ملاحظات تساعد في دراسة الفيزياء

١ مساحة المربع = L^2 ، محيط المربع = $4L$

٢ مساحة المستطيل = الطول × العرض ، محيط المستطيل = 2 (الطول + العرض)

٣ مساحة وجه المكعب = L^2 ، مساحة أوجه المكعب = $6L^2$

٤ حجم متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع ، حجم المكعب = L^3

٥ مساحة الدائرة = πr^2 ، محيط الدائرة = $2\pi r$

٦ حجم الأسطوانة = مساحة القاعدة × الارتفاع = $\pi r^2 \times h$ ، حجم الكرة = $\frac{4}{3}\pi r^3$

قاعدة عامة لتحويل الوحدات

١ للتحويل من الأكبر إلى الأصغر نضرب. **مثال:** 5 كجم = 5×1000 = 5000 جم

١ للتحويل من الأصغر إلى الأكبر نقسم. **مثال:** 6000 ثانية = $6000 \div 60$ = 100 دقيقة

تحويل الكسور والمضاعفات إلى الوحدات العملية

١ مللي الوحدة $\xleftarrow{10^{-3}\times}$ الوحدة

٢ ميكرو الوحدة $\xleftarrow{10^{-6}\times}$ الوحدة

٣ نانو الوحدة $\xleftarrow{10^{-9}\times}$ الوحدة

٤ كيلو الوحدة $\xleftarrow{10^{3}\times}$ الوحدة

٥ ميجا الوحدة $\xleftarrow{10^{6}\times}$ الوحدة

٦ جيجا الوحدة $\xleftarrow{10^{9}\times}$ الوحدة

تحويل بعض الوحدات

١ مم $\xleftarrow{10^{-3}\times}$ م

٢ مم^2 $\xleftarrow{10^{-6}\times}$ م^2

٣ مم^3 $\xleftarrow{10^{-9}\times}$ م^3

٤ سم $\xleftarrow{10^{-2}\times}$ م

٥ سم^2 $\xleftarrow{10^{-4}\times}$ م^2

٦ سم^3 $\xleftarrow{10^{-6}\times}$ م^3

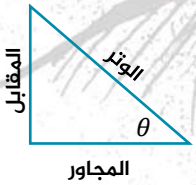
٧ جم $\xleftarrow{10^{-3}\times}$ كجم

٨ اللتر $\xleftarrow{10^{-3}\times}$ م^3

٩ الأنجستروم $\xleftarrow{10^{-10}\times}$ م

العلاقات المثلثية

في المثلث القائم الزاوية يمكن تعيين النسبة المثلثية للزاوية θ من العلاقات



$\sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$ $\cos\theta = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$ $\tan\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$

ملاحظات هامة جداً

الوحدة المستخدمة يجب أن تكون تبعًا للنظام الدولي:

الطول: المتر **الكتلة:** الكيلوجرام **الزمن:** الثانية

بعض الكميات الفيزيائية ورموزها ووحدات قياسها ومعدلات أبعادها

الكمية الفيزيائية	رمزها	وحدة قياسها في النظام الدولي		صيغة أبعادها
الطول	L	متر	m	L
المسافة	s	متر	m	L
الإزاحة	d	متر	m	L
نصف القطر	r	متر	m	L
الكتلة	m	كيلوجرام	Kg	M
الزمن	t	ثانية	s	T
الزمن الدوري	T	ثانية	s	T
المساحة	A	متر^2	m^2	L^2
الحجم	V	متر^3	m^3	L^3
شدة التيار الكهربي	I	أمبير	A	-
درجة الحرارة المطلقة	T	كلفن	K	-
كمية المادة	n	مول	mol	-
شدة الإضاءة	I_v	كانديلا	cd	-
الزاوية المسطحة	-	راديان	$Radian$	-
الزاوية المجسمة	-	استرديان	$Steradian$	-
الكثافة	ρ	كجم/م^3	Kg/m^3	ML^{-3}
السرعة، السرعة اللحظية	v	متر/ ثانية	m/s	LT^{-1}
السرعة المتوسطة	$\bar{v}$	متر/ ثانية	m/s	LT^{-1}
العجلة	a	متر/ ثانية^2	m/s	LT^{-2}
عجلة الجاذبية	g	متر/ ثانية^2	m/s^2	LT^{-2}
القوة	F	نيوتن (كجم. متر/ ثانية^2)	$(N)Kg.m/s^2$	MLT^{-2}

أهم العلماء في الفيزياء

أحمد زويل

إسحاق نيوتن

جاليليو

عبدالرحمن عصام

عملية القياس

الكميات الفيزيائية

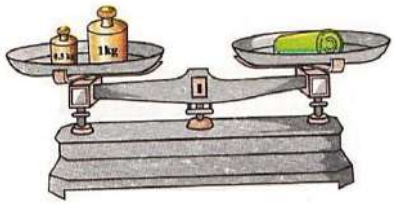
أدوات القياس

وحدات القياس

1 القياس الفيزيائي

- **لإجراء الكشف الطبي على المريض يُجري الطبيب عدة قياسات منها:**

① قياس الطول. ② قياس الوزن.
③ قياس ضغط الدم. ④ قياس معدل دقات القلب.
⑤ قياس مستوى الحديد أو الكوليسترول في الدم.



- **بالمثل يحتاج الإنسان لإجراء قياسات مختلفة في الحياة اليومية.**

مثال:

عند وضع جسم مجهول الكتلة على إحدى كفتي ميزان ذي كفتين ووضع أثقال معلومة في الكفة الأخرى فإنه يمكن قياس كتلة الجسم عند اتزان كفتي الميزان من خلال كتلة الأثقال المعلومة في الكفة الأخرى.

القياس

تعريف القياس:

هو عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها (تسمى وحدة القياس) لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.

أهمية القياس:

يحوّل مشاهداتنا اليومية إلى مقادير كمية يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام.

مثال: وصف درجة حرارة شخص بأنها مرتفعة غير دقيق علميًا، والأفضل أن يتم قياس درجة حرارة الشخص باستخدام الترمومتر لمعرفة قيمتها فيُقال أن درجة حرارته (40°C) مثلاً.

عناصر القياس:

١ الكميات الفيزيائية ٢ أدوات القياس ٣ وحدات القياس

الكميات الفيزيائية

- نحن نتعامل في حياتنا مع كميّات فيزيائية مثل الكتل والزمن والطول والحجم والتي نحتاج إلى قياسها بدقة.
- يمكن تصنيف الكميات الفيزيائية حسب الاشتقاق إلى:

وجه المقارنة	الكميات الفيزيائية	الكميات الفيزيائية المشتقة
التعريف	كمية فيزيائية لا تعرف بدلالة كمية فيزيائية أخرى.	كميات فيزيائية تعرف بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية.
	الكميات التي لا يمكن اشتقاقها (استنتاجها) من كميات أخرى.	الكميات التي يمكن اشتقاقها (استنتاجها) بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية.
أمثلة	الطول/ الزمن/ الكتلة. • طول المسطرة 20 cm. • قطع المتسابق مسافة 5 Km. • كتلة البرتقال 2 Kg.	المساحة/ الحجم/ السرعة/ العجلة. • مساحة المستطيل = الطول × العرض • حجم متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع أي أن: المساحة والحجم مشتقان من الطول.

لاحظ:

كل ما يمكن قياسه يعتبر كمية فيزيائية مثل:

١ كتلة تفاحة = $200\ g$، وتُقاس بالميزان الرقمي.

٢ وزن تفاحة = $2N$، وتُقاس بالميزان الزنبركي.

٣ الرائحة والطعم ليست كميات فيزيائية وليست لها وحدات قياس.

تكامل الفيزياء مع الرياضيات

- يتم التعبير عن الكميات الفيزيائية وعلاقتها ببعضها البعض بالمعادلات الرياضية.

مثال: لحساب سرعة جسم هناك علاقة بين المسافة التي قطعها الجسم والزمن المستغرق لقطع هذه المسافة:

(السرعة = المسافة ÷ الزمن)

- لكل معادلة فيزيائية مدلول معيّن يُسمى المعنى الفيزيائي.
- **المعادلة الرياضية الفيزيائية:** هي صورة مختصرة لتوصيف فيزيائي ذات مدلول معين.

أدوات القياس

قديمًا:

اتخذ الإنسان في الماضي:

① **أجزاء من جسمه (كمقاييس للطول):** مثل الذراع وكف اليد والقدم.

② **الظواهر الطبيعية (كمقاييس للزمن):** مثل شروق وغروب الشمس ودورة القمر.

حديثًا:

تطوّرت أدوات القياس تطورًا هائلاً في إطار التطوّر الصناعي الضخم عقب الحرب العالمية الثانية فساعدت الإنسان على وصف الظواهر بدقة والتوصّل إلى حقائق الأشياء.

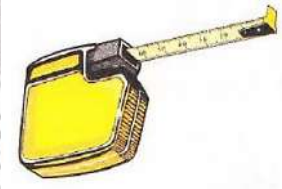
الخلاصة:

- تختلف أداة القياس المستخدمة تبعًا للكمية الفيزيائية المُراد قياسها.
- أوّل خطوة لقياس أيّ كمية فيزيائية هي تحديد أداة القياس المناسبة لهذا القياس.

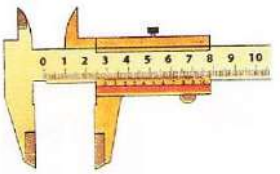
(1) الطول

المسطرة

الشريط المتري



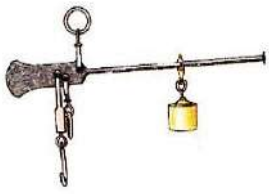
القدمة ذات الورنية



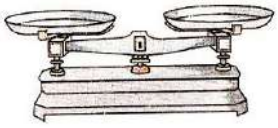
الميكرومتر

(2) الكتلة

الميزان الروماني

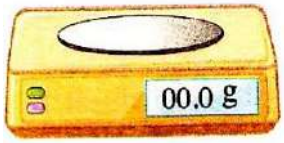


الميزان ذو الكفتين



الميزان ذو الكفة الواحدة

الميزان الرقمي



(3) الزمن

الساعة الرملية

ساعة البندول

ساعة الإيقاف

الساعة الرقمية

قياس الأطوال باستخدام القدمة ذات الورنية

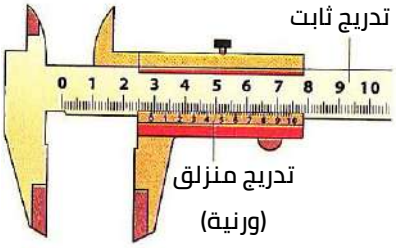
الغرض من التجربة:

قياس الأطوال الصغيرة جدًا بدقة عالية.

الجهاز المستخدم:

① تدريج ثابت (القسم الواحد = $1\ mm$).

② تدريج منزلق (ورنية) يتحرك بمحاذاة التدريج الثابت ومقسم إلى عدة أقسام (القسم الواحد = $0.9\ mm$) وبالتالي فإن القسم على تريج الورنية أقل من القسم على التدريج الثابت بمقدار $0.1\ mm$.



الخطوات:

① يوضع الجسم بين فكيّ القدمة ويُضغط عليه ضغطًا خفيفًا.

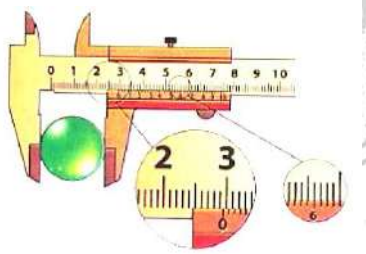
② تدوّن قراءة التدريج الثابت الذي يسبق صفر الورنية.

③ تؤخذ قراءة الورنية بالبحث عن خط الورنية الذي ينطبق على قسم من أقسام التدريج الثابت وضربها في الفرق بين التدريج الثابت والتدريج المنزلق ($0.1\ mm$)، **أي أن**: قراءة الورنية = قراءة التدريج × 0.1

④ نضيف قيمة قراءة التدريج الثابت إلى قيمة تدريج الورنية لنحصل على الطول المراد قياسه.

مثال:

عند وضع كرة بين فكيّ القدمة وجد أن التدريج الثابت $(x) = 29\ mm$، والخط السادس بالورنية انطبق على خط التدريج الثابت فيكون:



- تدريج الورنية $(x) = 6 \times 0.1 = 0.6\ mm$
- الطول المقاس $X = x + 29 = 0.6\ mm$

وحدات القياس

- التعبير عن الكمية الفيزيائية يحتاج ذكر القيمة العددية مع ذكر وحدة القياس.
- بدون استخدام وحدات القياس يصبح الكثير من المهام التي نقوم بها في حياتنا اليومية عديمة المعنى.

أمثلة:

① كتلة جسم ما تساوي (5) دون ذكر الوحدة المستخدمة ليس لها معنى وهذا يجعلنا نتساءل، هل وحدة القياس هي الجرام أم الكيلو جرام أم الطن؟ كتلة جسم = (5) ×

② عندما نقول أن الكتلة تساوي $(5\ Kg)$ نكون قد أوضحنا الكمية إيضاحًا تامًا فلابد من وجود وحدة قياس تميّز الكميات الفيزيائية. كتلة جسم = $(5\ Kg)$ ✓

- يحتاج الناس إلى وحدة قياس للكمية الفيزيائية يتفق عليها الناس في المجتمع الواحد وكذلك بين المجتمعات المختلفة وهذا يؤدي إلى اختلاف بعض نظم القياس.

يوجد في العالم عدّة أنظمة لتحديد الكميات الفيزيائية الأساسية ووحدات قياسها ومنها:

1. النظام الفرنسي.
2. النظام البريطاني.
3. النظام المتري، الذي تمّ تطويره ليصبح النظام الدولي (النظام المتري المعاصر).

الكمية الأساسية	وحدات القياس		
	النظام الفرنسي (نظام جاوس $(C.G.S)$)	النظام البريطاني $(F.P.S)$	النظام المتري $(M.K.S)$
الطول	سنتميتر	قدم	متر
الكتلة	جرام	باوند	كيلوجرام
الزمن	ثانية	ثانية	ثانية

النظام الدولي للوحدات (SI):

- يستخدم في جميع المجالات العلمية المختلفة في العالم.
- تم الاتفاق في المؤتمر العالمي للمقاييس والموازين الحادي عشر الذي عُقد عام 1960م على إضافة أربع وحدات للنظام المتري السابق وأصبح على الصورة:

م	الكمية		الوحدة في النظام الدولي	
1	الطول	(L)	المتر	$Meter\ (m)$
2	الكتلة	(M)	كيلوجرام	$Kilogram\ (kg)$
3	الزمن	(t)	ثانية	$Second\ (s)$
4	شدة التيار الكهربي	(I)	أمبير	$Ampere\ (A)$
5	درجة الحرارة المطلقة	(T)	كلفن	$Kelvin\ (K)$
6	كمية المادة	(n)	مول	$Mole\ (mol)$
7	شدة الإضاءة	(I_v)	الكانديلا	$Candela\ (cd)$
ثم أضيفت وحدتان إضافيتان هما:				
8	الزاوية المسطحة		راديان	$Radian$
9	الزاوية المجسمة		استرديان	$Steradian$

لاحظ

(1) يمكن اشتقاق جميع وحدات النظام الدولي الأخرى من هذه الوحدات الأساسية فمثلاً وحدة قياس الحجم (m^3) هي وحدة مشتقة من وحدة قياس الطول (m).

(2) يمكن تحويل جميع وحدات الأنظمة الأخرى إلى النظام الدولي.

للاطلاع فقط

القدم = 0.3048 متر

الباوند = 0.454 كجم

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. مقارنة كمية مجهولة بأخرى معيارية .....
(الضبط – القياس – الدقة – الإتقان)

2. المقارنة بين طول شخص ما بطول معروف هي .....
(الدقة – التقدير – القياس – المعايرة)

3. من الكميات الفيزيائية المشتقة .....
(الزمن – الطول – الكتلة – السرعة)

4. من الكميات الفيزيائية الأساسية .....
(الزمن – السرعة – القوة – العجلة)

5. ليس من الكميات الدولية الأساسية .....
(الطول – الثقل – الزمن – الكتلة)

6. إحدى الكميات التالية ليست كمية مشتقة هي .....
(وزن كمية من التفاح – ارتفاع جدار الفصل – سرعة الطائرة – قوة دفع الرياح)

7. أي من الجمل التالية يعبّر عن كمية مشتقة .....
- طول فصل $3m$
- إزاحة جسم متحرك $60\ m$ غربًا
- كتلة سبيكة من النحاس $2\ kg$
- سرعة جسم $5\ m/s$ شمالاً

8. أي من الكميات الآتية يعتبر كمية أساسية .....
(مساحة المثلث – وزن الكتاب – نصف قطر الدائرة – حجم سائل)

9. من الأدوات التي تستخدم لقياس الأطوال القصيرة جدًا ...
(الميكرومتر – الميزان – ساعة الإيقاف – لا توجد إجابة صحيحة)

10. أي من الأجهزة الآتية تستخدم بحيث تكون الدقة في القياس $0.001\ m$ .....
(شريط قياس طوله $30\ m$ – مسطرة طولها متر – القدمة ذات الورنية – مسطرة طولها $30\ cm$)

11. حصـل اللاعب محمد صـلاح على ميدالية ذهبية أبعادها $12.7\ mm$، $4.35\ mm$، $22.3\ mm$ فإن الأداة المناسـبة لقياس أبعادها .....
(المسطرة المدرجة – القدمة ذات الورنية – الشريط المتري – المخبار المدرج)

12. عند قياس كتلة قطعة من الألماظ يستخدم .....
(الميزان الرقمي – الميزان الروماني – الميكرومتر – الميزان المعتاد)

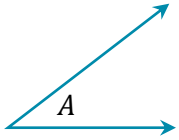
13. تُقاس الزاوية المحصورة بين ضلعين في النظام الدولي بوحدة .....
(الكانديلا – الراديان – الاسترديان – المتر)

14. أي أداة من الأدوات التالية مناسبة لقياس كمية مادة كيميائية لاستخدامها في تفاعل كيميائي:
(الميزان الروماني – الميزان ذو الكفتين – الميزان ذو الكفة الواحدة – الميزان الرقمي)

15. القسم على تدريج الورنية أقل من القسم على التدريج الثابت بمقدار .....
($0.1\ mm$ – $0.01\ mm$ – $0.1\ cm$ – $0.01\ cm$)

16. من وحدات القياس الأساسية في النظام الإنجليزي ....
(الأمبير – الدرجة المطلقة – القدم – المول)

17. وحدة قياس الزاوية A في الرسم تكون .....



(كانديلا – درجة – استرديان – راديان)

18. تقاس المسافة بالقدم في النظام .....

(الدولي الحديث – البريطاني – الفرنسي)

19. يتفق النظام الفرنسي (نظام جاوس) والنظام البريطاني والنظام المتري في أن جميعهم يقيس .....

(الطول بالمتر – الكتلة بالباوند – الزمن بالثانية)

20. من الوحدات التي لا تشتق بدلالة وحدات أخرى .....

(الكلفن – النيوتن – المتر– الوات)

21. في النظام الدولي يتخذ الأمبير وحدة أساسية لقياس .....

(شدة التيار الكهربي – الشحنة الكهربية – الطول – شدة الإضاءة)

22. وحدة قياس الزاوية B في الرسم تكون .....

(كانديلا – درجة – كمية مشتقة – كمية عددية – كمية متجهة)

23. الكمية الفيزيائية التي لا تعتمد على أي كمية فيزيائية أخرى في قياسها تسمى .....

(كمية أساسية – كمية مشتقة – كمية عددية – كمية متجهة)

24. طول الطاولة يساوي $3\ m$ فإن العدد 3 يمثل .....

(المرجع الأساسي – الوحدة – القيمة – الكمية)

25. أي من التالي ليس من متطلبات الوحدة القياسية؟

- يجب أن تكون نفسها لجميع الكميات.
- يجب أن تكون معرّفة ومحددة.
- يجب أن تكون مقبولة عالميًا.
- يجب أن تكون محددة المكان والزمان.

أينشتاين في الفيزياء
أ/ عبدالرحمن عصام

2 مضاعفات وكسور الوحدات

- في عملية القياس توصف الكمية الفيزيائية برقم عددي ووحدة قياس قد تكون:
  ١ كبيرة جدًا: مثل المسافة بين النجوم كبيرة جدًا وتقدّر بحوالي $(100,000,000,000,000\ m)$.
  ٢ صغيرة جدًا: مثل المسافة بين الذرات في الجوامد وتقدّر بحوالي $(0.000000001\ m)$.

- نظرًا للصعوبة الكبيرة في قراءة هذه الأرقام يفضّل التعبير عنها وكتابتها باستخدام الرقم 10 مرفوعًا لأس معيّن وبهذه الطريقة يمكن كتابة:
  ١ المسافة بين النجوم على الصورة $(1 \times 10^{17}\ m)$.
  ٢ المسافة بين الذرات في الجوامد على الصورة $(1 \times 10^{-9}\ m)$.

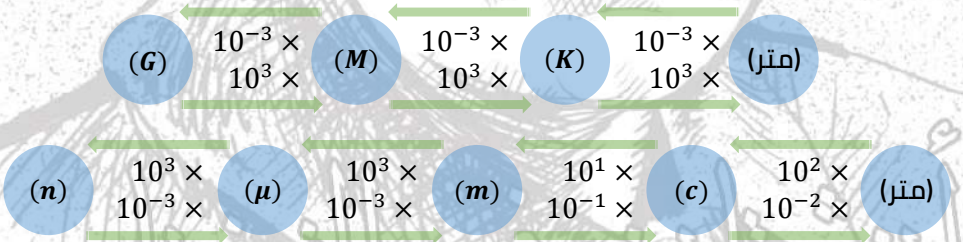
- تُسمى هذه الطريقة في التعبير عن الكميات الفيزيائية بـ (الصيغة المعيارية لكتابة الأعداد).

> **الصيغة المعيارية لكتابة الأعداد:** هي طريقة للتعبير عن الكميات العددية الكبيرة جدًا أو الصغيرة جدًا باستخدام الرقم 10 مرفوعًا لأس معيّن.

- تم الاتفاق على أسماء محددة للصيغة المعيارية لكتابة الأعداد وهي موضحة بالجدول التالي:

المعامل	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-3}	10^{3}	10^{6}	10^{9}
المسمى	نانو	ميكرو	مللي	سنتي	كيلو	ميجا	جيجا	
الرمز	n	μ	m	c	k	M	G	

- يتميّز النظام الدولي للوحدات بسهولة حساب مضاعفات وكسور جميع الوحدات على أساس القاعدة 10 مما يجعل الحسابات أكثر سهولةً من استخدام الأنظمة الأخرى.



أمثلة محلولة:

① خزان يبلغ حجم الماء فيه $(9\ m^3)$ أوجد حجم الماء بوحدة (cm^3).

الحل: $9\ m^3 = 9(100\ cm)^3 = 9 \times 10^6\ cm^3$

② تيار كهربي شدته 7 مللي أمبير $(7\ mA)$، عبّر عن شدة هذا التيار بوحدة الميكرو أمبير (μA).

الحل: $1\ \mu A = 10^{-6} A, 1\ mA = 10^{-3} A$

بقسمة العلاقتين السابقتين ينتج أن: $(1\ mA \div 1\mu A) = 10^3$

أي أن: $1\ mA = 10^3 \mu A$

وبضرب الطرفين في (7) نجد أن: $7\ mA = 7 \times 10^3 \mu A$

معنى هذا أن: 7 مللي أمبير = 7000 ميكرو أمبير.

الوحدات المعيارية

- بحث العلماء عن التعريفات الأكثر دقة لكل وحدة من وحدات قياس الكميات الأساسية فأعدوا نموذج مثالي لهذه الوحدة يتميّز بـ:
  ① الدقة إلى أقصى حد ممكن.
  ② الثبات باختلاف الظروف المحيطة (مرور الزمن وتغيّر المكان)
- يطلق على هذه النماذج اسم الوحدات المعيارية ومن أمثلتها:

(1) معيار الطول (المتر العياري)

- يعتبر الفرسنيون أوّل مَن استخدم المتر كوحدة عيارية لقياس الطول.
- تغيّر تعريف المتر بحثًا عن التعريف الأكثر دقة.

المتر العياري: هو المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتي ساق من سبيكة البلاتين – الإيريديوم محفوظة عند درجة الصفر سيلزيوس في المكتب الدولي للموازين والمقاييس بالقرب من باريس.

معلومة إثرائية: في عام 1960م اتفق العلماء في المؤتمر الدولي للموازين والمقاييس على إمكانية استبدال المتر العياري السابق بأحد الثوابت الذرية وفقًا للتعريف الآتي:

المتر العياري الجديد (الذري): هو عدد معلوم (165763.74) من الأطوال الموجية للضوء الأحمر البرتقالي المنبعث في الفراغ من ذرات نظير عنصر الكريبتون ذي الكتلة الذرية 86 في أنبوبة تفريغ كهربائي بها غاز الكريبتون.

يمتاز المتر العياري الذري بأنه أكثر دقة (نسبة الخطأ فيه صغيرة جدًا) حيث:

① غير قابل للتلف. ② لا يتأثر طوله بالتغيّر في درجة الحرارة.

(2) معيار الكتلة (الكيلو جرام العياري)

يستخدم لمعايرة الكيلو جرام (وحدة قياس الكتلة) الكيلو جرام العياري.

الكيلو جرام العياري: هو كتلة أسطوانة من سبيكة البلاتين – الإيريديوم ذات أبعاد محددة محفوظة عند درجة الصفر سيلزيوس في المكتب الدولي للموازين والمقاييس بالقرب من باريس.

معلومة إضافية: الأبعاد المحددة للأسطوانة طولها = قطرها = $39\ mm$.

تمتاز سبيكة البلاتين والإيريديون عن المواد الأخرى مثل الزجاج بـ:

① الصلابة. ② عدم التفاعل مع الوسط المحيط. ③ لا تتأثر كثيرًا بتغيّر درجة الحرارة.

معلومة إضافية: سبيكة البلاتين – الإيريديوم تتكوّن من 90% بلاتين، 10% إيريديوم.

(3) معيار الزمن (الثانية)

قديمًا:

استخدم الإنسان الليل والنهار واليوم وسيلة للعثور على مقياس ثابت وسهل لوحدة الزمن (الثانية) حيث أن:

اليوم = 24 ساعة = 24×60 دقيقة = $24 \times 60 \times 60$ ثانية = 86400 ثانية.

الثانية: تساوي $\frac{1}{86400}$ من اليوم الشمسي المتوسط.

حديثًا:

- اقترح العلماء استخدام الساعات الذرية مثل ساعة السيزيوم لقياس الزمن وهي غاية في الدقة.
- تستخدم الساعات الذرية في دراسة عدد كبير من المسائل ذات الأهمية العلمية والعملية مثل:

① تحديد مدة دوران الأرض حول نفسها (زمن اليوم).

② تحسين الملاحة الجوية والأرضية.

③ تدقيق رحلات سفن الفضاء لاكتشاف الكون.

معلومة إثرائية: يمكن تعريف الثانية باستخدام ساعة السيزيوم على أنها (الفترة الزمنية اللازمة لينبعث من ذرة السيزيوم 133 عدد من الموجات يساوي 9192631700 موجة).

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. $^{\circ}C = 0K$ ..... $(-273 - 273 - 327 - -327)$
2. الترتيب الصحيح لوحدات القياس التالية من الأصغر للأكبر هو .....
   - ميكرومتر – نانومتر – سنتيمتر – ملليمتر.
   - نانومتر – ميكرومتر – سنتيمتر – ملليمتر.
   - نانومتر – ميكرومتر – ملليمتر – سنتيمتر.
   - سنتيمتر – ملليمتر – ميكرومتر – نانومتر.
3. النانومتر (nm) هو كسر وحدة الطول ويعادل m ..... $(10^{-2} - 10^{-9} - 10^{-5})$
4. الميكروجرام يساوي ..... كيلو جرام. $(10^{3} - 10^{-6} - 10^{-9} - 10^{-3})$
5. شدة تيار تقدر بـ $7\ mA$ فإنها تساوي ..... μA $(7 \times 10^{3} - 7 \times 10^{-6} - 7 \times 10^{-3})$
6. $0.01\ mg$ يساوي ..... g $(10^{-3} - 10^{-4} - 10^{-5})$
7. الفيمتو ثانية = ... ميكروثانية. $(10^{6} - 10^{-6} - 10^{-9} - 10^{-15})$
8. 5×10^{9} ملليمتر = ... متر. $(5 \times 10^{9} - 5 \times 10^{6} - 5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{15})$
9. 3 سم^2 تقابل ..... ميكرومتر^2. $(9 \times 10^{8} - 3 \times 10^{8} - 3 \times 10^{-4})$
10. ..... $mm = 0.1\ nm$ $(10^{5} - 10^{-7} - 10^{-6} - 10^{6})$
11. $0.1\ mg$ يساوي ..... $(10^{-3}g - 10^{-6}g - 10^{-4}Kg - 10^{-7}Kg)$
12. إذا كان نصف قطر ذرة الهيدروجين $0.053\ nm$ فهذا يعني أن نصف قطرها بالمتر .....

(جميع ما سبق – 53×10^{-12} – 0.53×10^{-10} – $5.3 \times 10^{-11}m$)

13. 0.0003 يمكن كتابتها على الصورة ..... $(3 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-4} - 4 \times 10^{3} - 4 \times 10^{4})$
14. 200 مللي جرام = ... جرام $(2 \times 10^{-1} - 2 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-6})$

15. أي القيم التالية يساوي 86.2 .....

$(862 \times 10^{10} \mu m$ - $0.862\ mm$ - 8.62×10^{-4} - $8.62\ m)$

16. محطة إذاعية ترسل موجاتها بتردد 2×10^{8} هرتز فيكون ترددها ..... ميجا هرتز.

$(200$ - 2 - 20 - $0.2)$

17. واحد كيلو متر = ... مللي متر.

$(10^{-9}$ - 10^{-6} - 10^{9} - $10^{6})$

18. إذا كان نصف قطر فيروس $3.2\ nm$ فإن قيمة قطر الفيروس تساوي .....

$(3.2 \times 10^{-3} \mu m$ - $6.4 \times 10^{-7} m$ - $3.2 \times 10^{-6} m$ - $6.4 \times 10^{-3} \mu m)$

19. المليمتر = ... نانومتر.

$(10^{-6}$ - 10^{3} - 10^{-3} - $10^{6})$

20. 0.1 مللي جرام = ... كيلو جرام.

$(10^{-5}$ - 10^{-6} - 10^{-7} - $10^{-4})$

21. السبيكة التي استخدمت لصناعة الكيلو جرام العياري هي سبيكة .....

(الذهب والنحاس - السيزيوم والكربتون - البلاتين والإيريديوم - لا توجد إجابة صحيحة)

22. لتدقيق رحلات سفن الفضاء واكتشاف الكون نستخدم ....

(الكيلو جرام العياري - المتر العياري - الساعة الذرية - جميع ما سبق)

23. سبيكة (البلاتين - إيريديوم) تتميّز بالصلابة وعدم التفاعل مع الوسط المحيط بها عند .....

(الاختيار الأول والثالث معًا - $273°K$ - $0°K$ - $0°C$)

أينشتاين في الفيزياء
أ/ عبدالرحمن عصام

3 صـيـغـة الأبـعـاد

- اصطلح العلماء على تعريف محدد لكل كمية فيزيائية يتم الاتفاق عليه عالميًا.

مثال: تعريف السرعة الجاري في جميع أنحاء العالم (هي معدل تغيّر المسافة بالنسبة للزمن) = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$

- نرمز للطول بالرمز (L) وللكتلة بالرمز (M) وللزمن بالرمز (T).
- عند التعبير عن تعريف السرعة بدلالة الرموز السابقة نحصل على صيغة أبعاد السرعة.

مثال: السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$ = $\frac{\text{الطول}}{\text{الزمن}}$ $v = \frac{Distance}{time} = \frac{L}{T} = LT^{-1}$

الخلاصة:

يمكن التعبير عن معظم الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة أبعاد الكميات الفيزيائية الأساسية (الطول والكتلة والزمن) مرفوع كل منها لأس معيّن ويكتب التعبير الناتج على الصورة الآتية: $[A] = M^{\pm a}L^{\pm b}T^{\pm c}$ حيث A هي الكمية الفيزيائية، a, b, c هي أبعاد L, M, T على الترتيب.

صـيغة الأبعاد: هي صـيغة تعبّر عن الكميات الفيزيائية المشـتقة بدلالة أبعاد الكميات الفيزيائية الأساسية وهي الكتلة والطول والزمن مرفوع كل منها لأس معين.

خطوات كتابة صيغة الأبعاد:

① كتابة العلاقة الرياضية التي تعبّر عن الكمية الفيزيائية المطلوبة تعيين صيغة أبعادها.

② كتابة العلاقة الرياضية بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية (M, L, T).

③ رفع الرموز M, L, T إلى الأس المناسب.

- في حالة عدم وجود أي من الكميات الفيزيائية (الكتلة - الطول - الزمن) في العلاقة يمثل بعدها بـ: L^0 أو M^0 أو T^0 حيث $X^0 = 1$ فلا تكتب.
- نحصل على وحدة القياس بالتعبير عن صيغة الأبعاد بالوحدات المناسبة ففي المثال السابق صيغة أبعاد السرعة LT^{-1} وبالتالي تقاس السرعة بوحدة متر/ ثانية (ms^{-1}).

مثال: أوجد صيغة أبعاد القوة علمًا بأن: القوة = الكتلة × العجلة

الحل:

$$F = ma = m\frac{v}{t} = m\frac{x/t}{t}$$

$$F = M.\frac{L/T}{T} = M\frac{LT^{-1}}{T} = MLT^{-2}$$

أ/ عبدالرحمن حسن عصام

الكميات الفيزيائية	علاقتها مع الكميات الأخرى	صيغة الأبعاد	وحدة القياس
المساحة (A)	الطول × العرض	$L \times L = L^2$	m^2
الحجم (V)	الطول × العرض × الارتفاع	$L \times L \times L = L^3$	m^3
الكثافة (ρ)	$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$	$\frac{M}{L^3} = ML^{-3}$	$\frac{Kg}{m^3}$
السرعة (v)	$\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$	$\frac{L}{T} = LT^{-1}$	$\frac{m}{s}$
العجلة (a)	$\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$	$\frac{LT^{-1}}{T} = LT^{-2}$	m/s^2
القوة (F)	الكتلة × العجلة	$M \times LT^{-2} = MLT^{-2}$	$Kg.\frac{m}{s^2} = N$
الشغل (W)	القوة × الإزاحة	$MLT^{-2} \times L = ML^2T^{-2}$	$Kg.\frac{m^2}{s^2} = J$
الضغط (P)	$\frac{\text{قوة}}{\text{مساحة}}$	$\frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$	$\frac{N}{m^2}$
القدرة (P_w)	$\frac{\text{شغل}}{\text{زمن}}$	$\frac{ML^2T^{-2}}{T} = ML^2T^{-3}$	$\frac{J}{s} = W$
التردد (υ)	$\frac{1}{\text{الزمن الدوري}}$	$\frac{1}{T} = T^{-1}$	$Hz = s^{-1}$

قبل حل مسائل على صيغة الأبعاد يجب معرفة بعض الملاحظات

الملاحظة	مثال
عند جمع أو طرح كميتين فيزيائيتين يجب أن تكونا من نفس النوع ولهما نفس صيغة الأبعاد ونفس وحدة القياس.	يمكن جمع كتلة $2\ kg$ مع كتلة $2\ kg$ لا يمكن طرح كتلة $2\ kg$ مع مسافة $2\ m$.
إذا كانت وحدة القياس مختلفة لكميتين من نفس النوع فيجب أن نحول وحدة قياس إحداهما إلى وحدة قياس الأخرى لكي يمكن جمع أو طرح الكميتين.	$1\ m + 170\ cm$ $= 100\ cm + 170\ cm$ $= 270\ cm$
لا يمكن جمع أو طرح صيغة الأبعاد.	$LT^{-1} + LT^{-1} = LT^{-1} \neq 2\ LT^{-1}$ $LT^{-1} - LT^{-1} = LT^{-1} \neq 0$
يمكن ضرب وقسمة الكميات الفيزيائية التي ليس لها نفس صيغة الأبعاد وفي هذه الحالة نحصل على كمية فيزيائية جديدة.	عند قسمة المسافة على الزمن تنتج السرعة. عند ضرب السرعة في الكتلة ينتج كمية التحرك.
الثوابت العددية ليس لها وحدة قياس أو صيغة أبعاد.	$^1/_3 - 5 - \pi$
الدول المثلثية ليس لها وحدة قياس أو صيغة أبعاد.	$sin - cos - tan$

أهمية صيغة الأبعاد

تستخدم في اختبار مدى صحة القوانين حيث يجب أن تكون صيغة أبعاد كل من طرفي المعادلة متماثلة وهو ما يُسمى (تحقيق تجانس الأبعاد للمعادلة).

إذا كانت صيغة أبعاد الطرف الأيمن = صيغة أبعاد الطرف الأيسر

فإن: المعادلة قد تكون صحيحة (العلاقة ممكنة).

أي أن: وجود نفس صيغة الأبعاد على طرفي المعادلة لا يضمن صحتها (لا يكفي لإثبات صحتها).

السبب: قد يحتوي القانون على ثابت عددي قيمته خاطئة تخل بصحة القانون.

مثال: $KE = 3\,mv^2$ الطرفان لهما نفس صيغة الأبعاد ولكن الثابت 3 غير صحيح والصحيح $KE = \frac{1}{2}\,mv^2$

إذا كانت صيغة أبعاد الطرف الأيمن ≠ صيغة أبعاد الطرف الأيسر

فإن: المعادلة تكون غير صحيحة.

أي أن: اختلاف صيغة الأبعاد على طرفي المعادلة يؤكد خطأها (يكفي لإثبات خطأها).

- يكفي استخدام صيغة الأبعاد لإثبات خطأ القوانين ولا يكفي لإثبات صحتها لأن عدم تطابق صيغة الأبعاد بين طرفي المعادلة يعني أن المعادلة غير ممكنة فيزيائية ويكون القانون خاطئ، ولكن تطابقهما لا يعني بالضرورة صحة القوانين فقد يحتوي القانون على ثابت عددي قيمته خاطئة تخل بصحة القانون.
- لا يمكن إضافة سرعة إلى قوة لأنه لا يمكن إضافة كمية فيزيائية إلى أخرى إلا إذا كان لها نفس صيغة الأبعاد والسرعة صيغة أبعادها LT^{-1} والقوة صيغة أبعادها MLT^{-2}.

أمثلة محلولة:

① اختبر مدى صحة العلاقة: طاقة الحركة = $\frac{1}{2}$ الكتلة × مربع السرعة، إذا علمت أن صيغة أبعاد الطاقة هي:

الحل: صيغة أبعاد الطرف الأيمن: ML^2T^{-2}

صيغة أبعاد الطرف الأيسر هي: $M\frac{L^2}{T^2} = ML^2T^{-2}$

النتيجة: صيغة أبعاد طرفي المعادلة متطابقة.

الاستنتاج: العلاقة ممكنة.

② اقترح أحد الأشخاص أن حجم الأسطوانة يتعيّن من العلاقة $V = \pi rh$ حيث (r) هي نصف القطر، (h) ارتفاع الأسطوانة، استخدم صيغة الأبعاد لكي تتحقق من صحة هذه المعادلة.

الحل: صيغة أبعاد الطرف الأيسر (الحجم) = L^3

صيغة أبعاد الطرف الأيمن (طول × طول) = L^2

النتيجة: صيغة أبعاد طرفي المعادلة غير متطابقة.

الاستنتاج: العلاقة خطأ.

③ تخضع حركة تحت تأثير الجاذبية الأرضية للعلاقة: $V_f = V_i + gt$ اختبر مدى صحة هذه العلاقة باستخدام صيغة الأبعاد علمًا بأن g هي عجلة الجاذبية الأرضية، t الزمن، V_f السرعة النهائية، V_i السرعة الابتدائية

الحل: صيغة أبعاد الطرف الأيسر (السرعة) = LT^{-1}

صيغة أبعاد الطرف الأيمن (سرعة + عجلة × زمن) = $LT^{-1} = LT^{-1} + (LT^{-2}.T)$

النتيجة: أبعاد طرفي المعادلة متطابقة.

الاستنتاج: العلاقة ممكنة.

أ/عبدالرحمن عصام

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. صيغة أبعاد العجلة .....
$(LT\ LT^{-1}$ - LT^{-2} - $L^2T^{-1})$

2. إذا كانت صيغة أبعاد كمية فيزيائية هي MLT^{-2} فإن وحدة قياسها .....
$(Kg.m^2.s^{-2}$ - $Kg.m^{-1}.s^{-2}$ - $Kg.m^{-1}.s^{-1}$ - $Kg.m.s^{-2})$

3. إذا كانت وحدة قياس أحد الكميات الفيزيائية هي $Kg/m.s^2$ فإن صيغة أبعادها .....
$(MLT^2$ - $ML^{-1}T^2$ - MLT - $ML^{-1}T^{-2})$

4. وحدة قياس الكثافة هي .....
$(Kg.m^{-3}$ - $Kg.m^{-2}$ - $kg.m^{-1})$

5. إذا كانت وحدة قياس الضغط هي كجم/ م.ث^2 فإن صيغة أبعاده .....
$(MLT^{-2}$ - $ML^{-1}T^{-2}$ - $ML^{-1}T^{-1})$

6. إذا كانت صيغة أبعاد أحد الكميات الفيزيائية هي $M^0L^0T^{-1}$ فإن وحدة قياس هذه الكمية .....
$(Kg.m$ - $Kg.m.s$ - s^{-1} - $Kg.m/s)$

7. صيغة أبعاد الكتلة في النظام الدولي .....
$(M^0LT^0$ - MLT^{-2} - MLT - $ML^0T^0)$

8. إذا كانت $x = yz$ وصيغة أبعاد x هي MLT^{-2} وصيغة أبعاد y هي M^0LT^{-2} فإن صيغة أبعاد z هي ...
$(\mathrm{M}^{-1}LT$ - M^0LT - MLT - $ML^0T^0)$

9. نحصل على كمية فيزيائية جديدة عند .....
- جمع كميات فيزيائية لها نفس صيغة الأبعاد.
- طرح كميات فيزيائية لها نفس صيغة الأبعاد.
- ضرب كميات فيزيائية ليس لها نفس صيغة الأبعاد.
- لا توجد إجابة صحيحة.

10. تستخدم صيغة الأبعاد في .....
- استنتاج وحدة قياس الكميات المشتقة.
- اختبار صحة القوانين.
- استنتاج وحدة قياس الثوابت الفيزيائية.
- جميع ما سبق

11. وحدة قياس القوة في النظام الدولي (SI) هي النيوتن وتكافئ .....
$(Kg.m^2.s^{-2}$ - $Kg.m^2.s^{-1}$ - $Kg.m.s^{-2}$ - $Kg.m.s)$

12. إذا كان $x = 10g$ ، $y = 10\ kg$ فإن قيمة $x + y$ هي .....
(أ) $20\ kg$ (ب) $100.1\ g$ (جـ) $100.01\ kg$ (د) $10.01\ g$

13. إذا كانت صيغة أبعاد كمية فيزيائية هي $M^xL^xT^{-2x}$ حيث x رقم صحيح فإن هذه الكمية من الممكن أن تكون .....
(أ) القوة. (ب) العجلة. (جـ) الشغل. (د) السرعة.

14. إذا كانت صيغة أبعاد A هي ML^2T^{-2} وصيغة أبعاد B هي ML^2T^{-2} فإن $(A + 2B)$ .....
(أ) لها صيغة أبعاد ML^2T^{-2} (ب) لها صيغة أبعاد $M^2L^4T^{-2}$
(جـ) لها صيغة أبعاد $M^3L^6T^{-6}$ (د) ليس لها معنى.

15. إذا كانت الكميات الفيزيائية، لها أبعاد مختلفة، أي العمليات الحسابية التالية ذات معنى فيزيائي؟
(أ) $A + B$ (ب) $B - A$ (جـ) $A \div B - A$ (د) AB

16. مستعينًا بالعلاقات الرياضية التالية التي تعبر عن كميتين فيزيائيتين:
الكمية $(A) = {}^1/_2$ × كتلة الجسم × مربع سرعته $(E_k = {}^1/_2\ mv^2)$
الكيمة (B) = القوة × الإزاحة $(W = F)$
فإن صيغة الأبعاد (ML^2T^{-2}) .....
(أ) تعبر عن الكمية (A) فقط. (ب) تعبر عن الكمية (B) فقط.
(جـ) تعبر عن كل من الكميتين $(A), (B)$ (د) لا تعبر عن أي من الكميتين.

17. إذا علمت أن (القدرة تساوي الشغل ÷ الزمن) فإن وحدة قياس القدرة في النظام الدولي .....
(أ) $Kg.m^2.s^{-2}$ (ب) $Kg.m^3.s^{-2}$ (جـ) $Kg.m^2.s^{-3}$ (د) $Kg.m^{-2}.s^{-3}$

18. معادلة أبعاد القوة ووحدة قياسها على الترتيب .....
(أ) $Kg.ms^2 - MLT^1$ (ب) $Kg.m/s^2 - MLT^2$
(جـ) $Kg.m/s^2 - ML^2T$ (د) $Kg.m/s^2 - ML^{-2}T^2$

19. إذا فرض أن العلاقة $(d = Nt^2)$ حيث d هي المسافة، t هو الزمن فإن صيغة أبعاد N هي .....
(أ) LT^{-2} (ب) LT^2 (جـ) LT^{-3} (د) LT^{-1}

20. إذا كانت صيغة أبعاد كمية فيزيائية هي $M^xL^xT^{x-3}$ حيث x رقم صحيح فإن هذه الكمية من الممكن أن تكون .....
(أ) القوة. (ب) العجلة. (جـ) الشغل. (د) السرعة.

21. أيّ الكميات الآتية لها نفس صيغة الأبعاد؟
(أ) $F \div t, mv$ (ب) $Ft, m \div v$ (جـ) Ft, mv (د) Fv, mt

22. إذا كانت $X = Y.Z.D$ وكانت أبعاد $(X)\ ML^{-1}T^{-2}$ وأبعاد $(Y)\ ML^{-3}T^0$ وأبعاد M^0LT^{-2} فتكون وحدة قياس الكمية الفيزيائية (D) هي .....
(أ) m/s (ب) m (جـ) N (د) J

23. إذا كان الصيغة العامة لصيغة الأبعاد هي $M^XL^YT^Z$ وهي تمثل أبعاد القوة
فإن $[(Y+Z)^2 + X]$ = ...
(أ) 3 (ب) 4 (جـ) 1 (د) 2

24. إذا كانت صيغة أبعاد X هي L^2T^{-2} وصيغة أبعاد Y هي ML^{-1}، فأي صف في الجدول التالي يعبّر عن صيغة الأبعاد لكل كمية فيزيائية موضحة؟

	XY	$Y \div X$	$X + Y$
(أ)	$ML^{-1}T^{-2}$	MLT	MLT^{-2}
(ب)	MLT^{-2}	$ML^{-3}T^2$	MLT
(جـ)	MLT	MLT^{-1}	غير ممكنة
(د)	MLT^{-2}	$ML^{-3}T^2$	غير ممكنة

25. كمية فيزيائية مقدارها $10\ N$ يمكن جمعها مع كمية فيزيائية أخرى مقدارها .....
(أ) $15\ kg.m^2.s^2$ (ب) $20\ kg.m^2.s^{-2}$ (جـ) $30\ kg.m.s^{-2}$ (د) $30\ kg.m.s^2$

.26 إذا علمت أن الكثافة = الكتلة ÷ الحجم)، معادلة أبعاد الكثافة هي .....

(أ) $ML^{-3}T^{0}$ (ب) $ML^{-3}T$ (جـ) $ML^{3}T^{0}$ (د) $M^{0}L^{-2}T^{0}$

.27 إذا كان الضغط يعطى بالعلاقة: $P=\frac{F}{A}$ حيث F القوة وA المساحة، فإن وحدة قياس الضغط في النظام الدولي .....

(أ) $kg.m^{-1}.s^{-2}$ (ب) $kg.m^{2}.s^{-2}$ (جـ) $kg.m^{-1}.s^{-1}$ (د) $kg.m^{2}.s$

.28 إذا علمت أن مساحة المستطيل = الطول × العرض)، لإثبات صحة العلاقة السابقة فإن معادلة أبعاد الطرفين .....

(أ) $M^{0}L^{2}T^{0}$ (ب) $M^{0}L^{0}T^{2}$ (جـ) $M^{0}L^{-1}T^{0}$ (د) $M^{0}L^{-2}T$

.29 كمية فيزيائية هي حاصل ضرب القوة × الزمن فتكون وحدة قياسها .....

(أ) $kg.m.s^{-2}$ (ب) $kg.m.s^{-1}$ (جـ) $kg.m^{-1}.s^{-2}$ (د) $kg.m^{-1}.s^{-1}$

.30 إذا علمت أن الإزاحة = السرعة × الزمن، معادلة الأبعاد التي تثبت صحة العلاقة السابقة هي ....

(أ) $M^{0}LT^{0}$ (ب) $ML^{0}T$ (جـ) $M^{0}L^{-1}T^{0}$ (د) $M^{0}LT^{-1}$

.31 إذا علمت أن معادلة الأبعاد للكمية الفيزيائية (x) هي LT^{-1}، اختر علاقتين رياضيتين يمكن بها حساب الكمية الفيزيائية (x) علمًا بأن [المسافة (d)، العجلة (a) والقوة (F)، الزمن (t)، الكتلة (m)]

(أ) $\sqrt{\frac{Fd}{m}}$ (ب) $\frac{F}{m}$

(جـ) $\frac{1}{2}at^{2}$ (د) $a.t$ (هـ) $a.d$

.32 إذا كانت صيغة أبعاد الضغط $ML^{-1}T^{-2}$ فإن وحدة قياسه في النظام الدولي .....

(أ) $kg.m^{2}s^{-2}$ (ب) $kg.m^{-1}s^{-2}$ (جـ) kg/ms (د) kgm/s

.33 حتى تكون المعادلة $v=\sqrt{\frac{2E}{m}}$ صحيحة لابد أن تكون صيغة ابعاد E = ...، حيث m هي الكتلة، v هي السرعة.

(أ) MLT^{-1} (ب) $M^{0}L^{2}T^{-2}$ (جـ) $ML^{2}T^{2}$ (د) $M^{0}LT^{-1}$

أينشتاين في الفيزياء
أ/ عبدالرحمن عصام

4 أنواع القياس والخطا

يوجد نوعان من القياس هما:

	1- القياس المباشر	2- القياس غير المباشر
عدد عمليات القياس	يتم في إجراء عملية قياس واحدة.	يتم فيه إجراء أكثر من عملية قياس.
عدد أدوات القياس	يتم فيه استخدام أداة قياس واحدة.	يتم فيه استخدام أكثر من أداة قياس.
العمليات الحسابية	لا يتم فيه التعويض في علاقة رياضية.	يتم فيه التعويض في علاقة رياضية.
الأخطاء في القياس	يكون هناك خطأ واحد في عملية القياس.	يكون هناك عدة أخطاء في عملية القياس أي يحدث (تراكم الخطأ).
أمثلة	قياس حجم سائل باستخدام المخبار المدرج.	قياس حجم متوازي المستطيلات بقياس الطول والعرض والارتفاع وإيجاد حاصل ضربهم.
	قياس كثافة سائل باستخدام جهاز الهيدروميتر.	قياس كثافة سائل بتعيين كتلتها بالميزان وتعيين حجمها بالمخبار المدرج ثم حساب الكثافة بقسمة الكتلة على الحجم.
قياس الكثافة بواسطة الهيدرومتر أدق من قياسها بواسطة الميزان والمخبار المدرج لأن استخدام الهيدرومتر لقياس كثافة سائل يعتبر قياس مباشر أما استخدام الميزان والمخبار المدرج قياس غير مباشر والقياس المباشر أدق من القياس غير المباشر.		دقة القياس المباشر أكثر من دقة القياس غير المباشر لأن الخطأ في القياس غير المباشر يكون مركب من عدة أخطاء لذا يحدث ما يعرف بتراكم الخطأ، أما في القياس المباشر فهناك خطأ واحد في عملية القياس.

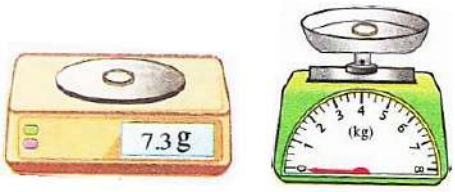
خطأ القياس

- عند قياس طول غرفة نجد اختلافًا بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية ويكون هذا الاختلاف طفيفًا أو كبيرًا حسب دقة القياس.
- اهتم الإنسان عبر تاريخه بتحسين وتطوير أجهزته نظرًا للارتباط الواضح بين دقة عملية القياس والتقدم العلمي والتكنولوجي.
- لا يمكن أن تتم عملية قياس بدقة 100% لاختبار أداة قياس غير مناسبة أو وجود عيب في أداة القياس أو لإجراء القياس بطريقة خطأ أو لعوامل بيئية مثل درجات الحرارة أو الرطوبة أو التيارات الهوائية.
- لتقليل نسبة الخطأ في القياس يُفضل تكرار القياس عدة مرّات وحساب المتوسط.

أ/ عبدالرحمن عصام
أينشتاين في الفيزياء

مصادر الخطأ في القياس

(1) اختيار أداة قياس غير مناسبة



- يعتبر من الأخطاء الشائعة.
- **مثال:** اســتخدام الميزان المعتاد بدلاً من الميزان الحســاس لقياس كتلة خاتم ذهبي يؤدي إلى زيادة نسبة الخطأ في القياس.

لا يصلح الميزان المعتاد لقياس كتلة صغيرة مثل خاتم ذهبي لأن الميزان المعتاد أداة قياس غير مناسبة لقياس الكتل الصغيرة مما يؤدي إلى وجود نسبة خطأ كبيرة في القياس.

(2) وجود عيب فى أداة القياس

- قد يوجد عيب أو أكثر في أداة القياس.
- **مثال:** العيوب التي قد تحدث في جهاز الأميتر:

(1) قد يكون الجهاز قديمًا والمغناطيس داخله ضعيفًا.

(2) خروج مؤشر المقياس عن صفر التدريج عند قطع التيار.

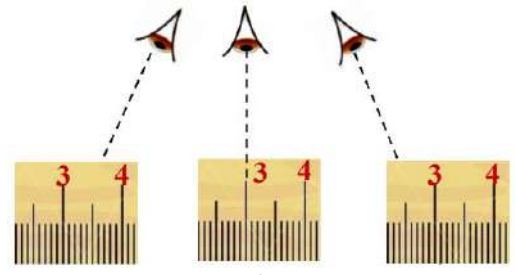
الاحتياطات الواجب مراعاتها عند اســتخدام جهاز الأميتر لقياس شــدة التيار هي التأكد من عدم ضــعف المغناطيس الذي بداخل الأميتر ووجود المؤشر في البداية عند صفر التدريج.

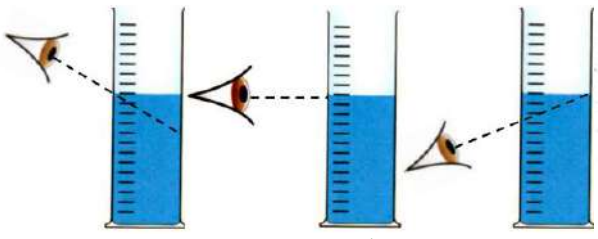
(3) إجراء القياس بطريقة الخطأ

- قد تنتج أخطاء من الأشخاص المستجدين وغير المُدرَبين على إجراء القياس بدقة.
- **أمثلة:**

(1) استخدام الأجهزة متعددة التدريج مثل الملتيمتر.

(2) النظر إلى المؤشر أو التدريج بزاوية بدلاً من أن يكون خط الرؤية عموديًا على الأداة.





الاحتياطات الواجب مراعاتها عند اســتخدام المســطرة المترية في قياس طول جســم ما أن تكون المســطرة ســليمة وأرقامها واضــحة وأن يكون خط الرؤية عموديًا على التدريج وأن يكون الطول المقاس مناسب لتدريج المسطرة.	الاحتياطات الواجب مراعاتها عند اســتخدام المخبار المدرج لقياس حجم ســائل أن يكون خط الرؤية عموديًا على التدريج وأن تكون كمية السائل بسيطة.

(4) عوامل بيئية

- **مثل:** درجات الحرارة والرطوبة والتيارات الهوائية.
- عند قياس كتلة جسم صغير باستخدام ميزان حساس تؤدي التيارات الهوائية إلى حدوث خطأ في عملية القياس ولتجنّب هذا الخطأ يوضع الميزان الحساس داخل صندوق زجاجي.

حساب الخطأ في القياس

يتم حساب الخطأ في القياس بتعيين الخطأ المطلق والخطأ النسبي.

الخطأ المطلق (Δx)	الخطأ النسبي (r)
هو الفرق بين القيمة الحقيقية (x_0) والقيمة المقاسة (x).	هو النسبة بين الخطأ المطلق (Δx) إلى القيمة الحقيقية (x_0).
$\Delta x = \lvert x_0 - x \rvert$	$r = \frac{\Delta x}{x_0}$
له وحدة قياس (نفس وحدة قياس الكمية المقاسة)	ليس له وحدة قياس
أقل دقة.	أكثر دقة.

لاحظ:

١. لاحظ علامة المقياس | | على أن الناتج يكون دائمًا موجب حتى لو كانت الكمية الحقيقية أقل من الكمية المقاسة لأن المهم هو معرفة مقدار الخطأ سواء كان بالزيادة أو النقصان، فمثلاً:

$|8| = 8, |-8| = 8$

٢. الخطأ النسبي أكثر دلالة على دقة القياس من الخطأ المطلق (يكون القياس أكثر دقة كلما كان الخطأ النسبي صغيرًا).

٣. الخطأ النسبي ليس له وحدة قياس لأنه نسبة بين كميتين لهما نفس وحدة القياس.

٤. يفضّل عند إجراء عملية القياس تكرار القياس عدّة مرّات وحساب المتوسط لتقليل نسبة الخطأ في القياس.

٥. يعبّر عن نتيجة عملية القياس بالصيغة $(x_0 \pm \Delta x)$.

٦. في القياس المباشر يتم حساب الخطأ المطلق والخطأ النسبي مباشرةً من العلاقات:

$\Delta x = |x_0 - x|$

$r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{|x_0 - x|}{x_0}$

أ/ عبدالرحمن حسن عصام
أنيشتاين في الفيزياء

مثال محلول:

قام أحد الطلاب بقياس طول قلم رصاص عمليًا ووجد أنه يساوي $(9.9\ cm)$ وكانت القيمة الحقيقية لطول القلم تساوي $(10\ cm)$ بينما قام زميله بقياس طول الفصل ووجد أنه يساوي $(9.13\ m)$ في حين أن القيمة الحقيقية لطول الفصل تساوي $(9.11\ m)$ احسب الخطأ المطلق والنسبي في كل حالة.

الحل:

في حالة الطالب الأول:

الخطأ المطلق $\Delta x = |x_0 - x| = |10 - 9.9| = 0.1\ cm$

الخطأ النسبي $r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.1}{10} = 0.01 = 1\%$

في حالة الطالب الثاني:

الخطأ المطلق $\Delta x = |x_0 - x| = |9.11 - 9.13| = |-0.02| m = 2\ cm$

الخطأ النسبي $r = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.02}{9.11} = 0.0022 = 0.22\%$

ويمكن التعبير عن نتيجة عملية القياس كالتالي:

① **طول القلم الرصاص يساوي** $(10 \pm 0.1)\ cm$.

② **طول الفصل يساوي** $(9.11 \pm 0.02)\ m$.

ويمكن ملاحظة أن:

① **الخطأ المطلق في قياس الفصل أكبر من الخطأ المطلق في قياس طول القلم.**

② **الخطأ النسبي في قياس الفصل أقل من الخطأ النسبي في قياس طول القلم.**

ويدل هذا على أن: قياس طول الفصل أكثر دقة من قياس طول القلم.

حساب الخطأ في حالة القياس غير المباشر

تختلف طريقة حساب الخطأ في حالة القياس غير المباشر تبعًا للعلاقة الرياضية المستخدمة أثناء عملية الحساب كما يتضح من الجدول التالي:

العلاقة الرياضية	أمثلة	كيفية حساب الخطأ
الجمع	قياس حجم كميتين من سائل $V = V_1 + V_2$	الخطأ المطلق = الخطأ المطلق للقياس الأول + الخطأ المطلق للقياس الثاني $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$ الخطأ النسبي = الخطأ المطلق ÷ القيمة الحقيقية $r = \frac{\Delta_x}{x_0}$
الطرح	قياس حجم قطعة نقود بطرح حجم الماء قبل وضعها في مخبار مدرج من حجم الماء بعد وضعها في المخبار. $V = V_2 - V_1$	
الضرب	قياس مساحة مستطيل بقياس الطول وقياس العرض وإيجاد حاصل ضربهما.	الخطأ النسبي = الخطأ النسبي للقياس الأول + الخطأ النسبي للقياس الثاني $r = r_1 + r_2$ الخطأ المطلق = الخطأ النسبي × القيمة الحقيقية $\Delta x = r x_0$
القسمة	قياس كثافة سائل بقياس الكتلة والحجم ثم إيجاد ناتج قسمة الكتلة على الحجم.	

حساب الخطأ النسبي في حالة:

(1) الضرب

$xy^2 = xyy$

$r = \frac{\Delta x}{x_0} + \frac{\Delta y}{y_0} + \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{\Delta x}{x_0} + 2\frac{\Delta y}{y_0}$

(2) الجذور

$\sqrt{x} = \frac{1}{2}\frac{\Delta x}{x_0}$

$\sqrt[3]{x} = \frac{1}{3}\frac{\Delta x}{x_0}$

(3) الأس

$x^2 = 2\frac{\Delta x}{x_0}$

$x^3 = 3\frac{\Delta x}{x_0}$

أمثلة محلولة:

① في تجربة معملية لتعيين كمية فيزيائية (L) التي تتعيّن من جمع كميتين فيزيائيتين L_1, L_2 إذا كانت: $L_1 = (5.2 \pm 0.1)\ cm$ ،$L_2 = (5.8 \pm 0.2)$ احسب قيم L؟

الحل: القيمة الحقيقية لـ (L): $L_0 = (5.2 + 5.8) = 11\ cm$

الخطأ المطلق: $\Delta L = (0.1 + 0.2) = 0.3\ cm$

$L = L_0 \pm \Delta L = (11 \pm 0.3)\ cm$

② احسب الخطأ النسبي والخطأ المطلق في قياس مساحة مستطيل (A) طوله $(6 \pm 0.1)\ m$ وعرضه $(5 \pm 0.2)\ m$.

الحل:

الخطأ النسبي في قياس الطول $r_1 = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{0.1}{6} = 0.017$

الخطأ النسبي في قياس العرض $r_2 = \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{0.2}{5} = 0.04$

الخطأ النسبي في قياس المساحة $r = r_1 + r_2 = 0.017 + 0.04 = 0.057$

وبما أن: $r = \frac{\Delta A}{A_0}$

إذًا: الخطأ المطلق = الخطأ النسبي × المساحة الحقيقية:

$\Delta A = r \times A_0 = (0.057) \times (5 \times 6) = 1.71\ m^2$

أينشتاين في الفيزياء
أ/عبدالرحمن عصام

③ احسب الخطأ النسبي والخطأ المطلق في قياس حجم متوازي المستطيلات إذا كانت نتائج قياس أبعاده على النحو التالي:

البعد	الكمية المقاسة (cm)	الكمية الحقيقية (cm)
الطول (x)	4.3	4.4
العرض (y)	3.3	3.5
الارتفاع (z)	2.8	3

الحل:

أولاً: حساب الخطأ النسبي:

الخطأ النسبي في قياس الطول $r_1 = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{|x_0 - x|}{x_0} = \frac{|4.4-4.3|}{4.4} = 0.023$

الخطأ النسبي في قياس العرض $r_2 = \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{|y_0 - y|}{y_0} = \frac{|3.5-3.3|}{3.5} = 0.057$

الخطأ النسبي في قياس الارتفاع $r_3 = \frac{\Delta z}{z_0} = \frac{|z_0 - z|}{z_0} = \frac{|3-2.8|}{3} = 0.067$

الخطأ النسبي في قياس الحجم $r = r_1 + r_2 + r_3 = 0.023 + 0.057 + 0.076 = 0.147$

ثانيًا: حساب الخطأ المطلق:

الحجم الحقيقي لمتوازي المستطيلات $V_0 = x_0 y_0 z_0 = 4.4 \times 3.5 \times 3 = 46.2\ cm^3$

وبما أن: $r = \frac{\Delta V}{V_0}$

$$\Delta V = r V_0 = 0.147 \times 46.2 = 6.79\ cm^3$$

④ **إذا كان** $x = (5 \pm 0.1)\ cm, y = (10 \pm 0.2)\ cm$ **احسب كل من:**

(أ) xy

(ب) xy^2

الحل:

(أ)

$$r = \frac{\Delta x}{x_0} + \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{0.1}{5} + \frac{0.2}{10} = 0.02 + 0.02 = 0.04$$

$$\Delta(xy) = r x_0 y_0 = 0.04 \times 5 \times 10 = 2\ cm^2$$

$$xy = (50 \pm 2)\ cm^2$$

(ب)

$$r = \frac{\Delta x}{x_0} + \frac{\Delta y}{y_0} + \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{\Delta x}{x_0} + 2\frac{\Delta y}{y_0} = 0.02 + (2 \times 0.02) = 0.06$$

$$\Delta(xy^2) = r x_0 y_0^2 = 0.06 \times 5 \times (10)^2 = 30\ cm^2$$

$$xy^2 = (500 \pm 30)\ cm^2$$

عند الجمع أو الطرح:

- لابد من جمع الخطأ المطلق.
- القيمة الحقيقية تجمع أو تطرح حسب المسألة.

مثال:

إذا كان طول أحد الطلاب $(1.8 \pm 0.05)\ m$ **وطول طالب آخر** $(1.95 \pm 0.05)\ m$ **فإن الطالب الثاني أطول من الطالب الأول بمقدار** $(0.15 \pm 0.1)\ m$

أ/ عبدالرحمن عصام

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. أفضل الطرق للتعبير عن مدى دقة القياس هي .....
   - (أ) الخطأ المطلق.
   - (ب) الخطأ النسبي.
   - (ج) حاصل ضرب الخطأ النسبي في المطلق.
   - (د) جميع ما سبق.

2. يكون القياس أكثر دقة كلما كان .....
   - (أ) الخطأ النسبي كبير.
   - (ب) الخطأ المطلق صغير والنسبي كبير.
   - (ج) الخطأ النسبي صغير.
   - (د) جميع ما سبق.

3. الخطأ النسبي في قياس مساحة حجرة هو 0.06 والمساحة الحقيقية $30\ m^2$ فيكون الخطأ المطلق في قياس المساحة m^2 .....
   - (أ) 1.8
   - (ب) 0.002
   - (ج) 0.06
   - (د) 1.2

4. وحدة قياس الخطأ النسبي .....
   - (أ) m
   - (ب) m^2
   - (ج) kg
   - (د) ليس له وحدة قياس

5. القيمة الحقيقية ..... القيمة المقاسة.
   - (أ) أكبر من
   - (ب) أقل من
   - (ج) تساوي
   - (د) أكبر من أو أقل من

6. وحدة قياس الخطأ المطلق .....
   - (أ) m
   - (ب) m^2
   - (ج) kg
   - (د) تختلف حسب الكمية الفيزيائية المستخدمة

7. من أمثلة القياس غير المباشر .....
   - (أ) قياس مساحة مستطيل بالمسطرة.
   - (ب) قياس طول ورقة بالمسطرة.
   - (ج) قياس كثافة سائل بالهيدرومتر.
   - (د) قياس شدة التيار بالأميتر.

8. تم حساب القوة المحصلة المؤثرة على جسم بنسبة خطأ $\pm 4\%$، فإذا كانت نسبة الخطأ في قياس كتلة الجسم $\pm 2\%$، فإن نسبة الخطأ في حساب عجلة تحركه ..... (علمًا بأن: العجلة = القوة ÷ الكتلة)
   - (أ) $\pm 8\%$
   - (ب) $\pm 6\%$
   - (ج) $\pm 4\%$
   - (د) $\pm 2\%$

9. قياس حجم سائل باستخدام مخبار مدرج قياس .....
   - (أ) مباشر.
   - (ب) غير مباشر.
   - (ج) مباشر وغير مباشر.
   - (د) دقيق بنسبة 100%

أ/ عبدالرحمن عصام

10. إذا كانت $x = (1 \pm 0.01)\ kg, y = (50 \pm 1)g$ فإن $(x + y)$ تساوي .....

أ) $(1050 \pm 1.01)\ g$ ب) $(1.05 \pm 0.01)\ kg$
جـ) $(50.1 \pm 1.01)\ g$ د) $(1.05 \pm 0.011)\ kg$

11. عند قياس كتلة شخص كان الخطأ المطلق 0.9 كجم والخطأ النسبي 1.5% فتكون القيمة الحقيقية لكتلة الشخص .....

أ) 55 ب) 60 جـ) 65 د) 70

12. عند حساب كثافة مادة كانت نسبة الخطأ في قياس كتلته 3% ونسبة الخطأ في قياس طول ضلعه 1.5%، احسب نسبة الخطأ في حساب كثافته .....

أ) 5.7% ب) 7.5% جـ) 0.5% د) 0.75%

13. إذا كانت كتلة جسم $(10 \pm 1)\ kg$ وسرعته $(4 \pm 0.04)\ m/s$، فإن كمية تحركه P = ...

(علمًا بأن: كمية التحرك = الكتلة × السرعة)

أ) $(40 \pm 1.4)\ kg.m/s$ ب) $(40 \pm 1.04)\ kg.m/s$
جـ) $(40 \pm 4.4)\ kg.m/s$ د) $(40 \pm 0.4)\ kg.m/s$

14. إذا كان ارتفاع مبنى المدرسة $(15 \pm 0.2)\ m$ وارتفاع مئذنة المسجد المجاور لها $(19 \pm 0.2)\ m$ فإن ارتفاع المدرسة أقل منها بمقدار .....

أ) $(4 \pm 0.4)\ m$ ب) $(4 \pm 0.2)\ m$
جـ) $(4 \pm 0.6)\ m$ د) $(4 \pm 0.6)\ m$

15. في عملية قياس حجم سائل باستخدام مخبار مدرج كان الخطأ المطلق $0.6\ cm^3$ والخطأ النسبي 1.2% فإن القيمة الحقيقية لحجم السائل هي .....

أ) $18\ cm^3$ ب) $50\ cm^3$ جـ) $60\ cm^3$ د) $120\ cm^3$

16. قامت مجموعة من الطلاب بقياس سرعة حركة جسم، أيٍّ من هذه القياسات أكثر دقة؟

أ) $(350 \pm 20)\ m/s$ ب) $(340 \pm 15)\ m/s$
جـ) $(335 \pm 10)\ m/s$ د) $(320 \pm 10)\ m/s$

17. عند حساب سرعة الجسم من العلاقة: (السرعة = الإزاحة ÷ الزمن) وكان الخطأ النسبي لكل من الإزاحة والزمن هو 0.2 و0.1 على الترتيب، وكان الخطأ المطلق في قياس السرعة هو $1.5\ m/s$، فإن قيمة السرعة الحقيقية ..... m/s

أ) 0.45 ب) 0.2 جـ) 15 د) 5

18. إذا تم قياس سرعة سيارة بواسطة عداد السرعة فوجد أنها $(100 \pm 1)\ m/s$ فإن نوع القياس ونسبة الخطأ في القياس على الترتيب .....

أ) مباشر – 0.1% ب) غير مباشر – 0.1%
جـ) مباشر – 1% د) غير مباشر – 0.1%

19. إذا كانت $X^2 = (25 \pm 0.5)\ cm^2$ فإن ΔX تساوي ..... cm.

(أ) 0.25 (ب) 0.2 (جـ) 0.05 (د) 0.04

20. إذا كانت $X^3 = (216 \pm 6.48)\ cm^3$ فإن ΔX^2 تساوي ..... cm^2.

(أ) 0.6 (ب) 0.72 (جـ) 72 (د) 0.36

21. أجريت ثلاث عمليات قياس وكانت النتائج كالتالي:

(A) طول كتاب الفيزياء $(20 \pm 0.1)\ cm$

(B) طول المعمل $(10 \pm 0.2)\ m$

(C) طول فناء المدرسة $(100 \pm 0.3)\ m$ فيكون الخطأ النسبي .....

(أ) $B < A$ (ب) $A < C$ (جـ) $A < B$ (د) $B < C$

22. الكميات الآتية ليس لها صيغة أبعاد ما عدا .....

(أ) الخطأ المطلق. (ب) الخطأ النسبي. (جـ) $\cos\theta$ (د) π

23. أي مما يلي يمثل أدق عملية قياس؟

(أ) (20 ± 1) (ب) (100 ± 4) (جـ) (15 ± 0.5) (د) (200 ± 12)

24. إذا كان طول أحد الطلاب $(1.8 \pm 0.05)\ m$ وطول طالب آخر $(1.95 \pm 0.05)\ m$ فإن الطالب الثاني أطول من الطالب الأول بمقدار .....

(أ) $(3.75 \pm 0.05)\ m$ (ب) $(3.75 \pm 0.1)\ m$

(جـ) $(0.15 \pm 0.1)\ m$ (د) $(0.15 \pm 0.05)\ m$

25. جسم (X) كتلته $m_x = (1 \pm 0.01)\ kg$، جسم (Y) كتلته $m_Y = (50 \pm 1)\ g$ فإن حاصل طرح الكتلتين $(m_X - m_Y)$ تساوي .....

(أ) $(1.50 \pm 0.01)\ kg$ (ب) $(1050 \pm 1.01)\ g$

(جـ) $(0.95 \pm 0.011)\ kg$ (د) $(950 \pm 1.01)\ g$

26. مستطيل طوله ضعف عرضه فإذا كان الخطأ النسبي في قياس العرض هو (r) فإن الخطأ النسبي في قياس الطول هو .....

(أ) $0.5\,r$ (ب) $2r$ (جـ) r (د) r^2

27. مستطيل قيس طوله فوجد أنه $(6 \pm 0.01)\ cm$ وقيس عرضه فوجد أنه $(4 \pm 0.01)\ cm$ فتكون نسبة الخطأ في حساب محيط المستطيل هي .....

(أ) 0.2% (ب) 0.4% (جـ) 0.8% (د) 2%

28. أسطوانة نصف قطرها $(5 \pm 0.1)\ cm\ (r)$ وارتفاعها $(14 \pm 0.2)\ cm\ (h)$ فيكون حجمها .....

(علمًا بأن حجم الأسطوانة = $\pi r^2 h$ ، $\pi = 22 \div 7$)

(أ) $(1100 \pm 0.05)\ cm^3$ (ب) $(350 \pm 59.7)\ cm^3$

(ج) $(350 \pm 0.05)\ cm^3$ (د) $(1100 \pm 59.7)\ cm^3$

29. عند حساب كثافة مادة كانت نسبة الخطأ في قياس كتلته 3% ونسبة الخطأ في قياس طول ضلعه 1.5%

احسب نسبة الخطأ في حساب كثافته .....

(أ) 5.7% (ب) 7.5% (ج) 0.5% (د) 0.75%

30. قام طالب بحساب مساحة فصل طوله $(6 \pm 0.1)\ cm$، وعرضه $(6 \pm 0.3)\ cm$ يكون أي الخيارات التالية صحيحة (علمًا بأن كل صف يعتبر اختبارًا).

	نوع القياس	الخطأ المطلق للمساحة	الخطأ النسبي للمساحة
(أ)	غير مباشر	$2.3\ cm^2$	0.077
(ب)	مباشر	$3.2\ cm^2$	0.77
(ج)	غير مباشر	$0.4\ cm^2$	7.7
(د)	مباشر	$0.2\ cm^2$	0.077

31. قام حسن بقياس طول مبنى بواسطة متر شريطي فوجد أنه $(10 \pm 0.1)\ m$ فيكون .....

	نوع القياس	الخطأ المطلق	الخطأ النسبي
(أ)	مباشر	$10\ m$	0.01
(ب)	مباشر	$0.1\ m$	0.01
(ج)	غير مباشر	$10\ m$	0.001
(د)	غير مباشر	$0.1\ m$	10.1

32. قام حسن بقياس عدة كميات فيزيائية للغرفة التي يعيش بها فحصل على النتائج الموضحة في الجدول التالي، فأيٍّ منها أكثر دقة؟

	الكمية	مقدارها
(أ)	طول الغرفة	$(6 \pm 0.05)\ m$
(ب)	عرض الغرفة	$(4 \pm 0.05)\ m$
(ج)	ارتفاع سقف الغرفة	$(3.5 \pm 0.05)\ m$
(د)	درجة حرارة الغرفة	$(30 \pm 0.5)°C$

أ/ عبدالرحمن عصام

المقالي

1. نصف قطر كوكب زحل يساوي $5.85 \times 10^7\ m$ وكتلته $5.68 \times 10^{26}\ Kg$ احسب:

ا) كثافة مادة الكوكب بوحدة g/cm^3

(حجم الكوكب = $\frac{4}{3}\pi r^3$)

ب) مساحة سطح الكوكب بوحدة m^2

(مساحة السطح = $4\pi r^2$)

2. إذا كان $y = (10 \pm 0.2)\ cm, x = (5 \pm 0.1)\ cm$ احسب كل من:

ا) $x + y$ ب) $2x + y$

ج) xy د) xy^2

3. مكعب طول ضلعه $5\ cm$ أوجد الخطأ النسبي في تقدير حجمه إذا علمت أن الخطأ النسبي في تقدير الطول كان 0.01، وأوجد أيضًا قيمة الخطأ المطلق في هذه الحالة.

4. جسم كتلته $(4.5 \pm 0.1)\ kg$ يتحرك بسرعة $(20 \pm 1)\ m/s$، احسب الخطأ النسبي والخطأ المطلق في قياس كمية تحرك الجسم P

(كمية التحرك = الكتلة × السرعة)

5. قام أحد الطلاب بقياس طول قلم عمليًا ووجد أنه يساوي $9.9\ cm$ وكانت القيمة الحقيقية لطول القلم $10\ cm$ احسب قيمة الخطأ المطلق والنسبي وعبر عن نتيجة عملية القياس.

6. عند تعيين كثافة مادة كانت الكتلة المقاسة $(40 \pm 0.2)\ kg$ والحجم المقاس $(0.5 \pm 0.01)\ m^3$ أوجد الخطأ النسبي والخطأ المطلق لهذا القياس

(علمًا بأن: الكثافة = الكتلة ÷ الحجم)

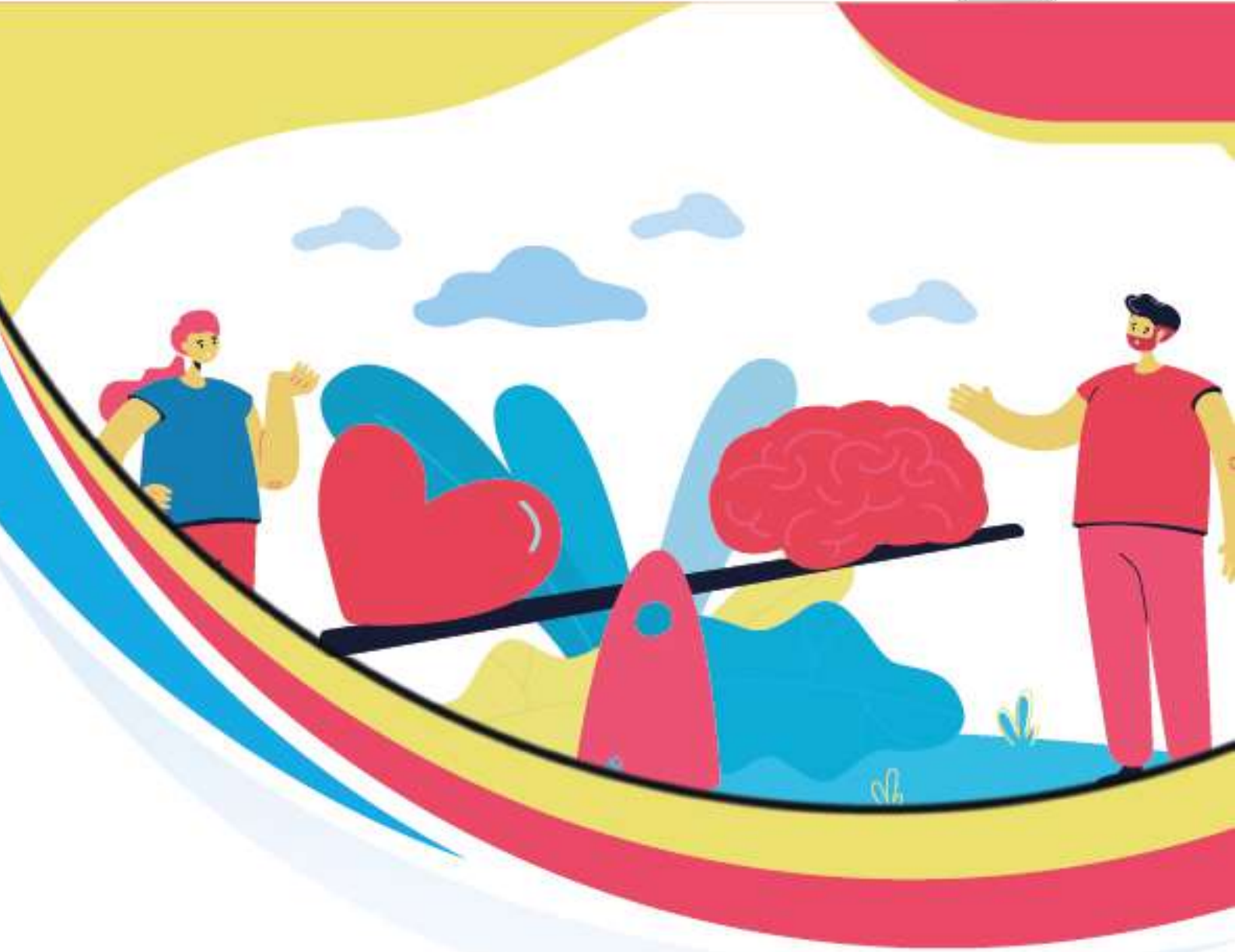
7. عند قياس السرعة المنتظم لجسم كانت المسافة $(40 \pm 2)\ m$، والزمن $(5 \pm 1)\ s$، احسب الخطأ المطلق في قياس السرعة.

8. تم قياس نصف قطر دائرة فوجد أنه يساوي $(10.5 \pm 0.2)\ m$، احسب مساحة الدائرة.

(علمًا بأن: مساحة الدائرة = πr^2)

9. عند حساب كثافة مكعب كانت نسبة الخطأ في قياس كتلته 2% ونسبة الخطأ في قياس طول ضلعه 0.5%، احسب نسبة الخطأ في قياس كثافته.

(علمًا بأن: الكثافة = الكتلة ÷ الحجم)



الكميات الفيزيائية

- الكميات القياسية
- الكميات المتجهة
- جبر المتجهات

1 الكميات القياسية والمتجهة

- إذا ذكرنا أن هناك:

(1) جسم درجة حرارته $(37°C)$	(2) سيارة تتحرك بسرعة $(50\ km/h)$
هذه معلومة كاملة لأننا ذكرنا المقدار ووحدة القياس.	هذه معلومة غير كاملة لأننا ذكرنا المقدار ووحدة القياس ولم نذكر اتجاه الحركة (شرقًا أم غربًا أم أي اتجاه).
درجة الحرارة كمية قياسية.	السرعة كمية متجهة.

- يمكن تصنيف الكميات الفيزيائية إلى:

(1) الكميات القياسية	(2) الكميات المتجهة
هي كميات فيزيائية تعرف تمامًا بمقدارها فقط وليس لها اتجاه.	هي كميات فيزيائية تعرف تمامًا بمقدارها واتجاهها.
مثل: المسافة/ الزمن/ الكتلة/ درجة الحرارة/ الطاقة.	مثل: الإزاحة/ السرعة/ العجلة/ القوة.

مسائل من الكتاب المدرسي

1. كل مما يأتي من الكميات القياسية ما عدا .....

(أ) الإزاحة. (ب) الكتلة. (جـ) الزمن.

2. كل مما يأتي كميات متجهة ما عدا .....

(أ) العجلة. (ب) الشغل. (جـ) الإزاحة.

3. أي مما يلي يعتبر مجموعة كميات فيزيائية قياسية .....

(أ) نصف القطر والمساحة. (ب) الزمن والقوة.
(جـ) العجلة والسرعة. (د) الكتلة والإزاحة.

4. أي من الجمل التالية يعبر عن كمية أساسية قياسية .....

(أ) وزن حامد 60 نيوتن. (ب) يتحرك محمد إزاحة 50 m شرقًا.
(جـ) طاقة وضع أحمد 200 جول. (د) كتلة محمود 58 كيلوجرام.

5. من أمثلة الكميات الأساسية المتجهة .....

(أ) القوة المؤثرة على جسم يتحرك شرقًا. (ب) العجلة المؤثرة على جسم يتحرك شمالاً.
(جـ) كتلة جسم ساكن. (د) إزاحة جسم متحرك.

6. أي من الجمل التالية يعبّر عن كمية مشتقة متجهة؟

(أ) درجة حرارة جسم 37°C (ب) كتلة جسم 5 kg
(جـ) السرعة التي يتحرك بها جسم 3 m/s غربًا. (د) إزاحة جسم متحرك 50 m جنوبًا.

7. العجلة هي .....

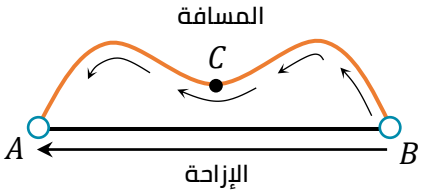
(أ) كمية فيزيائية متجهة وحداتها m/s^2 (ب) كمية فيزيائية متجهة وحداتها m/s
(جـ) كمية فيزيائية قياسية وحداتها m/s^2 (د) كمية فيزيائية قياسية وحداتها m/s

8. استخدم طالب المتر في قياس طول الفصل وعرضه ثم قام بحساب المساحة فإن المساحة تكون ...

(أ) كمية مشتقة متجهة والقياس غير مباشر.
(ب) كمية مشتقة قياسية والقياس غير مباشر.
(جـ) كمية أساسية متجهة والقياس مباشر.
(د) كمية أساسية قياسية والقياس غير مباشر.

المسافة والإزاحة

في الشكل المقابل:



- طول المسار المنحنى من النقطة A إلى النقطة B مرورًا بالنقطة C يُسمى المسافة.
- طول المسار المستقيم من النقطة A إلى النقطة B يُسمى إزاحة.
- يمكن المقارنة بين المسافة والإزاحة كما يلي:

المسافة	الإزاحة
هي طول المسار المقطوع أثناء الحركة من موضع إلى آخر.	هي المسافة المستقيمة في اتجاه معين من نقطة البداية إلى نقطة النهاية.
كمية قياسية يلزم معرفة مقدارها فقط وليس لها اتجاه.	كمية متجهة يلزم معرفة مقدارها واتجاهها.
تكون دائمًا موجبة.	قد تكون موجبة أو سالبة أو صفر.
تختلف باختلاف مسار الحركة.	تظل ثابتة.

إرشادات لحل المسائل

لحساب المسافة:

نقوم بجمع جميع المسارات التي تحركها الجسم (بغض النظر عن اتجاه حركة الجسم).

لحساب الإزاحة:

① إذا كانت الإزاحتين في اتجاه واحد فإن الإزاحة المحصلة = مجموع الإزاحتين.

② إذا كانت الإزاحتين في اتجاهين متضادين فإن الإزاحة المحصلة = الفرق بين الإزاحتين.

③ إذا كانت الإزاحتين في اتجاهين متعامدين فإن الإزاحة المحصلة = الجذر التربيعي لمجموع مربع الإزاحتين.

الخلاصة:

اتجاه الحركة	المسافة	الإزاحة	ملاحظات
في اتجاه واحد	+	+	المسافة = الإزاحة
في اتجاهين متضادين	+	−	المسافة أكبر من الإزاحة الإزاحة تساوي صفر عندما يعود الجسم لنقطة البداية
في اتجاهين متعامدين	+	فيثاغورس	المسافة أكبر من الإزاحة

إذا تحرك الجسم في مسار دائري وقطع:

المسار المقطوع	المسافة	الإزاحة	ملاحظات
دورة كاملة	$2\pi r$	0	المسافة أكبر من الإزاحة
نصف دورة	πr	$2r$	المسافة أكبر من الإزاحة
ربع دورة	$2\pi r \div 4$	$r\sqrt{2}$	المسافة أكبر من الإزاحة

لاحظ (متى يحدث كل من؟):

① يتساوى مقدار المسافة مع مقدار الإزاحة عندما يتحرك الجسم في اتجاه ثابت (في خط مستقيم).

② تنعدم الإزاحة (تساوي 0) عندما تتطابق نقطة البداية مع نقطة النهاية (يعود الجسم إلى نقطة البداية مرّة أخرى).

③ تكون الإزاحة أقصر من المسافة عندما يتحرك الجسم في مسار منحنى.

④ عندما يتحرّك الجسم في مسار دائري فإن:

- مقدار إزاحته عندما يقطع ربع دورة يساوي مقدار إزاحته عندما يقطع ثلاثة أرباع دورة.
- إزاحته عندما يقطع ربع دورة لا يساوي إزاحته عندما يقطع ثلاثة أرباع دورة لأن الإزاحة كمية متجهة تعرف بمقدارها واتجاهها.

أمثلة محلولة:

① تحرك عدّاء إزاحة مقدارها $50\ m$ غربًا ثم تحرك في نفس الاتجاه إزاحة مقدارها $30\ m$ شرقًا، احسب المسافة والإزاحة التي قطعها هذا العدّاء.

الحل: المسافة المقطوعة: $s = 50 + 30 = 80\ m$

الإزاحة المقطوعة: $d = +50 - 30 = +20\ m$

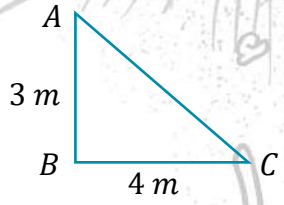
الإزاحة التي قطعها العدّاء مقدارها $20\ m$ في اتجاه الغرب.

② يتحرك رجل في خط مستقيم من نقطة A إلى نقطة B مسافة $12\ m$ ثم عاد من B إلى A مرّة أخرى أوجد المسافة والإزاحة.

الحل: $s = 12 + 12 = 24\ m$

$d = 12 - 12 = 0$

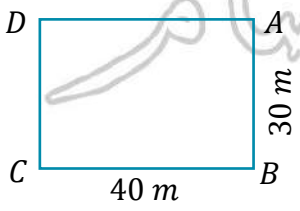
③ جسم يتحرك من النقطة A إلى النقطة C مرورًا بالنقطة B كما بالشكل، أوجد المسافة والإزاحة.



الحل: $s = 3 + 4 = 7\ m$

$d = \sqrt{(3)^2 + (4)^2} = \sqrt{9 + 16} = \sqrt{25} = 5\ m$

④ مستطيل $ABCD$ طوله $40\ cm$ وعرضه $30\ cm$ احسب كلاً من المسافة المقطوعة والإزاحة لجسم يتحرّك فوقه عندما يتحرك الجسم من:



(أ) النقطة A إلى النقطة B

(ب) النقطة A إلى النقطة D مرورًا بالنقطتين C, B

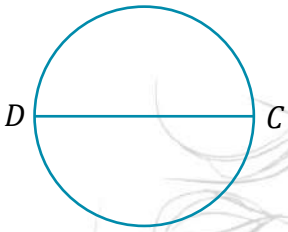
(ج) النقطة A ويمر بالنقط D, C, B وينتهي عند نقطة A مرّة أخرى.

الحل: (أ) $s = 30\ cm, d = 30\ cm$

(ب) $s = 30 + 40 + 30 = 1000\ cm, d = 40\ cm$

(ج) $s = 30 + 40 + 30 + 40 = 140\ cm, d = 0$

⑤ تحرك أتوبيس على محيط دائرة قطرها $28\ m$ من نقطة C إلى نقطة D ثم إلى C مرّة أخرى. أوجد المسافة المقطوعة والإزاحة الحادثة.



الحل: $r = 28 \div 2 = 14\ m$

$s = 2\pi r = 2 \times \frac{22}{7} \times 14 = 88\ m$

$d = 0$

أينشتاين في الفيزياء
أ/ عبدالرحمن عصام

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. صعد فأر حائطًا مسافة أربعة أمتار ليبحث عن غذائه ثم عاد ثانيةً إلى الأرض فإن إزاحته تساوي .....

أ) $8\ m$ ب) $16\ m$ جـ) $4\ m$ د) 0

2. عدّاء قطع إزاحة مقدارها $250\ m$ شرقًا ثم عاد غربًا $100\ m$ فإن:

- المسافة التي قطعها العدّاء هي m .....

أ) 250 ب) 350 جـ) 150 د) 100

- الإزاحة التي صنعها العدّاء هي .....

أ) $350\ m$ شرقًا. ب) $350\ m$ غربًا. جـ) $150\ m$ شرقًا. د) $150\ m$ غربًا.

3. جسم يدور على محيط دائرة نصف قطرها r فإن إزاحته عندما يكم دورتين هي .....

أ) r ب) $2r$ جـ) 0 د) $2\pi r$

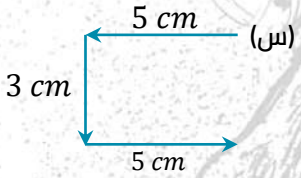
4. جسم يتحرك على محيط دائرة نصف قطرها π فعندما يقطع الجسم 0.75 من الدورة تكون الإزاحة ..

أ) $2\sqrt{\pi}$ ب) $\sqrt{2\pi}$ جـ) $\pi\sqrt{2}$

5. مقدار إزاحة جسم يتحرك حول محيط دائرة خلال ربع دورة ..... مقدار إزاحته خلال ثلاثة أرباع دورة.

أ) أكبر من ب) أقل من جـ) يساوي

6. الشكل المقابل يمثل جسم بدأ التحرك من الموضع (س)



أ) $10\ cm$ ب) $12\ cm$

جـ) $3\ cm$ د) $7\ cm$

7. يتحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها $14\ cm$ حتى أتم دورة كاملة فإن إزاحته = ... cm

أ) 0 ب) 14 جـ) 28 د) 88

8. إذا تحرك جسم في خط مستقيم فإن النسبة بين المسافة المقطوعة والإزاحة ..... الواحد الصحيح.

أ) أكبر من ب) أقل من جـ) تساوي

9. راكب دراجة يقطع مسافة $1500\ m$ شرقًا ثم يقطع مسافة $1700\ m$ غربًا، فيكون الفرق بين مقدار الإزاحة والمسافة المقطوعة m .....

أ) 200 ب) 700 جـ) 3000 د) 3200

10. الإزاحة بين موقعين .....

أ) تزداد. ب) تقل. جـ) مختلف حسب الاتجاه. د) ثابتة.

11. عندما يعود الجسم إلى نقطة البداية مرّة أخرى فإن الإزاحة .....

(أ) تزداد. (ب) تقل. (ج) ثابتة. (د) تنعدم.

12. يتحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها $\sqrt{2}\ cm$ فعندما يدور 1.25 دورة تكون الإزاحة الحادثة ...

(أ) $4\pi\ cm$ (ب) $11.1\ cm$ (ج) $2\pi\ cm$ (د) $2\ cm$

13. يتحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها π فإن الجسم يقطع خلال ربع دورة إزاحة قدرها .....

(أ) $2\sqrt{\pi}$ (ب) $\sqrt{2\pi}$ (ج) $\pi\sqrt{2}$ (د) $\frac{1}{4}\pi$

14. جسم يتحرك على محيط دائرة نصف قطرها $7\ m$ فإذا قطع مسافة $66\ m$ فإذا علمت أن $\left(\pi = \frac{22}{7}\right)$ فإن الإزاحة ..... m

(أ) 14 (ب) 7 (ج) 66 (د) $7\sqrt{2}$

15. تحرك جسم على محيط دائرة بحيث كانت إزاحته بعد نصف دورة $10\ m$ فإن المسافة المقطوعة هي ....

(أ) 0 (ب) $3.14\ m$ (ج) $15.7\ m$ (د) $20\ m$

16. إذا كانت المسافة التي يقطعها جسم يتحرك في مسار دائري أتم ربع دورة هي $11\ m$ فإن إزاحته خلال نصف دورة هي .....

(أ) $11\ m$ (ب) $22\ m$ (ج) $7\ m$ (د) $14\ m$

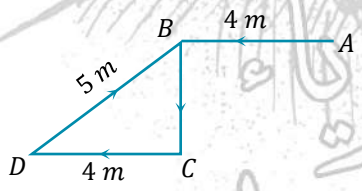
17. إذا كانت المسافة التي يقطعها جسم يتحرك في مسار دائري بعد $\frac{1}{8}$ دورة $22\ m$ فإن إزاحته خلال $\frac{1}{4}$ دورة هي ..... m

(أ) 28 (ب) 44 (ج) $14\sqrt{2}$ (د) $28\sqrt{2}$

18. تتحرك سيارة على محيط دائرة نصف قطرها r فتكون النسبة بين إزاحة السيارة والمسافة التي تقطعها خلال نصف دورة هي .....

(أ) π (ب) 2π (ج) $\frac{\pi}{2}$ (د) $\frac{\pi}{4}$

19. إذا تحرك مالك من A إلى B ثم إلى C إلى D وانتهى عند B تكون المسافة المقطوعة والإزاحة بالمتر على الترتيب تساوي ....



(أ) 13, 5 (ب) 5, 13
(ج) 16, 4 (د) 4, 14

20. إذا كان طول عقرب الثوان في ساعة حائط $10\ cm$ تكون إزاحته بعد مرور $90\ s$ تساوي ..... m

(أ) 0.2 (ب) 1 (ج) $0.1\sqrt{2}$ (د) $10\sqrt{2}$

.21 في أي الحالات الآتية تكون الإزاحة أكبر من ما يمكن؟

أ) 3 m ← 4 m

ب) 3 m ↖ 4 m

ج) 3 m ↑ 4 m

د) 4 m → 3 m

.22 يتحرك جسم على محيط دائرة فيقطع ثلاثة أرباع دورة وكانت الإزاحة المقطوعة تساوي $10\sqrt{2}\ m$ فتكون المسافة المقطوعة خلال نصف دورة تساوي ..... m

أ) 10 ب) 10π ج) $\frac{10}{\pi}$ د) 20π

.23 إذا تحرك جسم على محيط دائرة نصف قطرها r فقطع ربع محيط الدائرة فإن المسافة التي قطعها الجسم تعطى من العلاقة .....

أ) $\frac{33}{7}r$ ب) $\frac{22}{7}r$ ج) $\frac{11}{7}r$ د) r

.24 في أي الحالات التالية تكون الإزاحة نصف المسافة المقطوعة؟

أ) 10 m شرقًا والعودة 3 m غربًا.

ب) 22 m شرقًا والعودة 11 m غربًا.

ج) 5 m شرقًا والعودة 10 m غربًا.

د) 15 m شرقًا والعودة 5 m غربًا.

.25 يدور جسم على محيط دائرة نصف قطرها r تكون النسبة بين إزاحته خلال نصف دروة وإزاحته خلال ثلاثة أرباع دورة هي .....

أ) $2r$ ب) $\sqrt{2r}$ ج) $\sqrt{2}$ د) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

.26 ركبت دراجتك من النقطة A وقطعت مسافة قدرها 21 m شرقًا ثم اتخذت مسارًا دائريًا مركزه A حتى وصلت إلى النقطة B بمحاذاة A غربًا فإن قيمة إزاحتك عن النقطة A والمسافة التي قطعتها هما على الترتيب .....

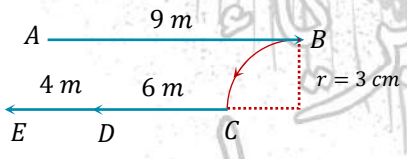
(علمًا بأن: $\pi = \frac{22}{7}$)

أ) 33 m, 21 m ب) 66 m, 42 m ج) 87 m, 21 m د) 87 m, 42 m

.27 يتحرك جسم على محيط مربع طول ضلعه 2 m فإن مقدار الإزاحة عندما يقطع الجسم ضلعين متتاليين يساوي .....

أ) 4 ب) 0 ج) $\sqrt{8}$ د) $4\sqrt{2}$

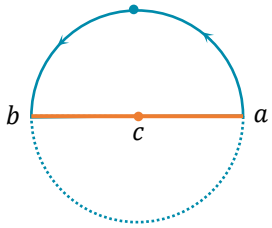
.28 يمثل الشكل المقابل حركة حشرة تتحرك على حائط من النقطة $A \leftarrow B \leftarrow C \leftarrow D \leftarrow E$، وقد تم رصدها من قبل مراقب تكون المسافة التي قطعتها الحشرة في رحلتها .....



أ) 23.71 cm ب) 21 cm ج) 10 cm د) 9 cm

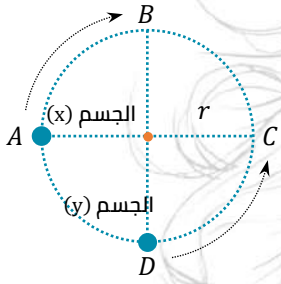
مذكرات جاهزة
mozkratgahza.com

29. إذا تحرّك جسم من نقطة a إلى نقطة b حسب المسار الموضح بالشكل فإن مقدار .....



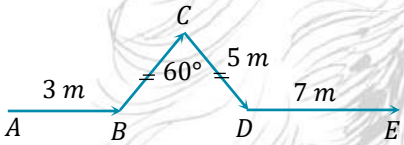
(أ) إزاحته تساوي نصف محيط الدائرة.
(ب) المسافة التي قطعها تساوي قطر الدائرة.
(جـ) إزاحته تساوي نصف قطر الدائرة.
(د) إزاحته تساوي قطر الدائرة.

30. إذا تحرك الجسم (X) من نقطة A إلى نقطة B بينما تحرك الجسم (Y) من نقطة D إلى نقطة C، فأي اختيارين يعبرا عن وصف حركة هذين الجسمين؟



(أ) مسافة كل منهما مختلف. (ب) لهما نفس الإزاحة.
(جـ) إزاحة كل منهما تساوي صفر. (د) تحركا نفس المسافة.

31. من الشكل المقابل تكون الإزاحة التي قطعتا الجسم ....



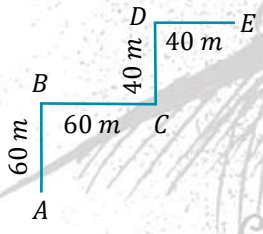
(أ) $20\ cm$ (ب) $10\ cm$
(جـ) $15\ cm$ (د) $23\ cm$

المقالي

(١) يتحرك جسم في مسار دائري نصف قطره $\frac{2}{\pi}$ متر، احسب إزاحة الجسم عندما يتم ربع دورة.

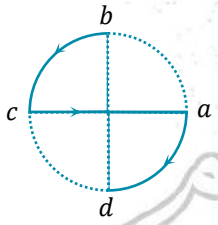
(٢) إذا كانت الإزاحة التي يقطعها جسم خلال ربع دورة $7\sqrt{2}\ cm$، احسب كل من نصف قطر المسار الدائري والمسافة المقطوعة خلال دورة كاملة. $\left(\pi = \frac{22}{7}\right)$

(٣) في الشكل المقابل: إذا تحرك شخص من النقطة (A) إلى النقطة (E) مرورًا بالنقط $(B), (C), (D)$، أوجد:



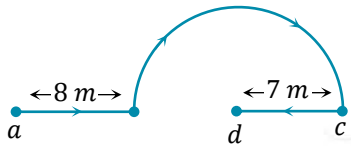
(أ) الإزاحة.
(ب) المسافة المقطوعة.

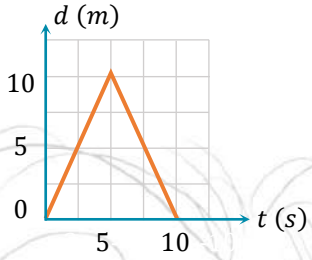
(٤) تتحرك سيارة في مسار دائري نصف قطره $14\ m$ كما بالشكل من النقطة b إلى النقطة c ومنها إلى النقطة d مرورًا بالنقطة a، احسب كلٍّ من المسافة المقطوعة والإزاحة الحادثة.
(عملاً بأن محيط الدائرة = $2\pi r$)

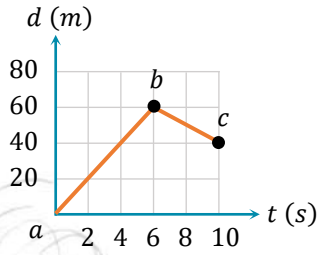


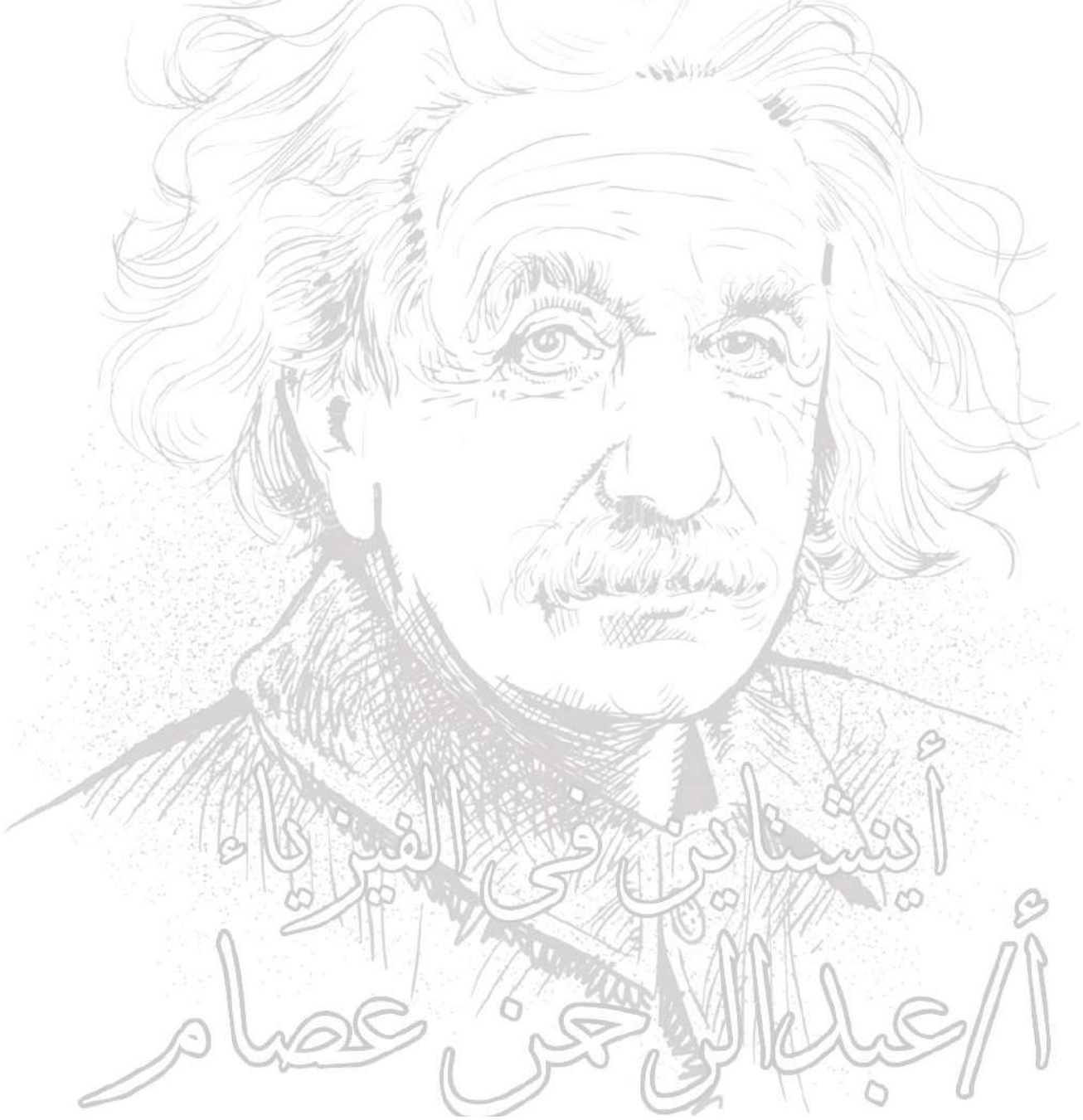
(٥) كرة من المطاط سقطت من ارتفاع $20\ m$ عن سطح الأرض لأسفل، ثم ارتدّت لأعلى لمسافة $10\ m$، ثم سقطت مرّة أخرى لأسفل من مسافة $10\ m$ لتسكن على الأرض، احسب المسافة المقطوعة والإزاحة الحادثة.

⑥ احسب المسافة والإزاحة في كل شكل مما يلي:









2 تمثيل الكمية المتجهة

يتم تمثيل الكمية المتجهة بقطعة مستقيمة موجهة بمقياس رسم مناسب حيث:

- يمثل طول القطعة المستقيمة مقدار الكمية المتجهة (يتناسب مع قيمة المتجه).
- يشير اتجاه السهم لاتجاه الكمية المتجهة (تبدأ من نقطة البداية وتشير نحو نقطة النهاية).
- يرمز للمتجه بحرف داكن (A) أو حرف عادي وفوقه سهم صغير $(\vec{A})$.

لاحظ:

١. يتساوى المتجهان إذا كان لهما نفس المقدار ونفس الاتجاه (حتى لو اختلفت نقطة البداية لكل منهما).

٢. لا يتساوى المتجهان إذا:
   - اختلفا في الاتجاه (حتى وإن اتفقا في القيمة العددية).
   - اختلفا في المقدار (حتى وإن اتفقا في الاتجاه).

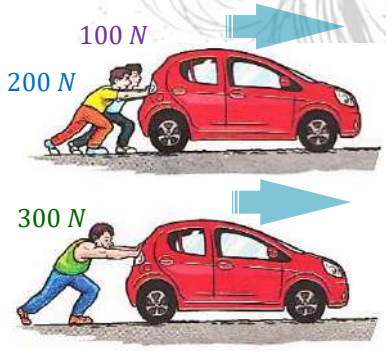
٣. القيمة العددية للمتجه $\vec{A}$ تساوي القيمة العددية للمتجه $\vec{A}$، ولكن في عكس اتجاهه.

٤. إذا ضرب المتجه $\vec{A}$ × (-1) فإنه يساوي المتجه $\vec{A}$ مقدارًا واتجاهًا.

٥. إذا ضرب المتجه $\vec{A}$ × (-1) ينعكس اتجاهه فقط.

محصلة (جمع) المتجهات

- عندما يؤثر على الجسم عدة قوى يمكن استبدالهم بقوة واحدة تحدث نفس الأثر تسمى بالقوة المحصلة (F).
- **مثال:** إذا أثرت قوتان $100\ N, 200\ N$ في نفس الاتجاه على سيارة فإنها تتحرك مسافة معينة خلال زمن معين، إذا استبدلنا القوتين بقوة واحدة مقدارها $300\ N$ فإن السيارة تتحرك نفس المسافة خلال نفس الزمن الذي تحركت فيه عند التأثير عليها بالقوتين.
- يحدد اتجاه محصلة القوى بالاتجاه الذي يتحرك فيه الجسم.



القوة المحصلة: هي قوة وحيدة تحدث في الجسم الأثر نفسه الذي تحدثه القوى الأصلية المؤثرة عليه.

لاحظ:

١. المجموع الاتجاهي لعدة متجهات يساوي صفر عندما تلاشى المتجهات بعضها.

٢. يتساوى متجهان (ناتج طرح متجهين يساوي صفر) عندما يتساويا في القيمة العددية ويكون لهما نفس الاتجاه.

٣. إذا أثرت قوتان متساويتان في المقدار ومتضادتين في الاتجاه على جسم ما لا تتغير حالة الجسم من سكون أو حركة لأنَّ كل منهما تلاشى الأخرى.

٤. إذا أثرت ثلاث قوى مختلفة في المقدار والاتجاه على جسم ساكن يتحرك الجسم في اتجاه القوة المحصلة المؤثرة عليه.

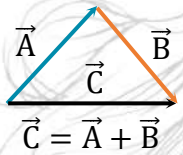
٥. يتم جمع متجهين بطريقتين:

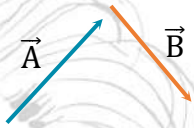
(1) رسم المثلث (طريقة الرأس والذيل)

- نحرك أحد المتجهين بدون تغيير اتجاهه أو قيمته بحيث تكون نقطة نهاية أحدهما هي نقطة بداية الآخر.
- نصـل نقطة بداية المتجه الأول مع نقطة نهاية المتجه الثاني فيمثّل طول المتجه الناتج مقدار متجه المحصـلة واتجاهه من نقطة بداية المتجه الأول إلى نقطة نهاية المتجه الثاني.

بطريقة أخرى:

نقوم بتركيب المتجهات بحيث يقع ذيل المتجه الثاني على رأس المتجه الأوّل ثم نصـل بين ذيل المتجه الأول ورأس المتجه الثاني يكون المتجه الناتج هو المحصلة مقدارًا واتجاهًا.



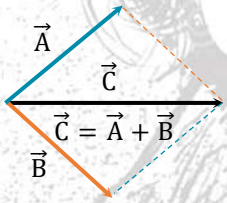


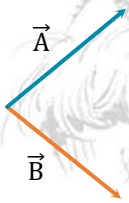
(2) رسم متوازى الأضلاع

- نحرك أحد المتجهين بدون تغيير اتجاهه أو قيمته بحيث يكون لهما نفس نقطة البداية.
- نرسم ضلعين موازيين للمتجهين بحيث يكون الشكل الناتج متوازي أضلاع فيمثّل طول القطر مقدار متجه المحصلة واتجاهه من نقطة بداية المتجهين إلى النقطة الأخرى من القطر.

بطريقة أخرى:

يكون فيه A وB ضـلعين متجاورين فيكون القطر ممثلاً لمحصـلة المتجهين، أي يرتبط ذيل المتجه الأوّل بذيل المتجه الثاني وعلى امتداد المتجهين نرسـم متوازي أضـلاع ويكون قطره من نقطة تلاقي ذيليّ المتجهين هو محصـلة جمع المتجهين.

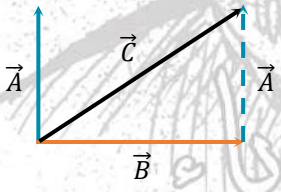




إرشادات حلّ المسائل:

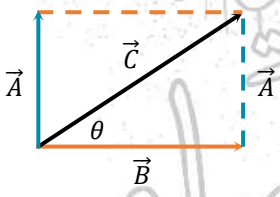
① إذا كان لدينا متعامدان (الزاوية بينهما قائمة) يمكن تعيين القيمة العددية لمحصلة المتجهين من قاعدة فيثاغورس:

$$C = \sqrt{A^2 + B^2}$$



② لإيجاد الزاوية التي يصنعها متجه المحصلة مع الحور الأفقي نستخدم العلاقة:

$$\tan\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{A}{B}$$

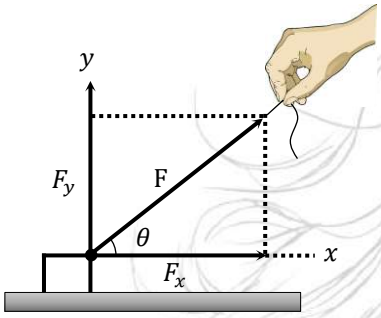


③ إذا كان لدينا متجهان غير متعامدان (الزاوية بينهما غير قائمة) يمكن تعيين القيمة العددية لمحصـلة المتجهين من قانون جيب التمام أو قانون الجيب:

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta} = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\sin\theta}$$

مثال: أوجد محصلة قوتين إحداهما في اتجاه محور x وهي $F_x = 4N$، والأخرى في اتجاه محور y هي $F_y = 3N$

الحل:



- نكمل متوازي الأضلاع فنحصل على مستطيل (لأن القوتين متعامدتان).
- نصل القطر فيمثّل المحصلة F.
- بتطبيق نظرية فيثاغورس:

$$C = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(4)^2 + (3)^2} = \sqrt{16+9} = \sqrt{25} = 5N$$

$$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x} = \frac{3}{4} \rightarrow \theta = 36.78°$$

إذا كان المتجهان:

① في نفس الاتجاه $(\theta = 0°)$: تكون المحصلة في نفس الاتجاه وتكون أكبر ما يمكن $(F = A + B)$.

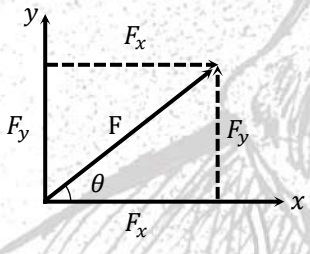
② متعاكسان $(\theta = 180°)$: تكون المحصلة في اتجاه المتجه الأكبر وتكون أصغر ما يمكن $(F = A - B)$.

محصلة قوتين:

- المحصلة دائمًا أكبر من F_y, F_x
- كلما قلّت F_x عن $45°$ زادت قيمتها.
- المحصلة تكون في اتجاه المتجه الأكبر قيمة.
- كلما زادت F_y عن $45°$ زادت قيمتها.

تحليل المتجه

- هو العملية العكسية لجمع المتجهات.
- يمكن تحليل القوة F إلى قوتين متعامدين على محوريّ (x, y) كالتالي:



$$\cos\theta = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{F_x}{F}$$

$$F_x = F\cos\theta$$

$$\sin\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{F_y}{F}$$

$$F_y = F\sin\theta$$

مثال: شخص يجر حقيبة بقوة $20\ N$ بواسطة حبل في اتجاه يصنع زاوية $30°$ مع الأفقي، احسب قيمة القوة في اتجاهيّ y, x

الحل:

$$F_x = F\cos\theta = 20\cos 30 = 17.3\ N$$

$$F_y = F\sin\theta = 20\sin 30 = 10\ N$$

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. الكمية التي تعبّر عنها بقطعة مستقيمة قاعدتها عند نقطة البداية ورأسها عند نقطة النهاية ..

(أ) ارتفاع الجسم. (ب) طول الجسم.
(جـ) القوة المؤثرة على الجسم. (د) حجم الجسم.

2. تسير سيارة بسرعة ثابتة في خط مستقيم في اتجاه الشرق عندما تكون القوة المحصلة على السيارة .....

(أ) صفر. (ب) سالبة. (جـ) في اتجاه الشرق.

3. إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة على سيارة متحركة تساوي صفر فإن السيارة .....

(أ) تتحرك بسرعة أكبر. (ب) تتوقف عن الحركة. (جـ) لا تتأثر حركتها.

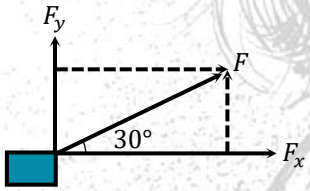
4. إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة على جسم متحرك تساوي صفر فإنه .....

(أ) تتناقص سرعته. (ب) تتزايد سرعته. (جـ) يتحرك بسرعة منتظمة.

5. القوة التي تميل على الأفقي بزاوية θ تكون مركبتها الأفقية (F_x) أكبر من مركبتها الرأسية (F_y) إذا كانت θ ..... $45°$.

(أ) أكبر من (ب) تساوي (جـ) أقل من

6. في الشكل الموضح القوة F محصلة القوتين F_y, F_x فتكون ....



(أ) $F > F_y > F_x$ (ب) $F > F_x > F_y$
(جـ) $F_x > F_y > F$ (د) $F_x > F > F_y$

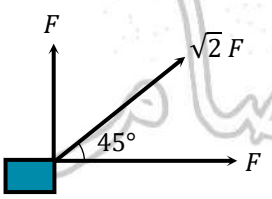
7. تنعدم محصلة جمع متجهين إذا كان المتجهان لهما نفس المقدار والزاوية بينهما .....

(أ) $90°$ (ب) $180°$ (جـ) $40°$ (د) $0°$

8. نعتبر المتجهين متساويين إذا تساويا في .....

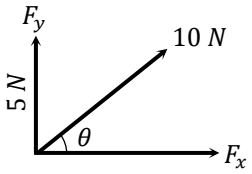
(أ) المقدار فقط. (ب) المقدار وكان لهما نفس الاتجاه ونفس نقطة البداية.
(جـ) الاتجاه فقط. (د) المقدار وكان لهما نفس الاتجاه وإن اختلفت نقطة البداية.

9. في الشكل الموضح ثلاثة قوى تؤثر على جسم فتكون محصلة هذه القوى هي .....



(أ) $2\,F$ (ب) $3.414\,F$
(جـ) $2\sqrt{2}\,F$ (د) $\sqrt{5}\,F$

10. من الشكل المقابل وبياناته:



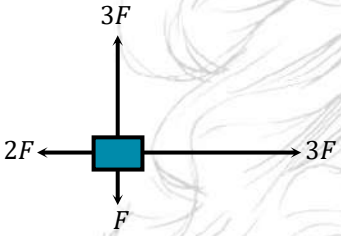
تكون الزاوية θ ..... درجة.

(أ) 60 (ب) 30 (ج) 45 (د) 90

11. تسير سفينة في اتجاه الشرق بسرعة منتظمة قدرها $40\ m/s$ في خط مستقيم عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة على السفينة .....

(أ) مقدارها صفر. (ب) في اتجاه الشرق. (ج) مقدارها $100\ N$ (د) في اتجاه الغرب.

12. في الشكل الموضح أربعة قوى تؤثر على جسم فتكون قيمة القوة المحصلة والزاوية التي تصنعها مع الأفقي على الترتيب هما .....



(أ) $63.43°, \sqrt{5}\ F$ (ب) $63.43°, \sqrt{2}\ F$ (ج) $37.57°, \sqrt{2}\ F$ (د) $37.57°, \sqrt{5}\ F$

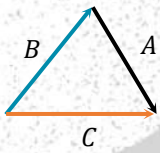
13. يتساوى المتجهان A, B في الشكل .....

(أ) (ب) (ج) (د)

14. متجه مقداره 20 وحدة يصنع زاوية $60°$ مع محور x فإن الفرق بين قيمة المركبتين الأفقية والرأسية للمتجه هو ..... وحدة.

(أ) 17.32 (ب) 10 (ج) 27.32 (د) 7.32

15. في الشكل المقابل يكون .....

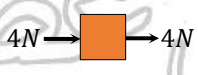


(أ) $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ (ب) $\vec{B} = \vec{A} + \vec{C}$ (ج) $\vec{A} = \vec{B} + \vec{C}$ (د) $\vec{A} = \vec{B} = \vec{C}$

16. أيٌّ مِن الأجسام التالية متّزن؟

(أ) (ب) (ج) (د)

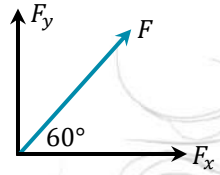
17. أي من الأجسام التالية يكون في وضع اتّزان؟

(أ) (ب) (ج)  (د)

18. الرســم المقابل يوضــح متجهين B, A فإذا كان $A = 10\ cm$ ومتجه المحصــلة للمتجهين عمودي على المتجه A فإن قيمة المتجه B ...

(أ) $10.7\ cm$ (ب) $7.07\ cm$
(جـ) $14.14\ cm$ (د) $10\ cm$

19. الشـكل المقابل يوضـح متجهان متعامدان فإذا كانت محصـلتهما تميل بزاوية $60°$ على الأفقي، فإن قيمة المتجه الأفقي ..... قيمة المحصلة.

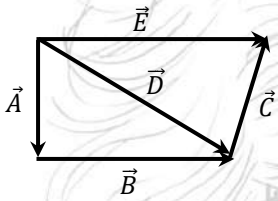


(أ) نصف (ب) ضعف
(جـ) ثلث (د) تساوي

20. تؤثر في جســم 6 قوى متســاوية مجموعها = صــفر، فإذا كان الجســم متزن فتكون الزاوية بين كل قوتين متجاورتين .....

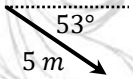
(أ) $30°$ (ب) $45°$ (جـ) $60°$ (د) $72°$

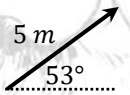
21. المتجه $\vec{E}$ في الشكل المقابل يمثل .....

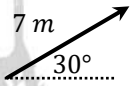


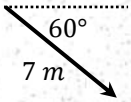
(أ) $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$ (ب) $\vec{A} + \vec{B} + \vec{D}$
(جـ) $\vec{D} - \vec{C}$ (د) $\vec{A} + \vec{C}$

22. تحرك جسم $3\ m$ شرقًا ثم انحرف $4\ m$ شمالاً فإن محصلة حركته يمثلها الشكل .....

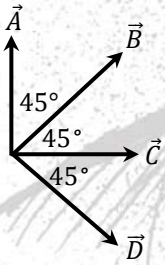
(أ) 

(ب) 

(جـ) 

(د) 

23. أربعة متجهات $(\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D})$ متساوية في المقدار وتخرج من نقطة واحدة بينهم زوايا متساوية $45°$، فإن المعادلة الصحيحة لهم .....



(أ) $(\vec{A} - \vec{B} - \vec{C} + \vec{D} = 0)$ (ب) $(\vec{B} + \vec{D} - \sqrt{2}\,\vec{C} = 0)$
(جـ) $(\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{D})$ (د) $(\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} = 0)$

24. تكون أكبر قيمة لمحصلة متجهين عندما تكون الزاوية بين اتجاهيهما .....

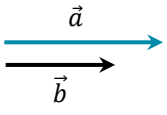
(أ) صفر. (ب) منفرجة. (جـ) مستقيمة. (د) قائمة.

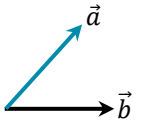
25. تكون أصغر قيمة لمحصلة متجهين عندما تكون الزاوية بين اتجاهيهما .....

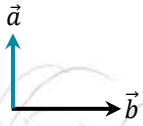
(أ) صفر. (ب) قائمة. (جـ) حادة. (د) مستقيمة.

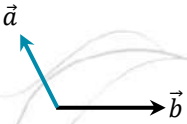
أ/ عبدالرحمن عصام من أعظم مدرسين الفيزياء

.26 الشكل المقابل يمثّل متجهين غير متساويين في اتجاه واحد، فإذا تغيّرت الزاوية بين المتجهين فإن محصلتهما تصبح أقل ما يمكن عندما يصبحا كما في الشكل .....



(أ) 

(ب) 

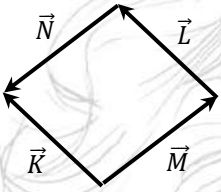
(ج) 

(د)

.27 واحد فقط من القيم التالية يستحيل أن تمثل محصلة متجهين $a = 10\ N, b = 8\ N$ وهي .....

(أ) 2 (ب) 9 (ج) 18 (د) 20

.28 أي زوج من المتجهات (K, L, M, N) الموضحة في الشكل المقابل متساويان؟



(أ) $\vec{M}, \vec{K}$ (ب) $\vec{M}, \vec{L}$

(ج) $\vec{L}, \vec{K}$ (د) $\vec{N}, \vec{L}$

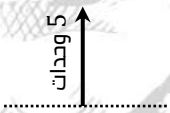
.29 حاصل جمع متجهين متعاكسين بالاتجاه يكون .....

(أ) أكبر منهما وباتجاه الأكبر قيمة. (ب) أكبر منهما وباتجاه الأقل قيمة.

(ج) أصغر منهما وباتجاه الأكبر قيمة. (د) أصغر منهما وباتجاه الأصغر قيمة.

.30 في الشكل المقابل المتجهان (K, L) متساويان في المقدار، أي المتجهات الآتية يمثل محصلتيهما؟

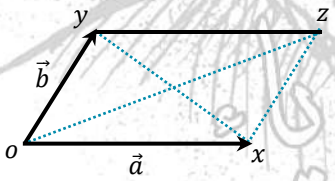
(أ)

(ب) 

(ج)

(د)

.31 الشكل المقابل متجهان (a, b) غير متساويين ويحصران بينهما زاوية θ، المتجه الذي يمثل محصلتها مقدارًا واتجاهًا .....



(أ) xz (ب) ox

(ج) xy (د) zy

.32 إذا كان المتجه $A = 15$ وحدة باتجاه الشرق والمتجه $B = 10$ وحدات باتجاه الغرب، فإن محصلتيهما هو .....

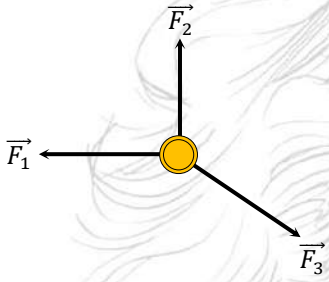
(أ) الشرق. (ب) الغرب. (ج) الشمال. (د) الجنوب.

33. في الشكل المقابل المتجهان (K, L) متساويان في المقدار، أي المتجهات الآتية يمثل محصلتيهما؟

34. قوتان متماثلتان قيمة كل منهما F تؤثر على الجسم باتجاه الشمال الغربي، يمكن استبدال هاتين القوتين بقوة واحدة فقط مقدارها .....

(أ) $2\ F$ في نفس الاتجاه.
(ب) $0.5\ F$ في نفس الاتجاه.
(جـ) $2\ F$ في عكس الاتجاه.
(د) $0.5\ F$ في نفس عكس الاتجاه.

35. الشكل المقابل يوضح حلقة معدنية متزنة تحت تأثير ثلاث قوى مستوية ومتلاقة فإذا كان $F_2 = 12\ N, F_1 = 16\ N$ وهما متعامدان فإن القوة F_3 بوحدة النيوتن تساوي .....



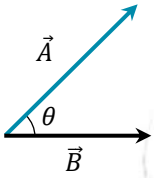
(أ) $28\ N$ تصنع زاوية $135°$ مع كل من $\overrightarrow{F_2}, \overrightarrow{F_1}$
(ب) $20\ N$ تصنع زاوية $36.66°$ مع $\overrightarrow{F_1}$
(جـ) $20\ N$ تصنع زاوية $143.13°$ مع $\overrightarrow{F_2}$
(د) $20\ N$ تصنع زاوية $143.13°$ مع $\overrightarrow{F_1}$

أينشتاين في الفيزياء
أ/ عبدالرحمن عصام

3 ضرب المتجهات

توجد صور مختلفة لضرب المتجهات منها، الضرب القياسي والضرب الاتجاهي.

(1) الضرب القياسى



- هو حاصــل ضــرب القيمة العددية للمتجه الأوّل في القيمة العددية للمتجه الثاني في جيب تمام الزاوية بينهما.
- **يتعين من العلاقة:** $\vec{A}.\vec{B} = \boldsymbol{AB\cos\theta}$ وتسمى العلامة (.) بين المتجهين dot
- الكمية الناتجة عنه كمية قياسية (كمية قياسية × كمية قياسية = كمية قياسية).
- قد تكون نتيجة الضرب القياسي لمتجهين:
  ① أقصى قيمة: إذا كانت الزاوية المحصورة بين المتجهين $0°$ (المتجهان متوازيان).
  ② صفر: إذا كانت الزاوية بين المتجهين $90°$ (المتجهان متعامدان).

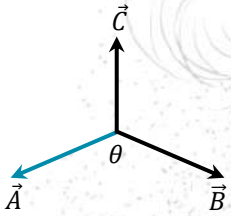
لأنه تبعًا للعلاقة: $\vec{A}.\vec{B} = \boldsymbol{AB\cos\theta}$

وعندما تكون: $\theta = 90°$

فإن: $\cos 90 = 0$

إذًا: $\vec{A}.\vec{B} = AB \times 0 = 0$

(2) الضرب الاتجاهى



- هو حاصــل ضــرب القيمة العددية للمتجه الأوّل في القيمة العددية للمتجه الثاني في جيب الزاوية بينهما في متجه الوحدة العمودي على المستوى الذي يوجد فيه المتجهان.
- **يتعيّن من العلاقة:** $\vec{C} = \vec{A} \wedge \vec{B} = \boldsymbol{AB\sin\theta\,\vec{n}}$ تُسمى العلامة ($\wedge$) بين المتجهين $Cross$
- الكمية الناتجة عنه كمية متجهة.
- قد تكون نتيجة الضرب الاتجاهي:
  ① أقصى قيمة: إذا كانت الزاوية المحصورة بين المتجهين بين $90°$ (المتجهان متعامدان).
  ② صفر: إذا كانت الزاوية المحصورة بين المتجهين $0°$ (المتجهان متوازيان).

تكون تبعًا للعلاقة: $\vec{A} \wedge \vec{B} = AB\sin 0\,\vec{n}$

وعندما تكون: $\theta = 90°$

فإن: $\sin 90 = 1$

إذًا: $\vec{A} \wedge \vec{B} = AB\,\vec{n}$

لاحظ:

يتساوى عدديًا حاصل الضرب القياسي وحاصل الضرب الاتجاهي عندما تكون الزاوية بين المتجهين = $45°$

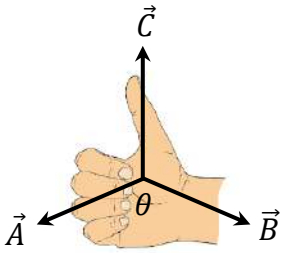
أ/ عبدالرحمن عصام

قاعدة اليد اليمنى

الاستخدام: تحديد اتجاه محصلة الضرب الاتجاهي لمتجهين.

الطريقة:

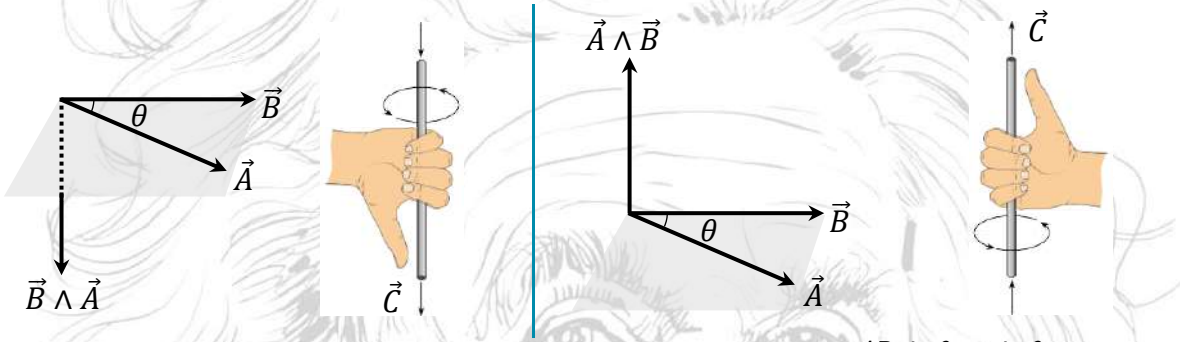
بتحريك أصابع اليد اليمنى من المتجه الأوّل نحو المتجه الثاني عبر الزاوية الأصغر بينهما فيكون الإبهام مشيرًا لاتجاه حاصل الضرب الاتجاهي لهما.



لاحظ:

① $\vec{A} \wedge \vec{B} \neq \vec{B} \wedge \vec{A}$

② $\vec{A} \wedge \vec{B} = -\vec{B} \wedge \vec{A}$



③ $\dfrac{AB\sin\theta}{AB\cos\theta} = \dfrac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta$

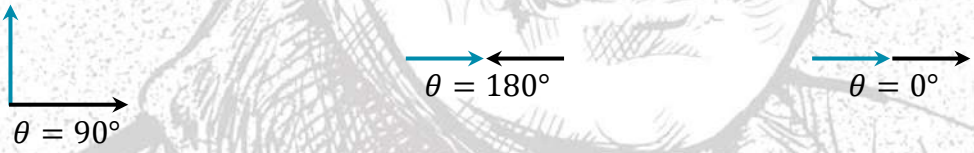
④ حاصل الضرب القياسي لأيّ متجه في نفسه = مربع معياره.

⑤ حاصل الضرب الاتجاهي لأي متجه في نفسه = صفر.

⑥ إذا كانت المتجهات الثلاثة متعامدة فإن:

$\vec{A} \wedge \vec{B} = \vec{C}$ $\quad$ $\vec{A} \wedge \vec{C} = \vec{B}$ $\quad$ $\vec{C} \wedge \vec{B} = \vec{A}$

⑦ إذا كانت θ غير مكتوبة في المسألة يمكن التعرّف عليها من خلال الرسم كما يلي:



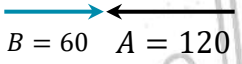
أمثلة محلولة:

① إذا كانت القيمة العددية للمتجهين $\vec{A}, \vec{B}$ هي $A = 5, B = 10$، أوجد قيمة كل من $\vec{A} \wedge \vec{B}, \vec{A}.\vec{B}$ علمًا بأن الزاوية بينهما تساوي $60°$ $(\cos 60 = 0.5, \sin 60 = 0.866)$

الحل: $\vec{A}.\vec{B} = AB\cos\theta = 5 \times 10 \times 0.5 = 25$

$\vec{A} \wedge \vec{B} = AB\sin\theta\,\vec{n} = 5 \times 10 \times 0.866\,\vec{n} = 43.3\,\vec{n}$

② من الشكل المقابل أوجد حاصل الضرب القياسي والاتجاهي للمتجهين A, B



الحل: $\vec{A}.\vec{B} = AB\cos\theta = 120 \times 60\cos 180 = -7200$

$\vec{A} \wedge \vec{B} = AB\sin\theta\,\vec{n} = 120 \times 60 \times \sin 180\ \vec{n} = 0$

③ متجهان $\vec{B}, \vec{A}$ متساويان عدديًا وحاصل الضرب القياسي لهما 20 وحدة وقيمة حاصل الضرب الاتجاهي لهما 40 وحدة، أوجد الزاوية بين المتجهين وقيمة كل منهما.

الحل:

$$\frac{AB\sin\theta}{AB\cos\theta} = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$$

$$\tan\theta = \frac{AB\sin\theta}{AB\cos\theta} = \frac{40}{20} = 2$$

$$\theta = 63.43°$$

$$AB\cos\theta = 20$$

$$A^2 \times \cos 63.43 = 20$$

$$A^2 = 44.71$$

$$A = B = 6.69$$

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. حاصل الضرب الاتجاهي لمتجهين الزاوية بينهما صفر .....

(أ) موجب. (ب) سالب. (ج) منعدم.

2. حاصل الضرب القياسي لمتجهين عندما تكون $\theta = 0°$ يساوي .....

(أ) صفر. (ب) أكبر ما يمكن. (ج) أقل ما يمكن.

3. حاصل الضرب القياسي لمتجهين يكون أكبر قيمة له عندما تكون الزاوية بينهما .....

(أ) $90°$ (ب) $60°$ (ج) $45°$ (د) $0°$

4. إذا كانت القيمة العددية لمتجهين هي $B = 20, A = 10$ والزاوية بين خطيّ عملهما تساوي $60°$ فإن حاصل الضرب القياسي للمتجهين يساوي .....

(أ) 200 (ب) 100 (ج) 70 (د) 50

5. كانت القيمة العددية لمتجهين هي $B = 2\ cm, A = 8\ cm$ وقيمة الزاوية θ بينهما = $30°$ فإن حاصل الضرب الاتجاهي لهما = $\vec{n}$ .....

(أ) $5\sqrt{3}$ (ب) 5 (ج) $8\sqrt{3}$ (د) 8

6. $\vec{A} \wedge \vec{B} + \vec{B} \wedge \vec{A}$ = ...

(أ) $AB\sin\theta\,\vec{n}$ (ب) $AB\cos\theta$ (ج) AB (د) 0

7. حاصل الضرب الاتجاهي لأي متجه في نفسه = ...

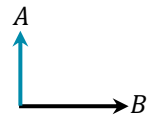
(أ) قيمة عظمى. (ب) 1 (ج) 0 (د) لا توجد إجابة صحيحة.

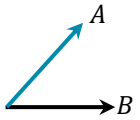
8. ينعدم حاصل الضرب القياسي لمتجهين عندما تكون الزاوية بينهما .....

(أ) $90°$ (ب) $30°$ (ج) $45°$ (د) $0°$

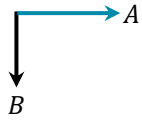
أ/ عبدالرحمن عصام

9. أيٌّ من الأشكال التالية ينعدم حاصل الضرب الاتجاهي للمتجهين A و B؟

أ 

ب 

ج

د 

10. إذا كان مقدار حاصل الضرب القياسي لمتجهين ثلثي حاصل الضرب الاتجاهي لهما فإن الزاوية بين المتجهين تساوي .....

أ $30°$ ب $56.3°$ ج $33.69°$ د $45°$

11. متجهان متساويان عدديًا وحاصل الضرب القياسي لهما $8\sqrt{2}$ وقيمة الضرب الاتجاهي لهما $8\sqrt{2}$ فإن قيمة الزاوية بين المتجهين وقيمة كل من المتجهين .....

أ $45°, 4$ ب $50°, 5$ ج $45°, 5$ د $60°, 5$

12. إذا كانت الزاوية بين متجهين هي $44°$ فإن النسبة بين مقدار حاصل الضرب الاتجاهي وحاصل الضرب القياسي لهما تكون .....

أ أكبر من. ب أقل من. ج تساوي. د لا توجد معلومات كافية.

13. تسير سفينة في اتجاه الشرق بسرعة منتظمة قدرها $40\ m/s$ في خط مستقيم عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة على السفينة .....

أ مقدارها صفر. ب في اتجاه الشرق. ج مقدارها $100\ N$ د في اتجاه الغرب.

14. إذا كانت الزاوية بين متجهين $45°$ فإن .....

أ حاصل الضرب القياسي للمتجهين = حاصل الضرب الاتجاهي لهما مقدارًا = صفر.

ب حاصل الضرب القياسي للمتجهين < حاصل الضرب الاتجاهي لهما مقدارًا.

ج حاصل الضرب القياسي للمتجهين > حاصل الضرب الاتجاهي لهما مقدارًا.

د حاصل الضرب القياسي للمتجهين = حاصل الضرب الاتجاهي لهما مقدارًا.

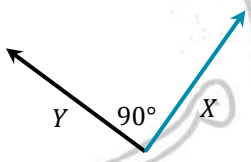
15. متجهان حاصل الضرب الاتجاهي لهما $5\sqrt{2}$ وحاصل الضرب القياسي لهما 15 وحدة فإن الزاوية المحصورة بينهما .....

أ $25.23°$ ب $35.23°$ ج $23.25°$ د $23.35°$

16. يتساوى حاصل الضرب القياسي مع ضِعف حاصل الضرب الاتجاهي عندما تكون الزاوية بين المتجهين .....

أ $26.56°$ ب $56.26°$ ج $63.43°$ د $45°$

17. يوضح الشكل المقابل متجهين $\vec{X}, \vec{Y}$ متساويين في المقدار، ويميل كلٌّ منهما على الآخر بزاوية $90°$



أي العمليات الرياضية التالية تؤدي أن يكون الناتج يساوي صفرًا؟

أ جمعها $(X + Y)$ ب طرحهما $(X - Y)$

ج حاصل ضربهما القياسي $(X.Y)$ د حاصل ضربهما الاتجاهي $(X \wedge Y)$

18. عند ضرب متجهين ضربًا خارجيًا (اتجاهيًا) ينشأ متجه جديد يكون .....

(أ) في نفس اتجاه المتجه الأوّل. (ب) في نفس اتجاه المتجه الثاني.

(جـ) في نفس المستوى الذي يجمع المتجهين. (د) عمودي على المستوى الذي يجمع المتجهين.

19. يكون المتجهان متوازيين، إذا كان حاصل ضربهما .....

(أ) العددي مساويًا الصفر. (ب) الاتجاهي مساويًا للصفر.

(جـ) العددي مساويًا الصفر وكذلك الاتجاهي مساويًا الصفر. (د) العددي مساويًا الواحد.

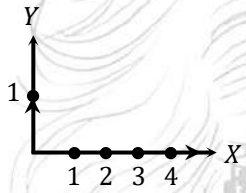
20. متجهان متساويان ومتوازيان حاصل ضربهما القياسي $25\ N$ فإن مقدار محصلتهما بوحدة N تساوي

(أ) 25 (ب) 10 (جـ) 5 (د) 0

21. متجهان متساويان ومتوازيان حاصل ضربهما القياسي 25 N فإن مقدار حاصل ضربهما الاتجاهي بوحدة n^2 تساوي .....

(أ) 25 (ب) 10 (جـ) 5 (د) 0

22. يبيّن الشكل المقابل كميتين متجهتين B, A، فما مقدار حاصل ضربهما القياسي؟



(أ) 16 (ب) 8

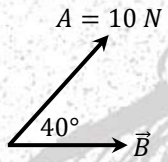
(جـ) 4 (د) 0

مسائل متنوعة

① سفينة تمر في اتجاه الشمال بسرعة $12\ km/h$ لكنها تنحرف نحو الغرب بتأثير المد والجزر بسرعة قدرها $15\ km/h$، احسب مقدار واتجاه السرعة المحصلة للسفينة.

(في اتجاه $38.66°$ شمال غرب $19.21\ km/h$)

② إذا كان الضرب القياسي للمتجهان = $38.3\ N$



أوجد قيمة B.

أ/ عبدالرحمن عصام

1 الحركة في خط مستقيم

- بعض الأجسام من حولنا ثابت وبعضها متحرك.
- من الضروري ونحن نتابع حركة الأجسام المختلفة أن نفهم ونصف تلك الحركة.
- في حالة غياب طرق لوصف الحركة وتحليلها يتحوّل السفر بواسطة السفن والقطارات والطائرات إلى فوضى.

مثال: الأزمنة والسرعات هي التي تحدد جداول مواعيد انطلاق ووصول وسائل النقل على اختلافها.

الحركة

الموضع: هو المكان الذي يوجد فيه الجسم.

- يوصف الجسم الذي يظل في موضعه بأنه في حالة سكون.
- يوصف الجسم الذي ينتقل من موضعه إلى موضع آخر بأنه في حالة حركة.

الجسم الساكن
هو الجسم الذي لا يتغيّر موضعه بمرور الزمن.

الجسم المتحرك
هو الجسم الذي يتغيّر موضعه بمرور الزمن.

الحركة:

① هي التغيّر الحادث في موضع الجسم بمرور الزمن بالنسبة لموضع جسم آخر.
② هي تغيّر موضع جسم خلال فترة من الزمن.

- الحركة في اتجاه واحد في خط مستقيم تمثل أبسط أنواع الحركة.
- يمكن تمثيل حركة جسم بالتقاط سلسلة من الصور المتتابعة له في فترات زمنية متساوية ويمكن تجميع هذه الصور في صورة واحدة تسمى بمخطط الحركة.

يمكن تقسم الحركة إلى نوعين أساسيين هما:

الحركة الانتقالية	الحركة الدورية
هي حركة تتميز بوجود نقطة بداية ونقطة نهاية.	هي حركة تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية.
أمثلة: (1) الحركة في خط مستقيم: مثل حركة: • القطار • كرة تتدحرج على مستوى أفقي • صندوق ينزلق على مستوى مائل. (2) حركة المقذوفات: وفيها يتحرك الجسم في مسار منحنى مثل حركة: • قذيفة تنطلق من فوهة مدفع. • رصاصة تنطلق من فوهة مسدس.	**أمثلة:** (1) الحركة في دائرة: مثل حركة: • الأقمار حول الكواكب. • أذرع المروحة. • الكواكب حول الشمس. • الأرجوحة الدوارة. • الإلكترونات حول النواة. • ثقل مربوط في خيط ويتحرك في مسار دائري. (2) الحركة الاهتزازية: مثل حركة: • أوتار الآلات الموسيقية. • البندول. • ثقل معلق في ملف زنبركي. • فرعا الشوكة الرنانة.

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. الحركة التي لها نقطة بداية ونقطة نهاية .....
أ) دورية. ب) انتقالية. جـ) اهتزازية. د) ترددية.

2. الحركة في خط مستقيم حركة .....
أ) دورية. ب) انتقالية. جـ) اهتزازية. د) موجية.

3. أبسط أنواع الحركة هي .....
أ) حركات المقذوفات. ب) الحركة في خط مستقيم.
جـ) حركة البندول البسيط. د) -

4. حركة مقذوف بزاوية في بُعدين هي حركة .....
أ) انتقالية. ب) دورية. جـ) اهتزازية. د) موجية.

6. حركة القمر في مداره حول الأرض عند مراقبته خلال ليلة كاملة تعتبر حركة .....
أ) حركة دورية في خط مستقيم. ب) اهتزازية في مسار منحنى.
جـ) انتقالية في خط مستقيم. د) انتقالية في مسار منحنى.

7. كل مما يأتي يمثل حركة دورية عدا حركة .....
أ) القطار. ب) الأرض. جـ) الأرجوحة. د) بندول الساعة.

8. الجسم الذي ينتقل من نقطة لأخرى على محيط مسار دائري تكون حركته .....
أ) دورية. ب) انتقالية. جـ) اهتزازية. د) -

9. من أمثلة الحركة الدورية حركة .....
أ) السيارات في المنحنيات. ب) الأقمار حول الكواكب.
جـ) المقذوفات. د) كرة على مستوى مائل.

10. حركة فرع الشوكة الرنانة في حالة اهتزازها تُسمى حركة .....
أ) انتقالية. ب) متجهة. جـ) دورية. د) مقذوفات.

11. في الحركة الدورية .....
أ) المسار مستقيم. ب) تكرار الحركة بانتظام.
جـ) يتكرر الزمن بانتظام. د) تتغيّر السرعة بانتظام.

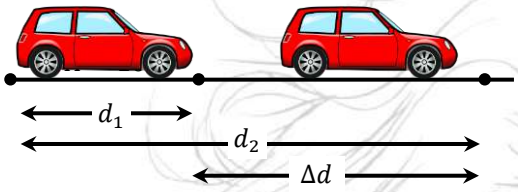
أ/ عبدالرحمن عصام

2 السـرعـــة

تعريفها:

① هي الإزاحة التي يقطعها الجسم في الثانية الواحدة.

② هي المعدل الزمني للتغيّر في الإزاحة.



قانونها:

السرعة = التغيّر في الإزاحة / التغيّر في الزمن

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1}$$

وحدات قياسها:

① متر/ ثانية (m/s) ② كيلومتر/ ساعة (km/h)

صيغة أبعادها: LT^{-1}

التعبير عنها:

يمكن التعبير عن السرعة بطريقتين هما السرعة العددية والسرعة المتجهة.

وجه المقارنة	السرعة العددية	السرعة المتجهة
التعريف	هي المسافة التي يقطعها الجسم في وحدة الزمن.	هي الإزاحة التي يقطعها الجسم في وحدة الزمن.
النوع	كمية قياسية (تحدد بالمقدار فقط).	كمية متجهة (تحدد بالمقدار والاتجاه).
الإشارة	تكون موجبة دائمًا.	تكون موجبة إذا تحرك الجسم في اتجاه معين وسالبة إذا تحرك في عكس هذا الاتجاه.
أمثلة	سيارة تتحرك بسرعة $80\ km/h$	سيارة تتحرك بسرعة $80\ km/h$ شرقًا.
	عداد السرعة الموجودة أمام السائق في السيارة يتحرك مؤشره يمينًا ويسارًا ويحدد هذا العداد مقدار سرعة السيارة $80\ km/h$ ولا يفيدنا بأي شيء في تحديد اتجاه حركتها.	عندما نقول أن سيارة تسير بسرعة $80\ km/h$ يعد هذا وصفًا ناقصًا فعلينا أن نحدد اتجاه حركتها بأن نقول أن السيارة تسير بسرعة $80\ km/h$ نحو الشرق.

لاحظ:

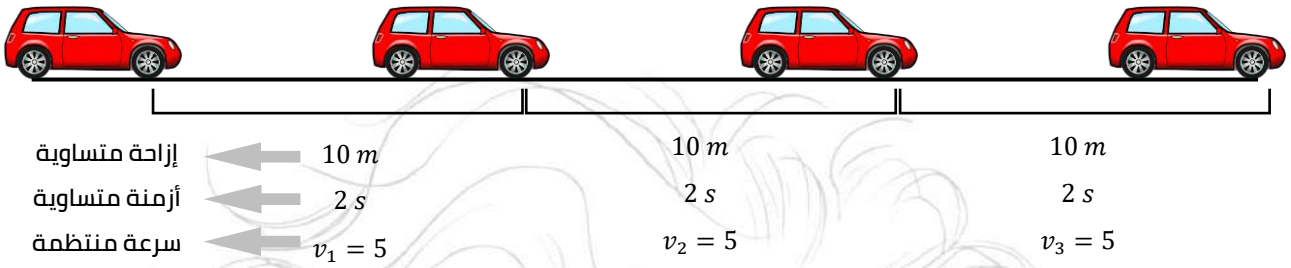
① يستخدم مصطلح السرعة المتجهة وليس السرعة العددية في المصطلحات والمسائل والمعادلات لأن السرعة المتجهة هي التي تصف حركة الجسم وصفًا تامًا.

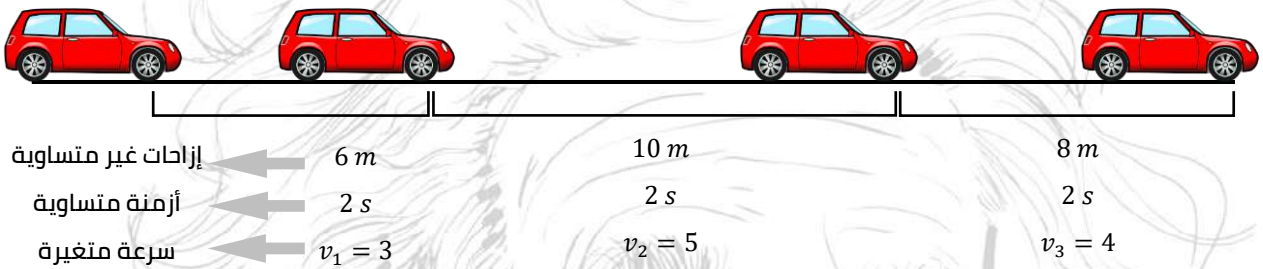
② تتساوى عدديًا سرعة الجسم والإزاحة التي يقطعها إذا كان زمن الحركة $1\ s$ في خط مستقيم.

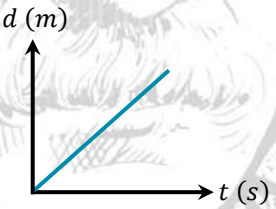
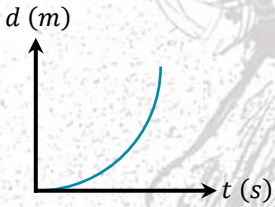
أ/ عبدالرحمن عصام

أنواع السرعة

يمكن وصف السرعة بأنها سرعة منتظمة أو سرعة غير منتظمة، ويتضح الفرق بينهما من الأشكال التالية:





وجه المقارنة	السرعة المنتظمة	السرعة المتغيرة
التعريف	هي السرعة التي يقطع فيها الجسم إزاحات متساوية في أزمنة متساوية.	هي السرعة التي يقطع فيه الجسم إزاحات غير متساوية في أزمنة متساوية.
القيمة	تكون السرعة ثابتة المقدار وفي اتجاه ثابت (خط مستقيم).	تكون السرعة متغيرة في المقدار أو الاتجاه أو الإثنين معًا.
التمثيل البياني		

لاحظ:

① إذا كان الجسم يتحرك مقتربًا من نقطةٍ ما فإن الجسم قد يتحرك بسرعة منتظمة وقد يتحرك بسرعة متغيرة.

② حركة سيارة على الطريق ليست ثابتة (يصعب تحقيق السرعة المنتظمة لسيارة) لأن تتغيّر بحسب أحوال الطريق فأحيانًا تتزايد وأحيانًا تتناقص.

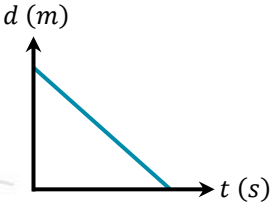
③ يمثّل الجسم الساكن في العلاقة البيانية بين الإزاحة (d) والزمن (t) بخط أفقي يوازي محور الزمن.

④ على الإزاحة التي يقطعها جسم في منحنى (السرعة – الزمن) = المساحة منحنى (السرعة – الزمن).

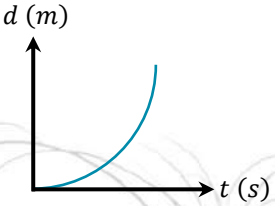
عندما يتحرك جسم بحيث سرعته من نقطة لأخرى (سرعة متغيرة) فإن:

- سرعة الجسم عند لحظة معينة تُسمى السرعة اللحظية.
- متوسط السرعة التي يتحرك بها الجسم تُسمى السرعة المتوسطة.

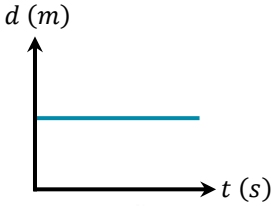
علاقات رسم بياني



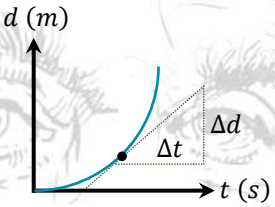
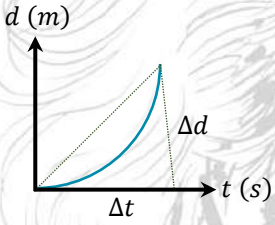
جسم يتحرك بسرعة منتظمة



جسم يتحرك بسرعة متغيرة



جسم ساكن $(v = 0)$

وجه المقارنة	السرعة اللحظية	السرعة المتوسطة
التعريف	هي سرعة الجسم عند لحظة معينة. ويمكن الاستدلال على قيمتها من قراءة مؤشر سرعة السيارة عند لحظةٍ ما.	هي الإزاحة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية مقسومة على الزمن الكلي.
القانون	السرعة اللحظية (v) = التغيّر في الإزاحة / التغيّر في الزمن	السرعة المتوسطة $(\bar{v})$ = الإزاحة الكلية / الزمن الكلي
التمثيل البياني		
الميل	يتم رسم مماس للمنحنى عند النقطة التي تقابل هذه اللحظة ويكون ميل المماس هو السرعة اللحظية.	يتم رسم الخط الواصل بين نقطة بداية الحركة ونقطة نهايتها وميل هذا الخط هو السرعة المتوسطة.

لاحظ:

① تتساوى السرعة المتوسطة مع السرعة اللحظية عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة.

② تختلف السرعة المتوسطة عن السرعة العددية المتوسطة حيث أن:

- السرعة المتوسطة = الإزاحة الكلية ÷ الزمن الكلي (السرعة المتوسطة كمية متجهة).
- السرعة العددية المتوسطة = المسافة الكلية ÷ الزمن الكلي (السرعة العددية المتوسطة كمية قياسية).

أمثلة محلولة:

① قاد شخص سيارة في خط مستقيم فقطع $(8.4\ km)$ في زمن قدره $(0.12\ h)$، ثم نفذ منه وقود السيارة فتركها ومشى في نفس الخط المستقيم لأقرب محطة وقود وقطع $(2\ km)$ في زمن قدره $(0.5\ h)$ احسب سرعته المتوسطة من بداية الحركة حتى نهايتها.

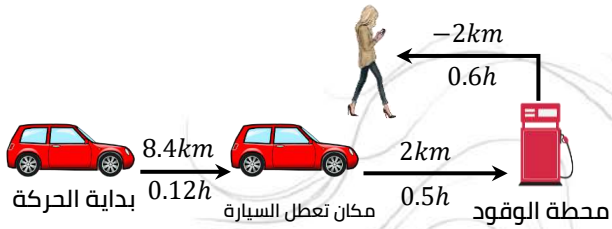
الحل:

$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{8.4 + 2}{0.12 + 0.5} = 16.8\ km/h$$

② إذا افترضنا أن الشخص في المثال السابق عاد مرّة أخرى في زمن قدره $0.6\ h$، احسب السرعة المتوسطة للحركة منذ بدايتها حتى عودته إلى السيارة مرّة أخرى.

الحل:

عندما يعود الشخص إلى السيارة مرّة أخرى فإن إزاحته تصبح $(8.4\ km)$ كما بالرسم.



$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{8.4}{0.12 + 0.5 + 0.6} = 6.89\ km/h$$

في نفس الاتجاه قبل العودة.

③ إذا افترضنا أن الشخص في المثال السابق عاد مرّة أخرى في زمن قدره $0.6\ h$، احسب السرعة المتوسطة للحركة منذ بدايتها حتى عودته إلى السيارة مرّة أخرى.

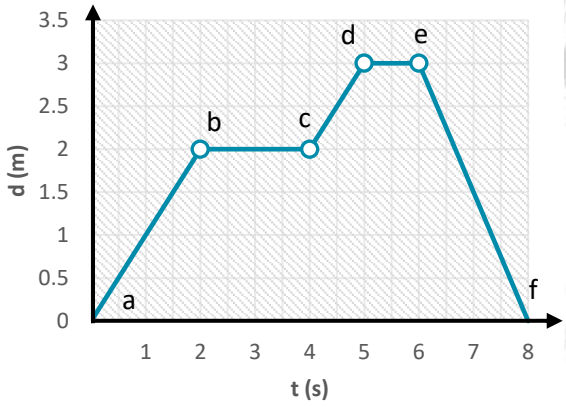
(أ) متى توقفت الفتاة؟ (ب) ما أكبر سرعة تحركت بها الفتاة؟

(حـ) لماذا تكون سرعة عودتها سالبة؟ (د) ما الفرق بين الإزاحة والمسافة التي تقطعهما الفتاة؟

الحل:

(أ) توقفت الفتاة عند نقطتي d, b

(ب) أكب سرعة تحرت بها الفتاة = $1.5\ m/s$



$$V_{ab} = \frac{2-0}{2-0} = \frac{2}{2} = 1\ m/s$$

$$V_{bc} = \frac{2-2}{4-2} = \frac{0}{2} = 0\ m/s$$

$$V_{cd} = \frac{3-2}{5-4} = \frac{1}{1} = 1\ m/s$$

$$V_{de} = \frac{3-3}{6-5} = \frac{0}{1} = 0\ m/s$$

$$V_{ef} = \frac{0-3}{8-6} = \frac{-3}{2} = -1.5\ m/s$$

(حـ) تكون سرعة عودتها سالبة لأنها تتحرك في عكس اتجاه الحركة الأولى.

(د) **الإزاحة:** $d = 0$

$$s = 2 + 1 + 3 = 6\ m$$

أ/عبدالرحمن عصام
اينشتاين في الفيزياء

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. ميل الخط المستقيم المار بنقطة الأصل والذي يمثل العلاقة بين الإزاحة (x) على المحور الرأسي والزمن (t) على المحور الأفقي .....

(أ) سرعة منتظمة. (ب) سرعة متغيرة. (جـ) عجلة متغيرة. (د) -

2. النسبة بين الإزاحة الكلية إلى الزمن الكلي هي السرعة .....

(أ) اللحظية. (ب) المتوسطة. (جـ) العددية. (د) المتغيرة.

3. عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة قدرها $20\ m/s$ تكون سرعته بعد أن يمضي ساعة m/s .....

(أ) 0 (ب) 72000 (جـ) 20 (د) 30

4. تعتبر m/s وحدة قياس .....

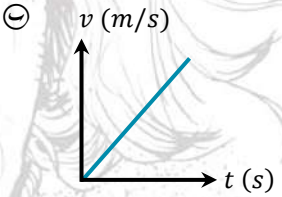
(أ) الإزاحة × الزمن (ب) السرعة × الزمن

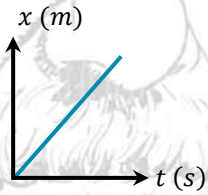
(جـ) الإزاحة لكل وحدة زمن (د) السرعة لكل وحدة زمن

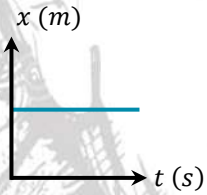
5. المعدل الزمني للتغيّر في الإزاحة عند لحظة معينة هي .....

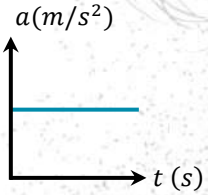
(أ) السرعة المتوسطة. (ب) العجلة اللحظية. (جـ) العجلة المتوسطة. (د) السرعة اللحظية.

6. أي من الأجسام التالية يكون في وضع اتّزان؟

(أ) 

(ب) 

(جـ) 

(د) 

7. في العلاقة البيانية t, d يمثل الجسم الساكن بخط مستقيم ..... لمحور الزمن.

(أ) مائل (ب) رأسي (جـ) موازي (د) منكسر

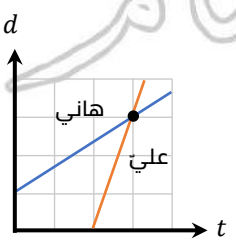
8. يتحرك جسم في خط مستقيم مسافة d بسرعة v ثم يتحرك على نفس مسافة $4d$ بسرعة $2v$ فتكون قيمة السرعة المتوسطة .....

(أ) v (ب) $\frac{3}{2}v$ (جـ) $2v$ (د) $\frac{5}{3}$

9. سيارة تتحرك على طريق مستقيم بحيث تقطع ثلث المسافة بسرعة $25\ km/h$ وباقي المسافة بسرعة $75\ km/h$، فتكون السرعة العادية المتوسطة التي تتحرك بها السيارة هي ..... km/h

(أ) 30 (ب) 45 (جـ) 50 (د) 65

10. يبيّن الشكل المقابل حركة شخصين بسرعة منتظمة فأي العبارات التالية صحيحة؟



(أ) عليّ بدأ الحركة قبل هاني.

(ب) تتساوى سرعة عليّ وهاني عند النقطة A

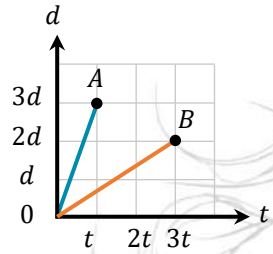
(جـ) هاني له سرعة أقل من سرعة عليّ.

(د) يسبق هاني عليّ بعد تجاوزه النقطة A

11. بدأ جسم حركته من السكون بعجلة منتظمة فكانت سرعته المتوسطة خلال زمن t هي $10\ m/s$ فتكون سرعته المتوسطة خلال زمن $2\ t$ هي ..... m/s

(أ) 10 (ب) 20 (جـ) 30 (د) 40

12. يوضح الرسم البياني المقابل حركة جسمين A, B فتكون النسبة بين سرعتيهما $\frac{V_A}{V_B}$ هي .....

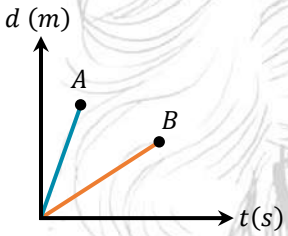


(أ) $\frac{9}{2}$ (ب) $\frac{3}{2}$
(جـ) $\frac{9}{4}$ (د) $\frac{4}{3}$

13. يتحرك جسم من السكون فيستغرق زمن t ليقطع مسافة قدرها d، فإذا استغرق الجسم زمنًا قدره $3\ t$ فإنه يقطع مسافة قدرها ..... المسافة الأولى.

(أ) ثلاثة أمثال (ب) ستة أمثال (جـ) تسعة أمثال (د) تساوي

14. الشكل المقابل يمثل حركة جسمين B, A لذا يكون .....



(أ) سرعة الجسم A أكبر من سرعة الجسم B
(ب) سرعة الجسم B أكبر من سرعة الجسم A
(جـ) يتحركان بنفس السرعة.
(د) يتحركان بنفس العجلة.

15. تحرك شخص حول حديقة في مسار دائري وبعد أن تجاوز نصف محيط الدائرة تكون النسبة بين مقدار السرعة المتوسطة العددية ومقدار السرعة المتوسطة المتجهة .....

(أ) أكبر من الواحد. (ب) أصغر من الواحد.
(جـ) تساوي واحد. (د) تساوي الصفر.

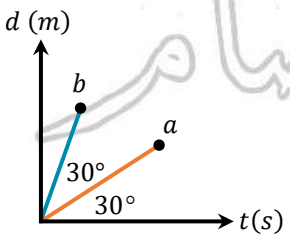
16. إذا تحرك جسم في مسار منحنى تكون النسبة بين السرعة المتوسطة العددية ومقدار السرعة المتوسطة المتجهة .....

(أ) أكبر من الواحد. (ب) أصغر من الواحد.
(جـ) تساوي الواحد. (د) لا يمكن تحديد الإجابة إلا بمعرفة زمن الحركة.

17. تحرك شخص على محيط مربع طول ضلعه $60\ m$ فأكمل دورة كاملة في زمن قدره $120\ s$ تكون سرعته المتوسطة تساوي ..... m/s

(أ) 2 (ب) 0.5 (جـ) 1 (د) 0

18. في الشكل المقابل تكون النسبة بين سرعة الجسم a إلى سرعة الجسم b .....

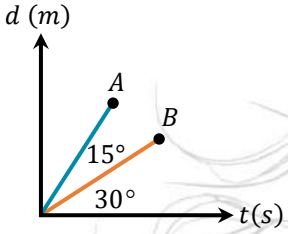


(أ) $\frac{1}{1}$ (ب) $\frac{3}{1}$
(جـ) $\frac{2}{3}$ (د) $\frac{1}{3}$

.19 يعدو شخص في مسار مستطيل الشكل أبعاده $40\ m, 50\ m$ فأكمل دورة كاملة في زمن $100\ s$ فإن السرعة المتوسطة له تساوي ..... m/s

(أ) 9 (ب) 1.8 (جـ) 0.9 (د) 0

.20 الشـكل البياني المقابل يوضـح تغيّر الإزاحة بمرور الزمن عند رسـمهما بنفس مقياس الرسم بجسمين A, B بدأ حركتهما من السكون، فتكون النسبة بين سرعة الجسمين A, B على الترتيب .....



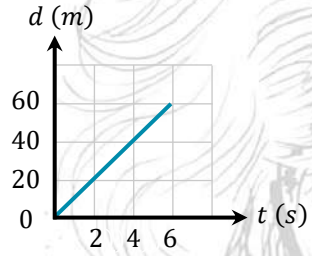
(أ) 0.46 (ب) 2.15

(جـ) $\sqrt{3}$ (د) $\sqrt{2}$

.21 مشـى طالب بسـرعة منتظمة $1\ m/s$ لمدة 10 دقائق ثم جرى بسـرعة منتظمة $4\ m/s$ لمدة 5 دقائق فإن السـرعة المتوسطة خلال 15 دقيقة تساوي ..... m/s

(أ) 3 (ب) 2.5 (جـ) 2 (د) 1.5

.22 الرسم البياني المقابل يبيّن حركة جسم يتحرك بسرعة .....



(أ) غير منتظمة، ومقدارها $10\ m/s$

(ب) غير منتظمة، ومقدارها $40\ m/s$

(جـ) منتظمة، ومقدارها $10\ m/s$

(د) منتظمة، ومقدارها $40\ m/s$

.23 سـيارة تتحرك بسـرعة $90\ km/h$ وعندما ضـغط سـائقها على الفرامل تحركت بعجلة سـالبة $2\ m/s^2$ فإن الزمن اللازم لتوقفها s .....

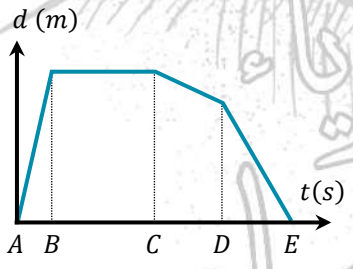
(أ) 12.5 (ب) 45 (جـ) 50 (د) 180

.24 إذا تحرك الجسـم في مسـار منحنى كما بالشـكل فإن النسـبة بين السـرعة المتوسطة القياسية والمتجهة هي ..... من 1

(أ) أكبر من (ب) أصغر من

(جـ) تساوي (د) أكبر أو أصغر من

.25 الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لسيارة تتحرك في خط مستقيم، أي عبارة من العبارات التالية تصف جزء من حركة السيارة بصورة صحيحة؟



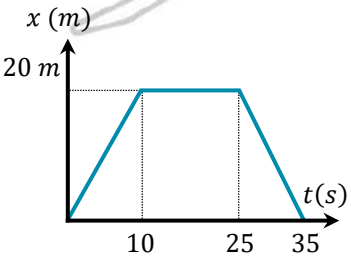
(أ) تحركت السيارة بعجلة منتظمة خلال الفترة AB

(ب) تحركت السيارة بعجلة منتظمة خلال الفترة BC

(جـ) أكبر سرعة تحركت بها السيارة خلال الفترة AB

(د) توقف الجسم خلال الفترة DE

.26 يمثل الشكل البياني حالة جسم خلال 35 ثانية.



المسافة الكلية التي قطعها الجسم خلال هذه الفترة تساوي .....

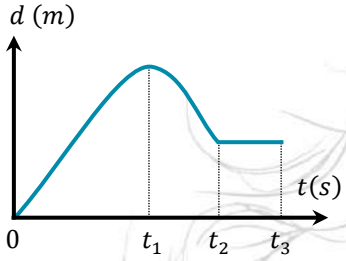
(أ) 0 m (ب) 20 m

(جـ) 40 m (د) 70 m

27. قام طفل بقذف حجر في النهر فإن مقدار سرعة الحجر عند ملامسة سطح الماء هي سرعة .....

(أ) منتظمة. (ب) متغيرة. (جـ) لحظية. (د) نسبية.

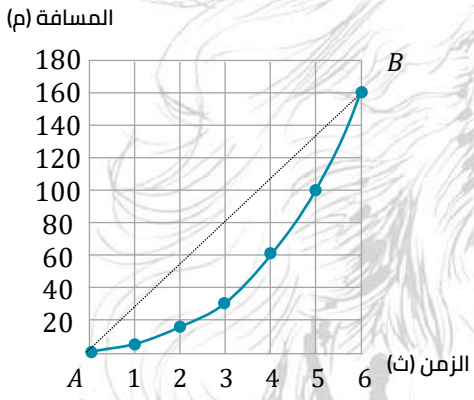
28. في الشكل المقابل تكون الفترة الزمنية التي يكون فيها اتجاه السرعة سالب هي الفترة الزمنية .....



(أ) t_3, t_1 (ب) t_2, t_1

(جـ) t_3, t_1 (د) $t_1, 0$

29. يمثل الشكل البياني حركة جسم في خط مستقيم خلال ست ثوانٍ.



يمثل ميل الخط المستقيم المتقطع AB مقدارًا .....

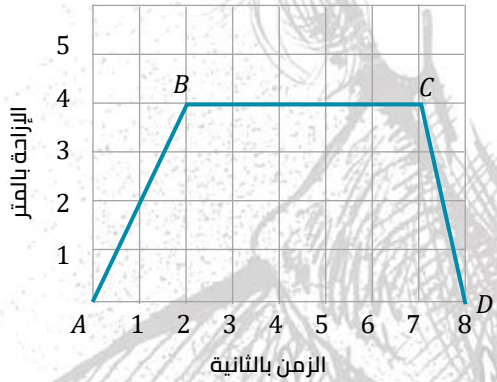
(أ) أكبر من السرعة المتوسطة للجسم خلال الست ثوان.

(ب) أقل من السرعة المتوسطة للجسم خلال الست ثوان.

(جـ) أقل من السرعة اللحظية للجسم عند الثانية السادسة.

(د) يساوي السرعة اللحظية للجسم عند الثانية السادسة.

30. يمثل الشكل البياني حالة جسم خلال 8 ثوانٍ.



أيّ العبارات التالية صحيح؟

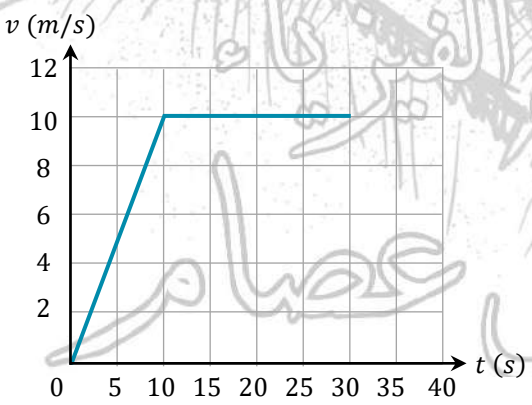
(أ) سرعة الجسم في المرحلة AB أكبر من سرعة الجسم في المرحة CD

(ب) سرعة الجسم في المرحلة AB أقل من سرعة الجسم في المرحلة CD

(جـ) سرعة الجسم في المرحلة AB تساوي سرعة الجسم في المرحلة CD

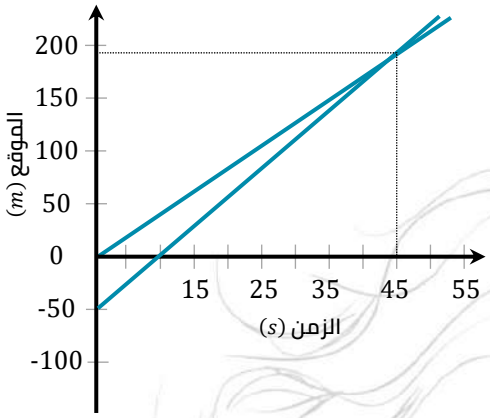
(د) سرعة الجسم في المرحلة BC أكبر من سرعة الجسم في المرحلتين AB وCD

31. جرت سارة في مضمار سباق مستقيم. ويوضح الشكل البياني التغيّر في سرعتها v مع مرور الزمن t بعد مرور 25 ثانية كانت سارة قد قطعت مسافة $200\ m$ أي البيانات الآتية صحيح عند الثانية 25؟



	السرعة اللحظية	السرعة المتوسطة
(أ)	$8\ m\ s^{1}$	$8\ m\ s^{1}$
(ب)	$8\ m\ s^{-1}$	$10\ m\ s^{-1}$
(جـ)	$10\ m\ s^{-1}$	$8\ m\ s^{-1}$
(د)	$10\ m\ s^{-1}$	$10\ m\ s^{-1}$

.32 يمثل الشكل البياني تغيّر موضع عداءين A وB يتحركان في مضمار مستقيم في نفس الاتجاه مع الزمن. في اللحظة التي تجاور فيها العدّاء B مع العدّاء A:



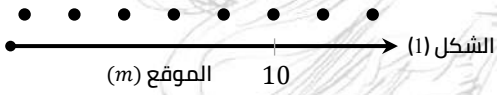
(أ) كانت إزاحة وسرعة العدّاء B مساوية لإزاحة وسرعة العداء A

(ب) كانت إزاحة وسرعة العداء B أكبر من إزاحة وسرعة العداء A

(جـ) كانت إزاحة وسرعة العداء B أصغر من إزاحة وسرعة العداء A

(د) كانت إزاحة العداء B أكبر من إزاحة العداء A، بينما سرعة العداء B مساوية لسرعة العداء A

.33 يبيّن الشكل (1) التغيّر في موضع جسم متحرك (x) تم رصده كل فترة زمنية تساوي $(2s)$، بينما يمثل الشكل (2) منحنى (الإزاحة – الزمن) لجسم آخر (y).



أي العبارات الآتية يصف حركة الجسمين وصفًا صحيحًا؟

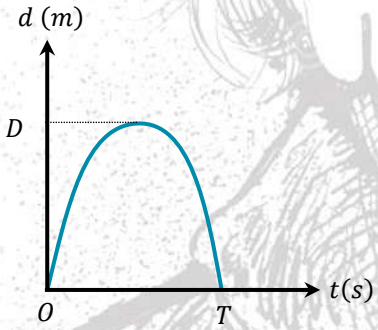
(أ) الجسمان يتحركان بنفس السرعة.

(ب) سرعة الجسم (x) ضِعف سرعة الجسم (y)

(جـ) سرعة الجسم (x) نصف سرعة الجسم (y)

(د) سرعة الجسم (x) ربع سرعة الجسم (y)

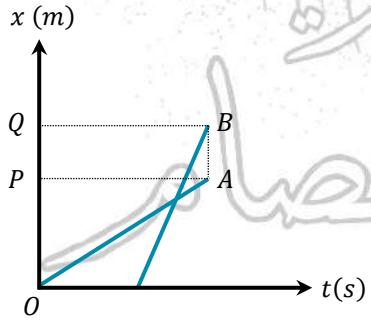
.34 قذفت كرة رأسيًا إلى أعلى المنحنى المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة الرأسية والزمن، أي من الاختبارات التالية تمثل قيمة المسافة الكلية والسرعة المتجهة في الفترة الزمنية (O,T)



	المسافة الكلية	السرعة المتجهة
(أ)	صفر	صفر
(ب)	صفر	$\frac{2D}{T}$
(جـ)	$2D$	$\frac{2D}{T}$
(د)	$2D$	صفر

المقالي

.1 في الرسم البياني الذي أمامك العلاقة بين الإزاحة والزمن لطالبين B,A أثناء عودتهم من المدرسة إلى منازلهم على الترتيب، أي من الطالبين B,A بدأ العودة من المدرسة في وقت مبكرًا عن الآخر؟



.....

.....

.....

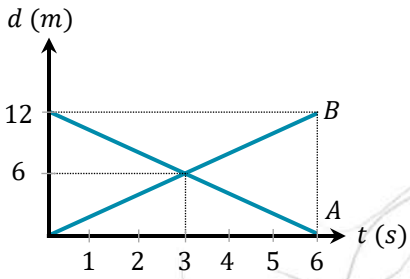
.....

مذكرات جاهزة
mozkratgahza.com

2. **الشكل المقابل**

يمثل منحنى (الإزاحة - الزمن) لحركة جسمين B, A.

احسب السرعة للجسمين B, A عند زمن قدره $3\ s$



.....

.....

.....

.....

3. **النموذجين B, A يوضحان الإزاحة التي يقطعها جسمين مختلفين، ما السرعة التي يتحرك بها كل جسم؟**

.....

أينشتاين في الفيزياء
أ/ عبدالرحمن عصام

3 العجلة

إذا تغيّرت سرعة جسم متحرك من نقطة لأخرى في المقدار أو الاتجاه أو الإثنين معًا فإن:

① الكمية الفيزيائية التي تعبّر عن التغيّر في السرعة بالنسبة إلى الزمن تُسمى بالعجلة.

② الحركة التي يحدث فيها تغيّر في السرعة بمرور الزمن تُسمى بالحركة المعجّلة.

الحركة المعجّلة
هي الحركة التي يحدث فيها تغيّر للسرعة بمرور الزمن.

تعريفها:

① هي التغيّر في سرعة الجسم خلال وحدة الزمن.

② هي المعدل الزمني للتغيّر في السرعة.

قانونها:

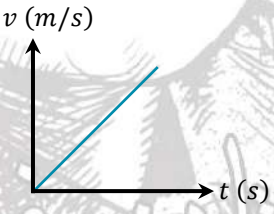
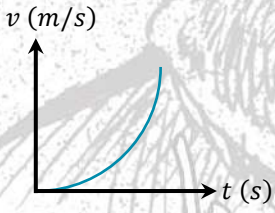
$$\text{العجلة} = \frac{\text{التغيّر في السرعة}}{\text{التغيّر في الزمن}} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن النهائي} - \text{الزمن الابتدائي}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

وحدة قياسها: متر/ ثانية^2 (m/s^2)

صيغة أبعادها: LT^{-2}

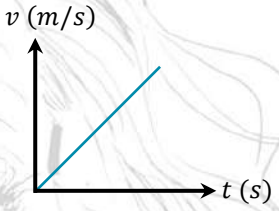
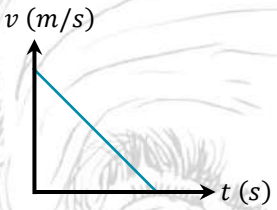
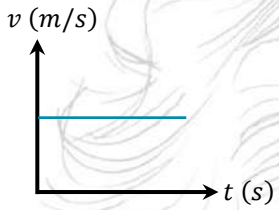
نوعها: كمية متجهة لأنّها ناتج قسمة السرعة وهي كمية متجهة على الزمن وهو كمية قياسية.

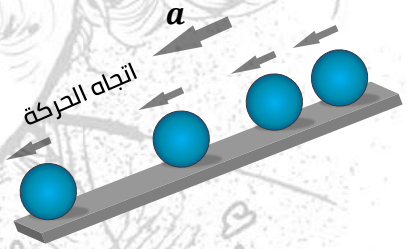
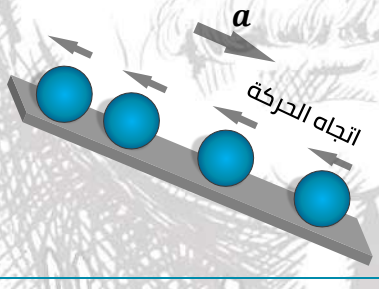
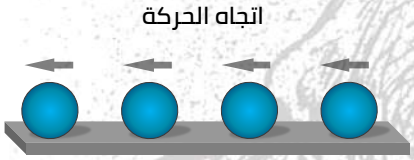
وجه المقارنة	العجلة المنتظمة	العجلة المتغيّرة
التعريف	العجلة التي يتحرك بها الجسم عندما تتغيّر سرعته بمقادير متساوية في أزمنة متساوية.	العجلة التي يتحرك بها الجسم عندما تتغيّر سرعته بمقادير غير متساوية في أزمنة متساوية.
القانون	خط مستقيم ميله يكون ثابت.	خط منحني ميله غير ثابت (ميل المماس للمنحنى عند أي نقطة).
التمثيل البياني		

إذا اعتبرنا أنَّ اتجاه سرعة الجسم هو الاتجاه الموجب فقد يتحرك هذا الجسم بعجلة:

① موجبة (سرعة تزايدية). ② سالبة (سرعة تناقصية). ③ تساوي صفر (سرعة منتظمة).

أ/ عبدالرحمن عصام

العجلة الموجبة	العجلة السالبة	العجلة الصفرية
العجلة التي يتحرك بها الجسم عندما تزداد سرعته بمرور الزمن.	العجلة التي يتحرك بها الجسم عندما تقل سرعته بمرور الزمن.	العجلة التي يتحرك بها الجسم عندم تكون سرعته ثابتة بمرور الزمن.
تكون فيها السرعة النهائية أكبر من السرعة الابتدائية.	تكون فيها السرعة النهائية أقلّ من السرعة الابتدائية.	تكون فيها السرعة النهائية تساوي السرعة الابتدائية.
تنطبق على أي حركة تبدأ من السكون.	تنطبق على حالة استخدام الفرامل في وسائل المواصلات.	تنطبق على الجسم الساكن وعلى الجسم المتحرك بسرعة ثابتة.
التمثيل البياني: خط مستقيم يبدأ من نقطة الأصل أو من أي نقطة على محور السرعة. 	**التمثيل البياني:** خط مستقيم ينتهي عند محور الزمن. 	**التمثيل البياني:** خط مستقيم يوازي محور الزمن. 

العجلة الموجبة	العجلة السالبة	العجلة الصفرية
مثال: عندما تهبط الكرة المستوى المائل تزداد سرعتها بمرور الزمن، وبالتالي تكون العجلة موجبة.	**مثال:** عندما تصعد الكرة المستوى المائل تقلّ سرعتها بمرور الزمن وبالتالي تتحرك بعجلة سالبة.	**مثال:** عندما تتحرك الكرة على مستوى أفقي أملس لا تتغير سرعتها وبالتالي تكون العجلة تساوي صفرًا.
		

لاحظ:

① عندما يتحرك ترام بعجلة منتظمة $60\ m/s^2$ فمعنى ذلك أن سريعة الترام تزداد بمقدار $60\ m/s$ في كل $1s$ أو أن المعدل الزمني للزيادة في سرعة الترام = $60\ m/s^2$

② عندما يتحرك قطار بعجلة منتظمة $-30\ m/s^2$ فمعنى ذلك أن سرعة القطار تقلّ بمقدار $30\ m/s$ في كل $1s$ أو أنّ المعدّل الزمني للنقص في سرعة القطار = $30\ m/s^2$

إرشادات حل المسائل

① إذا بدأ الجسم حركته من السكون فإن سرعته الابتدائية (v_i) = صفر.

② عندما يتوقف الجسم عن الحركة (استخدام الفرامل أو الكابح/ إشارة حمراء)
فإن سرعته النهائية (v_f) = صفر

③ عندما تكون السرعة النهائية أكبر من السرعة الابتدائية تكون العجلة موجبة (سرعة تزايدية)
أي أن $(a = +)$

④ عندما تكون السرعة النهائية أقلّ من السرعة الابتدائية تكون العجلة سالبة (سرعة تناقصية)
أي أن $(a = -)$

⑤ إذا تحرك جسم بسرعة منتظمة تكون السرعة النهائية تساوي السرعة الابتدائية ويكون $(a = 0)$.

⑥ لتحويل وحدة قياس السرعة من km/h إلى m/s نضرب في $\frac{5}{18}$

أمثلة محلولة:

① طائرة جامبو تلامس أرضية الممر أثناء هبوطها بسرعة ابتدائية $160\ m/s$ وتتطلّب زمنًا قدره $32\ s$ لتتوقف تمامًا. احسب العجلة التي تتحرك بها خلال تلك الفترة.

$v_i = 160$
$t = 32$
$v_f = 0$
$a = ?$

الحل:

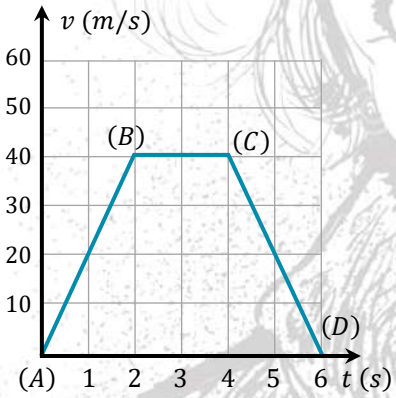
$$a = \frac{v_f - V_i}{t} = \frac{0 - 160}{32} = -5\ m/s^2$$

② من الشكل البياني المقابل:

أ) صف نوع الحركة التي يتحرك بها الجسم خلال $6\ s$

ب) احسب عجلة الحركة في كل جزء.

جـ) احسب المسافة التي قطعها الجسم خلال حركته من B إلى C



الحل:

أ) خلال الثانيتان $2,1$ يتحرك الجسم بعجلة منتظمة موجبة.
خلال الثانيتان $4,3$ يتحرك الجسم بسرعة منتظمة (عجلة صفرية).
خلال الثانيتان $6,5$ يتحرك الجسم بعجلة منتظمة سالبة.

ب) من A إلى B:
$$a = \frac{40 - 0}{2 - 0} = 5\ m/s^2$$

من B إلى C:
$$a = \frac{40 - 40}{4 - 2} = 0$$

من C إلى D:
$$a = \frac{0 - 40}{6 - 4} = 20\ m/s^2$$

جـ)
$$d = 40 \times (4 - 2) = 80\ m$$

أ/ عبدالرحمن عصام

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. صيغة أبعاد العجلة .....

أ) LT^{-1} ب) LT^{-2} جـ) $L^{-1}T^{-2}$ د) $L^{-2}T^{-2}$

2. عندما يكون التغيّر في سرعة جسم صفرًا يكون .....

أ) عجلة حركته موجبة. ب) عجلة حركته سالبة.
جـ) عجلة حركته صفرًا. د) الجسم ساكنًا.

3. إذا كان اتجاهيّ السرعة والعجلة سالبين .....

أ) تزداد سرعة الجسم. ب) تتناقص سرعة الجسم.
جـ) يتحرك الجسم بسرعة ثابتة. د) يتوقف الجسم عن الحركة.

4. الوحدة m/s^2 تُستخدم لقياس معدّل التغيّر في .....

أ) الإزاحة. ب) السرعة. جـ) العجلة. د) المسافة.

5. عندما يقطع الجسم إزاحات متساوية في أزمنة متساوية فإن العجلة تكون .....

أ) موجبة. ب) سالبة. جـ) صفرية. د) -

6. إذا تحرك جسم في خط مستقيم بحيث يقطع إزاحات متساوية في أزمنة متساوية فإن العجلة تكون

أ) موجبة. ب) سالبة. جـ) صفرية. د) -

7. جسم يتحرك بسرعة منتظمة مقدارها $5\ m/s$ لمدة $5\ s$ فإن العجلة التي يتحرك بها تساوي m/s^2 .....

أ) -5 ب) 5 جـ) 1 د) 0

8. إذا كان اتجاه عجلة الجسم هو عكس اتجاه سرعته .....

أ) تتساوى السرعة اللحظية مع المتوسطة. ب) تنعدم الإزاحة.
جـ) تزيد سرعة الجسم بمرور الزمن. د) تقلّ سرعة الجسم بمرور الزمن.

9. عندما تسير سيارة بسرعة ثابتة في اتجاه الشرق تكون العجلة التي تتحرك بها السيارة .....

أ) موجبة. ب) سالبة. جـ) صفرية. د) -

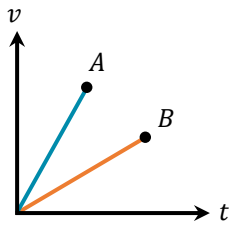
10. استغرق سيارة أربع ثواني لتصل سرعتها إلى تسعة أمثال سرعتها الابتدائية فإن السيارة تحركت بعجلة قيمتها العددية تساوي ..... سرعتها الابتدائية.

أ) نصف ب) ضعف جـ) ثلاثة أمثال د) أربعة أمثال

11. النسبة بين السرعة النهائية والسرعة الابتدائية لجسم يتحرك بعجلة سالبة .....

أ) أكبر من الواحد. ب) أقل من الواحد. جـ) يساوي الواحد. د) -

12. الخطان البيانيان B, A يمثلان علاقة (السرعة - الزمن) لسيارة سباق فإن العجلة التي تتحرك بها السيارة A .....

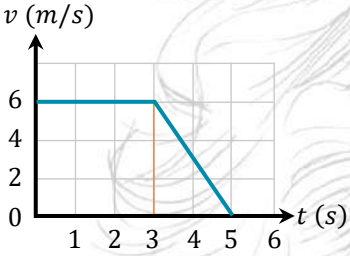


(أ) أكبر من عجلة السيارة B
(ب) تساوي العجلة التي تتحرك بها السيارة B
(جـ) أقلّ من عجلة السيارة B
(د) نصف عجلة السيارة B

13. الجسم الذي يقطع مسافات متساوية في أزمنة متساوية يتحرك .....

(أ) بعجلة منتظمة.
(ب) بعجلة موجبة.
(جـ) بعجلة سالبة.
(د) بعجلة صفرية.

14. الشـكل المقابل يمثّل علاقة بيانية تصـف حركة جسـم في فترة زمنية $5\ s$ فتكون الإزاحة الحادثة له تساوي m .....



(أ) 30
(ب) 60
(جـ) 48
(د) 24

15. ميل الخط المستقيم المار بنقطة الأصل والذي يمثّل العلاقة بين الإزاحة (d) على المحور الرأسي والزمن (t) على المحور الأفقي .....

(أ) سرعة منتظمة.
(ب) عجلة متغيرة.
(جـ) سرعة متغيرة.
(د) عجلة منتظمة.

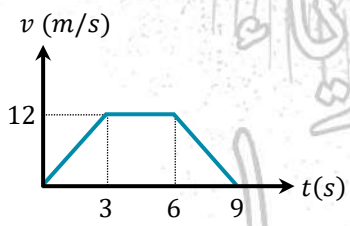
16. يتحرك جسم بعجلة صغرية وذلك لأنه .....

(أ) يتحرك بسرعة ثابتة.
(ب) يعود لنقطة البداية بتباطؤ.
(جـ) يتحرك بعجلة منتظمة.
(د) -

17. إذا كان مقدار سرعة الجسم يتناقص بمعدل ثابت فإن الجسم .....

(أ) يتحرك بعجلة منتظمة.
(ب) يقسط سقوطًا حرًا.
(جـ) يتحرك بسرعة منتظمة.
(د) يتحرك بعجلة غير منتظمة.

18. في الشكل المقابل تكون المسافة التي يتحركها الجسم تساوي



(أ) $9\ m$
(ب) $36\ m$
(جـ) $18\ m$
(د) $72\ m$

19. جسم يتحرك بسرعة منتظمة مقدارها $5\ m/s$ لمدة $5\ s$ فإن العجلة التي يتحرك بها تساوي m/s^2 .....

(أ) -5
(ب) 1
(جـ) 5
(د) 0

20. إذا كان اتجاه كل من السرعة والعجلة موجب فإن سرعة الجسم .....

(أ) تزيد. (ب) تقلّ. (جـ) قد تزيد وقد تقل. (د) لا تتغيّر.

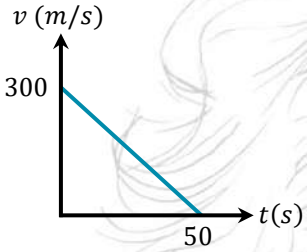
21. إذا قطعت سيارة $32\ km$ في اتجاه الجنوب خلال $0.5\ h$ ثم غيّرت اتجاه حركتها فقطعت $40\ km$ في اتجاه الشرق خلال $2.5\ h$ فإن السرعة العددية المتوسطة للسيارة تساوي km/h .....

(أ) 25.21 (ب) 16.67 (جـ) 23.33 (د) 27.42

22. عند زيادة زمن التغيّر في السرعة بمقدار الضِعف فإن العجلة .....

(أ) تقل للنصف. (ب) تقل للثلث. (جـ) تزداد للضعف. (د) تزيد أربع أمثال.

23. في الشكل البياني المقابل يتحرك الجسم بعجلة تساوي .....

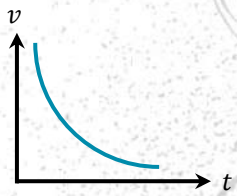


(أ) $-\frac{1}{6}$ (ب) $+\frac{1}{6}$
(جـ) -6 (د) $+6$

24. جسم يتحرك بعجلة منتظمة من السكون فقطع إزاحة d خلال زمن t فإنه يقطع خلال زمن $2\ t$ إزاحة مقدارها .....

(أ) $\sqrt{2}\ d$ (ب) $4\ d$ (جـ) $2\ d$ (د) d

25. الرسم البياني لسيارة تتحرك بعجلة .....



(أ) منتظمة موجبة. (ب) متغيرة سالبة.
(جـ) منتظمة موجبة ثم سالبة. (د) متغيرة سالبة ثم موجبة.

26. إذا انعدمت عجلة تُحرك جسم متحرك فإن هذا يعني أنعدام .....

(أ) كتلته. (ب) سرعته.
(جـ) محصلة القوى المؤثرة عليه. (د) إزاحته.

27. جسم متحرك بسرعة قدرها $48\ m/s$ ثم تغيّرت إلى $4\ m/s$ خلال فترة زمنية $11\ s$، معنى ذلك أن ...

(أ) الجسم يقطع إزاحات متساوية. (ب) الجسم يقطع إزاحات غير متساوية.
(جـ) الجسم يكتسب عجلة سالبة. (د) الجسم يكتسب عجلة موجبة قدرها $4\ m/s^2$

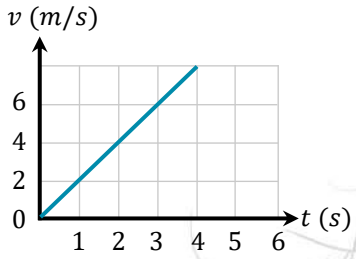
28. إذا كان مقدار سرعة الجسم يتناقص بمعدل ثابت فإن الجسم .....

(أ) الجسم سرعته تتغيّر بمقادير متساوية في أزمن غير متساوية.
(ب) الجسم متحرك بعجلة متغيرة.
(جـ) الجسم يقطع إزاحات متساوية في فترات زمنية متساوية.
(د) الجسم يتحرك بسرعة متغيرة.

29. يدّعي متسابق أنه يستطيع تعجيل سيارته من السكون إلى $180\ km/h$ خلال $4\ s$ فإنه يتوقّع أنّ يقطع مسافة $30\ m$ من السكون خلال زمن s .....

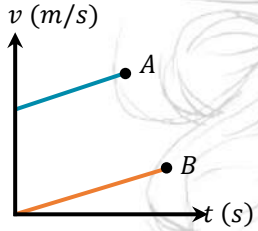
(أ) 12 (ب) 3.14 (جـ) 2.19 (د) 2.15

30. الرسم البياني المقابل يوضح حركة سيارة بعجلة منتظمة فتكون سرعتها بعد $100\ m$ هي ..... m/s



(أ) $10\sqrt{3}$ (ب) $10\sqrt{2}$
(جـ) 10 (د) 20

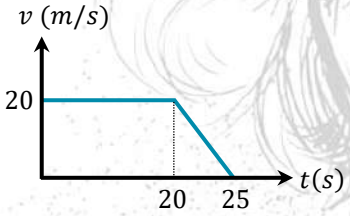
31. في الشكل المقابل: يوضح جسمين B, A يتحركان طبقًا للرسم البياني، فإن .....



(أ) العجلة التي يتحرك بها الجسم A أكبر من العجلة التي يتحرك بها الجسم B
(ب) العجلة التي يتحرك بها الجسم B أكبر من العجلة التي يتحرك بها الجسم A
(جـ) العجلة التي يتحرك بها الجسم A = العجلة التي يتحرك بها الجسم B
(د) لا يمكن تحديد الإجابة.

32. إذا تحرك جسم في اتجاه الشمال وتأثر بعجلة منتظمة في اتجاه الغرب يكون .....
(أ) السرعة الابتدائية أكبر من السرعة النهائية.
(ب) السرعة الابتدائية أقلّ من السرعة النهائية.
(جـ) السرعة الابتدائية تساوي السرعة النهائية.
(د) السرعة ثابتة المقدار.

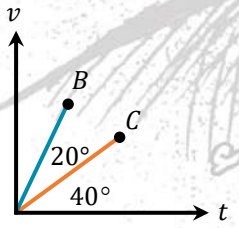
33. الشكل المقابل يمثّل حركة سيارة، فإن العجلة التي يتحرك بها السيارة في الخمس ثوانٍ الأخيرة هي ..... m/s^2



(أ) 5 (ب) 4
(جـ) 2 (د) -4

34. تتحرك درّاجة بسرعة تزايدية، أيٌّ مِن التوقعات الآتية يعتبر صحيحًا بالنسبة لسرعتها ولعجلتها؟
(أ) السرعة موجبة، العجلة سالبة.
(ب) السرعة سالبة، العجلة سالبة.
(جـ) السرعة موجبة، العجلة صفر.
(د) السرعة سالبة، العجلة موجبة.

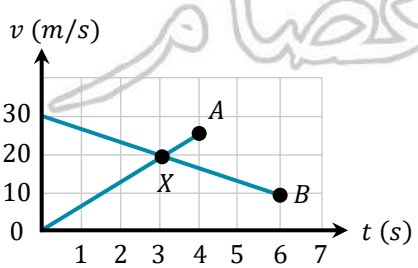
35. يبيّن الشكل البياني العلاقة بين سرعة جسمين (B, C) مع الزمن. فتكون النسبة بين عجلة الحركة للجسم C إلى عجلة الحركة للجسم B هي .....



(أ) 0.43 (ب) 0.48
(جـ) 2.06 (د) 2.3

36. سيارة تتسارع بانتظام من سكون لتكتسب سرعة (v) عندما تقطع مسافة (d)، تكون سرعة السيارة عندما تقطع مسافة $(4\ d)$ هي .....
(أ) $4\ v$ (ب) $2\ v$ (جـ) $\sqrt{2}\ v$ (د) v

37. يوضح الرسم البياني المقابل العلاقة بين سرعة حركة جسمين B, A والزمن، فأيّ من العبارات التالية صحيح؟

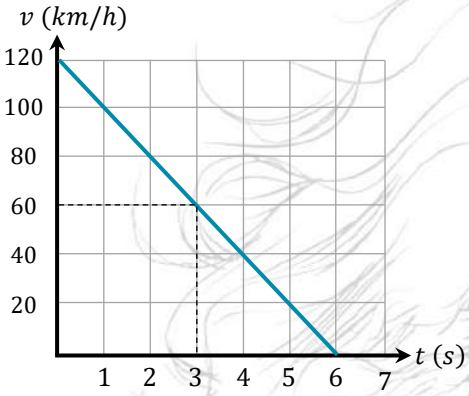


(أ) سرعة A تزداد، سرعة B تزداد.
(ب) عجلة B, A في نفس الاتجاه.
(جـ) عجلة A أكبر من عجلة B
(د) يلتقي الجسمان في نفس الموضع بعد $3\ s$

38. جسم بدء حركته من السكون بعجلة منتظمة فكانت سرعته المتوسطة بعدما يقطع $8\ m$ من بداية الحركة هي $8\ m/s$ سرعته في نهاية الثانية الرابعة ..... m/s

(أ) 6.8 (ب) 8 (جـ) 10 (د) 6.4

39. الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين (السرعة - الزمن) لحركة سائق عندما بدأ بالضغط على فرامل السيارة لتخفيف السرعة استعدادًا للتوقف، ما مقدار التغيّر في السرعة بـ (m/s^2) خلال الثلاث ثوان الأولى؟

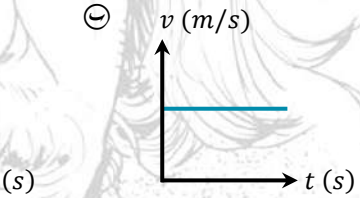


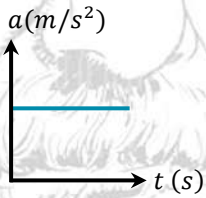
(أ) -5.55 (ب) -11.11
(جـ) -40 (د) -20

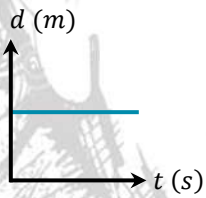
40. السرعة المتوسطة لجسم خلال فترة زمنية يساوي السرعة اللحظية له عندما يتحرك بعجلة .....

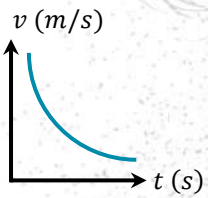
(أ) تساوي صفر. (ب) منتظمة. (جـ) موجبة. (د) سالبة.

41. أيٌّ من الرسومات البيانية التالية تعبّر عن جسم يتحرك بعجلة منتظمة تؤدي لزيادة سرعة الجسم؟

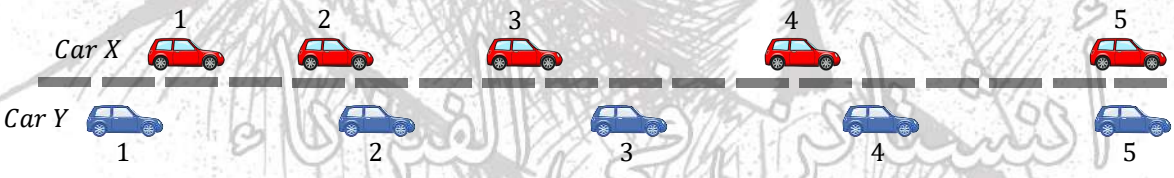
(أ) 

(ب) 

(جـ) 

(د) 

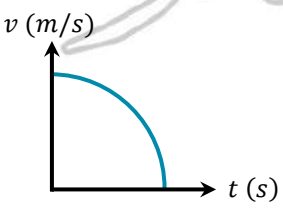
42. تم تمثيل أماكن سيارتين X وY على فترات زمنية متتابعة مقدار كل منها 1 ثانية بالأشكال المرقمة في الشكل السفلي. وكان اتجاه حركة السيارتين إلى اليمين.



أي العبارات التالية تصف بصورة صحيحة حركة السيارتين؟

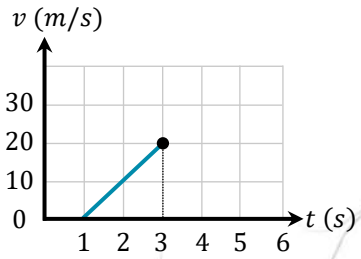
(أ) تتحرك السيارتان بسرعة غير منتظمة.
(ب) تتحرك السيارة X بسرعة منتظمة، بينما تتحرك السيارة Y بعجلة منتظمة.
(جـ) تتحرك السيارة X بعجلة غير منتظمة، بينما تتحرك السيارة Y بسرعة منتظمة.
(د) تتحرك السيارة X بعجلة منتظمة، بينما تتحرك السيارة Y بسرعة منتظمة.

43. المنحنى البياني الموضح يمثّل العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) لسيارة تتحرك بعجلة .....



(أ) ثابتة موجبة. (ب) متغيرة سالبة.
(جـ) متغيرة موجبة. (د) صفرية.

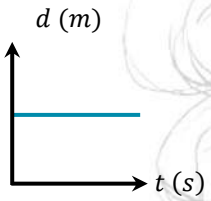
.44 الشـكل المقابل يوضـح العلاقة (سـرعة – زمن) لجسـم، فإن قيمة إزاحته الكلية .....

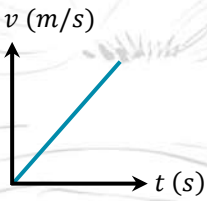


(أ) $0.2\ m$ (ب) $2\ m$

(جـ) $20\ m$ (د) $120\ m$

.45 الشكل البياني الذي يمثل حركة جسم بسرعة منتظمة هو الشكل:

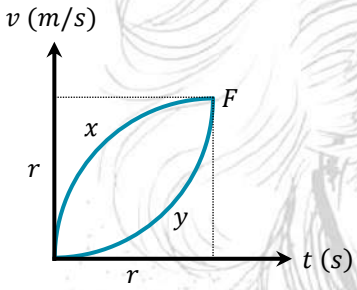
(أ) 

(ب) 

(جـ)

(د)

.46 تتحرك سـيارتان y, x حسـب العلاقة البيانية الموضـحة بالشـكل وعندما تتقابل السيارتان عند F تكون .....



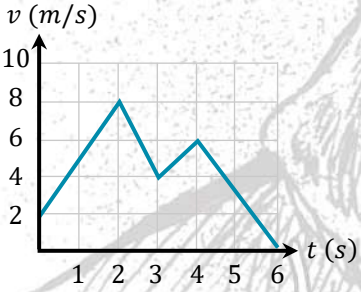
(أ) عجلة x = صفر، عجلة y أقصى قيمة.

(ب) عجلة y, x أقصى قيمة.

(جـ) عجلة y, x = صفر.

(د) عجلة x أقصى قيمة، عجلة y = صفر.

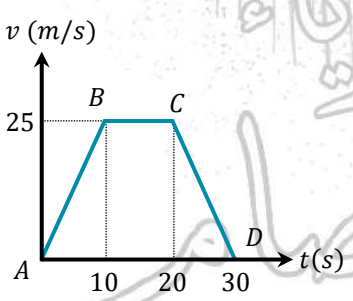
.47 في الشكل البياني المقابل قيمة العجلة عند الثانية 2 تساوي m/s^2 .....



(أ) 0 (ب) $\frac{8}{6}$

(جـ) 4 (د) 3

.48 تحركت سـيّارة في خط مسـتقيم لمدة ثلاثون ثانية كما هو موضـح بالرسم، حدِّد نوع السرعة والعجلة في الفترة الزمنية (BC).



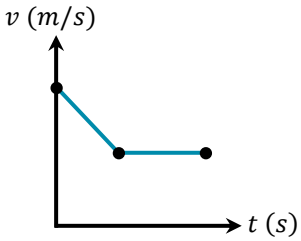
(أ) سرعة تزايدية وعجلة مساوية للصفر.

(ب) سرعة منتظمة وعجلة موجبة.

(جـ) سرعة منتظمة وعجلة مساوية للصفر.

(د) سرعة تناقصية وعجلة مساوية للصفر.

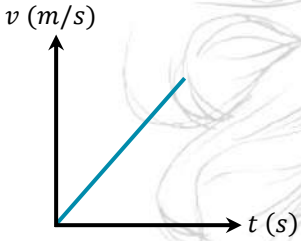
49. الشـكل المقابل يوضـح العلاقة بين (سـرعة - زمن) لجسـم يتحرك في خط مستقيم.



فإن المساحة بين ABC ومحور السينات تمثّل .....

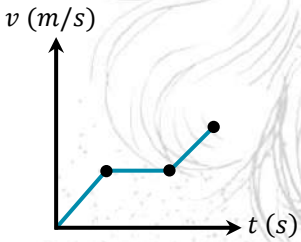
(أ) السرعة المتوسطة للجسم المتحرك.
(ب) العجلة التي يتحرك بها الجسم.
(جـ) الإزاحة الحادثة للجسم المتحرك.
(د) الشغل المبذول على الجسم المتحرك.

50. الشـكل البياني التالي يوضـح العلاقة بين السـرعة (v) والزمن (t) لجسـم متحرك، اختر إجابتين تصفان حركة الجسم.



(أ) يتحرك مسافات متساوية في أزمنة متساوية.
(ب) تتغيّر سرعته بمعدّل غير ثابت.
(جـ) يتحرك بعجلة ثابتة.
(د) يتحرك بسرعة ثابتة.
(هـ) تتغيّر سرعته بمعدّل ثابت.

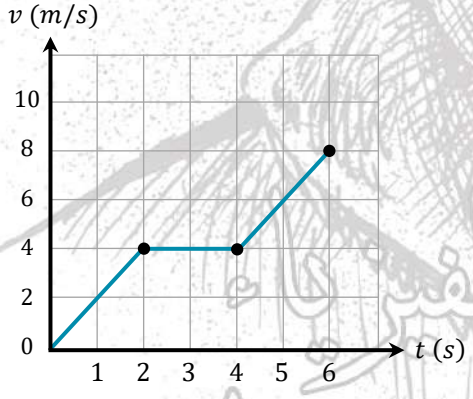
51. من الشكل البياني المقابل:



تكون العجلة التي يتحرك بها الجسم خلال الفترة الزمنية (BCD)

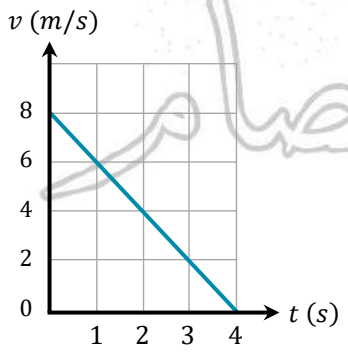
(أ) صفر ثم منتظمة موجبة.
(ب) منتظمة سالبة ثم صفر.
(جـ) صفر ثم منتظمة سالبة.
(د) منتظمة موجبة ثم صفر.

52. يمثّل الشـكل البياني المقابل العلاقة بين سـرعة جسـم متحرك في خط مسـتقيم مع الزمن، فتكون قيمة المسـافة التي قطعها الجسم خلال 6 ثواني هي .....



(أ) $12\ m$ (ب) $24\ m$
(جـ) $16\ m$ (د) $48\ m$

53. من الشكل البياني التالي المقابل:



تكون قيمة العجلة التي يتحرك بها الجسم .....

(أ) سالبة $4\ m/s^2$
(ب) سالبة $2\ m/s^2$
(جـ) موجبة $4\ m/s^2$
(د) موجبة $2\ m/s^2$

معادلات الحركة

تطبيقات علي الحركة

المقذوفات

معادلات الحركة

1 الحركة بعجلة منتظمة

- تعتبر حركة جسم بعجلة منتظمة ذات أهمية خاصة لأنّ الكثير من الحركات في الطبيعة تتم بعجلة منتظمة مثل:
  ① سقوط الأجسام بالقرب من سطح الأرض.
  ② حركة المقذوفات.
- إذا افترضنا أنّ جسمًا يتحرك في خط مستقيم بعجلة منتظمة (a) حيث بدأ الحركة بسرعة ابتدائية (v_i) ليقطع إزاحة (d) زمن قدره (t) وأصبحت سرعته النهائية (v_f) فإنه يمكن وصف حركته بمعادلات تُسمى معادلات الحركة.

المعادلة الأولى (معادلة السرعة والزمن)

إذا تغيّرت سرعة جسم بمعدّل ثابت من سرعة ابتدائية (v_i) إلى سرعة نهائية (v_f) خلال زمن (t) فإن:

$\Delta v = v_f - v_i$ (التغيّر في السرعة)

$\Delta t = t - 0 = t$ (التغيّر في الزمن)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

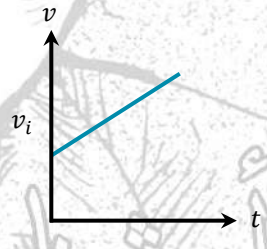
$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

$$v_f = v_i = at$$

$$\boldsymbol{v_f = v_i + at}$$

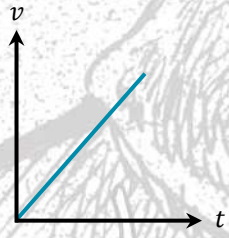
أي أن: السرعة النهائية = السرعة الابتدائية + التغيّر في السرعة.

ويمكن تمثيل المعادلة الأولى للحركة بيانيًا كما يلي:



جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ حركته بسرعة $(v_i \neq 0)$

الميل = a



جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ حركته من السكون $(v_i = 0)$

الميل = a

أ/ عبدالرحمن عصام

المعادلة الثانية (معادلة الإزاحة والزمن)

يمكن حساب السرعة المتوسطة التي يتحرك بها الجسم باستخدام العلاقة: $\bar{v} = \frac{d}{t}$

نظرًا لأن الجسم يتحرك بعجلة منتظمة فإنه يمكن حساب السرعة المتوسطة باستخدام العلاقة: $\bar{v} = \frac{v_i + v_f}{2}$

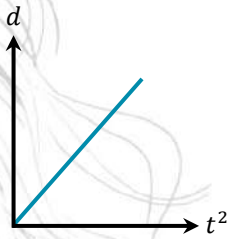
من المعادلتين السابقتين يكون: $\frac{d}{t} = \frac{v_i - v_f}{2}$

بالتعويض عن (v_f) من المعادلة الأولى للحركة: $\frac{d}{t} = \frac{v_i + v_i + v_f}{2} = \frac{2v_i + v_f}{2} = \frac{2v_i}{2} + \frac{at}{2} = v_i + \frac{1}{2}at$

بضرب الطرفين في (t) نحصل على:

$$d = v_i t + \frac{1}{2}at^2$$

ويمكن تمثيل المعادلة الثانية للحركة بيانيًا كما يلي:



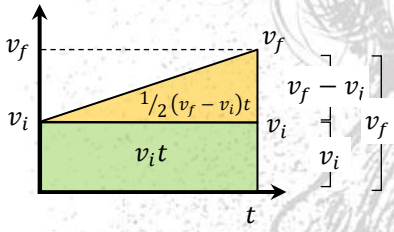
جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ حركته من السكون.

الميل = $\frac{1}{2}a$

استنتاج المعادلة الثانية للحركة بيانيًا

يمكن استنتاج معادلة الحركة الثانية وحساب الإزاحة المقطوعة بحساب المساحة تحت منحنى (السرعة - الزمن) وذلك بتقسيم هذه المساحة إلى مستطيل ومثلث.

الإزاحة المقطوعة= المساحة المظللة



= مساحة المستطيل السفلي + مساحة المثلث العلوي

= (الطول × العرض) + ($\frac{1}{2}$ القاعدة × الارتفاع)

$= \frac{1}{2}(v_f - v_i)\,t + (v_i t)$

وبما أن: $v_f - v_i = at$

إذًا: $d = v_v t + \frac{1}{2}(at)\,t$

$$d = v_i t + \frac{1}{2}at^2$$

انتبه: عندما يتحرك الجسم في خط مستقيم وفي اتجاه ثابت كما في حالة السيارة فإن مقدار الإزاحة يساوي المسافة المقطوعة وفي هذه الحالة يمكن اعتبار (d) هي نفسها المسافة المقطوعة (s)، وعندما يتحرك الجسم في خط مستقيم وفي اتجاه متغيّر كما في حالة الجسم المقذوف إلى أعلى حيث يكون اتجاه الصعود عكس اتجاه الهبوط فإن مقدار الإزاحة (d) لا يساوي المسافة المقطوعة (s).

أ/عبدالرحمن عصام

المعادلة الثالثة (معادلة الإزاحة والسرعة)

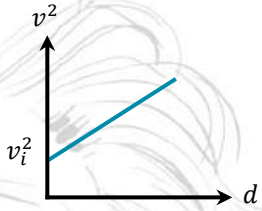
يمكن حساب الإزاحة (d) **من العلاقة:** $d = \bar{v}t$

وبما أن: $v = \frac{v_f+v_i}{2}, t = \frac{v_f-v_i}{a}$

إذًا: $d = \frac{v_f+v_i}{2} \times \frac{v_f-v_i}{a} = \frac{v_f^2-v_i^2}{2a}$

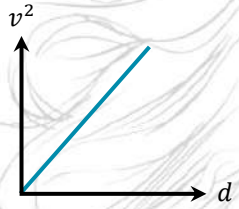
$$2ad = v_f^2 - v_i^2$$

ويمكن تمثيل المعادلة الثالثة للحركة بيانيًا كما يلي:



جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ حركته بسرعة $(v_i \neq 0)$

الميل = $2a$



جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ حركته من السكون $(v_i = 0)$

الميل = $2a$

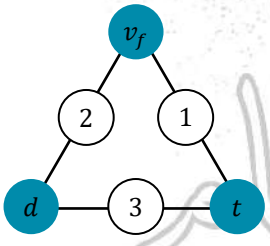
لاحظ: معادلات الحركة ذات العجلة المنتظمة كافية لوصف الحركة في أي موقف تكون العجلة فيه منتظمة، وجميع الكميات في هذه المعادلات متجهة فيما عدا الزمن لذلك ينبغي تحديد الاتجاه الموجب.

مثال: يمكن اعتبار الاتجاه إلى اليمين موجبًا وبالتالي تكون الإزاحة والسرعة والعجلة تكون موجبة إذا كانت لليمين وسالبة إذا كانت لليسار.

بعض الحالات الخاصة لمعادلات الحركة:

الصيغة العامة	بداية الحركة من السكون $v_i = 0$	التوقف في نهاية الحركة $v_f = 0$	التحرك بسرعة منتظمة $a = 0$
$v_f = v_i + at$	$v_f = at$	$v_i = -at$	$v_f = v_i$
$d = v_i t + \frac{1}{2}at^2$	$d = \frac{1}{2}at^2$	$d = -\frac{1}{2}at^2$	$d = v_i t$
$2ad = v_f^2 - v_i^2$	$2ad = v_f^2$	$2ad = v_i^2$	$v_f = v_i$

ملاحظات عند حل مسائل معادلات الحركة:



① يستخدم المثلث المقابل لحل مسائل معادلات الحركة، حيث يدل الرقم المكتوب بين الكميتين (المعلومة والمجهولة) على رقم معادلة الحركة في الحل.

② في المسائل من النوع، جسم يتحرك طبقًا لمعادلة ما، يجب أن تصل بالمعادلة المعطاة إلى أقرب صورة لإحدى المعادلات الثلاثة للحركة، ثم قارن بينهما لإيجاد المطلوب.

③ عند الحركة بسرعة منتظمة خلال فترة زمنية ثم يليها حركة بعجلة منتظمة خلال فترة زمنية أخرى **فإن:**
(السرعة المنتظمة خلال الفترة الزمنية الأولى = السرعة الابتدائية خلال الفترة الثانية عند النقطة بينهما)

أمثلة محلولة:

① **احسب الزمن الذي تستغرقه طائره لتتوقف تمامًا عند هبوطها على مدرج المطار، إذا علمت أن سرعتها عند ملامستها لأرض الممر** $162\ km/h$ **وتم تبطينها بانتظام بمعدّل** $0.5\ m/s^2$

الحل:

$t =?$
$v_f = 0$
$v_i = 162$
$a = 0.5$

$$v_f = v_i + at$$
$$0 = 162 \times \frac{5}{18} + (-0.5\ t)$$
$$0 = 45 - 0.5\ t$$
$$0.5\ t = 45$$
$$t = 45 \div 0.5 = 90\ s$$

② **قطار يتحرك بسرعة** $20\ m/s$ **بعجلة منتظمة تناقصية** $2\ m/s^2$ **عند استخدام الفرامل. أوجد الزمن اللازم لتوقف القطار والمسافة التي يقطعها منذ استخدام الفرامل حتى يتوقف.**

الحل:

$v_i = 20$
$a = -2$
$v_f = 0$
$t =?$
$d =?$

$$v_f = v_i + at$$
$$0 = 20 + (-2\ t)$$
$$2\ t = 20$$
$$t = 20 \div 2 = 10\ s$$
$$d = v_i t + \frac{1}{2}at^2 = (20 \times 10) + \frac{1}{2} \times -2 \times 100 = 200 - 100 = 100\ m$$

③ **يتحرك جسم طبقًا للعلاقة** $d = 14\ t + 10\ t^2$**، احسب: السرعة الابتدائية، والعجلة التي تحرك بها الجسم والمسافة التي يقطعها الجسم بعد زمن قدره** $5\ s$.

الحل:

$$d = 14\ t + 10\ t^2$$
$$d = v_i\ t + \frac{1}{2}at^2$$
$$v_i t = 14\ t$$
$$v_i = 14\ m/s$$
$$\frac{1}{2}at^2 = 10\ t^2$$
$$a = 2 \times 10 = 20\ m/s^2$$
$$d = 14\ t + 10\ t^2 = (14 \times 5) + 10 \times (5)^2 = 320\ m$$

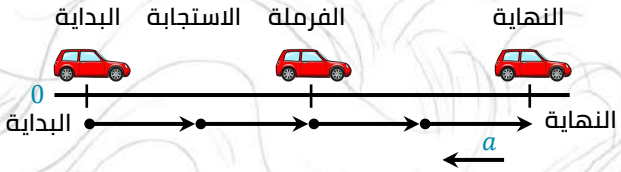
④ **يتحرك جسم طبقًا للعلاقة التالية:** $v_f = \sqrt{36 + 6d}$ **أوجد: السرعة الابتدائية، والعجلة التي يتحرك بها الجسم، والمسافة التي يقطعها الجسم بعد زمن قدره** $3\ s$

الحل:

$$v_f^2 = 36 + 6d$$
$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$
$$v_i^2 = 36$$
$$v_i = 6\ m/s$$
$$2ad = 6d$$
$$2a = 6$$
$$a = 6 \div 2 = 3\ m/s^2$$
$$d = v_i t + \frac{1}{2}at^2 = (6 \times 3) + \frac{1}{2} \times -3 \times 9 = 18 + 13.5 = 31.5\ m$$

⑤ يقود شخص سيارة بسرعة منتظمة مقدارها $30\ m/s$، وفجأة رأى طفلاً يركض في الشارع فإذا كان زمن الاستجابة اللازمة ليضغط على الفرامل هو $0.5\ s$، فتباطأت السيارة بعجلة منتظمة مقدارها $9\ m/s^2$ حتى توقفت، ما الإزاحة الكلية التي قطعتها السيارة قبل أن تقف؟

الحل:



الإزاحة الكلية = الإزحة أثناء فترة الاستجابة + الإزاحة بعد الفرملة

حسب الإزاحة أثناء فترة الاستجابة (السرعة منتظمة):

$$d_1 = vt = 30 \times 0.5 = 15\ m$$

حساب الإزاحة بعد الفرملة حتى الوقوف (السرعة تناقصية):

$$2ad_2 = v_f - v_i$$
$$2ad_2 = -v_i$$
$$d_2 = \frac{-v_i}{2a} = \frac{-(30)^2}{2 \times -9} = 50\ m$$
$$d = d_1 + d_2 = 15 + 50 = 65\ m$$

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. الوحدة m/s^2 تستخدم لقياس معدل التغيّر في .....
أ) الإزاحة. ب) السرعة. ج) العجلة. د) المسافة.

2. عندما يبدأ جسم حركته من السكون ويتحرك بعجلة منتظمة تكون سرعته النهائية v_f = ...
أ) dt ب) $\frac{1}{2}at^2$ ج) at د) $v_i - at$

3. ميل الخط المستقيم للعلاقة البيانية (الإزاحة - مربع الزمن) لجسم بدأ حركته من السكون يساوي ..
أ) $\frac{v}{2}$ ب) v^2 ج) $\frac{a}{2}$ د) $2a$

4. يتحرك جسم من السكون بعجلة منتظمة $2\ m/s^2$ ليقطع مسافة $100\ m$ في زمن قدره s .....
أ) 2.5 ب) 5 ج) 10 د) 20

5. إذا بدأ جسم حركته من السكون واستغرق زمن (t) يساوي عدديًا قيمة عجلته (a) ليصل لسرعة $16\ m/s$ فإن قيمة عجلة تحركه ..... m/s^2
أ) 2 ب) 4 ج) 8 د) 16

6. تتناسب إزاحة جسم متحرك بعجلة منتظمة مبتدءًا من السكون وفي خط مستقيم طرديًا مع .....
أ) الزمن. ب) السرعة. ج) الزمن. د) مربع العجلة.

7. بدأ أحمد حركته من السكون بعجلة منتظمة $1\ m/s^2$ فإذا كانت سرعته المتوسطة $1\ m/s$ فإن زمن حركته .....
أ) $1\ s$ ب) $2\ s$ ج) $4\ s$ د) $0.5\ s$

8. جسم يبدأ الحركة من السكون بعجلة منتظمة فكانت سرعته المتوسطة خلال الثانية الأولى $3\ m/s$ فإن عجلة الحركة تساوي ..... m/s^2
أ) 12 ب) 3 ج) 6 د) 4

.9 جسـم يتحرك طبقًا للعلاقة: $X - 10\,t^2$ حيث X تُقاس بالمتر، t بالثانية، فتكون سـرعته المتوسـطة خلال الفترة من $2\ s$ إلى $3\ s$ هي ..... m/s

(أ) 50 (ب) 75 (جـ) 100 (د) 150

.10 بدأ جسم الحركة من السكون بعجلة منتظمة $1\ m/s^2$ وكانت سرعته المتوسطة $2\ m/s$ فإن زمن الحركة .....

(أ) $2\ s$ (ب) $4\ s$ (جـ) $3\ s$ (د) $1\ s$

.11 يتحرك جسم طبقًا للعلاقة: $d = 3\,t^2$ لذا تكون سرعته بعد مُضيّ $5s$ ..... m/s

(أ) 9 (ب) 15 (جـ) 30 (د) 7.5

.12 قذف جسـم رأسـيًا لأعلى فوصل إلى أقصى ارتفاع في زمن $4\ s$ فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ فإن السـرعة التي قذف بها تساوي ..... m/s

(أ) 16 (ب) 20 (جـ) 40 (د) 8

.13 يتحرك جسـمان من السـكون في خط مسـتقيم مسـافة d بعجلة منتظمة، فإذا كان زمن تحرك الجسـم الأول ثلاثة أمثال زمن تحرك الجسم الثاني فإن النسبة $a_1 : a_2$ تساوي .....

(أ) 1 : 81 (ب) 1 : 9 (جـ) 1 : 3 (د) 1 : 1

.14 أراد ولد صـغير أن يلحق بسـيارة تبعد عنه $120\ m$ وتسـير بسـرعة منتظمة $2\ m/s$ فبدأ يجري وراءها بعجلة منتظمة $2\ m/s^2$، يمكن للولد أن يلحق بالسيارة بعد ..... s

(أ) 15 (ب) 12 (جـ) 10 (د) 5

.15 سيارة تتحرك بسرعة v_i استخدم سائقها الفرامل فتحرك بعجلة $2\ m/s^2$ ففقد ثلاثة أرباع سرعته خلال مسافة $100\ m$ فإن سرعته الابتدائية ..... m/s

(أ) 14.3 (ب) 12.14 (جـ) 10.1 (د) 20.65

.16 مترو الأنفاق يتحرك طبقًا للعلاقة $t = 2\sqrt{d \div 3}$
فتكون سرعته بعد $4\ s$ من بدء الحركة هي ..... m/s

(أ) 12 (ب) 8 (جـ) 14 (د) 6

.17 يتحرك جسم طبقًا للعلاقة: $t = \sqrt{2d \div 3}$ فتكون سرعته بعد $4\ s$ من بدء الحركة هي ..... m/s

(أ) $\frac{2}{3}$ (ب) 3 (جـ) 4 (د) 12

.18 سيارة ملاكي وشاحنة نقل تسيران بنفس السرعة في نفس الاتجاه، استخدم كل منهما الكابح في نفس اللحظة فإن .....

(أ) السيارة تقف أولاً. (ب) الشاحنة تقف أولاً.
(جـ) السيارة والشاحنة يقفان معًا. (د) السيارة تصطدم بالشاحنة.

.19 يتحرك جسم طبقًا للعلاقة: $\frac{1}{5}d = t + 2t^2$ فإن قيمة سرعته الابتدائية والعجلة هي ..... m/s ، ..... m/s^2

(أ) 2, 5 (ب) 20, 5 (جـ) 20, 10 (د) 5, 20

.20 يتحرك جسم طبقًا للعلاقة: $2t = \sqrt{d}$ فتكون سرعته بعد $6\ s$ هي ..... m/s

(أ) 68 (ب) 24 (جـ) 12 (د) 48

21. تتحرك سيارة بسرعة $30\ m/s$ قام سائقها بالضغط على الفرامل فتحركت بعجلة سالبة مقدارها $6\ m/s^2$ فإن النسبة بين سرعة السيارة بعد زمن $2\ s$ وسرعتها بعد $1\ s$ هي .....

أ) $\frac{1}{2}$ ب) $\frac{1}{3}$ ج) $\frac{2}{3}$ د) $\frac{3}{4}$

22. قطار طوله $100\ m$ يتحرك بعجلة $1\ m/s^2$ دخل نفق مستقيم طوله $1.3\ km$ بسرعة $3\ m/s$، فيكون الزمن اللازمن لخروج القطار كاملاً من النفق .....

أ) $20\ s$ ب) $300\ s$ ج) $78\ s$ د) $50\ s$

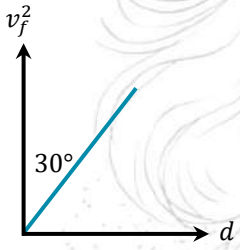
23. سيارة تتحرك من السكون بعجلة منتظمة $6\ m/s^2$ فإن النسبة بين المسافة التي تحركتها السيارة خلال الثانية الأولى والمسافة التي تحركتها خلال الثانية الثالثة هي .....

أ) $\frac{1}{5}$ ب) $\frac{1}{4}$ ج) $\frac{2}{.5}$ د) $\frac{1}{6}$

24. رصاصة تتحرك بسرعة $220\ m/s$ اصطدمت بشجرة فاخترقتها مسافة $4.33\ cm$ حتى توقفت فيكون متوسط عجلة تحرك الرصاصة داخل الشجرة هو ..... m/s^2

أ) 5.59×10^3 ب) 5.59×10^5 ج) 3.14×10^6 د) 2.54×10^3

25. في الشكل المقابل قيمة العجلة تساوي ..... m/s^2

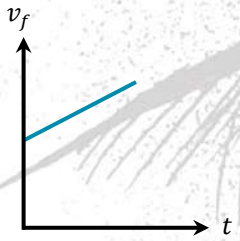


أ) $\frac{\sqrt{3}}{6}$ ب) $\frac{\sqrt{3}}{5}$ ج) $\frac{\sqrt{3}}{4}$ د) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

26. طائرة تطير أفقيًا بسرعة $100\ m/s$ وتحلّق على ارتفاع $4\ m$ من هدف فأسقطت قنبلة فإن زمن وصول القنبلة إلى الهدف ..... $(g = 10\ m/s^2)$

أ) $20\sqrt{2}$ ب) $25\sqrt{2}$ ج) $18\sqrt{3}$ د) $15\sqrt{3}$

27. من الرسم البياني التالي يمكن كتابة معادلة الحركة التالية .....



أ) $v_f = 0 + at$ ب) $2ad = v_f^2 - v_i^2$ ج) $d = v_i t + \frac{1}{2}at^2$ د) $v_f = v_i + at$

28. يتحرك جسمان من السكون في خط مستقيم وكانت المسافة قطعها الجسم الأول أربعة أمثال المسافة التي قطعها الجسم الثاني وذلك في نفس الزمن فإن النسبة $a_1 : a_2$ تساوي .....

أ) $1 : 4$ ب) $4 : 1$ ج) $2 : 3$ د) $1 : 2$

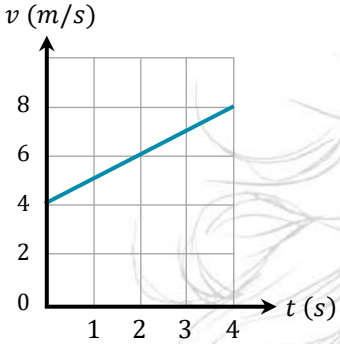
29. في الشكل المقابل تبدأ السيارتان A, B الحركة بسرعة منتظمة كلاهما تجاه الأخرى من نقطتين المسافة بينهما $1300\ m$ وكان سرعة السيارة (A) $50\ m/s$ وسرعة السيارة (B) $80\ m/s$، يكون بعد كلاً من A, B عن نقطة بداية كلاً منهما عندما يتقابلان هي .....

أ) $d_A = 500\ m, d_B = 800\ m$ ب) $d_A = 200\ m, d_B = 600\ m$
ج) $d_A = 500\ m, d_B = 500\ m$ د) $d_A = 400\ m, d_B = 700\ m$

.30 تزداد سـرعة جسـم من السـكون بمعدل ثابت ليقطع مسـافة $225\ m$ خلال 15 ثانية فإن مقدار العجلة التي يتحرك بها الجسم تساوي ..... m/s^2

(أ) 3 (ب) 1 (جـ) 0.5 (د) 2

.31 الرسـم البياني يوضـح العلاقة بين السـرعة التي تحرك بها جسـم وزمن تحركه، من الشكل البياني تكون المسافة التي قطعها الجسم المتحرك تساوي .....



(أ) $24\ m$
(ب) $22\ m$
(جـ) $16\ m$
(د) $26\ m$

.32 يتحرك جسم في خط مستقيم بسرعة ابتدائية $20\ m/s$ شمالاً، فإذا كانت عجلة تحركه $2\ m/s^2$ جنوبًا فإن سرعته بعد $12\ s$ هي .....

(أ) $4\ m/s$ شمالاً. (ب) $4\ m/s$ جنوبًا. (جـ) $20\ m/s$ شمالاً. (د) $20\ m/s$ جنوبًا.

.33 صـمم مدرج مطار لنوع معين من الطائرات، فإذا كان يجب أن تصـل سـرعة الطائرة على الأقل قبل الإقلاع إلى $126\ km/h$ وكانت تتحرك بعجلة $3.5\ m/s^2$ فيجب ألا يقلّ طول مدرج المطار عن .....

(أ) $125\ m$ (ب) $150\ m$ (جـ) $175\ m$ (د) $225\ m$

.34 سـيارة تتحرك بسـرعة $30\ m/s$ قام سـائقها بالضـغط على الفرامل، فتأثرت السـيارة بعجلة سـالبة مقدارها $6\ m/s^2$ فإن النسبة بين سرعة السيارة بعد زمن $1\ s$ وسرعتها بعد زمن $2\ s$ هي .....

(أ) $\frac{1}{2}$ (ب) $\frac{2}{3}$ (جـ) $\frac{3}{2}$ (د) $\frac{4}{3}$

.35 سيارة تتحرك من السكون بعجلة منتظمة $6\ m/s^2$، فإن النسبة بين المسافة التي تحركتها السيارة خلال الثانية الأولى والمسافة التي تحركتها خلال الثانية الثالثة هي .....

(أ) $\frac{1}{5}$ (ب) $\frac{2}{3}$ (جـ) $\frac{9}{16}$ (د) $\frac{4}{9}$

أنيشتاين في الفيزياء
أ/ عبدالرحمن عصام

5 السقوط الحر والمقذوفات

من أهم التطبيقات على الحركة بعجلة منتظمة:

(1) سقوط الحر. (2) المقذوفات.

(1) السقوط الحر

تسقط الأجسام من أعلى إلى أسفل تحت تأثير:

① قوة جذب الأرض (وزن الجسم).

② مقاومة الهواء.

الخطوات	الملاحظة	التفسير
إذا أسقطنا كتابًا وورقة من نفس الارتفاع وفي اللحظة نفسها فأيهما يصل إلى سطح الأرض أولاً؟	عند إهمال مقاومة الهواء يصل الكتاب والورقة في نفس اللحظة. عند عدم إهمال مقاومة الهواء يصل الكتاب قبل الورقة.	عند سقوط جسم فإنه يتأثر بمقاومة الهواء حيث يصطدم بجزيئات الهواء وتؤثر هذه التصادمات الضئيلة في سرعة هبوط الأجسام الخفيفة بشكل أكبر من تأثيرها في هبوط الأجسام الثقيلة لذلك يصل الكتاب لسطح الأرض أسرع من الورقة، مع الوضع في الاعتبار أنه عند وضع الورقة ملاصقة للسطح العلوي للكتاب فإنها أصبحت لا تتأثر بمقاومة الهواء.
عند وضع الورقة ملاصقة للسطح العلوي للكتاب، ماذا يحدث؟		
الخلاصة: لفهم سلوك الأجسام الساقطة نأخذ الحالة الأبسط وهي سقوط الأجسام تحت تأثير وزنها فقط وذلك بإهمال تأثير مقاومة الهواء وتُسمى هذه الحركة بالسقوط الحر وعند إهمال مقاومة الهواء فإن جميع الأجسام تسقط على سطح الأرض بنفس العجلة.		

علماء أفادو البشرية

أرسطو:

- اعتقد العالم الإغريقي (أرسطو) قديمًا أن الأجسام مختلفة الكتل إذا سقطت معًا من ارتفاع واحد لا تصل إلى الأرض معًا بل تصل الأجسام الثقيلة أولاً تليها الأجسام الخفيفة.
- تنص فكرة أرسطو على أن:

(الأجسام ذات الكتل الكبيرة تصل إلى سطح الأرض في زمن أقل من الأجسام ذات الكتل الصغيرة)

جاليليو:

- قام جاليليو بإسقاط جسمين مختلفين في الكتلة من فوق برج بيزا بإيطاليا.
- أثبت جاليليو أنه مهما اختلفت كتل الأشياء فإن جميعها تصل إلى سطح الأرض في وقت واحد وذلك في حالة إهمال مقاومة الهواء.
- كانت هذه التجربة سببًا في تحطم فكرة أرسطو.

استنتج من ذلك أنه:

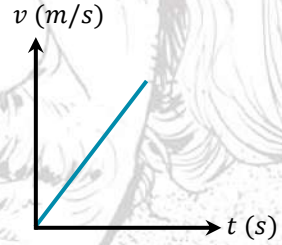
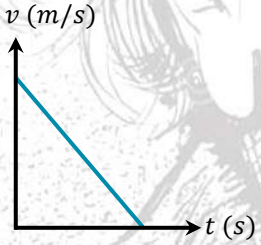
① عند سقوط جسم من مكان مرتفع عن سطح الأرض فإن هذا الجسم:

- يبدأ حركته من السكون متجهًا إلى أسفل تحت تأثير قوة جذب الأرض له.
- تتزايد سرعة الجسم تدريجيًا حتى تصل إلى أقصى قيمة لها لحظة اصطدامه بالأرض.

② في حالة عدم وجود مقاومة الهواء فإن الجسـم يتحرك بعجلة منتظمة تُسـمى عجلة السـقوط الحر أو عجلة الجاذبية الأرضية (g).

عجلة السقوط الحر

- هي العجلة المنتظمة التي تتحرك بها الأجسام أثناء سقوطها سقوطًا حرًا نحو سطح الأرض.
- قيمتها تسـاوي $9.8\ m/s^2$ ومعنى ذلك أن سـرعة الجسـم الذي يسـقط سـقوطًا حرًا تزداد بمقدار $9.8\ m/s$ في كل ثانية.
- تختلف قيمتها اختلافًا طفيفًا من مكان إلى آخر على الأرض حسب البعد عن مركز الأرض.

عند سقوط جسم من أعلى إلى أسفل	عند قذف جسم من أسفل إلى أعلى
تزداد سرعة الجسم تدريجيًا حتى تصل إلى أقصى قيمة لها عند سطح الأرض.	تقل سـرعة الجسـم تدريجيًا حتى تنعدم عند أقصـى ارتفاع.
السرعة الابتدائية للجسم = صفر $(v_i = 0)$	السرعة النهائية للجسم = صفر $(v_f = 0)$
تكون قيمة عجلة الجاذبية (g) بإشـارة موجبة أي أن السـرعة تزايدية، لأنه يتحرك في نفس اتجاه قوة جذب الأرض.	تكون قيمة عجلة الجاذبية (g) بإشـارة سـالبة أي أن السرعة تناقصية، لأنه يتحرك في عكس اتجاه قوة جذب الأرض.
يمكن حسب قيمة (g) كالتالي: $g = \frac{v_f - v_i}{t - 0} = \frac{v_f - 0}{t - 0} = \frac{v_f}{t}$	يمكن حساب قيمة (g) كالتالي: $g = \frac{v_f - v_i}{t - 0} = \frac{0 - v_i}{t - 0} = \frac{-v_i}{t}$
يمكن تمثيل ذلك بيانيًا كالتالي: 	يمكن تمثيل ذلك بيانيًا كالتالي: 

لاحظ:

① تسـقط الأجسـام المختلفة في الكتلة على سـطح الأرض عند تركها تسـقط معًا لأنها تتحرك تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية والتي تعمل على ازدياد سرعتها بانتظام بمقدار $9.8\ m/s$ في كل ثانية (أي بنفس المعدل).

② تختلف عجلة الجاذبية من مكان لآخر على سـطح الأرض لتفلطح الأرض قليلاً عند القطبين فتكون الأجسـام عند القطب أقرب إلى مركز الأرض عن خط الاسـتواء لذا تكون قيمة عجلة السـقوط الحر عند القطب أكبر من قيمتها عند خط الاستواء (باختصار: لاختلاف البعد عن مركز الأرض).

③ تكون عجلة السـقوط الحر موجبة إذا تحرك الجسـم في اتجاه قوة جذب الأرض، وتكون سـالبة إذا تحرك الجسـم في عكس اتجاه قوة جذب الأرض.

④ عند قذف الجسم رأسيًا لأعلى تقلّ سرعته حتى تصل إلى صفر عند أقصى ارتفاع لأن الجسم يتحرك في عكس اتجاه قوة جذب الأرض بعجلة سالبة فتقل سرعته تدريجيًا حتى تنعدم عند أقصى ارتفاع.

⑤ عند سقوط جسم من سكون سقوطًا حرًا تزداد سرعته لأن الجسم يتأثر بقوة جذب الأرض له التي تكسبه عجلة منتظمة تعمل على زيادة سرعته تدريجيًا حتى تصل إلى أقصى قيمة لحظة اصطدامه بالأرض.

⑥ عند قذف جسـم لأعلى فإن العجلة عند أقصى ارتفاع لا تسـاوي صـفر لأن عجلة الجسـم إذا سـاوت الصـفر فهذا يعني عدم تغيّر سرعته ولكن الجسم الذي يقذف تقلّ سرعته حتى تصل للصفر لحظيًا وتبدأ في الزيادة وبذلك يجب أن يكون للجسم عجلة.

⑦ تطبّق معادلات الحركة بعجلة منتظمة على الأجسام التي تتحرك في مجال الجاذبية الأرضية باستبدال العجلة (a) بعجلة السقوط الحر (g):

$$v_f = v_i + gt \qquad d = v_i t + \frac{1}{2}at^2 \qquad 2gd = v_f^2 - v_i^2$$

أمثلة محلولة:

① سقط صندوق من طائرة هيلكوبتر تحلّق مستقرة على ارتفاع $78.4\ m$ فوق بقعة معينة من سطح البحر، احسب سرعة ارتطام الصندوق بالماء مع إهمال مقاومة الهواء، إذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ ثم احسب زمن وصول الصندوق للماء.

الحل:

$v_i = 0$
$d = 78.4$
$v_f = ?$
$g = 9.8$
$t = ?$

$$2gd = v_f^2 - v_i^2$$
$$2 \times 9.8 \times 78.4 = v_f^2 - 0$$
$$v_f^2 = 1536.64$$
$$v_f = 39.2\ m/s$$
$$v_f = v_i + gt$$
$$39.2 = 0 + 9.8\ t$$
$$t = 39.2 \div 9.8 = 4\ s$$

② حجر يسقط من سطح منزل فمرّ أمام شخص يقف في إحدى شرفات المنزل على ارتفاع $5\ m$ من سطح الأرض بعد $4\ s$ من لحظة السقوط أوجد: ارتفاع المنزل، وسرعة الحجر عندما مر أمام الشخص. $(g = 10\ m/s^2)$

الحل:

$v_i = 0$
$t = 4$
$g = 10$
$d = ?$
$v_f = ?$

$$d = v_i t + \frac{1}{2}at^2 = (0 \times 4) + (\frac{1}{2} \times 10 \times 16) = 80\ m$$
$$v_f = v_i + gt = 0 + (10 \times 4) = 40\ m/s$$

③ سقطت تفاحة من شجرة وبعد ثانية واحدة ارتطمت بالأرض. احسب قيمة سرعة التفاحة لحظة اصطدامها بالأرض. احسب سرعة المتوسط للتفاحة خلال السقوط، ثم أوجد بُعد التفاحة عن الأرض عند بدء السقوط.

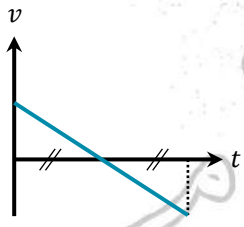
الحل:

$v_i = 0$
$t = 1$
$g = 10$
$v_f = ?$
$\bar{v} = ?$
$d = ?$

$$v_f = v_i + gt = 0 + (10 \times 1) = 10\ m/s$$
$$\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2} = \frac{10 + 0}{2} = 5\ m/s$$
$$d = v_i t + \frac{1}{2}at^2 = (0 \times 1) + (\frac{1}{2} \times 10 \times 1) = 5\ m$$

(2) المقذوفات

(أ) المقذوفات الرأسية:



- عند قذف الجسم رأسيًا لأعلى فإنه يتحرك بسرعة ابتدائية (v_i) لا تساوي الصفر.
- يصبح الجسم تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية التي تساوي $(-10\ m/s^2)$ وتدل الإشارة السالبة على أن السرعة تتناقص كلما ارتفع الجسم إلى أعلى.
- تقلّ السرعة كلما ارتفع الجسم فتصبح سرعته صفرًا عند أقصى ارتفاع.
- يتغيّر اتجاه السرعة ليعود الجسم إلى سطح الأرض تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية $(+10\ m/s^2)$ والتي تعمل على تزايد السرعة مرّة أخرى ولكن في عكس الاتجاه.
- سرعة الجسم عند أي نقطة أثناء الصعود = - سرعة الجسم عند نفس النقطة أثناء الهبوط وتدل الإشارة السالبة على أن السرعتين في عكس الاتجاه.
- زمن الصعود = زمن الهبوط.

إرشادات حل المسائل:

① إذا سقط جسم رأسيًا إلى أسفل فإنه يتحرك بعجلة تزايدية موجبة ويكون $(v_i = 0, g = +)$

② إذا قذف جسم رأسيًا إلى أعلى فإنه يتحرك بعجلة تناقصية سالبة ويكون $(v_f = 0, g = -)$

③ إذا وصل الجسم لأقصى ارتفاع (يعني المسافة) تكون: $(v_f = 0)$

④ لحساب أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم نحسب المسافة التي يقطعها بالتعويض في معادلة الحركة الثالثة:

$$2gd = v_f^2 - v_i^2$$

⑤ زمن الصعود = زمن الهبوط، وإذا قُذِفَ جسم لأعلى ثم عاد مرّة ثانية للأرض يقسم الزمن على 2

⑥ لحساب الزمن الذي يستغرقه الجسم المقذوف لأعلى صعودًا وهبوطًا نحسب زمن الصعود ويُضرب × 2

أمثلة محلولة:

① قُذِفَ جسم رأسيًا لأعلى بسرعة $49\ m/s$ احسب أقصى ارتفاع يصل إليه والزمن اللازم لذلك.
$(g = 10\ m/s^2)$

$v_f = 0$
$g = -10$
$v_i = 49$
$d = ?$
$t = ?$

الحل:

$$2gd = v_f^2 - v_i^2$$
$$2 \times -10 \times d = 0 - (49)^2 = -2401$$
$$d = 2401 \div 20 = 120.05\ m$$
$$v_f = v_i + gt$$
$$0 = 49 + (-10\ t)$$
$$t = 49 \div 10 = 4.9\ s$$

② قُذِفَ جسيم رأسيًا لأسفل فإذا علمت أن الجسم تحرك مسافة $19.6\ m$ حتى يلامس سطح الأرض احسب السرعة النهائية للجسم والزمن اللازم حتى يلامس سطح الأرض
$(g = 9.8\ m/s^2)$

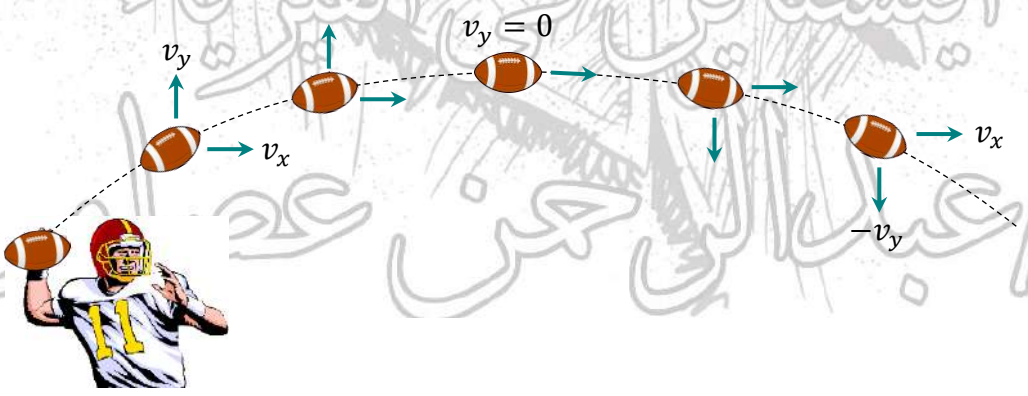
$v_i = 0$
$g = 9.8$
$d = 19.6$
$v_f = ?$
$t = ?$

الحل:

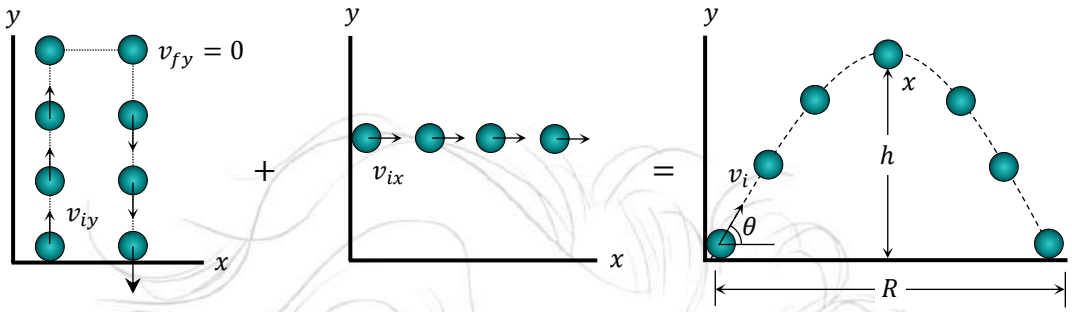
$$2gd = v_f^2 - v_i^2$$
$$2 \times 9.8 \times 19.6 = v_f^2 - 0$$
$$v_f = 19.6\ m/s$$
$$v_f = v_i + gt$$
$$19.6 = 0 + 9.8\ t$$
$$t = 19.6 \div 9.8 = 2\ s$$

(ب) المقذوفات الرأسية:

- عند قذف جسم (كرة) إلى أعلى بزاوية ميل (θ) مع المستوى الأفقي فإنه يتخذ مسارًا منحنيًا.



- يمكن تحليل السرعة في اتجاهين أفقي (x) ورأسي (y) على النحو التالي:

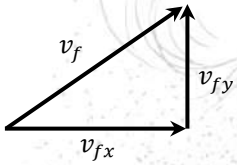


الاتجاه الأفقي (x):

- تتحرك فيه الكرة بسرعة منتظمة وذلك بفرض عدم وجود قوة احتكاك.
- يمكن حساب السرعة في الاتجاه الأفقي من العلاقة: $v_{ix} = v_i \cos\theta$
- بمعلومية $(v_{ix}), (a_x = 0)$ يمكن حساب (v_{fx}) باستخدام معادلات الحركة الثلاثة $(v_{fx} = v_{ix})$.

الاتجاه الرأسي (y):

- تتحرك فيه الكرة تحت تأثير عجلة السقوط الحر، وبالتالي تكون السرعة متغيّرة.
- يمكن حساب السرعة في الاتجاه الرأسي: $v_{iy} = v_i \sin\theta$
- بمعلومية $(v_{iy}), (a_y = g = -10)$ يمكن حساب (v_{fy}) باستخدام معادلات الحركة الثلاثة.



تحسب سرعة الكرة عند أي لحظة من نظرية فيثاغورس:

$$v_f = \sqrt{v_{fx}^2 + v_{fy}^2}$$

استنتاج زمن الصعود (t):

- عند وصول الجسم لأقصى ارتفاع تنعدم السرعة في الاتجاه الرأسي.
- نعوض بـ $(v_{fy} = 0)$ في المعادلة الأولى للحركة فيكون:

$$0 = v_{iy} + gt$$
$$-v_{iy} = gt$$
$$t = \frac{-v_{iy}}{g}$$

ويكون زمن التحليق (T) ضِعف زمن الصعود (t):

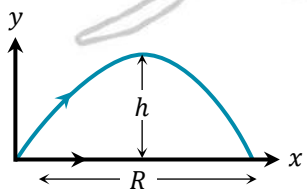
$$T = 2t = \frac{-2\,v_{iy}}{g}$$

استنتاج أقصى ارتفاع رأسي (h):

- عند وصول الجسم لأقصى ارتفاع تنعدم السرعة في الاتجاه الرأسي ولكنه يملك سرعة في الاتجاه الأفقي.
- نعوض بـ $(v_{fy} = 0)$ في المعادلة الثالثة للحركة فيكون:

$$2gh = -v_{iy}^2$$
$$h = \frac{-v_{iy}^2}{2g}$$

استنتاج أقصى مدى أفقي (R):



- لاحظ أن (زمن أقصى مدى أفقي = زمن التحليق = T).
- بالتعويض عن $(a_x = 0)$، $(d = r)$ في معادلة الحركة الثانية نجد أن:

$$R = v_{ix}T = 2v_{ix}t$$

لاحظ:

① يصل الجسم المقذوف إلى أقصى مدى أفقي له عند قذفه بزاوية $45°$.

② يتساوى المدى الأفقي لجسم مقذوف بزاويتين مختلفتين عندما يكون مجموع الزاويتين يساوي $90°$، أي أن المدى الأفقي لجسم مقذوف بزاوية $30°$ يساوي المدى الأفقي لجسم مقذوف بزاوية $60°$ عند قذفهما بنفس السرعة.

③ في حالة المقذوفات الإزاحة لا تساوي المسافة لأن اتجاه الصعود عكس اتجاه الهبوط أي أن المقذوف يتحرك في خط مستقيم وفي اتجاه متغيّر فتكون المسافة أكبر من الإزاحة.

④ حركة المقذوفات حركة انتقالية لأن المقذوف ينتقل بين نقطتين إحداهما نقطة بداية والأخرى نقطة نهاية.

⑤ عندما يكون $R = h$، فإن: $\theta = 76°, \tan\theta = 4$، وبطريقة أخرى $(\tan\theta = 4h \div R)$

⑥ أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم: $h = \frac{-(v_i \sin\theta)^2}{2g}$

⑦ المدى الأفقي للجسم: $R = \frac{v_i^2 \sin(2\theta)}{g} = \frac{-2v_i^2 \cos\theta \sin\theta}{g}$

⑧ في حالة المقذوف الأفقي يمكن استنتاج عدد من المعطيات:

$$\theta = 0, v_{iy} = 0, v_{ix} = v_i \qquad t_x = t_y = \frac{d_x}{v_{ix}} = \sqrt{\frac{2d_y}{g}} \qquad v_f = \sqrt{v_i^2 + 2gd_y}$$

أمثلة محلولة:

① انطلقت درّاجة نارية بسرعة $15\ m/s$ وفي اتجاه يصنع زاوية $30°$ مع الأفقي، **ما** أقصى ارتفاع تصل إليه الدراجة؟ **وما** زمن تحليقها؟ **وما** أقصى مدى أفقي يمكن أن تصل إليه الدرّاجة؟

$(g = 10\ m/s^2)$

$v_i = 15$

$\theta = 30$

$h = ?$

$T = ?$

$R = ?$

$g = 10$

الحل:

$$v_{ix} = v_i \cos\theta = 15 \times 0.866 = 13\ m/s$$

$$v_{iy} = v_i \sin\theta = 15 \times 0.5 = 7.5\ m/s$$

$$h = \frac{-v_{iy}}{2g} = \frac{-(7.5)}{2 \times (-10)} = 2.8\ m$$

$$T = 2t = \frac{-2\ v_{iy}}{g} = \frac{-2 \times 7.5}{-10} = 1.5\ s$$

$$R = v_{ix}T = 13 \times 1.5 = 19.5\ m$$

② شخص يقف على سطح مبنى، يقذف كرة ابتدائية $40\ m/s$ في اتجاه يصنع زاوية $30°$ مع الأفقي، فإذا استغرقت الكرة زمن $4\ s$ لتصل إلى سطح الأرض:

احسب ارتفاع المبنى وعلى أي مسافة من قاعدة المبنى يسقط الجسم.

$(g = 10\ m/s^2)$

$v_i = 40$

$\theta = 30$

$t = 4$

$h = ?$

$d = ?$

$g = 10$

الحل:

$$v_{iy} = v_i \sin\theta = 40 \times \sin 30 = 20\ m/s$$

$$h = v_{iy}t + \frac{1}{2}gt^2 = (20 \times 40) + (\frac{1}{2} \times 10 \times 16) = 160\ m$$

$$v_{ix} = v_i \cos\theta = 40 \times \cos 30 = 34.64\ m/s$$

$$d = v_{ix}t = 34.64 \times 4 = 138.56\ m$$

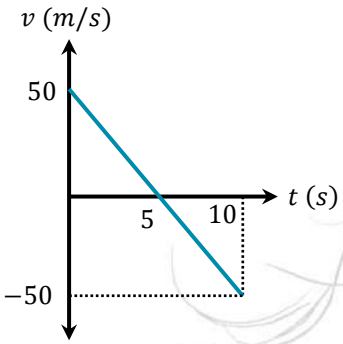
أ/عبدالرحمن عصام

٣) الشكل البياني يمثّل العلاقة بين السرعة والزمن، أوجد:

أ) زمن وصول الجسم إلى أقصى ارتفاع.

ب) الزمن الكلي الذي استغرقه الجسم.

جـ) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم.



الحل:

أ) $t = 5\ s$

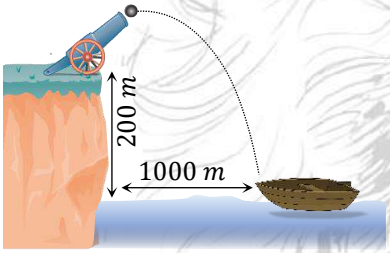
ب) $T = 10\ s$

جـ) $g = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-50}{5} = -10\ m/s^2$

$d = v_i t + \frac{1}{2} g t^2 = (50 \times 5) + (\frac{1}{2} \times -10 \times 25) = 125\ m$

٤) من الشكل احسب السرعة الأفقية التي يجب أن تنطلق بها القذيفة من فوهة المدفع لكي تصيب السفينة.

$(g = 10\ m/s^2)$



الحل:

$h = v_{iy} t + \frac{1}{2} g t^2$

السرعة الابتدائية في الاتجاه الرأسي = صفر $(v_{iy} = 0)$

$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 200}{10}} = 6.325\ s$

عند انطلاق القذيفة تكون سرعتها هي سرعة أفقية فقط v_{ix}

$v_{ix} = \frac{d}{t} = \frac{1000}{6.325} = 158.1\ m/s$

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. جسمان لهما نفس الحجم من مادتين مختلفتين يسقطان معًا سقوطًا حرًا من نفس الارتفاع، ما العبارة الصحيحة التي تصف وصولهما إلى الأرض؟

أ) يصل الجسم الأثقل أولاً. ب) يصل الجسم الأقل كتلة أولاً.

جـ) عجلة حركة الجسم الأثقل أكبر. د) يصل الجسمان معًا إلى الأرض.

2. عند قذف جسم بسرعة ابتدائية v_i في اتجاه يميل بزاوية $60°$ على الاتجاه الأفقي، فإنه يصل إلى مسافة أفقية R ولكي يصل الجسم إلى مسافة أبعد علينا قذفه بنفس السرعة بزاوية .....

أ) $9°$ ب) $75°$ جـ) $45°$ د) $30°$

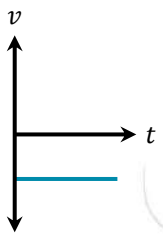
3. يصل الجسم إلى أقصى مدى أفقي عند قذفه لأعلى بزاوية .....

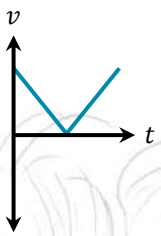
أ) $90°$ ب) $75°$ جـ) $45°$ د) $10°$

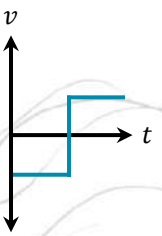
4. إذا قذف جسم بزاوية تصنع مع الأفقي $70°$ وقذف جسم آخر بزاوية $20°$ يكون المدى الأفقي للجسم

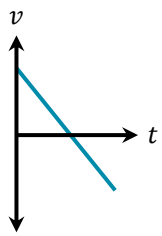
أ) الأول < الثاني ب) الأول = الثاني جـ) الأول > الثاني د) -

5. الشـكل البياني الذي يمثل جسـمًا قُذِفَ رأسـيًا إلى أعلى، ثم عاد إلى نقطة القذف مع اعتبار اتجاه السـرعة الابتدائية اتجاهًا موجبًا هو الشكل .....

أ) 

ب) 

جـ) 

د) 

6. عند سقوط جسم سقوطًا حرًا تتغيّر ..... من نقطة لأخرى.

أ) كتلته. ب) سرعته. جـ) عجلة حركته. د) -

7. قذفت كرتان إلى أعلى إحداهما بسرعة ابتدائية تعادل ضِعف السرعة الابتدائية للكرة الأخرى فإن الكرة المقذوفة.بسرعة أكبر تصل إلى ارتفاع .....

أ) ضعف الأخرى. ب) أربعة أمثال الأخرى. جـ) $\sqrt{2}$ من الأخرى. د) -

8. إذا قذف جسم لأعلى فأي الكميات الفيزيائية تساوي صفرًا عند أقصى ارتفاع .....

أ) قوة الجاذبية الأرضية. ب) العجلة. جـ) طاقة الوضع. د) السرعة.

9. جسمان يسقطان نحو الأرض سقوطًا حرًا، كتلة الأول ضِعف كتلة الثاني فإن النسبة a_1 إلى a_2 = ...

أ) $\frac{1}{2}$ ب) $\frac{1}{3}$ جـ) $\frac{1}{1}$ د) $\frac{2}{1}$

10. عندما يسقط جسم لأسفل سقوطًا حرًا فإن سرعته بعد ثلاث ثواني ..... m/s^2 $(g = 9.8\ m/s^2)$

أ) 29.4 ب) 98 جـ) 19.6 د) 9.8

11. إذا كان المدى الأفقي لجسم مقذوف بزاوية θ مساويًا للصفر فإن θ = ...

أ) $90°$ ب) $170°$ جـ) $95°$ د) -

12. عندما يصل المقذوف لأعلى بزاوية لنفس المستوى الأفقي بعد زمن T فإنه يصل لأقصى ارتفاع بعد زمن ....

أ) $\frac{1}{2}T$ ب) $2T$ جـ) T د) صفر

13. إذا قُذِفَ جسـم لأعلى بزاوية $30°$ مع الأفقي وكانت سـرعته الابتدائية $20\ m/s$ فإن أقصـى ارتفاع يصـل إليه هو m .....

أ) 5 ب) 200 جـ) 400 د) 300

14. تتساوى قيمة المسافة الأفقية التي يقطعها مقذوفين متماثلين عند قذفهما بنفس السرعة عندما تكون زوايا قذفهما .....

أ) $50°, 40°$ ب) $80°, 60°$ جـ) $80°, 30°$ د) $60°, 70°$

15. عند قذف جسم رأسيًا إلى أعلى فإن زمن الصعود لأعلى ..... زمن الهبوط إلى أسفل.

أ) ضِعف ب) أكبر من جـ) يساوي د) أصغر من

16. يسـقط جسـم وبعد ثانية واحدة يسـقط جسـم آخر من نفس النقطة، كتلته ضِعف كتلة الأول، فبإهمال مقاومة الهواء فإن المسافة بين الجسمين .....

أ) تزيد. ب) تقلّ. جـ) تبقى ثابتة. د) تقل ولا تصل للصفر.

17. قُذِفَ جسم بسرعة v وبزاوية $20°$ مع الأفقي فكان أقصى مدى أفقي له $100\ m$ فإذا قُذِفَ جسم آخر بنفس السرعة ولكن بزاوية $70°$ فإن أقصى مدى أفقي له يكون m .....

(أ) 350 (ب) 100 (جـ) 50 (د) 200

18. عند قذف جسم لأعلى بسرعة ابتدائية v فإذا استغرق زمن قدره $4\ s$ حتى يعود لنقطة القذف فإنه يعود لنقطة القذف بسرعة مقدارها .....

(أ) $4\ v$ (ب) $2\ v$ (جـ) v (د) 0

19. يسقط جسمان كتلة الأول M وكتلة الثاني $2M$ سقوطًا حرًا من نفس الارتفاع فإذا كانت سرعة اصطدام الجسم الأول بالأرض v فإن سرعة الجسم الثاني عند منتصف زمن السقوط .....

(أ) $4\ v$ (ب) $2\ v$ (جـ) $0.5\ v$ (د) v

20. قُذِفَ جسم رأسيًا لأعلى فإن .....

(أ) السرعة تقلّ تدريجيًا والعجلة تقل.
(ب) السرعة تقلّ تدريجيًا والعجلة ثابتة.
(جـ) السرعة تزداد تدريجيًا والعجلة تزداد.
(د) السرعة تقلّ تدريجيًا والعجلة تزداد.

21. قُذِفَ جسم رأسيًا لأعلى فوصل إلى أقصى ارتفاع له d خلال زمن t ثم سقط سقوطًا حرًا حتى عاد إلى نقطة قذفه، فإن سرعته المتوسطة تساوي .....

(أ) $\frac{t}{2d}$ (ب) $\frac{2d}{t}$ (جـ) $\frac{d}{t}$ (د) 0

22. انطلقت كرة من سطح الأرض بسرعة قدرها $30\ m/s$ وبزاوية $60°$ على الأفقية فإن زمن عودتها إلى الأرض يسا وي ..... $(g = 10\ m/s^2)$

(أ) $2.6\ s$ (ب) $6\ s$ (جـ) $8\ s$ (د) $2.9\ s$

23. جسمين مقذوفين لأعلى أحدهما من الطابق الثاني والآخر من الطابق الرابع بنفس السرعة وبرصد وصول كل منهما لحظة الاصطدام بالأرض فإن .....

(أ) المقذوف من الطابق الثاني تكون سرعته أكبر.
(ب) المقذوف من الطابق الرابع تكون سرعته أقل.
(جـ) المقذوف من الطابق الرابع تكون سرعته أكبر.
(د) سرعتيهما تكون متساوية.

24. في إحدى مباريات كرة السلة كانت أقصى قفزة لأعلى سجلها لاعب هي $1.25\ m$ فإن زمن تحليق هذا اللاعب ..... $(g = 10\ m/s^2)$

(أ) $0.05\ s$ (ب) $0.25\ s$ (جـ) $0.5\ s$ (د) $1\ s$

25. قُذِفَ جسم بسرعة ابتدائية v_i وزاوية ميل $30°$ على الأفقي وبعد $4\ s$ أصبحت سرعته الرأسية $0.25\ v_i$ فتكون قيمة v_i هي ..... m/s

(أ) 75 (ب) 40 (جـ) 80 (د) 160

26. سقطت قنبلة من طائرة تطير أفقيًا بسرعة قدرها $100\ m/s$ وتحلّق على ارتفاع $4\ km$ من هدف فإن المدى الأفقي للقنبلة يساوي m .....

(أ) 1765.4 (ب) 2205 (جـ) 2828.4 (د) 3126.2

27. قُذِفَ جسم بزاوية ميل θ على الأفقي بسرعة ابتدائية v_i فكان $v_{ix} = v_{iy} = 20\ m/s$ فتكون قيمة v_i, θ على الترتيب .....

(أ) $45°, 40\ m/s$ (ب) $60°, 40\ \frac{m}{s}$
(جـ) $30°, 20\sqrt{2}\ m/s$ (د) $45°, 20\sqrt{2}\ m/s$

28. جسم يسقط سقوطًا حرًا يصل إلى الأرض في $6\ s$ تكون المسافة التي يقطعها الجسم في الثانيتين الأخيرتين علمًا بأن عجلة السقوط الحر $9.8\ m/s^2$ هي m .....

(أ) 68 (ب) 89 (جـ) 98 (د) 48

29. أقصى ارتفاع رأسي لقذيفة تصنع زاوية $60°$ مع الأفقي ..... الارتفاع الرأسي عندما تصنع زاوية $30°$ مع الأفقي.

(أ) أكبر من (ب) أصغر من (جـ) تساوي (د) أكبر من أو تساوي

30. مدفعية تطلق قذائفها بزاوية مقدارها $45°$ مع الأفقي تكون السرعة الابتدائية للقذائف كي تصيب هدفًا على بُعد $1000\ m$ (علمًا بأن عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$)

(أ) $50\ m/s^2$ (ب) $200\ m/s^2$ (جـ) $100\ m/s^2$ (د) 0

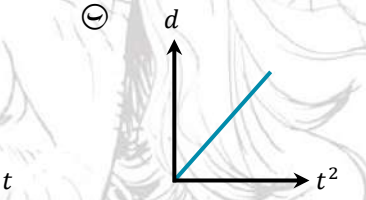
31. سقط جسم من أعلى مبنى ارتفاعه (h) من سطح الأرض فوصل لمنتصف المبنى بعد زمن (t) لذلك فإنه يقطع النصف الآخر من المبنى في زمن .....

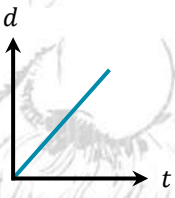
(أ) $\sqrt{2}\ t$ (ب) $20.5\ t$ (جـ) $0.34\ T$ (د) $0.41\ T$

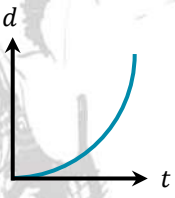
32. عند قذف جسم رأسيًا لأعلى بسرعة ابتدائية v فإذا استغرق زمن قدره $4\ s$ حتى يعود لنقطة القذف فإنه يعود لنقطة القذف بسرعة مقدارها .....

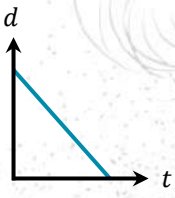
(أ) $4\ v$ (ب) $2\ v$ (جـ) v (د) 0

33. الرسم البياني الذي يمثل حركة جسم يسقط سقوطًا حرًا من وضع السكون هو .....

(أ) 

(ب) 

(جـ) 

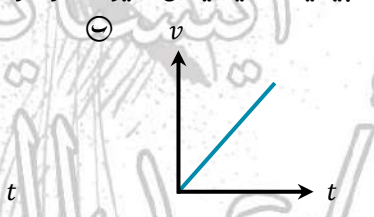
(د) 

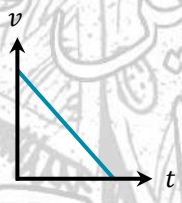
34. قُذِفَ حجر وكرة معًا إلى أعلى، حيث قُذِفَ الحجر بسرعة $20\ m/s$ بينما قُذِفت الكرة بسرعة $10\ \mathrm{m/s}$. إذا كان أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة هو (H)، فما أقصى ارتفاع يصل إليه الحجر؟

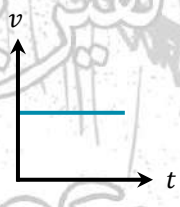
(مع إهمال مقاومة الهواء لحركة الحجر والكرة)

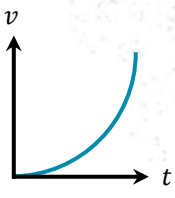
(أ) $0.5\ H$ (ب) H (جـ) $2\ H$ (د) $4\ H$

35. سقط جسم من السكون من أعلى مبنى فوصل إلى الأرض خلال زمن T فإذا كانت مقاومة الهواء مهملة فأي من الأشكال البيانية التالية يمثل تغيّر مقدار سرعته v .....

(أ) 

(ب) 

(جـ) 

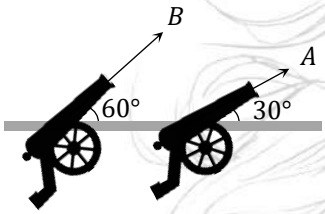
(د) 

أ/ عبدالرحمن حسن عصام

36. تعتبر حركة المقذوفات حركة في بُعدين، أحدهما أفقي والآخر رأسي.
أي العبارات الآتية تصف حركة قذيفة وصفًا صحيحًا؟

(أ) السرعة في البُعد الأفقي متغيّرة، والعجلة في البُعد الرأسي متغيّرة.
(ب) السرعة في البُعد الأفقي ثابتة، والعجلة في البُعد الرأسي متغيّرة.
(جـ) السرعة في البُعد الأفقي متغيّرة، والعجلة في البُعد الرأسي ثابتة.
(د) السرعة في البُعد الأفقي ثابتة، والعجلة في البُعد الرأسي ثابتة.

37. الشكل المقابل يوضّح عملية اطلاق قذيفتين $(A), (B)$ بنفس السرعة الابتدائية وكانت كتلة القذيفة (A) أقل من كتلة القذيفة (B)، أي القذيفتين سوف تقطع إزاحة رأسية أكبر؟
(مع إهمال مقاومة الهواء)



(أ) A لأن كتلتها أقل.
(ب) A لأن زاوية القذف أصغر.
(جـ) B لأن وزنها أكبر.
(د) B لأن سرعتها الابتدائية الرأسية أكبر

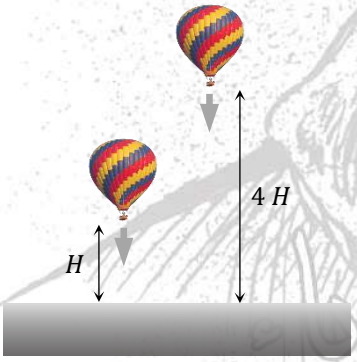
28. جسم يتحرك بعجلة منتظمة فأصبحت سرعته بعد زمن t تساوي $6\ m/s$ وبعد زمن $2\ t$ أصبحت سرعته $12\ m/s$ فإن سرعته الابتدائية تساوي ..... m/s

(أ) 3 (ب) 2 (جـ) 1 (د) 0

29. وقف أحمد وفادي على حافة جرف صخري يطل على بحيرة. قام أحمد بإلقاء كرة سلة رأسيًا إلى أعلى وفي نفس اللحظة قام فادي بإلقاء كرة سلة أخرى رأسيًا إلى أسفل بنفس السرعة الابتدائية. فإذا كنت تقف في قارب أسفل الجرف الصخري تراقب ما يفعلانه، فأيّ الكرتين ستصطدم سطح الماء بسرعة أكبر؟

(أ) كرة أحمد.
(ب) كرة فادي.
(جـ) كلتا الكرتين ستصل سطح الماء بنفس السرعة.
(د) لا توجد معلومات كافية للإجابة.

30. أسقط صندوق من منطاد مرّتين
في المرّة الأولى، كانت المسافة بين البالون وسطح الأرض H، في المرّة الثانية كانت هذه المسافة $4\ H$
الزمن الذي استغرقه الصندوق ليصل إلى سطح الأرض في الحالة الثانية مقارنةً بالحالة الأولى يكون: .....



(أ) الزمن واحدًا في الحالتين لأنه لا يعتمد على الارتفاع.
(ب) الزمن في الحالة الثانية ضِعف الزمن في الحالة الأولى.
(جـ) الزمن في الحالة الثانية ثلاثة أمثال الزمن في الحالة الأولى.
(د) الزمن في الحالة الثانية أربعة أمثال الزمن في الحالة الأولى.

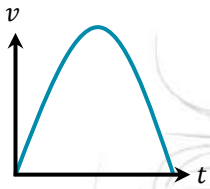
31. تم إطلاق قذيفة من فوهة مدفع بزاوية مقدارها $50°$ مع الأفقي، فوصلت إلى أقصى ارتفاع (h) وقطعت مدى أفقي مقداه (X). فإذا تم إعادة إطلاق القذيفة مرّة أخرى من فوهة نفس المدفع بنفس سرعة الإطلاق بزاوية مقدارها $60°$ مع الأفقي، فإن مقدار أقصى ارتفاع تصل إليه والمدى الأفقي الذي تقطعه: .....

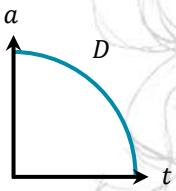
(أ) أكبر من h، أكبر من X
(ب) أكبر من h، أقل من X
(جـ) أكبر من h، تساوي X
(د) أقل من h، أقل من X

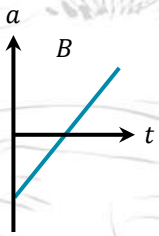
32. عند قيام طالبين بقياس الزمن اللازم لسقوط كرة نحاسية من أعلى مبنى ارتفاعه $5\ m$، حصلا على القراءتين التاليتين: قراءة الأول: $(0.1)\ s-$ قراءة الثاني: $(10)\ s$. ما رأيك بالنسبة للقراءتين؟

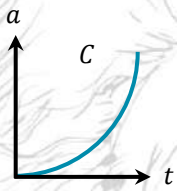
(أ) القراءتان منطقيتان.
(ب) القراءة الأولى منطقية، والقراءة الثانية غير منطقية.
(جـ) القراءتان غير منطقيتين.
(د) القراءة الأولى غير منطقية، والقراءة الثانية منطقية.

33. أسقط صندوق من منطاد مرّتين
في المرّة الأولى، كانت المسافة بين البالون وسطح الأرض H، في المرّة الثانية كانت هذه المسافة $4\ H$
الزمن الذي استغرقه الصندوق ليصل إلى سطح الأرض في الحالة الثانية مقارنةً بالحالة الأولى يكون: .....



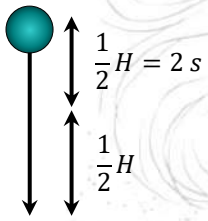
(أ) 

(ب) 

(جـ) 

(د)

34. يمثل الشكل كرة تسقط سقوطًا حرًا من ارتفاع قدره (H) فوق سطح الأرض، حيث استغرقت $2\ s$ للوصول إلى منتصف المسافة $(\frac{1}{2}H)$. ما الزمن اللازم لتقطع الكرة النصف الآخر من المسافة حتى تصل إلى الأرض؟ علمًا بأن: $(g = 10\ m/s)$



(أ) $3\ s$ (ب) $2\ s$ (جـ) $0.83\ s$ (د) $0.5\ s$

35. في السقوط الحر بتضاعف كتلة الجسم .....
(أ) تتضاعف العجلة. (ب) تظل ثابتة. (جـ) تقل العجلة للنصف. (د) -

36. جسمان كتلة كلٍّ منهما $4\ kg, 2\ kg$ تُركا ليسقطا سقوطًا حرًا نحو الأرض فإذا كانت العجلة التي يسقط بها الأول $10\ m/s^2$ تكون العجلة التي يسقط بها الجسم الثاني .....
(أ) $5\ m/s^2$ (ب) $10\ m/s^2$ (جـ) $20\ m/s^2$ (د) -

37. عند سقوط جسم سقوطًا حرًا في مجال الجاذبية الأرضية فإن المسافة المقطوعة تتناسب .....
(أ) طرديًا مع الزمن. (ب) عكسيًا مع الزمن.
(جـ) طرديًا مع ضعف الزمن. (د) طرديًا مع مربع الزمن.

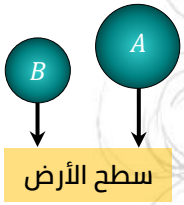
38. عند سقوط كرتين مختلفتين في الكتلة من الارتفاع نفسه وبإهمال مقاومة الهواء، فإن العبارة الصحيحة التي تتعلّق بزمن وصولهما .....
(أ) زمن الكرة الكبيرة < زمن الكرة الصغيرة. (ب) زمن الكرة الكبيرة > زمن الكرة الصغيرة.
(جـ) زمن الكرة الكبيرة = زمن الكرة الصغيرة. (د) لا علاقة للزمنين ببعضهما بعضًا.

39. يسقط جسم سقوطًا حرًا فإذا كانت مقاومة الهواء مهملة تكون النسبة بين إزاحة جسم بعد زمن قدره $1\ s$ وإزاحته بعد زمن قدره $2\ s$ وإزاحته بعد زمن قدره $3\ s$ على الترتيب هي .....
(أ) $1 : 2 : 3$ (ب) $1 : 2 : 4$ (جـ) $1 : 3 : 5$ (د) $1 : 4 : 9$

40. قُذِفت كرة أفقيًا بسرعة (v) عن سطح عمارة، وفي اللحظة نفسها أسقطت كرة أخرى سقوطًا حرًا من الارتفاع نفسه (بإهمال مقاومة الهواء)، فأي العبارات الآتية صحيحة؟

(أ) الكرة الثانية تصل الأرض أولاً.
(ب) الكرة الأولى تصل الأرض أولاً.
(جـ) تصل الكرتان الأرض معًا في آنٍ واحد وتكون سرعة الكرة الأولى أكبر من سرعة الكرة الثانية.
(د) تصل الكرتان الأرض معًا في آنٍ واحد وتكون سرعة الكرة الثانية أكبر من سرعة الكرة الأولى.

41. في الشكل المقابل عندما يسقط الجسمان المتساويان في الكتلة والمختلفان في مساحة السطح في الهواء ومن نفس الارتفاع فإن ...



(أ) الجسم A يصل إلى الأرض أولاً.
(ب) الجسم B يصل إلى الأرض أولاً.
(جـ) يصل الجسمان إلى الأرض بنفس الوقت.
(د) الجسم B تزداد سرعته أولاً.

42. كرتان قذفت أحدهما أفقيًا والأخرى أسقطت رأسيًا في الوقت نفسه، بإهمال مقاومة الهواء فإن ...

(أ) الكرتان تصلان إلى سطح الأرض في نفس اللحظة.
(ب) الكرة التي تقذف أفقيًا تصل إلى سطح الأرض أولاً.
(جـ) الكرة التي أسقطت رأسيًا تصل إلى سطح الأرض أولاً.
(د) الكرة التي تقذف أفقيًا تستغرق نصف زمن وصول الكرة التي أسقطت رأسيًا.

43. أطلقت قذيفتان بسرعة ابتدائية متساوية، الأولى بزاوية $30°$ والثانية بزاوية $60°$ فتكون المركبة الرأسية لسرعة القذيفة الأولى .....

(أ) مساوية المركبة الرأسية لسرعة القذيفة الثانية.
(ب) ضِعف المركبة الرأسية لسرعة القذيفة الثانية.
(جـ) أكبر من المركبة الرأسية لسرعة القذيفة الثانية.
(د) أصغر من المركبة الرأسية لسرعة القذيفة الثانية.

44. أطلقت قذيفتان بسرعة ابتدائية متساوية، الأولى بزاوية $30°$ والثانية بزاوية $60°$ فتكون المركبة الأفقية لسرعة القذيفة الأولى .....

(أ) مساوية المركبة الأفقية لسرعة القذيفة الثانية.
(ب) ضِعف المركبة الأفقية لسرعة القذيفة الثانية.
(جـ) أكبر من المركبة الأفقية لسرعة القذيفة الثانية.
(د) أصغر من المركبة الأفقية لسرعة القذيفة الثانية.

45. أطلقت قذيفتان كتلتهما $2\ m, m$ بالسرعة الابتدائية نفسها بزاوية θ بالنسبة إلى المحور الأفقي نفسه فيكون الارتفاع الرأسي الذي تبلغه القذيفة $2\ m$ .....

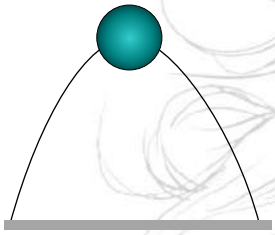
(أ) مساويًا الارتفاع الرأسي الذي تبلغه القذيفة m
(ب) ربع الارتفاع الرأسي الذي تبلغه القذيفة m
(جـ) نصف الارتفاع الرأسي الذي تبلغه القذيفة m
(د) ضِعف الارتفاع الرأسي الذي تبلغه القذيفة m

أ/ عبدالرحمن حسن عصام

46. أطلقت قذيفتان كتلتهما $2\ m, m$ بالسرعة الابتدائية نفسها وبزاويتيّ إطلاق مختلفتين الأولى بزاوية $30°$ والثانية بزاوية $60°$ بالنسبة إلى المحور الأفقي نفسه فيكون المدى الأفقي للقذيفة m .....

(أ) نصف المدى الأفقي للقذيفة $2\ m$
(ب) مساويًا المدى الافقي للقذيفة $2\ m$
(جـ) ضِعف المدى الأفقي للقذيفة $2\ m$
(د) أربعة أمثال المدى الأفقي للقذيفة $2\ m$

47. قُذِفت كرة بسرعة v_i وباتجاه يصنع زاوية θ مع الأفقي عندما تصل الكرة لأقصى ارتفاع لها، فإن .....



(أ) السرعة المحصلة للكرة تساوي صفرًا وعجلة تحركها تساوي صفرًا.
(ب) السرعة المحصلة للكرة تساوي صفرًا وعجلة تحركها لا تساوي صفرًا.
(جـ) السرعة المحصلة للكرة لا تساوي صفرًا وعجلة تحركها تساوي صفرًا.
(د) السرعة المحصلة للكرة لا تساوي صفرًا وعجلة تحركها لا تساوي صفرًا.

48. عندما يصل مقذوف بزاوية إلى أقصى ارتفاع له، يكون اتجاه العجلة ..... اتجاه السرعة.

(أ) عمودي على
(ب) معاكس لـ
(جـ) موازي لـ
(د) لا يوجد علاقة بينهما

49. عندما تزيد الزاوية التي يقذف بها جسم عن $45°$، فإن أيًّا من الاختيارات التالية صحيح؟

(أ) تزداد فترة تحليقه في الهواء.
(ب) يصل إلى مدى رأسي أكبر.
(جـ) يصل إلى مدى أفقي أقل.
(د) جميع ما سبق.

50. قذف مقذوف بحيث يكون مداه الأفقي مساويًا ثلاثة أمثال أقصى ارتفاع له، فتكون زاوية انطلاق هذا المقذوف مع محور السينات .....

(أ) $59°$
(ب) $55.3°$
(جـ) $30°$
(د) $53.1°$

51. قُذِفَت كرة بسرعة ابتدائية وزاوية θ، وكانت سرعتها الابتدائية الأفقية تساوي نصف سرعتها الابتدائية الرأسية فإن قيمة الزاوية تساوي θ .....

(أ) $30°$
(ب) $26.6°$
(جـ) $63.43°$
(د) $60°$

المقالي

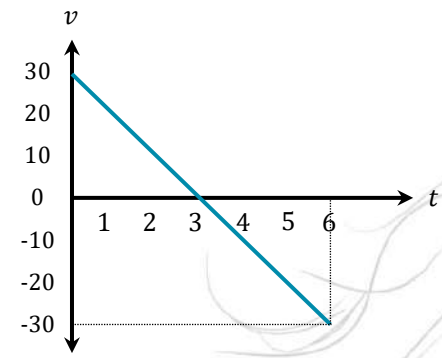
1. وقف شخص أعلى مبنى مرتفع وقذف كرة بسرعة $50\ m/s$، فإذا كانت عجلة السقوط الحر تساوي $10\ m/s^2$، احسب سرعة الكرة والإزاحة الرأسية التي تقطعها بعد مرور $4\ s$، والحالات الآتية:

(أ) إذا قذفت الكرة لأعلى في الاتجاه الرأسي.
(ب) إذا قذفت الكرة لأسفل في الاتجاه الرأسي.
(جـ) إذا قذفت الكرة لأعلى بزاوية مقدارها $60°$ مع المستوى الأفقي.
(د) إذا قذفت الكرة أفقيًا (الزاوية مقدارها صفر مع المستوى الأفقي)

$(10\ m/s, 120m, 90\ m/s, 280\ m, 25.22\ m/s, 93.2\ m, 64.03\ m/s, 80\ m)$

أ/عبدالرحمن عصام

2. الرسم البياني يعبّر عن تغيّر مركبة السرعة العمودية لجسم مقذوف في مجال جاذبية الأرض، إذا كانت زاوية القذف $30°$، فاحسب.



(أ) مقدار السرعة التي قذف بها الجسم.

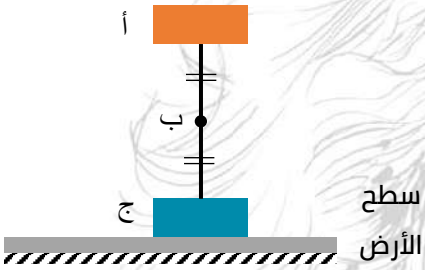
(ب) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم.

(جـ) المدى الأفقي للجسم.

(د) (علمًا بأن: $g = 10\ m/s^2$)

$(60\ m/s, 45\ m, 311.76\ m)$

3. جسم يسقط سقوطًا حرًا كما في الشكل من (أ) إلى (ج)، النقطة (ب) في منتصف المسافة، احسب النسبة بين زمن حركة الجسم (من أ إلى ب) إلى زمن حركة الجسم (من أ إلى ج).



$\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$

3. بدأ نمر الجري عندما رأى غزالة تبعد عنه $15\ m$ وكانت تجري بسرعة منتظمة $2\ m/s$ إذا علمت أن النمر يجري بعجلة منتظمة موجبة $2\ m/s^2$، متى وعلى أي بُعد يتمكّن النمر من الغزالة؟

4. بدأ جسم حركته من السكون عند النقطة A عندما كانت الساعة العاشرة بعجلة منتظمة $2\ m/s^2$ قاصدًا النقطة B على بُعد $500\ m$ من النقطة A وبعد مُضيّ $10\ s$ تحرّك جسم آخر من النقطة B قاصدًا A بسرعة منتظمة $10\ m/s$ فمتى يتقابل الجسمان؟

أينشتاين في الفيزياء
أ/عبدالرحمن عصام

القوة والحركة

قانون نيوتن الاول

القصور الذاتي

قانون نيوتن الثالث

1 القوة والحركة

يعود الفضل إلى العالمين جاليليو ونيوتن في وضع نظرية منظمة للحركة وذلك في القرن السابع عشر - حيث قاما بشرح وتفسير أسباب حركة الأجسام وكيفية حركتها.

القوة:

- هي مؤثر خارجي يؤثّر على الجسم فيسبب تغييرًا في حالته أو اتجاهه.
- **أمثله:**
  ① قوتك العضلية تساعدك على شد الأشياء.
  ② قوة محرك السيارة تساعد على بدء الحركة.
  ③ قوة الفرامل تساعد على إيقاف السيارة.
- تقاس باستخدام الميزان الزنبركي ووحدة قياسها هي النيوتن.

قوانين نيوتن الثلاثة للحركة

قام نيوتن بوضع ثلاثة قوانين لشرح وتفسير حركة الأجسام عند التأثير عليها بقوة أو مجموعة من القوى، وفيما يلي نتناول كل قانون على حِدة.

قانون نيوتن الأول

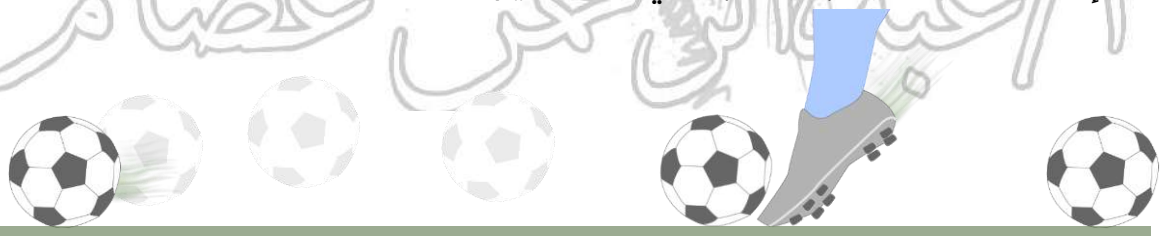
- إذا دُفِعَ جسم على الأرض فإنه ينزلق عليها مسافة معينة ثم يتباطأ إلى أن يقف.
- اعتقد العلماء أن طبيعة المادة هي السكون بمعنى أن حركة أي شيء تؤول للسكون إلا أن التجارب العلمية أظهرت أنّ ذلك يعود لوجود قوى احتكاك:
  (أ) تقاوم الجسم المنزلق وتعمل على إبطائه حتى يقف.
  (ب) بدونها يتابع الجسم سيره باستمرار دون توقف.

نص قانون نيوتن الأول:

يظل الجسم على حالته من سكون أو حركة بسرعة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثّر عليه قوة محصلة تغيّر من حالته.

التفسير:

- عند وضع كرة على أرض الملعب فإنها تظل ساكنة في مكانها ما لم يحركها اللاعب (ما لم تؤثر عليها قوة خارجية تغيّر من حالتها).
- عند ركل كرة فإنها تتحرك مسافة معينة ثم تتباطأ حتى تقف بعد فترة لأن الكرة تتأثر بقوة خارجية تغيّر من حالتها (الحركة) وهي قوى الاحتكاك بينها وبين الأرض والتي تقاوم حركة الكرة وفي حالة عدم وجود هذه القوى فإن الكرة ستظل متحركة بسرعة ثابتة في خط مستقيم.



الاستنتاج:

- نحتاج قوة لتغيّر حالة الجسم من الحركة إلى السكون أو من السكون إلى الحركة.
- لا نحتاج قوة لجعل الجسم يحافظ على حالته (سكون أو حركة بسرعة ثابتة في خط مستقيم).

الصيغة الرياضية: $\sum F = 0$ ($\sum$ تُسمى سيجما وتُرمز إلى محصلة القوى، F تُرمز إلى القوة).

أي أنه: إذا أثّرت أكثر من قوة على جسم بحيث تلغي تأثير بعضها البعض فتصبح محصلة القوى المؤثرة على هذا الجسم تساوي صفر، فإن العجلة تساوي صفر فلا تتغيّر سرعة الجسم سواء كان ساكنًا أو متحركًا.

لاحظ:

- يطبّق قانون نيوتن الأول على الجسم الذي تكون عجلته تساوي ومحصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفر بمعنى أن الجسم قد يكون ساكنًا وقد يكون متحركًا بسرعة منتظمة.
- ليس معنى أن محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفر أن الجسم الساكن، فقد يكون الجسم متحركًا بسرعة منتظمة والقوى تلاشي بعضها (لها نفس المقدار والاتجاه وخط العمل).
- لحدوث إتزان لابد من وجود أكثر من قوة، فالقوة الوحيدة لا تحدث إتزان.
- إذا أثرت على الجسم عدة قوى في نفس الاتجاه فلن تلاشي بعضها والمحصلة لن تساوي صفر.

القصور الذاتي

تعريف القصور الذاتي:

① هو ميل الجسم الساكن إلى البقاء في حالة السكون وميل الجسم المتحرك للاستمرار في الحركة بسرعته الأصلية في خط مستقيم.

② هو خاصية مقاومة الأجسام لتغيير حالتها من السكون أو الحركة.

أمثلة:

① سقوط قطعة النقود في الكوب عند دفع الورقة فجأة.
لأن الجسم الساكن يحاول الاحتفاظ بحالة السكون التي كان عليها.

② اندفاع قائد الدرّاجة النارية للأمام عند اصطدامها بحاجز.
لأن الجسم المتحرك يحاول الاحتفاظ بحالة الحركة التي كان عليها.

③ استمرار دوران أذرع المروحة الكهربية لبضع ثوانٍ بعد قطع التيار عنها.

④ اندفاع الراكب للخلف عند تحرك الحافلة الساكنة فجأة للأمام.

⑤ اندفاع الراكب للأمام عند توقف الحافلة المتحركة فجأة

⑥ اندفاع الفارس للأمام عند اصطدام الجواد بالحاجز.

⑦ سقوط الشخص على وجهه إذا اصطدم بحجر أثناء الجري.

⑧ بقاء قطعة رخام على المنضدة بعد سحب لوح الورق من تحتها فجأة.

⑨ اندفاع لاعب كرة القدم للأمام أثناء سقوطه على الأرض عند تعرّض قدمه للعرقلة أثناء الجري.

العلاقة بين كتلة الجسم وقصوره الذاتي:

- من السهل تحريك جسم كتلته صغيرة (عربة فارغة) وذلك لأنّ قصوره الذاتي صغير.
- نجد صعوبة في تحريك جسم كتلته كبيرة (عربة محمّلة بالبضائع) وذلك لأنّ قصوره الذاتي كبير.
- القصور الذاتي يتناسب طرديًا مع الكتلة.

العلاقة بين كتلة الجسم وقصوره الذاتي:

- يُسمى قانون نيوتن الأول بقانون القصور الذاتي لأنّ الجسم يكون قاصرًا عن تغيير حالته من السكون أو الحركة بنفسه.
- يجب ارتداء حزام الأمان أثناء قيادة السيارة لتقليل اندفاع الجسم للأمام أثناء التصادم فجأة نتيجة تأثره بالقصور الذاتي مما يقلل من نسبة الإصابات.
- لا تحتاج صواريخ الفضاء عقب خروجها من الجاذبية الأرضية إلى استهلاك وقود لكي تتحرّك لأنّ القصور الذاتي يحافظ على حركتها بسرعة منتظمة وفي خط مستقيم.

قانون نيوتن الثاني

- سيتم دراسته في الفصل الدراسي الثاني.
- القوة المحصلة المؤثرة على جسم تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في العجلة التي يتحرك بها.
- $F = ma$

قانون نيوتن الثالث

- يبحث القانون الثالث لنيوتن في طبيعة القوى التي تؤثر على الأجسام والتي تتواجد بشكل أزواج متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه.

نص القانون:

عندما يؤثر جسم ما على جسم آخر بقوة فإن الجسم الثاني يؤثر على الجسم بقوة مساوية لها في المقدار ومضاد لها في الاتجاه.

أو: لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه.

الصيغة الرياضية:

إذا رمزنا للقوة التي يؤثر بها جسم A على جسم آخر B بالرمز F_1 والقوة التي يؤثر بها الجسم B على الجسم A بالرمز F_2 يكون:

- إذا كان الجسمان في حالة سكون: $F_1 = -F_2$
- إذا كان الجسمان في حالة حركة: $m_1a_1 = -m_2a_2$

والإشارة السالبة تعني أن القوتين في اتجاهين متضادين.

التفسير:

قانون نيوتن الثالث يتعلّق دائمًا بقوتين متبادلتين بين جسمين مختلفين، لذلك إذا كانت القوة الأولى تعتبر (فعل) فإن القوة الثانية تكون (رد فعل) وتكون مساوية للقوة الأولى وفي الاتجاه المضاد لها.

أمثله:

① عند دفع شخص جالس على كرسي متحرك للحائط (فعل) فإن الكرسي يندفع إلى الخلف (رد فعل).

② عندما تنطلق قذيفة من بندقية للأمام (فعل فإن البندقية ترتد للخلف (رد فعل).

③ عند نفخ بالون ثم تركه حرًا يندفع الهواء منه في اتجاه معيّن (فعل) ويندفع البالون في الاتجاه المضاد (رد فعل).

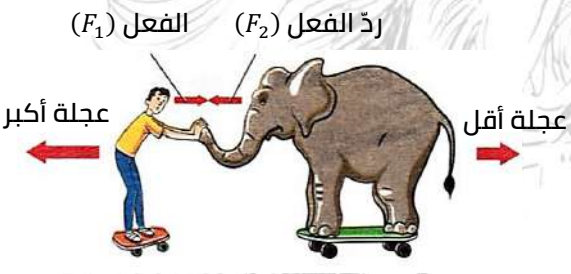
④ عند قيام شخصين بلعبة شدّ الحبل، فإذا كانت القوتان:

- متساويتان: فإن الحبل يكون في حالة إتزان، ولا يتحرك أحدهما تجاه الآخر.
- غير متساويتان: يوجد قوة محصلة لهاتين القوتين تؤثر في اتجاه القوة الأكبر فيتحرك أحدهما تجاه الآخر.

لاحظ:

- لا توجد في الكون قوة مفردة لأن قوتا الفعل ورد الفعل ينشآن معًا ويختفيان معًا.
- للفعل وردّ الفعل طبيعة واحدة، فإذا كان الفعل قوة جاذبية فإن ردّ الفعل يكون قوّة جاذبية أيضًا.
- بالرغم من تساوي قوتا الفعل وردّ الفعل إلاّ أنهما لا يحدثان اتزان (محصلة الفرد وردّ الفعل لا تساوي صفر) لأنهما يؤثران على جسمين مختلفين وليس على جسم واحد.
- يجب على الجندي تثبيت البندقية تمامًا على كتفه أثناء إطلاق النار لكي يقلل من ارتداد البندقية إلى الخلف كرد فعل عليها عند خروج القذيفة منها للأمام.
- تعتمد فكرة عمل الصاروخ على قانون نيوتن الثالث لأنه تندفع كتلة ضخمة من الغازات المشتعلة إلى أسفل الصاروخ فيكون ردّ فعل الصاروخ الاندفاع لأعلى.

لاحظ الشكل المقابل، ثم أجب عن الأسئلة التالية:



① ما العلاقة بين القوة المؤثرة على الفيل والقوة المؤثرة على الشخص؟

② لماذا تكون قوة الفعل على الفيل وردّ الفعل على الشخص قوتين غير متزنتين؟

③ إذا كانت كتلة الفيل تساوي 6 مرات قدر كتلة الرجل، فاحسب العجلة التي يتحرك بها الفيل إذا تحرك الرجل بعجلة $2\ m/s^2$، لماذا تكون عجلة الفيل سالبة الإسارة؟

الحل:

① القوة المؤثرة على الفيل = – القوة المؤثرة على الشخص $(F_1 = -F_2)$.

② لكي يحدث الاتزان بين قوتين يشترط أن تكونا متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه، وخط عملهما واحد، وتؤثران على نفس الجسم، وتنطبق جميع هذه الشروط على قوى الفعل ورد الفعل، فيما عدا الشرط الأخير، حيث أن الفعل يؤثر على جسم (الفيل) وردّ الفعل يؤثر على جسم آخر (الشخص).

③ حساب العجلة التي يتحرك بها الفيل:

$$F_1 = F_2$$
$$m_1 a_1 = -m_2 a_2$$
$$\frac{-a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$
$$m_1 = 6\, m_2$$
$$\frac{-a_1}{2} = \frac{1}{6}$$
$$a_1 = -\frac{1}{3}\ m/s^2$$

تدل الإشارة السالبة على أن الفيل يتحرك في عكس اتجاه حركة الشخص.

أ/ عبدالرحمن عصام الفيزياء والإنسانيات

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. تسير درّاجة بسرعة ثابتة في خط مستقيم في اتجاه الشرق، عندما تكون القوة المحصلة على الدرّاجة .....
(أ) صفرًا. (ب) سالبة. (جـ) موجبة. (د) في اتجاه الشرق.

2. عندما يكون اتجاه العجلة عكس اتجاه السرعة .....
(أ) تقلّ القوة المحصلة. (ب) تزداد سرعة الجسم.
(جـ) تظل سرعة الجسم ثابتة. (د) تتناقص سرعة الجسم.

3. عندما تكون القوة المحصلة تؤثر على سيارة متحركة صفرًا، .....
(أ) تتحرك السيارة بعجلة موجبة. (ب) تتحرك السيارة بعجلة سالبة.
(جـ) تتحرك السيارة بسرعة منتظمة. (د) تتوقف السيارة.

4. نعبّر عن قانون نيوتن الثالث بالعلاقة الرياضية .....
(أ) $F_1 = -F_2$ (ب) $\sum F \neq 0$ (جـ) $\sum F = 0$ (د) $F = ma$

5. تبعًا للقانون الأول لنيوتن يتحرك الجسم بعجلة ..... ما لم تؤثر عليه قوة خارجية.
(أ) منتظمة. (ب) منعدمة. (جـ) غير منتظمة. (د) -

6. إذا نعدمت القوة المحصلة المؤثرة على جسم متحرك في مستقيم بسرعة منتظمة فإن الجسم ...
(أ) تتوقف حركته. (ب) يتحرك بعجلة منتظمة.
(جـ) يظل متحركًا بسرعة منتظمة. (د) يتحرك بسرعة غير منتظمة.

7. يُسمى قانون نيوتن الأول بقانون .....
(أ) ردّ الفعل. (ب) بقاء الكتلة. (جـ) القصور الذاتي. (د) بقاء الطاقة.

8. يبقى الجسم الساكن ساكنًا إذا أثرت عليه قوى .....
(أ) كبيرة. (ب) متزنة. (جـ) غير متزنة. (د) -

9. إمكانية إيقاف الأجسام التي تتحرك تحت تأثير القصور الذاتي تتوقف على .....
(أ) كتلتها فقط. (ب) عجلة تحركها فقط. (جـ) سرعتها فقط. (د) كتلتها وسرعتها معًا.

10. استمرار دوران المروحة الكهربية رغم انقطاع التيار الكهربي بسبب .....
(أ) ثقل ريش المروحة. (ب) القصور الذاتي.
(جـ) اختزان جزء من التيار الكهربي. (د) اتزان القوى المؤثرة

11. القانون الثالث لنيوتن يُسمى قانون .....
(أ) القصور الذاتي. (ب) ردّ الفعل.
(جـ) الجذب العام. (د) كولوم.

12. عند نفخ بالون بالهواء ثم اندفع الهواء منه فإن البالون يندفع .....
(أ) في اتجاه اندفاع الهواء. (ب) يمين اتجاه اندفاع الهواء.
(جـ) في عكس اتجاه اندفاع الهواء. (د) يسار اتجاه اندفاع الهواء.

أ/ عبد الرحمن عصام

13. عند زيادة قوة الفعل للضعف فإن قوة رد الفعل .....
(أ) تقل للنصف. (ب) تزداد أربعة أمثال.
(جـ) تزداد للضعف. (د) لا تتغير.

14. تعتمد فكرة عمل الصاروخ على قانون .....
(أ) القصور الذاتي. (ب) نيوتن الثالث. (جـ) الجذب العام. (د) كولوم.

15. يُسمى قانون الفعل وردّ الفعل بقانون نيوتن .....
(أ) الأول. (ب) الثاني. (جـ) الثالث. (د) -

16. اندفاع راكب الجواد للأمام إذا كبا الجواد فجأة يرجع إلى .....
(أ) قوة الجاذبية الأرضية. (ب) قوة اندفاع الجواد.
(جـ) القوة الطاردة المركزية. (د) القصور الذاتي.

17. يعمل ..... على منع اصطدام سائق سيارة بالزجاج الأمامي بفعل القصور الذاتي عند الضغط على الفرامل بقوة.
(أ) الدركسيون (ب) ذراع تغيير السرعات (جـ) حزام الأمان (د) الكاوتش

18. عند حركة سيارة ساكنة للأمام بشكل مفاجئ يندفع الركاب .....
(أ) للأمام. (ب) للخلف. (جـ) لليمين. (د) لليسار.

19. الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الأول هي .....
(أ) $F_1 = -F_2$ (ب) $\sum F \neq 0$ (جـ) $\sum F = 0$ (د) $F = ma$

20. من خصائص قوة الفعل وردّ الفعل أنهما .....
(أ) لهما نفس الطبيعة. (ب) لهما نفس الاتجاه.
(جـ) متعامدتين. (د) تؤثران على نفس الجسم.

21. دراسة القصور الذاتي له أهمية في .....
(أ) تجفيف الملابس. (ب) الأرجوحة الدوارة.
(جـ) الوقاية من شر الحوادث. (د) صنع غزل البنات.

22. إذا كانت كتلة جسم $4\ kg$ وكتلة جسم آخر $8\ kg$ فإن القصور الذاتي للجسم الثاني ..... بالقصور الذاتي للجسم الأول.
(أ) ضِعف (ب) نصف (جـ) ثلاثة أمثال (د) لا تربطه علاقة

23. إذا زادت كتلة الجسم إلى ثلاث أمثالها فإن قصوره الذاتي .....
(أ) يقلّ إلى الثُلث. (ب) يزداد إلى ثلاثة أمثاله.
(جـ) يزداد إلى ستة أمثاله. (د) لا يتغيّر.

24. يتناسب القصور الذاتي لجسم تناسبًا طرديًا مع .....
(أ) متزنتان. (ب) غير متزنتان. (جـ) متعامدتان. (د) متوازيتان.

مذكرات جاهزة
mozkratgahza.com

25. قوتا الفعل وردّ الفعل قوتان .....
(أ) متزنتان. (ب) غير متزنتان. (جـ) متعامدتان. (د) متوازيتان.

26. قوة اندفاع الغاز من الصاروخ لأسفل ..... قوة اندفاع الصاروخ لأعلى.
(أ) أكبر (ب) أقل (جـ) تساوي (د) أكبر من أو تساوي

27. عامل يدفع عربة حديقة، فإن القوة التي تسبب حركة العربة للأمام هي .....
(أ) القوة التي يؤثر بها العامل على العربة. (ب) القوة التي تؤثر بها العربة على العامل.
(جـ) القوة التي تؤثر بها الأرض على العربة. (د) الوقة التي تؤثر بها الأرض على العامل.

28. إذا صطدمت شاحنة كبيرة مع سيارة صغيرة فإن .....
(أ) الشاحنة تتأثر بقوة أكبر. (ب) السيارة الصغيرة تتأثر بقوة أكبر.
(جـ) الشاحنة لا تتأثر بأيّ قوة. (د) القوتان المؤثرتان عليهما متساويتان.

29. حسب القانون الأول لنيوتن يتحرك الجسم بعجلة ..... ما لم تؤثر عليه قوة خارجية.
(أ) منتظمة (ب) صفرية (جـ) متغيرة (د) سالبة

30. عند تطبيق قانون نيوتن الأول فإن الكمية التي تساوي الصفر هي .....
(أ) العلجة. (ب) الكتلة. (جـ) الوزن. (د) السرعة.

31. يستمر صاروخ الفضاء في الحركة بعد الخروج من الجاذبية بسبب .....
(أ) القصور الذاتي. (ب) تخزين تيار كهربي. (جـ) زيادة السرعة. (د) اتزان القوى.

32. إذا أثر جسم x على جسم y بقوة $9\ N$ فإن قوة ردّ فعل الجسم تساوي .....
(أ) 0 (ب) $9\ N$ (جـ) $-9\ N$ (د) $1\ N$

33. كل العبارات الآتية تنطبق على قوتيّ الفعل وردّ الفعل ما عدا .....
(أ) قوة الفعل = قوة ردّ الفعل. (ب) قوة الفعل تعاكس قوة ردّ الفعل.
(جـ) قوة الفعل وقوة ردّ الفعل تؤثران على نفس الجسم. (د) قوة الفعل وقوة رد الفعل تؤثران على جسمين مختلفين.

34. إذا أثرت على جسم مجموعة من القوى وظلّ الجسم ساكن فإن محصلة القوى المؤثرة تكون ...
(أ) أقصى ما يمكن. (ب) صفرًا.
(جـ) متساوية في المقدار ومتضادة في الاتجاه. (د) ليس لها نفس خط العمل.

35. عندما يثبّت الجندي البندقية في تجويف الكتب، يكون ذلك إحدى التطبيقات على .....
(أ) قانون نيوتن الأول. (ب) قانون نيوتن الثالث.
(جـ) القصور الذاتي. (د) قانون نيوتن الأول والقصور الذاتي.

36. أيّ الأجسام التالية يحدث بها أكبر قصور ذاتي؟
(أ) كرة تنس طاولة تدور بسرعة $0.5\ m/s$ (ب) قطار يتحرك بسرعة $1\ m/s$
(جـ) سيارة تتحرك بسرعة $4\ m/s$ (د) كرة بولينج تتحرك بسرعة $2\ m/s$

37. يسقط جسم وزنه $500\ N$ سقوطًا حرًا، فإذا خضع في فترة أثناء سقوطه لقانون نيوتن الأول فتكون القوة المؤثرة عليه في تلك الفترة بالنيوتن تساوي .....

(أ) 500 لأسفل. (ب) 500 لأعلى. (جـ) أكبر من 500 (د) أقل من 500

38. عند توقف السيارة فجأة فإن الركاب تندفع للأمام ويعتبر ذلك تبعًا .....

(أ) للقانون الثالث لنيوتن. (ب) للجاذبية الأرضية.
(جـ) للقانون الأول لنيوتن. (د) للاحتفاظ بحالة السكون.

39. إذا قمت بنفخ بالون ثم تركت الهواء يندفع منه فإن البالون في أثناء اندفاع الهواء لأسفل .....

(أ) يبقى ساكنًا. (ب) يتحرك لأعلى. (جـ) يتحرك لأسفل. (د) يتحرك أفقيًا.

40. يريد سائق ميكروباص أن يغلق الباب الجرّار دون الاحتياج إلى مساعدة ركاب السيارة فإنه .....

(أ) لا يتحرك بالسيارة. (ب) يتحرك بسرعة ثابتة.
(جـ) ينطلق بسرعة ويستمر في الحركة. (د) ينطلق بسرعة ثم يتوقف فجأة.

41. يجلس طالب على كرسي ويؤثر عليه بقوة مقدارها $500\ N$ فإن الكرسي يؤثر عليه بقوة تساوي ...

(أ) -500 لأسفل. (ب) -500 لأعلى.
(جـ) 500 لأسفل. (د) 500 لأعلى.

42. اندفاع ركاب سيارة للخلف عند بداية حركة السيارة بسبب .....

(أ) القصور الذاتي. (ب) بقاء الكتلة. (جـ) بقاء الطاقة. (د) الجذب العام.

43. حركة الطيور أثناء طيرانها من أبرز الأمثلة على .....

(أ) القصور الذاتي. (ب) القانون الأول لنيوتن. (جـ) المقذوفات في بُعدين. (د) القانون الثالث لنيوتن.

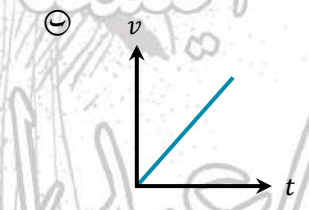
44. تعتمد فكرة إطلاق الصواريخ على .....

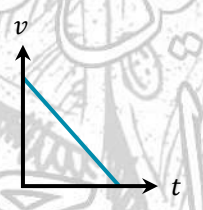
(أ) قانون بقاء الطاقة. (ب) قانون ردّ الفعل.
(جـ) قانون القصور الذاتي. (د) قانون بقاء الكتلة.

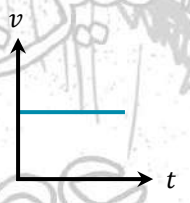
45. المؤثر الخارجي الذي يعمل على تغيير حالة الجسم .....

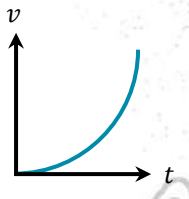
(أ) الإزاحة. (ب) القوة. (جـ) الكتلة. (د) الزمن.

46. أي الأشكال البيانية الآتية يمثّل قانون نيوتن الأول؟

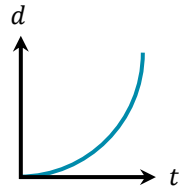
(أ) 

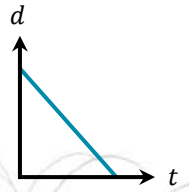
(ب) 

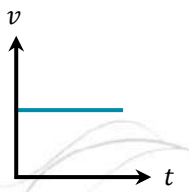
(جـ) 

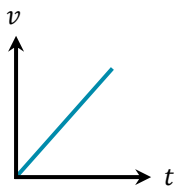
(د) 

47. أيّ الأشكال البيانية الآتية يمثّل قانون نيوتن الأول؟

أ 

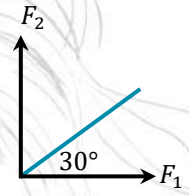
ب 

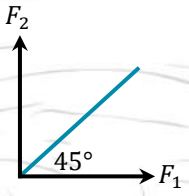
ج 

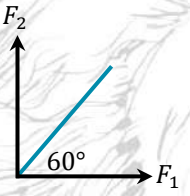
د 

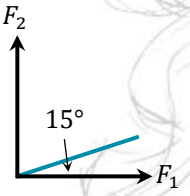
أ الشكل (1) والشكل (2).
ب الشكل (2) والشكل (3).
ج الشكل (3) والشكل (4).
د الشكل (1) والشكل (4).

48. أيٌّ من الرسومات البيانية التالية يعبّر عن العلاقة بين قيمة قوة الفعل (F_1) وقيمة ردّ الفعل (F_2) عند رسمهما بنفس مقياس الرسم؟

أ 

ب 

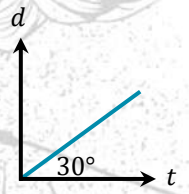
ج 

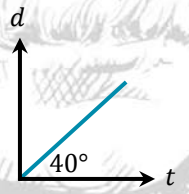
د 

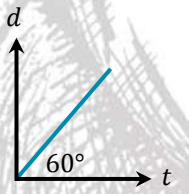
49. يحاول حصان أن يسحب عربة محملة بالأخشاب. فإذا علمت أن قوّة شدّ الحصان للعربة تمثل "الفعل"، فأي من القوى التالية يعتبر "ردّ فعل" لقوة شد الحصان؟

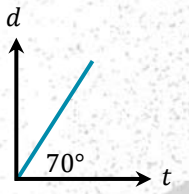
أ قوة احتكاك عجلات العربة مع الأرض.
ب قوة شد العربة للحصان.
ج قوة مقاومة الهواء للعربة.
د قوة احتكاك أقدام الحصان مع الأرض.

50. الأشكال الآتية توضح حالة بعض الأجسام المتحركة والتي لها نفس الكتلة وجميعها مرسومة بنفس مقياس الرسم، فإن الرسم الذي يعبّر عن الجسم الذي له أكبر قصور ذاتي عند توقفها فجأة هو الشكل .....

أ 

ب 

ج 

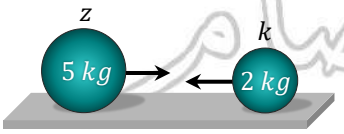
د 

51. أي الحالات التالية يعتبر تطبيق على قانونيّ نيوتن الأول والثالث على الترتيب؟

1- انطلاق صاروخ من قاعدة الإطلاق نتيجة احتراق الوقود.
2- حركة الصاروخ بَعُدَ من مجال الجاذبية دون وقود.
3- كتاب موضوع على منضدة.
4- اندفاع الركاب إلى الخلف عند توقف السيّارة فجأة.

أ الحالتين 1، 4
ب الحالتين 1، 2
ج الحالتين 1، 3
د الحالتين 2، 4

52. يبيّن الشكل جسمين k, z كتلتيهما $2\ kg, 5\ kg$ على الترتيب.
فإذا أثّر الجسم k على الجسم z بقوة مقدارها F عند تصادمهما فتكون القوة التي يؤثر بها الجسم z على الجسم k مساوية .....



أ $\frac{2}{5}F$
ب $\frac{5}{2}F$
ج F
د $-F$

53. كتاب الفيزياء موجود على طاولة أفقية .....
(أ) لا يوجد أي قوّة تؤثّر عليه.
(ب) لا يؤثّر الكتاب بأيّ قوّة على الطاولة.
(جـ) محصلة القوى التي تُؤثّر عليه تساوي صفرًا.
(د) لا تؤثّر الطاولة بأيّ قوّة على الكتاب.

54. خرج رجل للتّنزّه مع كلبه والذي كان مربوطًا بحزام أمسكه بشدّة، فجأة أبصر الكلب قطّةً فحاول أن يركض نحوها لكنّه لم يتمكّن من ذلك لأنّ الحزام امتدّ كثيرًا فمنعه مِن هذا. أيّ جملة تصف بشكل صحيح ما حدث؟
(أ) الكلب والرجل يشدّان الحزام بقوّة متساوية.
(ب) الكلب يشدّ الحزام بقوّة أكبر بكثير من تلك التي يؤثّر بها الرجل.
(جـ) الرجل يشدّ الحزام بقوّة أكبر بكثير من تلك التي يشدّ بها الكلب.
(د) الرجل لا يشدّ بالحزام بتاتًا إنّما يسحب إلى الأمام بسبب ركض الكلب.

55. أي العبارات التالية تنفق مع قوتيّ الفعل وردّ الفعل المشار إليها في قانون نيوتن الثالث في الحركة؟
(أ) الفعل وردّ الفعل يؤثران في الجسم نفسه.
(ب) الفعل وردّ الفعل متساويان في المقدار ولهما نفس الاتجاه.
(جـ) الفعل وردّ الفعل يؤثران في جسمين مختلفين ولهما نفس المقدار ومتعاكسين في الاتجاه.
(د) الفعل وردّ الفعل يؤثران في الجسم نفسه ولهما نفس المقدار ونفس الاتجاه.

56. حينما تضرب الكرة بقدمك فإن قوى الفعل وردّ الفعل لا يلغيان بعضهما لأن .....
(أ) قوة القدم في الكرة أكبر من قوة الكرة في القدم.
(ب) القوتين تؤثران في جسمين مختلفين.
(جـ) قوة القدم في الكرة أقل من قوة الكرة في القدم.
(د) القوتين تؤثران في زمنين مختلفين.

57. لا يرتد المدفع بالسرعة نفسها التي تنطلق بها القذيفة على الرغم من الفعل وردّ الفعل متعاكسان في المقدار .....
(أ) لأن المدفع يتم تثبيته.
(ب) لأن الفعل وردّ الفعل متعاكسان في الاتجاه.
(جـ) لأن كتلة القصور لكل منهما مختلفة.
(د) لا توجد إجابة صحيحة.

58. إذا ركل رائد فضاء حجرًا صغيرًا وهو في الفضاء الخارجي، أيّ العبارات الآتية صحيحة؟
(أ) لا يتحرك رائد الفضاء أو الحجر لأنهما عديما الوزن.
(ب) يتحرك الحجر ورائد الفضاء بسرعة واحدة ولكن باتجاهين متعاكسين.
(جـ) يتحرك رائد الفضاء بسرعة أكبر من سرعة الحجر ولكن باتجاهين متعاكسين.
(د) يتحرك رائد الفضاء والحجر بسرعتين مختلفتين ولكن بالاتجاه نفسه.

59. تحمل طالبة كرة في يدها، إذا كانت القوة التي تؤثر بها الأرض في الكرة هي الفعل، فإن قوة ردّ الفعل هي القوة التي تؤثر بها .....
(أ) الكرة في الأرض.
(ب) الكرة في اليد.
(جـ) اليد في الكرة.
(د) الأرض في اليد.

60. تقف حافلة في إشارة المرور واصطدمت بها حافلة أخرى مسرعة من الخلف.
كيف سيكون حال الركاب داخل الحافلتين لحظة التصادم؟

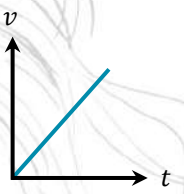
أ

ب

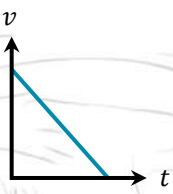
حـ

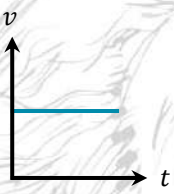
د

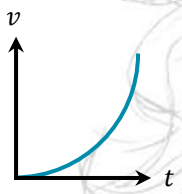
61. الأشكال البيانية تعبّر عن علاقة بين $t(s), v(m/s)$، أي منها تعبّر عن حركة سفينة فضاء خرجت من مجال الجاذبية .....

أ 

ب

حـ 

د 



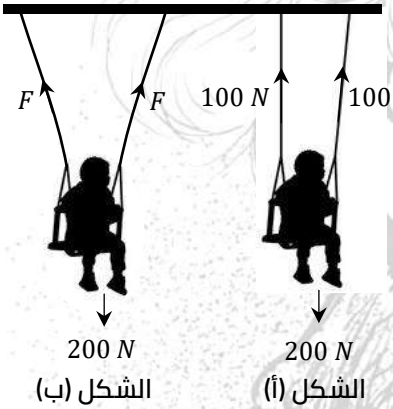
أسئلة متنوعة

1. في الشكل (أ) طفل يجلس على أرجوحة حبالها رأسية.
فسر لماذا تكون قوة الشدّ في كل حبل $100\ N$؟
في شكل (ب) يجلس الطفل على نفس الأرجوحة بعد أن باعدنا بين نقطتيّ تعليقها.
ماذا يحدث لقوة الشدّ في كل حبل؟

أ تظل $100\ N$

ب تزيد عن 100 N

حـ تقل عن 100 N



2. توضح الصورة متسابقًا في سباق للقوارب.

أ استخرج زوجًا من القوى في هذا الموقف يمثلان فعل وردّ فعل.

ب بيّن كيف يمكن للقارب أن يصل إلى سرعة أكبر.

تم الإنتهاء بحمد الله
الأستاذ عبدالرحمن عصام

تم تحميل الملف من MOZKRATGAHZA.COM أكبر وأضخم مكتبة تعليمية مجانية