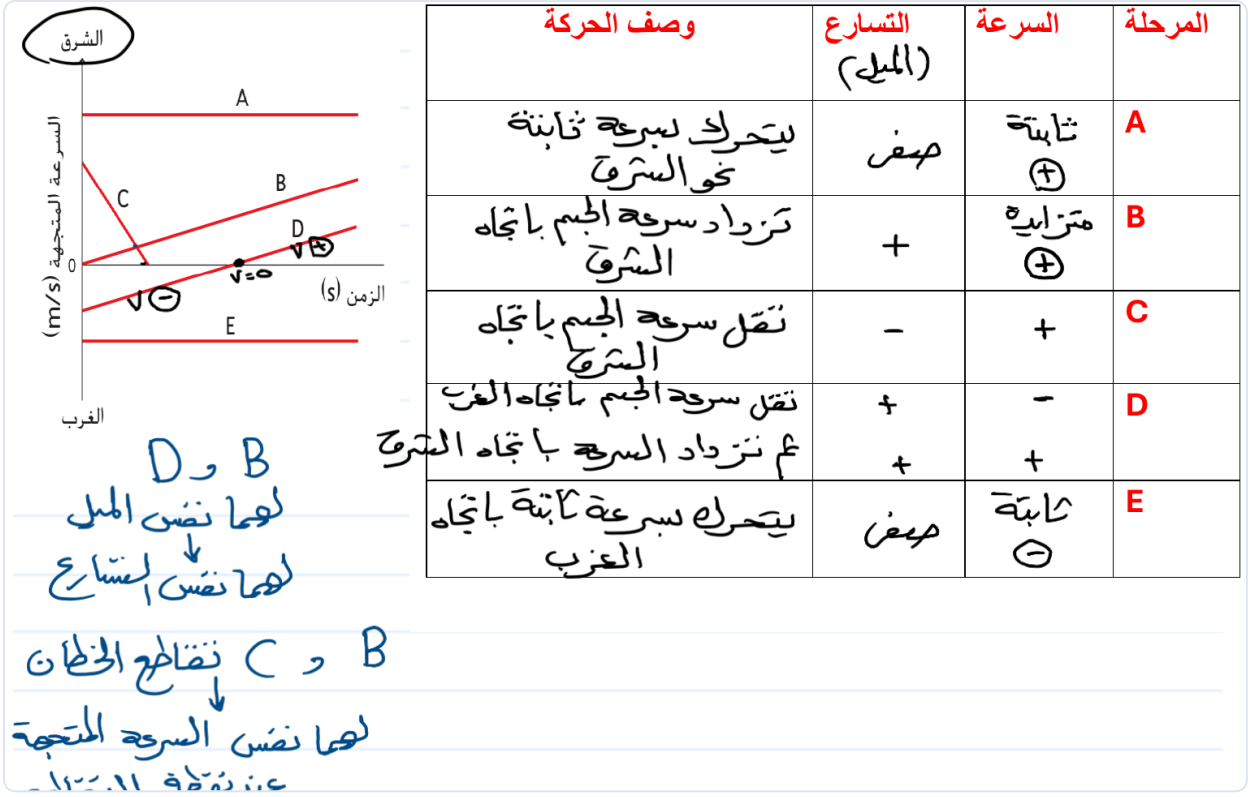
Position–time vs. velocity–time graphs — منحنى الموقع-الزمن ومنحنى السرعة-الزمن



Rows: at rest · constant velocity in the positive direction · constant velocity in the negative direction · speeding up in the positive direction · slowing down in the positive direction (left column: velocity–time; right column: position–time)



Top: an object that changes direction · Bottom: intersecting lines — on a position–time graph the objects meet (same position); on a velocity–time graph they have the same velocity at the intersection



المرحلة	السرعة	التسارع (الميل)	وصف الحركة
A	ثابتة ⊕	صفر	يتحرك بسرعة ثابتة نحو الشرق
B	متزايدة ⊕	+	تزداد سرعة الجسم باتجاه الشرق
C	+	−	تقل سرعة الجسم باتجاه الشرق
D	− ثم +	+	تقل سرعة الجسم باتجاه الغرب ثم تزداد السرعة باتجاه الشرق
E	ثابتة ⊖	صفر	يتحرك بسرعة ثابتة باتجاه الغرب

Velocity–time graph with segments A–E (east positive).

المرحلة Stage	السرعة Velocity	التسارع (الميل) Acceleration (slope)	وصف الحركة Description
A	+ ثابتة	0	يتحرك بسرعة ثابتة نحو الشرق Moves east at constant velocity
B	+ متزايدة	+	تزداد سرعة الجسم باتجاه الشرق Speeds up toward the east
C	+	−	تقل سرعة الجسم باتجاه الشرق Slows down while moving east
D	+ ثم −	+	تقل سرعة الجسم باتجاه الغرب ثم تزداد باتجاه الشرق Slows down westward, then speeds up eastward
E	− ثابتة	0	يتحرك بسرعة ثابتة باتجاه الغرب Moves west at constant velocity

B و D لهما نفس الميل ← لهما نفس التسارع. C و B تتقاطع خطاهما ← لهما نفس السرعة المتجهة عند نقطة التقاطع.

B and D have the same slope → the same acceleration. C and B intersect → they have the same velocity at the intersection point.

التسارع المتوسط والتسارع اللحظي — Average and instantaneous acceleration

التسارع المتوسط: معدل التغير في السرعة المتجهة:

$$\mathbf{a = \Delta v / \Delta t = (v_f - v_i) / (t_f - t_i)}$$

يساوي ميل المستقيم الواصل بين نقطتين على منحنى السرعة المتجهة–الزمن. الوحدات: v بـ m/s، t بـ s، a بـ m/s^2.

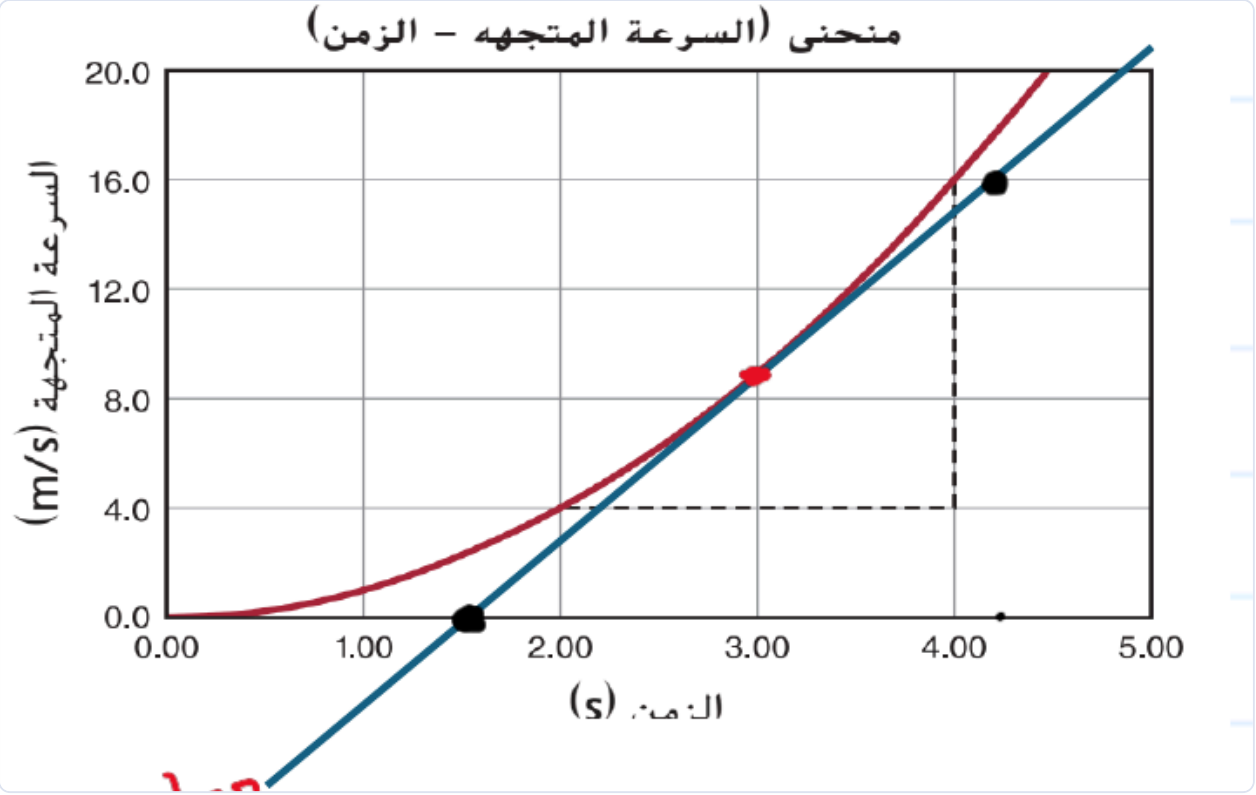
Average acceleration: the rate of change of velocity:

$$\mathbf{a = \Delta v / \Delta t = (v_f - v_i) / (t_f - t_i)}$$

. It equals the slope of the line joining two points on the velocity–time graph. Units: v in m/s, t in s, a in m/s^2.

التسارع اللحظي: تسارع الجسم عند زمن معين؛ يساوي ميل المماس للمنحنى عند ذلك الزمن.

Instantaneous acceleration: the acceleration of an object at a particular instant; it equals the slope of the tangent to the velocity–time curve at that time.



ما مقدار التسارع المتوسط من 2.0 s إلى 4.0 s؟

$$a = (16.0 - 4.0)/(4.0 - 2.0) = 6.0\ m/s^2$$

ما مقدار التسارع عند t = 3.00 s؟ (ميل المماس)

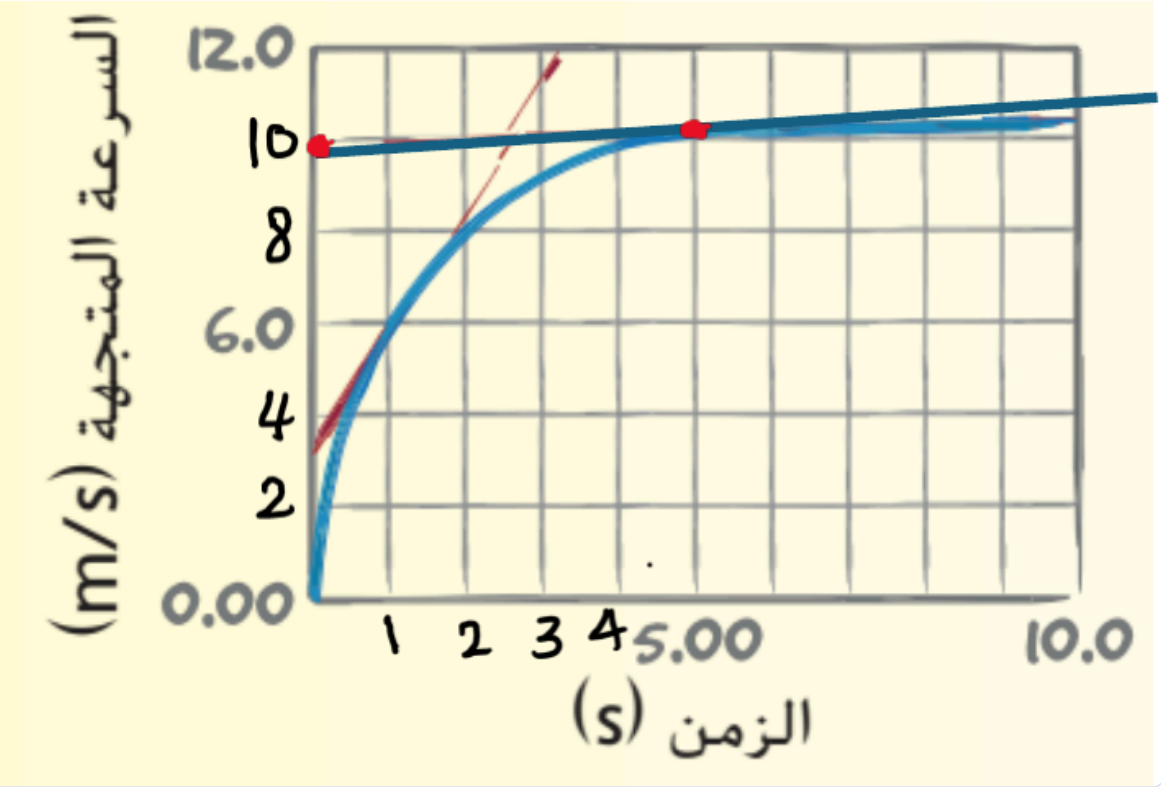
$$a = (16 - 0)/(4.3 - 1.5) = 5.7\ m/s^2$$

Average acceleration from 2.0 s to 4.0 s?

$$a = (16.0 - 4.0)/(4.0 - 2.0) = 6.0\ m/s^2$$

Acceleration at t = 3.00 s? (slope of the tangent)

$$a = (16 - 0)/(4.3 - 1.5) = 5.7\ m/s^2$$



التسارع المتوسط من 1.00 s إلى 5.00 s:

$$a = (10.0 - 6.0)/(5.00 - 1.00) = 1.0\ m/s^2$$

التسارع عند t = 5.00 s:

$$a = (10.5 - 10)/(10.0 - 0) = 0.05\ m/s^2$$

Average acceleration from 1.00 s to 5.00 s:

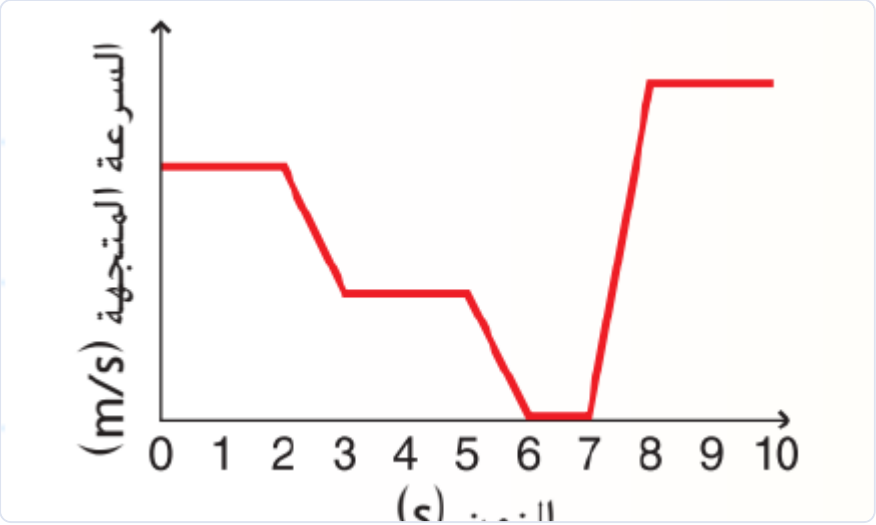
$$a = (10.0 - 6.0)/(5.00 - 1.00) = 1.0\ m/s^2$$

Acceleration at t = 5.00 s:

$$a = (10.5 - 10)/(10.0 - 0) = 0.05\ m/s^2$$

تمرين: الرسم البياني v–t يصف حركة أحمد وهو يسير على طول منتصف الطريق في القرية العالمية بدبي. ارسم مخطط الحركة المطابق وأدرج متجهات السرعة المتجهة عليه (انظر الرسم).

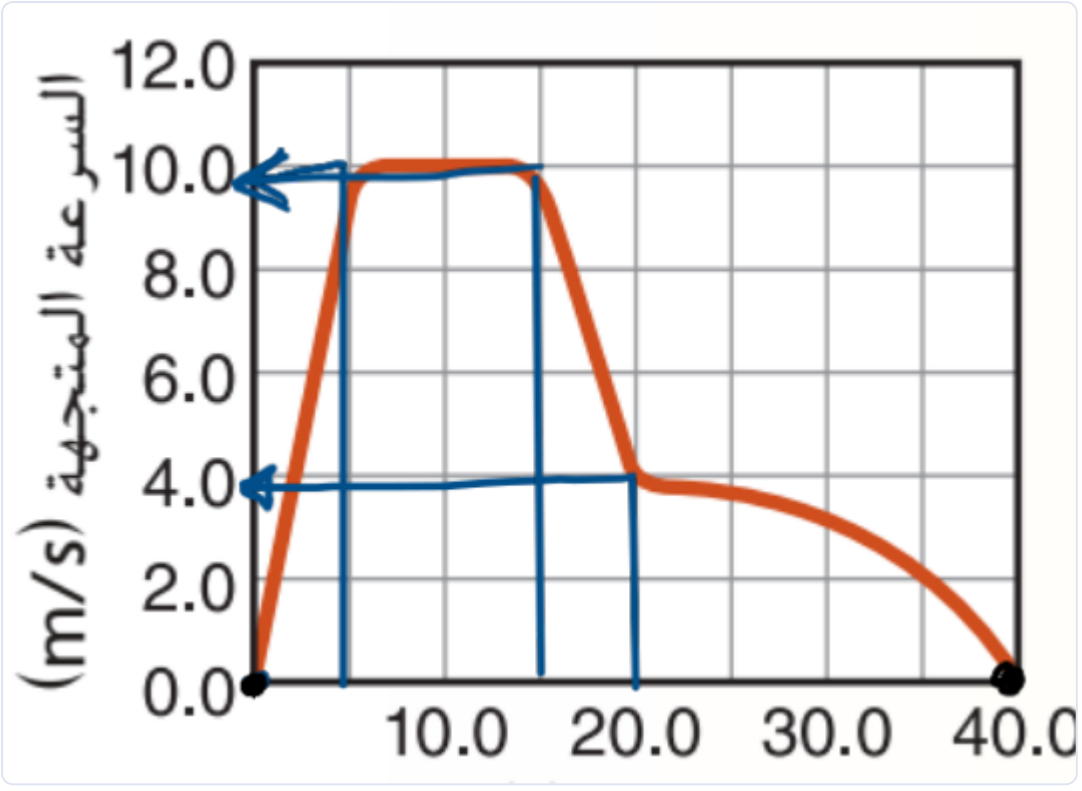
Exercise: the v–t graph describes Ahmad walking along the middle of the road in Global Village, Dubai. Draw the matching motion diagram and include the velocity vectors (see the figure).



أمثلة محلولة — Worked examples

باستخدام الرسم v–t للعبة القطار: أ) متى تكون سرعة القطار ثابتة؟ من 5.0 s إلى 15.0 s. ب) خلال أي فاصل زمني يكون التسارع موجباً؟ من 0 إلى 5 s. ج) متى يكون التسارع سالباً لأقصى درجة؟ من 15 s إلى 20 s.

Using the v–t graph of the toy train: a) When is the train's speed constant? 5.0 s to 15.0 s. b) During which interval is the acceleration positive? 0 to 5 s. c) When is the acceleration most negative? 15 s to 20 s.



د) التسارع المتوسط: 0.0 → 5.0 s:

$$a = (10.0 - 0.0)/(5.0 - 0.0) = 2.0\ m/s^2$$

· 15.0 → 20.0 s:

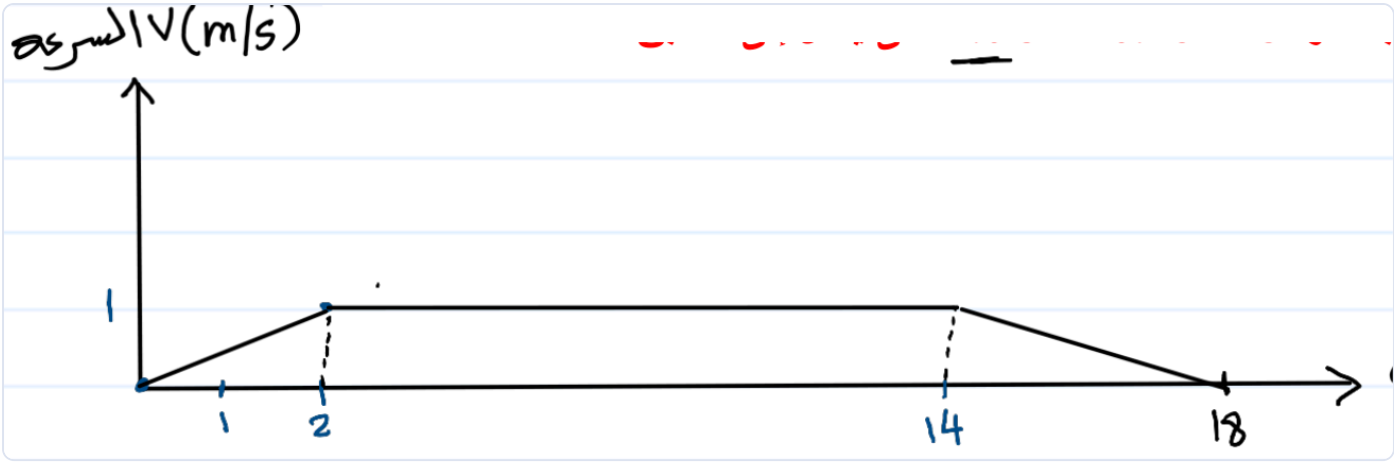
$$a = (4 - 10)/(20.0 - 15.0) = -6/5 = -1.4\ m/s^2$$

· 0.0 → 40.0 s: $a = (0 - 0)/(40.0 - 0.0) = 0$

d) Average acceleration: 0.0 → 5.0 s: a = 2.0 m/s² · 15.0 → 20.0 s: a = −1.4 m/s² · 0.0 → 40.0 s: a = 0

مسألة تصميم: صمم الرسم v–t لمصعد يبدأ من السكون عند الطابق الأرضي في مركز تسوق من ثلاثة طوابق، فتزداد سرعته لأعلى لمدة 2.0 s بمعدل 0.5 m/s²، ويستمر في الصعود بسرعة ثابتة 1.0 m/s لمدة 12.0 s، ثم تقل سرعته بتسارع ثابت 0.25 m/s² لمدة 4.0 s حتى يصل إلى الطابق الثالث.

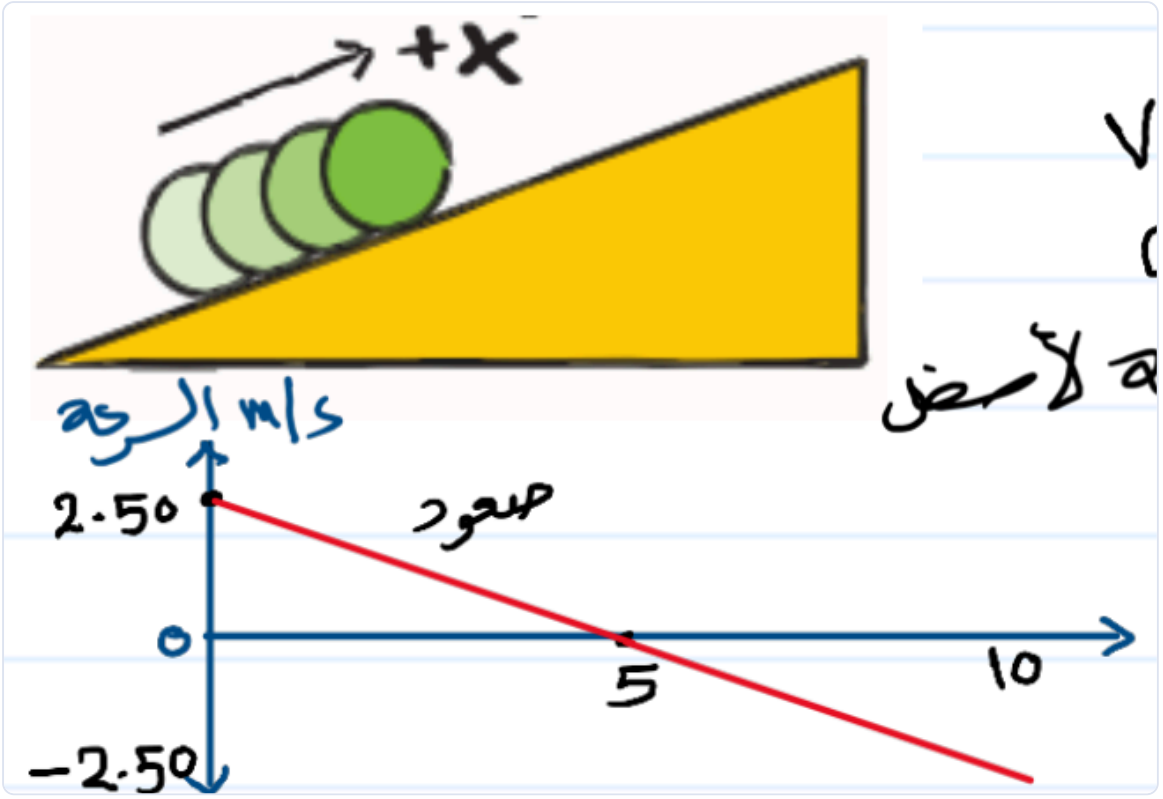
Design problem: draw the v–t graph of an elevator that starts from rest at the ground floor of a three-storey mall, speeds up for 2.0 s at 0.5 m/s², keeps rising at a constant 1.0 m/s for 12.0 s, then slows down at a constant 0.25 m/s² for 4.0 s to reach the third floor.



Solution: velocity rises from 0 to 1 m/s by t = 2 s, stays 1 m/s until t = 14 s, then falls to 0 at t = 18 s.

كرة تتدحرج صعوداً على طريق مائل (الاتجاه الموجب لأعلى الطريق) بسرعة 2.50 m/s، فتقل سرعتها وتتوقف لحظياً بعد 5.00 s ثم تتدحرج لأسفل. التسارع سالب في الحالتين: عند الصعود a، v = +، − = (تقل السرعة حتى تصل إلى الصفر)، وعند الهبوط a، v = −، − = (تزداد السرعة نحو الأسفل).

A ball rolls up an incline (positive direction up the slope) at 2.50 m/s, slows down, stops momentarily after 5.00 s, then rolls back down. The acceleration is negative throughout: going up v = +, a = − (speed decreases to zero); coming down v = −, a = − (speed increases downward).



حافلة تسير غرباً بسرعة 25 m/s وعند الضغط على الفرامل تتوقف بعد 3.0 s. (a) التسارع المتوسط:

$$v_i = -25\ m/s,\ v_f = 0,\ t = 3.0\ s \rightarrow a = (0 - (-25))/3.0 = +8.3\ m/s^2$$

(شرقاً). (b) إذا استغرقت الحافلة ضعف الزمن للتوقف (6.0 s): $a = (0 - (-25))/6.0 = 4.2\ m/s^2$ أي يقل التسارع إلى النصف.

A bus travels west at 25 m/s and stops 3.0 s after the brakes are applied. (a) Average acceleration:

$$v_i = -25\ m/s,\ v_f = 0,\ t = 3.0\ s \rightarrow a = +8.3\ m/s^2$$

(toward the east). (b) If it takes twice as long to stop (6.0 s): $a = 4.2\ m/s^2$ — the acceleration is halved.

سيارة تتحرك للخلف على منحدر بسرعة 3.0 m/s وبعد 2.5 s تتحرك لأعلى المنحدر بسرعة 4.5 m/s (الاتجاه لأعلى موجب): $a = (4.5 - (-3.0))/2.5 = 3.0\ m/s^2$

A car rolls backward down a slope at 3.0 m/s and 2.5 s later moves up the slope at 4.5 m/s (up the slope is positive): $a = (4.5 - (-3.0))/2.5 = 3.0\ m/s^2$

عداءان يركضان بسرعة متجهة ثابتة 7.5 m/s شرقاً (يوضح الشكل موقعيهما عند $t = 0$: أحدهما 15 m غرب نقطة الأصل والآخر 15 m شرقها). (a) في رسمي الموقع–الزمن: خطان مستقيمان متوازيان بنفس الميل (7.5 m/s) لكن بنقطتي بداية مختلفتين: +15 m و −15 m.

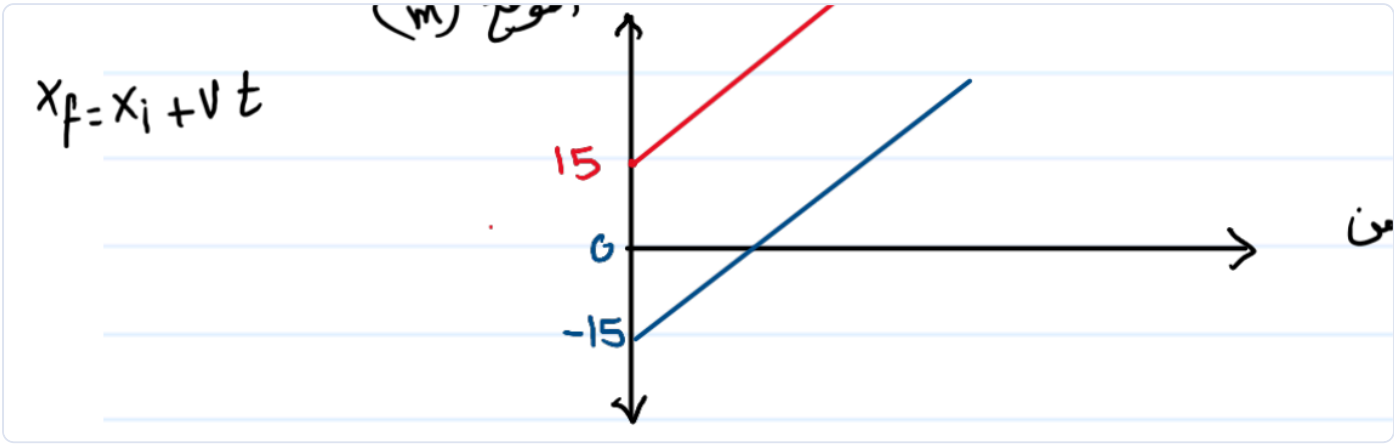
$$x_f = x_i + v \cdot t$$

. (b) في رسمي السرعة–الزمن: لا يوجد اختلاف — خط أفقي عند 7.5 m/s لكليهما.

Two runners run east at a constant velocity of 7.5 m/s (the figure shows their positions at t = 0: one 15 m west of the origin, the other 15 m east). (a) On the position–time graphs: two parallel straight lines with the same slope (7.5 m/s) but different starting points: +15 m and −15 m.

$$x_f = x_i + v \cdot t$$

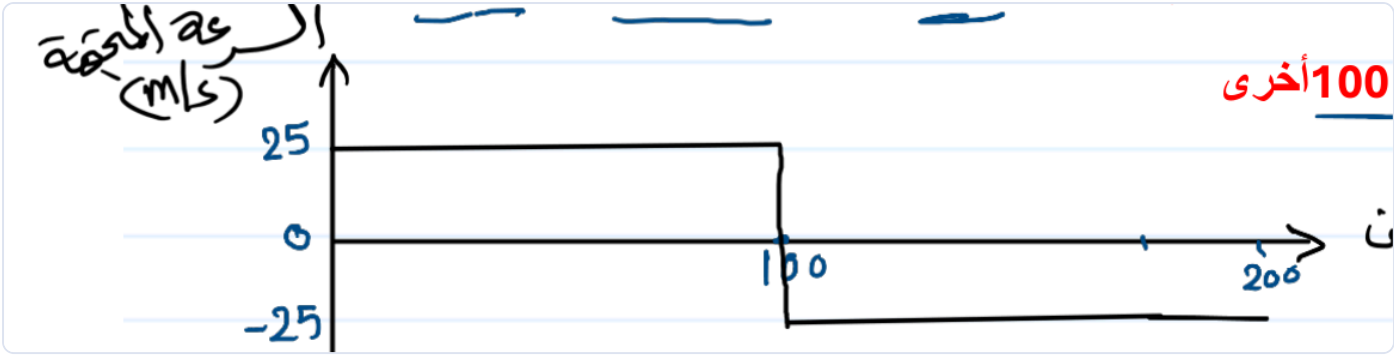
. (b) On the velocity–time graphs: no difference — a horizontal line at 7.5 m/s for both.





ارسم الرسم v–t لسيارة تتحرك شرقاً بسرعة 25 m/s لمدة 100 s ثم غرباً بسرعة 25 m/s لمدة 100 s أخرى: خط أفقي عند +25 m/s من 0 إلى 100 s، ثم خط أفقي عند −25 m/s من 100 إلى 200 s.

Draw the v–t graph of a car moving east at 25 m/s for 100 s, then west at 25 m/s for another 100 s: a horizontal line at +25 m/s from 0 to 100 s, then a horizontal line at −25 m/s from 100 to 200 s.



راكب قارب يجدف ضد التيار بسرعة 2.0 m/s لمدة 4.0 s ثم يطفو باتجاه التيار بسرعة 4.0 m/s لمدة 4.0 s. (a) السرعة المتجهة المتوسطة خلال 8.0 s:

Δx = −8 m + 16 m = +8 m, v = Δx/Δt = 8/8.0 = 1.0 m/s

مع التيار. (b) التسارع المتوسط: a = (4.0 − (−2.0))/8.0 = 0.75 m/s² مع التيار.

A rower paddles against the current at 2.0 m/s for 4.0 s, then drifts with the current at 4.0 m/s for 4.0 s. (a) Average velocity over 8.0 s:

Δx = −8 m + 16 m = +8 m, v = Δx/Δt = 1.0 m/s

with the current. (b) Average acceleration: a = (4.0 − (−2.0))/8.0 = 0.75 m/s² with the current.

Questions · أسئلة

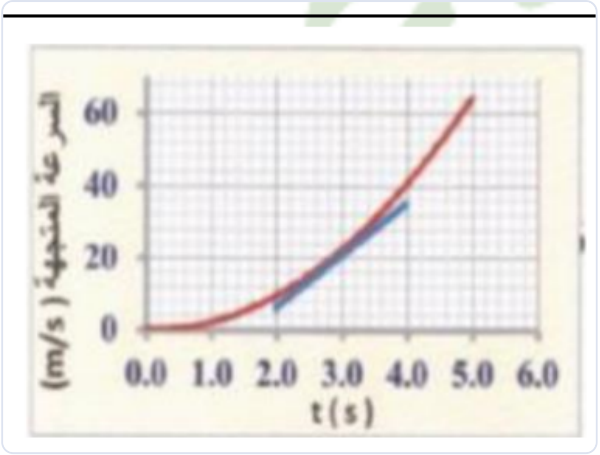
1 **التسارع هو**

Acceleration is

التغير في الموقع مقسوماً على مقدار زمن التغير Change in position divided by the time interval	**التغير في السرعة المتجهة مقسوماً على مقدار زمن التغير** Change in velocity divided by the time interval
التغير الذي يحدث لموقع الجسم في اتجاه معين The change in an object's position in a given direction	**التغير في إزاحة الجسم مقسوماً على الزمن** Change in displacement divided by time

2 **ماذا يُمثل ميل المماس في الرسم البياني المقابل؟**

What does the slope of the tangent in the graph represent?



سرعة الجسم عند t=3.0 s
Velocity of the object at t = 3.0 s

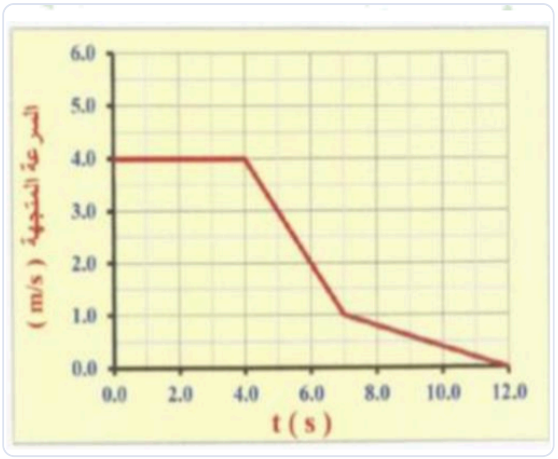
إزاحة الجسم عند t=3.0 s
Displacement at t = 3.0 s

تسارع الجسم عند t=3.0 s
Acceleration of the object at t = 3.0 s

تسارع الجسم في الفترة من t=1.0 s إلى t=5.0 s
Acceleration over the interval t = 1.0 s to t = 5.0 s

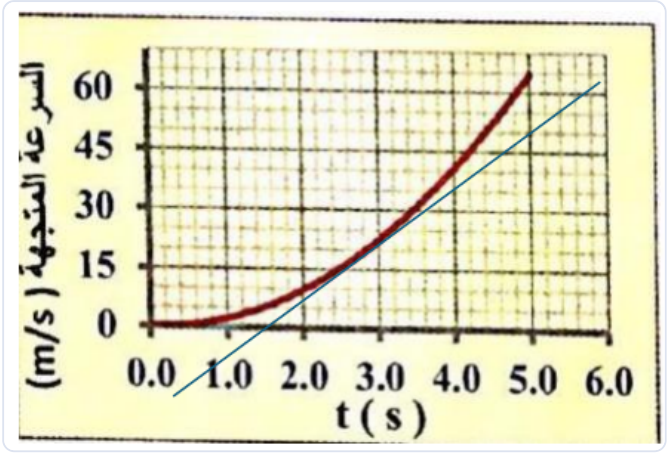
3 **يُظهر الرسم البياني المجاور تغيرات السرعة المتجهة والزمن لحركة أروى حيث بدأت حركتها باتجاه الشرق.**
1- ما الفترة الزمنية التي تحركت فيها أروى بسرعة ثابتة؟ 2- ما اتجاه حركة أروى خلال الفترة من 4.0 s إلى 7.0 s؟ 3- ما مقدار تسارع أروى خلال الفترة من 4.0 s إلى 7.0 s؟ 4- احسب الإزاحة الكلية لحركة أروى خلال 12.0 s.

The graph shows velocity versus time for Arwa, who started moving east.
1) During what time interval did Arwa move at constant velocity? 2) In which direction did she move from 4.0 s to 7.0 s? 3) What was her acceleration from 4.0 s to 7.0 s? 4) Calculate her total displacement over 12.0 s.



4 **اعتماداً على الرسم البياني المقابل لحركة سيارة سباق، ما مقدار التسارع اللحظي للسيارة عند t=3.0 s؟**

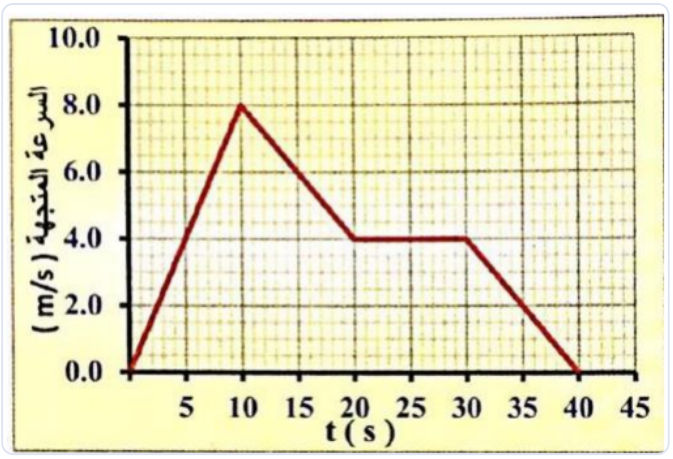
Using the graph of a race car, what is the car's instantaneous acceleration at t = 3.0 s?



15 m/s²	**8 m/s²**	**5 m/s²**	**0 m/s²**

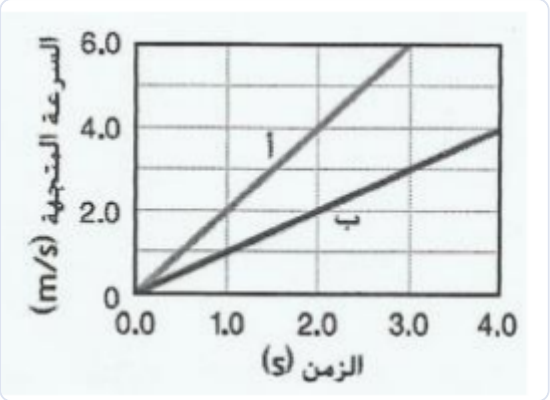
5 **يُظهر الرسم البياني المجاور تغيرات السرعة المتجهة والزمن لحركة أروى حيث بدأت حركتها باتجاه الشرق.**
1- ما الفترة الزمنية التي تحركت فيها أروى بسرعة ثابتة؟ 2- ما اتجاه حركة أروى خلال الفترة من 30 s إلى 40 s؟ 3- ما مقدار تسارع أروى خلال الفترة من 10 s إلى 20 s؟ 4- احسب الإزاحة الكلية لحركة أروى بعد 40 s.

The graph shows velocity versus time for Arwa, who started moving east.
1) When did she move at constant velocity? 2) In which direction did she move from 30 s to 40 s? 3) What was her acceleration from 10 s to 20 s? 4) Calculate her total displacement after 40 s.



6 **اعتماداً على الرسم البياني المقابل، أي التالية صحيحة بالنسبة لتسارع الجسم أ؟**

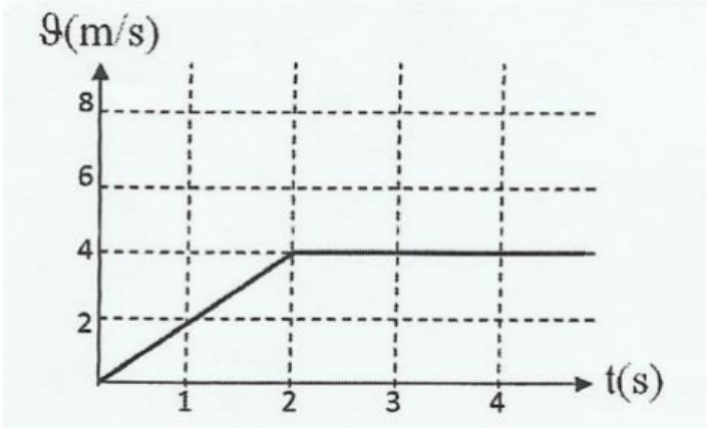
Using the graph, which statement is correct about the acceleration of object A (line "أ")?



ثابت Constant	**متناقص** Decreasing	**متزايد** Increasing	**صفر** Zero

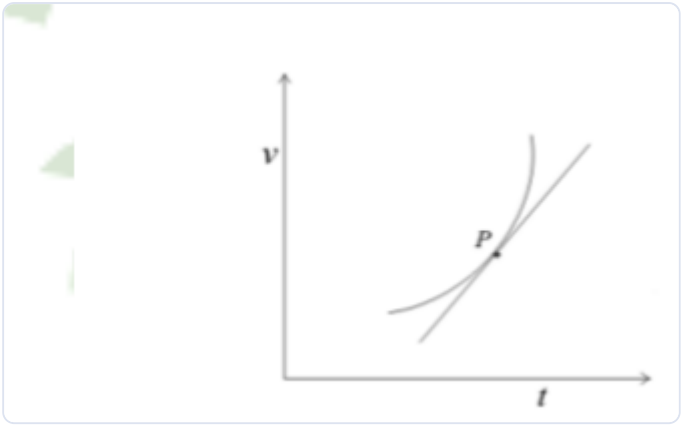
7 **اعتماداً على منحنى السرعة – الزمن المقابل أكمل الجدول التالي:**

Using the velocity–time graph, complete the table:



8 **أي قيمة للتسارع يمكن إيجادها عند حساب المماس عند النقطة P؟**

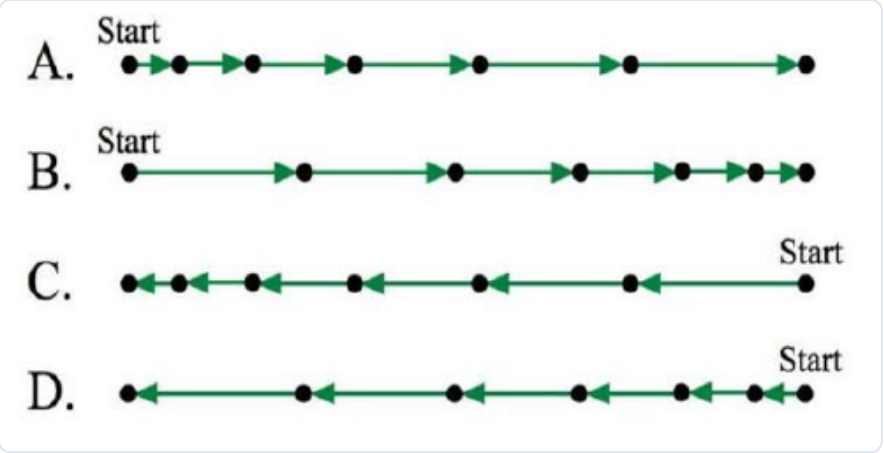
Which acceleration is found by calculating the tangent at point P?



التسارع المتوسط Average acceleration
التسارع اللحظي Instantaneous acceleration
التسارع المركزي Centripetal acceleration
تسارع السقوط الحر Free-fall acceleration

9 توضح مخططات الحركة التالية حركة أربع حافلات تتحرك على طول المحور الأفقي X. أي الحافلات تتسارع تسارعاً موجباً؟

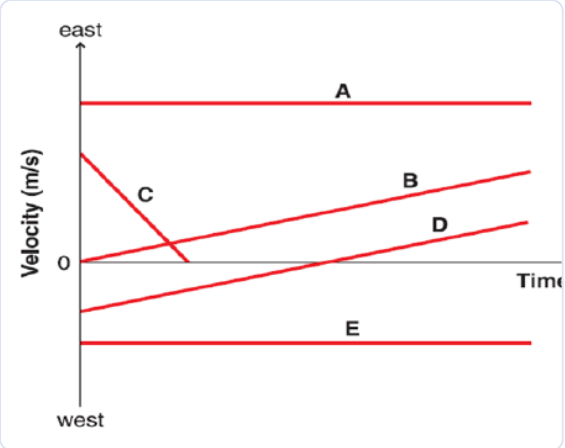
The motion diagrams show four buses moving along the horizontal x-axis. Which buses have positive acceleration?



A, C
B, D
A, D
B, C

10 يمثل الرسم البياني المقابل حركة 5 متسابقين في سباق ماراثون حر. أي من العدائين غير اتجاهه أثناء الحركة؟

The graph shows the motion of 5 runners in a free marathon. Which runner changed direction during the motion?

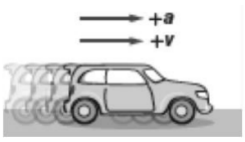
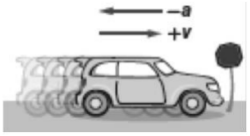
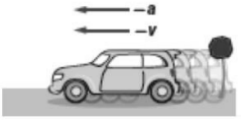
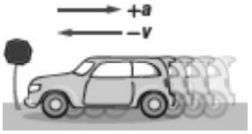


A
B
C
D
E

11 الشكل المقابل يوضح نموذج الجسيم لحركة سيارة. أي المخططات التالية يتناسب مع حركة السيارة؟

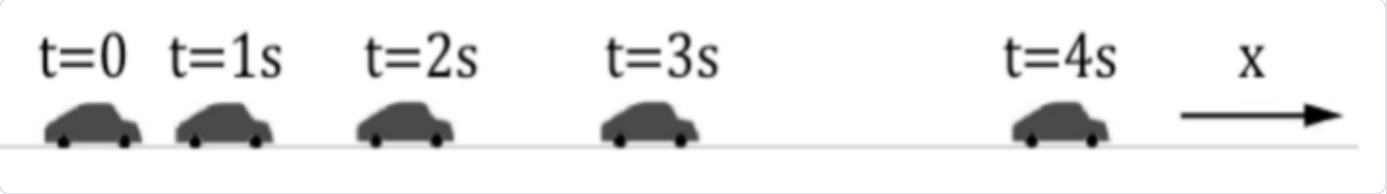
The figure shows the particle model of a car's motion. Which diagram matches the car's motion?

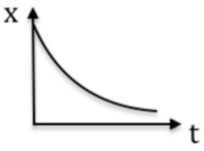
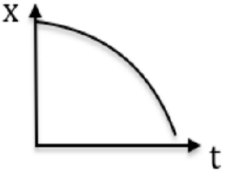
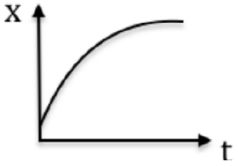


12 الشكل المقابل يوضح نموذج الجسيم لحركة سيارة. أي رسم بياني يتناسب مع حركة السيارة؟

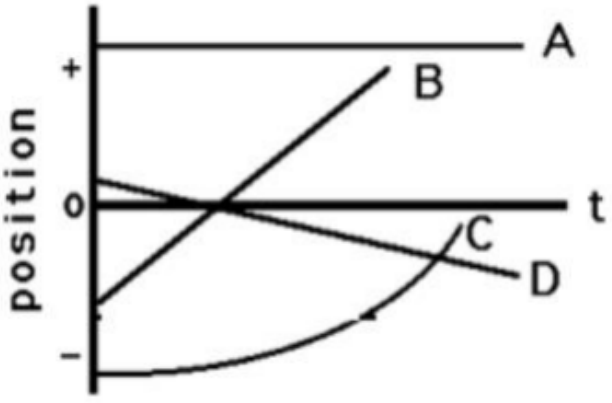
The figure shows the particle model of a car's motion. Which graph matches the car's motion?



13 في الرسم البياني المقابل، أي جسم يتسارع؟

In the position–time graph, which object is accelerating?



B	**A**
D	**C**

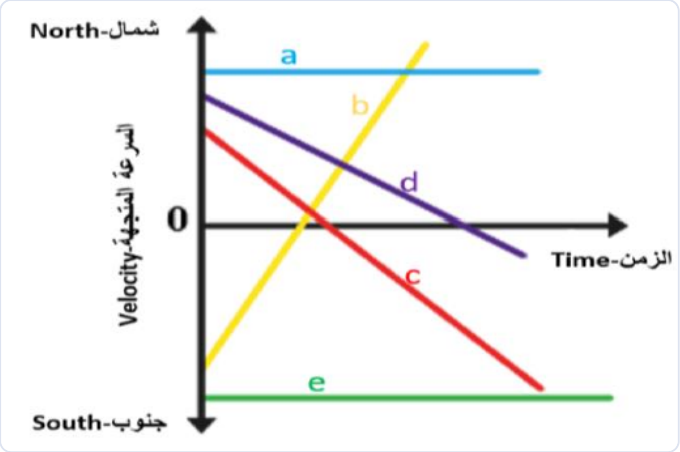
14 كيف يمكن حساب التسارع اللحظي لجسم ما ذي تسارع متغير؟

How can you calculate the instantaneous acceleration of an object with changing acceleration?

عن طريق حساب ميل المماس لمنحنى (السرعة المتجهة – الزمن) By finding the slope of the tangent to the velocity–time graph
عن طريق حساب المساحة لمنحنى (السرعة المتجهة – الزمن) By finding the area under the velocity–time graph
عن طريق حساب ميل المماس لمنحنى (الموقع – الزمن) By finding the slope of the tangent to the position–time graph
عن طريق حساب المساحة لمنحنى (الموقع – الزمن) By finding the area under the position–time graph

15 في الرسم البياني أدناه، أي رسم يمثل حركة جسم بتسارع صفر وسرعة متجهة سالبة؟

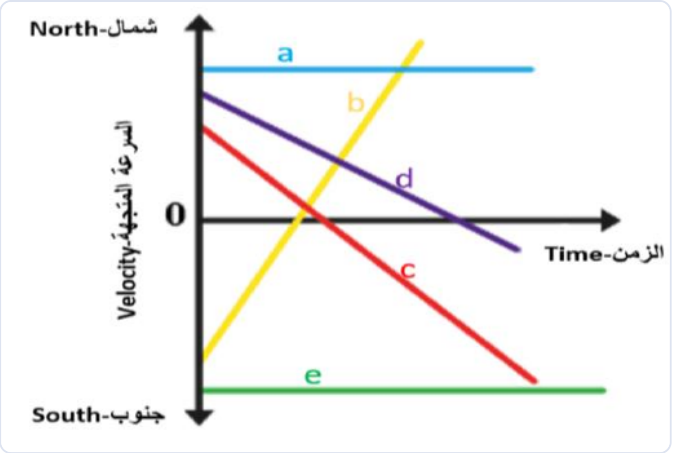
In the graph below, which line represents an object with zero acceleration and negative velocity?



a
b
c
d
e

16 في الرسم البياني أدناه، أي رسم يمثل حركة جسم بتسارع صفر وسرعة متجهة موجبة؟

In the graph below, which line represents an object with zero acceleration and positive velocity?



a
b
c
d
e

17 يجري كلب بسرعة 10 m/s شرقاً إلى أن يتوقف تماماً بعد 2.5 s. ما التسارع المتوسط للكلب؟

A dog runs east at 10 m/s and comes to a complete stop after 2.5 s. What is the dog's average acceleration?

−25 m/s²	**25 m/s²**	**−4.0 m/s²**	**4.0 m/s²**

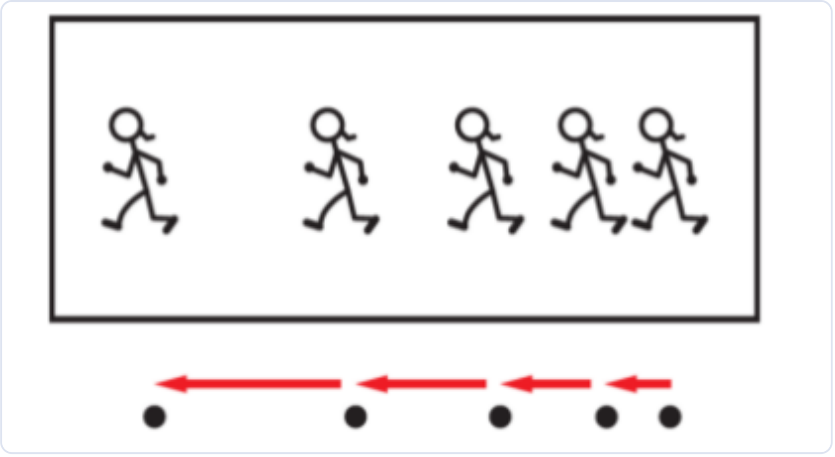
18 تقل سرعة حصان من 36 m/s شرقاً إلى 15 m/s خلال 3.0 s. ما التسارع المتوسط للحصان؟

A horse slows from 36 m/s east to 15 m/s in 3.0 s. What is the horse's average acceleration?

−21 m/s²	**21 m/s²**	**−7 m/s²**	**7 m/s²**

19 **أي العبارات التالية تصف حركة البنت بشكل صحيح؟**

Which statement correctly describes the girl's motion?



تزداد سرعة البنت في الاتجاه السالب The girl's speed increases in the negative direction
تزداد سرعة البنت في الاتجاه الموجب Her speed increases in the positive direction
تتناقص سرعة البنت في الاتجاه السالب Her speed decreases in the negative direction
تتناقص سرعة البنت في الاتجاه الموجب Her speed decreases in the positive direction

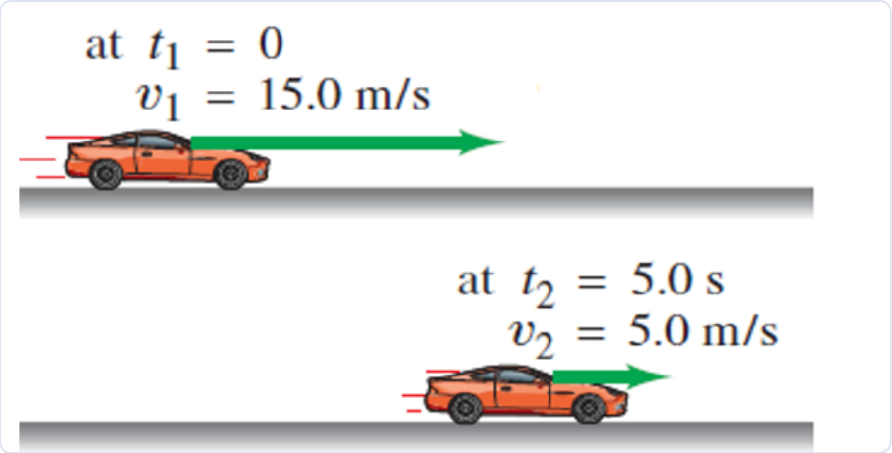
20 **أي مما يلي لا يعتبر مثالاً على الحركة بتسارع؟**

Which of the following is NOT an example of accelerated motion?

راكب دراجة يتحرك في خط مستقيم بسرعة ثابتة A cyclist moving in a straight line at constant speed
طائرة تقلع على مدرج مستقيم An airplane taking off along a straight runway
كرة يتم قذفها للأعلى بشكل مستقيم A ball thrown straight upward
صخرة تسقط من منحدر في طريق مستقيم A rock falling down a slope

21 اعتماداً على مخطط الحركة لسيارة سباق، ما متوسط تسارع الجسم؟

Using the motion diagram of a race car, what is the object's average acceleration?



22 وفقاً للرسم البياني للسرعة – الزمن لسيارة تتحرك في خط مستقيم، أي العبارات التالية تصف حركة السيارة؟

According to the velocity–time graph of a car moving in a straight line, which statement describes the car's motion?



تتحرك السيارة بسرعة ثابتة The car moves at constant velocity
تسارع السيارة سالب The car's acceleration is negative
تزداد سرعة السيارة بشكل منتظم مع الزمن The car's speed increases uniformly with time
تسارع السيارة موجب The car's acceleration is positive

Solved · الحل النموذجي

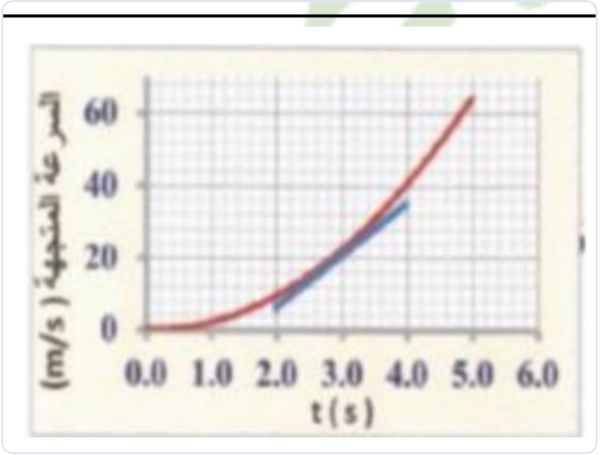
1 **التسارع هو**

Acceleration is

التغير في الموقع مقسوماً على مقدار زمن التغير Change in position divided by the time interval	**التغير في السرعة المتجهة مقسوماً على مقدار زمن التغير** Change in velocity divided by the time interval ✔
التغير الذي يحدث لموقع الجسم في اتجاه معين The change in an object's position in a given direction	**التغير في إزاحة الجسم مقسوماً على الزمن** Change in displacement divided by time

2 **ماذا يُمثل ميل المماس في الرسم البياني المقابل؟**

What does the slope of the tangent in the graph represent?



سرعة الجسم عند t=3.0 s
Velocity of the object at t = 3.0 s

إزاحة الجسم عند t=3.0 s
Displacement at t = 3.0 s

تسارع الجسم عند t=3.0 s
Acceleration of the object at t = 3.0 s
✔

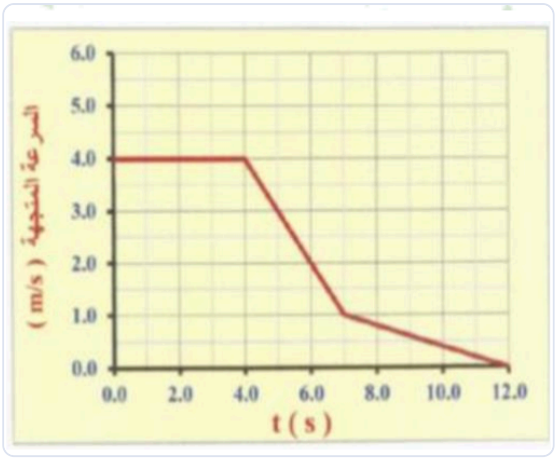
تسارع الجسم في الفترة من t=1.0 s إلى t=5.0 s
Acceleration over the interval t = 1.0 s to t = 5.0 s

3 **يُظهر الرسم البياني المجاور تغيرات السرعة المتجهة والزمن لحركة أروى حيث بدأت حركتها باتجاه الشرق.**

1- ما الفترة الزمنية التي تحركت فيها أروى بسرعة ثابتة؟ 2- ما اتجاه حركة أروى خلال الفترة من 4.0 s إلى 7.0 s؟ 3- ما مقدار تسارع أروى خلال الفترة من 4.0 s إلى 7.0 s؟ 4- احسب الإزاحة الكلية لحركة أروى خلال 12.0 s.

The graph shows velocity versus time for Arwa, who started moving east.

1) During what time interval did Arwa move at constant velocity? 2) In which direction did she move from 4.0 s to 7.0 s? 3) What was her acceleration from 4.0 s to 7.0 s? 4) Calculate her total displacement over 12.0 s.



1) من 0 إلى 4.0 s 2) نحو الشرق 3)

$$a = (1.0 - 4.0)/(7.0 - 4.0) = -1.0\ m/s^2$$

4) الإزاحة = المساحة أسفل المنحنى =

$$(4.0\times4.0) + (½\times3\times3) + (3\times1) + (½\times5.0\times1.0) = 26\ m$$

1) 0 to 4.0 s 2) East 3)

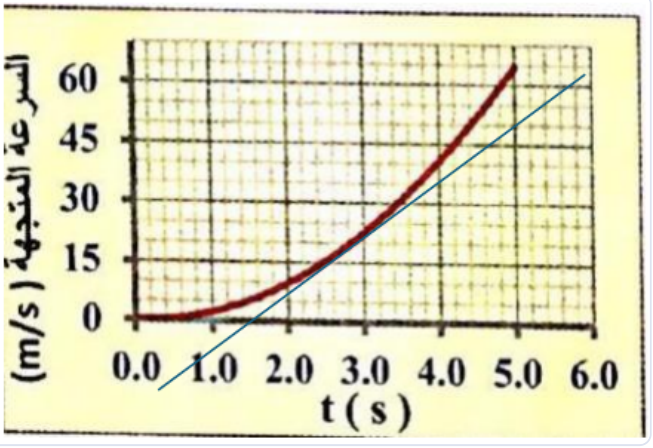
$$a = (1.0 - 4.0)/(7.0 - 4.0) = -1.0\ m/s^2$$

4) Displacement = area under the graph =

$$(4.0\times4.0) + (½\times3\times3) + (3\times1) + (½\times5.0\times1.0) = 26\ m$$

4 **اعتماداً على الرسم البياني المقابل لحركة سيارة سباق، ما مقدار التسارع اللحظي للسيارة عند t=3.0 s؟**

Using the graph of a race car, what is the car's instantaneous acceleration at t = 3.0 s?



15 m/s² ✔	**8 m/s²**	**5 m/s²**	**0 m/s²**

ميل المماس

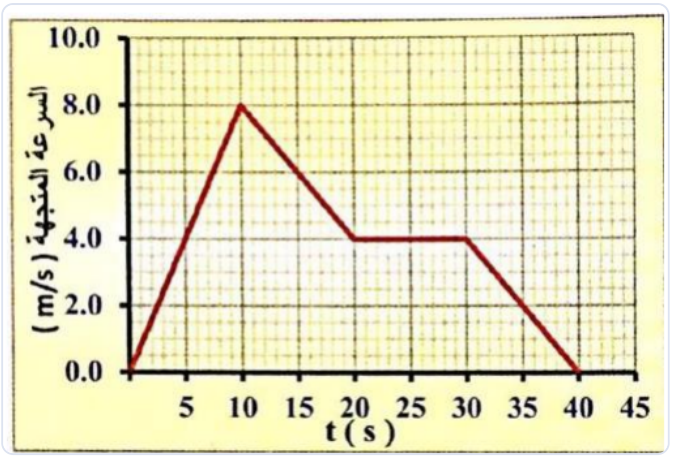
= (50 − 0)/(5.0 − 1.5) ≈ 14.3 ≈ 15 m/s²

Slope of the tangent

= (50 − 0)/(5.0 − 1.5) ≈ 14.3 ≈ 15 m/s²

5 **يُظهر الرسم البياني المجاور تغيرات السرعة المتجهة والزمن لحركة أروى حيث بدأت حركتها باتجاه الشرق.**
1- ما الفترة الزمنية التي تحركت فيها أروى بسرعة ثابتة؟ 2- ما اتجاه حركة أروى خلال الفترة من 30 s إلى 40 s؟ 3- ما مقدار تسارع أروى خلال الفترة من 10 s إلى 20 s؟ 4- احسب الإزاحة الكلية لحركة أروى بعد 40 s.

The graph shows velocity versus time for Arwa, who started moving east.
1) When did she move at constant velocity? 2) In which direction did she move from 30 s to 40 s? 3) What was her acceleration from 10 s to 20 s? 4) Calculate her total displacement after 40 s.



1) من 20 إلى 30 s 2) نحو الشرق 3)

$$a = (4.0 - 8.0)/(20 - 10) = -0.4\ m/s^2$$

4)

$$(½\times10\times8.0) + (20\times4.0) + (½\times10\times4.0) + (½\times10\times4.0) = 40 + 80 + 20 + 20 = 160\ m$$

1) 20 s to 30 s 2) East 3)

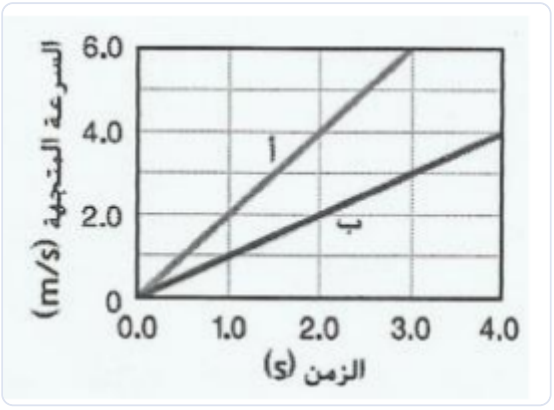
$$a = (4.0 - 8.0)/(20 - 10) = -0.4\ m/s^2$$

4)

$$(½\times10\times8.0) + (20\times4.0) + (½\times10\times4.0) + (½\times10\times4.0) = 160\ m$$

6 **اعتماداً على الرسم البياني المقابل، أي التالية صحيحة بالنسبة لتسارع الجسم أ؟**

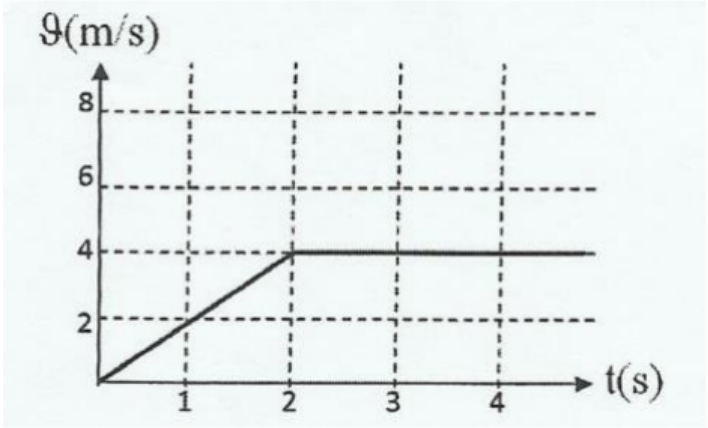
Using the graph, which statement is correct about the acceleration of object A (line "أ")?



ثابت Constant ✔	**متناقص** Decreasing	**متزايد** Increasing	**صفر** Zero

7 **اعتماداً على منحنى السرعة – الزمن المقابل أكمل الجدول التالي:**

Using the velocity–time graph, complete the table:

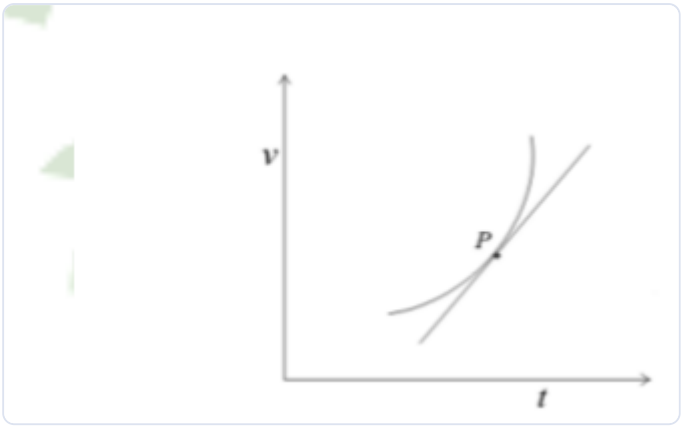


من 0 إلى 2 s: السرعة تزداد من 0 إلى 4 m/s، التسارع = 2 m/s²، الحركة: تتسارع (تزداد السرعة). من 2 إلى 4 s: السرعة 4 m/s ثابتة، التسارع = 0، الحركة: بسرعة ثابتة.

0–2 s: velocity increases from 0 to 4 m/s, a = 2 m/s², the object speeds up. 2–4 s: velocity constant at 4 m/s, a = 0, the object moves at constant velocity.

8 **أي قيمة للتسارع يمكن إيجادها عند حساب المماس عند النقطة P؟**

Which acceleration is found by calculating the tangent at point P?



التسارع المتوسط
Average acceleration

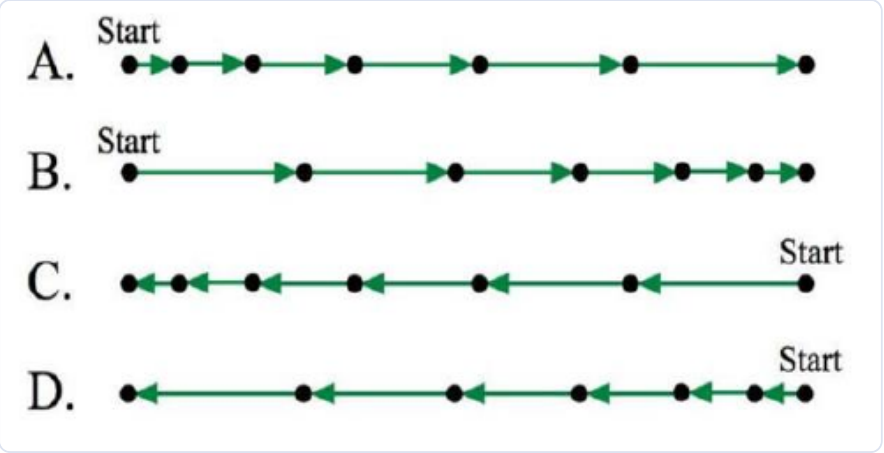
التسارع اللحظي
Instantaneous acceleration
✔

التسارع المركزي
Centripetal acceleration

تسارع السقوط الحر
Free-fall acceleration

9 توضح مخططات الحركة التالية حركة أربع حافلات تتحرك على طول المحور الأفقي X. أي الحافلات تتسارع تسارعاً موجباً؟

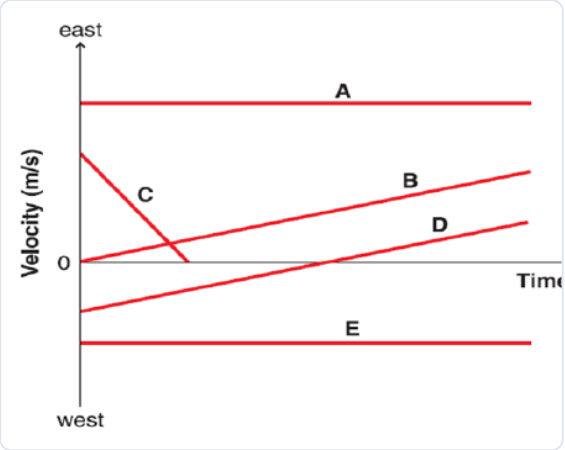
The motion diagrams show four buses moving along the horizontal x-axis. Which buses have positive acceleration?



A, C ✔
B, D
A, D
B, C

10 يمثل الرسم البياني المقابل حركة 5 متسابقين في سباق ماراثون حر. أي من العدائين غير اتجاهه أثناء الحركة؟

The graph shows the motion of 5 runners in a free marathon. Which runner changed direction during the motion?

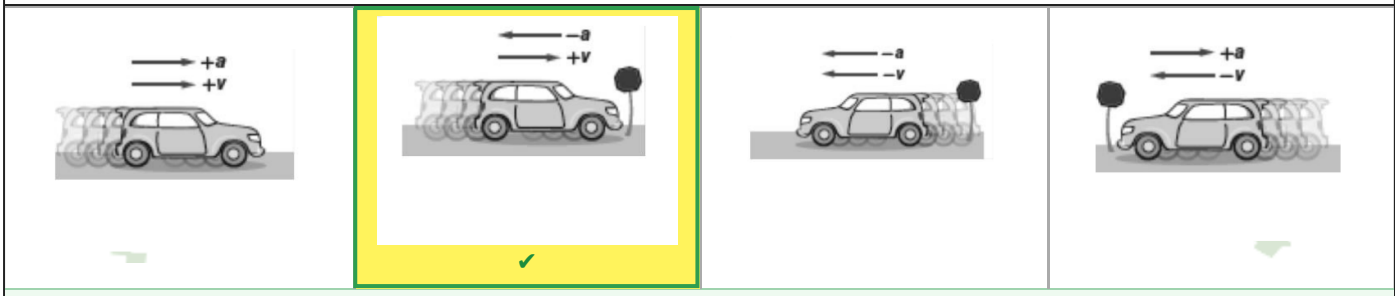


A
B
C
D ✔
E

11 **الشكل المقابل يوضح نموذج الجسيم لحركة سيارة. أي المخططات التالية يتناسب مع حركة السيارة؟**

The figure shows the particle model of a car's motion. Which diagram matches the car's motion?





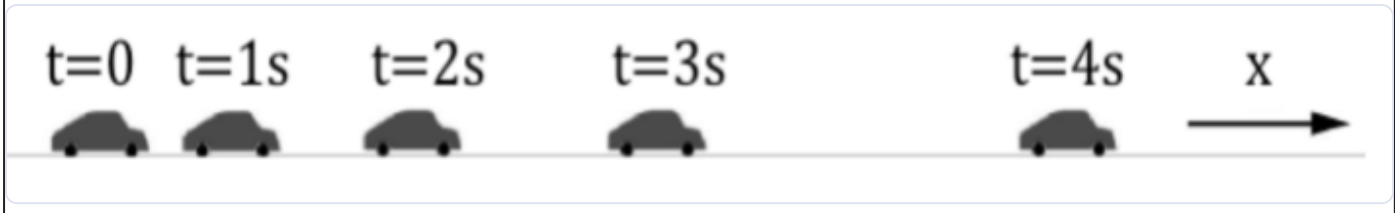
✔

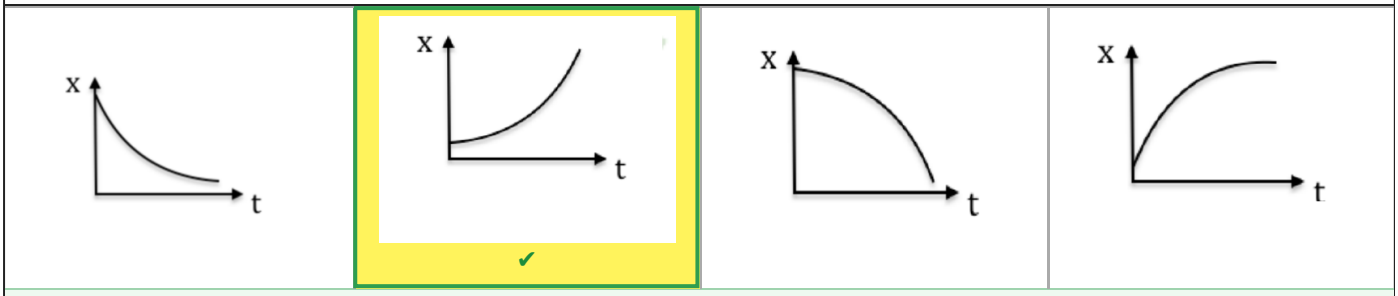
الجسم يتحرك نحو اليمين (v = +) وتتقارب النقاط ← تقل سرعته ← التسارع سالب: (a، +v−). (الخيار الثاني من اليسار)

The car moves to the right (v = +) and the dots get closer, so it slows down: a = −, v = + (second image from the left).

12 **الشكل المقابل يوضح نموذج الجسيم لحركة سيارة. أي رسم بياني يتناسب مع حركة السيارة؟**

The figure shows the particle model of a car's motion. Which graph matches the car's motion?





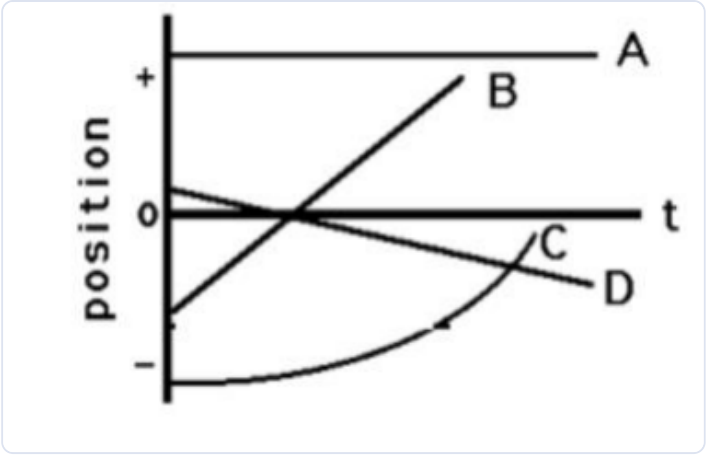
✔

المسافات بين مواقع السيارة تزداد مع الزمن ← تتسارع باتجاه x الموجب ← منحنى الموقع–الزمن متزايد الميل (الخيار الثاني).

The gaps between positions grow with time, so the car speeds up in the +x direction: the x–t graph curves upward with increasing slope (second graph from the left).

13 في الرسم البياني المقابل، أي جسم يتسارع؟

In the position–time graph, which object is accelerating?



B	**A**
D	**C** ✔

الجسم C: منحنى الموقع–الزمن غير مستقيم (الميل يتغير) ← السرعة تتغير ← يتسارع.

Object C: its position–time graph is curved (the slope changes), so its velocity changes and it accelerates.

14 كيف يمكن حساب التسارع اللحظي لجسم ما ذي تسارع متغير؟

How can you calculate the instantaneous acceleration of an object with changing acceleration?

عن طريق حساب ميل المماس لمنحنى (السرعة المتجهة – الزمن)
By finding the slope of the tangent to the velocity–time graph
✔

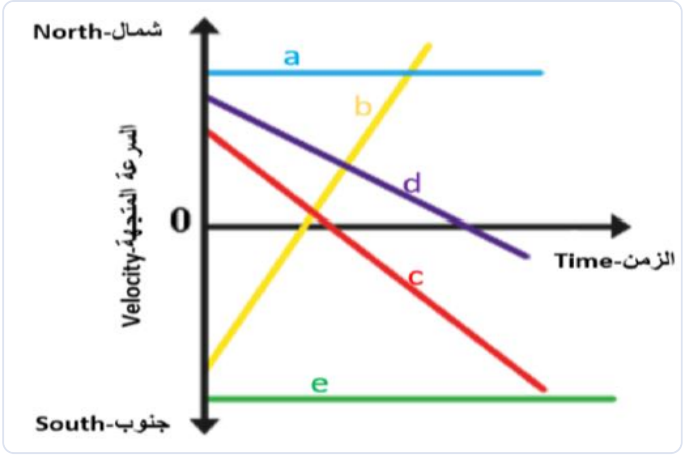
عن طريق حساب المساحة لمنحنى (السرعة المتجهة – الزمن)
By finding the area under the velocity–time graph

عن طريق حساب ميل المماس لمنحنى (الموقع – الزمن)
By finding the slope of the tangent to the position–time graph

عن طريق حساب المساحة لمنحنى (الموقع – الزمن)
By finding the area under the position–time graph

15 في الرسم البياني أدناه، أي رسم يمثل حركة جسم بتسارع صفر وسرعة متجهة سالبة؟

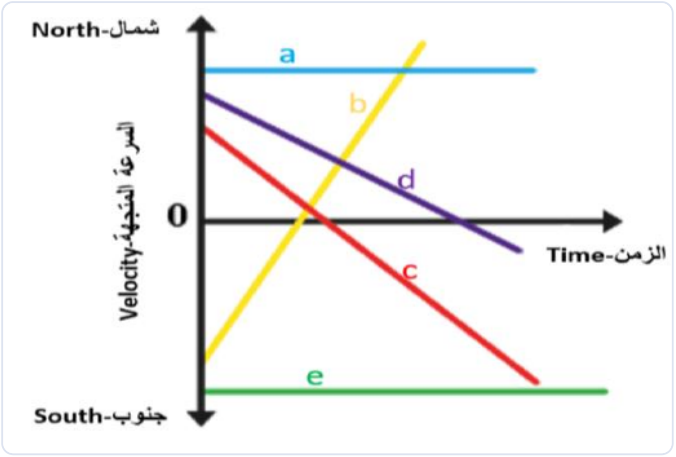
In the graph below, which line represents an object with zero acceleration and negative velocity?



a
b
c
d
e ✔

16 في الرسم البياني أدناه، أي رسم يمثل حركة جسم بتسارع صفر وسرعة متجهة موجبة؟

In the graph below, which line represents an object with zero acceleration and positive velocity?



a ✔
b
c
d
e

17 **يجري كلب بسرعة 10 m/s شرقاً إلى أن يتوقف تماماً بعد 2.5 s. ما التسارع المتوسط للكلب؟**

A dog runs east at 10 m/s and comes to a complete stop after 2.5 s. What is the dog's average acceleration?

−25 m/s²	**25 m/s²**	**−4.0 m/s²** ✔	**4.0 m/s²**

$a = (v_f - v_i)/t = (0 - 10)/2.5 = -4.0\ m/s^2$

18 **تقل سرعة حصان من 36 m/s شرقاً إلى 15 m/s خلال 3.0 s. ما التسارع المتوسط للحصان؟**

A horse slows from 36 m/s east to 15 m/s in 3.0 s. What is the horse's average acceleration?

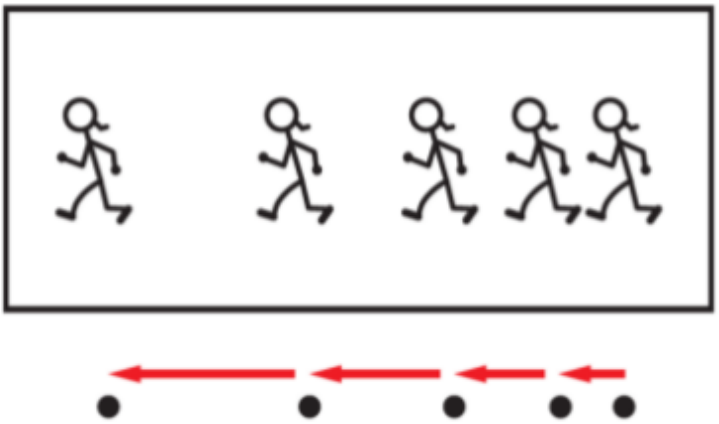
−21 m/s²	**21 m/s²**	**−7 m/s²** ✔	**7 m/s²**

$a = (15 - 36)/3.0 = -21/3 = -7\ m/s^2$

$a = (15 - 36)/3.0 = -7\ m/s^2$

19 **أي العبارات التالية تصف حركة البنت بشكل صحيح؟**

Which statement correctly describes the girl's motion?



تزداد سرعة البنت في الاتجاه السالب
The girl's speed increases in the negative direction
✔

تزداد سرعة البنت في الاتجاه الموجب
Her speed increases in the positive direction

تتناقص سرعة البنت في الاتجاه السالب
Her speed decreases in the negative direction

تتناقص سرعة البنت في الاتجاه الموجب
Her speed decreases in the positive direction

20 أي مما يلي لا يعتبر مثالاً على الحركة بتسارع؟

Which of the following is NOT an example of accelerated motion?

راكب دراجة يتحرك في خط مستقيم بسرعة ثابتة

A cyclist moving in a straight line at constant speed

✔

طائرة تقلع على مدرج مستقيم

An airplane taking off along a straight runway

كرة يتم قذفها للأعلى بشكل مستقيم

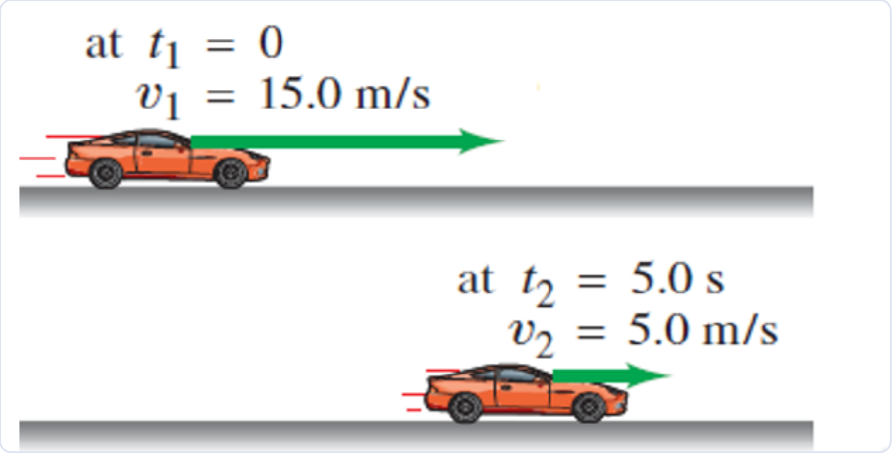
A ball thrown straight upward

صخرة تسقط من منحدر في طريق مستقيم

A rock falling down a slope

21 اعتماداً على مخطط الحركة لسيارة سباق، ما متوسط تسارع الجسم؟

Using the motion diagram of a race car, what is the object's average acceleration?



$a = (v_f - v_i)/(t_f - t_i) = (5.0 - 15.0)/(5.0 - 0) = -2.0\ m/s^2$

$a = (5.0 - 15.0)/(5.0 - 0) = -2.0\ m/s^2$

22 **وفقاً للرسم البياني للسرعة – الزمن لسيارة تتحرك في خط مستقيم، أي العبارات التالية تصف حركة السيارة؟**

According to the velocity–time graph of a car moving in a straight line, which statement describes the car's motion?



تتحرك السيارة بسرعة ثابتة
The car moves at constant velocity
✔

تسارع السيارة سالب
The car's acceleration is negative

تزداد سرعة السيارة بشكل منتظم مع الزمن
The car's speed increases uniformly with time

تسارع السيارة موجب
The car's acceleration is positive

a = 0