

المذكرة لا تغني عن الكتاب المدرسي

مذكرة الفيزياء للصف العاشر

إعداد الأستاذ / نبيل مرزوق

الفصل الدراسي الأول

موقع جوجل



تليجرام



يوتيوب



## الوحدة الأولى : الحركة

### الدرس الأول ( علم الفيزياء )

**علم الفيزياء** هو فرع من فروع العلوم الطبيعية يختص بدراسة المادة والطاقة والعلاقة بينهما ويهدف إلى تفسير الظواهر الكونية والتنبؤ بها بدقة من خلال استنباط القوانين الرياضية كما يسهم في بناء الأساس العلمي للعديد من التقنيات الحديثة التي نستخدمها في حياتنا .

لو تأملت هذه الصورة سوف تلاحظ أجهزة التصوير الطبي في المستشفيات , توريينات الرياح, الأقمار الصناعية , ألواح الطاقة الشمسية .

وعليه فإن الفيزيائيين يعملون في مجالات واسعة ومتنوعة تسهم في تقدم المجتمعات وتطورها مثل مجالات الهندسة والطاقة والطب والتقنية والبحث العلمي مما يجعل دراسة الفيزياء بوابة لفرص مهنية متعددة تخدم الإنسان وتسهم في بناء مستقبل أفضل له .



الفيزياء والرياضيات : ترتبط الفيزياء بالرياضيات ارتباطاً وثيقاً حيث تعتبر الرياضيات هي اللغة التي تعبر بها الفيزياء عن قوانينها ومفاهيمها من أجل وصف أكثر دقة للظواهر باستخدام الأرقام والعلاقات الرياضية . فلا تكتفي الفيزياء بوصف الظواهر بل تسعى لبناء نماذج رياضية تمنحنا القدرة على التنبؤ بالمستقبل . كالقدرة على تحديد الوقت اللازم مثلاً لوصول مسبار فضائي لهدفه بدقة .

### مجالات علم الفيزياء

| الفيزياء الحديثة                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | الفيزياء الكلاسيكية                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>المجال الذي يدرس الظواهر الطبيعية على المستوى الميكروسكوبي ( الدقيق جداً ) كالذرات والجسيمات دون الذرية ( أو الأجسام التي تتحرك بسرعات هائلة تقترب من سرعة الضوء . وتعتمد على نظريتين أساسيتين هما النظرية النسبية لأينشتاين , ونظرية ميكانيكا الكم لماكس بلانك . ومن خلالها انتقلت الفيزياء من النظرة الحتمية المطلقة التي سادت مع الفيزياء الكلاسيكية إلى مفهوم الاحتمالات وعدم اليقين .</p> | <p>المجال الذي يدرس ويتنبأ بالظواهر الطبيعية وحركة الأجسام على المستوى الماكروسكوبي ( الكبير ) التي نراها في حياتنا اليومية بشرط أن تكون سرعتها أقل من سرعة الضوء بكثير ويعتمد هذا الفرع على قوانين نيوتن للحركة والجاذبية ومعادلات ماكسويل الكهرومغناطيسية التي تعتبر أن الكون يعمل بألية محددة دقيقة يمكن التنبؤ بها بدقة مطلقة من خلال معرفة متغيراتها .</p> |

والآن سندرس المجالات الفرعية لكل فرع مما سبق .

| مجالات الفيزياء الحديثة                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | مجالات الفيزياء الكلاسيكية                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1- ميكانيكا الكم</b><br/>وتختص بدراسة سلوك المادة والطاقة على المستوى الذري ودون الذري وتفترض أن الطاقة توجد في حزم منفصلة وهي العلم المسؤول عن الثورة الإلكترونية وتطوير المعالجات الحاسوبية وأجهزة الليزر باعتبار الضوء طاقة كمية .</p> <p><b>2- الفيزياء الذرية والنووية</b><br/>وتهدف الفيزياء الذرية إلى فهم التركيب الإلكتروني للذرة ( الغلاف الإلكتروني ) أما الفيزياء النووية تركز على دراسة مكونات النواة والقوى التي تربطها وتطبيقاتها واسعة تبدأ من توليد الطاقة في المفاعلات النووية وصولاً لاستخدام النظائر المشعة في التشخيص والعلاج الطبي .</p> <p><b>3- الفيزياء النسبية</b><br/>وتهتم بدراسة الأجسام التي تتحرك بسرعات هائلة تقترب من سرعة الضوء وتفسر العلاقة بين الزمان والمكان والجاذبية ومن أهم تطبيقاتها العملية ضمان دقة عمل أنظمة تحديد المواقع العالمية GPS</p> | <p><b>1- الميكانيكا</b><br/>وتهتم بدراسة حركة الأجسام والقوى المؤثرة عليها وتفسر قوانينها ظواهر متنوعة تبدأ من سقوط التفاحة وصولاً لحركة الكواكب في مداراتها وتعد الأساس في تصميم جميع وسائل النقل والمنشآت الهندسية</p> <p><b>2- الديناميكا الحرارية</b><br/>وتركز على دراسة الحرارة كشكل من أشكال الطاقة وتحولاتها المختلفة وتبحث في كيفية انتقال الطاقة بين الأنظمة وهي العلم الذي تقوم عليه صناعة المحركات الحرارية وأنظمة التكييف والتبريد وتكييف الهواء</p> <p><b>3- الكهرومغناطيسية</b><br/>وهي تدرس التفاعلات بين الشحنات الكهربائية والمجالات المغناطيسية وكيفية عمل الدوائر الكهربائية والمحركات الكهربائية وتبحث في طبيعة الموجات الكهرومغناطيسية كما تعتبر أساس تكنولوجيا الاتصالات الحديثة .</p> <p><b>4- البصريات والموجات</b><br/>ويختص هذا المجال بدراسة طبيعة الأمواج مثل الأمواج الكهرومغناطيسية مثل الضوء وظواهره والموجات الميكانيكية مثل الصوت وانتشاره في الوسط المادي .</p> |

ملاحظة : مازال العلم يتسع ليمتد من الذرة إلى المجرة ومن

العالم الذي نراه إلى العالم المجهول الذي لا تدركه الحواس

أي أن الفيزياء لا تقتصر على فهم الكون فحسب بل تعمل أيضا كمحرك خفي يدفع العديد من العلوم الأخرى مثل الكيمياء والأحياء والجيولوجيا ( علم الأرض) وأيضا الطب والهندسة .

- هل تعلم كيف تعمل أجهزة الكائنات الحية ؟ وكيف تنتقل الإشارات العصبية من دماغك إلى أطرافك بسرعة فائقة تصل لعشرات الأمتار في الثانية الواحدة . وكيف يضخ قلبك الدم بقوة تكفي للدوران في جسدك كاملا . كل ذلك يكمن في الفيزياء الحيوية . وعليه يطبق الفيزيائيون قوانين المادة والطاقة لفهم كيفية عمل الكائنات الحية فنحن لا ننظر للجسد لمجرد كونه أعضاء بل منظومة فيزيائية حيوية متكاملة ..... إن الفيزياء الحيوية تثبت لنا أن قوانين الفيزياء لا تحكم النجوم والألآت فحسب بل هي المحرك الأساسي لكل نبضة قلب وكل فكرة تخطر ببالك .

## الدرس 1-2 الكميات الفيزيائية

**الكمية الفيزيائية هي صفة فيزيائية قابلة للقياس ويعبر عنها برقم وغالبا بوحدة قياس .**

**تعتبر وحدة القياس المرجع الذي نستخدمه لتعطي الأرقام معنى فيزيائي أي أن وحدة القياس مقدار محدد من كمية فيزيائية معينة تستخدم كمعيار ثابت لمقارنة الكميات الأخرى من النوع نفسه بها فبدون هذا المعيار لا يمكن تحديد الكمية الفيزيائية .**

**فكر هل عبارة كتلة الجسم تساوي 5 واضحة ؟**

**ملاحظة هناك وحدات مختلفة للكميات الفيزيائية فالطول مثلا له المتر والذراع والقدم .....**

- **مشكلة** هل سمعت عن إطلاق وكالة ناسا عام 1999 م مسبارا فضائيا نحو المريخ بعد رحلة استمرت عدة أشهر وعند وصول المسبار إلى المريخ وبدلا من الدوران حوله انفجر واختفى فما السبب ؟ **تخيل أن المهندسين في الشركة المصنعة اعتمدوا على نظام قياس يختلف عن الذي يستخدمه المهندسون في ناسا وهذا الاختلاف البسيط أدى إلى خطأ في الحسابات مما سبب الانفجار**
- **النظام الدولي في القياس SI** يعتبر بمثابة لغة عالمية يتفاهم من خلالها العلماء لضمان الدقة في الحسابات ومن مميزات هذا النظام **أنه معتمد لدى معظم الدول في**

العالم ويعتمد على النظام العشري الذي يسهل إمكانية التحويل بين الوحدات والتعبير عن الكميات الفيزيائية بشكل أكثر دقة .

| الكمية الفيزيائية | رمز الكمية | وحدة القياس في النظام الدولي |
|-------------------|------------|------------------------------|
| الطول             | L          | m متر                        |
| الكتلة            | m          | Kg كيلوجرام                  |
| الزمن             | t          | s ثانية                      |

الكميات الفيزيائية مثل الطول قد تكون كبيرة جدا كالمسافة بين النجوم والمجرات وقد تكون صغيرة جدا مثل المسافة بين الذرات لذلك نظرا لصعوبة الأرقام في قراءتها يفضل التعبير عنها وكتابتها بدلالة الرقم 10 مرفوع لأس معين .

(هام جدا جدا )

عليك التدريب جيدا على بعض العمليات الحسابية والتحويلات وأن تتمكن منها جيدا حتى لا تتعرض لصعوبات عند حل أسئلة ومسابقات الفيزياء وبالتالي لا بد وأن تثقل الجزء الرياضي وبقوة .

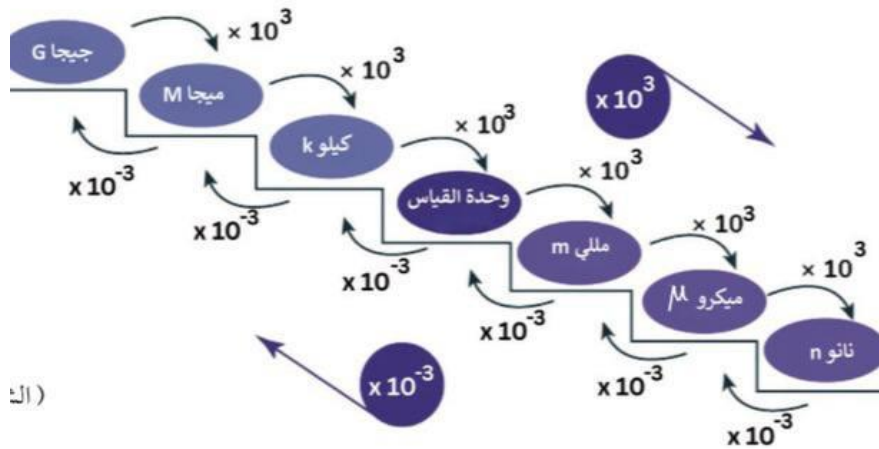
$$\underline{100=10^2}$$

$$\underline{1000=10^3}$$

$$\underline{0.01=10^{-2}=1/100}$$

## تحويلات هامة

|                                                                          |        |                                                                                |         |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------|---------|
| $gm \times 10^{-3} \rightarrow Kg$<br>$mg \times 10^{-6} \rightarrow Kg$ | الكتلة | $cm \times 10^{-2} \rightarrow m$<br>$mm \times 10^{-3} \rightarrow m$         | الطول   |
| $min \times 60 \rightarrow S$<br>$hr \times 3600 \rightarrow S$          | الزمن  | $cm^2 \times 10^{-4} \rightarrow m^2$<br>$mm^2 \times 10^{-6} \rightarrow m^2$ | المساحة |
| $Km/h \times \frac{1000}{3600} \rightarrow m/s$                          | السرعة | $cm^3 \times 10^{-6} \rightarrow m^3$<br>$mm^3 \times 10^{-9} \rightarrow m^3$ | الحجم   |



## معادلة الأبعاد

ما المقصود بمعادلة الأبعاد ؟

هي معادلة تعتمد أساسا على كل من الأبعاد الثلاثة  $MLT$  وترتبط بين الكميات الفيزيائية الأساسية والمشتقة.

## معادلة الأبعاد لبعض الكميات الفيزيائية

|                 |               |             |
|-----------------|---------------|-------------|
| الطول $L$       | الكتلة $M$    | الزمن $T$   |
| السرعة $L/T$    | المساحة $L^2$ | الحجم $L^3$ |
| التسارع $L/T^2$ |               |             |

ملاحظة سوف يتم تدريبك طوال العام على ذلك في المدرسة أولا بأول .

- أهمية معادلة الأبعاد
- 1- تتيح للعلماء التنبؤ بالقوانين الفيزيائية واستنتاجها رياضيا قبل إجراء التجارب.
- 2- تساعد في معرفة وحدة القياس لأي كمية فيزيائية

لاحظ :

الجدول التالي يبين معادلات الأبعاد لكميات فيزيائية أخرى:

| وحدة القياس<br>في النظام الدولي | معادلة الأبعاد | الكمية<br>الفيزيائية |
|---------------------------------|----------------|----------------------|
| $m/s$                           | $[L/T]$        | السرعة               |
| $m/s^2$                         | $[L/T^2]$      | التسارع              |
| $m^2$                           | $[L^2]$        | المساحة              |
| $m^3$                           | $[L^3]$        | الحجم                |

درست سابقاً العلاقة الرياضية لحساب السرعة :

$$\text{السرعة} = \frac{\text{الطول } l}{\text{الزمن } t}$$

$$\left[ \frac{L}{T} \right] : \text{معادلة أبعاد السرعة هي}$$

ولأن وحدة قياس المسافة هي المتر  $m$  ، ووحدة قياس الزمن هي الثانية  $s$  ، تكون وحدة قياس السرعة  $m/s$

### الكميات الأساسية والكميات المشتقة

| وجه المقارنة | الكميات الأساسية                                               | الكميات المشتقة                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| التعريف      | كميات فيزيائية تعرف بذاتها ( مستقلة بذاتها ) ولا تشتق من غيرها | كميات فيزيائية تعرف بدلالة الكميات الأساسية أي تشتق من غيرها ( أي كميات غير مستقلة ) |
| أمثلة        | <u>الطول والكتلة والزمن</u>                                    | <u>السرعة والقوة والعجلة</u>                                                         |

علل: الطول من الكميات الأساسية بينما السرعة من الكميات المشتقة ؟

بحقق مما تعلمت ..

١- تحرك سيارة بسرعة  $80 \text{ km/h}$  ، احسب سرعة السيارة بالوحدة الدولية.

٢- القوة كمية فيزيائية مشتقة ، إذا علمت أن العلاقة الرياضية لحساب القوة وفق القانون الثاني لنيوتن هي  $F=ma$  ، حيث أن  $F$  ترمز إلى القوة و  $m$  ترمز إلى الكتلة و  $a$  ترمز إلى التسارع. هل تستطيع استخراج معادلة الأبعاد للقوة ؟ ماذا عن وحدة قياسها ؟

## الفصل الثاني : الحركة في بعد واحد

### الدرس 1-2 الكميات الفيزيائية العددية والمتجهة

هل تعلم أن كوكب الأرض يتحرك حول نفسه (حركة محورية) بسرعة تفوق  $1600 \text{ km/h}$  . تخيل هذه السرعة!! مع ذلك أنت الآن تقرأ بهدوء تام! فلماذا لا نشعر بكل هذه الحركة؟

ماذا لو توقفت الأرض فجأة؟ أو سكنت الرياح؟ أو توقفت الإلكترونات عن الحركة؟

كيف سيبدو الكون حينها؟ هل سيبقى كما هو.. أم كل شيء سيتغير؟

الحركة ليست مجرد انتقال مكاني بل هي نبض الكون وأساس وجوده.

#### اكتشف بنفسك (١) ..



ضع كتاباً فوق الطاولة.  
اطلب من صديقك أن يُغمض عينيه.  
غيّر موضع الكتاب وضعه تحت الطاولة.  
اطلب من صديقك أن يصف ما حدث للكتاب.  
هل لاحظ أنك حرّكت الكتاب؟ ما هي الحركة؟

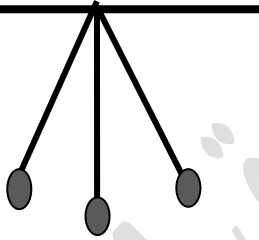
**الجسم الساكن** هو الجسم الذي لا يتغير موضعه مع مرور الزمن بالنسبة للجسم المرجعي .

**الجسم المتحرك** الجسم الذي يتغير موضعه مع مرور الزمن بالنسبة للجسم المرجعي .

**الحركة** هي تغير موضع الجسم بالنسبة إلى جسم آخر يسمى الجسم المرجعي .

- يستخدم الجسم المرجعي لمقارنة موضع جسم بالنسبة له لتحديد ما إذا كان قد غير موضعه أم لا فإذا تغير البعد بين الجسم وهذا الجسم المرجعي يكون الجسم متحرك .

| وجه المقارنة | الحركة الانتقالية                                                           | الحركة الدورية                                                                           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| التعريف      | حركة الجسم بين نقطتين الأولى تسمى نقطة البداية والأخرى نقطة النهاية         | حركة تكرر نفسها خلال فترات زمنية منتظمة                                                  |
| أمثلة        | الحركة في خط مستقيم مثل السيارات<br>الحركة في مسار منحنى مثل حركة المقذوفات | الحركة الدائرية مثل دوران القمر حول الأرض<br>والحركة الاهتزازية مثل حركة البندول والنابض |



الحركة الإهتزازية



الحركة في خط مستقيم



الحركة الدائرية المنتظمة



المقذوفات

كيف سيتأثر الكتاب على الطاولة اذا ما أثرت عليه بقوة مقدارها 5 نيوتن؟



لاحظ!

يصعب عليك تحديد أثر القوة بدون معرفة اتجاهها.

الآن ، كيف سيتأثر الكتاب إذا ما أثرت عليه بقوة 5 نيوتن باتجاه اليمين؟

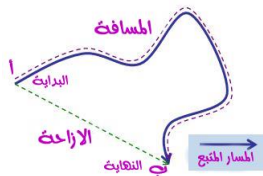


سيتحرك الكتاب باتجاه اليمين .

● لنعرف أثر القوة من المهم أن نحدد اتجاهها .

### الكميات العددية و الكميات المتجهة

| وجه المقارنة | الكميات العددية                                   | الكميات المتجهة                                 |
|--------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| التعريف      | كميات يكفي لوصفها تحديد المقدار ووحدة القياس      | كميات يلزم لوصفها المقدار ووحدة القياس والاتجاه |
| أمثلة        | كتلة - زمن - حجم - شغل - السرعة العددية - المسافة | القوة - التسارع - السرعة المتجهة - الإزاحة      |

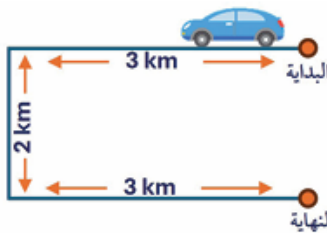


### الكميات المتجهة

الإزاحة  $\vec{x}$  هي ( المسافة المقطوعة في خط مستقيم في اتجاه معين )

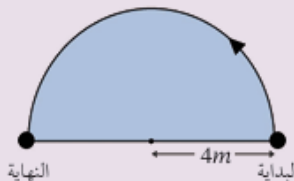
أو أقصر بعد مستقيم بين نقطة البداية ونقطة النهاية .

المسافة d هي كمية عددية تمثل طول المسار الكلي المقطوع بين نقطتين .



تحركت سيارة وفق المسار المبين في الشكل التالي:

- حدد طول المسار الكلي الذي قطعته السيارة.
- حدد أقصر بُعد بين نقطة البداية و النهاية.
- بأي اتجاه يجب أن تتحرك السيارة لتقطع أقصر بُعد مستقيم بين نقطة البداية والنهاية؟



حدد المسافة والإزاحة في المسار التالي ،  
تذكر أن محيط الدائرة يُحسب من العلاقة  $S=2\pi r$

**الحل:**

- المسافة  $(d) = \frac{S}{2} = \frac{2\pi r}{2} = \pi r = \pi \times (4) = 12.56 \text{ m}$
- الإزاحة  $(\Delta x) = \text{ضعف نصف القطر} = 2r = 2 \times (4) = 8 \text{ m}$  باتجاه الغرب

لاحظ لو الجسم بدأ من نقطة ثم عاد إلى نفس النقطة أي نقطة البداية هي نفسها النهاية فإن الإزاحة صفر .

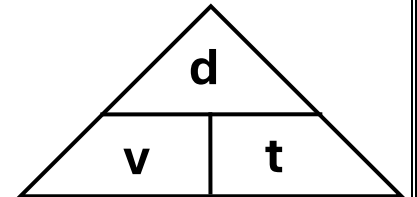
\*تساوي المسافة مع الإزاحة عدديا لو الجسم تحرك في خط مستقيم باتجاه ثابت .

المسافة المقطوعة خلال وحدة

السرعة العددية v هي:

الزمن .

$$V = \frac{d}{t} \quad \leftarrow \quad \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة}$$



وتعتبر كمية عددية وحدة قياسها m/s

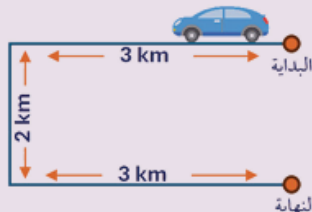
## السرعة المتجهة $\vec{v}$ هي

تغير متجه الإزاحة خلال وحدة الزمن .

وهي كمية متجهة وحدة قياسها m/s .

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{t}$$

تحركت سيارة وفق المسار المبين في الشكل التالي ،  
احسب السرعة العددية و السرعة المتجهة للسيارة إذا علمت أنها  
استغرقت ساعتين في رحلتها.



الحل:

$$v = \frac{d}{t} = \frac{8}{2} = 4 \text{ km/h}$$

السرعة العددية

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{t} = \frac{2}{2} = 1 \text{ km/h}$$

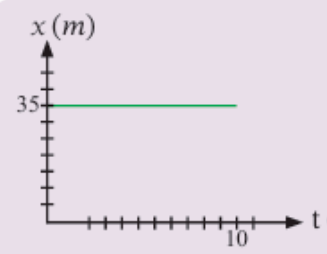
باتجاه الجنوب

يمكن أن يتساوى مقدار السرعة العددية مع مقدار السرعة المتجهة إذا كانت الحركة في خط  
مستقيم وفي اتجاه واحد .



**السرعة المنتظمة :** هي التي يتحرك بها الجسم في خط مستقيم وفي اتجاه  
واحد ويقطع مسافات متساوية خلال أزمنة متساوية وتكون سرعته ثابتة  
المقدار والاتجاه .

ما ميل المنحنى البياني (الإزاحة-الزمن) المقابل؟ صف الحركة



الحل:

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(35-35)}{(10-0)} = 0$$

ميل المنحنى يساوي صفر ويمثل مقدار السرعة، مما يدل على أن الجسم ساكن لا يتحرك.

### انتبه

في البداية قبل الدخول في شرح المقرر هناك أساسيات ينبغي التعرف عليها بالنسبة للرسم البياني ومعرفة التناسب الطردي والعلاقة الطردية وكذلك التناسب العكسي والعلاقة العكسية وكيفية استخراج الميل slope من الرسم وهذه الأمور ستحتاجها كطالب في كل السنوات القادمة كطالب علمي بل في الجامعة والدراسات العليا لتحليل البيانات. وكذلك التدريب الجيد على استخدام الآلة الحاسبة لأن الجزء الرياضي لو أتقنته فاعلم أن دراسة الفيزياء سهلة بإذن الله تعالى .

**التناسب الطردي يعني لو هناك متغيرين  $x$  و  $y$  لو زاد أحدهما وهو المتغير المستقل الذي يكون على المحور الأفقي فإن المتغير  $y$  يزداد بنفس القدر بينما كلمة علاقة طردية لا يشترط الزيادة أو النقص بنفس القدر . بينما التناسب العكسي لو زاد المتغير المستقل فإن المتغير التابع يقل بنفس المقدار بينما لو علاقة عكسية فلا يكون التغير بنفس القدر .**

والمتغير المستقل هو الذي لا يتأثر بأي متغير خلال التجربة بينما المتغير التابع هو الذي يتغير بتأثير المتغير المستقل ودوما المتغير المستقل على المحور الأفقي بينما المتغير التابع على المحور الرأسي .

## ✓ التناسب الطردي والعلاقة الطردية:

العلاقة الطردية يعني أنه إذا زاد المتغير الأول يزداد المتغير الثاني ولكن الزيادة ليست مطردة

بينما التناسب الطردي تعني أنه عندما يزداد المتغير الأول يزداد المتغير الثاني بنسبة مطردة

بحيث أن حاصل قسمتهما يساوي مقداراً ثابتاً.

$$\frac{Y}{X} = \text{Const}$$

العلاقة الطردية تكون ممثلة ببيانات الجدول التالي، لاحظ ناتج القسمة متغير.

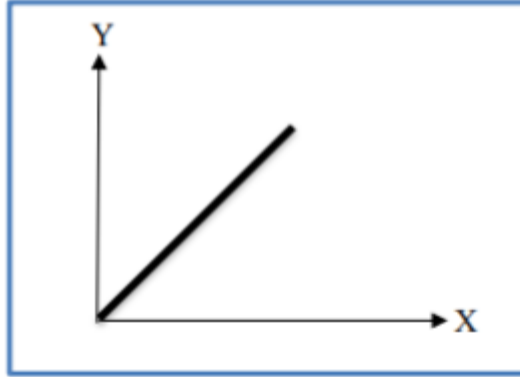
|               |   |      |      |      |      |
|---------------|---|------|------|------|------|
| Y             | 2 | 4    | 6    | 8    | 10   |
| X             | 1 | 3    | 7    | 11   | 18   |
| $\frac{Y}{X}$ | 2 | 1.25 | 0.86 | 0.73 | 0.56 |

التناسب الطردي يكون ممثلاً ببيانات الجدول التالي، لاحظ ناتج القسمة ثابت.

التناسب الطردي يكون ممثلاً ببيانات الجدول التالي، لاحظ ناتج القسمة ثابت.

|               |   |   |   |   |    |
|---------------|---|---|---|---|----|
| X             | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Y             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  |
| $\frac{Y}{X}$ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  |

التمثيل البياني:



## ✓ التناسب العكسي والعلاقة العكسية:

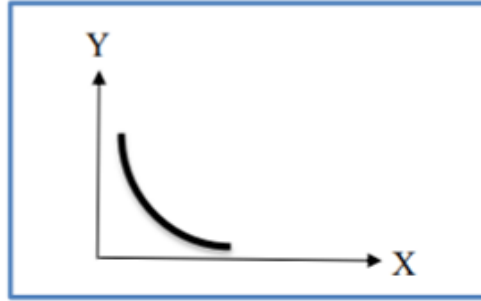
العلاقة العكسية يعني أنه إذا زاد المتغير الأول يقل المتغير الثاني ولكن دون نسبة ثابتة  
بينما التناسب العكسي تعني أنه عندما يزداد المتغير الأول يقل المتغير الثاني بنسبة محددة  
بحيث أن حاصل ضربهما يساوي مقداراً ثابتاً.

$$X \cdot Y = \text{const}$$

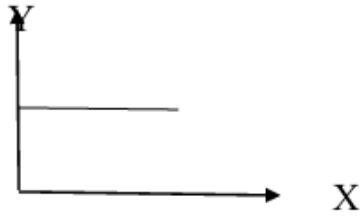
التناسب العكسي يكون ممثلاً ببيانات الجدول التالي، لاحظ ناتج الضرب ثابت.

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| X   | 10  | 20  | 25  | 50  | 100 |
| Y   | 20  | 10  | 8   | 4   | 2   |
| X.Y | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |

التمثيل البياني:



أما العلاقة التالية تسمى ثبات بمعنى مهما تغير المتغير  $X$  فإن المتغير  $Y$  ثابت لا يتغير .



والميل بهذا الرسم يساوي صفر .

## → التسارع $a$

- هل جميع الأجسام تتحرك بسرعة منتظمة ؟ بالطبع لا فقد تزداد السرعة وقد تتناقص لذلك اهتم العلماء بدراسة التغير في متجه السرعة مقداراً واتجاهاً .
  - الحركة المتسارعة هي : الحركة التي يتغير فيها متجه السرعة بمعدل منتظم سواء زيادة أو نقص
  - التسارع هو: المعدل الزمني للتغير في متجه السرعة ويرمز له  $a$
- $$\vec{a} = \frac{V - V_0}{t}$$
- $v$  تمثل السرعة النهائية بينما  $v_0$  تمثل السرعة الابتدائية و  $t$  يمثل الزمن
  - $\vec{a}$  تمثل التسارع وهي كمية متجهة ووحدة القياس الدولية  $m/s^2$

ملاحظات هامة :

| تسارع موجب ( )                                                              | تسارع سالب ( تباطؤ )                                                        | صفر                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| التغير في السرعة ( <u>تزايدية</u> ) بسبب زيادة السرعة مع الزمن<br>$v > v_0$ | التغير في السرعة ( <u>تناقصية</u> ) بسبب تناقص السرعة مع الزمن<br>$v < v_0$ | تكون السرعة ثابتة مع الزمن<br>$v = v_0$ |



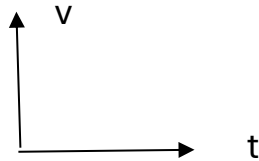
تسارع سالبة

إذا كانت السرعة متناقصة



تسارع منتظمة

إذا كانت السرعة متزايدة



تسارع صفرية عندما تكون السرعة منتظمة

الجسم بدأ الحركة من السكون فإن  $a = \dots\dots\dots$   $v_0 = \dots\dots\dots$

الجسم توقف عن الحركة فإن  $a = \dots\dots\dots$   $v = \dots\dots\dots$

مسألة 1: سيارة بدأت حركتها من السكون و بعد ( 10 S ) أصبحت سرعتها ( 72 km / h )  
أحسب تسارع السيارة ؟

.....

.....

.....

مسألة 2: سيارة تسير بسرعة ( m / s ) 20 ثم ضغط قائدها على الفرامل فتوقفت السيارة  
بعد مرور ( 8 S ) . أحسب تسارع السيارة و حدد نوعها ؟

.....

.....

مثال ( ٤ ) :

بدأت سيارة حركتها من السكون فتزايدت سرعتها بانتظام حتى أصبحت ( 40 ) m/s بعد مرور ( 5 ) s .  
صف ماذا حدث للسرعة ؟ احسب التسارع الذي تحرك به السيارة .

الحل:

$$\vec{a} = \frac{v-v_0}{t} = \frac{40-0}{5} = 8 \text{ m/s}^2 \quad \text{السرعة تغيرت بالزيادة .}$$

مثال ( ٥ ) :

تتحرك سيارة بسرعة ( 25 ) m/s ، ضغط سائقها على الفرامل فتناقصت سرعتها بانتظام حتى توقفت  
بعد مرور ( 10 ) s . صف ماذا يحدث للسرعة ؟ احسب التسارع الذي تحرك به السيارة .

الحل:

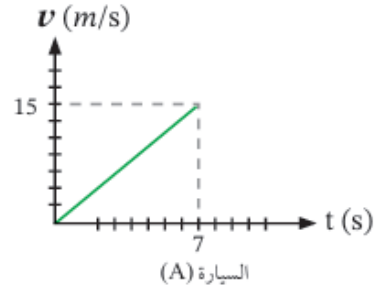
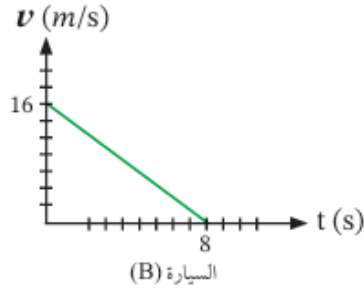
$$\vec{a} = \frac{v-v_0}{t} = \frac{0-25}{10} = -2.5 \text{ m/s}^2 \quad \text{السرعة تغيرت بالنقصان .}$$

هام انتبه \*

في المسار الدائري حتى مع ثبات مقدار السرعة أحيانا إلا أن التغير في اتجاه السرعة يجعل الحركة متسارعة حيث التسارع هو التغير في متجه السرعة سواء في مقدارها أو اتجاهها أو كلاهما معا .

سؤال هل تعرف لماذا نستخدم الوسائد الهوائية في السيارات ؟

التمثيل البياني التالي يمثل حركة سيارتين A و B :



من ملاحظتك للبيانات في المنحنيين:

- صف حركة كل من السيارتين A و B .

.....

- احسب ميل المنحنى لكل سيارة . قارن بين القيم ، ماذا تلاحظ ؟

.....



السيارة (A)

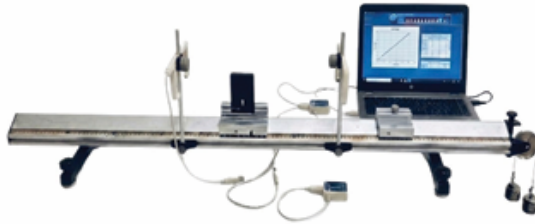


السيارة (B)

## نشاط عملي (١) : قياس تسارع جسم ما :

تحتاج إلى الأدوات التالية:

مضمار هوائي، عربة، بوابتان ضوئيتان ، خيط، بكرة، كتله، جهاز حاسوب.



الشكل (٦)

قبل إجراء النشاط:

$$\vec{a} = \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

تذكر المعادلة التالية

لحساب تسارع جسم ما .

## خطوات إجراء النشاط :

- ١- ثبت المضمار الهوائي أفقيًا وشغّل مضخة الهواء.
- ٢- ضع البوابتين الضوئيتين واترك بينهما مسافة مناسبة.
- ٣- ضع العربة على المضمار، واربطها بخيط يمر فوق البكرة.
- ٤- علق كتلة صغيرة في طرف الخيط، وزن هذه الكتلة يمثل القوة التي تسبب التسارع ( $\vec{F} = m\vec{g}$ ).
- ٥- اترك العربة تتحرك ، وسجل السرعة عند البوابة الأولى والبوابة الثانية والزمن الكلي للحركة.
- ٦- احسب مقدار التسارع للعربة من العلاقة الرياضية ( $\vec{a} = \frac{v - v_0}{\Delta t}$ ).
- ٧- كرر التجربة ثلاث مرات، لحساب التسارع.

## النتائج :

| التكرار                        | $v_0$ (m/s) | $v$ (m/s) | $\Delta t$ (s) | $\vec{a}$ (m/s <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------|-------------|-----------|----------------|-------------------------------|
| ١                              |             |           |                |                               |
| ٢                              |             |           |                |                               |
| ٣                              |             |           |                |                               |
| المتوسط الحسابي لمقدار التسارع |             |           |                |                               |

## الاستنتاج :

## الدرس 2-2 معادلات الحركة المتسارعة بانتظام في خط مستقيم

عندما يتحرك الجسم بتسارع منتظم في خط مستقيم فإن هذه المعادلات ليست مجرد رموز بل قوانين يستخدمها المهندسون وخبراء الأرصاد وحتى شرطة المرور لوصف الحركة بدقة متناهية مثل تتبعه لأثار إطار سيارة في حادث ) .

- المعادلات التي سوف تدرسها تربط خمس كميات فيزيائية للحركة كالتالي .

|                   |            |                                               |
|-------------------|------------|-----------------------------------------------|
| الإزاحة           | $\Delta x$ | المسافة المقطوعة في خط مستقيم وفي اتجاه واحد. |
| السرعة الابتدائية | $v_0$      | السرعة في بداية الحركة.                       |
| السرعة النهائية   | $v$        | سرعة الجسم في نهاية الحركة.                   |
| التسارع           | $a$        | تغير متجه السرعة خلال وحدة الزمن.             |
| الزمن             | $t$        | الفترة الزمنية التي يستغرقها الجسم في الحركة. |

- تذكر هذه العبارة الشهيرة للعالم غاليليو غاليلي ( جاليليو ) الرياضيات هي اللغة الأساسية لفهم الكون .
- عدد المعادلات ثلاثة كل منها لا بد وأن تتضمن التسارع والسرعة الابتدائية . بينما الزمن والسرعة النهائية والإزاحة يختلف وجودهم من معادلة لأخرى.

| رقم المعادلة | الصيغة الرياضية                       | متى تُستخدم؟                                                            |
|--------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| الأولى       | $v = v_0 + at$                        | عندما لا تملك معلومة عن الإزاحة ( $\Delta x$ ) ، ولا تحتاج إلى حسابها.  |
| الثانية      | $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ | عندما لا تملك معلومة عن السرعة النهائية ( $v$ ) ، ولا تحتاج إلى حسابها. |
| الثالثة      | $v^2 = v_0^2 + 2a(\Delta x)$          | عندما لا تملك معلومة عن الزمن ( $t$ ) ، ولا تحتاج حسابها.               |

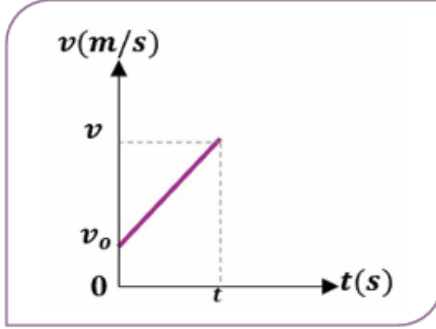
- لو الجسم بدأ الحركة من السكون فالسرعة الابتدائية صفر والتسارع موجب .
- لو توقف الجسم عن الحركة فالسرعة النهائية صفر والتسارع سالب .

## • المعادلة الأولى وتمثل العلاقة بين السرعة والزمن .

يمكن تمثيل حركة جسم متسارع بانتظام حسب المعادلة الأولى  $v = v_0 + at$  بيانياً كالتالي:

إذا بدأ الحركة بسرعة لا تساوي صفر

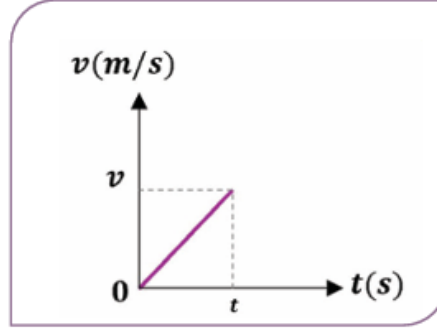
$$v_0 \neq 0 \rightarrow v_0 > 0$$



الشكل (أ)

إذا بدأ الحركة من السكون

$$v_0 = 0$$



الشكل (ب)

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = a$$

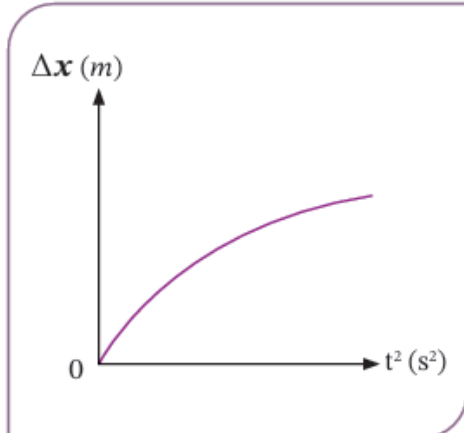
## • لاحظ الميل يمثل التسارع a

## • ثانياً المعادلة الثانية والتي تمثل العلاقة بين الإزاحة ومربع الزمن .

يمكن تمثيل حركة جسم متسارع بانتظام حسب المعادلة الثانية  $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$  بيانياً كالتالي:

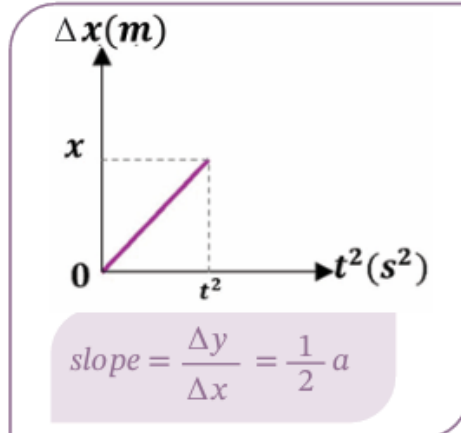
إذا بدأ الحركة بسرعة لا تساوي صفر

$$v_0 \neq 0 \rightarrow v_0 > 0$$



إذا بدأ الحركة من السكون

$$v_0 = 0$$



$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1}{2} a$$

## لاحظ في حالة بدأ الجسم الحركة من السكون فالرسم البياني خط مستقيم ميله يساوي نصف التسارع $a/2$

### الفيزياء والعلوم الأخرى ( الرياضيات )

كيف يمكننا أن نستنتج المعادلة الثانية للحركة  $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$  بيانياً؟

الإجابة تكمن في الهندسة!

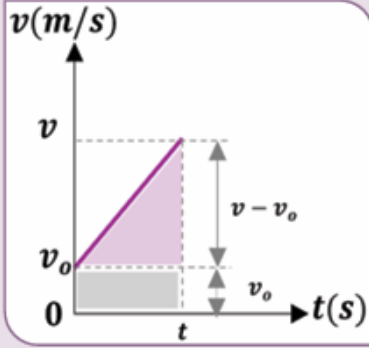
حيث إن  $\leftarrow$  الإزاحة = المساحة تحت منحنى (السرعة - الزمن)

لنقسم المنحنى إلى قسمين (مستطيل و مثلث)

١- مساحة المثلث :  $\left[ \frac{1}{2} t(v - v_0) = \frac{1}{2} t(at) = \frac{1}{2} a t^2 \right]$

٢- مساحة المستطيل :  $[v_0 t]$

∴ الإزاحة = مساحة المثلث + مساحة المستطيل  $\leftrightarrow \Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

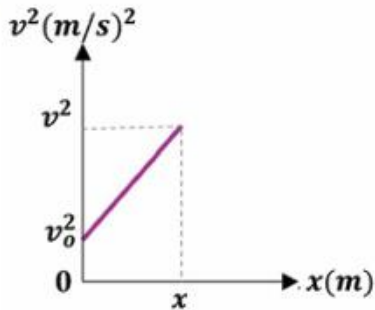


## المعادلة الثالثة وتمثل العلاقة بين مربع السرعة والإزاحة .

يمكن تمثيل حركة جسم متسارع بانتظام حسب المعادلة الثالثة  $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$  بيانياً كالتالي:

إذا بدأ الحركة بسرعة لا تساوي صفر

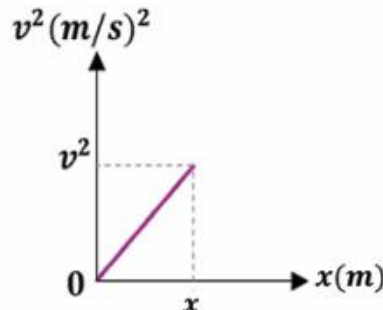
$$v_0 \neq 0 \rightarrow v_0 > 0$$



الشكل (١٢)

إذا بدأ الحركة من السكون

$$v_0 = 0$$

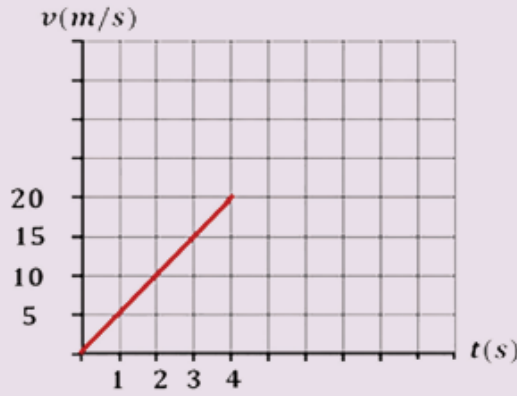


الشكل (١١)

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = 2a$$

## لاحظ الميل يساوي ضعف التسارع $2a$

- انتبه أي زيادة في السرعة تؤدي لزيادة في مسافة التوقف مما يجعل القيادة بسرعات عالية أكثر خطورة ويصعب التحكم بالمركبة .



الرسم البياني يوضح العلاقة بين (السرعة - الزمن)  
 لجسم بدأ حركته من السكون بتسارع منتظم ، بفرض  
 استمرار الجسم بالحركة بنفس التسارع، احسب:  
 ١- ميل الخط البياني للعلاقة بين (السرعة - الزمن).  
 ٢- ماذا يمثل ميل الخط البياني؟  
 ٣- سرعة الجسم بعد مرور زمن مقداره  $s(10)$  من  
 بدء الحركة، إذا استمر بنفس التسارع.

الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| $v_0 = 0 \text{ m/s}$    | السرعة الابتدائية |
| $v = 20 \text{ m/s}$     | السرعة النهائية   |
| $\Delta t = 4 \text{ m}$ | التغير في الزمن   |

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

$$1. \text{ slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{4 - 0} = 5$$

٢. الميل يمثل تسارع الجسم و يساوي  $5 \text{ m/s}^2$

$$3. v = v_0 + at$$

$$v = 0 + (5 \times 10)$$

$$v = 50 \text{ m/s}$$

جسم بدأ حركته من السكون بتسارع منتظم. فإذا كان ميل المنحنى الذي يمثل العلاقة البيانية بين  $(x - t^2)$  يساوي 3. احسب:

١. تسارع الجسم.

٢. إزاحة الجسم بعد مرور زمن مقداره  $s$  (5) من بدء الحركة.

الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| $\frac{\Delta x}{\Delta t^2} = 3$ | ميل الخط البياني |
|-----------------------------------|------------------|

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

١. ميل الخط البياني للعلاقة بين  $(x - t^2)$  يساوي  $\frac{1}{2}a$

$$\text{slope} = \frac{1}{2}a = 3$$

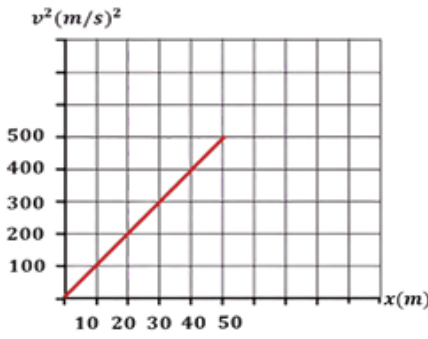
$$a = 2 \times 3 = 6 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad .2$$

$$d = 0 + \frac{1}{2} \times 6 \times 5^2$$

$$d = 75 \text{ m}$$

- معلومة هل تعلم أن الفهد الصياد هو أسرع حيوان بري في العالم إذ تصل سرعته إلى 120Km/h خلال ثواني قليلة لكنه لا يستطيع المحافظة على هذه السرعة إلا لفترة قصيرة بسبب استهلاكه الكبير للطاقة .



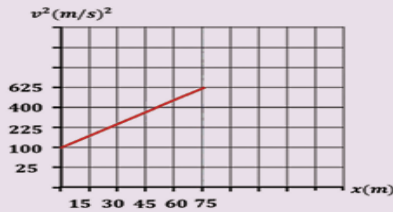
الرسم البياني يوضح العلاقة بين (مربع السرعة - الإزاحة)

لسيارة بدأت حركتها من السكون بتسارع منتظم. احسب:

أ. ميل الخط البياني.

ب. تسارع الجسم

.....  
.....  
.....



الرسم البياني يوضح العلاقة بين مربع السرعة و الإزاحة

لحصان يجري في مضمار مستقيم بسرعة منتظمة مقدارها  $10 \text{ m/s}$ ، ثم بدأ الفارس بحثه على زيادة سرعته بتسارع ثابت.

من خلال البيانات على الرسم البياني، احسب:

١. تسارع الحصان.

٢. الزمن اللازم لتتغير سرعة الحصان من  $10 \text{ m/s}$  إلى سرعة  $20 \text{ m/s}$ .

الحل:

الخطوة ١ : ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

|                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| $v_o^2 = 100(\text{m/s})^2$ | مربع السرعة الابتدائية |
| $v^2 = 625(\text{m/s})^2$   | مربع السرعة النهائية   |
| $x_1 = 0 \text{ m}$         | الإزاحة الابتدائية     |
| $x_2 = 75 \text{ m}$        | الإزاحة النهائية       |

الخطوة ٢ : اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

١. ميل الخط البياني للعلاقة بين  $(v^2 - x)$  يساوي  $2a$

$$\text{slope} = 2a$$

$$\frac{\Delta v^2}{\Delta x} = 2a$$

$$\frac{625-100}{75-0} = 7$$

$$a = 3.5 \text{ m/s}^2$$

$$v = v_o + at$$

$$20 = 10 + (3.5 \times t)$$

$$t = 2.85 \text{ s}$$

٢.

## إضاءة فيزيائية..



ألبرت أينشتاين

هل تعمل معادلات الحركة المتسارعة لكل السرعات ؟

نستخدم معادلات الحركة المتسارعة بانتظام لوصف حركة السيارات والقطارات، وهي معادلات دقيقة جداً في حياتنا اليومية. لكن هل تسألت يوماً: ماذا لو تحرك الجسم بسرعة هائلة تقترب من سرعة الضوء؟

هنا نصل إلى حدود "الفيزياء الكلاسيكية". ففي عام ١٩٠٥، أثبت العالم ألبرت أينشتاين في نظريته "النسبية الخاصة" (Special Relativity) أن قوانين الحركة التي ندرسها تصبح غير دقيقة عند السرعات العالية جداً. إليك بعض الحقائق المذهلة:

- حد السرعة الكوني: وفقاً لقوانين نيوتن، إذا استمر الجسم في التسارع بانتظام، فإنه قد يتجاوز سرعة الضوء. لكن أينشتاين أثبت أن سرعة الضوء هي السرعة القصوى في الكون، ولا يمكن لأي جسم ذي كتلة أن يصل إليها أو يتجاوزها.



هندريك أنتون لورنتز

- زيادة الكتلة مع السرعة: في معادلاتنا الكلاسيكية، نفترض أن كتلة الجسم ثابتة. لكن في النسبية، كلما زادت سرعة الجسم، زادت كتلته النسبية (قصوره الذاتي)، مما يجعل تسارعه أصعب فأصعب، وهو ما يفسر استحالة الوصول لسرعة الضوء.

- تمدد الزمن: عند السرعات العالية، لا يعود الزمن "ثابتاً" كما افترضنا في معادلاتنا، بل يمر بشكل أبطأ بالنسبة للجسم المتحرك مقارنة بالجسم الساكن.

إذاً فمعادلات الحركة المتسارعة بانتظام هي حالة خاصة تعمل بدقة مذهلة في "عالمنا البطيء"، ولكنها تترك الساحة لمعادلات خاصة تحسب لنا كيف أن الوقت يتباطأ والطول يتقلص عند السرعات العالية جداً والتي تُسمى تحويلات لورنتز، بالإضافة إلى معادلات أينشتاين، عندها تُبحر في أعماق الكون بسرعات فلكية.

١. بدأ جسم يتحرك من سرعة  $10 \text{ m/s}$  بتسارع منتظم  $2 \text{ m/s}^2$ ، فإن مقدار إزاحته بعد مرور  $10 \text{ s}$  مساوياً بوحدة المتر:

100 ☐ 200 ☐ 300 ☐ 400 ☐

٢. إذا كان موقع الجسم المتحرك على خط مستقيم يُعطى بالعلاقة الرياضية  $\Delta x = 50t + 10t^2$

إذا كانت  $\Delta x$  تقاس بالمتر و  $t$  بالثواني، فإن تسارع الجسم عند  $3 \text{ s}$  يساوي بوحدة  $\text{m/s}^2$ :

8 ☐ 9 ☐ 15 ☐ 20 ☐

السؤال الثاني: ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة غير الصحيحة فيما يلي:

١. إذا تحرك جسم من السكون بتسارع منتظم فإن المسافة التي يقطعها تتناسب طردياً مع الزمن المستغرق. ( )

٢. إذا تحرك جسم من السكون بتسارع منتظم فإن مربع سرعته النهائية يتناسب طردياً مع المسافة التي يقطعها. ( )

السؤال الثالث: حل المسائل التالية:

اصطدمت رصاصة بلوح خشبي سمكه  $20 \text{ cm}$  بسرعة مقدارها  $500 \text{ m/s}$  وخرجت من اللوح بتسارع مقداره  $3 \times 10^5 \text{ m/s}^2$ ، احسب:  
أ. سرعة الرصاصة لحظة خروجها من اللوح.

## الدرس 2-3 السقوط الحر

هو حركة جسم من دون سرعة ابتدائية بتأثير ثقله فقط مع إهمال تأثير مقاومة الهواء .

التسارع الذي تسقط به الأجسام سقوطاً حراً مع إهمال مقاومة الهواء يسمى تسارع الجاذبية الأرضية .

تسارع الجاذبية الأرضية رمزه (  $g$  ) ويساوي تقريباً (  $10 \text{ m/s}^2$  )

– الأجسام الساقطة في لحظة واحدة من نفس النقطة تصل لسطح الأرض في نفس اللحظة إذا انعدمت مقاومة الهواء



يهطل المطر فتصل قطراته إلى الأرض فترتوي.

**لاحظ و فكر!**

هل يهطل المطر دائماً بنفس القوة؟

ما الذي يتحكم بسرعة قطرات المطر أثناء نزولها؟

عند هطول المطر تصل قطرات الماء إلى الأرض بفعل قوة الجاذبية الأرضية ، وهي قوة تعمل على جذب الأجسام إلى الأسفل دائماً. تواجه قطرات المطر أثناء نزولها مقاومة من الهواء المحيط بها.

لولا مقاومة الهواء، لكانت قطرات المطر الساقطة من ارتفاعات شاهقة تصل إلينا بسرعات هائلة قد تسبب أضراراً بالغة؛ فمقاومة الهواء توازن قوة الجاذبية وتجعل القطرات عادة تسقط بسرعة آمنة.

## معادلات السقوط الحر

( علاقة سرعة السقوط بزمان )

$$V = V_0 + gt$$

( علاقة مسافة السقوط بزمان السقوط )

$$\Delta y = V_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$\Delta y$

$$V^2 = V_0^2 + 2 g \Delta y$$

$\Delta y$

$t^2$

( علاقة سرعة السقوط بمسافة السقوط )

إذ سقط الجسم سقوطاً حراً لأسفل (  $V_0 = 0$  ) فإن المعادلات تصبح :

$V$

$\Delta y =$

$V^2 =$

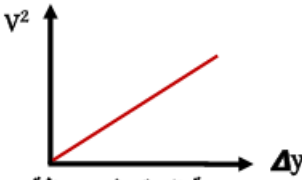
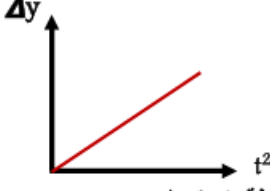
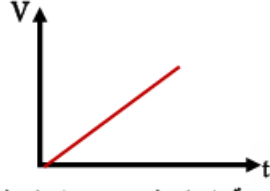
هو المدة الزمنية التي استغرقتها عملية السقوط.

زمان السقوط

يمكن حساب زمان السقوط من العلاقة .....

الجسم يقذف راسياً لأعلى فإن  $g$  تصبح سالبة.....

بينما لو سقط سقوطاً حراً فإن  $g$  تصبح ..... موجبة .....

| سرعة السقوط بمسافة السقوط<br>$V^2 = V_0^2 + 2g\Delta y$                                                                                                      | مسافة السقوط بزمان السقوط<br>$\Delta y = V_0 t + \frac{1}{2}gt^2$                                                                                                      | سرعة السقوط بزمان السقوط<br>$V = V_0 + gt$                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>** مربع سرعة السقوط ومسافة السقوط الميل يمثل <math>2g</math></b></p> |  <p><b>** مسافة السقوط ومربع زمن السقوط والميل يمثل <math>\frac{1}{2}g</math></b></p> |  <p><b>** سرعة السقوط وزمن السقوط الميل يمثل <math>g</math></b></p> |
| حساب مسافة السقوط<br>$\Delta y = \frac{V^2 - V_0^2}{2g}$                                                                                                     | حساب زمن السقوط عند ( $V_0 = 0$ )<br>$t = \sqrt{\frac{2\Delta y}{g}}$                                                                                                  | حساب زمن السقوط<br>$t = \frac{V - V_0}{g}$                                                                                                             |

- عند أقصى ارتفاع يصل له الجسم فإن السرعة النهائية صفر .
- عندما يسقط الجسم سقوطاً حراً فإن السرعة الابتدائية صفر .

### • زمن التحليق :

ويسمى الزمن الكلي الذي يستغرقه الجسم المقذوف في الهواء قبل أن يعود إلى نفس المستوى الذي قُذف منه بزمن التحليق.

زمن الصعود لأقصى ارتفاع ↑ = زمن النزول لنقطة البداية ↓

زمن التحليق = زمن الصعود لأقصى ارتفاع + زمن النزول من أقصى ارتفاع لنقطة البداية

قُذِفَ جسم رأسياً نحو الأعلى بسرعة ابتدائية  $m/s$  (29.4) ، بإهمال مقاومة الهواء ، احسب:

١. أقصى إزاحة رأسية يصل إليها الجسم.
٢. الزمن المستغرق لتزوله من أقصى ارتفاع إلى مستوى الانطلاق.
٣. زمن التحليق.

الحل:

الخطوة ١ : ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| $v_0 = 29.4 \text{ m/s}$ | السرعة الابتدائية للقذف لأعلى |
| $g = -9.8 \text{ m/s}^2$ | تسارع الجاذبية الأرضية صعوداً |
| $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  | تسارع الجاذبية الأرضية نزولاً |

الخطوة ٢ : اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

$$1. \quad v^2 = v_0^2 + 2g\Delta y$$

$$0^2 = (29.4)^2 + (2 \times -9.8 \times \Delta y) \rightarrow \Delta y = 44.1 \text{ m}$$

$$2. \quad v = v_0 + gt$$

$$29.4 = 0 + (9.8 \times t) \rightarrow t = 3 \text{ s}$$

$$3. \quad \text{الزمن المستغرق لتزوله من أقصى ارتفاع إلى مستوى الانطلاق} \times 2 = \text{زمن التحليق}$$

$$\text{الزمن المستغرق لتزوله من أقصى ارتفاع إلى مستوى الانطلاق} \times 2 = 3 \times 2 = 6 \text{ s}$$

رمى صلاح كرة بشكل رأسي إلى أعلى. وكان أقصى ارتفاع وصلت إليه  $m(0.3)$ ، احسب السرعة الابتدائية للكرة؟

الحل:

الخطوة ١: ابدأ بكتابة ما تعرفه ثم ما تريد معرفته.

|                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| $v=0$                    | السرعة الابتدائية      |
| $g=-9.8 \text{ m/s}^2$   | تسارع الجاذبية الأرضية |
| $\Delta y=(3) \text{ m}$ | الإزاحة                |
| $v_o=?$                  | السرعة النهائية        |

الخطوة ٢: اختر المعادلة المناسبة لك وابدأ بالحل.

$$v^2 = v_o^2 + 2g\Delta y$$

$$0 = v_o^2 + (2 \times -9.8 \times 0.3) \longrightarrow v_o^2 = 5.88$$

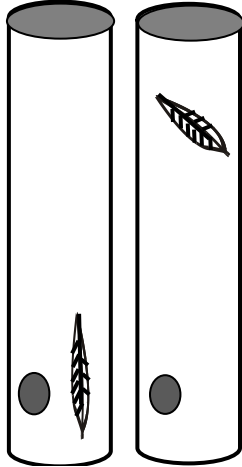
$$v_o = \sqrt{5.88} = 2.42 \text{ m/s}$$

من أرسطو إلى غاليليو : ثورة في فهم السقوط الحر

سادت تعاليم الفيلسوف اليوناني أرسطو لأكثر من ألفي عام قبل القرن السابع عشر، حيث كان يُعتقد جازماً أن سرعة سقوط الأجسام تعتمد كلياً على كتلتها؛ فكان الظن أن الأجسام الثقيلة تصل إلى الأرض أسرع من الأجسام الخفيفة، إلا أن العالم الإيطالي غاليليو غاليلي أحدث ثورة علمية كبرى بتشكيكه في هذا المفهوم، ولإثبات وجهة نظره أجرى تجارب عبقرية استخدم فيها المستويات المائلة لتبطين حركة الأجسام، مما أتاح له قياس الزمن بدقة تفوق ما كان متاحاً في عصره، متغلباً بذلك على سرعة السقوط الرأسي الخاطفة.

استنتج غاليليو من تجاربه أن جميع الأجسام التي تسقط سقوطاً حراً تكتسب التسارع نفسه، شريطة إهمال مقاومة الهواء، وأثبت أن هذا التسارع قيمته ثابتة ومستقلة تماماً عن خصائص الجسم، فلا يتأثر بوزنه، أو حتى الارتفاع الذي أسقط منه، وبناءً على هذه الأسس، يُصنف السقوط الحر اليوم كأبرز التطبيقات العملية للحركة في بُعد واحد وتسارع ثابت.





فراغ

هواء

نشاط عملي (٢): أيهما يسقط أولاً؟

نحتاج إلى الأدوات التالية:

أنبوبة زجاجية - مضخة تفريغ هواء - ريشة - عملة معدنية.

### تابع السقوط الحر

1- بم تفسر وصول العملة المعدنية قبل الريشة لقاع أنبوب الهواء ؟

اختلاف مقاومة الهواء على الريشة والعملة يسبب اختلاف التسارع لكل منهما حيث مقاومة الهواء للريشة أكبر من مقاومته للعملة

2- بم تفسر وصول العملة المعدنية و الريشة معاً لقاع أنبوب الفراغ ؟

لعدم وجود مقاومة هواء فانهما يكتسبان نفس التسارع هي ( g ) أي يسقطان تحت تأثير نفس التسارع .



تصوّر جسمًا ساكنًا، يبدأ حركته رأسياً للأسفل في مجال الجاذبية الأرضية بفعل قوة الجاذبية وبعدم وجود هواء يعيق حركته، هذه الحركة تُسمى في الفيزياء السقوط الحر. فالسقوط الحر هو حركة جسم بدون سرعة ابتدائية بتأثير ثقله فقط مع إهمال تأثير مقاومة الهواء.

لاحظ أن الجسم في هذه الحالة يتحرك بتأثير قوة الجاذبية فقط ، وفق القانون الثاني لنيوتن " إذا أثرت قوة على جسم فإنه يتحرك بتسارع " . إذاً يُعتبر السقوط الحر حركة متسارعة. هل التسارع في السقوط الحر مُنتظم؟

مسألة: يقوم صبي بإفلات حجر من أعلي منزله وقام بقياس الزمن اللازم لوصوله للأرض فوجد أنه ( 2 s ) .أحسب

(أ) سرعة وصول الحجر للأرض .

.....

.....

.....

(ب) الارتفاع الذي سقط منه الحجر .

.....

.....

مسألة: احسب السرعة النهائية التي يسقط بها جسم ساكن من ارتفاع 321m .

.....

.....

السؤال الأول: ضع علامة (✓) في المربع الواقع أمام أنسب إجابة لكل من العبارات التالية:

١. سقط جسم سقوطاً حرّاً من ارتفاع ما ، فبعد مرور s (3) من لحظة سقوطه تكون سرعته بوحدة m/s مساوية:

0.3 ☐ 3.3 ☐ 29.4 ☐ 39.2 ☐

٢. سقط أصيص أزهار من شرفة ترتفع m (70) عن أرضية الشارع . فإن الزمن الذي استغرقه الأصيص في السقوط قبل أن يصطدم بالأرض بوحدة الثانية يساوي:

3.77 ☐ 8.06 ☐ 14.28 ☐ 65.1 ☐

السؤال الثاني: ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة غير الصحيحة فيما يلي:

١. تتحرك الأجسام الساقطة نحو سطح الأرض سقوطاً حرّاً بسرعة ثابتة مقداراً واتجاهاً. ( )
٢. قُذِف حجرٌ إلى أعلى بسرعة ابتدائية m/s (30) وعند عودته إلى نقطة القذف تصبح سرعته m/s (60) وذلك عند إهمال مقاومة الهواء. ( )

### السؤال الثالث: علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً دقيقاً :

إذا تركت عدة أجسام مختلفة الكتلة متماثلة الحجم لتسقط سقوطاً حراً من نفس الارتفاع فإنها تصل إلى الأرض في نفس الوقت.

### السؤال الرابع: حل المسائل التالية:

أ. أسقطت كرة بسرعة ابتدائية  $1.5 \text{ m/s}$  رأسياً إلى أسفل من نافذة منزل، احسب :

أ. سرعتها حين تصل إلى الأرض التي تبعد  $2 \text{ m}$  أسفل نقطة السقوط.

ب. إذا قذفت الكرة رأسياً إلى أعلى بدلاً من الأسفل فما السرعة التي تصل بها الكرة إلى الأرض.

الأستاذ نبيل مرزوق NM