## Velocity and Acceleration (السرعة والتعجيل)

كما اسلفنا في الفيديوات السابقة بان الجسم عند حركته سيتغير موقعه نسبة الى نقطة معينة محددة وتسمة بالموقع صفر اي عندما كان ساكنا وبناءا على ذلك فعند حركة اي جسم سيتغير موقعه ويقطع مسافة معينة وسيكون له سرعة وتعجيل .

وكذلك اشنا بان المسافة التي يقطعها الجسم ومعدل الانطلاق هي كمية غير اتجاهية اي ستذكر بدون اشارة اما الموقع والسرعة فسيكون لها اشارة تدل على اتجاه حركته واشرنا كذلك بان الاشارة موجبة عندمت تكون الحركة الى الاعلى واليمين وستكون سالبة عندما تكون الحركة للاسفل واليسار وعليه سيكون حساب كل من معدل الانطلاق ومعدل السرعة كما ياتي

$$\text{average of speed} = \frac{\text{total distance}}{\text{time taken}}$$

وكذلك معدل السرعة يكتب بالشكل

$$\text{Average of velocity} = \frac{displacement}{\text{time taken}}$$

وعليه يمكن حساب معدل السرعة والانطلاق من خلال الرسوم البيانية او الصيغ الرياضية المعطاة كما سنوضح في الامثلة التالية

Example: A particle moves so that its position $x$ meters at time $t$ seconds is $x = t^2 - 4t$

i) Calculate the position of particle at time $t = 0, 1, 2, 3, 4$ and $5$

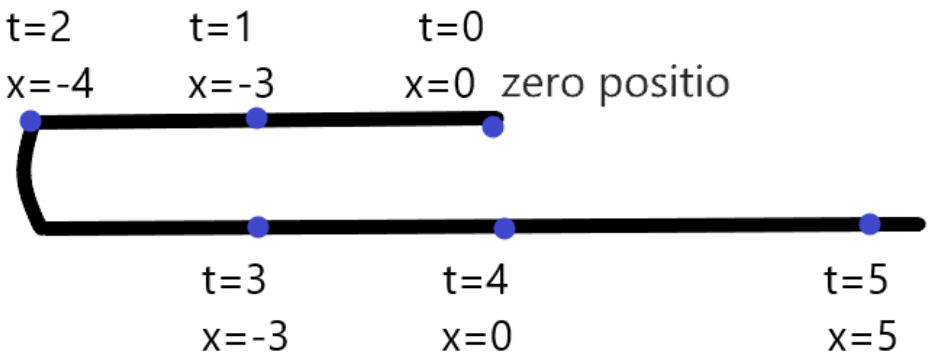
ii) Draw the diagram showing the position of the particle at these times

iii) State the time when the particle is at the origin and describe the direction in which it is moving at these times.

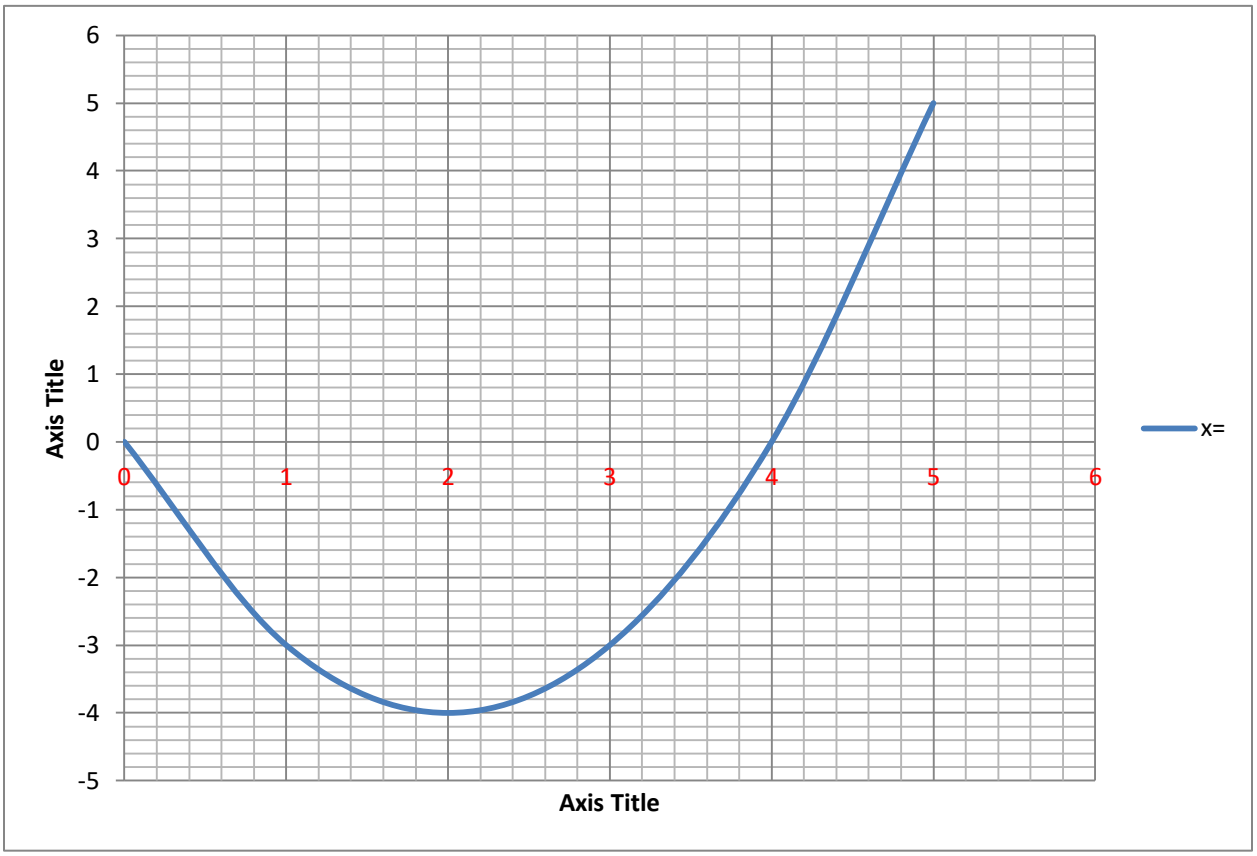
لحل الفقرة الاولى وهي تحديد الموقع للجسم المتحرك نقوم بتعويض الزمن في المعادلة المعطاة لينتج لنا

| $t$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $x = t^2 - 4t$ | 0 | -3 | -4 | -3 | 0 | 5 |

في الشكل ادناه رسم توضيحي لموقع الجسم عند كل ثانية



في المخطط البياني توضيح للعلاقة بين الموقع والمسافة المقطوعة عند كل ثانية




الان نكمل حل السؤال

نلاحظ ان الجسم كان عند نقطة الاصل وهي عند الثانية 0 والثانية 4.

في السؤال اعلاه اذا اردنا ان نحسب معدل الانطلاق فنه يساوي

$$\text{average of speed}=\frac{\text{total of distance}}{\text{time taken}}=\frac{13}{5}=2.6$$

معدل السرعة نحصل عليه من

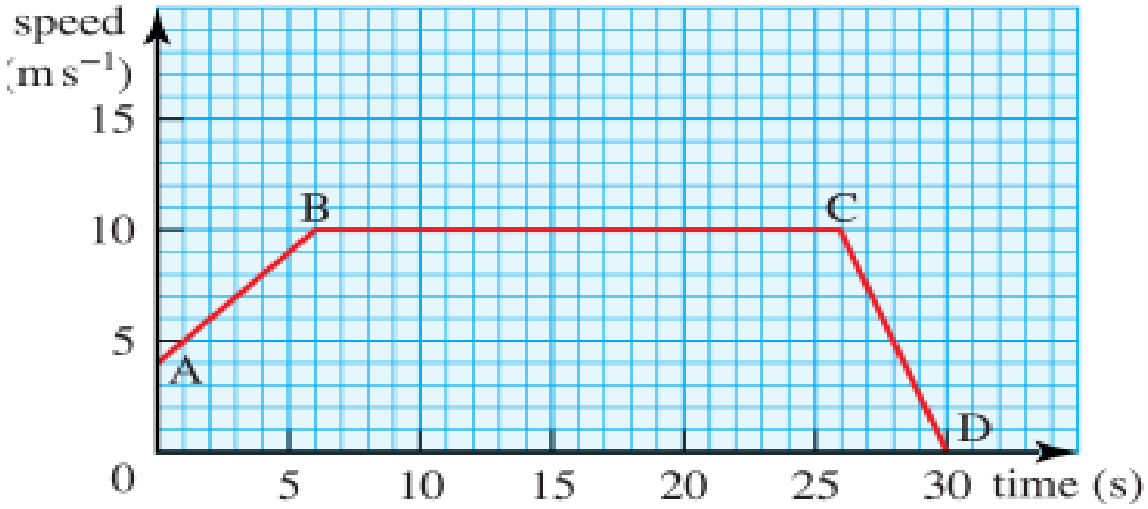
$$\text{Average of velocity} = \frac{\text{displacement}}{\text{time taken}} = \frac{5}{5} = 1$$

التعجيل () هو المعدل الزمني للتغير في السرعة وهو يعطينا فكرة عن سرعة الجسم بصورة عامة فاذا كان التعجيل يساوي صفرا فهذا معناه ان الجسم يسير بسرعة ثابتة وان لن يتوقف واذا كانت اشارة التعجيل موجبه فمعناه ان الجسم سرعته تزداد بمرور الزمن ولن يتوقف واذا كانت اشارة التعجيل سالبة فهذا معناه ان السرعة تتناقص تدريجيا وان الجسم بطريقته الى التوقف.

يتم حساب التعجيل حسب المعادلة الاتية

$$\text{Average od acceleration} = \frac{\text{change in velocity}}{\text{time taken}}$$

المخطط الاتي يمثل سرعة جسم سوف نقوم بحساب التعجيل من المخطط



نلاحظ مايلي

i) من النقطةA الى النقطة**B** فان السرعة ازدادت من 4 الى 10 خلال 6 ثوان هذه المعلومات تم اخذها من المخطط فالتعجيل في هذه الحالة سيكون موجب لان السرعة ازدادت ويتم حسابه كالاتي

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{10 - 4}{6 - 0} = \frac{6}{6} = 1m / s^2$$

ii) من النقطة الى النقطة فان التعجيل 0 لان السرعة لم تتغير بقت ثابته

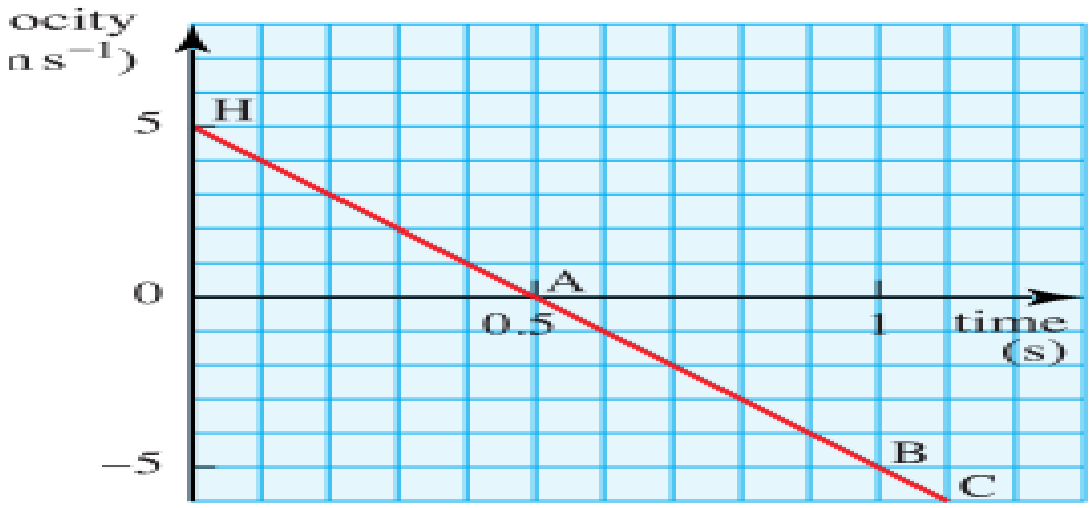
$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{10 - 10}{26 - 6} = \frac{0}{20} = 0m / s^2$$

iii) من النقطة الى النقطة فان التعجيل سيكون سالبا بسبب تناقص السرعة

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 10}{30 - 26} = \frac{-10}{4} = -2.5m / s^2$$

كذلك نلاحظ شيئ مهم ان السرعة في كل الاحوال كانت موجبة وهذا معناه ان الجسم كان يتحرك باتجاه واحد

مثال- يبين اشارة التعجيل وكيفية تفسيرها



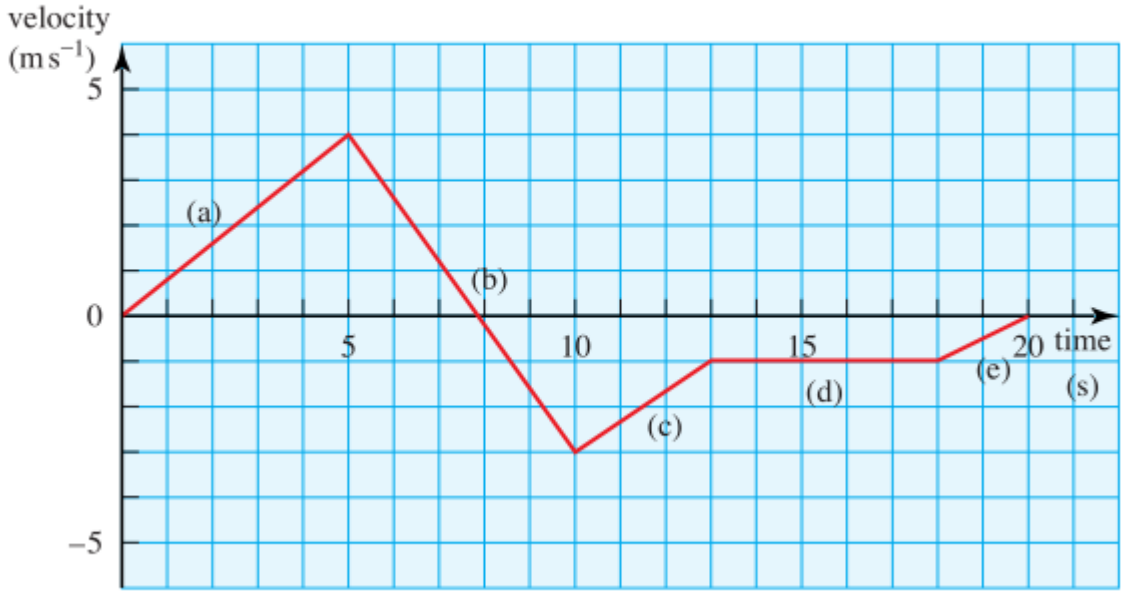

الشكل يبين جسم تم قذفه الى الاعلى بسرعة5 m/s ومن ثم بدات سرعته تتناقص الى 5- m/s خلال ثانية واحدة

نلاحظ بان السرعة تتناقص من 5+ الى 5- لذلك فان التعجيل سيكون سالبا وهذا معناه بان السرعة تتناقص

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{-5-(+5)}{1-0} = \frac{-10}{1} = -10$$

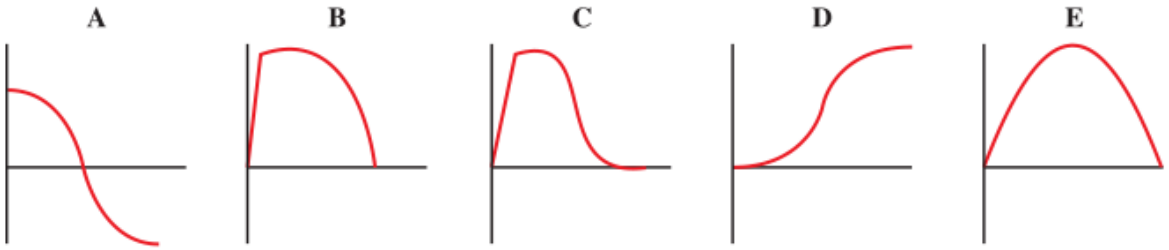
سؤال – في السؤال ادناه احسب التعجيل عند كل 5 ثوان  كما  في المخطط

Calculate the acceleration for each part of the following journey.




سؤال- سيارة سارت بتعجيل متسارع ( اي ان سرعتها تزداد) الى ان تصل الى اعظم سرعة ثم تتوقف في مجموعة اشارات مرور حدد المطلوب في هذه المخططات او الرسوم

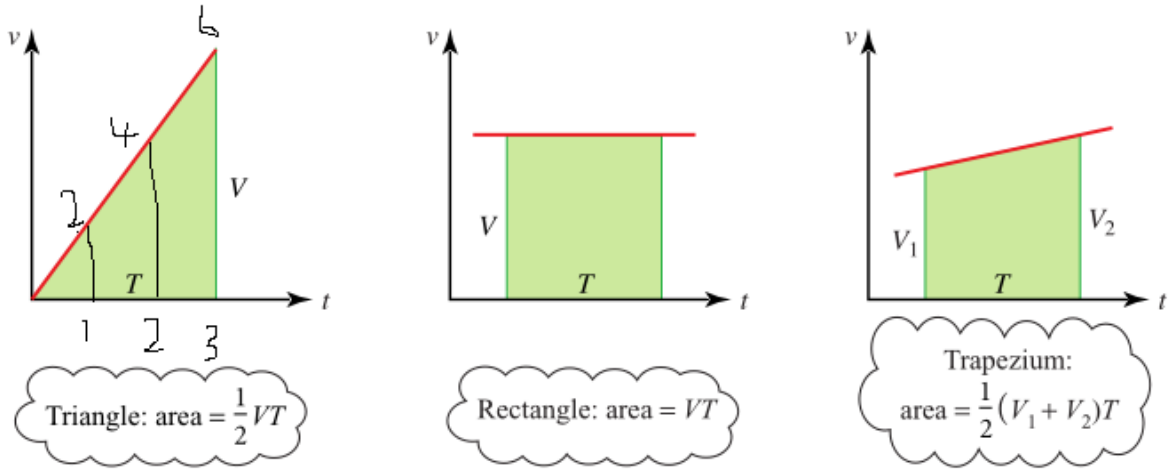
(i) the distance–time graph
(ii) the velocity–time graph
(iii) the acceleration–time graph of its motion?




- ماهو مخطط المسافة –الزمن
- ماهو مخطط السرعة- الزمن
- ماهو مخطط التعجيل- الزمن

## حساب المسافة بواسطة المساحة

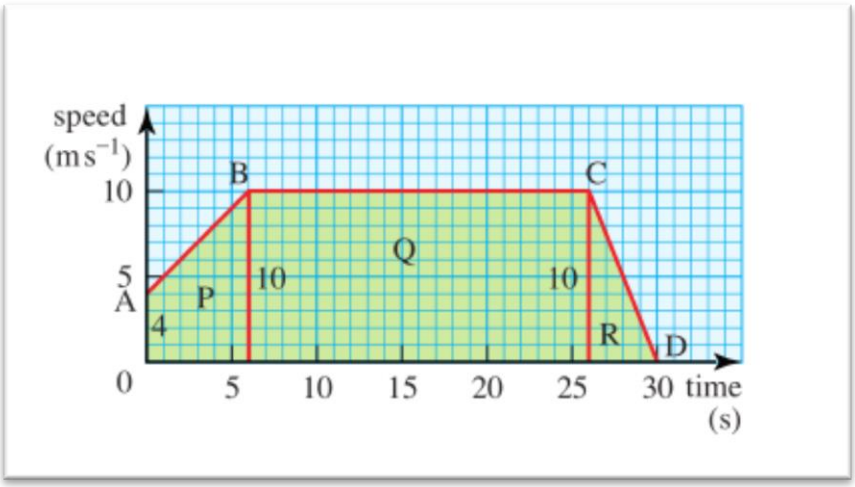
**احتساب المسافة الكلية التي يقطعها الجسم اثناء حركته بايجاد المسافة المحددة بين منحني السرعة ومحور الزمن وتكون وحدة المسافة عبارة عن وحدة السرعة مضروبا بوحدة الزمن الموجودة في الرسم وتستخدم هذه الطريقة عندما تمثل السرعة بيانيا بشكل خطي اي خطا مستقيما كما نبينه بالشكل الاتي**




**وعليه عند حل المسائل فاننا نختار القانون المناسب للشكل المرسوم وعليه فاننا سنستخدم احد هذه القوانين الثلاثة وهي المثلث او المستطيل او شبه المنحرف او ربما نستخدمهما جميعا لان المخطط البياني قد يحوي هذه الاشكال مرة واحدة كما في المثال الاتي**

**مثال : جد المسافة التي قطعها جسم اثناء حركته والتي يمثل الشكل سرعة الجسم بيانيا**

نلاحظ من جهة اليسار بان الجزء الاول شبه منحرف والثاني مستطيل والثالث هو مثلث وعليه تكون المسافة الكلية هي مجموع مساحات الاشكال الثلاثة




الاول : شبه المنحرف

الثاني مستطيل

الثالث: مثلث

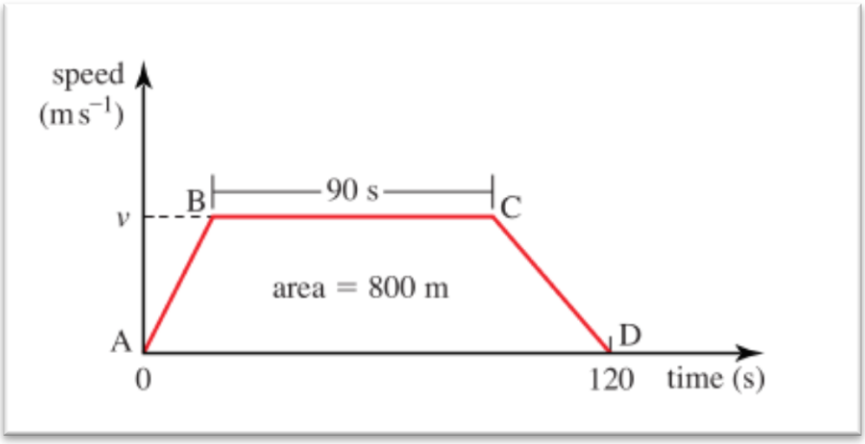
| | | | |
|---|---|---|---|
| P | trapezium: | $\text{area} = \frac{1}{2}(4+10)\times 6 =$ | 42 m |
| Q | rectangle: | $\text{area} = 10 \times 20 =$ | 200 m |
| R | triangle: | $\text{area} = \frac{1}{2}\times 10 \times 4 =$ | 20 m |
| | | total area = | 262 m |

ملاحظة: نلاحظ في طريقة ايجاد المسافة عن طريق حساب المساحة المحددة بين مخطط السرعة ومحور الوقت بان قاعدة المثلث او المستطيل او سبه المنحرف تمثل الوقت الكلي بينما يمثل الارتفاع للاشكال الثلاثة السرعة العظمى للجسم خلال الوقت الكلي.

مثال : في الشكل الاتي قطار دخل قطع طوله 0.8كم تزداد سرعته بشكل منتظم ووصلت اقصى مايكون ومن ثم اصبحت سرعته ثابة لمدة 90 ثانية قبل ان تتباطئ سرعته الى ان يتوقف تماما علما انه قطع المسافة في 2 دقيقة . جد السرعة القصوى للقطار .

الجواب المخطط البياني لحركة القطار يمثلها الشكل الاتي

نلاحظ ان القطار ازدادت سرعته بشكل منتظم من النقطة A الى النقطةB لذلك تم تمثيلها على شكل خط وبعدها اصبحت سرعته ثابتة لمدة 90 ثانية الى ان وصل النقطةC وبعدها اصبحت سرعته تتباطئ الى اصبحت صفرا (اي توقف نهائيا) عند النقطةD




**الحل : اول شيئ نقوم به هو توحيد الوحدات لتصبح اما كلها كبيرة او كلها صغيرة وسنختار ان تكون كلها صغيرة فيكون 0.8km=800m وكذلك الدقيقتين تصبح 120s**

**وبما ان قاعدة اي شكل تمثل الزمن الكلي وهو معلوم 120 ثانية والارتفاع يمثل السرعة القصوى والمسافة المقطوعة تمثل المساحة لذلك سيكون**

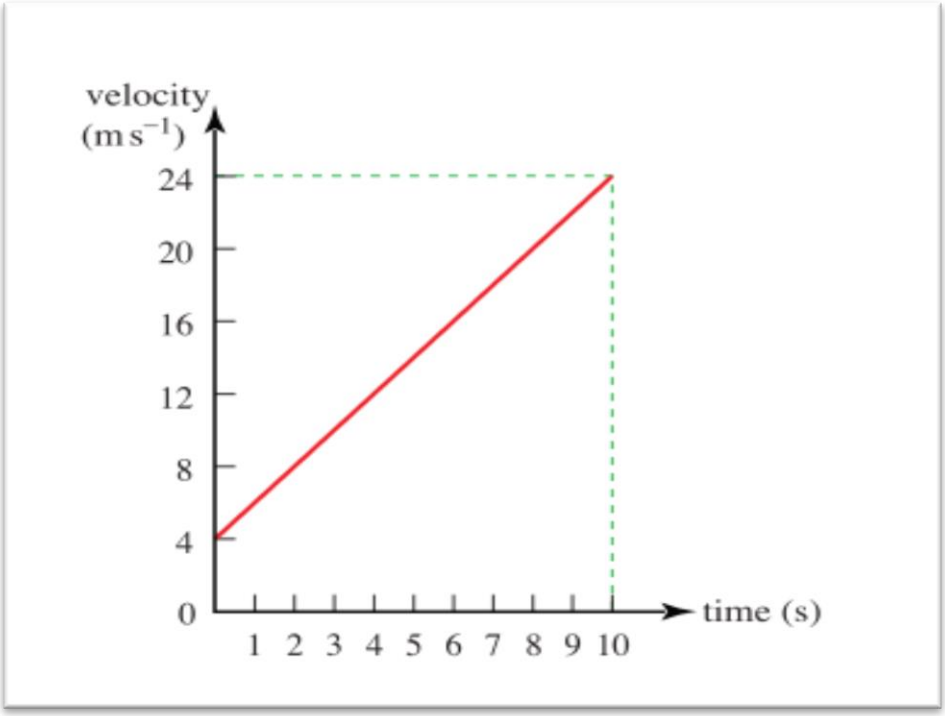
$$800 = \frac{1}{2}(120+90)v \Rightarrow 800 = 105v \Rightarrow v = \frac{800}{105} = 7.6$$

## صيغة التعجيل الثابت ( A constant Acceleration Formula )

**سنقوم بهذه المحاضرة باشتقاق قانون المسافة عندما يكون التعجيل ثابتا.**

**السؤال : متى يكون التعجيل ثابتا**

**ج/يكون التعجيل ثابتا عندما يكون التغير في السرعة ثابتا لنفس وحدة الزمن مثلا سيارة كانت سرعتها في الثانية الاولى 2 m/s وفي الثانية الثانية 4 m/s وفي الثانية الثالثة 6m/s وهلم جرى. نلاحظ ان معدل التغير في السرعة هو 2 لكل ثانية وكذلك يمكننا القول بانه اذا كان التميثل البياني للسرعة خطيا اي رسمه يكون على شكل خط مستقيم فان التعجيل يكون ثابتا كما سنبينه في المخطط الاتي**



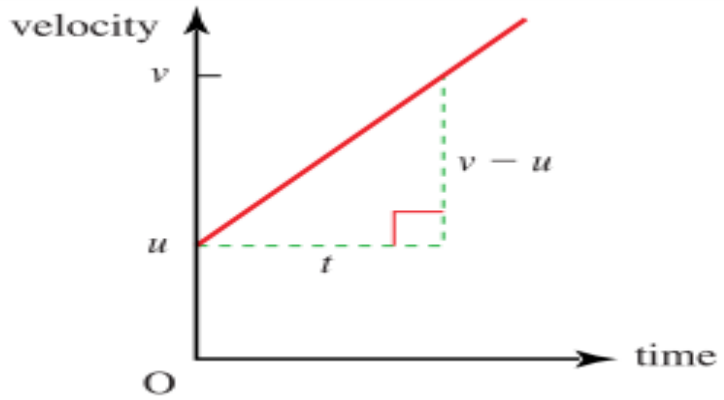

نلاحظ في المخطط بان السرعة مثلت خطيا وهذا يعني بان التعجيل سيكون عددا ثابتا لذلك نرى في الثانية 0 فان السرعة الابتدائية هي 4 والسرعة في الثانية الثانية 8 لذلك سيكون التعجيل مساويا

$$a = \frac{v-u}{t_2-t_1} = \frac{8m/s - 4m/s}{2s-0s} = \frac{4m/s}{2s} = 2m/s^2$$

**ملاحظة تمت اضافة الوحدات الى القانون لغرض البيان والا يمكن فقط اضافة الوحدات الى الناتج النهائي وكذلك نلاحظ انu يمثل السرعة الابتدائية ويمكن كتابتها $v_1$ وكذلك تمثل vالسرعة النهائية ويمكن كتابتها $v_2$. وفي حالة كون السرعة تمثل بشكل خطي فان التعجيل سيكون ثابتا لكل ثانية او وحدة زمنية ويمكن حسابه بالشكل التالي**

$$a = \frac{v-u}{t_2-t_1} = \frac{24-4}{10-0} = \frac{20}{10} = 2m/s^2$$

**وعليه يمكننا تمثيل السرعة خطيا بصورة عامة كما في المخطط الاتي**



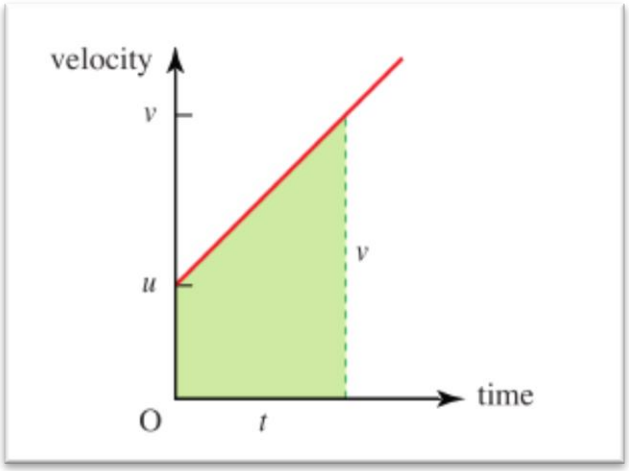

**وعليه يمكن كتابة التعجيل كدالة للسرعة والزمن حسب المعادلة الاتية**

$a = \frac{v-u}{t}$ **وعليه تكون السرعة النهائية للجسم المتحرك كدالة للزمن** $v = u + ta$

**(ملاحظة: t الزمن في المعادلة يشير الى الزمن الكلي )**

**وبما ان السرعة دالة للمسافة والزمن اي انه $v = \frac{d}{t}$ حيث تمثلd المسافة الكلية في الوقت الكلي t وبهذه الصورة سنعوض السرعة في المعادلة $v = u + ta$ لنحصل على المسافة كدالة للتعجيل والسرعة الابتدائية والزمن**

**وبما ان المسافة التي تكون تحت مخطط السرعة ومحور الزمن تحسب كالاتي**




نلاحظ في الشكل بان المسافة تمثلها المساحة المحصورة بين مخطط السرعة ومحور الوقت وهو عبارة عن شبه منحرف وستكون المسافة

$d = \frac{1}{2}(u+v)t$ حيث تمثلu السرعة الابتدائية وv السرعة النهائية

**وفي حالة كون السرعة الابتدائية صفرا فان المسافة تساوي $d = \frac{1}{2}vt$**

**وعليه ستكون المسافة دالة للسرعة والزمن والتعجيل عند تعويض السرعة $v = u + ta$ في المعادلة $d = \frac{1}{2}(u+v)t$ لنحصل على**

$$d = \frac{1}{2}(u + (u + at))t = ut + \frac{1}{2}at^2$$

وفي حالة كون السرعة الابتدائية $u=0$ فان معادلة المسافة تصبح $d=\frac{1}{2}at^2$

والعلاقة المهمة التي تربط المسافة والسرعة والتعجيل دون الحاجة للوقت ناخذها دون اشتقاق $v^2=u^2+2ad$

مثال : قطار غادر محطة التوقف الاولى وكان تعجيله خلال الخمس ثواني الاولى $0.8m/s^2$ وبعدها سار بسرعة ثابته لمدة دقيقتين قبل ان تتباطئ سرعته $0.4\ m/s$ قبل ان يتوقف في المحطة الثانية . جد ماياتي

1. سرعته الثابته

2. المسافة التي قطعها القطار عندما كان تعجيله ثابتا

3. المسافة الكلية المقطوعة خلال الرحلة

الحل : 1- عندما يكون التعجيل ثابتا فهذا يعني فان السرعة ثابتة اي تزداد بشكل ثابت وعليه تكون السرعة حسب المعادلة التالية $v=u+ta$ فسيتم تعويض

$$u=0, a=0.8, t=5 \Rightarrow v=u+at=0+0.8\times5=4m/s$$

2- المسافة المقطوعة عندما كان التعجيل ثابتا تحسل بالمعادلة

$$d=ut+\frac{1}{2}at^2=0\times5+\frac{1}{2}\times0.8+5^2=0+0.4+25=10m$$

3- **من الفرع الاول لاحظنا بان سرعة القطار كانت 4 وبقي على هذه السرعة لمدة دقيقتين (120s) وعليه تكون المسافة** $d = vt = 4 \times 120 = 480m$ **, ومن ثم تباطئت سرعته الى توقف وعليه سيكون**

$u = 4, v = 0, a = -0.4,$ we will use $v^2 = u^2 + 2ad$

$then,\ 0 = 4^2 + 2(-0.4)d$

$$d = \frac{16}{0.8} = 20$$

**وبهذا ستكون المسافة الكلية** $d = 10 + 480 + 20 = 510m$

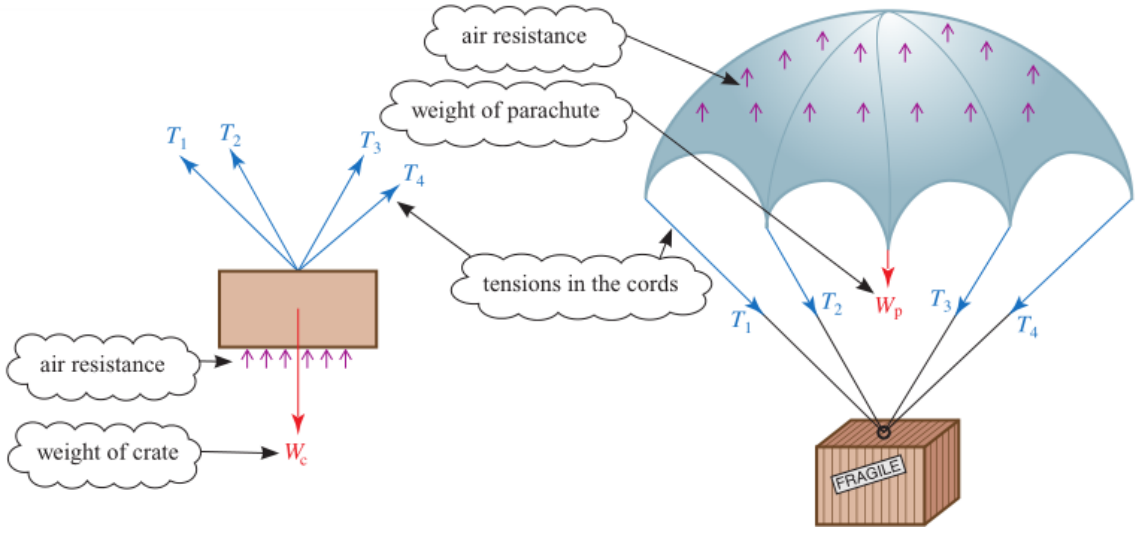
# Forces and Newton's Laws of Motion

## القوى وقوانين نيوتن للحركة

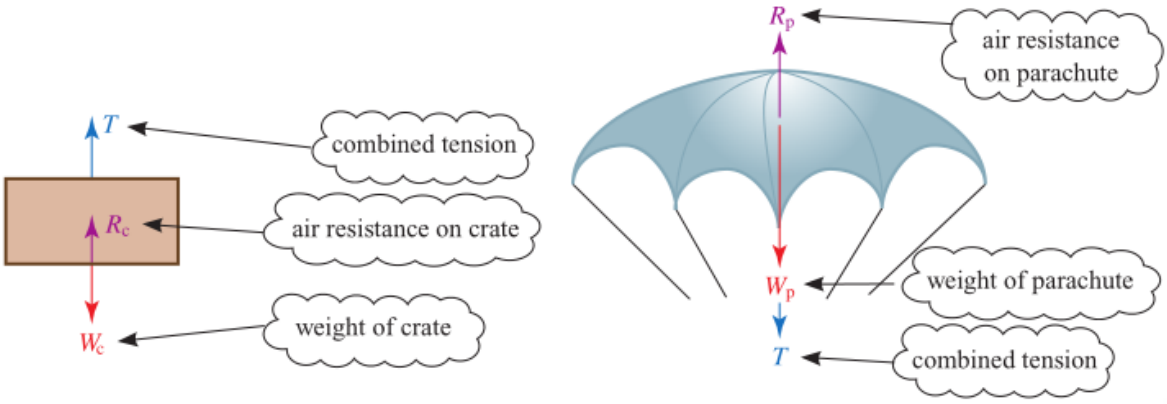
في الصورة مجمعة من المضلات التي القيت من طائرة ماهي القوى المئثرة على المظلات والصناديق التي تحملها

1. الوزن وهو القوة التي تجذب كل الاجسام القريبة من الارض الى مركز الارض وهذه القوة سببها الجاذبية التي تسببها الارض لكل الاجسام القريبة منها
2. مقاومة الهواء التي تؤثر على المضلات وهي تعمل عكس قوة الجاذبية الارضية وتعتمد على سرعة الاجسام وفي مثالنا هذا مقاومة الهواء للصندوق تكون اقل من مقاومته للمضلات.
3. قوة الشد المئثرة على الحبال التي تربط بين الصناديق والمضلات.

يمكن توضيح هذه القوى بالشكل الاتي



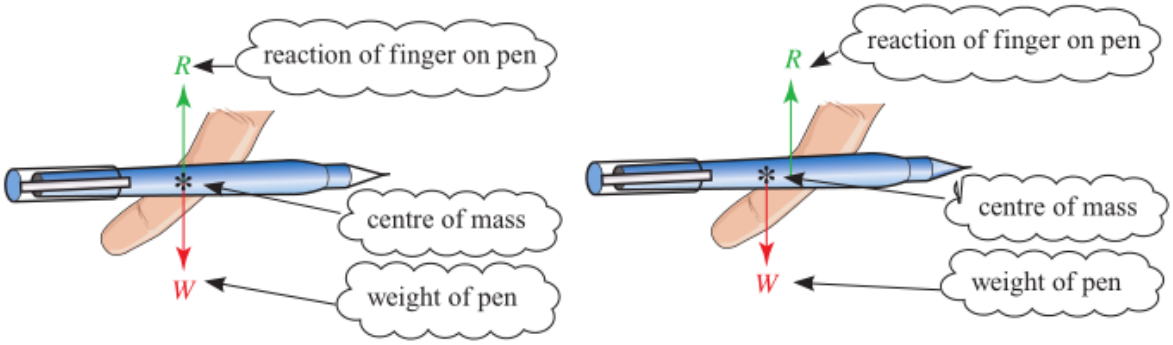

نلاحظ ان القوة كمية اتجاهية للها مقدار واتجاه بالاضافة الى خط التاثير او العمل على الاشياء, الرسم الاتي يمثل توضيحا لخط القوة المؤثر على كل من الصندوق والمضلة والحبال



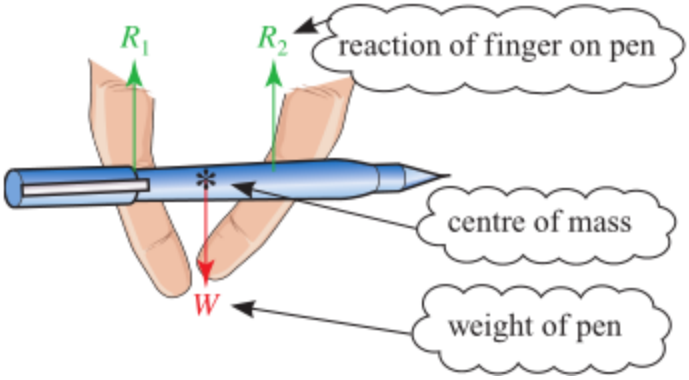

نلاحظ اننا في الشكل اعلاه تم توحيد خطوط القوة في الرسم السابق الى خط واحد وهذا الخط يمثل النتيجة او المحصلة (resultant). كما انه كل قوة تؤثر في نقطة تسمى مركز الكتلة(centre of mass) او مركز الجاذبية (centre of gravity).

لناخذ المثال التالي وهو القوى المؤثرة على القلم عند وضع مركز الكتلة على الاصبع نلاحظ هناك قوة تسمى قوة رد الفعل(reaction) بين الاصبع والقلم تحاول موازنة القلم على الاصبع (equilibrium) اما

اذا وضع القلم على الاصبع بنقطة ليست هي مركز الكتلة فاه سيسقط من على الاصبع



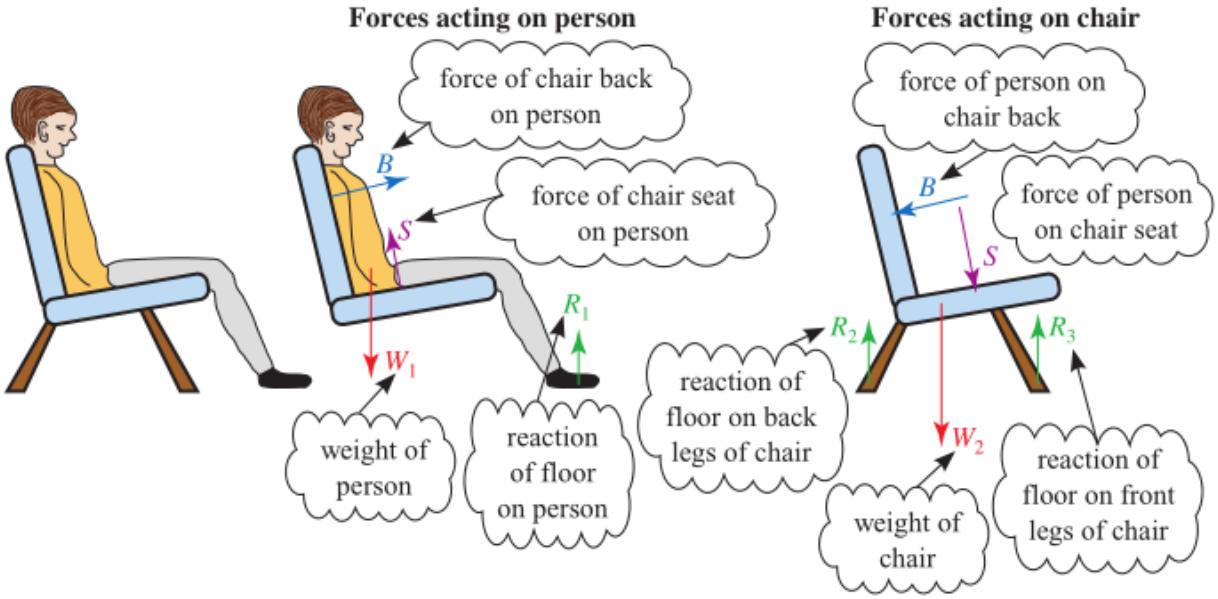

نلاحظ ان القلم لايتوازن الا اذا كان قوة رد الفعل والوزن على نفس الخط, اما اذا وضع القلم على اصبعين فان هناك قورة رد الفعل بين كل اصبع والقلم وهتان القوتان يقعان على نفس الخط مع مركز الكتلة.




## قانون نيوتن الثالث

**لكل قوة مسلطة على جسم قوة رد فعل تساويها في المقدار وتعاكسها في الاتجاه.**

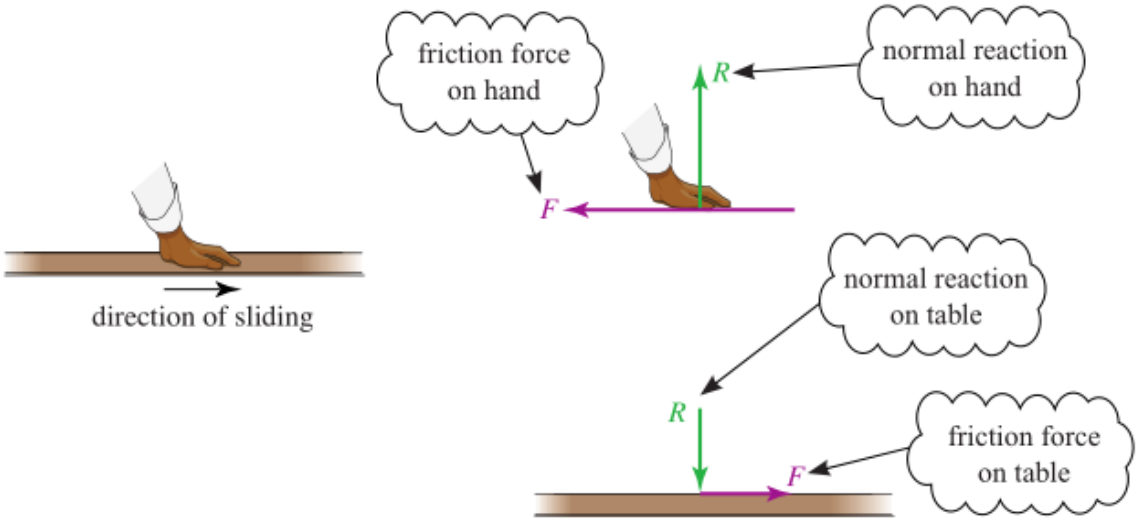
ففي مثال المظلات فان وزن الصندوق قوة تؤثر في المظلات وهناك قوة اخرى وهي قوة الشد في الحبال تساويها في المقدار وتخالفها في الاتجاه وكذلك عند جلوسك على الكرسي فان هناك قوة رد فعل يسلطها الكرسي على جسمك.




نلاحظ ان الارض تسلط قوة رد فعل على القدمين وارجل الكرسي وهي $R_1,R_2,R_3$

كذلك قانون نيوتن في الجاذبية التي تنص على ان الارض تجذبنا نحو مركزها ونحن ندفع الارض بالاتجاه المعاكس.

مثال :



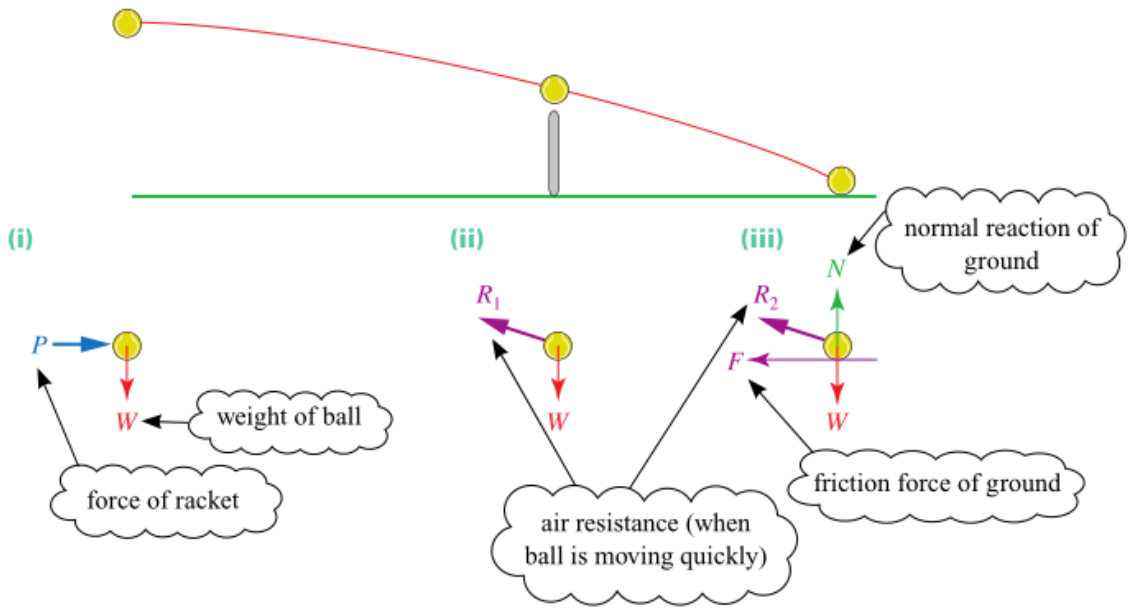

ماهي القوة المؤثرة على اليد والمنضدة عند وضع كف اليد على المنضدة

نلاحظ هناك قوة تحاول تثبيت اليد على ملامستها للمنضدة عندما تكون الزاوية قائمة بين اليد والمنضدة وتسمى هذه القوة برد الفعل الطبيعي(normal reaction) وهناك قوة تحاول منع يدك من الانزلاق على المنضدة تسمى بالاحتكاك (friction )

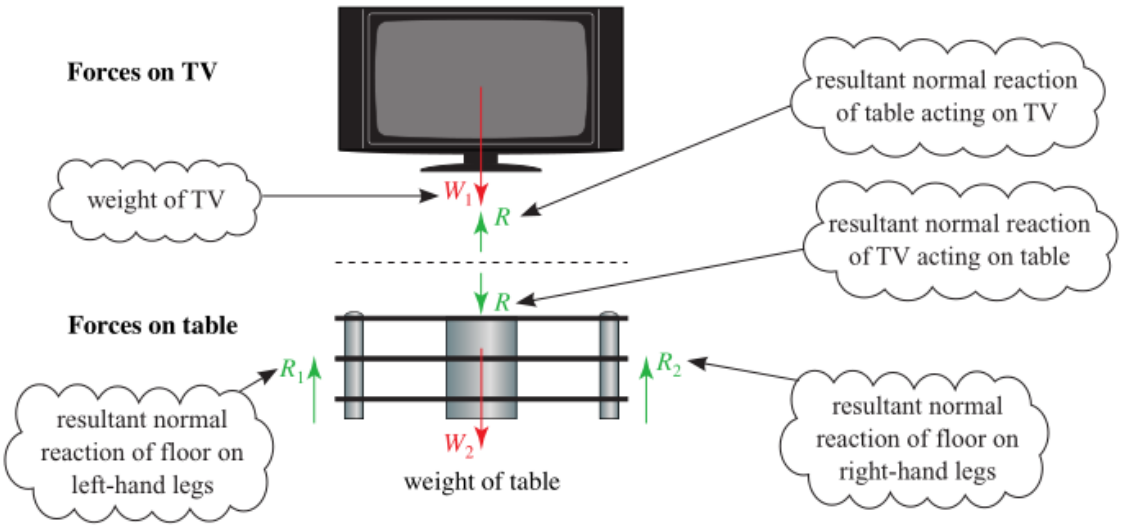
مثال : ماهي القوة المثرة على كرة التنس كما في الشكل الاتي

(i) at the instant it is hit by the racket
(ii) as it crosses the net
(iii) at the instant it lands on the other side.

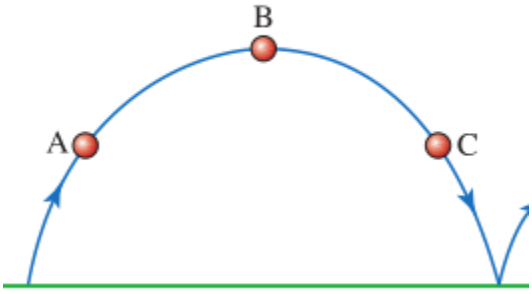
**SOLUTION**




مثال : ماهي القوة المؤثرة على التلفاز والمنضدة




ارسم القوى المؤثرة على الكرات الثلاث في الشكل الاتي



قانون نيوتن الاول للحركة

(يبقى الجسم في حالة السكون او الحركة المنتظمة على خط مستقيم مالم تؤثر عليه قوة خارجية)

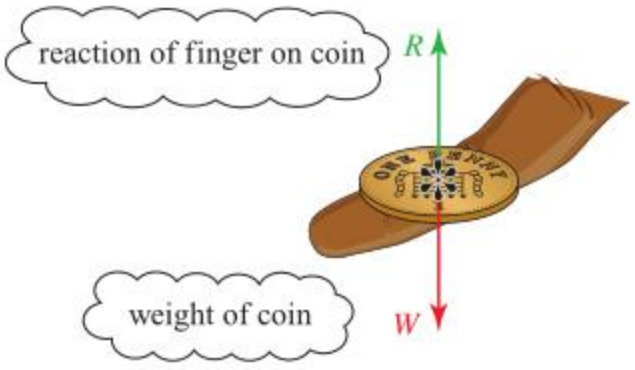
يوضح قانون نيوتن الاول ان الجسم يبقى ساكنا مالم تؤثر عليه قوة خارجية تخرجه من السكون الى الحركة خذ مثلا المنضدة التي على الارض ساكنة عندما تقوم بدفعها فانها تتحرك باتجاه قوة الدفع .

مثالا اخر السيارة عندما تتحرك فان قوة المحرك اخرجتها من السكون الى الحركة واذا كانت السرعة ثابتة واذا اردت زيادة سرعتها فانك تحتاج الى قوة اضافية للمحرك لتنتج عنها زيادة السرعة ونفس الشسئ ينتج عند تقليل السرعة فانك تحتاج الى قوة لتغيير سرعتها وهي مقاومة الهواء وكذلك قوة الفرامل . وكذلك عندما تدور السيارة عندما ينحني الطريق فان السرعة تغيرت الاتجاه قد تغير.

مثال اخر حول قانون نيوتن الثاني:

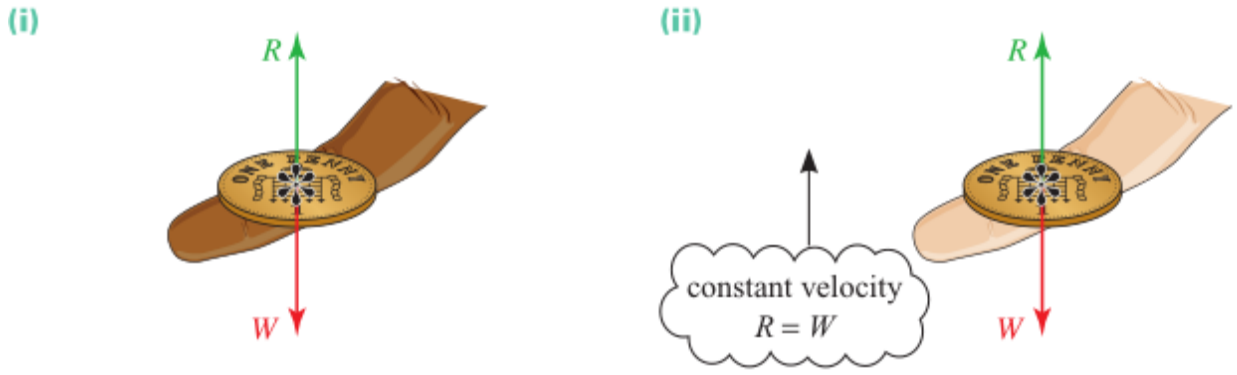
خذي قطعة نقود وضعيها على احد اصابعك  وانظرى الى الحالات التالية

نلاحظ ان القوى
االمؤثرة على قطعة
النقود هي الوزنW
الذي يكون اتجاهه الى
الاعلى وقوة رد الفعلR
الاصبع واتجاهها الى

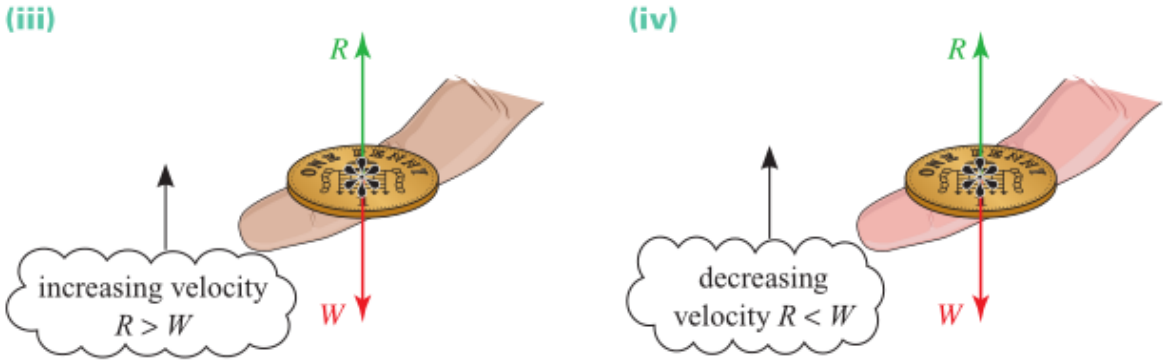


الاسفل ونلاحظ الحالات الاتيه

i. حالة الاستقرار وفي هذه الحالة تكون R=W
ii. قي حالة الحركة للاعلى مع بقاء السرعة ثابته فانR=W كما في الشكل الاتي




iii. ازياد السرعة باتجاه الاعلى ففي هذه الحالة ستكون $R>W$ وتكون المحصلة النهائية R-W
iv. عندما تناقص السرعة واتجاه الحركة باتجاه الاسفل فهذا يعني ان W>R وان محصلة القوة او صافي القوة سيكون W-R كما في الشكل الاتي



# القوى الدافعة والمقاومة لحركة المركبات

في المشاكل المتعلقة بأشياء مثل الدرجات النارية والسيارات والقطارات ، تعمل مجموعة من القوى مجتمعة على طول خط الحركة : القوة الدافعة إلى الأمام ، ومقاومة الحركة (مقاومة الهواء ، وما إلى ذلك) ، وربما المكابح القوة إلى الوراء.

المقاومة بسبب الهواء أو الماء تعمل دائما في اتجاه معاكس لسرعة مركبة أو قارب وتكون عادة أكثر أهمية بالنسبة للأجسام السريعة الحركة.

سؤال: في كل من الحالات الاتية اكتبي القوة التي تؤثر على الاجسام في حالتي السكون او الاستقرار والحركة

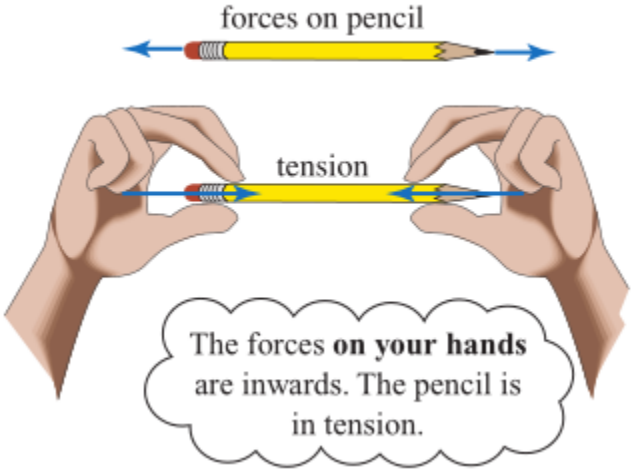
1- السيارة في حالة الوقوف وفي حالة حركتها بعيدا عن اشارة المرور.
2-دراجة نارية وهي تسير بثبات 60 كم / ساعة على طول طريق مستقيم.
3-مظلي ينحدر بمعدل ثابت.
4-كتاب موضوع على طاولة.
5-طائرة تحلق بسرعة ثابتة في خط مستقيم ، ولكن تفقد ارتفاعها في معدل ثابت.

سؤال : بين مايلي وفق قوانين نيوتن
1-يجب ارتداء أحزمة الأمان في السيارات.
2-مساند الرأس في مقاعد السيارة ضرورية لمنع إصابات الرقبة عندما يكون الاصطدام من الخلف.

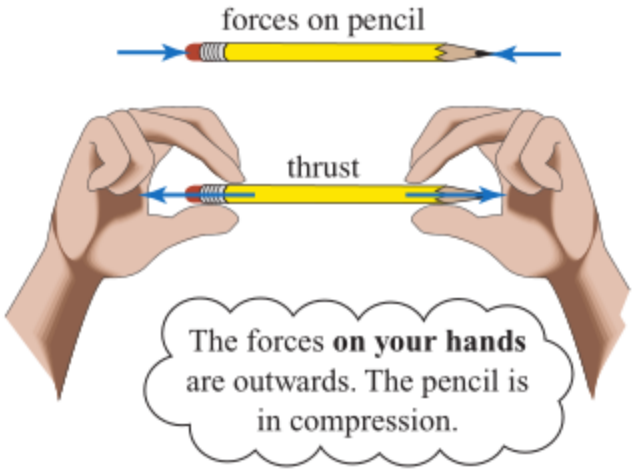
# الشد و الدفع

في مثال المضلة في بداية الفصل فان الحبال التي تربط المضلة بالصندوق الذي يحتوي تجهيزات معينة , تؤثر عليها قوى الشد من جهتني الاولى تشدها الى الاعلى ومصدرها المضلة والثانية الى الاسفل ومصدرها الصندوق .

عندما تمسك بنهايات قلم رصاص ، واحدة مع كل يد ، وتسحب يديك بعيدا ، فان نهايات قلم الرصاص ستتعرض الى قوة شد باتجاه حركة اليدين وفي المقابل ماذا يفعل قلم الرصاص لكل واحدة اليدين ؟ ارسم القوى التي تعمل على يديك وعلى قلم الرصاص.




الآن ارسم القوى التي تؤثر على يديك وعلى قلم الرصاص عندما تدفع قلم رصاص إلى الداخل.




سؤال: ماهي تصوراتك لو تم استبدال قلم الرصاص بقطعة من سلك حلزوني (سبرنك)

## محصلة القوى والتوازن

هناك فكرة أن قوة واحدة يمكن أن يكون لها نفس التأثير الذي يمكن أن تحدثه عدة قوات. القوى تعمل معا. تخيلي أن العديد من الناس يدفعون سيارة. وعن كطريق حبل واحد سحبت من قبل سيارة أخرى يمكن أن يكون لها نفس التأثير. قوة الحبل تعادل إلى نتيجة قوى الناس التي تدفع السيارة. عندما تكون القوى في توازن عندها لا يوجد تغيير في الحركة.

مثال: سيارة تسحب مقطورة عن طريق حبلين مربوطين بمؤخرة السيارةعلى طول طريق مستقيم : القوى المؤثرة هي قوة الدافعة للسيارة Dوهي قوة المحرك وقوة المكابحB وقوة المقاومة المؤثرة على السيارةR المتمثلة بمقاومة الهواء وكذلك المقطورةS .

سنقوم برسم القوى الافقية المؤثرة على السيارة والمقطورة في الحالات الاتية

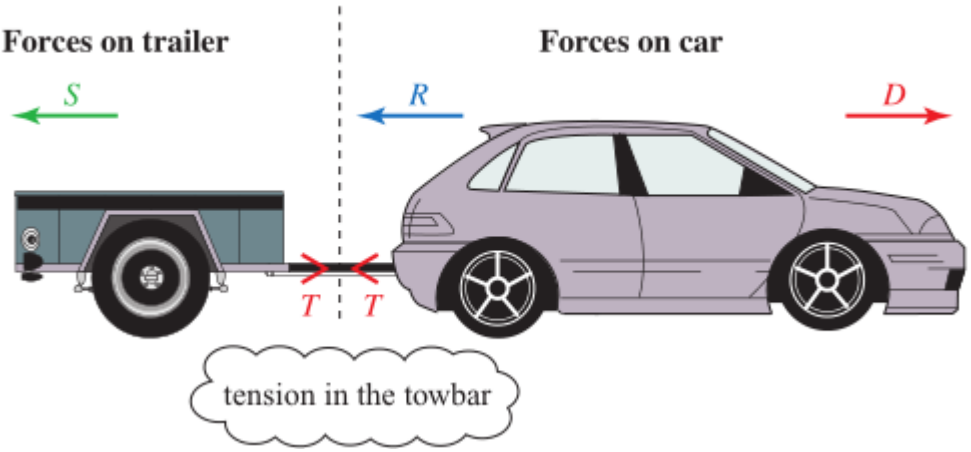
1- عندما تتحرك السيارة بسرعة ثابتة.

2- عندما تزداد سرعة السيارة.

3-عندما تكابح السيارة وتتباطأ بسرعة.

الحل:

1-عندما تتحرك السيارة بسرعة ثابتة ، تكون القوى كما هو مبين في الشكل ادناه (فوق). شريط السحب في حالة توتر والتأثير هو قوة أمامية على المقطورة وقوة متعادلة وعكسية على السيارة. لاتوجد محصلة للقوة عندما تكون السيارة في سرعة ثابتة والقوة المؤثرة على السيارة هي D – R – T = 0والمقطورة هي T – S = 0




2-عندما تسرع السيارة ، نفس المخطط ، ولكن الآن قيمة القوى مختلفة وهي قوة باتجاه الأمام على كل من السيارة والمقطورة. وهي على السيارة تساوي resultant = D – R – T وعلى المقطورة resultant = T – S.

3-في حالة تباطؤ السيارة فان القوى سيكون محصلتها الى الخلف والقوى المؤثرة على السيارة resultant = B + R – T والقوى المؤثرة على المقطورة resultant = T + S.

## قانون نيوتن الثاني

قانون نيوتن الثاني يعطينا المزيد من المعلومات عن العلاقة بين

حجم القوة الناتجة والتغير في الحركة. نيوتن قال أن(التغيير في الحركة متناسب طرديا مع القوة المؤثرة وعكسيا مع كتلة الجسم )

إن قانون نيوتن الثاني بالغ الأهمية حتى أن وحدة خاصة من القوة ، وهي وحدة نيوتن (N) ،وقد تم تعريفها بحيث يكون الثابت في المعادلة • في الواقع مساويا للكتلة. ويمكن القول ان قوة من 1 نيوتن سوف تعطي كتلة من 1 كيلوغرام تسارع من 1 متر/ $s^2$. اثم تصبح المعادلة:

Resultant force = mass × acceleration

F = ma

وكذلك القوة الناتجة والتعجيل دائما في نفس الاتجاه.

ترتبط كتلة الجسم بكمية المادة في الجسم. وزن الجسم هو قوة. ولها مقدار واتجاه ، لانها قوة اتجاهية

عندما يكون الوزن هو القوة الوحيدة التي تعمل على جسم ، فإن قانون نيوتن الثاني يعني أن

. Weight in newtons = mass in kg × g in m$s^{-2}$

W = mg

سؤال : ماهو وزن كل من

1-طفل كتلته 3 كغم

2- كرة كولف كتلتها 46غم

الحل: 1-N 30 = 10 × 3 The baby's weight is.

2- Mass of golf ball = 46 g=0.046 kg

.Weight = 0.046 × 10=0.46N

سؤال : احسبي القوة التي تسببها الجاذبية الارضية على الاجسام الاتية

1- حقيبة كتلتها 15 كغم

2-سيارة كتلتها 1.2طن

سؤال : جدي كتلة الاجسام الاتية

1- رجل وزنه600 N

2- شاحنة من الوزن 11kN

سؤال:الشخص لديه كتلة 65 كغم. احسب قوة الجاذبية

1-من الأرض على الشخص

2- الشخص على الأرض.

سؤال:كرتين من نفس الشكل والحجم ولكن مع الكتل 1 كغ و 3 كغ هي

رميت من نفس الارتفاع.

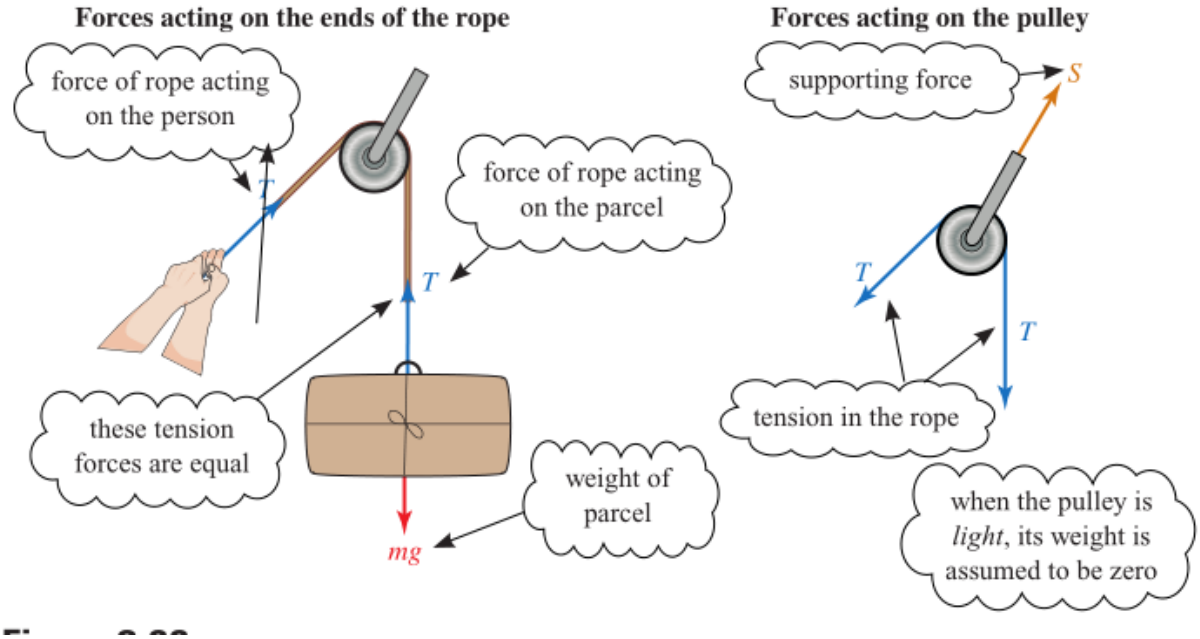
1-الذي يَضْربُ الأرضَ أولاً ؟

2-إذا تم إسقاطهم على القمر ما الفرق الذي سيكون هناك ؟

## البكرات Pulley

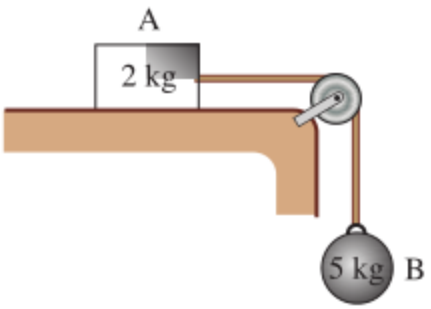
تستخدم البكرات لتغيير اتجاه القوة ورفع الاثقال باستخدام قوة اقل.خصوصا اذا كانت البكرة مصنوعة بشكل جيد والحبل يكون املس بحيث يصبح احتكاكه مع البكرة مهملا.

ايا كان اتجاه مرور الحبل السلسلة على هذه البكرة ، فإن قوة الشد او التوترهو نفسه على كلا الجانبين.



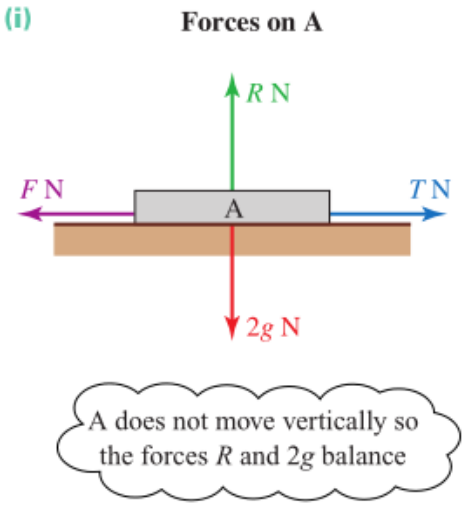

الجزء الابسر يمثل القوة التي تسلطها قوة الشد في الحبل على كل من الثقل المربوط في الحبل وعلى اليد التي تحاول سحب الثقل الى الاعلى ونلاحظ ان في حالة التوازن فان قوة الشد على طرفي الحبل متساوية وفي حالة رفع الثقل الى الاعلى فان محصلة القوة ستكون للاعلى واما الجزء الايمن فان يمثل قوة الشد على الحبل بسبب الثقل وقوة السحب في اليد ونشاهد انهما في اتجاهين متعاكسين.

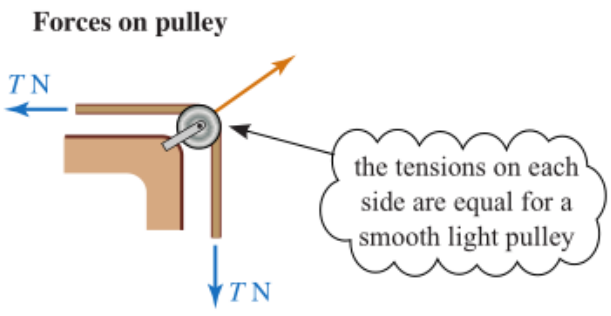
مثال: في الشكل ادناه بكرة مثبتة في زواية سطح املس والحبل مربوط بثقلين احدهما على السطح والاخر يتدلى الاسفل:

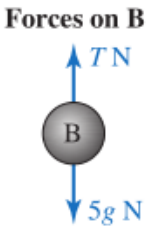



i. ارسم القوى المؤثرة على الثقلين A,B
ii. إذا لم تنزلق الكتلة A ، جد مقدار قوة التوتر في الحبل وحساب حجم قوة احتكاك على الكتلةA.
iii. احسب محصلة القوة على الكتلتين في حالة الانزلاق وكذلك التعجيل.

الجواب:



نلاحظ ان قوة الشد في الحبل متساوية على طرفي البكرة لانه الكتلتين لم تتحركا اما القوة على الكتلة B فهي تتمثل بقوة الجاذبية الارضيةواتجاهها الى الاسفل, وهي تساوي حاصل ضرب التعجيل الارضي مع الكتلة وتساوي

$$\boldsymbol{F = mg = 5 \times 10 = 50N}$$

وقوة شد الحبل وتكون الى الاعلى وهي مساوية لقوة الجاذبية في المقدار وتعكاسها في الاتجاه

واما القوة المؤثرة على الكتلة A فتتمثل في قوة جذب الارض واتجاهها الى الاسفل وتحسب في نفس الطريقة ويكون مقدارها 20N وقوة رد الفعل السطح الى الاعلى وتساويها في المقدار وتعاكسها في الاتجاه وقوة شد الحبل واتجاهها الى اليمين وقوة الاحتكاك التي تساوي قوة الشد في المقدار وتعكاسها في الاتجاه.

ii- لحساب القوى في حالة عدم الانزلاق لكلا الكتلتين فمعناه ان كلا الكتلتين في حالة توازن وهذا يعني ان محصلة القوى المؤثرة على كلا الكتلتين ستكون صفرا وعليه وكما بينا في الفرع الاول بالنسبة للكتلة B

$$\mathbf{5g - T = 0 \text{ and } T = 5g}$$

فان قوة الجاذبية ستكون 50N واتجاهها الى الاسفل وقوة الشد في الحبل كذلك 50N واتجاهها الى الاعلى

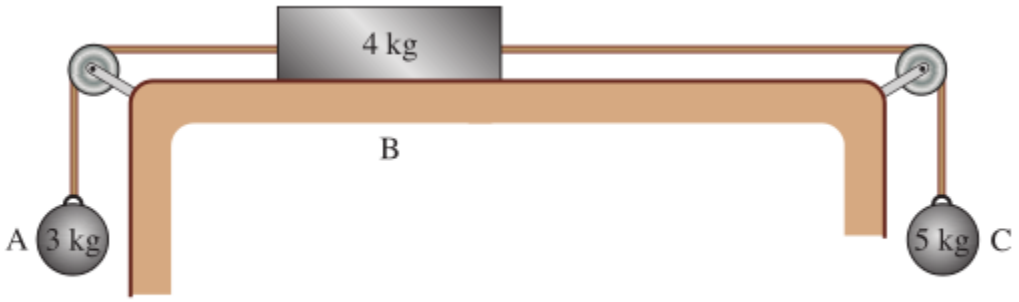
واما الكتلة A فان قوة الاحتكاك ستكون مساوية لقوة الشد في الحبل وهو

$$\mathbf{T - F = 0 \text{ and } F = T = 5g} = 50\boldsymbol{N}$$

iii- اما في حالة الانزلاق فهذا يعني ان حالة التواون قد الغيت وان قوة الشد في الحبل بالنسبة للكتلة A اصبحت اكبر من قوة الاحتكاك وتكون المحصلة هي

$(T - F)N$ واما الكتلة B فان المحصلة ستكون باتجاه الاسفل وستكون قوة الجاذبية اكبر من قوة الشد في الحبل ويكون مقدارها $(5g - T)N$

n




1. What is the direction of the friction force on the block B?
2. Draw clear diagrams to show the forces on each of A, B and C.
3. By considering the equilibrium of A and C, calculate the tensions in the strings when there is no slipping.
4. Calculate the magnitude of the friction when there is no slipping.

Now suppose that there is insufficient friction to stop the block from slipping.

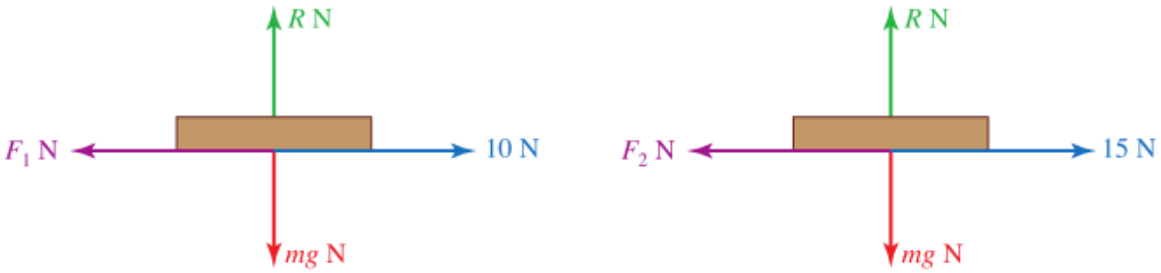
5. Write down the resultant force acting on each of A, B and C.

**2** Ten boxes each of mass 5 kg are stacked on top of each other on the floor.

**(i)** What forces act on the top box?

**(ii)** What forces act on the bottom box?

**3** The diagrams show a box of mass $m$ under different systems of forces.




**(i)** In the first case the box is at rest. State the value of $F_1$.

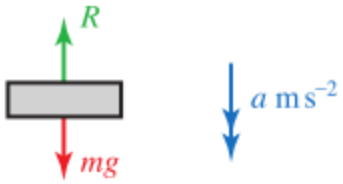
**(ii)** In the second case the box is slipping. Write down the resultant horizontal force acting on it.

تطبيقات قانون نيوتن الثاني

1- احتساب مقاومة الهواء لحركة الاجسام: تكون مقاومة الهواء عددا ثابتا ولكافة الاجسام المتحركة

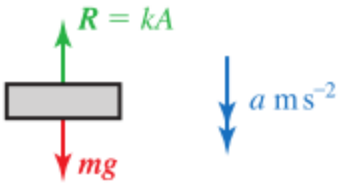
مثال : جسم كتلته m يتحرك بطرقة عمودية في الهواء ستكون معادلة الحركة

$mg - R = ma$ وعليه سيكون تعجيل الجسم هو $\boldsymbol{a = g - \frac{R}{m}}$, ونلاحظ بان الكتلة اصبحت في المقام وهذا يعني ان مقدار الكسر يتناسب عكسيا مع الكتلة وهذا يعني ان الاجسام الكبيرة سيكون تعجيلها اكبر من الاجسام الصغيرة




ملاحظة : عند اسقاط قطعتين ورقيتين لهما نفس الكتلة ولكن احداهما مطوية من نفس الارتفاع نلاحظ ان القطعة المطوية ستصل الارض اسرع من الاخرى.

لذلك نلاحظ ان الاجسام الخفيفة ذات المساحات الكبيرة سوف تزداد مقاومة الهواء لها على العكس من المساحات الصغيرة وعليى سيكون قانون نيوتن الثاني بهذه الصيغة $mg - kA = ma$ حيث k هو ثابتا و A هي مساحة الجسم وسيكون تعجيل الجسم اثناء السقوط هو




$$\boldsymbol{a = g - \frac{kA}{m}}$$

يمكن اعطاء تلخيصا لقوانين نيوتن وكما يلي

## 1 Newton's laws of motion

I Every object continues in a state of rest or uniform motion in a straight line unless it is acted on by a resultant external force.

II Resultant force = mass × acceleration or $F = ma$.

III When one object exerts a force on another there is always a reaction which is equal, and opposite in direction, to the acting force.

- *Force* is a vector; *mass* is a scalar.
- The *weight* of an object is the force of gravity pulling it towards the centre of the earth. Weight = $mg$ vertically downwards.

## 2 S.I. units

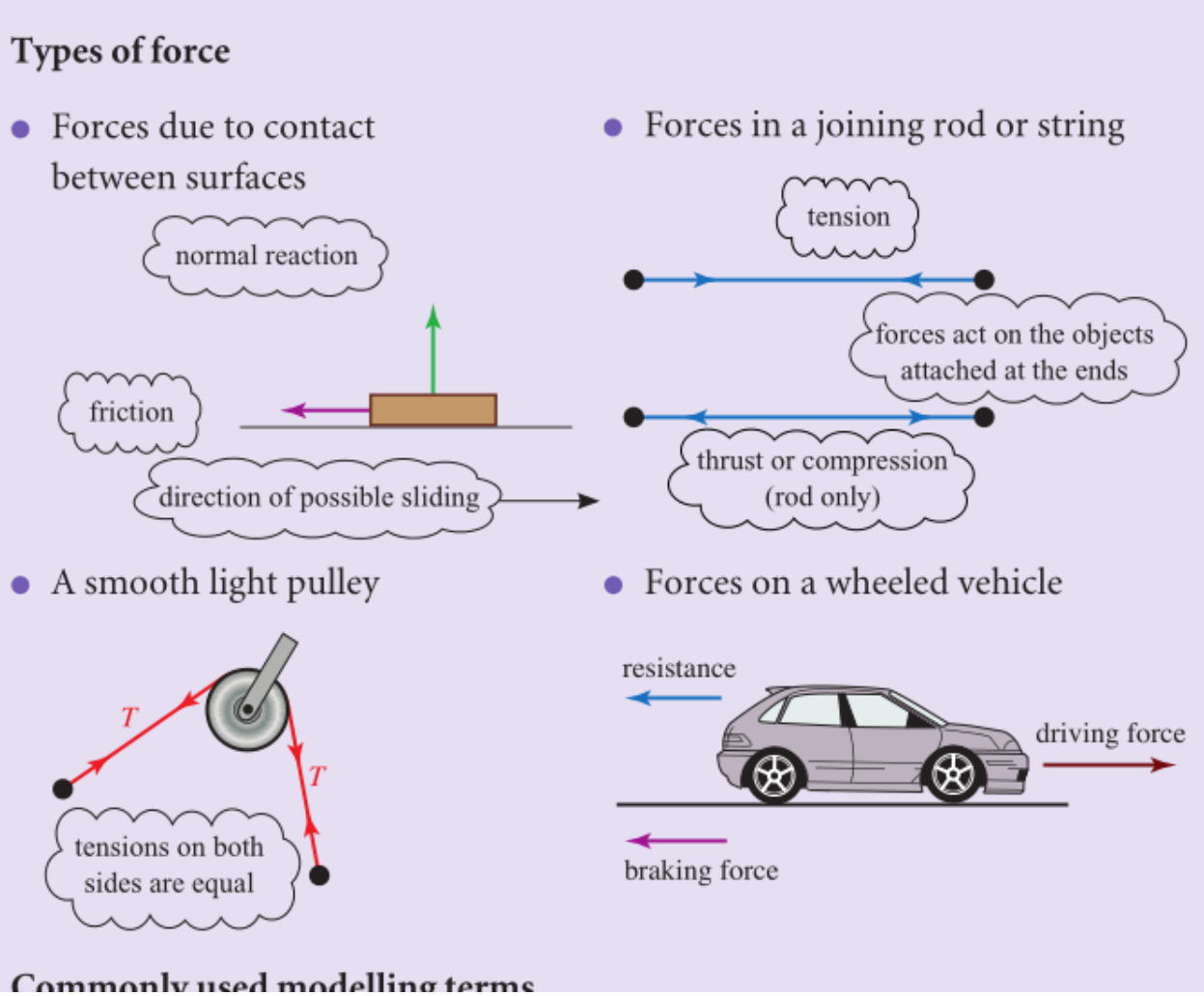
- length: metre (m)
- time: second (s)
- velocity: $\mathrm{m\,s^{-1}}$
- acceleration: $\mathrm{m\,s^{-2}}$
- mass: kilogram (kg)

## 3 Force

1 newton (N) is the force required to give a mass of 1 kg an acceleration of $1\,\mathrm{m\,s^{-2}}$.

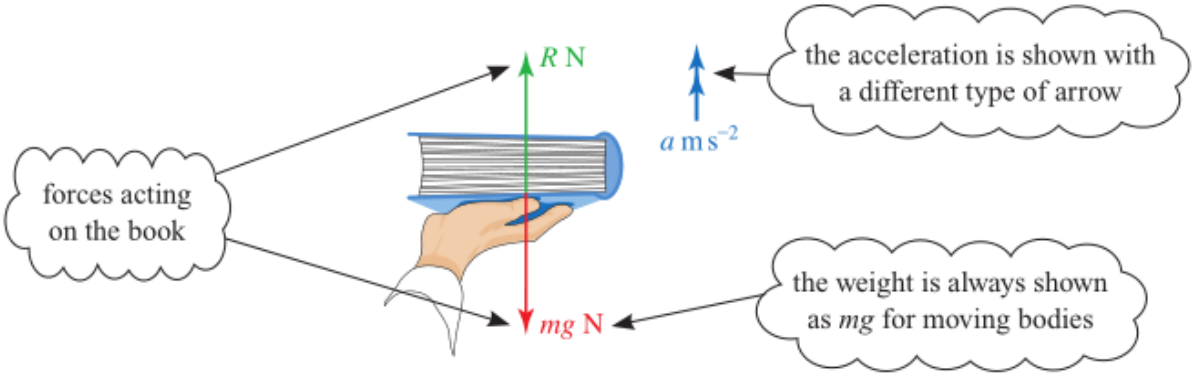
A force of 1000 newtons (N) = 1 kilonewton (kN).

وكذلك انواع القوى المؤثرة على الاجسام




تطبيقات على قانون نيوتن الثاني

مثال ضعي كتابا ثقيلا على احدى يديك ومن ثم حركيه الى العلى والاسفل مرار. ماهي القوة التي سوف تشعرين انها تؤثر على يديك.المخطط الاتي يبين القوى المؤثرة على الكتاب وكذلك القوة التي يسلطها الكتاب على يديك



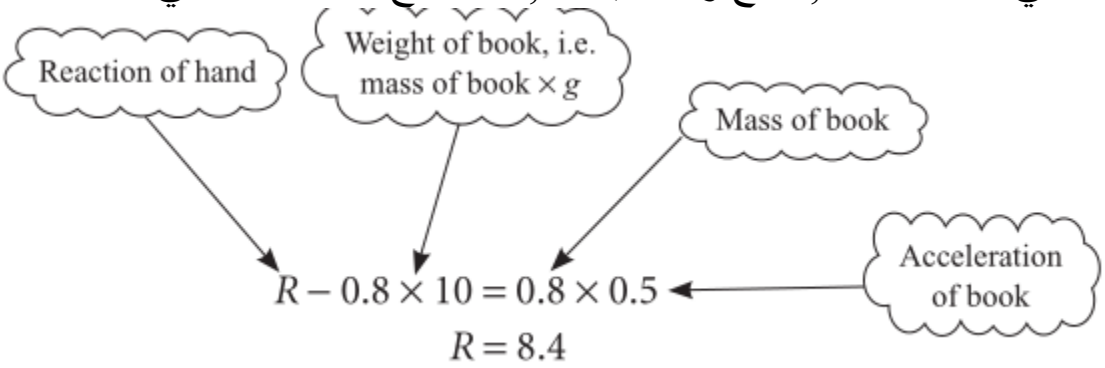

بموجب قانون نيوتن الأول ، فإن القوة الناتجة المطلوبة لإنتاج تعجيل او تسارع في الحركة الى الاعلى ( ستكون قودة دفع اليدين الى الاعلى اكبر من قوة جذب الارض هي ). R − mg newtons

نلاحظ في هذا القانون ان القوة تقاس بالنيوتن والكتلة بالكيلو كرام والتعجيل هو المتر على مربع الثانية

**Resultant force = mass $\times a$(where force and acceleration are in the same direction)**

وعلية تكون محصلة القوى هي R − mg = ma

عندما تعطي كتاب كتلة 0,8 كغ والتعجيل 0,5 تصبح المعادلة كالاتي

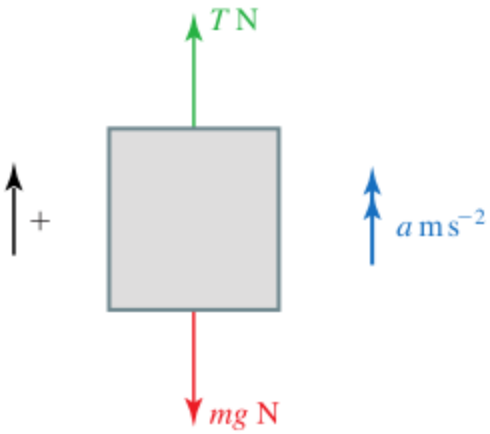



عندما يتسارع الكتاب إلى أعلى قوة رد فعل يدك على الكتاب هو 8.4N

هذا متساوي و معاكس للقوة التي تعانيها لذا الكتاب يشعر بأنه أثقل من وزنه الفعلي
$0.8 \times 10 = 8\ N$

مثال : كتلة مصعد مع الاشخاص بداخله تبلغ 400 كغم جد قوة الشد في الاسلاك التي تحركه الى الاعلى والاسفل في الحالات الاتية

i. المصعد في حالة السكون
ii. عندما يتحرك بسرعة ثابته
iii. عندما يتحرك الى الاعلى بتعجيل $0.8 m/s^2$
iv. يتحرك الى الاسفل بتعجيل $0.6\ m/s^2$




الحل

i- في حالة السكون ستكون القوى في حالة توازن وعليه سيكون

$$T - mg = 0$$

$$T - 400 \times 10 = 0$$

$T = 4000N$ وهي تمثل قوة الشد في الاسلاك.

Ii مرة أخرى ، يجب أن تكون القوات على المصعد في حالة التوازن لأنه يتحرك بسرعة ثابتة ، وبالتالي فإن التوتر هو 4000 N

Iii محصلة القوى للاعلى ستكون $T - mg$ وعليه ستكون معادلة القوة هي

$$T - mg = ma$$

$$T - 400 \times 10 = 400 \times 0.8$$

$$T - 4000 = 320$$

$$T = 4320$$

Ivالحالة الاخيرة وهي الى الاسفل $T - mg = ma$

وبما ان الحركة الى الاسفل فان اشارة التعجيل ستكون سالبة وعليه

$$(T - 400 \times 10 = 400 \times (-0.6$$

$$T - 4000 = -240$$

$T = 3760$ وهي تمثل قوة الشد في الاسلاك