

تم تحميل هذا الملف من موقع ملفات الكويت التعليمية



[com.kwedufiles.www//:https](https://www.kwedufiles.com)

\*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

\* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف العاشر اضغط هنا

<https://kwedufiles.com/10>

\* للحصول على جميع أوراق الصف العاشر في مادة فيزياء وجميع الفصول, اضغط هنا

<https://kwedufiles.com/10physics>

\* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف العاشر في مادة فيزياء الخاصة بـ الفصل الأول اضغط هنا

<https://www.kwedufiles.com/10physics1>

\* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف العاشر اضغط هنا

<https://www.kwedufiles.com/grade10>

\* لتحميل جميع ملفات المدرس ثانوية سلمان الفارسي اضغط هنا

[bot\\_kwlinks/me.t//:https](https://t.me/bot_kwlinks)

للحصول على جميع روابط الصفوف على تلغرام وفيسبوك من قنوات وصفحات: اضغط هنا

الروابط التالية هي روابط الصف العاشر على مواقع التواصل الاجتماعي

مجموعة الفيسبوك

صفحة الفيسبوك

مجموعة التلغرام

بوت التلغرام

قناة التلغرام

رياضيات على التلغرام

الفيزياء

الصف العاشر

الفصل الدراسي الأول

الوحدة الأولى الحركة

إعداد أ / أحمد سمير

## الفصل الأول: الحركة في خط مستقيم

### مفهوم الحركة و الكميات الفيزيائية اللازمة لوصفها

**الحركة:** هي أن يغير الجسم موضعه بمرور الزمن بالنسبة إلى موضع جسم آخر ساكن .

**الجسم الساكن:** هو الجسم الذي تفصله مسافة ثابتة عن جسم آخر ساكن يعتبر بمثابة نقطة مرجعية له .

**الجسم المتحرك:** هو الجسم الذي يقترب أو يبتعد عن جسم آخر ساكن يعتبر بمثابة نقطة مرجعية له .

**عملية القياس:** تعنى مقارنة مقدار معين بمقدار آخر من نوعه أو كمية بكمية أخرى من نوعها وذلك لمعرفة عدد مرات احتواء الأول على الثاني .

**الكميات الفيزيائية الأساسية:** هي تلك الكميات التي لا يمكن استنتاج إحداها بدلالة أخرى مثل الطول والكتلة والزمن .

**الكميات الفيزيائية المشتقة:** هي تلك الكميات التي يمكن اشتقاقها بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية مثل السرعة والعجلة والتردد والطاقة والضغط والقدرة .

**النظام الدولي للوحدات ( SI ):** يعرف بالنظام المتري ،الوحدات الأساسية في النظام المتري هي :

الكمية الأساسية	وحدة القياس الدولية	الرمز
الطول (L)	متر	m
الكتلة (m)	كيلوجرام	Kg
الزمن (t)	ثانية	S

### قياس الطول

**المتر العياري:** هو المسافة التي يقطعها الشعاع الضوئي في الفراغ خلال المدة الزمنية  $\frac{1}{3 \times 10^8}$  (تقريباً) من الثانية .

**أدوات قياس الطول :**

1. **الأطوال الكبيرة :** تقاس باستخدام الشريط المتري .
2. **الأطوال المتوسطة :** تقاس باستخدام المسطرة المترية .
3. **الأطوال الصغيرة :** تقاس باستخدام القدمة ذات الورنية أو الميكرومتر .

### قياس الكتلة :

**الكيلوجرام العياري :** هو كتلة أسطوانية من سبيكة البلاتين والإيريديوم قطرها (39)mm وارتفاعها (39)mm عند درجة  $0^{\circ}\text{C}$  .

**وقديما كان يعرف** بأنه كتلة مكعب من الماء طول ضلعه (0.1)m .

**أدوات قياس الكتلة :** الميزان ذو الكفتين والميزان الحساس أو الكهربائي .

### قياس الزمن :

**الثانية العيارية :** هي تساوي  $9 \times 10^9$  ذبذبة من ذرة عنصر السيزيوم (133) .

**أو** هي الزمن اللازم للموجات الكهرومغناطيسية لتقطع  $3 \times 10^8 \text{ m}$  في الفراغ .

## أدوات قياس الزمن :

1. ساعة الإيقاف اليدوية أو ساعة الإيقاف الكهربائية .
2. جهاز الوماض الضوئي ( الستروب الوماض ) : ويستخدم في قياس التردد والزمن الدوري للأجسام .

**ملاحظة :** معظم الكميات الفيزيائية يمكن التعبير عنها بدلالة الطول والكتلة والزمن .

**معادلة الأبعاد :** هي علاقة بين الكميات الأساسية والكميات المشتقة وتعتمد أساسا علي كل من الأبعاد الثلاثة ( الطول (L) والكتلة (m) والزمن (t) ) .

الكمية الفيزيائية	الأبعاد	وحدة القياس
الكتلة	[ m ]	Kg
الطول	[ L ]	m
الزمن	[ t ]	S
المساحة	[ L <sup>2</sup> ]	m <sup>2</sup>
الحجم	[ L <sup>3</sup> ]	m <sup>3</sup>
السرعة (V)	L / t	m / S
العجلة (a)	L / t <sup>2</sup>	m / S <sup>2</sup>
الكثافة	m / L <sup>3</sup>	Kg / m <sup>3</sup>
القوة	m.L / t <sup>2</sup>	Kg.m / S <sup>2</sup>
الشغل ( القوة x الإزاحة )	m.L <sup>2</sup> / t <sup>2</sup>	Kg.m <sup>2</sup> / S <sup>2</sup>
الضغط ( القوة / المساحة )	m / L.t <sup>2</sup>	Kg / m.S <sup>2</sup>

**ملاحظة :** لكي نضيف أو نطرح كميتين فيزيائيتين يجب أن يكون لهما الأبعاد نفسها . مثلا يمكننا أن نضيف أو نطرح قوتين ولكن لا نستطيع إضافة قوة إلي سرعة لأنهما كميتان مختلفتان وليس لهما الأبعاد نفسها .

## الحركة وأنواعها

**الحركة :** هي أن يغير الجسم موضعه بمرور الزمن بالنسبة إلى موضع جسم آخر ساكن .

**الحركة الانتقالية :** هي حركة جسم بين نقطتين هما نقطة البداية ونقطة النهاية . مثل الحركة في خط مستقيم وحركة المقذوفات .

**الحركة الدورية :** هي حركة تتكرر بانتظام خلال فترات زمنية متساوية . كما في حالة الحركة الدائرية والحركة الاهتزازية .

## الكميات العددية والكميات المتجهة

**الكميات العددية :** هي الكميات التي يلزم لمعرفة مقدارها فقط .

**أمثلة على الكميات العددية :**

1- **المسافة :** هي طول المسار المقطوع أثناء الحركة من موضع إلى موضع آخر .

• المسافة تعتمد على المسار الذي يسلكه الجسم .

2- **السرعة العددية :** هي المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن .

حيث أن (d) هي المسافة و (t) هو الزمن  $V = \frac{d}{t}$  السرعة

الوحدة الدولية لقياس السرعة : m / s وهناك وحدات أخرى مثل Km / h

3- **السرعة المتوسطة :** هي المسافة الكلية المقطوعة أثناء الحركة مقسومة على الزمن الكلي .

$$\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}} = \bar{V} \text{ السرعة المتوسطة}$$

الزمن الكلي

$$\bar{V} = \frac{d_{total}}{t_{total}}$$

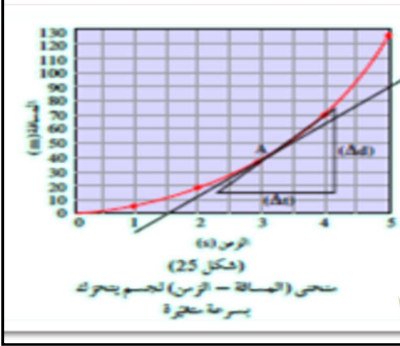
4- **السرعة اللحظية :** هي مقدار السرعة في لحظة ما . وتساوي ميل المماس لمنحنى (المسافة - الزمن) للحركة في هذه

اللحظة .

التغير في المسافة ( $\Delta d$ ) بالمت

ميل المماس ( السرعة اللحظية ) =

التغير في الزمن ( $\Delta t$ ) بالثانية



## الكميات المتجهة

**تعريفها :** هي الكميات التي يلزم لتحديد مقدارها واتجاهها .

**أمثلة على الكميات المتجهة :**

1- **الإزاحة :** هي المسافة في خط مستقيم في اتجاه معين . أو هي كمية فيزيائية تعبر

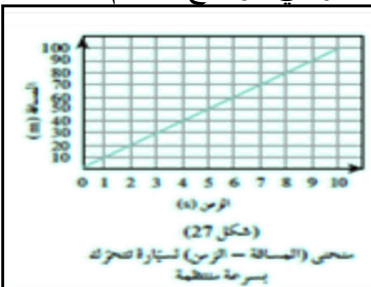
عن المسافة في خط مستقيم بين نقطتين من حيث المقدار والاتجاه .

• فإذا تحرك جسم من الموضع (A) متجهاً إلى الموضع (B) كما في الشكل (26) فالتغير في موضع الجسم تمثله القطعة

المستقيمة التي بدايتها النقطة (A) ونهايتها النقطة (B) وتسمى الإزاحة .

• الإزاحة لا تعتمد على المسار الذي يسلكه الجسم .

2- **السرعة المتجهة :** هي السرعة العددية ولكن في اتجاه محدد .



**ملاحظة:** تكون السرعة المتجهة منتظمة إذا كانت ثابتة القيمة و الاتجاه و تكون الحركة عندها مستقيمة و منتظمة . أما إذا حدث تغيير لأحد عناصر السرعة المتجهة فيقال إن الجسم يتحرك بسرعة متجهة متغيرة ، إن تحرك جسم بسرعة عددية ثابتة ولكن في مسار منحني تكون حركته بسرعة متجهة متغيرة .

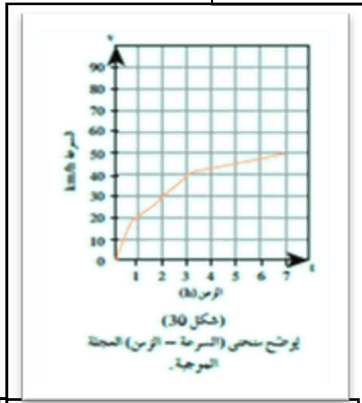
### تطبيق من الحياة الواقعية

**السرعة المتغيرة :** يوجد داخل كل سيارة ثلاث أدوات يمكن بواسطتها التحكم في مقدار سرعة السيارة و اتجاهها .  
أولا – دواسة البنزين ، التي يمكن بواسطتها زيادة مقدار السرعة .  
ثانيا – دواسة الفرامل ، و التي يمكن بواسطتها التحكم في تقليل مقدار السرعة .  
ثالثا – عجلة القيادة ، و التي يمكن بواسطتها تغيير اتجاه حركة السيارة .

**3- العجلة :** هي تغير متجه السرعة خلال وحدة الزمن . و رمزها (a) و وحدة قياسها بحسب النظام الدولي للوحدات هي  $(m/s^2)$  .

• و تسمى الحركة التي يحدث فيها تغير في مقدار السرعة أو اتجاهها أو الاثنين معاً الحركة المعجلة .

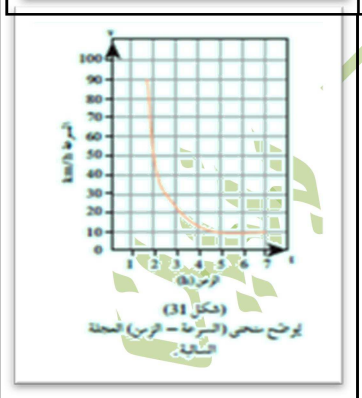
$$\text{العجلة} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{التغيير في الزمن}} = \frac{\text{التغير في السرعة}}{\text{التغيير في الزمن}}$$



$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{t} \text{ m / s}^2$$

يمكن العجلة أن تكون :

1- عجلة موجبة (عجلة تسارع) : وذلك إذا ازدادت قيمة السرعة مع الزمن .

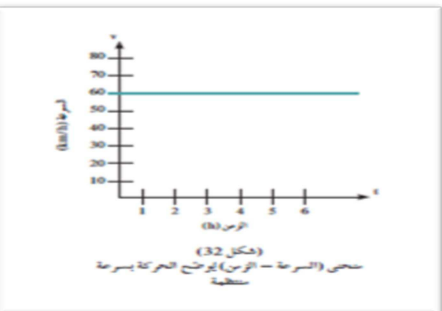


2- عجلة سالبة (تباطؤ) : وذلك إذا تناقصت قيمة السرعة مع الزمن .

3- العجلة تساوي صفر : إذا بقيت السرعة ثابتة مع الزمن أي عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة .

**ملاحظة :** مخاطر العجلة الموجبة : قائدو الطائرات النفاثة وكذلك رواد الفضاء نتيجة لاستخدامهم

مركبات تسير بعجلة موجبة يتجمع الدم الذي في داخل أجسامهم في مكان ما داخل الجسم ولا يصل الى المخ ما يؤدي الى فقدان الوعي لفترة زمنية ما . لذا لابد من أن يرتدي مثل هؤلاء الأشخاص ملابس خاصة تبطل (أو تقلل) من تأثير السير بعجلة موجبة .



## العلاقة بين السرعة العددية و السرعة المتجهة و العجلة :

عندما تكون داخل سيارة تتحرك في مسار منحنٍ بسرعة ثابتة و لتكن  $50\text{km/h}$  سوف تشعر بتأثير العجلة إذ إن جسمك سوف يتحرك داخل السيارة في اتجاه معاكس لاتجاه انحناء الطريق و بالرغم من أن مقدار السرعة ثابت عددياً  $50\text{km/h}$  إلا أن اتجاه السرعة قد تغير ( لأن الحركة في طريق منحنٍ تؤدي إلى تغير السرعة المتجهة ) .

## بنك أسئلة على مفهوم الحركة و الكميات الفيزيائية اللازمة لوصفها

### أولاً : الأسئلة الموضوعية

#### السؤال الأول : أكتب الاسم أو المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية:

- 1- مقارنه مقدار بمقدار آخر من نوعه أو كميته بكميته أخرى من نوعها و ذلك لمعرفة عدد مرات احتواء الأول على الثاني و غالباً ما توصف عملية القياس بالأرقام و الوحدات .
- 2- كميات فيزيائية لا يمكن اشتقاقها من كميات أبسط منها.
- 3- كميات فيزيائية يمكن اشتقاقها من كميات أخرى أبسط منها.
- 4- هو المسافة التي يقطعها الشعاع الضوئي في الفراغ خلال المدة الزمنية  $3 \times 10^8$  تقريباً من الثانية .
- 5- كتله أسطوانة من سبيكة البلاتين و الايرديوم قطرها  $39\text{ mm}$  و ارتفاعها  $39\text{ mm}$  في درجه  $0^\circ\text{C}$
- 6- تساوي  $9 \times 10^9$  ذبذبه من ذرة عنصر السيزيوم 133 .
- 7- الزمن اللازم للموجات الكهرومغناطيسية لتقطع  $3 \times 10^8$  متر في الفراغ .
- 8- تغير موضع الجسم بمرور الزمن بالنسبة إلى موضع جسم آخر ساكن .
- 9- هو الجسم الذي لا يغير موضوعة مع مرور الزمن .
- 10- هي حركة الجسم بين نقطتين تسمى الأولى نقطه البداية والاخرى نقطه النهاية .
- 11- حركه تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية .
- 12- هي المسار الذي يقطعه الجسم أثناء حركته من موضع إلى آخر .
- 13- المسافة في خط مستقيم في اتجاه معين .
- 14- المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن .
- 15- معدل تغير المسافة بالنسبة للزمن .
- 16- مجموع السرعات مقسوماً على عددهم .
- 17- المسافة الكلية مقسوماً على الزمن الكلي .
- 18- هي السرعة المتغيرة في لحظه ما و تساوي ميل مماس المنحني ( المسافة - الزمن ) للحركة عند هذه اللحظه .
- 19- السرعة العددية و لكن في اتجاه محدد .
- 20- المعدل الزمني للتغير في السرعة المتجهة - تغير متجه السرعة خلال وحدة الزمن .

#### السؤال الثاني: ضع علامة ( ✓ ) أمام العبارة الصحيحة وعلامة ( X ) أمام العبارة الغير صحيحة .

- 1- يمكن اشتقاق وحدات أساسية جديدة من وحدات أساسية
- 2- المتر هو الوحدة الدولية للأطوال الكبيرة وللأطوال الصغيرة
- 3- يعتبر الحجم من الكميات الأساسية .
- 4- حقيبة أمتعة كتلتها  $25\text{ Kg}$  فتكون كتلتها بوحدة ( g ) تساوي 25000
- 5- يمكن استخدام ساعة الإيقاف اليدوية لقياس زمن السقوط الحر لجسم .
- 6- ساعة الإيقاف الكهربائية أكثر دقة من ساعة الإيقاف اليدوية .
- 8- يستخدم الميزان الحساس لقياس الأطوال الصغيرة جداً .
- 9- الستروب الو ماض جهاز يستخدم في قياس الزمن الدوري لجسم مهتز .
- 10- تستخدم ساعة الإيقاف اليدوية في قياس الفترات الزمنية التي تقل عن الثانية بدقة .



- 11- يستخدم الميزان ذو الكفتين لقياس الكتل الكبيرة . ( )
- 12- لقياس ارتفاع غرفة ما نستخدم القدم ذات الورنية . ( )
- 13- ساق معدني طوله mm (40) فيكون طوله بالوحدة الدولية للطول m (0.04) . ( )
- 14- لقياس تردد شوكة رنانة نستخدم ساعة الإيقاف اليدوية . ( )
- 15- الجسم المتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم يقطع مسافات غير متساوية في أزمنة متساوية . ( )
- 16- يتحرك الجسم بسرعة منتظمة عندما يقطع مسافات متساوية خلال فترات زمنية متساوية ( )
- 17- تتساوى السرعة المتوسطة العددية مع مقدار السرعة المتوسطة المتجهة عندما تكون حركة الجسم في خط مستقيم وفي اتجاه واحد . ( )
- 18- مقدار المسافة الكلية المقطوعة يساوي مقدار الإزاحة المحصلة دائما . ( )
- 19- إذا كان الجسم المتحرك في خط مستقيم يقطع مسافات غير متساوية في أزمنة متساوية كانت سرعته ثابتة . ( )
- 20- تعتبر العجلة من الكميات المتجهة الأساسية . ( )
- 21- معادلة أبعاد القوة هي  $(m L^2 t^{-2})$  . ( )
- 22- الإزاحة لا تعتمد على المسار الذي يسلكه الجسم . ( )
- 23- يمكن جمع الشغل والسرعة معا . ( )
- 24- تتساوى كل من السرعة العددية والسرعة المتجهة إذا كانت الحركة في خط مستقيم . ( )
- 25- تنعدم عجلة تحرك جسم إذا كانت السرعة التي يتحرك بها الجسم منتظمة . ( )
- 26- جسم يتحرك بسرعة  $m/s (20)$  فإذا أصبحت سرعته  $km/h (72)$  بعد مرور  $S (10)$  فإن عجلة تحركه تساوي  $m/S^2 (5.2)$  . ( )
- 27- تكون الحركة بعجلة منتظمة إذا تغيرت المسافة بمعدل ثابت . ( )
- 28- إذا كان المعدل الزمني للتغير في الإزاحة يساوي مقدار ثابت فإن العجلة التي يتحرك بها الجسم تكون ثابتة . ( )
- 29- الجسم الذي يتحرك بعجلة ثابتة تكون العجلة اللحظية مساويا لمتوسط العجلة . ( )
- 30- إذا كان الجسم متحركا بسرعة منتظمة فإن السرعة اللحظية تكون ثابتة على طول مسار الجسم . ( )
- 31- إذا كان هناك تغير في اتجاه حركة الجسم على الرغم من ثبات مقدار السرعة فإن الجسم يتحرك بسرعة متغيرة . ( )

### السؤال الثالث: أكمّل العبارات التالية بما يناسبها علميا لتصبح عبارة صحيحة .

- 1- مسطرة طولها m (50) فيكون طولها بوحدة الملليمتر مساويا .....
- 2- تقدر كتل الأجسام بوحدة دولية تسمى ..... ورمزها .....
- 3- من الكميات الفيزيائية الأساسية ..... و ..... و .....
- 4- من الكميات الفيزيائية المشتقة ..... و ..... و ..... و .....
- 5- وحده قياس الطول في النظام الدولي هي ..... و وحده قياس الكتلة في النظام الدولي هي ..... ووحدة قياس الزمن هي ..... ووحدة قياس السرعة هي ..... ووحدة قياس العجلة هي .....
- 6- تعتبر السرعة من الكميات الفيزيائية ..... ..
- 7- يعتمد قياس الزمن على حادثة تتكرر بانتظام خلال .....
- 8- إذا كانت المسافة بين منزلك والمدرسة تساوى km (5) فإنها تساوى بوحدة المتر .....
- 9- ساعة الإيقاف الكهربائية ..... دقة من ساعة الإيقاف اليدوية .
- 10- الموازين التي تقدر كتل الأشياء مباشرة من دون استخدام كتل معلومة تسمى موازين .....
- 11- إذا كان طول القطر الداخلي لأنبوبة اختبار يعادل mm (15) فإن طوله بوحدة ( m ) يساوى .....
- 12- يستخدم جهاز ..... في قياس الزمن الدوري لشوكة رنانة مهتزة .
- 13- معادلة أبعاد السرعة ..... ومعادلة أبعاد العجلة .....
- 14- الحركة الدورية هي الحركة التي .....
- 15- ..... هي كتلة مكعب من الماء طول ضلعه m (0.1) .



- 16- تستخدم القدمة ذات الورنية لقياس .....
- 17- الجرام يساوي .....من الكيلو جرام .
- 18- المليمتر يساوي .....من الكيلو متر .
- 19-  $m L^2 t^{-2}$  هي معادلة أبعاد .....
- 20- من الكميات العددية .....و..... ومن الكميات المتجهة.....و.....
- 21- تعتبر الحركة الاهتزازية من أنواع الحركة .....
- 22- لوصف الحركة يجب معرفة .....و.....
- 23- تعتبر الإزاحة من الكميات .....بينما تعتبر المسافة من الكميات .....
- 24- من أمثلة الحركة الانتقالية .....و.....
- 25- قطعت سيارة مسافة قدرها 40km خلال نصف ساعة فإن سرعتها المتوسطة تساوي.....
- 26- بدأ جسم حركته من سكون وبعد 5S بلغت سرعته 50m/S فإن عجلته تحركه تساوي .....
- 27- يمكن حساب السرعة المتوسطة من العلاقة ..... أو .....  
.....
- 28- عندما يقطع الجسم مسافات غير متساوية في أزمنة متساوية تكون سرعته .....
- 29- ميل الخط المستقيم الممثل لعلاقة ( المسافة والزمن ) يمثل .....
- 30- تسقلت حشرة ما جداراً ارتفاعه 3m ثم عادت إلى نقطة البدء فإن إزاحتها تساوي .....
- 31- عندما يقطع الجسم مسافات متساوية خلال أزمنة متساوية فإن سرعته تكون.....

### السؤال الرابع: اختر انسب إجابة صحيحة وضع علامة ( √ ) في المربع المقابل :

- 1- إحدى الكميات التالية كمية أساسية وهي :  
☐ القوة ☐ السرعة ☐ الزمن ☐ المساحة
- 2- من الكميات الفيزيائية المشتقة :  
☐ الكتلة ☐ الوزن ☐ الزمن ☐ درجة الحرارة
- 3- مضمار سباق طوله 400 m فيكون طوله بوحدة الكيلو متر مساوياً :  
☐ 4 ☐ 0.4 ☐ 0.04 ☐ 40
- 4- استخدام الميكرومتر في قياس قطر سلك فكان 0.5mm ( فإن قطر السلك بوحدة ( cm ) يساوى :  
☐ 5 ☐ 0.05 ☐ 50 ☐ 500
- 5- يستخدم الميزان ذو الكفتين لقياس :  
☐ وزن الجسم ☐ حجم الجسم ☐ كتلة الجسم ☒ كثافة الجسم
- 6- إحدى الكميات التالية لا تعتبر كمية أساسية وهي :  
☐ درجة الحرارة ☐ الكتلة ☐ الحجم ☐ الزمن
- 7- الوحدة الدولية العيارية لقياس الزمن هي :  
☐ الثانية ☐ الساعة ☐ الدقيقة ☐ اليوم
- 8- جميع الكميات التالية كمية فيزيائية مشتقة ما عدا واحدة وهي :  
☐ الطول ☐ المساحة ☐ الحجم ☐ السرعة
- 9- سيارة تتحرك بسرعة 108 km / h فإن سرعتها بوحدة ( m / s ) تساوى :  
☐ 300 ☐ 30 ☐ 108 ☐ 18
- 10- تكون الحركة بعجلة منتظمة إذا:  
☐ تغيرت السرعة بمعدل ثابت ☐ تغيرت المسافة بمعدل ثابت  
☐ كانت السرعة منتظمة ☐ كانت السرعة تساوى السرعة المتوسطة

11- احدي الكميات التالية تعتبر من الكميات الأساسية :

- ☐ مسافة بين المدرسة والبيت  
☐ سرعة الطائرة  
☐ وزن كتاب الفيزياء  
☐ قوة دفع الرياح

12- سبيكة معدنية كتلتها g (150) يكون كتلتها بوحدة الكيلوجرام :

- ☐ 0.15 ☐ 1.5 ☐ 150 ☐ 1500

13- معادلة أبعاد الشغل هي :

- ☐  $m L t^{-2}$  ☐  $m L^2 t^2$  ☐  $L t^2$  ☐  $m L^2$

14- معادلة أبعاد العجلة هي:

- ☐  $m^2 L t^{-2}$  ☐  $m L^2 t^{-2}$  ☐  $L t^{-2}$  ☐  $m L^2$

15- معادلة أبعاد المساحة هي :

- ☐  $m^2 L t^{-2}$  ☐  $m L^2 t^{-2}$  ☐  $L^2$  ☐  $m L^2$

16- معادلة أبعاد الضغط :

- ☐  $m^2 L t^{-2}$  ☐  $m L^2 t^{-2}$  ☐  $L t^{-2}$  ☐  $m L^{-1} t^{-2}$

V (m/s)

40

17- المنحنى البياني المجاور يمثل منحنى ( السرعة - الزمن ) لسيارة متحركة , فان قيمة العجلة التي تتحرك بها السيارة تساوى

- ☐ 20 ☐ 40 ☐ 60 ☐ 80

t (s)

2

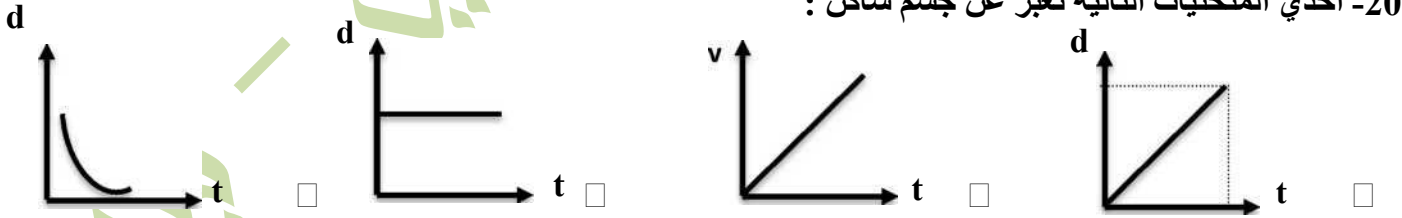
18- تتساوى السرعة العددية المتوسطة مع مقدار السرعة المتجهة عندما تكون :

- ☐ الحركة في خط مستقيم  
☐ الحركة في مسار دائري مغلق  
☐ السرعة المتجهة ثابتة المقدار والاتجاه  
☐ الحركة باتجاه ثابت في خط مستقيم

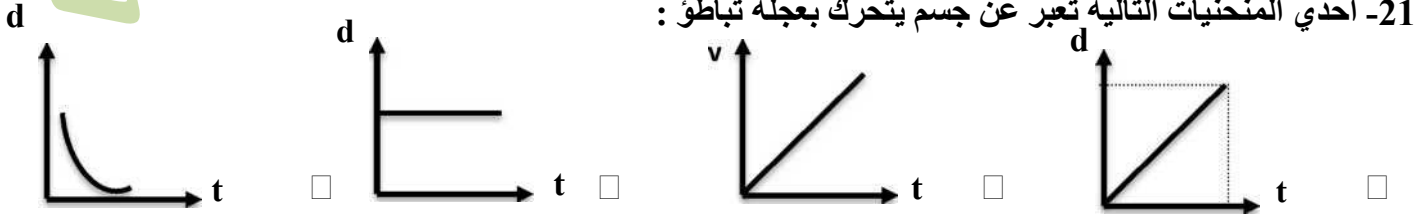
19- سيارة تتحرك بسرعة 20 m/s وبعد مرور 10 s أصبحت سرعتها 40 m/s فان عجلة تحركها :

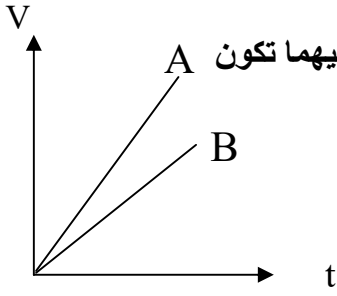
- ☐ 2 m/s<sup>2</sup> وتكون موجبة  
☐ 2 m/s<sup>2</sup> وتكون سالبة  
☐ 4 m/s<sup>2</sup> وتكون موجبة  
☐ 4 m/s<sup>2</sup> وتكون سالبة

20- احدي المنحنيات التالية تعبر عن جسم ساكن :



21- احدي المنحنيات التالية تعبر عن جسم يتحرك بعجلة تباطؤ :





22- الخطان البيانيان (A,B) يمثلان علاقة (السرعة والزمن) لسيارتي سباق بالاعتماد عليهما تكون العجلة التي تتحرك بها السيارة (A) :

- ☐ أكبر من عجلة السيارة (B)
- ☐ أقل من عجلة السيارة (B)
- ☐ تساوي العجلة التي تتحرك بها السيارة (B)
- ☐ وعجلة السيارة (B) تساوي صفر .

23- العجلة هي معدل تغير :

- ☐ متجه السرعة خلال وحدة الزمن
- ☐ المسافة خلال وحدة السرعة
- ☐ المسافة خلال وحدة الزمن

24- من نتائج الحركة بعجلة موجبة:

- ☐ زيادة السرعة الابتدائية عن السرعة النهائية
- ☐ لا تتغير سرعة الجسم مع الزمن
- ☐ زيادة المسافات التي يقطعها الجسم بنسبة زيادة الزمن
- 25- استغرقت سيارة أربع ثواني لتصل سرعتها إلى تسعة أمثال سرعتها الابتدائية فإن السيارة تحركت بعجلة قيمتها العددية تساوي .....سرعتها الابتدائية .

26- إذا كان ميل المنحنى البياني (السرعة – الزمن) بالنسبة لمحور الزمن يساوي صفرا فإن الجسم يكون :

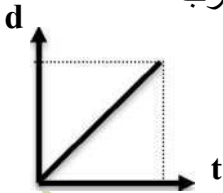
- ☐ نصف
- ☐ ضعف
- ☐ ثلاثة أمثال
- ☐ أربعة أمثال
- ☐ متحركا بعجلة منتظمة
- ☐ متحركا بسرعة منتظمة
- ☐ متحركا بعجلة تباطؤ منتظمة
- 27- دخلت سيارة طولها 2 m وتسير بسرعة 25 m/s نفق طوله (d) فاستغرقت (5) ثواني لكي تعبره كاملا فيكون طول النفق بوحدة المتر مساويا :

- ☐ 123
- ☐ 125
- ☐ 127
- ☐ 250

28- اقصر المسافات التالية هي :

- ☐ 0.0006 km
- ☐ (600) cm
- ☐ (6000) mm
- ☐ (6) m
- 29- قطع جسم متحرك مسافة 300 m باتجاه الشرق ثم انحراف باتجاه الغرب وسار مسافة 200 m وبالتالي فإن إزاحة الجسم المحصلة بوحدة المتر تساوي :

- ☐ 100 في اتجاه الشرق
- ☐ 100 في اتجاه الغرب
- ☐ 500 في اتجاه الشرق
- ☐ 500 في اتجاه الغرب



30- الشكل التالي يمثل منحنى (المسافة – الزمن) وهذا يعني أن :

- ☐ الجسم ساكن
- ☐ السرعة ثابتة
- ☐ العجلة ثابتة
- ☐ العجلة تزداد بانتظام

### ثانيا : الأسئلة المقالية

السؤال الرابع : محلل لما يلي تحليليا مناسباً :

1- تعتبر العجلة كمية مشتقة

2-تعتبر السرعة المتجهة كمية متجهه

3- يفقد قائدوا الطائرات النفائة وكذلك رواد الفضاء وعيمهم لفترة زمنية معينة

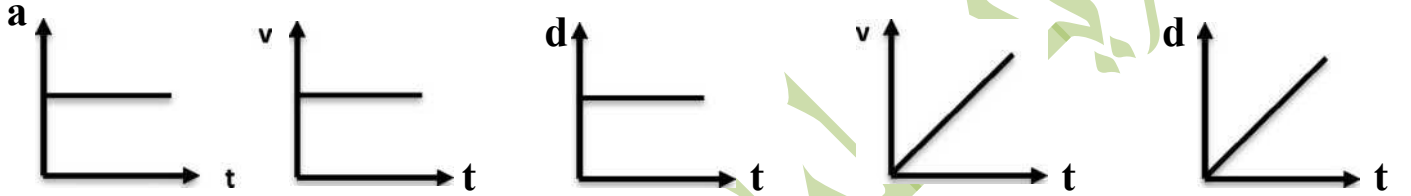
#### 4- حركة المقذوفات حركة انتقالية

5- تصبح تسارع الجسم صفرا عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة

6- عندما يتحرك الجسم بعجله فإن الشكل البياني الذي يمثل العلاقة ( الإزاحة والزمن ) لا يكون خط مستقيم .

#### السؤال الخامس :

1- صف حالة الجسم واذكر ما يساويه الميل في كل من العلاقات البيانية التالية :



2- اذكر الكمية الفيزيائية التي يمثلها كل من المحور الأفقي والمحور الرأسي في كل شكل بياني من الأشكال التالية :



#### السؤال السادس :

ما المقصود بكل مما يلي :-

1- القياس

2- الكميات الأساسية

3- الكميات المشتقة

4- المتر المعياري

5- الكيلوجرام المعياري

6- الثانية العيارية

7- السرعة المتوسطة

8- السرعة اللحظية

9- العجلة

10- عجلة جسم تساوي  $10 \text{ m/s}^2$

11- عجلة جسم تساوي  $10 \text{ m/s}^2$

السؤال السابع : مسائل متنوعة :

1- سار راكب دراجة مسافة (400) متر شرقا خلال دقيقة ثم (800) متر جنوبا خلال دقيقتين ثم (400) متر غربا خلال (4) دقائق احسب :

أ- السرعة المتوسطة

2- احسب السرعة المتوسطة لسيارة اذا كانت قراءة عداد المسافات عند بدأ الحركة صفر وبعد نصف ساعة كانت (35)km .

3- في إحدى مسابقات الفروسية جري حصان (400)m شرقا خلال دقيقة ثم (800)m جنوبا خلال دقيقتين ثم (400)m غربا خلال (4) دقائق والمطلوب احسب:.

أ- السرعة المتوسطة للحصان

4- تحركت سيارة لمدة  $s(30)$  في اتجاه الغرب بسرعة  $m/s(40)$  ثم تحركت لمدة  $s(30)$  أخرى باتجاه الجنوب بسرعة  $m/s(30)$  احسب:  
أ- السرعة العددية المتوسطة للسيارة

5- دخل قطار طوله  $m(150)$  نفقاً مستقيماً طوله  $L(m)$  فاستغرق عبوره كاملاً من النفق  $s(15)$  . فما طول النفق إذا كانت سرعة القطار منتظمة وتساوي  $km/h(90)$ ؟

6- احسب عجلة سيارة بدأت حركتها من السكون وبعد  $s(15)$  أصبحت سرعتها  $km/h(90)$ .

7- خلال فترة زمنية مدتها خمس ثواني يتغير مقدار سرعة سيارة تتحرك في خط مستقيم من  $km/h(50)$  إلى  $km/h(65)$  وفي نفس الفترة الزمنية نفسها تتحرك عربة نقل في خط مستقيم من السكون الى ان تصل إلى سرعة مقدارها  $km/h(15)$   
أ- أيهما يتحرك بعجلة اكبر ؟

ب- احسب العجلة التي تتحرك بها كل من السيارة وعربة النقل .

8- بدأت سيارة حركتها من سكون , ثم اخذت سرعتها تتزايد بانتظام حتى بلغت  $km/h(72)$  خلال خمس ثوان , احسب مقدار العجلة لهذه السيارة .

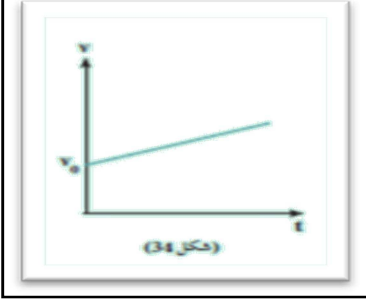
## معادلات الحركة المعجلة بانتظام في خط مستقيم

### الحركة المعجلة بانتظام في خط مستقيم:

هي الحركة المتغيرة في مقدار السرعة دون الاتجاه .

- هناك ثلاث معادلات أساسية تربط بين المسافة و السرعة و العجلة و الزمن في حالة الحركة بعجلة منتظمة ويمكن استنتاجها على النحو التالي :

افتراض أن هناك جسما يتحرك على خط مستقيم بسرعة ابتدائية ( $v_0$ ) ثم أخذت سرعته تتزايد بانتظام بمعدل زمني ثابت يمثل العجلة ( $a$ ) فإذا واصل الجسم حركته بهذا المعدل لفترة زمنية ( $t$ ) فإن مقدار الزيادة في سرعته هي ( $at$ ) و تصبح سرعته عند نهاية الزمن ( $t$ ) هي :



$$V = v_0 + at$$

(1)

### حالات خاصة :

1- إذا بدأ الجسم حركته من سكون ( $v_0 = 0$ ) فإن :  $V = at$

أي أن السرعة النهائية التي يتحرك بها جسم يتحرك بعجلة منتظمة بدأ حركته من سكون تتناسب طرديا مع زمن الحركة .  
2- إذا كانت العجلة تساوي صفرا ( $a = 0$ ) فإن :  $v = v_0$  أي أن الجسم في هذه الحالة يتحرك بسرعة ثابتة .

### زمن الإيقاف أو التوقف

عندما يتحرك جسم بعجلة سالبة فإن سرعته الابتدائية ( $v_0$ ) تتناقص تدريجيا إلى أن يتوقف أي أن السرعة النهائية ( $v$ ) تصبح مساوية للصفر و يسمى الزمن الذي أصبح فيه ( $v = 0$ ) بزمن التوقف ( $t$ ) . يمكن حساب زمن التوقف ( $t$ ) من المعادلة (1.1) و ذلك بوضع ( $v = 0$ ) و استبدال عجلة التسارع ( $a$ ) بعجلة التباطؤ ( $-a$ ) فنحصل على :

$$t = \frac{v_0}{a} \quad \text{زمن الإيقاف}$$

### علاقة الإزاحة بالزمن و العجلة

إذا تحرك جسم على خط مستقيم بعجلة منتظمة ( $a$ ) و كانت سرعته الابتدائية ( $v_0$ ) و بعد فترة زمنية ( $t$ ) بلغت سرعته النهائية ( $v$ ) و كان قد قطع مسافة ( $d$ ) بين نقطتين خلال هذه الفترة فإنه يمكننا إيجاد العلاقة بين هذه الكميات كالتالي :

الإزاحة ( $d$ ) = متوسط السرعة ( $\bar{v}$ ) x الزمن ( $t$ )

$$d = \bar{v} t$$

وبما أن الحركة بعجلة منتظمة فإن متوسط السرعة ( $\bar{v}$ ) هو :

$$\bar{v} = \frac{v + v_0}{2}$$

$$\because v = v_0 + a t$$

$$\therefore \bar{v} = \frac{v_0 + a t + v_0}{2} = v_0 + \frac{1}{2} a t$$

$$d = (v_0 + \frac{1}{2} a t) t$$

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \longrightarrow (2)$$

أ / أحمد سمير



### حالات خاصة :

1- إذا بدأ الجسم حركته من سكون ( $v_0 = 0$ ) فإن  $d = \frac{1}{2} a t^2$  أي أن المسافة التي يقطعها جسم يتحرك بعجلة منتظمة عندما يبدأ حركته من سكون تناسب طرديا مع مربع الزمن اللازم لقطع هذه المسافة .

2- عندما يكون مقدار العجلة يساوي صفرا ( $a = 0$ ) فإن  $d = v_0 t$  وفي هذه الحالة يتحرك الجسم بسرعة ثابتة تساوي سرعته الابتدائية . و يكون أيضا  $\bar{V} = v_0$

### علاقة السرعة النهائية و المسافة و العجلة

من خلال دراستنا للحركة المعجلة بانتظام يمكن تعيين المسافة ( $d$ ) من العلاقة :

$$d = \bar{v} t = \left( \frac{v + v_0}{2} \right) t$$

$$\therefore t = \left( \frac{v - v_0}{a} \right)$$

$$\therefore d = \left( \frac{v + v_0}{2} \right) \left( \frac{v - v_0}{a} \right) = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$\boxed{v^2 = v_0^2 + 2 a d} \longrightarrow (3)$$

### حالات خاصة :

1- إذا بدأ الجسم حركته من سكون ( $v_0 = 0$ ) فإن  $v^2 = 2ad$  وبالتالي فإن مربع السرعة النهائية لجسم يتحرك بعجلة منتظمة عندما يبدأ حركته من سكون تناسب طرديا مع المسافة المقطوعة .

### السقوط الحر

#### تعريف السقوط الحر :

هو حركة جسم من دون سرعة ابتدائية بتأثير ثقله فقط مع إهمال تأثير مقاومة الهواء أو هو سقوط الأجسام تحت تأثير جاذبية الأرض فقط بإهمال تأثير مقاومة الهواء .

- يوضح الجدول (4) قيمة السرعة اللحظية لجسم يسقط سقوطا حرا كل ثانية . و من خلال الجدول نلاحظ ازدياد قيمة السرعة و اكتساب الجسم للعجلة أثناء سقوطه ، و يمكن احتساب هذه العجلة من العلاقة :

$$\text{العجلة} = \frac{\text{التغير في السرعة}}{\text{الزمن المستغرق}}$$

$$g = \frac{(10) \text{ m/s}}{(1) \text{ s}} = (10) \text{ m/s}^2$$

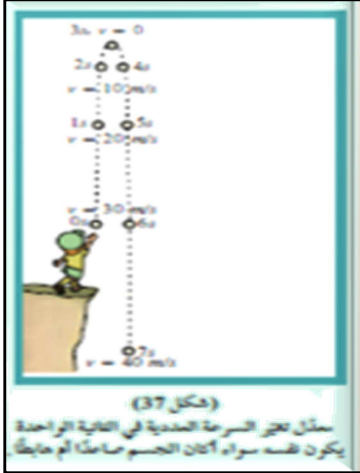
الزمن المستغرق	السرعة اللحظية
0	0
1	10
2	20
3	30
4	40
5	50
6	60
7	70
8	80
9	90
10	100

(جدول 4)

عندما يكون التغير في مقدار السرعة (m/s) خلال فترة زمنية (s) تكون العجلة ( $m/s^2$ ) لذلك فإن العجلة التي تسقط بها الأجسام سقوطاً حراً مع إهمال مقاومة الهواء هو في حدود  $(10)m/s^2$  و في حالة السقوط الحر يرمز للعجلة بالرمز (g) إذ أن (g) هي عجلة الجاذبية الأرضية و هي تساوي تقريباً  $(9.8)m/s^2$  (للسهولة تستخدم  $g = (10)m/s^2$  أثناء حل المسائل).

### ملاحظات هامة :

1- الأجسام التي تسقط سقوطاً حراً تتحرك بعجلة ثابتة هي عجلة الجاذبية الأرضية (g) وعجلة ثابتة لذلك يمكن تطبيق معادلات الحركة المعجلة بانتظام على حركتها مع استبدال العجلة (a) بالعجلة (g).



$$1 - v = v_0 + g t$$

$$2 - d = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$3 - v^2 = v_0^2 + 2 g d$$

2- عند سقوط الأجسام في مجال الجاذبية الأرضية تكون (g) عجلة تسارع (موجبة) بينما عند قذف الأجسام رأسياً لأعلى عكس الجاذبية الأرضية فإن (g) تكون عجلة تباطؤ (سالبة).

3- عند سقوط الجسم من سكون يكون ( $v_0 = 0$ ) ولكن عند قذف الجسم لأعلى و وصوله لأقصى ارتفاع فإن ( $v = 0$ )

4- كما هو موضح في الشكل (37) يكون مقدار السرعة اللحظية متساوياً عند النقاط التي تبعد مسافات متساوية عن نقطة بداية الحركة سواء أكان الجسم متحركاً لأعلى أم لأسفل و بالطبع تكون السرعة المتجهة مختلفة لأنها في اتجاهين متعاكسين.

الزمن المستغرق (s)	مسافة السقوط (m)
0	0
1	5
2	20
3	45
4	80
5	125
:	:
:	:
t	$\frac{1}{2} g t^2$

(جدول 5)

### السقوط الحر و مسافة السقوط

من الجدول المقابل نستنتج مسافة السقوط تحسب من العلاقة التالية :

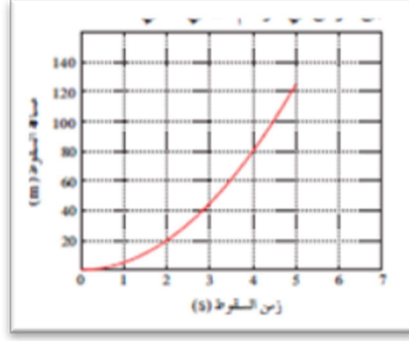
$$d = \frac{1}{2} g t^2$$

السقوط الحر و زمن السقوط : من العلاقة السابقة نجد أن :

$$t = \sqrt{\frac{2 d}{g}}$$

زمن السقوط

ويمكن توضيح العلاقة بين المسافات التي يقطعها الجسم أثناء السقوط الحر بالنسبة إلى الزمن في الرسم البياني التالي :



### سقوط الأجسام و مقاومة الهواء لها

**تجربة عملية لتوضيح السقوط الحر :** حاول أن تسقط عملة معدنية و ريشة أحد الطيور من ارتفاع معين و في آن واحد . تلاحظ أن العملة المعدنية تصل إلى سطح الأرض أسرع من الريشة الشكل (38) إن مقاومة الهواء في الواقع هي المسؤولة عن هذا الاختلاف في قيمة العجلة التي تكتسبها كل من العملة المعدنية و الريشة . و يمكن التأكد من تلك الحقيقة عن طريق إجراء التجربة التالية :

1. ضع العملة المعدنية و ريشة أحد الطيور في أنبوب زجاجي كما هو موضح في الشكل (39) .
2. اقلب الأنبوب و ما في داخله مع وجود الهواء داخله فنلاحظ أن العملة المعدنية تسقط بسرعة في حين أن الريشة تتحرك ببطء .
3. حاول أن تفرغ الأنبوب من الهواء الموجود في داخله ثم اقلبه بسرعة بمحتوياته .

تلاحظ أن كل من الريشة و العملة يسقطان جنباً إلى جنب كما هو موضح في الشكل (39) و بعجلة منتظمة تساوي  $g = (10)m/s^2$  .

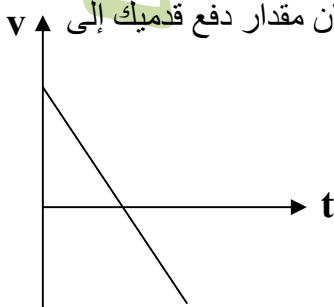
يمكن أن تؤثر مقاومة الهواء في حركة أجسام ، مثل الريشة أو الورقة ، و لكن تأثيرها أقل بكثير على الأجسام المصمتة مثل حجر أو كرة و في الكثير من الأحيان تكون مقاومة الهواء صغيرة جداً بحيث نهملها لتصبح حركة سقوط الجسم سقوطاً حراً .



**زمن الارتفاع :** الزمن اللازم لوصول الجسم لأقصى ارتفاع .

**زمن التحليق (زمن الطيران) :** هو زمن الصعود + زمن السقوط .

**ملاحظة :** عندما تقفز إلى أعلى فهناك قوى تحاول أن تدفع أرضية المكان الذي تقف عليه فكلما كان مقدار دفع قدميك إلى الأرض كبيراً ، كانت سرعة القفز كبيرة و من ثم يحدث ارتفاع أكبر إلى أعلى .



زمن السقوط لأسفل = زمن الصعود إلى أعلى

زمن التحليق = زمن الصعود + زمن السقوط

زمن التحليق = 2 x زمن الصعود

(منحنى تغير سرعة مقذوف رأسي من لحظة قذفه حتى عودته لمستوي القذف بتغير الزمن)

أ / أحمد سمير

## معادلات الحركة المعجلة بانتظام في خط مستقيم

### القسم الأول : الأسئلة الموضوعية

#### السؤال الأول: أكمل العبارات التالية بما يناسبها علمياً لتصبح عبارة صحيحة .

- 1- المسافة التي يقطعها الجسم المتحرك بعجلة منتظمة بدء من السكون تتناسب طردياً مع .....
- 2- إذا بدا جسم في لحظة ما حركته من السكون في خط مستقيم وبعجلة منتظمة فإن مقدار سرعته الخطية تتناسب طردياً مع .....
- 3- ميل الخط المستقيم للعلاقة بين التغير في السرعة و الزمن يساوي.....
- 4- يضغط قائد سيارة تسير بسرعة  $20 \text{ m/s}$  على (الفرامل) ليولد عجلة تباطؤ مقدارها  $5 \text{ m/s}^2$ , فإن المسافة اللازمة لتوقيف السيارة بوحدة المتر ( m ) تساوى .....
- 5- سيارة تسير بسرعة  $30 \text{ m/s}$  إذا كانت أقصى عجلة تباطؤ للفرامل  $7 \text{ m/s}^2$  فإن المسافة اللازمة لتوقيف السيارة تساوي.....
- 6- تحرك جسم بسرعة  $10 \text{ m/s}$  و بعد مرور 10 ثوان أصبحت سرعته  $30 \text{ m/s}$  فإن المسافة المقطوعة تساوي.....متر

#### السؤال الثاني: اختر انسب إجابة صحيحة وضع علامة ( √ ) في المربع المقابل :

- 1 - إذا تحرك جسم من السكون بعجلة منتظمة وقطع مسافة  $20 \text{ m}$  خلال ثانيتين فإنه خلال  $6 \text{ s}$  يقطع مسافة مقدارها بوحدة (المتر) يساوى :  
☐ 60      ☐ 90      ☐ 120      ☐ 180
- 2 - عندما يتحرك جسم من السكون وبعجلة منتظمة فإن المسافة التي يقطعها تتناسب :  
☐ طردياً مع الزمن      ☐ طردياً مع مربع الزمن  
☐ عكسياً مع الزمن      ☐ عكسياً مع مربع الزمن
- 3 - الزمن اللازم بوحدة الثانية لسيارة تتحرك بعجلة منتظمة مقدارها  $4 \text{ m/s}^2$  لكي تتغير سرعتها من  $20 \text{ m/s}$  إلى  $40 \text{ m/s}$  يساوى :  
☐ 4      ☐ 5      ☐ 10      ☐ 15
- 4 - سيارة تتحرك بعجلة تباطؤ مقدارها  $3 \text{ m/s}^2$  تغيرت سرعتها من  $60 \text{ m/s}$  إلى  $30 \text{ m/s}$  فإن مقدار المسافة المقطوعة بوحدة المتر تساوى :  
☐ 540      ☐ 940      ☐ 450      ☐ 45
- 5 - يبدأ راكب دراجة حركته من السكون بعجلة منتظمة قدرها  $2.5 \text{ m/s}^2$ , فلكي تصل سرعته إلى  $10 \text{ m/s}$  يجب أن يقطع مسافة مقدارها بوحدة المتر ( m ) تساوى :  
☐ 0.3      ☐ 3.3      ☐ 20      ☐ 40
- 6 - يضبط سائق سيارة تتحرك بسرعة  $15 \text{ m/s}$  على الفرامل فتتولد عجلة تباطؤ مقدارها  $2 \text{ m/s}^2$  فإن المسافة اللازمة لتتوقف خلالها السيارة تماماً عن الحركة بوحدة (المتر) تساوى :  
☐ 1.25      ☐ 112.5      ☐ 56.25      ☐ 225
- 7 - يتحرك جسم بسرعة  $20 \text{ m/s}$  ثم تباطأ بعجلة منتظمة مقدارها  $8 \text{ m/s}$  فإن المسافة اللازمة لتوقيف الجسم بوحدة المتر تساوى :  
☐ 20      ☐ 25      ☐ 40      ☐ 80
- 8- بدء راكب دراجة حركته من السكون بعجلة منتظمة  $1.5 \text{ m/s}^2$  فوصلت سرعته إلى  $7.5 \text{ m/s}$  خلال مسافة قدرها ..... متر  
☐ 18.75      ☐ 11.25      ☐ 187.5      ☐ 1875

## مسائل

1- تتحرك سيارة من السكون في خط مستقيم فأصبحت سرعتها  $15 \text{ m/s}$  بعد مرور دقيقة واحدة من بدء الحركة احسب  
ا- عجلة للسيارة .

ب- المسافة التي قطعها السيارة خلال هذه الفترة الزمنية .

2- قناص أطلق رصاص تتحرك في خط مستقيم بسرعة  $30 \text{ m/s}$  فأصابت الهدف وغاصت مسافة مقدارها تساوى  $45$  متر داخل الهدف حتى سكنت . احسب :  
ا- العجلة التي تتحرك بها الرصاصة أثناء تحركها داخل الهدف .

ب- الزمن الذي تستغرقه الرصاصة حتى تتوقف .

3- سيارة تتحرك بسرعة  $20 \text{ m/s}$  ضغط قائدها على الفرامل فتوقفت خلال  $4 \text{ s}$  احسب :  
1- العجلة التي تحركت بها السيارة ؟ وما نوعها

2- المسافة المقطوعة خلال تلك الفترة الزمنية

4- جسم يتحرك بسرعة منتظمة قدرها  $20 \text{ m/s}$  لمدة 10 ثواني ثم بدأ الجسم في السير بعجلة تباطؤ منتظمة لمدة 20 ثانية .

أ- ارسم الشكل البياني بين السرعة والزمن

ب- احسب مقدار العجلة

ج- المسافة التي يقطعها خلال ( 20 ) ثانية الأخيرة

5- بدأ قائد السيارة في الضغط على الفرامل عندما شاهد إشارة المرور مضاعة باللون الأحمر وتمكن من إيقافها بعد أربعة ثواني . علما بأن السيارة لحظة الضغط على الفرامل كانت سرعتها  $20 \text{ m/s}$  . احسب  
1- المسافة التي قطعتها السيارة خلال هذا الزمن .

2- هل يصطدم قائد السيارة بسيارة أخرى واقفة عند الإشارة ؟ علما بأن المسافة بين لحظة رؤيته للإشارة والضغط على الفرامل تساوى (45) متر .

6- تتحرك سيارة بسرعة  $30 \text{ m/s}$  وقد قرر قائدها تخفيف سرعتها إلى النصف مستخدما عجلة سالبة القيمة مقدارها  $3 \text{ m/s}^2$  احسب :  
1- الزمن اللازم لتخفيف هذه السرعة عند استخدام المكابح .

2- احسب المسافة التي تقطعها السيارة حتى تصل إلى السرعة المطلوبة .

7- بدأت سيارة حركتها من سكون ثم أخذت سرعتها تتزايد بانتظام حتى بلغت  $60 \text{ km/h}$  خلال خمس ثواني احسب:

1- مقدار العجلة للسيارة .

2- المسافة المقطوعة .

8- سيارة تتحرك بسرعة  $90 \text{ km/h}$  ضغط قائدها علي دواسة الفرامل بحيث تناقصت سرعة السيارة بمعدل ثابت حتي توقفت بعد مرور خمس ثواني احسب:

1- عجلة السيارة خلال تناقص السرعة

2- المسافة التي قطعتها السيارة حتى تتوقف .



## المسقوط الحر

### القسم الأول الأسئلة الموضوعية

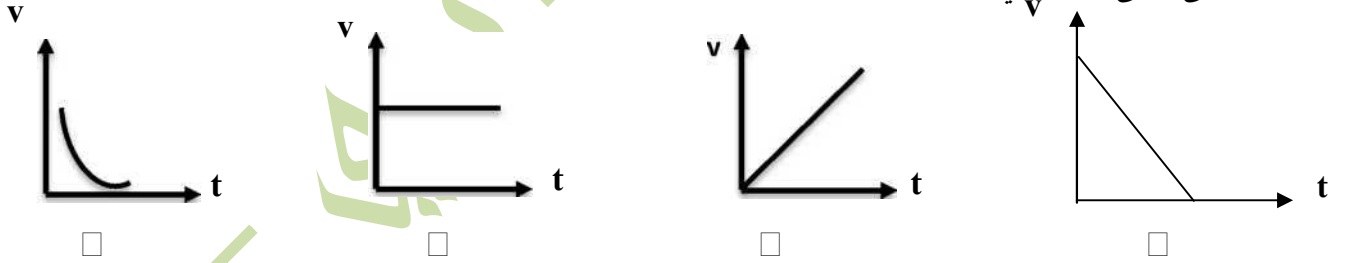
**السؤال الأول:** أكمل العبارات التالية بما يناسبها علمياً لتصبح عبارة صحيحة .

- 1- الأجسام الساقطة بحرية نحو الأرض تتحرك بعجلة منتظمة تسمى .....
- 2- إذا قذف جسم لأعلى فإنه يتحرك بعجلة ..... منتظمة وأثناء عودته تكون حركته بعجلة ..... منتظمة .
- 3- عندما يقذف جسم رأسياً إلى أعلى بسرعة مقدارها  $10 \text{ m/s}$  فإنه يصل إلى أقصى ارتفاع له بعد مرور زمن بوحدة الثانية يساوى .....
- 4- سقط جسم من فوق بناية ترتفع عن سطح الأرض  $20 \text{ m}$  فإنه يصل إلى سطح الأرض بعد زمن بوحدة الثانية يساوى .....
- 5- زمن الارتفاع إلى اعلى ( زمن التحليق ) = ..... + .....
- 6- زمن الصعود ..... زمن الهبوط
- 7- عند قذف جسم رأسياً إلى اعلى بسرعة ابتدائية  $20 \text{ m/s}$  فإن أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم هو .....
- 8- عند سقوط جسم سقوطاً حراً في مجال الجاذبية الأرضية فإن المسافة المقطوعة تتناسب طردياً مع .....
- 9- قذف جسم رأسياً إلى اعلى فوصل إلى أقصى ارتفاع بعد  $5 \text{ s}$  فإن سرعته الابتدائية تساوي .....

**السؤال الثاني:** اختر انسب إجابة صحيحة وضع علامة (  $\checkmark$  ) في المربع المقابل :

- 1- سقط جسم سقوطاً حراً من ارتفاع ما , فبعد مرور  $3 \text{ s}$  من لحظة سقوطه تكون سرعته مساوية :  
☐ 0.3      ☐ 3.3      ☐ 30      ☐ 40

- 2- أفضل خط بياني يوضح العلاقة بين تغير السرعة التي يتحرك بها جسم مقذوف رأسياً من لحظة قذفه حتى وصوله إلى أعلى نقطة في مساره هو :



- 3- سقطت كرة من قمة برج فاستغرقت أربع ثوان حتى وصلت إلى الأرض فبإهمال مقاومة الهواء يكون ارتفاع هذا البرج بوحدة المتر يساوى

☐ 40      ☐ 80      ☐ 120      ☐ 160

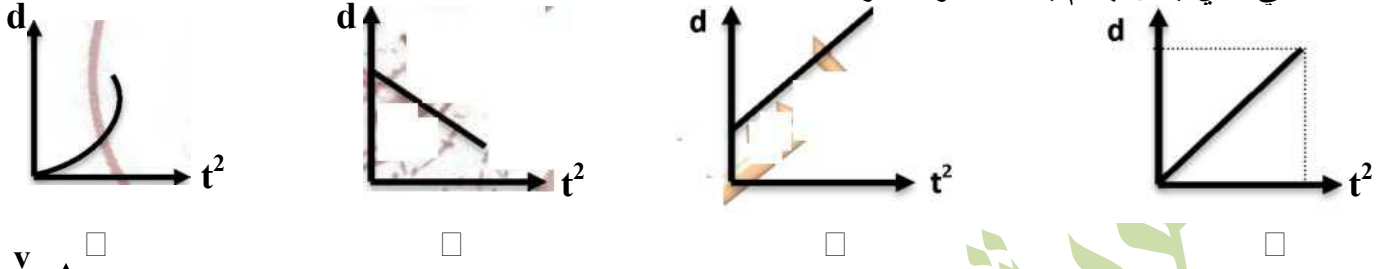
- 4- عند قذف جسم إلى اعلى فإن زمن الصعود ..... زمن الهبوط  
☐ ضعف      ☐ يساوي      ☐ اكبر من      ☐ اصغر من

- 5- عند قذف جسم رأسياً إلى اعلى بسرعة ابتدائية  $63 \text{ m/s}$  فإن أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم هو ..... m  
☐ 614.4      ☐ 101.2      ☐ 222.5      ☐ 202.5

- 6- عند سقوط جسم سقوطاً حراً تتغير ..... من نقطه إلى أخرى  
☐ كتلته      ☐ سرعته      ☐ عجله تحركه      ☐ غير ذلك

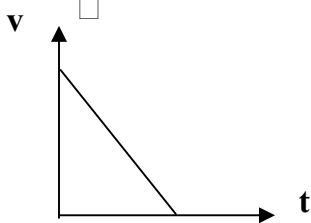
- 7- ترك جسمان ليسقطا سقوطا حرا في نفس اللحظة ومن نفس الارتفاع عن سطح الأرض فإذا كانت كتلتا الجسم الأول مثلي كتلة الجسم الثاني فإنه بإهمال مقاومة الهواء يكون :
- ☐ الزمن الذي يستغرقه الأول مثلي الزمن الذي يستغرقه الثاني
- ☐ عجلة الأول نصف عجلة الثاني
- ☐ يصلان إلى الأرض بنفس السرعة
- ☐ عجلة الأول مثلي عجلة الثاني

8- المنحني الذي يمثل جسم يسقط سقوطا حرا :



9- الرسم البياني الموضح يمثل حركة جسم :

- ☐ يسقط سقوطا حرا
- ☐ قذف رأسيا لأعلى
- ☐ يتحرك بعجلة تزايدية
- ☐ علي مستوي مائل



**السؤال الثالث : علل لما يلي تحليليا علميا مناسباً :**

- 1- عند سقوط جسم سقوطا حرا تزداد سرعته .
- 2- إذا تركت عدة أجسام مختلفة الكتل متماثلة الحجم لتسقط سقوطا حرا من نفس الارتفاع فإنها تصل إلى الأرض في نفس الوقت .
- 3- تقل سرعة المقذوف رأسيا إلى أعلى حتى تصل سرعته إلى الصفر ؟

ادرس النشاط التالي جيدا - ثم أجب علي الأسئلة التالية ؟

عند وضع العملة المعدنية وريشة أحد الطيور في أنبوب زجاجي كما هو موضح بالرسم المقابل :

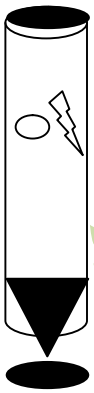
1- أقلب الأنبوب وما في داخله مع (وجود الهواء في داخل الأنبوب )

ماذا تلاحظ .....

2- عند تفريغ الأنبوب من الهواء الموجود في داخله ثم ألقه بسرعة بمحتوياته

ماذا تلاحظ .....

3- ماذا تستنتج : .....



### مسائل

1 - قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة ابتدائية مقدارها  $(20)\text{m/s}$  باعتبار أن  $g = 10 \text{ m/s}^2$  احسب ما يلي  
ا- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم .

ب- الزمن المستغرق ليعود الجسم إلى نقطة انطلاقه .

2- قذف جسم رأسياً لأعلى فوصل إلى أقصى ارتفاع بعد  $s$  (5) احسب سرعته الابتدائية ؟

3- قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة  $(140)\text{m/s}$  احسب:  
ا- سرعة الجسم بعد  $s$  (5) من لحظة القذف .

ب- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم .

ج- الزمن الكلي الذي يستغرقه الجسم من لحظة القذف حتى يعود مرة أخرى لنقطة القذف .

4- قذف جسم رأسيا إلى أعلى فكان أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم  $m$  (80) احسب :  
1- السرعة التي قذف بها الجسم .

2- الزمن المستغرق حتى يعود مرة أخرى إلى نقطة القذف .

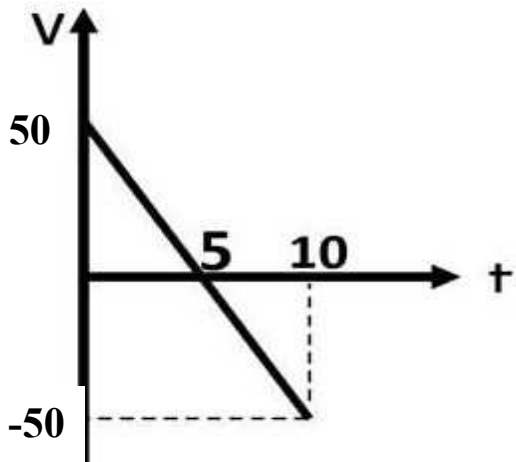
5- قذف جسم رأسيا لأعلى بسرعة ابتدائية  $m/s$  (60) احسب :  
1- الزمن الذي يستغرقه حتى تصبح سرعته  $m/s$  (20) وما ارتفاع الجسم عند هذه اللحظة ؟

2- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم .

6- سقط جسم سقوطا حرا من ارتفاع  $m$  (3.2) على سطح القمر احسب عجلة الجاذبية على سطح القمر إذا كان زمن سقوط الجسم  $s$  (2) .

7- الشكل المقابل يوضح تغير سرعة مقذوف رأسي من لحظة قذفه حتى لحظة عودته لمستوى قذفه ماة ثانية بتغير الزمن أوجد:

1- زمن وصول الجسم لأقصى ارتفاع .



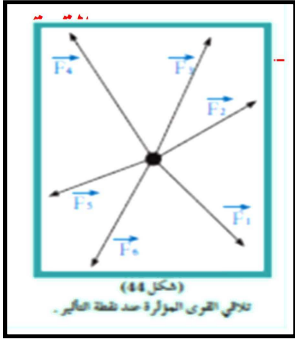
2- الزمن الكلي الذي استغرقه الجسم حتى يعود لنقطة القذف مرة أخرى .

3- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم .

## الفصل الثاني: القوة والحركة

### مفهوم القوة والقانون الأول لنيوتن

**القوة :** هي المؤثر الخارجي الذي يؤثر على الأجسام مسببا تغييرا في شكل الجسم أو حجمه أو حالته الحركية أو موضعه.



#### 1- مفهوم القوة كمتجه

كمية متجهة تتحدد بثلاثة عناصر: 1- نقطة التأثير 2- الاتجاه 3- المقدار (الشدة)

**ملاحظة:** إذا أثرت عدة قوى مستوية علي نقطة مادية فإن هذه القوى لابد أن تكون متلافية عند نقطة التأثير كما موضح في الشكل (44) .

#### إيجاد محصلة قوتين :

- 1- إذا كانت القوتان باتجاه واحد فإن محصلتهما تساوي حاصل جمعهما واتجاهها في نفس اتجاه القوتين
- 2- إذا كانت القوتان متعاكستين فإن محصلتهما تساوي ناتج طرحهما واتجاهها في اتجاه القوة الأكبر.
- 3- إذا كانت القوتان متساويتين بالمقدار و متعاكستين بالاتجاه فإن محصلتهما تساوي صفر .

**قوى غير متزنة :** هي قوى محصلتها لا تساوي صفر

**قوى متزنة :** هي قوى محصلتها تساوي صفر

**ملاحظة:** لإحداث تغيير في حالة جسم ما من سكون إلى حركة أو العكس يجب التأثير في الجسم بقوى محصلتها لا تساوي الصفر وعادة ما تسمى قوى غير متزنة. وفي غياب قوة محصلة مؤثرة ، يبقى الجسم ساكنا ، ويبقى الجسم المتحرك في خط مستقيم متحركا بسرعة متجهة منتظمة .

#### تطور مفهوم القوة والحركة من أرسطو إلى جاليليو :

- كان العلماء يعتقدون انه لابد من بقاء القوة المؤثرة على الجسم لكي يظل الجسم متحركا . فإذا رفعت القوة عن الجسم ، زال تأثيرها وتوقف الجسم عن الحركة .
- قام العالم اليوناني أرسطو بتقسيم الحركة إلى نوعين :

**1- حركة طبيعية** تتمثل الحركة الطبيعية على الكرة الأرضية في سقوط بعض الأشياء نحو الأرض (سقوط الأحجار مثلا) أو اندفاع بعض الأشياء إلى الأعلى بعيدا عن الأرض (تصاعد الأبخرة في الهواء الجوى ، على سبيل المثال) ومن ثم فإن الحركة الطبيعية تعنى سقوط الأشياء ثقيلة الوزن إلى أسفل نحو الأرض ، وارتفاع الأشياء خفيفة الوزن إلى الأعلى بعيدا عن الأرض في اتجاه حركة الهواء الجوى .

#### 2- حركة غير طبيعية

الحركات غير الطبيعية تنشأ نتيجة تأثير قوى خارجية ، مثل قوة السحب أو قوة الدفع . على سبيل المثال ، تسحب السيارة أو تندفع بواسطة القوة الناشئة عن محركها ، كما تندفع السفينة الشراعية بواسطة دفع الرياح .

**أما جاليليو** فقد أدرك إن القوة غير الضرورية لكي تحافظ الأشياء على حركتها .

#### قوة الاحتكاك :

هي قوى غالبا ما تعمل في اتجاه معاكس للقوة المسببة للحركة .

## العوامل التي يتوقف عليها قوة الاحتكاك :

- 1- طبيعة سطح الجسم المتحرك وشكله
  - 2- السطح الذي يتحرك عليه الجسم .
  - 3- زاوية ميل السطح الذي يتحرك عليه الجسم .
- إذا كان السطح وأسطح الجسم مصقولين ، فإن الجسم سوف يتحرك إلى الأبد من دون توقف . أما إذا كان السطح أو أسفل الجسم غير مصقولين ، فإن الجسم سوف يتوقف عن الحركة بعد فترة زمنية معينة ، وذلك نتيجة قوة الاحتكاك .

**معمل الكريات :** هو جهاز يستخدم في الأجزاء الداخلية للآلات الميكانيكية ويتكون من مجموعة من الكريات الصغيرة ذات الأسطح المصقولة الناعمة وتكاد تكون قوي الاحتكاك بينها منعدمة وبذلك استطاع الفنيون تقليل قوي الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة داخل الآلات الميكانيكية .



## عمل يستخدم معمل الكريات في الأجزاء الداخلية للآلات الميكانيكية ؟

وذلك لتقليل قوي الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة داخلها وبالتالي حمايتها من التلف .

### ملاحظة :

تستخدم الشحوم والزيوت أيضا لكي تقلل من تأثير قوة الاحتكاك بين الأسطح الداخلية للأجزاء المتحركة داخل الآلات الميكانيكية كمحرك السيارة .

## تجارب جاليليو لتوضيح قوة الاحتكاك :

وقد أجرى جاليليو عدة تجارب للتأكد من الفكرة السابقة ، وذلك عن طريق درجة كرة ناعمة الملمس على أسطح مصقولة ذات زوايا ميل مختلفة ، كما هو موضح في الشكل (47) .



وقد وجد جاليليو إن الكرة التي تتدحرج على أسطح مستوية ومصقولة تتحرك دائما بسرعة ثابتة . وبسبب عدم وجود قوة الاحتكاك فإن مثل هذه الحركة تستمر إلى الأبد ومن دون توقف (الشكل 47) .

### ملاحظة :

وقد توصل جاليليو أيضا إلى إن مادة الجسم المتحرك قد تبدى مقاومة للتغير الحادث في حالة حركة الجسم ككل ، وهذا ما يسمى القصور الذاتي .

## القانون الأول لنيوتن - قانون نيوتن للقصور الذاتي :

يبقى الجسم الساكن ساكنا ، ويبقى الجسم المتحرك في خط مستقيم متحركا بسرعة منتظمة ما لم تؤثر على أي منهما قوة تغير في حالتهما .

## الكتلة مقياس القصور الذاتي

**الكتلة :** هي كمية قياسية تعبر عن مقدار ما يحويه الجسم من مادة وتقاس بالكيلو جرام . ومقدارها ثابت في أي مكان .

## القصور الذاتي

هو الخاصية التي تصف ميل الجسم إلى أن يبقى على حالته ويقاوم التغير في حالته الحركية

**ملاحظة :** وهناك علاقة بين القصور الذاتي وكتلة الجسم حيث أنه كلما زادت كتلة الجسم زاد القصور الذاتي له والعكس صحيح . فمثلا القصور الذاتي للسيارة اكبر من القصور الذاتي للدراجة حيث إن كتلة السيارة اكبر من كتلة الدراجة .

### تطبيقات على القصور الذاتي :

#### حلل لما يلي :

1- اندفاع التلاميذ إلى الأمام عند توقف باص المدرسة فجأة ؟  
وذلك بسبب خاصية القصور الذاتي .

2- اندفاع التلاميذ إلى الخلف عند تحرك باص المدرسة فجأة ؟  
وذلك بسبب خاصية القصور الذاتي .

3- تأكيد شرطة المرور على ضرورة استخدام حزام الأمان الموجود داخل السيارة عند قيادة السيارة أو الانتقال بها ؟  
وذلك لتفادي الاندفاع إلى الأمام عند التوقف المفاجئ أو إلى الخلف عند الحركة المفاجئة .

• عندما يتوقف راكب دراجة عن تحريك الدواسة يلاحظ أن الدراجة تستمر في الحركة إلى أن تقف بعد مسافة ما .

#### وبعد طول هذه المسافة أو قصرها على عدة عوامل ، منها :

- 1- القصور الذاتي لكل من راكب الدراجة والدراجة .
- 2- قوى الاحتكاك بين إطارات الدراجة والطريق .
- 3 - مقاومة الهواء .
- 4- استخدام راكب الدراجة لدواسة الفرامل .

### ماذا يحدث لو أن قوة التجاذب بين الشمس ومجموعة الكواكب المرتبطة بها قد اختفت ؟ وما هو شكل المسار الذي

#### سوف تتحرك فيه تلك الكواكب ؟

الإجابة : سوف تتحرك الكواكب بسرعة ثابتة المقدار والاتجاه وفي خط مستقيم وليس في مسارات شبة دائرية كما هي الآن .

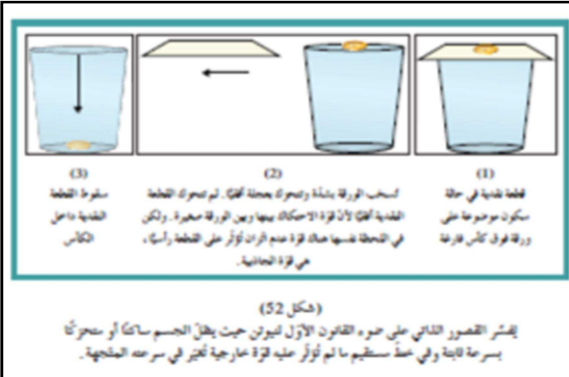
٥

س : (الفروانية الفترة الأولى 2012/2013) :

#### ماذا يحدث مع التفسير :

عند سحب الورقة بشدة من أعلى الكأس ؟

المحدث : تسقط قطعة النقود داخل الكأس .



التفسير : لأن قوة الاحتكاك بينها وبين الورقة صغيرة ولكن في اللحظة

نفسها هناك قوة عدم اتزان تؤثر على القطعة رأسيا هي قوة الجاذبية .

أو بسبب خاصية القصور الذاتي لقطعة النقود .



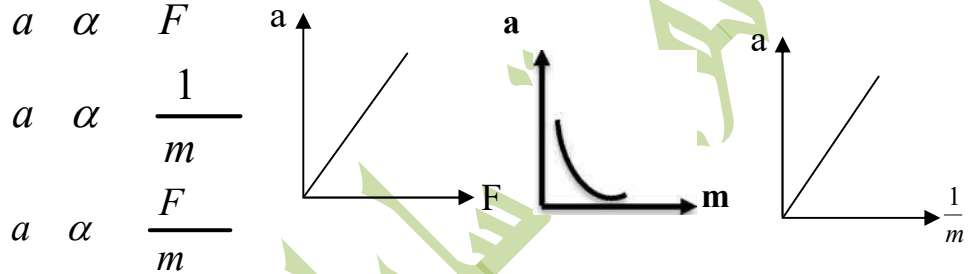
### ملاحظة : ارتباط الفيزياء بعلم الفضاء .

تستمد مركبات الفضاء قوتها من خلال دفع الصاروخ الذي يحملها إلى الفضاء الخارجي وبعد ذلك تبدأ مركبة الفضاء بالالتحاق بالمدار الخاص بها وتستمر في حركتها وتحليقها في الفضاء من خلال القصور الذاتي لها . ولذلك فإن مركبة الفضاء لا تعتمد على قوى خارجية لكي تستمر في حركتها .

### القانون الثاني لنيوتن :

### القانون الثاني لنيوتن :

العجلة التي يتحرك بها جسم ما تتناسب طرديا مع القوة المحصلة المؤثرة على الجسم وعكسيا مع كتلته



وعندما تقاس كل من القوة والعجلة والكتلة بالوحدات الدولية يكون :

$$a = \frac{F}{m}$$

$$F = m a$$

وحدة قياس القوة : هي النيوتن وتعادل  $\text{kg.m/s}^2$

معادلة ابعاد القوة :  $\text{m.L. t}^{-2}$  أو  $\text{m.L. t}^{-2}$

### تعريف النيوتن :

القوة اللازمة لجسم كتلته  $1 \text{ kg}$  لكي يتحرك بعجلة مقدارها  $1 \text{ m/s}^2$  .

الاحتكاك : هي القوة المقاومة التي تحدث عند تحرك سطحين متلاصقين باتجاهين متعاكسين عندما يكون بينهما قوة ضاغطة تعمل على تلاصقهما معا .

- يحدث الاحتكاك بين أسطح الأجسام عندما يلامس بعضها ببعض الآخر أثناء الحركة . ودائما ما يكون اتجاه قوة الاحتكاك بعكس اتجاه القوة المسببة لحركة . وتعتمد قوة الاحتكاك بين الأسطح على طبيعة مادة كل سطح ومدى القوة الذي يؤثر بها كل من السطحين على السطح الآخر . فعلى سبيل المثال ينتج عن التصاق المطاط بالحجر ( الخرسانة ) قوة احتكاك اكبر من تلك التي تنجم عن التصاق مادتين صلبتين .

س حلل : الفروانية الفترة الأولى ( 2012/2013 )

تم استبدال الفواصل الصلبة للطرق بأخرى من الخرسانة الأسمنتية ؟

حتى يتم التصاق السيارات أكثر لزيادة الاحتكاك والمساهمة في توقف السيارة في حال تعطل المكابح .

### ملاحظات :

- 1- لا تنتج قوة الاحتكاك فقط من التصاق المواد الصلبة ولكن هناك قوة احتكاك في السوائل والغازات أيضا فهناك ما يسمى مقاومة الهواء لبعض الأشياء التي تتحرك من خلاله بسرعات عالية ويعتبر هذا نوعا من قوى الاحتكاك .

- 2- لا يمكن ملاحظة مقاومة الهواء سوى للأشياء التي تتحرك بسرعات عالية فمثلا لا يمكن ملاحظة تأثير مقاومة الهواء على الشخص الذي يجرى في الهواء الطلق في حين انه يلاحظ تأثير مقاومة الهواء على الشخص الذي يركب دراجة بسرعة عالية .
- 3- وعند حدوث الاحتكاك من المحتمل ان تتحرك الأشياء بسرعة ثابتة بالرغم من وقوعها تحت تأثير قوى خارجية في هذه الحالة تكون قوة الاحتكاك متزنة مع محصلة القوى الأخرى اى إن المحصلة الإجمالية للقوى المؤثرة على جسم تساوى صفرا ومن ثم يكف الجسم عن التحرك بعجلة وبالتالي يتحرك بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم



### تفسير السقوط الحر

مقدار قوة جذب الأرض للجسم .

**(الثقل) الوزن :**

وهو كمية متجهة ويقاس بوحدة النيوتن . ويتغير من مكان لآخر بتغير عجلة الجاذبية الأرضية .

$$W = m g$$

وزن الجسم

يمكن تفسيره بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ففي حال السقوط الحر للأجسام تكون النسبة بين القوة المؤثرة على جسم ما (وزن الجسم) إلى كتلته ثابتة مهما اختلفت كتل الأجسام وتساوى هذه النسبة عجلة السقوط الحر (g) .

$$a = \frac{F}{m} = \frac{m g}{m} = g$$

وجه المقارنة	الوزن	الكتلة
التعريف	مقدار قوة جذب الأرض للجسم	هي كمية قياسية تعبر عن مقدار ما يحويه الجسم من مادة
نوع الكمية	متجهة	عددية
وسيلة القياس	الميزان الزنبركي	الميزان ذو الكفتين او الميزان الحساس
التغير والثبات	يتغير من مكان لآخر بتغير عجلة الجاذبية الأرضية	ثابتة لأي جسم
وحدة القياس	النيوتن N	الكيلو جرام kg

### السقوط الحر ومقاومة الهواء :

**القوة المحصلة الكلية المؤثرة على الجسم الساقط هي : القوة المحصلة = وزن الجسم – مقاومة الهواء**

- عندما يكون وزن الجسم اكبر من قوة مقاومة الهواء (كما في حالة العملة المعدنية) فإنه يصل إلى سطح الأرض في زمن اقل .
- عندما يكون الجسم اقل وزنا ( كما في حالة ريشة الطائر ) فإنه يستغرق زمنا أطول للوصول إلى سطح الأرض .
- عندما يتزن وزن الجسم مع قوة مقاومة الهواء فهذا يعنى إن القوة المحصلة الكلية تساوى صفرا . بالتالي فإن العجلة تساوى صفرا وهذا يؤدي إلى تحرك الجسم بسرعة ثابتة تسمى **السرعة الحدية** .

- يبلغ الشخص الأثقل وزنا سرعة حدية اكبر من الشخص الأخف وزنا وبذلك يكون للوزن الأكبر ولا اتجاه دوران الأجسام تأثير في التحليق في الهواء .

- هناك علاقة طردية بين مساحة سطح الجسم المعرض للهواء ومقدار قوة مقاومة الهواء له فكلما اتسعت مساحة السطح المعرض للهواء ازداد مقدار قوة مقاومة الهواء للجسم ويتضح هذا في حالة السنجاب الطائر الذي يحاول إن يزيد من مساحة سطح جسمه المعرض للهواء حتى يستطيع إن يتحكم في سرعته الحدية .

**محلل : يحاول السنجاب الطائر أن يزيد من مساحة سطح جسمه عن طريق الانبساط الخارجي؟**

حتى يؤدي إلي زيادة مقدار قوة مقاومة الهواء له وبالتالي يقلل من سرعة سقوطه .



(شكل 64)

يزيد السنجاب الطائر من مساحة جسمه عن طريق الانبساط الخارجي ، مما يؤدي إلى زيادة قوة مقاومة الهواء له ، ومن ثم يقلل من سرعة سقوطه .

- كما هي أيضا الحال بالنسبة إلى جندي المظلات ( المظلة تعنى الباراشوت ) يحاول إن يزيد من قوة مقاومة الهواء له لكي يتحكم في سرعته الحدية ( سرعة سقوطه إلى أسفل ) .



(شكل 63)

يصل لاعبو القفز الحز إلى السرعة الحدية عندما تتساوى قوة مقاومة الهواء مع أوزانهم .

## القانون الثالث لنيوتن والقانون العام للجاذبية

### القانون الثالث لنيوتن :

لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه .



### معني الفعل ورد الفعل

**الفعل :** الجسم (A) يبذل قوة علي الجسم (B) .

**رد الفعل :** الجسم (B) يبذل قوة علي الجسم (A) .

**ملاحظة : 1-** إذا كان الجسمان في حالة سكون  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

**1-** إذا كان الجسمان يتحركان نحو بعضهما او مبتعدين عن بعضهما فإن  $(m_1 \cdot \vec{a}_1 = -m_2 \cdot \vec{a}_2)$

1- يتزامن الفعل مع رد الفعل وبالتالي لا يحصل الفعل قبل رد الفعل .

2- قوتي الفعل ورد الفعل لا يلغي كل منهما الآخر أو لا يمكن إيجاد محصلة لهما لحل؟

وذلك لأنهما يؤثران في جسمين مختلفين .

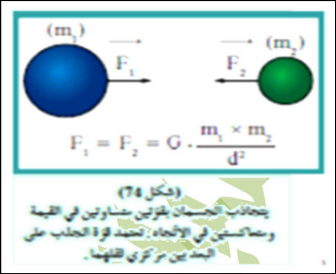
**س حل :** تكون الطيور المحلقة في السماء أثناء هجرتها سربا في شكل حرفه V أو رأس سهم ؟

لأن جناح الطائر يزيح الهواء إلي أسفل ويقابل هذا الهواء المزاح إلي أسفل طبقات الهواء السفلي مكونا دوامات هوائية تؤدي إلي حدوث تيارات صاعدة لها تأثير علي جانبي الطائر فيبدأ بتعديل موضع مؤخرته وجناحيه ذاتيا وذلك ليققل من تأثير التيارات الهوائية الصاعدة وبالتالي ليحافظ علي طاقته .

### فكرة عمل الصاروخ في القانون الثالث لنيوتن :

هناك وقود يحترق داخل الصاروخ فتنتج عنه كمية كبيرة من الغازات التي بدورها تبذل قوة علي ما في الصاروخ ونتيجة لتمدد الغازات يحدث لها انفلات من مؤخرة الصاروخ (فعل) فيندفع الصاروخ إلي الفضاء الخارجي (رد الفعل) .

الوقود السائل المستخدم في السيارات وماكينات السفن لا يمكن أن يستخدم في صواريخ الفضاء لحل؟ لأن احتراق مثل هذا الوقود يتطلب كميات كبيرة من غاز الأكسجين لذا يستخدم في الصواريخ الحديثة نوع من الوقود الصلب والمادة المؤكسدة التي تساعده علي الاشتعال .



### قانون الجذب العام لنيوتن

تتناسب قوة التجاذب بين جسمين طرديا مع حاصل ضرب الكتلتين وعكسيا مع مربع البعد بين مركزي الكتلتين .

### العوامل التي يتوقف عليها قوة التجاذب بين جسمين :

**1 - كتلة كل من الجسمين :** حيث أن قوة التجاذب بين الجسمين تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الكتلتين .

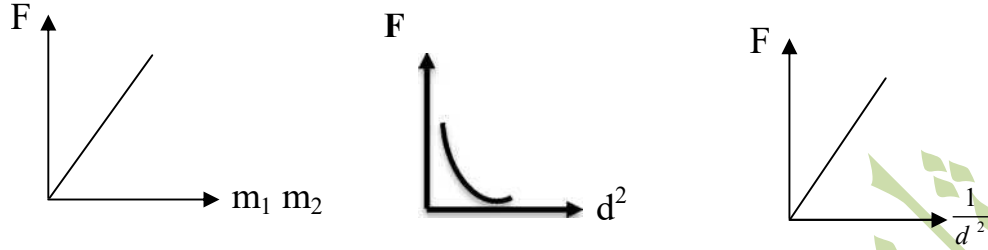
**2 - البعد بين مركزي الكتلتين :** حيث أن قوة التجاذب بين الجسمين تتناسب عكسيا مع مربع البعد بين مركزي كتلتي الجسمين .

$$F \propto \frac{m_1 \times m_2}{d^2} \longrightarrow F = G \cdot \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

حيث أن (G) هو ثابت الجذب العام .

## ثابت الجذب العام (G) :

يساوي قوة التجاذب بين جسمين كتلة كل منهما 1 kg والبعد بين مركزي كتلتيهما 1m .



## هناك أسئلة على القانون الأول لنيوتن

### الأسئلة الموضوعية

## السؤال الأول : أكتب الاسم أو المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية:

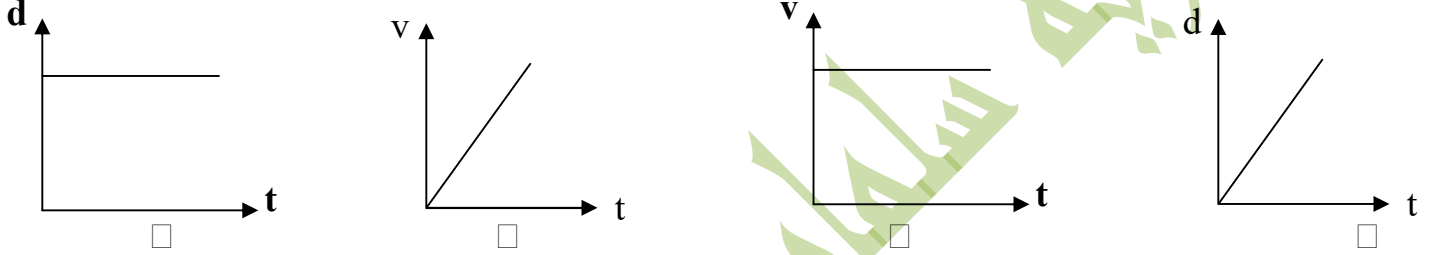
- 1- يبقى الجسم الساكن ساكناً ، ويبقى الجسم المتحرك في خط مستقيم متحركاً بسرعة منتظمة ما لم تؤثر على أي منهما قوة تغير في حالتهما .  
( )
- 2- في غياب قوة محصلة مؤثرة يبقى الجسم الساكن ساكناً ويبقى الجسم المتحرك في خط مستقيم متحركاً بسرعة منتظمة في خط مستقيم .  
( )
- 3- المؤثر الخارجي الذي يؤثر على الأجسام مسبباً تغييراً في شكل الجسم أو حجمه أو حالته الحركية أو موضعه.  
( )
- 4- الخاصية التي تصف ميل الجسم إلى أن يبقى على حالته ويقاوم التغير في حالته الحركية  
( )
- 5- كمية قياسية تعبر عن مقدار ما يحويه الجسم من مادة .  
( )

## السؤال الثاني: أعمل العبارات التالية بما يناسبها علمياً لتصبح عبارة صحيحة .

- 1- يكون اتجاه قوة الاحتكاك دائماً في .....اتجاه الحركة .
- 2- تعتمد قوة الاحتكاك على .....و.....
- 3- يتكون محمل الكريات من مجموعة من الكريات الصغيرة ذات الأسطح المصقولة الناعمة وتكون قوى الاحتكاك بينها .....
- 4- قام العلم اليوناني أرسطو بتقسيم الحركة إلى نوعين هما حركة ..... وحركة .....
- 5- وجد جاليليو أن الكرة التي تتدحرج على أسطح مستوية ومصقولة تتحرك دائماً بسرعة .....
- 6- القوة كمية متجهة تتحدد بثلاث عناصر هي 1- ..... 2- ..... 3- .....
- 7- إذا أثرت عدة قوى مستوية على نقطة مادية فإن هذه القوى حتى تكون متزنة لابد أن تكون .....ومجموعها ألتجاهي يساوي .....
- 8- إذا أثرت عدة قوى في جسم ولم تتغير حالته فإن هذه القوى تكون .....
- 9- القوى المتزنة هي القوى التي تكون محصلتها تساوي.....
- 10 - يعتمد القصور الذاتي على .....
- 11-.....تعتبر مقياس القصور الذاتي .
- 12- كلما زادت كتلة الجسم.....القصور الذاتي .

**السؤال الثالث: اختر انسب إجابة صحيحة وضع علامة ( √ ) في المربع المقابل :**

- 1- تبعا للقانون الأول لنيوتن يتحرك الجسم بعجلة..... ما لم تؤثر عليه قوى خارجية .  
☐ منتظمة ☐ منعدمة ☐ غير منتظمة ☐ تزايدية
- 2- يبقى الجسم الساكن ساكنا إذا أثرت عليه عدة قوى .....  
☐ كبيرة رأسية ☐ متزنة ☐ غير متزنة ☐ صغيرة عمودية
- 3- في غياب قوة محصلة مؤثرة على جسم ساكن.....  
☐ يتحرك الجسم بسرعة منتظمة ☐ يتحرك الجسم بعجلة منتظمة  
☐ يظل الجسم ساكنا ☐ يتحرك الجسم بسرعة غير منتظمة
- 4- إذا انعدمت القوة المحصلة المؤثرة على جسم متحرك في خط مستقيم فإن الجسم .....  
☐ يتوقف حركته ☐ يتحرك بعجلة منتظمة ☐ يتحرك بسرعة منتظمة ☐ يتحرك بسرعة غير منتظمة
- 5- الأشكال البيانية الآتية تمثل القانون الأول لنيوتن عدا .....  
☐ يتحرك الجسم بعجلة منتظمة ☐ يتحرك الجسم بسرعة غير منتظمة



- 6- يسمى القانون الأول لنيوتن باسم قانون .....  
☐ رد الفعل ☐ القصور الذاتي ☐ الجذب العام ☐ القوة
- 7- يزداد القصور الذاتي لجسم بزيادة .....  
☐ حجمه ☐ كتلته ☐ إزاحته ☐ كثافته

**الأسئلة المقالية**

**السؤال الرابع : محلل لما يلي تحليليا مناسباً :**

- 1- تستمر مركبات الفضاء في حركتها وتحليقها في الفضاء .
- 2- اندفاع الركاب في السيارة إلى الأمام عند توقفها فجأة .
- 3- يصعب إيقاف جسم متحرك ذو كتلة كبيرة .
- 4- قد لا يتحرك الجسم برغم تأثره بأكثر من قوة .
- 5- تلزم إدارة المرور السائقين على استخدام أحزمة الأمان .
- 6- تزداد حوادث السيارات في الأيام الممطرة .

- 7- يطلب منا ربط أحزمة المقاعد عند إقلاع الطائرة وهبوطها .
- 8- وجود بروزات في قاع الحذاء وثقوب تقابلها على سطح الأرض .
- 9- تتوقف الدراجة بعد فترة من إيقاف البدال .
- 10- استمرار دوران المروحة بعد انقطاع التيار الكهربائي عنها .

### السؤال الخامس : ما المقصود بكل مما يلي :

1- القانون الأول لنيوتن .

2- القوة .

3- القصور الذاتي لجسم .

4- الكتلة

### السؤال السادس : ماذا يحدث في الحالات التالية :

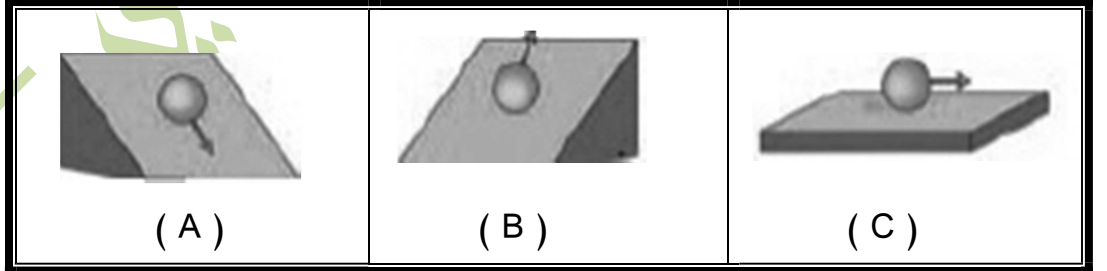
1- توقف الأتوبيس فجأة بالنسبة للركاب .

2- تحرك سيارة فجأة للخلف بالنسبة للركاب .

3- أثرت عدة قوى غير متزنة على جسم ساكن .

### السؤال السابع :

عند دحرجة كرة ناعمة الملمس على أسطح مصقولة ذات زوايا ميل مختلفة كما في الشكل فإن:



- 1- سرعة الكرة في الشكل (A) ----- وذلك بسبب -----
- 2- سرعة الكرة في الشكل (B) ----- وذلك بسبب -----
- 3- سرعة الكرة في الشكل (C) ----- وذلك بسبب -----



## القانون الثاني لنيوتن

### أولا : الأسئلة الموضوعية

#### السؤال الأول : أكتب الاسم أو المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية:

- 1- العجلة التي يتحرك بها جسم ما تتناسب طرديا مع القوة المحصلة المؤثرة على الجسم وعكسيا مع كتلته . ( )
- 2- القوة اللازمة لجسم كتلته  $1\text{ kg}$  لكي يتحرك بعجلة مقدارها  $1\text{ m/s}^2$  . ( )
- 3- قوة تنشأ من تلامس سطحين أثناء الحركة وتكون في عكس اتجاه القوة المسببة للحركة . ( )
- 4- السرعة الثابتة التي يسقط بها الجسم ويكون وزن الجسم يساوي مقاومة الهواء وتكون القوة المحصلة المؤثرة على الجسم تساوي صفر . ( )
- 5- قوة جذب الأرض للجسم . ( )

#### السؤال الثاني: أكمل العبارات التالية بما يناسبها علميا لتصبح عبارة صحيحة .

- 1- تتناسب العجلة ..... مع مقدار القوة المؤثرة و..... مع الكتلة .
- 2- ..... هو قوة جذب الأرض للجسم .
- 3- عجلة جاذبية الأرض تساوي..... عجلة جاذبية القمر .
- 4- إذا كان وزن الجسم على سطح الأرض  $600\text{ N}$  فإن وزنه على سطح القمر ..... .
- 5- هناك علاقة ..... بين مقاومة الهواء ومساحة السطح المعرض للهواء .
- 6- كلما زادت مساحة سطح الجسم المعرض للهواء ..... مقاومة الهواء .
- 7- النسبة بين مقدار القوة المؤثرة على جسم ما والعجلة التي يكتسبها بتأثير هذه القوة تساوي ..... الجسم .
- 8- أثرت قوة ثابتة مقدارها  $40\text{ N}$  على جسم ساكن وزنه  $200\text{ N}$  فتحرك في خط مستقيم فإنه عندما يقطع مسافة  $400\text{ m}$  فإن مقدار سرعته بوحدة  $(\text{m/s})$  يساوي.....

#### السؤال الثالث: ضع علامة ( ✓ ) أمام العبارة الصحيحة وعلامة ( X ) أمام العبارة الغير صحيحة .

- 1- جسمان كتلة الأول نصف كتلة الثاني سقطا سقوطا حرا من نفس الارتفاع فإنه بإهمال قوة مقاومة الهواء فإن الجسمان يصلان إلى سطح الأرض في نفس اللحظة . ( )
- 2- تحتاج السيارة إلى قوة محركها باستمرار للتغلب على قوة الاحتكاك وقوة مقاومة الهواء . ( )
- 3- إذا أثرت قوة ثابتة في جسم فإن الجسم يتحرك بسرعة ثابتة لحظة تأثير القوة . ( )
- 4- كلما زادت كتلة الجسم فإن قصوره الذاتي يقل . ( )
- 5- يبلغ الشخص الأثقل وزنا سرعة نهائية أقل من الشخص الأخف وزنا . ( )
- 6- كلما زادت مساحة السطح المعرض للهواء قلت مقاومة الهواء . ( )
- 7- جندي المظلات يزيد من قوة مقاومة الهواء له يتحكم في سرعته . ( )
- 8- قوة الاحتكاك تتوقف على زاوية ميل السطح الذي يتحرك عليه الجسم . ( )
- 9- دون إهمال مقاومة الهواء فإن الجسم الأثقل وزنا يصل إلى سطح الأرض أولا . ( )
- 10- لا توجد قوى مفردة بل تكون القوى دائما مزدوجة . ( )
- 11- يقل القصور الذاتي لجسم كلما زادت كتلة الجسم . ( )
- 12- يستمر الصاروخ في الدوران والحركة في المدار الخاص به عندما يندفع إلى الفضاء الخارجي بفعل خاصية القصور الذاتي . ( )
- 13- مساحة سطح الجسم المعرض للهواء تتناسب عكسيا مع مقدار قوة مقاومة الهواء له . ( )
- 14- إذا كانت كتلة برتقالة  $100\text{ g}$  فإن وزنها  $10\text{ N}$  على سطح الأرض . ( )
- 15- إذا أثرت قوة على جسم كتلته  $\text{kg}(m)$  وكسبته عجلة قدرها  $\text{m/s}^2(a)$  فإذا زادت القوة إلى المثلين فإن العجلة تصبح نصف ما كانت عليه . ( )

السؤال الرابع: اختر انسب إجابة صحيحة وضع علامة ( √ ) في المربع المقابل :

1- إذا أثرت قوة ثابتة مقدارها  $(F)N$  على جسم كتلته  $(m) kg$  فأكسبته عجلة مقدارها  $m/s^2$  (a) فإذا أثرت القوة نفسها على جسم كتلته  $(2m) kg$  فإن العجلة التي يكتسبها تساوى :

☐  $a/4$  ☐  $a/2$  ☐  $a$  ☐  $2a$

2- سقط جسمان كتلة الأول  $(m)$  وكتلة الثاني  $(2m)$  , يسقطا حرا من نفس الارتفاع فإذا كانت سرعة اصطدام الجسم الأول بالأرض تساوى  $(v)$  فإن سرعة اصطدام الجسم الثاني بالأرض تساوى :

☐  $v/2$  ☐  $v$  ☐  $2v$  ☐  $4v$

3- أثرت قوة ثابتة على جسم كتلته  $(5)kg$  فأكسب عجلة مقدارها  $m/s^2$  (3) , فإن مقدار هذه القوة بوحدة النيوتن ( N ) يساوى :

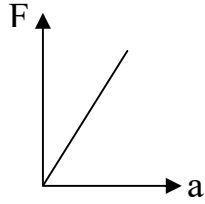
☐ 3 ☐ 10 ☐ 15 ☐ 30

4- أثرت قوة على جسم كتلته  $(m) kg$  فأكسبته عجلة مقدارها  $m/s^2$  (4) فإذا أثرت نفس القوة على جسم آخر كتلته  $(4m)$  فإنها تكتسبه عجلة مقدارها بوحدة  $(m/s^2)$  :

☐ 1 ☐ 2 ☐ 4 ☐ 8

5- جسم كتلته  $(5) kg$  يتحرك تحت تأثير قوتين مقدارهما  $(20) N$  شرقا ،  $(40) N$  غربا فيكون مقدار عجلة الحركة للجسم بوحدة  $(m/s^2)$  مساويا :

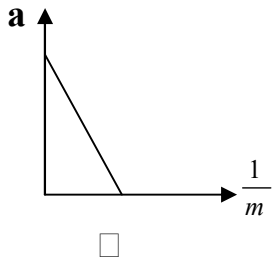
☐ 4 ☐ 8 ☐ 12 ☐ 25



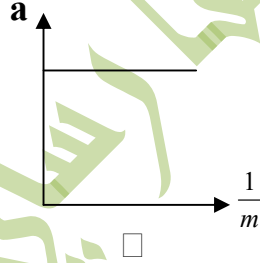
6- ميل المنحنى البياني الموضح بالشكل يساوي عدديا :

☐ مقلوب الكتلة ☐ مقلوب القوة ☐ الكتلة ☐ القوة

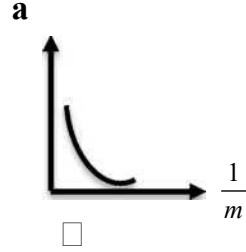
7- أفضل خط بياني يوضح العلاقة بين العجلة التي تتحرك بها أجسام مختلفة الكتلة بتأثير قوة ثابتة ومقلوب كتلة كل منها هو :



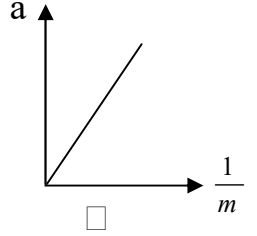
☐



☐



☐



☐

8- القوة المحصلة المؤثرة علي جسم ما = .....

☐ كتلة الجسم  $\times$  سرعته التي يتحرك بها ☐ كتلة الجسم  $\times$  المعدل الزمني للتغير في سرعته ☐ كتلة الجسم  $\times$  الجذر التربيعي لسرعته ☐ نصف كتلة الجسم  $\times$  مربع سرعته

9- القوة التي تؤثر علي جسم كتلته  $(5) kg$  بحيث تتغير سرعته من  $m/s$  (7) إلي  $m/s$  (3) في زمن قدره  $s$  (2) هي .....

☐ 10 ☐ 5 ☐ -2 ☐ -10

10- عربة كتلتها  $(500) kg$  وأخرى  $(1500) kg$  تتحركان بنفس العجلة فإن القوة المؤثرة علي العربة ذات الكتلة الأكبر تكون ..... القوة المؤثرة علي العربة ذات الكتلة الأقل .

☐ مساوية ☐ نصف ☐ ضعف ☐ ثلاثة أمثال

11- إذا تأثر كتلته  $(5)kg$  بقوة جذب من الأرض  $(49) N$  فإن جسم كتلته  $(8)kg$  يتأثر بقوة جذب  $N$  .....

☐ 9.8 ☐ 19.6 ☐ 39.2 ☐ 78.4

**السؤال الخامس : محلل لما يلي تحليلًا علميًا مناسبًا :**

1- القوة كمية متجهة

2- تزداد العجلة التي يتحرك بها جسم بزيادة القوة المؤثرة عليه .

3- الوزن كمية متجهة

4- وزن الجسم علي سطح الأرض أكبر من كتلته عدديًا .

5- اختلاف وزن الجسم من مكان لآخر علي سطح الأرض .

6- يفضل استيراد الذهب من الخارج بالكتلة وليس بالوزن .

**السؤال السادس : ما المقصود بكل مما يلي :**

1- القانون الثاني لنيوتن .

2- النيوتن .

3- الوزن

4- وزن جسم = 30 N

5- قوة جذب الأرض لجسم = 200 N

**السؤال السابع : قارن بين كل مما يلي**

وجه المقارنة	الوزن	الكتلة
التعريف		
نوع الكمية		
وسيلة القياس		
التغير والثبات		
وحدة القياس		

### مسائل

1- جسم كتلته (5) يتحرك بسرعة ابتدائية مقدارها  $4\text{ m/s}$  أثرت فيه قوة فزادت سرعته إلى  $8\text{ m/s}$  خلال زمن قدره (2) s احسب :  
أ- العجلة التي يتحرك بها الجسم ، ونوعها ؟

ب- المسافة التي قطعها الجسم خلال تلك الفترة .

ج- مقدار القوة المؤثرة على الجسم

2- أوجد القوة اللازمة لتعجيل كتلة مقدارها  $10\text{ kg}$  تتحرك في خط مستقيم بحيث تتغير سرعتها من  $54\text{ km/h}$  إلى  $108\text{ km/h}$  خلال  $10\text{ s}$  .

3- تتحرك سيارة كتلتها  $1200\text{ kg}$  من السكون تحت تأثير قوة مقدارها  $600\text{ N}$  احسب:

أ- العجلة التي تحركت بها السيارة .

ب- سرعة السيارة بعد زمن قدره  $25\text{ s}$  .

ج- المسافة التي تقطعها السيارة .

4- جسم ساكن كتلته  $20\text{ kg}$  أثرت عليه قوة مقدارها  $30\text{ N}$  أوجد :  
أ- العجلة التي يكتسبها الجسم .

ب- الزمن اللازم ليتحرك الجسم مسافة  $75\text{ m}$  .

5- أثرت قوة مقدارها  $24\text{ N}$  على جسم كتلته  $5\text{ kg}$  فتحرك على مستوى أفقي بعجلة  $3\text{ m/s}^2$  احسب :

أ - قوة الاحتكاك .

6- سيارة كتلتها  $500\text{kg}$  بدأت حركتها من السكون علي طريق أفقي تحت تأثير قوة المحرك وقدرها  $300\text{N}$  فإذا كانت قوة الاحتكاك  $50\text{N}$  أوجد :

أ- القوة المحركة للسيارة .

ب- العجلة التي تحرك السيارة .

### القانون الثالث لنيوتن وقانون الجذب العام

#### السؤال الأول : أكتب الاسم أو المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية:

- 1- لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه . ( )
- 2- تتناسب قوة التجاذب بين جسمين طرديا مع حاصل ضرب الكتلتين وعكسيا مع مربع البعد بين مركزي كتلتي الجسمين . ( )
- 3- النسبة بين القوة إلي العجلة . ( )
- 4- يساوي قوة التجاذب بين جسمين كتلة كل منهما  $1\text{kg}$  والبعد بين مركزي كتلتيهما  $1\text{m}$  . ( )

#### السؤال الثاني: ضع علامة ( ✓ ) أمام العبارة الصحيحة وعلامة ( X ) أمام العبارة الغير صحيحة .

- 1- قوة الفعل وقوة رد الفعل قوي متزنة . ( )
- 2- تتناسب قوة التجاذب بين جسمين عكسيا مع حاصل ضرب الكتلتين وطرديا مع مربع البعد بين مركزيهما . ( )
- 3- يحدث كلا من قوتي الفعل ورد الفعل في نفس الوقت . ( )

#### السؤال الثالث: اختر انسب إجابة صحيحة وضع علامة ( ✓ ) في المربع المقابل :

- 1- إذا قلت المسافة بين كتلتين مادتين إلى النصف فإن قوة التجاذب المادي بينهما .....  
☐ تزداد للضعف ☐ تزداد إلي أربعة أمثال ☐ تقل إلي النصف ☐ تظل ثابتة
- 2- جسمان في الفراغ كتلتيهما  $m_1, m_2$  والمسافة بينهما  $d$  فإذا زادت كتلة الأول للضعف وزادت المسافة بينهما للضعف فإن قوة الجذب بينهما .....  
☐ لا تتغير ☐ تزداد للضعف ☐ تقل للنصف ☐ تزداد إلي أربعة أمثال
- 3- كرتان كتلتيهما  $8\text{kg}$  و  $20\text{kg}$  المسافة بين مركزيهما  $0.2\text{m}$  إذا كان ثابت الجذب العام هو  $G$  فإن قوة الجذب بينهما بوحدة النيوتن هي .....  
☐  $8\text{G}$  ☐  $40\text{G}$  ☐  $4000\text{G}$  ☐  $8000\text{G}$

#### السؤال الرابع : علل لما يلي تعليلا علميا مناسباً :

- 1- نلاحظ حركة الأجسام أثناء سقوطها نحو الأرض ولا نلاحظ حركة الأرض نحو هذه الأجسام .
- 2- قوتا الفعل ورد الفعل رغم تساويهما لا ينشأ عنهما اتزان .
- 3- تظهر قوة التجاذب المادي بوضوح بين الأجرام السماوية .

4- لا تظهر قوة التجاذب المادي بين شخصين يقفان علي بعد أمتار من بعضهما .

5- تزداد قوة التجاذب بين كتلتين كلما اقتربتا من بعضهما .

س: أذكر العوامل التي يتوقف عليها قوة التجاذب المادي بين جسمين .

### مسائل

1- إذا كانت كتلة الإلكترون  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  وكتلة البروتون  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ونصف قطر ذرة الهيدروجين  $0.5 \times 10^{-10} \text{ m}$  وثابت الجذب العام  $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$  احسب قوة التجاذب المادي بين البروتون والإلكترون .

2- وضعت كرة من الرصاص مجهولة الكتلة علي بعد  $40 \text{ cm}$  من كرة أخرى من الرصاص كتلتها  $10 \text{ kg}$  فكانت قوة التجاذب بينهما  $7.95 \times 10^{-8} \text{ N}$  احسب الكتلة المجهولة ( علما بأن  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$  )

3- كرتان إحداهما من الحديد كتلتها  $10 \text{ kg}$  والأخرى من النحاس كتلتها  $\frac{1}{2} \text{ kg}$  وكانت قوة الجذب المتبادلة بينهما  $133.4 \times 10^{-11} \text{ N}$  احسب المسافة بين مركزيهما ( علما بأن  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$  )

4- كرتان كتلتيهما  $20 \text{ kg} - 30 \text{ kg}$  والمسافة بين مركزيهما  $0.5 \text{ m}$  أوجد قوة التجاذب المادي بينهما بدلالة ثابت الجذب العام  $G$