Yasser

Vectors
المتجهات

Resultant
المحصلة

- The sum of two or more vectors
  - For vectors in the same direction, add arithmetically.
  - For vectors in opposite directions, subtract arithmetically.
  - Two vectors that don't act in the same or opposite direction:
    - use parallelogram rule.
  - Two vectors at right angles to each other
    - use Pythagorean Theorem: $R^2 = V^2 + H^2$.

* يتم جمع الكميات المتجهة بالمحصلة: حيث:

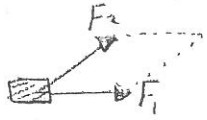
① اذا كان المتجهان في نفس الاتجاه نجمع الكميتان:

$\Rightarrow F_{net} = F_1 + F_2$

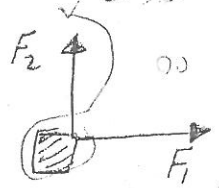
② اذا كان المتجهان متعاكسي الاتجاه نطرح الكميتان.

$\Rightarrow F_{net} = F_1 - F_2$

③ اذا كان المتجهان بينهما زاوية نستخدم قاعدة متوازي الاضلاع.



④ اذا كان المتجهان بينهما زاوية قائمة نستخدم نظرية فيثاغورس.

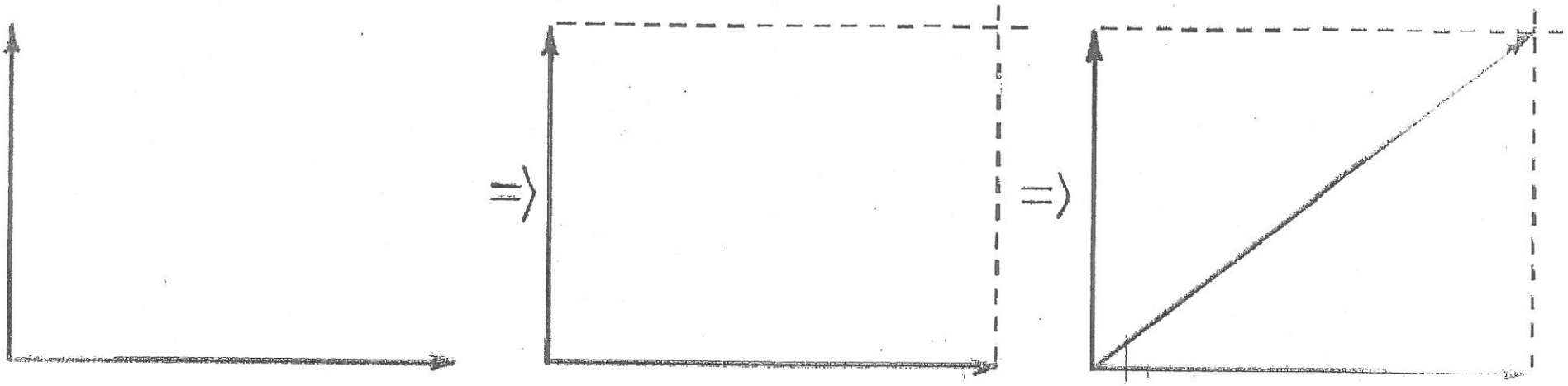


$\Rightarrow F_{net} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

$a^2 + b^2$

Parallelogram rule: Finding the resultant geometrically

متوازي الاضلاع — قاعدة — ايجاد — المحصلة — هندسياً



Generally applies for rectangular and nonrectangular vectors

عموماً — تطبق — ل — المستطيلة — او — الغير مستطيلة — المتجهات

* بشكل عام تطبق نظرية متوازي الاضلاع على المتجهات المستطيلة وغير المستطيلة

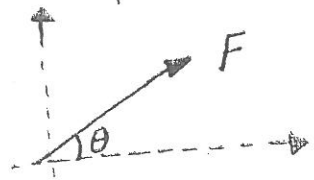
Vectors
المتجهات

Vector components
المتجه — مركبات

- Vertical and horizontal components of a vector are perpendicular to each other
  الرأسية — و — الافقية — المركبات — للمتجه — هي — متعامدة — لبعضها البعض
- Determined by resolution.
  تحدد — بـ — بالتحليل

* يقصد بمركبات المتجه جزئي المتجه الناتج عن تحليله
* لكل متجه مركبتين أفقية وعمودية بحيث تكونان متعامدتين على بعض
* يمكن حساب مركبتي المتجه من خلال تحليل المتجه.
* تحليل المتجه يعني تقسيم المتجه الى مركبتين بحيث:
① المركبة الافقية أو مركبة x.
② المركبة العمودية أو y.

* كيفية تقسيم المتجه (قابلة)

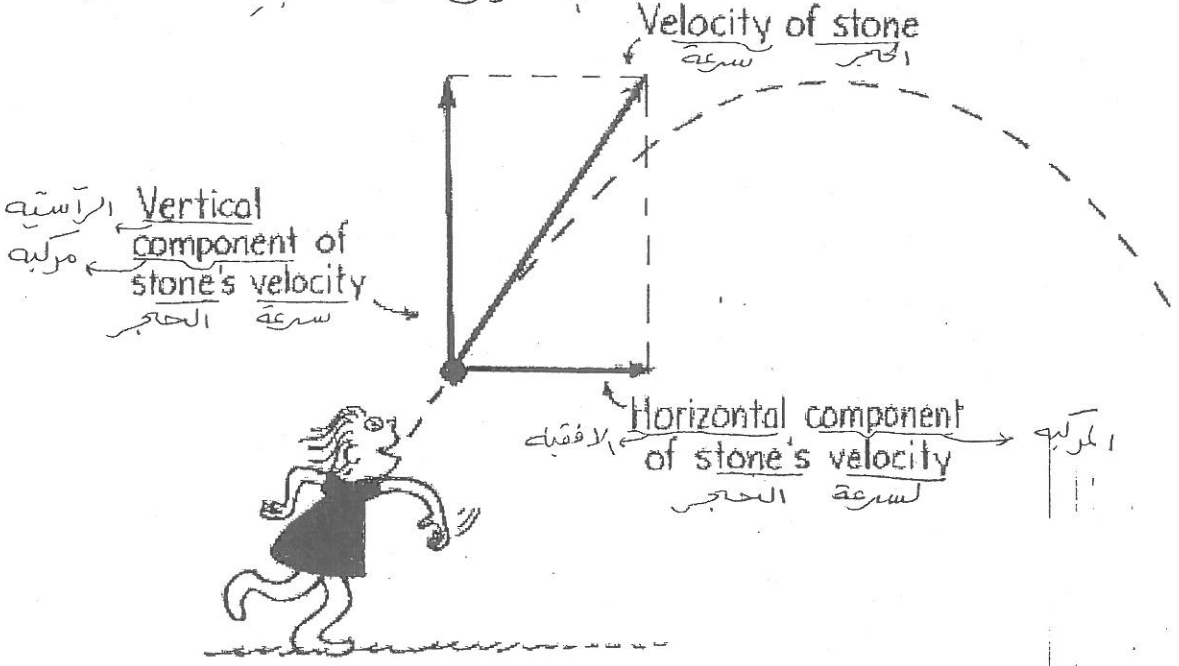


* ملاحظات: المركبة المجاورة للمتجه تكون بدلالة Cos θ

$$\Rightarrow F_x = F \cdot \cos\theta$$

* المركبة المقابلة للمتجه تكون بدلالة Sin θ

$$F_y = F \cdot \sin\theta$$

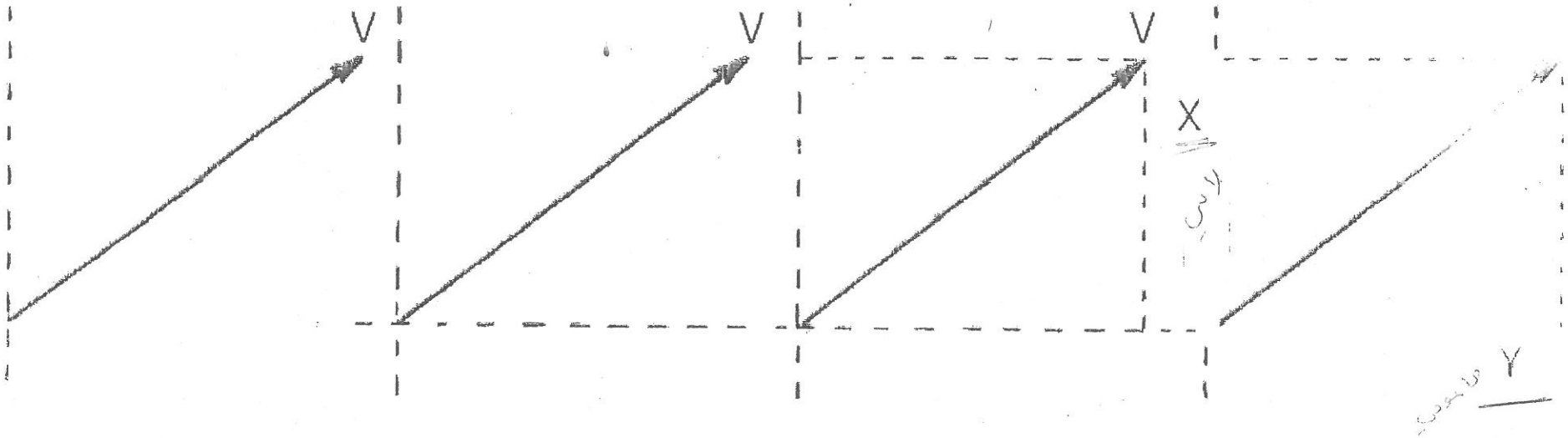


Finding vector components by ***resolution***

ايجاد المركبة مركبات بـ التحليل

Example:

مثال



Vectors
CHECK YOUR UNDERSTANDING

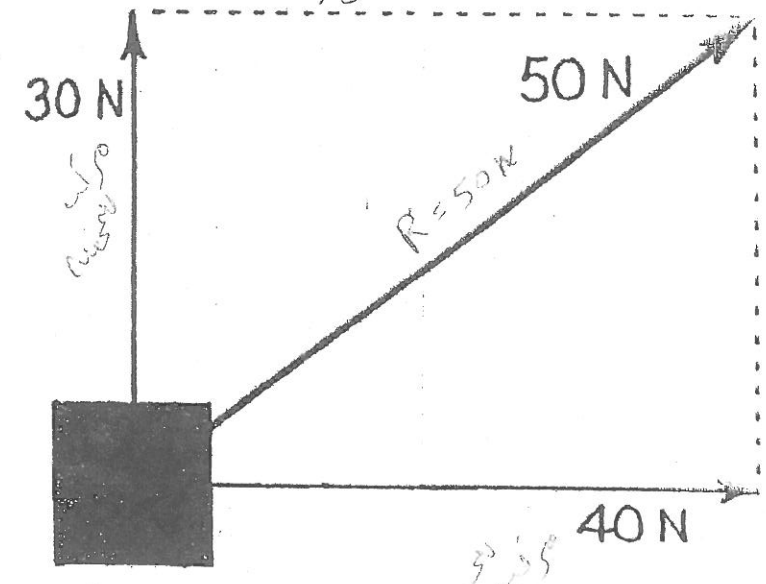
Referring to the figure, which of the following are true statements?

A. 50 N is the resultant of the 30- and 40-N vectors.

B. The 30-N vector can be considered a component of the 50-N vector.

C. The 40-N vector can be considered a component of the 50-N vector.

D. All of the above are correct.



Vectors
CHECK YOUR ANSWER

Referring to the figure, which of the following are true statements?

A. 50 N is the resultant of the 30- and the 40-N vectors.

B. The 30-N vector can be considered a component of the 50-N vector.

C. The 40-N vector can be considered a component of the 50-N vector.

D. **All of the above are correct.**

Vectors
CHECK YOUR UNDERSTANDING

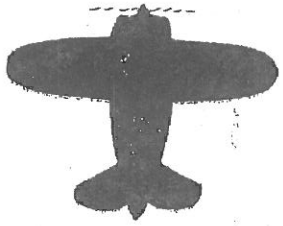
Referring to the figure, which of the following are true statements?

A. 100 km/h is the resultant of the 80- and 60-km/h vectors.

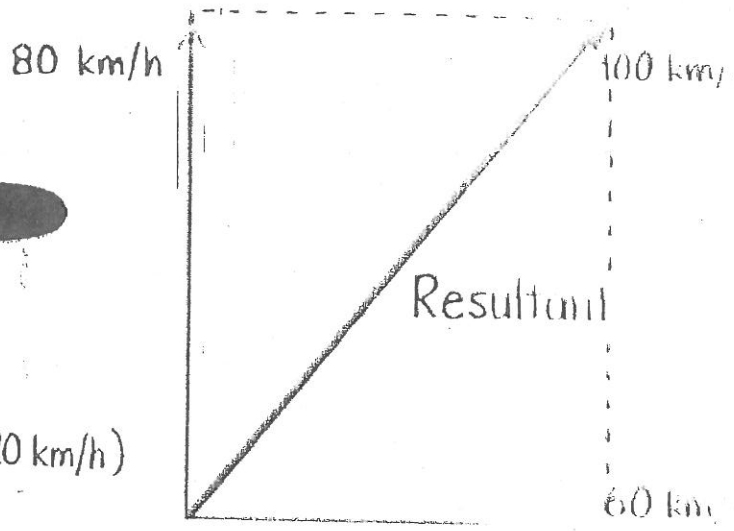
B. The 80-km/h vector can be considered a component of the 100-km/h vector.

C. The 60-km/h vector can be considered a component of the 100-km/h vector.

D. All of the above are correct.



(Scale: 1 cm = 20 km/h)



Vectors
CHECK YOUR ANSWER

Referring to the figure, which of the following are true statements?

A. 100 km/h is the resultant of the 80- and 60-km/h vectors.

B. The 80-km/h vector can be considered a component of the 100-km/h vector.

C. The 60-km/h vector can be considered a component of the 100-km/h vector.

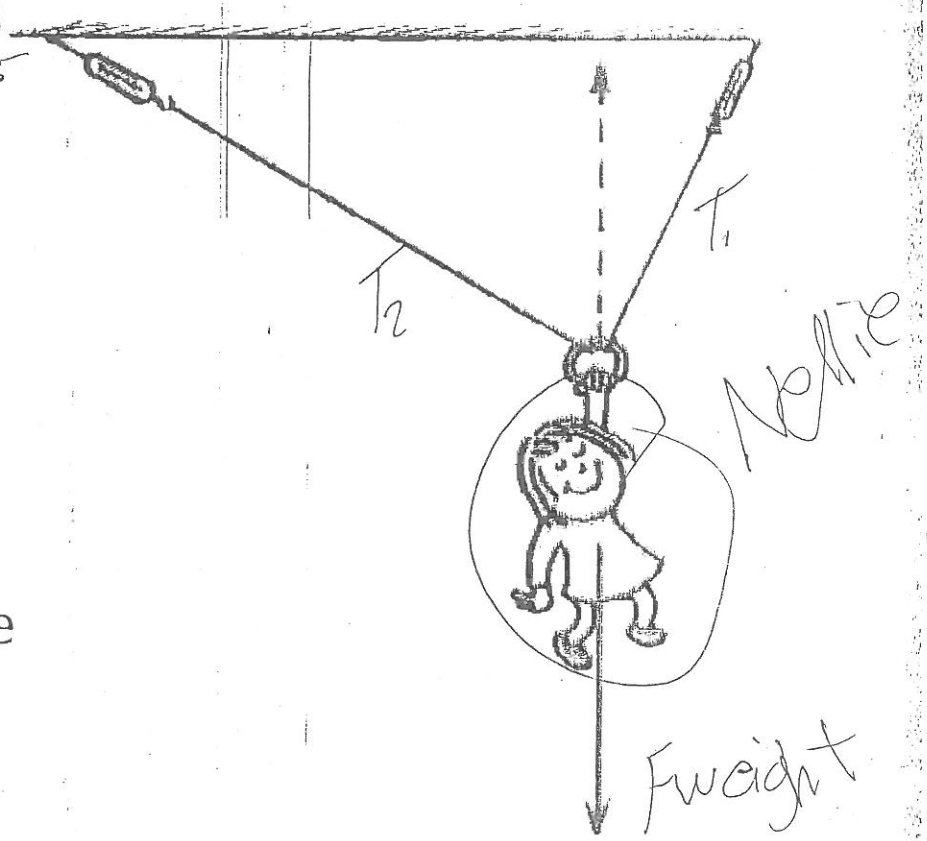
D. All of the above are correct.

Vectors

المتجهات

Nellie Newton hangs from a rope as shown.

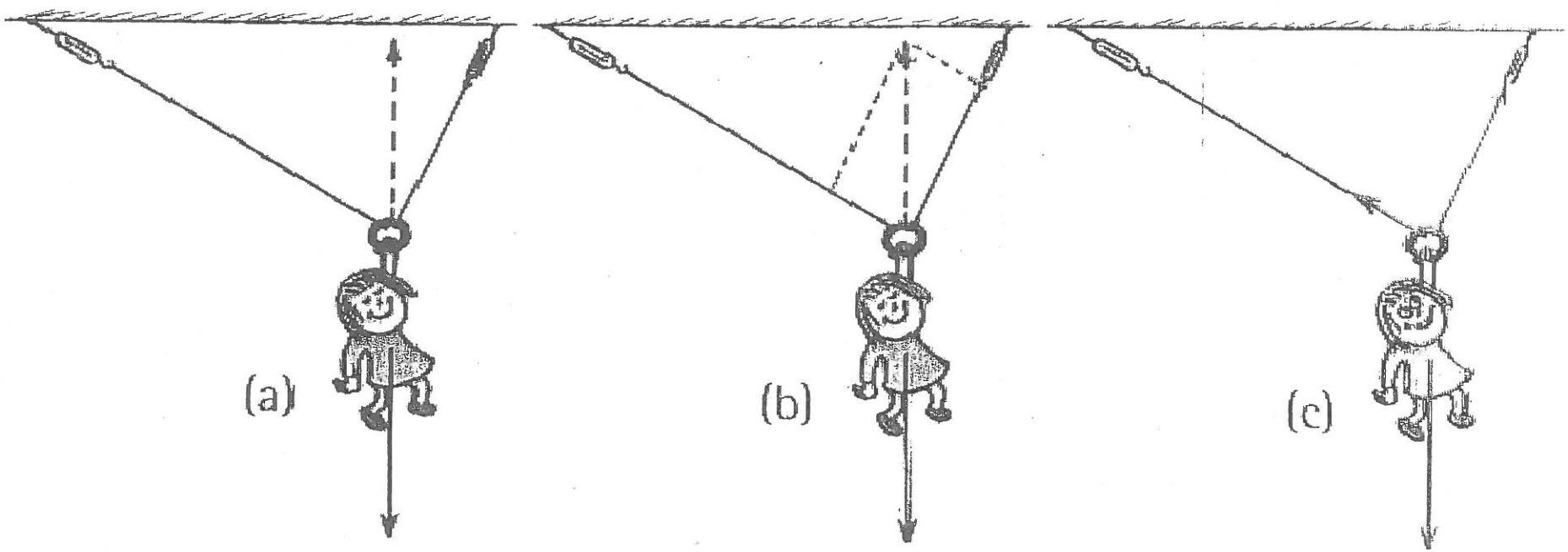
- Which side has the greater tension?
- There are three forces acting on Nellie:
  - her weight,
  - a tension in the left-hand side of the rope,
  - and a tension in the right-hand side of the rope.



Vectors

المتجهات

- Because of the different angles, different rope tensions will occur in each side.
- Nellie hangs in equilibrium, so her weight is supported by two rope tensions, adding vectorially to be equal and opposite to her weight.
- The parallelogram rule shows that the tension in the right-hand rope is greater than the tension in the left-hand rope.

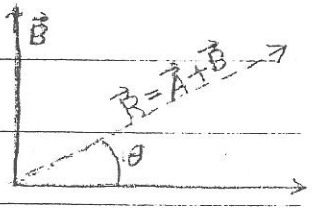


EXAMPLES:

أمثلة

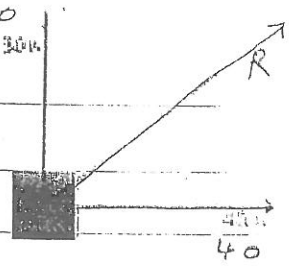
67. Adding two perpendicular vectors ($\vec{A}$) and ($\vec{B}$) gives a resultant ($\vec{R}$) with magnitude

A	$R = \sqrt{A^2 + B^2}$ ✓
B	$R = A^2 + B^2$
C	$R = \sqrt{A + B}$
D	$R = 1 / \sqrt{A^2 + B^2}$



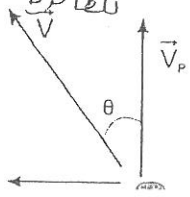
68. Two perpendicular forces, $F_1 = 40$ N and $F_2 = 30$ N, act on a brick. The magnitude of the net force (F_{net}) on the brick is:

A	70 N
B	50 N ✓
C	0 N
D	10 N



69. If an airplane heading north with speed $v_p = 400$ km/h faces a westbound wind (ريح نحو الغرب) of speed $v_A = 300$ km/h, the resultant velocity of the plane is:

A. 500 km/h, north-west ✓
B. 700 km/h, north-east
C. 500 km/h, north-east
D. 700 km/h, north-west



* يقصد بالحركة الخطية: حركة الجسم في خط مستقيم.
* مقدار السرعة (speed): هي كمية قياسية تطلب مقدارًا فقط لوصف سرعة الجسم.
* حسابيًا: $speed = \frac{d\ (\text{المسافة})}{t\ (\text{الزمن})}$

Linear Motion
الحركة الخطية

مقدار السرعة
Speed = scalar quantity requiring magnitude only to describe how fast a body is.
كمية قياسية تتطلب مقدار فقط لوصف كبر سرعة الجسم

$$\text{Speed} = \frac{\text{distance}}{\text{time}}$$
(Speed: مقدار السرعة، distance: المسافة، time: الزمن)

Approximate Speeds in Different Units
مقارب — مقدار سرعة — في — مختلف — وحدات قياس

12 mi/h = 20 km/h = 6 m/s
25 mi/h = 40 km/h = 11 m/s
37 mi/h = 60 km/h = 17 m/s

* يمكن تقسيم ال (speed) الى:

① مقدار السرعة اللحظية: هي سرعة الجسم عند أي لحظة.

② متوسط مقدار السرعة:
* حسابيًا: $S_{avg} = \frac{d}{t}$ (متوسط مقدار السرعة = المسافة / الزمن)

* تقاس السرعة بوحدة (m/s).

① INSTANTANEOUS SPEED:
مقدار السرعة اللحظية
The speed at any instant of time
مقدار السرعة — في — أي — لحظة — من الزمن

② AVERAGE SPEED
متوسط — مقدار السرعة
Average speed is defined as
متوسط — مقدار السرعة — تعرف كـ

$$\text{Average speed} = \frac{\text{total distance covered}}{\text{time interval}}$$
(Average speed: متوسط مقدار السرعة، total distance covered: المسافة الكلية المقطوعة، time interval: الفترة الزمنية)

EXAMPLE:

حصان مسافة كيلومتر دقيقة

29. A horse gallops (يجري) a distance of 10 kilometers in 30 minutes. Its average speed is:

A	15 km/h		C	30 km/h	متوسط سرعة مقدار
B	20 km/h ✓		D	40 km/h	

* السرعة المتجهة [Velocity]:
وهي كمية متجهة (تتطلب) مقداراً واتجاه. لذلك فهي تصف مقدار السرعة واتجاهها.

* يمكن تقسيم السرعة المتجهة الى:
① سرعة متجهة ثابتة
وهي تعني حركة الجسم انها تتحرك مستقيم وبمقدار سرعة ثابتة.
② سرعة متجهة متغيرة: وهي تتغير اذا تغير
P - مقدارها (speed)
ب - اتجاهها (direction)
ج - كلاهما (both)

Velocity
السرعة المتجهة

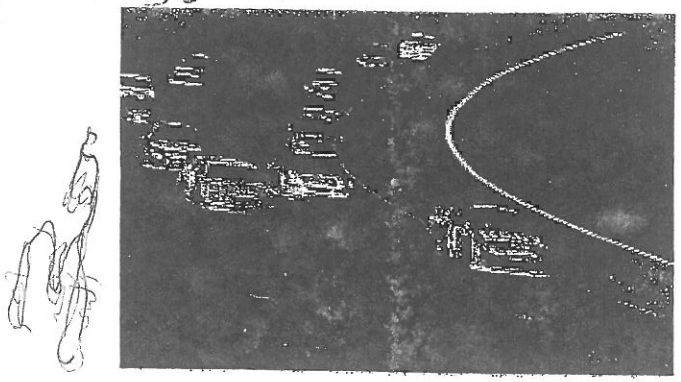
Velocity ≡ vector quantity requiring magnitude & direction. It describes *how fast* and in *what direction*.
متجهة كمية تتطلب مقدار اتجاه تصف كم السرعة و في اي اتجاه

①CONSTANT VELOCITY:
الثابتة السرعة المتجهة

Means motion in straight line at a constant speed.
تعني الحركة في مستقيم خط ثابتة مقدار السرعة

②CHANGING VELOCITY:
تغير السرعة المتجهة

If *either* the speed or the direction (*or both*) changes, then the velocity changes.
اذا اي منها مقدار السرعة او الاتجاه او كلاهما تغير بعد ذلك السرعة المتجهة تتغير



Acceleration

التسارع

Acceleration ≡ Is the change in velocity per unit time.

التسارع هو التغير في السرعة المتجهة لكل وحدة الزمن

$$\text{average acceleration} = \frac{\text{change in velocity (or speed)}}{\text{elapsed time}}$$

متوسط التسارع = التغير في السرعة المتجهة (أو السرعة) / الزمن المنقضي

$$= \frac{\text{final velocity} - \text{initial velocity}}{\text{time}}$$

السرعة النهائية − السرعة الابتدائية / الزمن

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_f - v_i}{t}$$

التسارع a = التغير في السرعة Δv / الزمن t = (السرعة النهائية v_f − السرعة الابتدائية v_i) / الزمن t

$$\Delta v = at$$

Dimensions: Length/Time^2 ([L]/[T^2]), Units: m/s^2, km/h^2, ft/min^2, etc ..

أبعاد التسارع: طول / زمن^2 ([L]/[T^2])، وحدات قياسية

* التسارع: هو التغير في الـ (Velocity) في وحدة الزمن.
* لذا يحدث التسارع اذا تغير:
  - أ- مقدار السرعة
  - ب- اتجاه السرعة
  - ج- كلاهما.
* يقاس التسارع بوحدة (m/s^2). أو مقدار السرعة
* يحدث التسارع الموجب اذا تزايدت السرعة
* يحدث التسارع السالب اذا تناقصت السرعة.

$$\Rightarrow a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

EXAMPLE:

مثال

A dragster starts from rest (velocity = 0 ft/s) and attains a speed of 150 ft/s in 10.0 s. Find its acceleration.

Data:

المعطيات

$$\Delta v = 150 \text{ ft/s} - 0 \text{ ft/s} = 150 \text{ ft/s}$$

$$t = 10.0 \text{ s}$$

$$a = ?$$

Basic Equation:

المعادلة الاساسية

$$\Delta v = at$$

Working Equation:

معادلة الشغل

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

Substitution:

التعويض

$$a = \frac{150 \text{ ft/s}}{10.0 \text{ s}}$$

$$= 15.0 \frac{\text{ft/s}}{\text{s}} \text{ or } 15.0 \text{ feet per second per second}$$

قدم ثانية ثانية

$\Delta V = at$

$a = \frac{\Delta V}{T}$

$a = \frac{V_f - V_i}{T}$

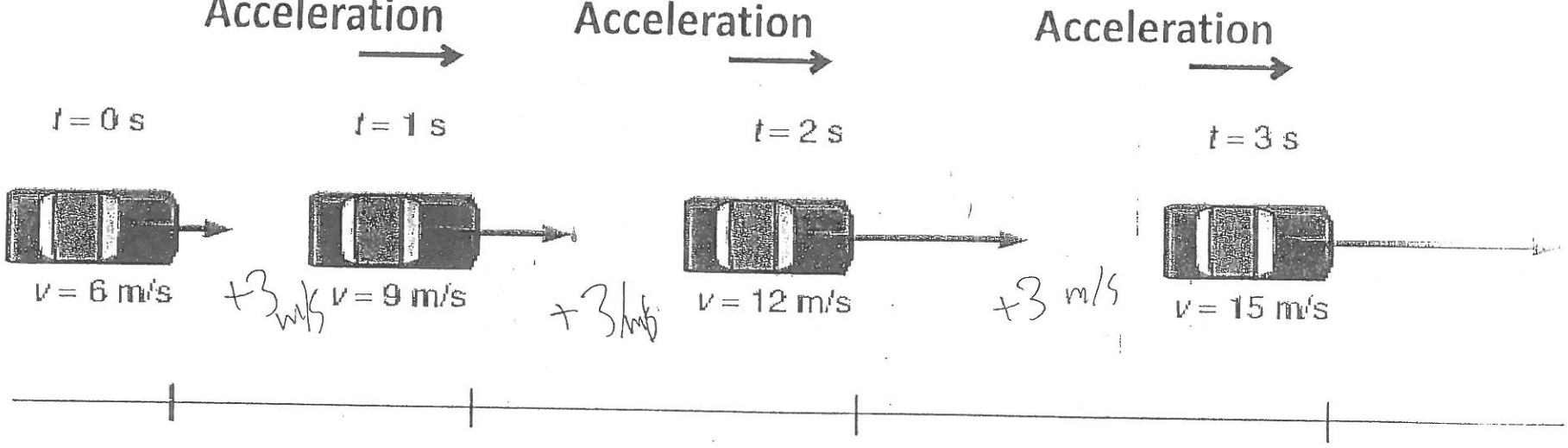
$a = \frac{150 - 0}{10}$

$a = \frac{150}{10}$

15 ft/s^2

Acceleration

التسارع



This car is speeding up with a constant acceleration. Note how the distance covered as the velocity change during each time interval.

هذه تتزايد سرعتها بثابت تسارع

السرعة تتغير خلال الزمن كل فترة كيف لاحظ المسافة المقطوعة

* عندما تتزايد السرعة بانتظام فإن :
أ - التسارع ثابت (Constant accelaration) أي تزايد بمعدل ثابت
ب - اتجاه السرعة والتسارع في نفس الاتجاه.
ج - المسافة المقطوعة كل ثانية تزداد.
د - التسارع موجب

EXAMPLE:
مثال

A car accelerates from 45 km/h to 80 km/h in 3.00 s. Find its acceleration (in m/s^2)
سيارة تتسارع من آوجد تسارعها

Data:
المعطيات

$$\Delta v = 80 \text{ km/h} - 45 \text{ km/h} = 35 \text{ km/h}$$
$$t = 3.00 \text{ s}$$
$$a = ?$$

$\frac{35}{3} \times \frac{1000}{3600}$

km/h نحول إلى m/s^2

Basic Equation:
المعادلة الأساسية

$$\Delta v = at$$

Working Equation:
معادلة الشغل

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

Substitution:
التعويض

$$a = \frac{35 \text{ km/h}}{3.00 \text{ s}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$
$$= 3.2 \text{ m/s}^2$$

Note the use of the conversion factors to change the units km/h/s to m/s^2.
استخدام لتحويل معاملات التحويل لتغيير وحدات القياس

EXAMPLE:

A plane accelerates at 8.5 m/s^2 for 4.5 s. Find its increase in speed (in m/s).

طائرة تتسارع آوجد زيادتها في مقدار السرعة

Data:
المعطيات

$$a = 8.5 \text{ m/s}^2$$

$$t = 4.5 \text{ s}$$

$$\Delta v = ?$$

Basic Equation:
الاساسية المعادلة

$$\Delta v = at$$

Working Equation: Same
الشكل معادلة

Substitution:
التعويض

$$\Delta v = (8.5 \text{ m/s}^2)(4.5 \text{ s})$$

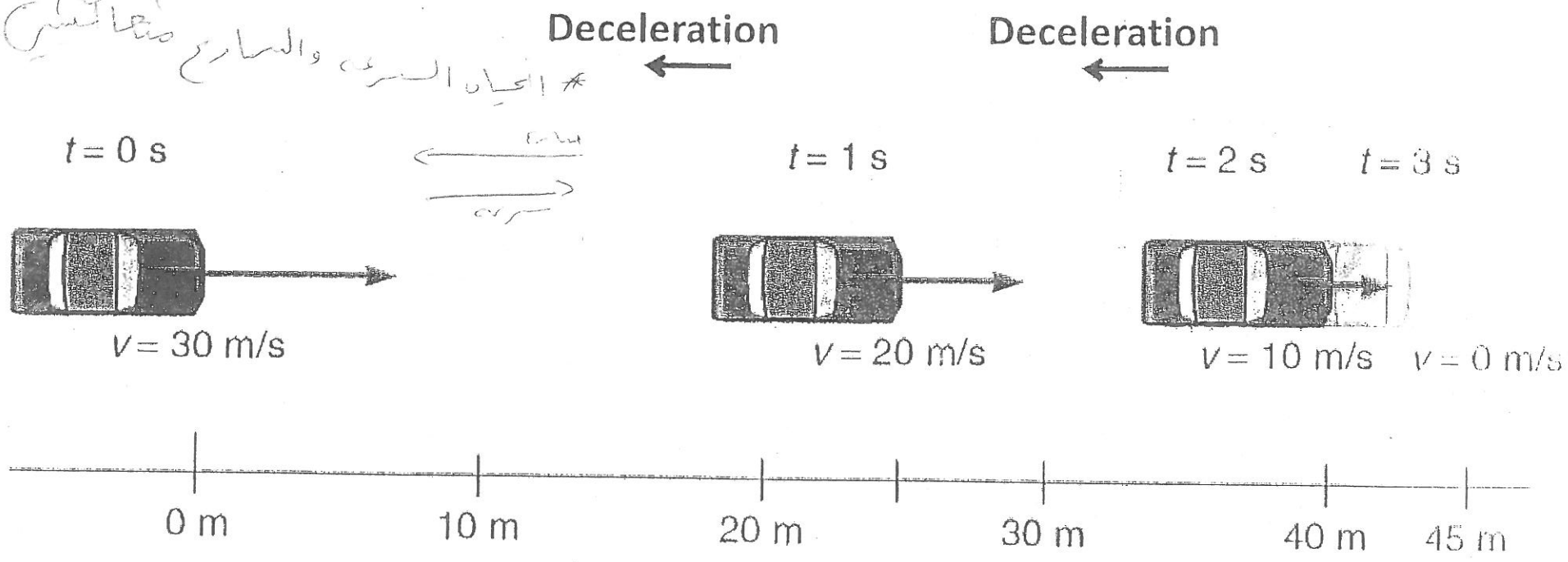
$$= 38 \text{ m/s}$$

$$\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \text{s} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Deceleration

التباطؤ

* احياناً السرعة والسارع متعاكسين



This car is slowing down with a constant acceleration of $-10\ m/s^2$. Note how the distance covered and the velocity change during each unit of time interval.

السيارة تتباطأ بتسارع ثابت لاحظ كيف هذه المسافة المقطوعة و السرعة تتغير خلال كل وحدة من الفترة الزمنية

* عندما تتناقص السرعة بانتظام فإن :

ب- احد السرعة والتسارع مثالين.
ج- المسافة المقطوعة كل ثانية تقل
د- التسارع سالب.

EXAMPLE:

مثال

A driver steps off the gas pedal and coasts at a rate of $-3.00\ m/s^2$ for 5.00 s. Find the driver's new speed if she was originally traveling at a velocity of 20.0 m/s. (The negative acceleration indicates that the acceleration is in the opposite direction of the velocity; that is, the object is slowing down.)

السائق رفع/زال دواسة البنزين و هبط بمعدل $-3.00\ m/s^2$ لمدة 5.00 s. أوجد السائق السرعة الجديدة إذا سرعة أصلاً تسوم على سرعة 20.0 m/s. السالب التسارع يوضح أن التسارع في العكس الاتجاه السرعة الجسم تباطأ التسارع

Data:

المعطيات

$$a = -3.00\ m/s^2$$

$$t = 5.00\ s$$

$$v_i = 20.0\ m/s$$

Basic Equation:

الأساسية المعادلة

$$\Delta v = at$$

$$v_f - v_i = at$$

Working Equation:

الشكل معادلة

$$v_f = v_i + at$$

Substitution:

التعويض

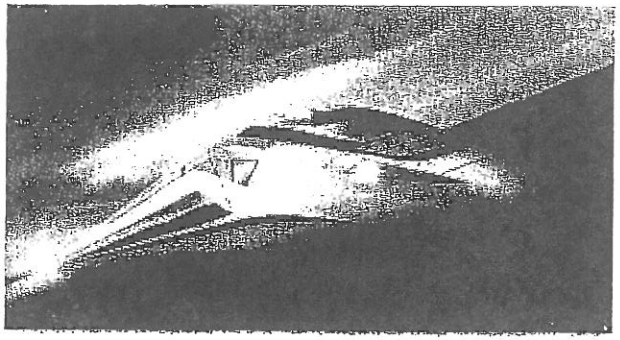
$$v_f = 20.0\ m/s + (-3.00\ m/s^2)(5.00\ s)$$

$$= 5.0\ m/s$$

هذا تمثيل لحركه قطار , انتقل من نقطة بداية الى نقطة نهايته

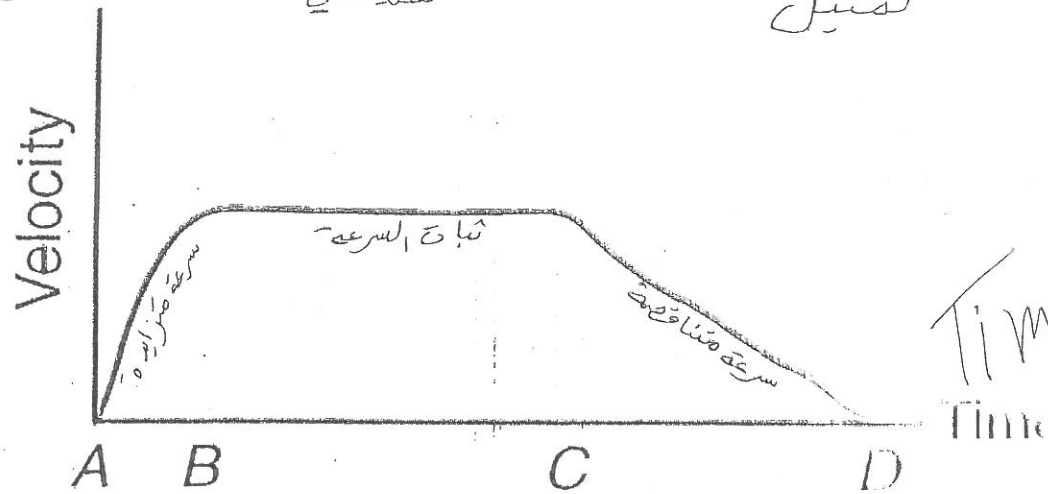
Acceleration as a vector: *geometrical representation*

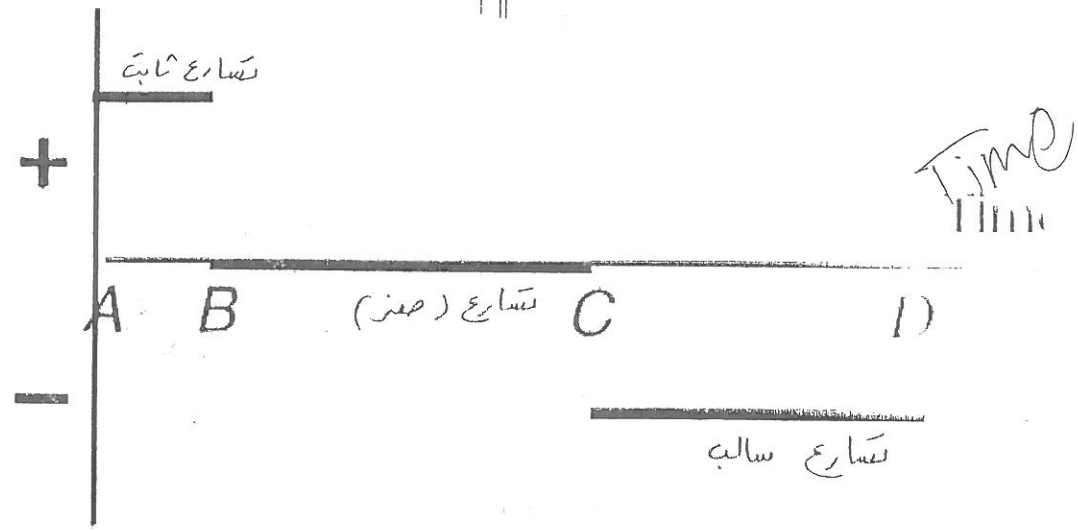
التسارع كـ متجه هندسي تمثيل



Motion of a high-speed train going from one station to another. When the speed increases, the acceleration is positive. When the speed is constant, the acceleration is zero. When the speed decreases, the acceleration is negative.

حركه سرعته عاليه قطار يسير
من الى امامي
عندما تتزايد التسارع موجب
ثابته صفر
تتناقص التسارع سالب

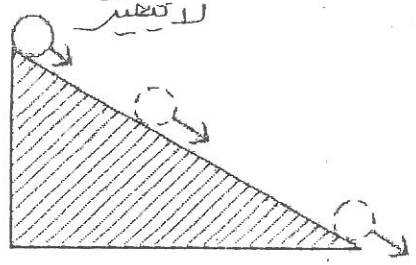




Uniformly accelerated motion and free fall

Characterized by the constant acceleration ⇒ its direction & magnitude are unchanging.

EXAMPLES:



(a) Speed increasing on downward slope

ACCELERATED MOTION:

Equations for motion in straight line with constant acceleration:

1. $v_{avg} = \frac{v_f + v_i}{2}$
2. $a = \frac{v_f - v_i}{t}$
3. $v_f = v_i + at$
4. $s = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$
5. $s = \frac{1}{2}(v_f + v_i)t$
6. $2as = v_f^2 - v_i^2$

where

s = displacement
v_{avg} = average velocity
v_f = final velocity
a = constant acceleration
v_i = initial velocity
t = time

Displacement is a vector pointing from the initial to the final position and with magnitude equals the shortest distance between the initial and final position

EXAMPLE:

The average velocity of a rolling freight car is 2.00 m/s. How long does it take the car to roll 15.0 m?

Data:

$$s = 15.0 \text{ m}$$

$$v_{avg} = 2.00 \text{ m/s}$$

$$t = ?$$

Basic Equation:

$$s = v_{avg}\, t$$

Working Equation:

$$t = \frac{s}{v_{avg}}$$

Substitution:

$$t = \frac{15.0 \text{ m}}{2.00 \text{ m/s}}$$

$$= 7.50 \text{ s}$$

$$\frac{\text{m}}{\text{m/s}} = \text{m} \div \frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{m} \times \frac{\text{s}}{\text{m}} = \text{s}$$

EXAMPLE: A train slowing to a stop has an average acceleration of $-3.00\ m/s^2$. [Note that a minus (−) acceleration is commonly called deceleration, meaning that the train is slowing down.] If its initial velocity is 30.0 m/s, how far does it travel in 4.00 s?

Data:

$$a = -3.00\ m/s^2$$

$$v_i = 30.0\ m/s$$

$$t = 4.00\ s$$

$$s = ?$$

Basic Equation:

$$s = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

Working Equation: Same

Substitution:

$$s = (30.0\ m/s)(4.00\ s) + \frac{1}{2}(-3.00\ m/s^2)(4.00\ s)^2$$

$$= 120\ m - 24.0\ m$$

$$= 96\ m$$

Free Fall

* يقصد بالسقوط الحر: أن يتحرك الجسم بحيث أن تكون القوة الوحيدة المؤثرة عليه هي الجاذبية الأرضية. لذلك يهمل الاحتكاك مع الهواء.

When acceleration a = g = 9.8 m/s^2 — **free fall**

* لذلك فإن تسارع الجسم الساقط حرّاً يساوي (9.8).

- Acceleration is g when *air resistance is negligible.*
- Acceleration depends on force (weight) and inertia.

* وبما أن السقوط الحر حركة بخط مستقيم فإننا نطبق المعادلات السابقة مع استبدال [a→g]

A ball falls with constant acceleration $a = g = 9.82\ m/s^2$ with the speed and the distance traveled calculated at the given times. Because the ball was dropped, $v_i = 0$ and the formulas for v_f and s are shown simplified. Note how the velocity and the distance traveled increase during each successive time interval.

Time	Distance Traveled	Speed
	$s = \frac{1}{2}at^2$	$v_f = at$
$t = 0$	0 m	0 m/s
$t = 1.00$ s	$s = \frac{1}{2}(9.80\ m/s^2)(1.00\ s)^2$	$v_f = (9.80\ m/s^2)(1.00$
	$s = 4.90$ m	$v_f = 9.80$ m/s
$t = 2.00$ s	$s = \frac{1}{2}(9.80\ m/s^2)(2.00\ s)^2$	$v_f = (9.80\ m/s^2)(2.00$
	$s = 19.6$ m	$v_f = 19.6$ m/s
$t = 3.00$ s	$s = \frac{1}{2}(9.80\ m/s^2)(3.00\ s)^2$	$v_f = (9.80\ m/s^2)(3.00$
	$s = 44.1$ m	$v_f = 29.4$ m/s
$t = 4.00$ s	$s = \frac{1}{2}(9.80\ m/s^2)(4.00\ s)^2$	$v_f = (9.80\ m/s^2)(4.00$
	$s = 78.4$ m	$v_f = 39.2$ m/s

$s = v_i t + \frac{1}{2}at$

$v_f = v_i + at$

* v_i usually = zero

$g = 9.8$ >

Non-Free Fall

السقوط الحر غير

* يقصد بالسقوط الغير حر: أن يسقط الجسم مع اعتبار احتكاكه مع الهواء.
* لذلك فإن تسارع الجسم الساقط غير حر يكون أقل من تسارع الجاذبية الأرضية (g).

When acceleration of fall is less than g, non-free fall

عندما التسارع للسقوط أقل من غير حر سقوط

- occurs when air resistance is non-negligible.

يحدث عندما الهواء مقاومة غير مهملة

- depends on two things:

يعتمد على شيئين

- speed and

مقدار السرعة

- frontal surface area.

مساحة سطح المقدمة

* تعتمد قوة احتكاك الجسم مع الهواء على: [resistans force]

أ) سرعة سقوط الجسم. فكلما زادت السرعة زادت قوة الاحتكاك.

ب) مساحة السطح المواجهة (الأمامي) مع الهواء.

* أثناء سقوط الجسم تزداد سرعته لذلك تزداد قوة الاحتكاك مع الهواء. وسيستمر ذلك إلى أن تصبح قوة الاحتكاك مساوية للوزن وعند ذلك تصبح محصلة القوة تساوي صفر أي [$\sum F = 0, a = 0$]

* وبما أن التسارع صفر. لذلك فإن سرعة الجسم تكون ثابتة (حدية) وتسمى (terminal speed)

Terminal speed

النهائية مقدار السرعة

- occurs when acceleration terminates (when air resistance equals weight and net force is zero).

تحدث عندما التسارع $a = 0$ عندما مقاومة تساوي وزن الجسم محصلة القوى صفر

* يقصد بـ [terminal Velocity] سرعة الجسم الحدية مع ذكر الإتجاه.

Terminal velocity

النهائية السرعة المتجهة

- same as terminal speed, with direction implied or specified.

مثل النهائي مقدار السرعة مع اتجاه معنى أو موصوف

$$ma = F_{net} = Mg - R \qquad a = g - \frac{R}{m}$$

Yassen Al-Ionini

EXAMPLE:

A rock is thrown straight down from a cliff with an initial velocity of 10.0 ft/s. Its final velocity when it strikes the water below is 310 ft/s. The acceleration due to gravity is 32.2 ft/s^2. How long is the rock in flight?

Data:

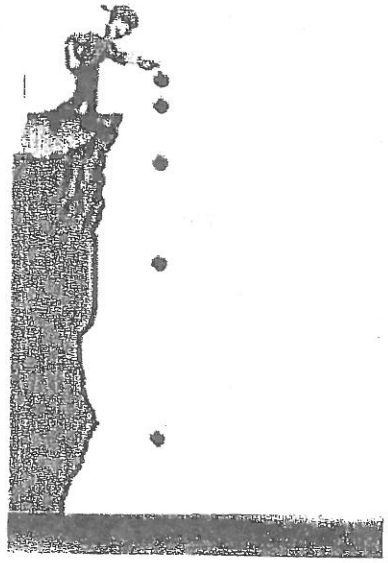
$v_i = 10.0$ ft/s

$a = 32.2$ ft/s^2

$v_f = 310$ ft/s

$t = ?$

Note the importance of listing all the data as an aid to finding the basic equation.



Basic Equation:

$v_f = v_i + at$ or $a = \dfrac{v_f - v_i}{t}$ (two forms of the same equation)

Working Equation:

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}$$

$v_f = v_I + at$

$at = v_f - v_i$

$t = \dfrac{v_f - v_I}{a}$

Substitution:

$$t = \frac{310 \text{ ft/s} - 10.0 \text{ ft/s}}{32.2 \text{ ft/s}^2}$$

$$= \frac{300 \text{ ft/s}}{32.2 \text{ ft/s}^2}$$

$$= 9.32 \text{ s}$$

$$\frac{\text{ft/s}}{\text{ft/s}^2} = \frac{\text{ft}}{\text{s}} \div \frac{\text{ft}}{\text{s}^2} = \frac{\text{ft}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{s}^2}{\text{ft}} = \text{s}$$

* عند قذف الجسم لأعلى فإن سرعته تقل حتى تصبح صفر عند أقصى ارتفاع ثم تبدأ بالزيادة أثناء السقوط

When an object is thrown vertically upward, its speed is uniformly decreased by the force of gravity until it stops for an instant at its peak before falling back to the ground.

عندما الجسم يرمى رأسيا للأعلى سرعته بانتظام تقل بسبب قوة الجاذبية حتى يتوقف لـ لحظة عند القمة قبل سقوطه راجعا الى الأرض

EXAMPLE:

A ball is thrown vertically upward with initial speed 1 m/s, determine the time for it to reach the highest altitude.

كرة رميت رأسيا للأعلى بـ مقدار سرعة ابتدائي آوجد الزمن لـ الوصول آقصى ارتفاع

$V_f = V_i + a\,t$

$V_f = 0\ m/s$

$V_i = 1\ m/s$

$a = -g = -9.8\ m/s^2$

$t = ?$

$t = [\,V_f - V_i\,] / a$

$= [0 - 1m/s] / (-9.8m/s^2)$

$= 0.1\ s$

Final velocity at top of the path, $V_f = 0$

السرعة النهائية في القمة المسار

V_i = given

V_f = zero

للأعلى للجركة

For upward motion take $g = -9.8\ m/s^2$ (negative) سالبة

and for downward motion take $g = 9.8\ m/s^2$ (positive) موجبة

خذ الحركة للأسفل

$g = +9.8\ m/s^2$

Upward

Downward

V_i

ملاحظة: أثناء الصعود وكذلك أثناء السقوط وكذلك عند أقصى إرتفاع فإن تسارع الجسم يكون ثابتا ويساوي 9.8

a = أثناء الصعود ($g = -9.8$) *

أثناء الهبوط ($g = 9.8$) *

Force and Law of Inertia

القوة — قانون — القصور الذاتي

The force:

القوة

- Is a vector (has magnitude and direction).
- Is any push or pull.
- Tends to change the state of motion of an object.
- Tends to produce acceleration in the direction of its application.
  - But, for instance, opposite and equal forces cancel each other, resulting in zero acceleration
- SI unit of force is Newton (N)
  - Conversion factor SI ↔ British system: 4.45 N = 1 lb

* القوة هي متجه له مقدار واتجاه .
* تعريف القوة : هي دفع أو سحب
* تعمل القوة على تغيير حالة الحركة للجسم
* تعمل على توليد تسارع للجسم في نفس اتجاهها (القوة) .
* وحدة قياس القوة في النظام الدولي هي نيوتن $[Kg \cdot \frac{m}{s^2}]$

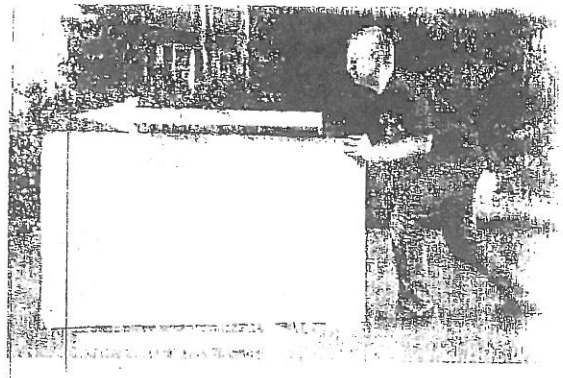


FIGURE 2.13
The pushing force and the frictional force cancel each other out, resulting in zero acceleration.

$[Kg \cdot m/s^2]$

* يرتبط القصور الذاتي مع قانون نيوتن الأول والذي يُسمى قانون القصور الذاتي.
* تعريف القصور الذاتي: هي خاصية المادة في ممانعة (مقاومة) تغيّر حالة الجسم الحركية.
فالجسم الساكن يرفض الحركة والجسم المتحرك يرفض التوقف.
* نص قانون نيوتن الأول: الجسم الذي يكون في حالة السكون أو متحرك بسرعة متجهة ثابتة [من حيث المقدار والاتجاه] يميل للبقاء في هذه الحالة حتى تؤثر فيه قوة غير متزنة.

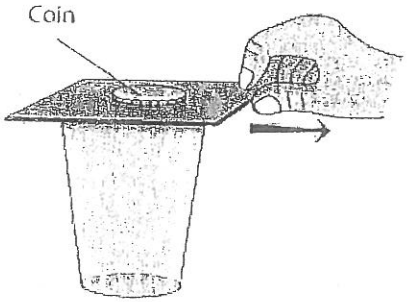
Inertia:
القصور الذاتي

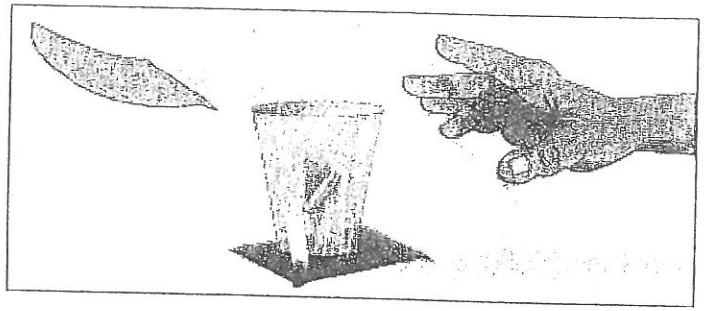
- is related to the Newton first law of motion which is also called the *law of inertia:* **a body at state of rest (speed = 0) or motion with constant velocity (constant speed in straight line) tends to remain at this state unless acted upon by an unbalanced force.** ⇒ Inertia is a property of matter to resist changes in motion.

* ملاحظة: يعتمد القصور الذاتي على مقدار المادة في الجسم [كتلته].

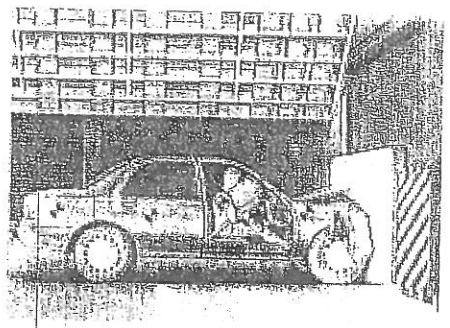
- depends on the amount of matter in an object (its *mass*).

* ماذا نتوقع من قانون نيوتن الأول:





The coin tends to remain at rest.



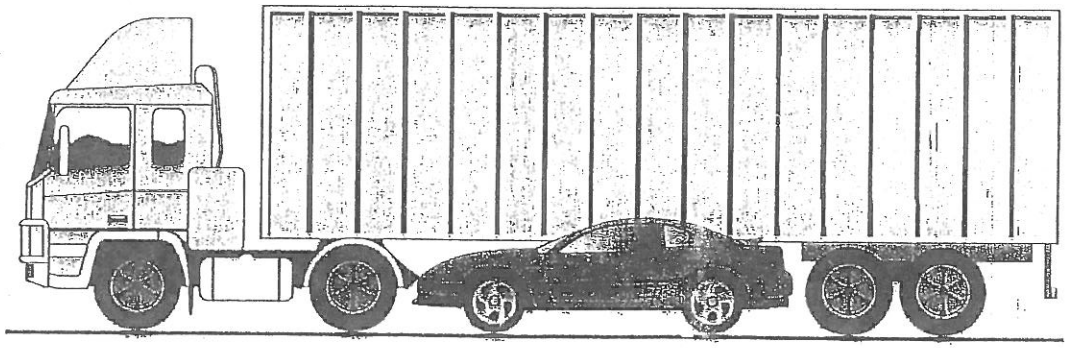
The car tends to continue moving.

أ- السرعة ثابتة
ب- المقدار صفر
$a = 0$
جـ- محصلة القوة على الجسم صفر
$\Sigma F = 0$
$F = 0$

* الكتلة: هي مقياس للقصور الذاتي . أو هي مقدار ما في الجسم من مادة .
* كلما زادت كتلة الجسم زاد القصور الذاتي . علاقة طردية
* تقاس الكتلة بوحدة (Kg) .
* الكتلة لا تعتمد على موقع الجسم فهي ثابتة لذلك كتلة الجسم على الأرض تساوي كتلته على القمر .

Mass:
الكتلة

- is a measure of the inertia:
  هي مقياس للقصور الذاتي
  - *The greater the mass of a body the greater is its resistance to motion*
    الأكبر الكتلة للجسم الأكبر المقاومة للحركة



كلما زادت الكتلة زادت مقاومة الجسم للحركة

A larger body (in mass) has a greater resistance to a change in its motion than does a smaller one.

* الوزن (Wight): هو مقدار قوة جذب الأرض للجسم .
* يعتمد الوزن على موقع الجسم .
* لحساب الوزن:

$$W = m \cdot g$$

W: الوزن — m: الكتلة — g: 9.8 gravity

* يقاس الوزن بوحدة نيوتن (N) .

- SI unit is: Kilogram (kg):
  في النظام الدولي — وحدة القياس — كيلوجرام
  - 1 kg = 0.0685 slug

* يُسمى قانون نيوتن الثاني بقانون التسارع.

Force and the Law of acceleration

القوة — قانون — التسارع

* حيث أنه عندما تؤثر محصلة قوة على جسم ما فإنها تتسبب له تسارع يتبع:

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

Newton second law (the law of acceleration):

نيوتن — الثاني — قانون — قانون — التسارع

$$F = m\,a$$

F ← محصلة القوة
m ← الكتلة
a ← التسارع

$F \equiv$ the total force. (الكلية — القوة)

$m \equiv$ mass. (الكتلة)

$a \equiv$ acceleration. (التسارع)

١- يتناسب التسارع مع القوة تناسب طردي
directly proportional

٢- يتناسب التسارع مع الكتلة تناسب عكسي.
Inversly proportionale.

* وحدة قياس القوة في النظام الدولي

$$\left(Kg \cdot \frac{m}{s^2}\right) \equiv \text{نيوتن}$$

$\Rightarrow$ SI unit of force = Newton (N)
(في النظام الدولي — وحدة قياس — القوة — نيوتن)

$\Rightarrow$ From Newton 2nd law: $1\ N = 1\ kg\ m/s^2$
(من — نيوتن — الثاني — قانون)

or in British system: $1\ lb = 1\ slug\ ft/s^2$.
(أو في النظام البريطاني)

In other metric system: $1\ dyne = 1\ g\ cm/s^2$.
(في آخر — متري — نظام)

$F = ma$ — constant

تناسب عكسي

$a \propto \frac{1}{m}$

$F \propto a$ — تناسب طردي

directly proportional

Inversely proportional

EXAMPLE:

What force is necessary to produce an acceleration of 6.00 m/s^2 on a mass of 5.00 kg?

Data:

$m = 5.00\ kg$

$a = 6.00\ m/s^2$

$F = ?$

Basic Equation:

$$F = ma$$

Working Equation: Same

Substitution:

$$F = (5.00\ kg)(6.00\ m/s^2)$$
$$= 30.0\ kg\ m/s^2$$
$$= 30.0\ N \quad (1\ N = 1\ kg\ m/s^2)$$

EXAMPLE:

What force is necessary to produce an acceleration of 2.00 ft/s^2 on a mass of 3.00 slugs?

Data:

$m = 3.00$ slugs

$a = 2.00$ ft/s^2

$F = ?$

Basic Equation:

$F = ma$

Working Equation: Same

Substitution:

$F = (3.00 \text{ slugs})(2.00 \text{ ft/s}^2)$

$= 6.00 \text{ slug ft/s}^2$

$= 6.00 \text{ lb} \qquad (1 \text{ lb} = 1 \text{ slug ft/s}^2)$

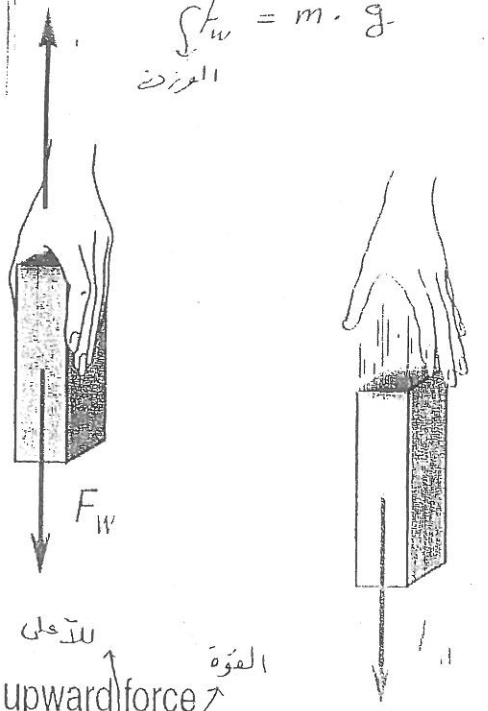
Gravity and weight

Weight:

- The force on an object due to gravity
- Scientific unit of force is the newton (N)
- Free fall $\Rightarrow$ acceleration due to gravity = g = 9.8 m/s^2. (g = 32.2 ft/s^2, British system).
- Newton second law: $F = m\,a$, for free fall, $a = g$, $F = F_W \Rightarrow$

$$F_W = mg$$

where F_W = weight
m = mass
g = acceleration due to gravity
g = 9.80 m/s^2 (earth, metric)
g = 32.2 ft/s^2 (earth, U.S.)



(a) The upward force of the hand equals the downward force of the weight.

(b) The downward force of the weight is now greater

EXAMPLE:

Find (أوجد) the weight (وزن) of 5.00 kg.

Data:

$$m = 5.00 \text{ kg}$$
$$g = 9.80 \text{ m/s}^2$$
$$F_w = ?$$

Basic Equation:

$$F_w = mg$$

Working Equation: Same

Substitution:

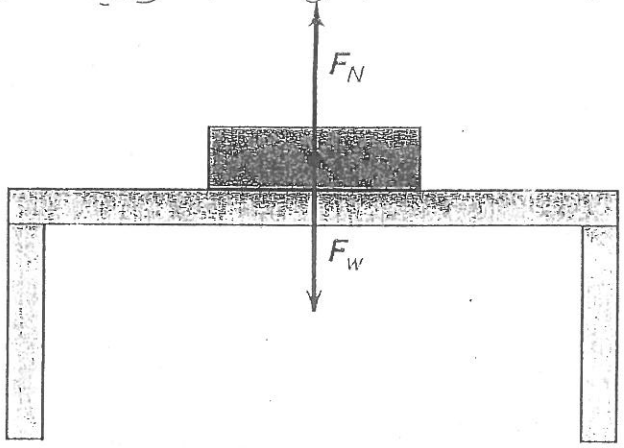
$$F_w = (5.00 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)$$
$$= 49.0 \text{ kg m/s}^2$$
$$= 49.0 \text{ N} \qquad (1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2)$$

WEIGHT VERSUS NORMAL FORCE

الوزن ضد العمودية القوة

When an object is in contact with a surface, a force is exerted on that object by the surface. This force, called a **normal force**, *is perpendicular to the contact surface.*

عندما الجسم في التماس مع السطح القوة تؤثر على ذلك الجسم السطح هذه القوة تسمى العمودية القوة معامدة التلامس سطح



* عندما يكون الجسم ملامسًا للسطح فإنه يضغط على السطح بوزنه لذلك فإن السطح يرد عليه بقوة تسمى القوة العمودية (normal force) وتكون معامدة لسطح التلامس.

* مقدار القوة العمودية (F_N) دائمًا مساوي للقوة الضاغطة على السطح.

Magnitude of F_N = magnitude of F_W

مقدار مقدار

EXAMPLE:

العمودية القوة $F_W = mg$ يقع على مستوى الطاولة

14. The normal force on a 2-kg book lying on a level table is:

على كتاب

A	1 N	C	10 N
B	2 N	D	20 N ✓

$F_W = mg$

$10 \times 2 = 20N$

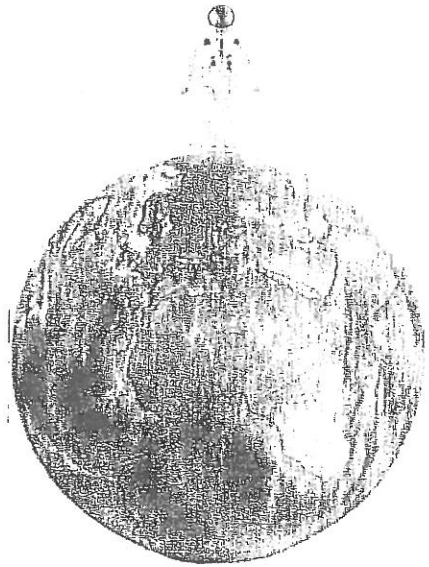
* مقارنة بين كتلة الجسم ووزنه على سطح الأرض وسطح القمر

MASS VERSUS WEIGHT

الكتلة الوزن

EXAMPLE: Astronaut mass = $m = 75.0$ kg

مثال فضائي / رجل فضاء كتلة



Near the earth's surface:

قرب الأرض سطح

- The acceleration due to gravity = $g = 9.80$ m/s^2

التسارع من خلال الجاذبية

- **The weight** =

الوزن

$$F_W = m\,g = (75.0\text{ kg})\,(9.80\text{ m/s}^2) = \mathbf{735\text{ N}}.$$

Near the moon's surface:

قرب القمر سطح

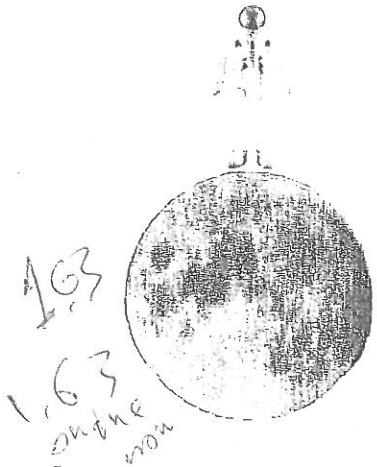
- The acceleration due to gravity = $g = 1.63$ m/s^2

التسارع من خلال الجاذبية الأرضية

- **The weight** =

الوزن

$$F_W = m\,g = (75.0\text{ kg})\,(1.63\text{ m/s}^2) = \mathbf{122\text{ N}}.$$



So mass remains the same, but the weight varies according to the gravitational pull ⇒ mass is a fundamental quantity.

لذلك الكتلة تبقى نفسها لكن الوزن يتغير وفقاً الجاذبية سحب الكتلة أساسية كمية

MASS VERSUS VOLUME

الكتلة ضد الحجم

Mass:

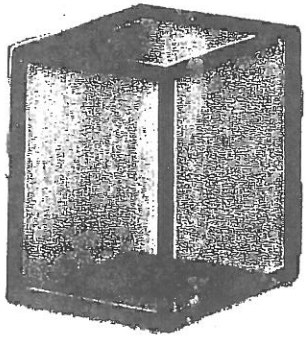
الكتلة

- The amount of inertia or material in an object.
  مقدار القصور الذاتي أو المادة في الجسم
- Units: **kg**
  وحدات القياس

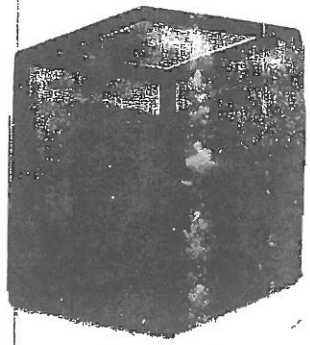
Volume:

الحجم

- Measures the space occupied by an object.
  يقيس الفضاء/حيز المشغول
- Units: **[Length]^3 ≡ m^3, cm^3, Liter (*L*), ft^3, ...**
  وحدات القياس — وحدة الطول — اللتر — قدم



Air هواء



Lead رصاص

Same *volumes* but different *masses*

نفس الحجم لكنه مختلفة كتل

*الكتلة هي:
مقدار القصور الذاتي.
أو
مقدار المادة في الجسم
*وحدة قياسها هي: [Kg].

*الحجم: هو مقدار
الحيز (الفضاء) الذي يشغله الجسم

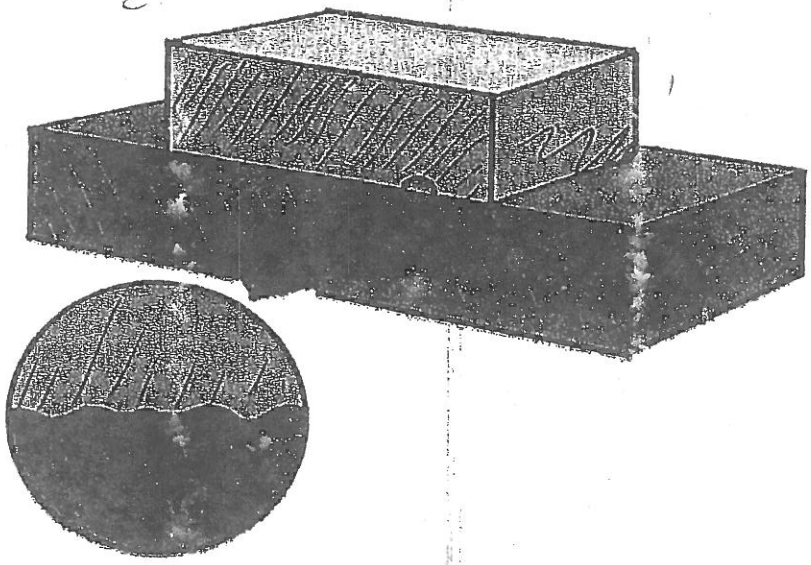
*وحدة قياسة هي:
[وحدة مكعبة للطول]
أي: m^3

*اذا تساوت الأجسام
في الحجم فهذا لايعني
تساويها في الكتلة.

Friction

الاحتكاك

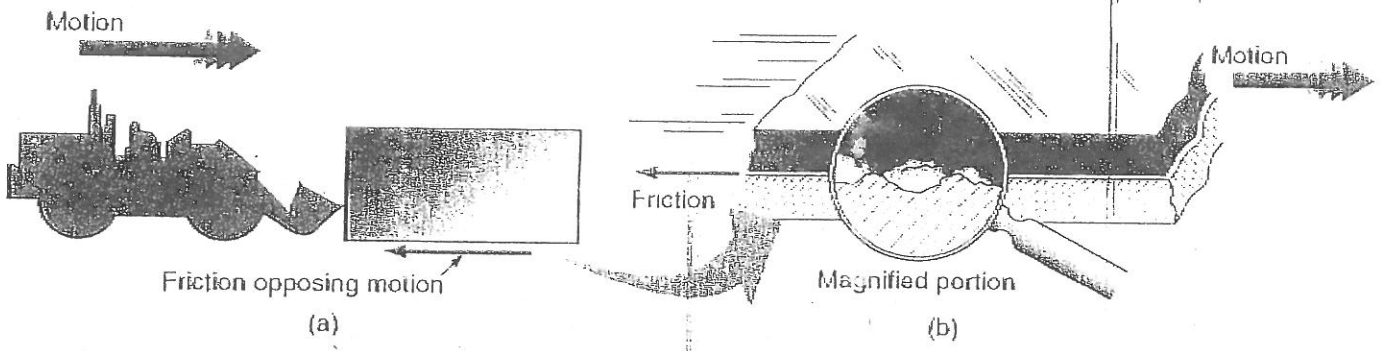
- is a force that resists the relative motion of two objects in contact.
- depends on the kinds of material and how much they are pressed together.
- is due to tiny surface bumps and to "stickiness" of the atoms on a material's surface.



Example: Friction between a crate on a smooth wooden floor is less than that on a rough floor.

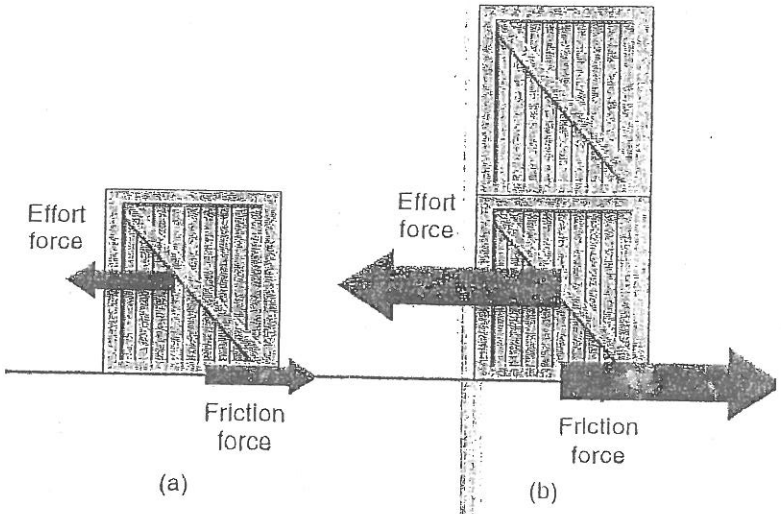
* الاحتكاك: هو القوة التي تقاوم الحركة النسبية للجسمين المتلامسين.
* يعتمد الاحتكاك على:
  ١- نوع المادتين.
  ب- مقدار القوة التي المادتين على بعض.
* سبب الاحتكاك هو:
  ١- نتوءات السطح الصغيرة
  ب- لزوجة ذرات السطح.
* قوة الاحتكاك قوة معيقة دائمة لذلك فإن اتجاهها عكس الحركة.

Friction



Friction resists motion of objects in contact with each other.
الاحتكاك يقاوم حركة الأجسام المتلامسة مع بعض

* الاحتكاك يقاوم حركة الأجسام المتلامسة مع بعض.



Friction increases as the force between the surfaces increases.
الاحتكاك يزداد كلما القوة بين السطوح يزداد

* يزداد الاحتكاك بزيادة القوة المضاغطة بين السطحين.

Friction

$F_f = \mu \cdot F_N$

* لحساب قوة الاحتكاك :
* كلما زاد μ زادت قوة الاحتكاك وكانت الأسطح أخشن .

The characteristics of friction can be described by the following equation:
خصائص الاحتكاك يمكن أن توصف بـ المعادلة التالية

$$F_f = \mu F_N$$

قوة الاحتكاك — معامل الاحتكاك — القوة العمودية

where F_f = frictional force (قوة الاحتكاك)

F_N = normal force (force perpendicular to the contact surface) (القوة العمودية / الطبيعية — قوة معامدة إلى التلامس سطح)

μ = coefficient of friction (معامل الاحتكاك)

Higher μ ⇒ two rough surfaces; smaller μ ⇒ two smooth surfaces (*not too smooth*)
العالي — خشنين السطحين — صغيرة — أملسين سطحين — ليسا — أملسين كثيراً

* الاحتكاك : هو قوة والتي دائماً تؤثر موازية لسطح التلامس وتعاكس اتجاه حركة الجسم .

- ***Friction is a force that always acts parallel to the surface in contact and opposite to the direction of motion.***
  الاحتكاك هو قوة والتي دائماً تؤثر موازية لـ السطح التلامس — معاكسة إلى اتجاه الحركة

* الاحتكاك يزداد كلما زادت قوة التضاغط بين السطحين .

- ***Friction increases as the force between the surfaces increases.***
  الاحتكاك يزداد كلما القوة بين السطوح ازدادت

* يمكن تقسيم الاحتكاك الى قسمين :
١- احتكاك سكوني بحيث :
$F_{f_s} = \mu_s \cdot F_N$
٢- احتكاك حركي بحيث :
$F_{f_K} = \mu_K \cdot F_N$
* ولأن الاحتكاك السكوني أكبر من الاحتكاك الحركي :
$F_{f_s} > F_{f_K}$
فإن :
$\mu_s > \mu_K$

Friction
الاحتكاك

Static friction:
The two surfaces are at rest relative to each other
$= \mu_s F_N$

kinetic friction:
The two surfaces are in relative motion
$= \mu_k F_N$

Coefficients of Friction (μ)
معاملات الاحتكاك

Material	Static Friction	Kinetic Friction
Hardwood on hardwood	0.40	0.25
Steel on concrete		0.30
Aluminum on aluminum	1.9	1.2
Rubber on dry concrete	2.0	1.0
Rubber on wet concrete	1.5	0.97

$\Rightarrow$ Static friction > Kinetic friction

dimensionless = unit less

Friction

الاحتكاك

* وبشكل عام فإنه لتقليل الاحتكاك:
① تستخدم أسطح ملساء.
② يستخدم التشحيم لتزويد شريحة رقيقة بين الأسطح.
③ يستخدم التفلون لتقليل الاحتكاك بشكل كبير بين الأسطح عندما يكون التشحيم غير مرغوب به.
④ استبدال الاحتكاك الانزلاقي بـ الاحتكاك الدوراني. كما هو في استخدام الدواليب.

In general, to reduce kinetic friction:
بشكل عام — لتقليل — الحركي — الاحتكاك

1. Use smoother surfaces.
استخدم — ملساء أكثر — أسطح

2. Use lubrication to provide a thin film between surfaces.
استخدم — التشحيم — لتزويد — شريحة رقيقة — بين — الأسطح

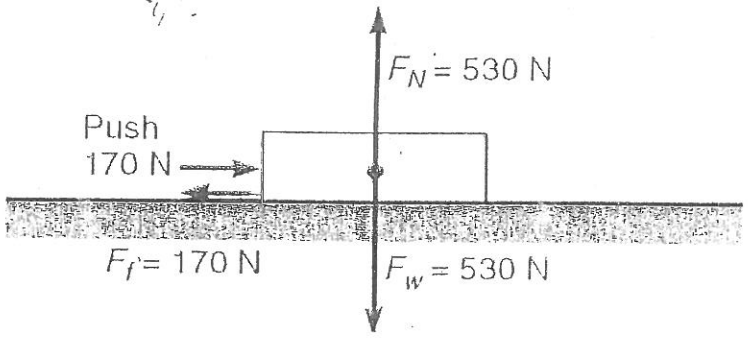
3. Use Teflon to greatly reduce friction between surfaces when an oil lubricant is not desirable, such as in electric motors.
استخدم — تفلون — كثيرًا — لتقليل — الاحتكاك — بين — الأسطح — عندما — زيت — التشحيم — غير — مرغوب — مثل — في — المحركات الكهربائية

4. Substitute rolling friction for sliding friction. (كما في استخدام الدواليب)
استبدل — الطوي — احتكاك — ل — الانزلاقي — الاحتكاك

EXAMPLE

A force of 170 N is needed to keep a 530-N wooden box sliding on a wooden floor. What is the coefficient of kinetic friction?

Sketch:



Data:

$$F_f = 170\ \text{N}$$
$$F_N = 530\ \text{N}$$
$$\mu = ?$$

Basic Equation:

$$F_f = \mu F_N$$

Working Equation:

$$\mu = \frac{F_f}{F_N}$$

Substitution:

$$\mu = \frac{170\ \text{N}}{530\ \text{N}}$$

$$= 0.32$$

Note that μ does not have a unit because the force units always cancel.

* القوة الكلية المؤثرة على الجسم هي محصلة كل هذه القوى.
* بمعنى ذلك أنه يتم جمع القوى مع اتجاهاتها

Total Forces in One Dimension

القوة الكلية في واحد بعد

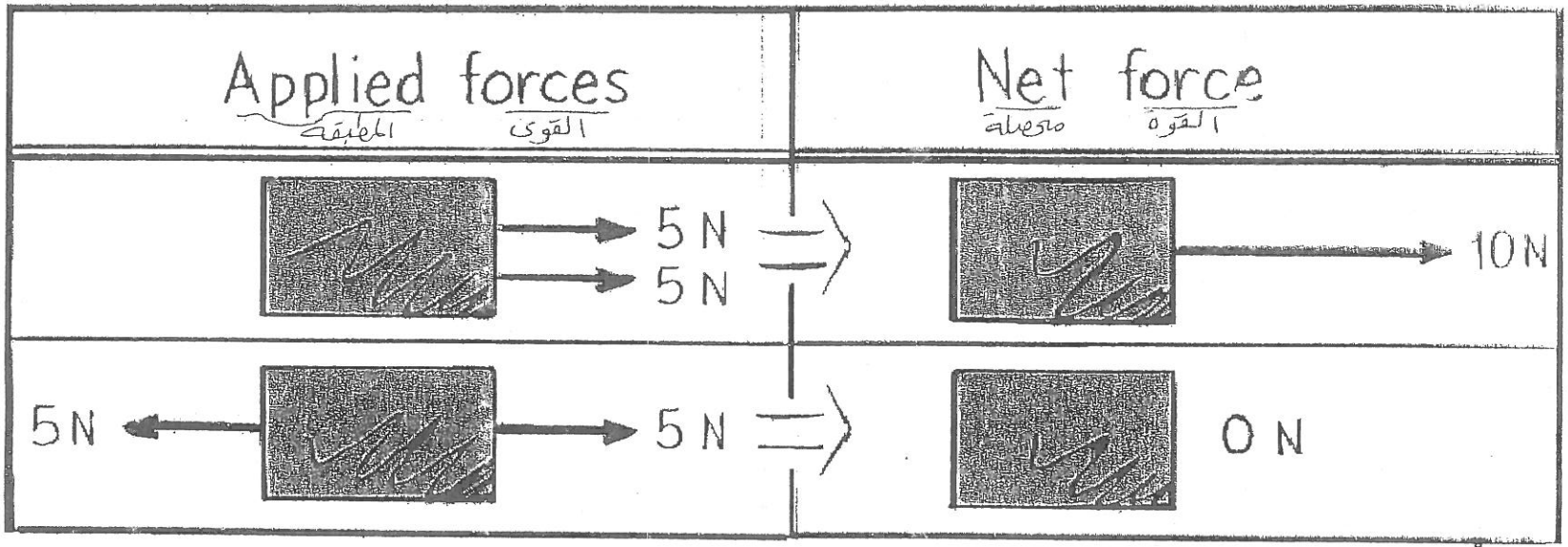
The **total**, or net, **force** acting on an object is the *resultant* of all the forces.

الكلية محصلة القوة المؤثرة على جسم المحصلة من كل القوى

Example: If you pull on a box with 10 N and a friend pulls oppositely with 5 N, the net force is 5 N in the direction you are pulling.

مثال اذا أنت سحبت صندوق بـ وصديقه سحب معاكساً بـ محصلة القوة في اتجاهك للسحب

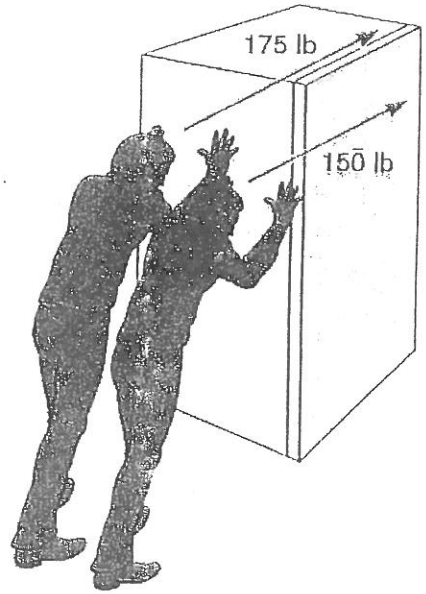
م - في نفس الاتجاه نجمع.
ل - في عكس الإتجاه نطرح.



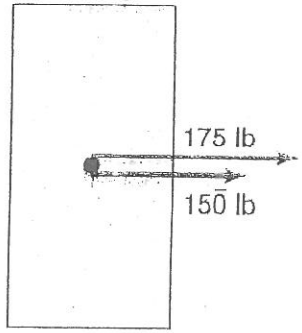
EXAMPLE

Two workers push in the same direction (to the right) on a crate. The force exerted by one worker is 150 lb. The force exerted by the other is 175 lb. Find the net force exerted.

Sketch:



Force diagram



Both forces act in the same direction, so the total force is the sum of the two.

Note: The Greek letter Σ (sigma) means "sum of."

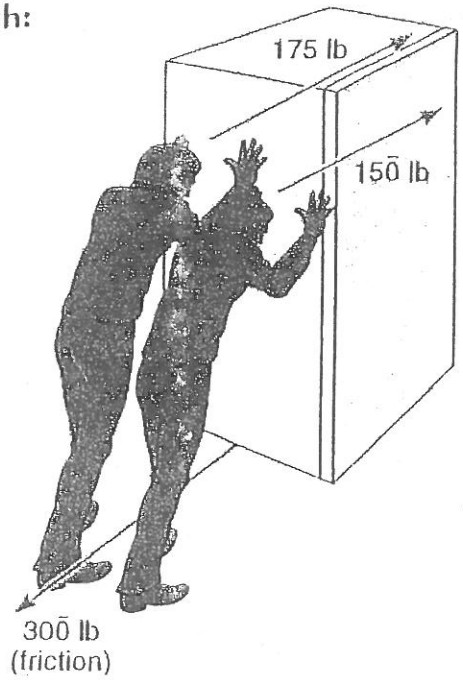
$$\Sigma F = 175 \text{ lb} + 150 \text{ lb}$$

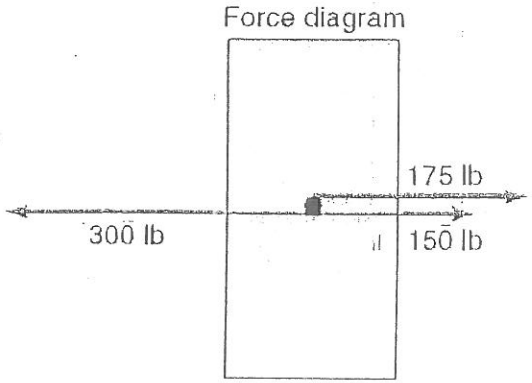
$$= 325 \text{ lb to the right}$$

EXAMPLE:

The same two workers push the crate to the right, and the motion is opposed by a static frictional force of 300 lb. Find the net force.

Sketch:





The workers push in one direction and static friction pushes in the opposite direction, so we add the forces exerted by the workers and subtract the frictional force.

$$\Sigma F = 175 \text{ lb} + 150 \text{ lb} - 300 \text{ lb}$$

$$= 25 \text{ lb to the right}$$

EXAMPLE:

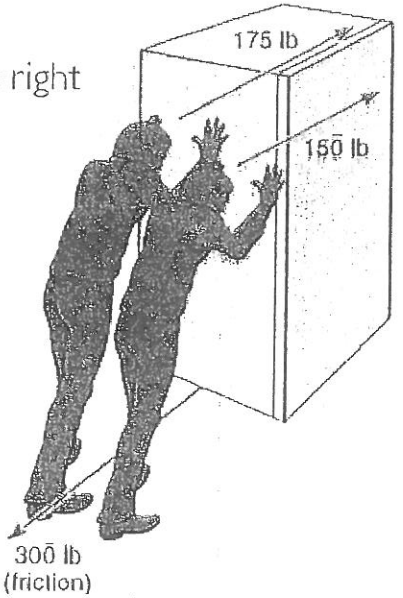
The crate has a mass of 5.00 slugs. What is its acceleration when the workers are pushing against the frictional force?

Data:

$$F = \Sigma \mathbf{F} = 175 \text{ lb} + 150 \text{ lb} - 300 \text{ lb} = 25 \text{ lb to the right}$$

$$m = 5.00 \text{ slugs}$$

$$a = ?$$



Basic Equation:

$$F = ma$$

Working Equation:

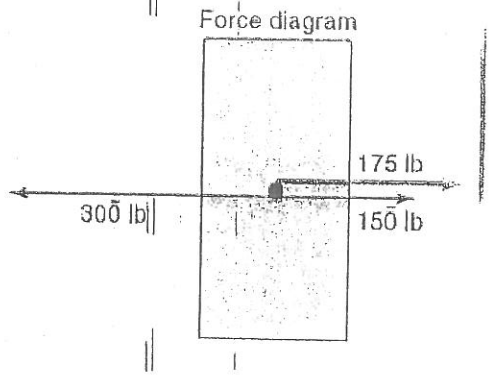
$$a = \frac{F}{m}$$

Substitution:

$$a = \frac{25 \text{ lb}}{5.00 \text{ slugs}}$$

$$= 5.0 \frac{\text{lb}}{\text{slugs}} \times \frac{1 \text{ slug ft/s}^2}{1 \text{ lb}}$$

$$= 5.0 \text{ ft/s}^2$$



Note: We use a conversion factor to obtain acceleration units.

EXAMPLE

Two workers push in the same direction on a large pallet. The force exerted by one worker is 645 N. The force exerted by the other worker is 755 N. The motion is opposed by a frictional force of 1175 N. Find the net force.

$$\Sigma \mathbf{F} = 645\ \text{N} + 755\ \text{N} - 1175\ \text{N}$$

$$= 225\ \text{N}$$

* قانون نيوتن الثالث : لكل فعل رد فعل مساوي له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه.

Newton's Third Law of Motion

في الحركة قانون الثالث نيوتن

* يتفاعل (interaction) من قوتين :
  ١- الفعل (action)
  ب- رد الفعل (reaction)

Action and reaction forces

الفعل رد الفعل قوى

- one force is called the action force; the other force is called the reaction force.

  احدى القوى تسمى الفعل قوة الاخرى القوة تسمى رد الفعل قوة

- are co-pairs of a single interaction.

  هما زوج مفرد تفاعل

- neither force exists without the other.

  ولا واحدة من القوى موجودة بدون الاخرى

- are equal in strength and opposite in direction.

  متساوية في المقدار معاكسة في الاتجاه

- **always act on *different* objects.**

  دائما تؤثر على مختلفة اجسام

* لا يمكن أن توجد احدى القوتين (فعل ورد فعل) بدون الاخرى.
* قوة الفعل تساوي رد الفعل مقداراً ومعاكسه اتجاهاً.
* دائما قوة الفعل وقوة رد الفعل تؤثران على جسمين مختلفين.

لانه فإن محصلة القوة على اصغر الجسمين لا تساوي صفر

* ملاحظة: المحصلة تؤثر على جسم واحد.

$M_A = M_A$

* يُسمى قانون نيوتن الثالث بقانون الفعل وقانون رد الفعل
* نص القانون : لكل فعل رد فعل مساوي في المقدار ومعاكس في الاتجاه.

Law of Action and Reaction

قانون الفعل رد الفعل

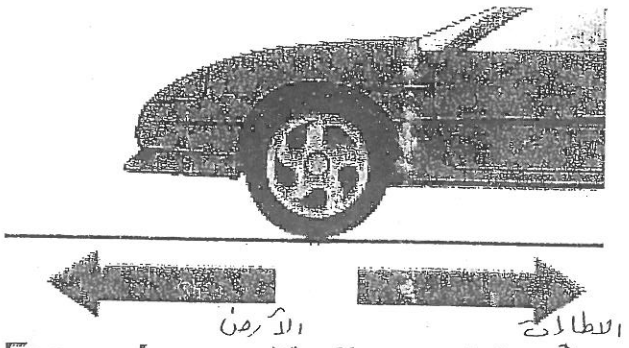
The third law of motion, the *law of action and reaction*, can be stated as follows: **To every action there is always an opposed equal reaction.**

الثالث القانون في الحركه قانون الفعل رد الفعل يمكن أن ينص كما يلي لكل فعل هناك دائما ومعاكس مساوي رد فعل

Example: Tires of car push back against the road while the road pushes the tires forward.

مثال اطارات السيارة تدفع للخلف ضد الطريق بينما الطريق تدفع الاطارات للأمام.

* ومثال ذلك : تدفع السيارة للخلف ضد الطريق .. والطريق تدفع الاطارات للأمام.



قاعدة بسيطة للتمييز (تعريف) الفعل ورد الفعل :
تعريف الفعل : وهو تأثير الأول على الثاني
المثال ورد الفعل : هو تأثير الثاني على الأول

Newton's Third Law of Motion

نيوتن الثالث قانون في الحركة

Simple rule to identify action and reaction

بسيطة قاعدة لـ لتمييز/لتعريف الفعل ورد الفعل

- Identify the interaction—one thing interacts with another

عرّف التفاعل آحد الاشياء يتفاعل مع الآخر

  - Action: Object A exerts a force on object B.

الفعل الجسم يؤثر بقوة على جسم

  - Reaction: Object B exerts a force on object A.

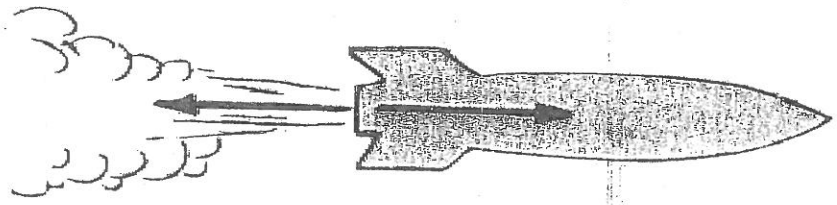
ورد الفعل جسم يؤثر بقوة على جسم

Example: Action—rocket (object A) exerts force on gas (object B).

مثال فعل صاروخ يؤثر قوة على الغاز

Reaction—gas (object B) exerts force on rocket (object A).

ورد الفعل الغاز يؤثر قوة على الصاروخ



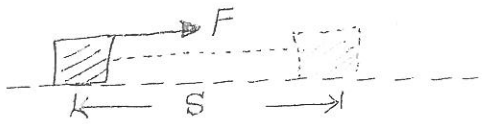
Action: rocket pushes on gas

الفعل الصاروخ يدفع على الغاز

Reaction: gas pushes on rocket

ورد الفعل الغاز يدفع على الصاروخ

* الشغل : هو حاصل ضرب القوه في اتجاه الحركه
في الازاحة .



Work
الشغل

Work is the product of the force in the direction of the motion and the displacement.
الشغل حاصل ضرب القوة التي في اتجاه الحركة و الازاحة

$$W = Fs$$
الشغل القوه الازاحة

* نلاحظ الآن : الشغل هو طاقة متحوله خلال الحركه

where حيث
W = work الشغل
F = force applied *in the direction of the motion* القوة المطبقة في اتجاه الحركة
s = displacement الازاحة

Work is a transferred energy during the motion (displacement).
الشغل هو المنقولة الطاقة خلال الحركة الازاحة

* شيئان يحدثان اثناء بذل الشغل :
أ) تطبيق للقوه
ب) تحريك للجسم بتلك القوه .

Two things occur whenever work is done:
شيئان يحدثان عندما الشغل يبذل

- application of force
تطبيق للقوة
- movement of something by that force
تحريك لشيء ما بتلك القوة

Work
CHECK YOUR NEIGHBOR

If you push against a stationary brick wall for several minutes, you do no work

اذا انت تدفع ضد ثابت جدار لـ عدة دقائق أنت لتبذل شغل

A. on the wall. (على الجدار)

B. at all. (على الاطلاق)

C. Both of the above. (كلا ما سبقه)

D. None of the above. (ولا واحد مما سبقه)

* عند دفع جدار فإنه لا يبذل شغل على الجدار لأنه لا يتحرك . لكنه يمكن أن يبذل شغل من العضلات على أعضاء الجسم

Work
CHECK YOUR ANSWER

If you push against a stationary brick wall for several minutes, you do no work

A. **on the wall.**

B. at all.

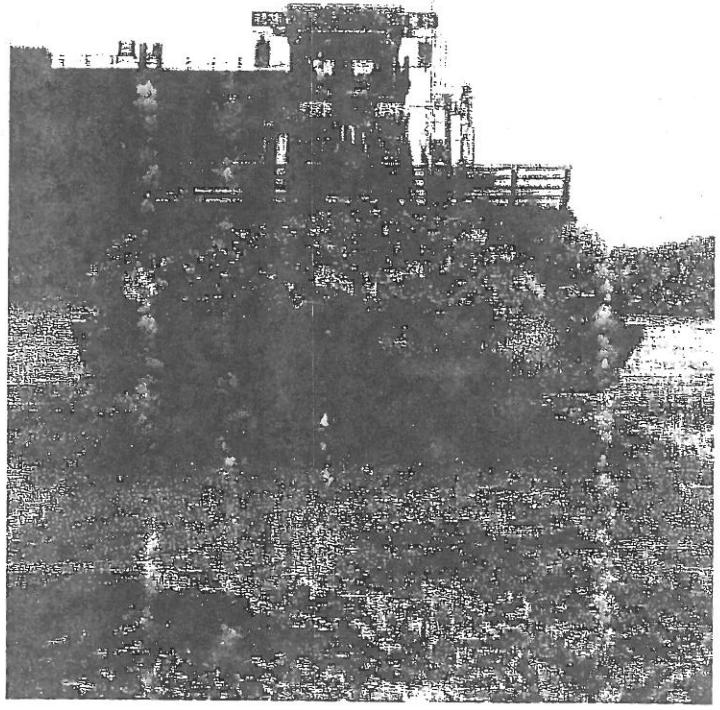
C. Both of the above.

D. None of the above.

Explanation:
توضيح
You may do work on your muscles, but not on the wall.
يمكنك بذل شغل على عضلاتك لكن ليس على الجدار

Work

الشغل



Work is done *by* the bulldozer *on* the dirt and rocks.

الشغل — يبذل — بلدوزر / جرافة — الصخور

* هناك علاقة طردية بين الشغل والقوة المؤثرة وكذلك بين الشغل والازاحة.
بمعنى اذا : ١- مضاعفة القوة يؤدي الى مضاعفة الشغل ومضاعفة الازاحة يؤدي الى مضاعفة الشغل

$W = F \cdot S$

Work
الشغل

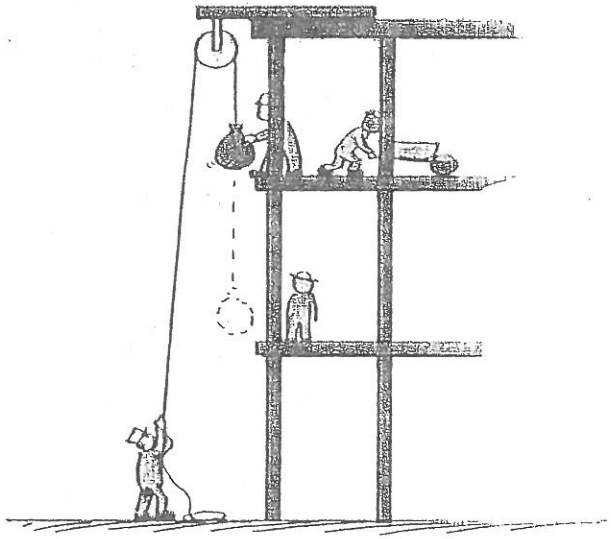
Examples:
امثلة

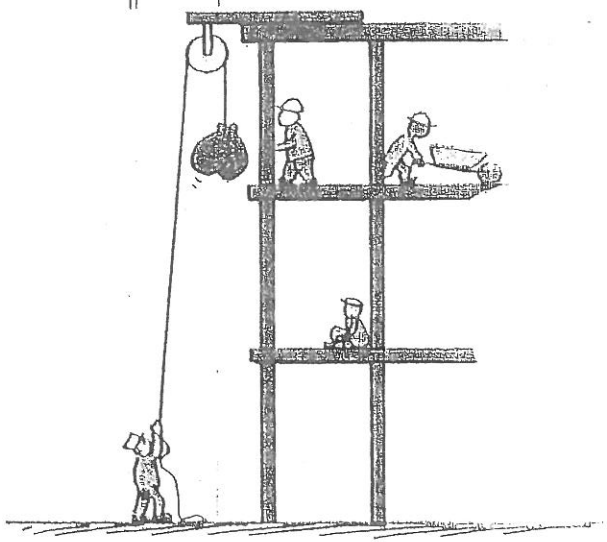
- Twice as much work is done in lifting 2 loads 1 story high versus lifting 1 load the same vertical distance.
  مضاعفة — مقدار الشغل — يبذل — في — رفع — ثقلين — سقالة — ارتفاعا — مقابل — رفع — ثقل واحد — نفس — الرأسية — المسافة

  Reason: force needed to lift twice the load is twice as much.
  السبب — القوة — اللازمة — لرفع — ضعف — الثقل — تكون — الضعف — في مقدارها

- Twice as much work is done in lifting a load 2 stories instead of 1 story.
  مضاعفة — مقدار — الشغل — المبذول — في — رفع — الثقل — سقالتين — بدلا من

  Reason: distance is twice as great.
  السبب — المسافة — ضعف هي — الكبر





* عندما يرفع حامل الأثقال القضيب فإنه يبذل شغل على الثقل

Work
الشغل

Example:
مثال

- a weightlifter raising a barbell from the floor does work on the barbell.
  حامل الأثقال — يرفع — قضيب الأحمال — من — الأرض — يبذل شغل — على — قضيب الأحمال

$$\text{work} = \text{force} \times \text{displacement}$$
الشغل — القوة — الإزاحة

$$= \text{newton} \times \text{metre} = \text{N m}$$
نيوتن — متر

* وحدة قياس الشغل في النظام الدولي هي:

SI system:
النظام الدولي

$$1\ \text{N m} = 1\ \text{joule} = 1\ \text{J}$$
جول

British system (or U.S. system)
البريطاني — النظام — الأمريكي — النظام

$$\text{work} = \text{force} \times \text{displacement}$$

$$= \text{pounds} \times \text{feet} = \text{ft lb}$$
باوند — قدم

EXAMPLE

Find the amount of work done by a worker lifting 225 N of bricks to a height of 1.75 m as shown in Figure 2.28.

Data:

$F = 225\ \text{N}$

$s = 1.75\ \text{m}$

$W = ?$

Basic Equation:

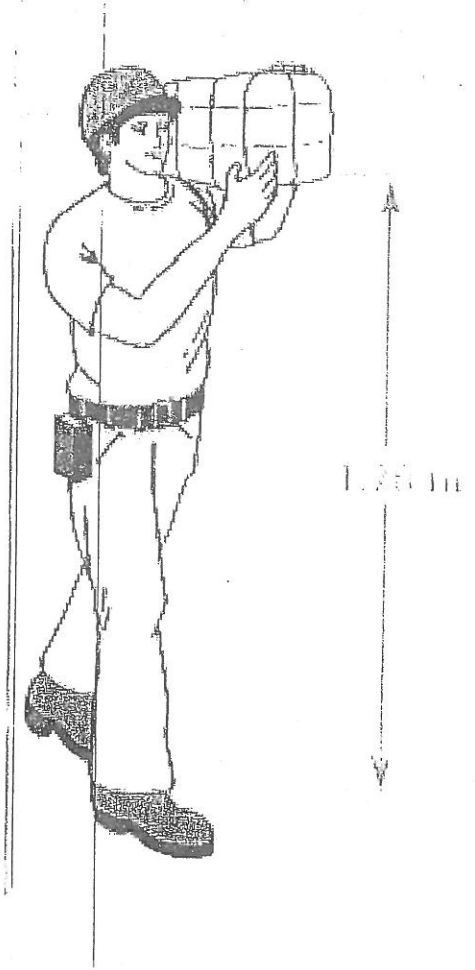
$$W = Fs$$

Working Equation: Same

Substitution

$$W = (225\ \text{N})(1.75\ \text{m})$$

$$= 394\ \text{N m} \quad \text{or} \quad 394\ \text{J}$$



EXAMPLE

A worker pushes a 350-lb cart a distance of 30 ft by exerting a constant force of 40 lb as shown in Figure 2.29. How much work does the person do?

Data:

$$F = 40 \text{ lb}$$

$$s = 30 \text{ ft}$$

$$W = ?$$

Basic Equation:

$$W = Fs$$

Working Equation: Same

Substitution:

$$W = (40 \text{ lb})(30 \text{ ft})$$

$$= 1200 \text{ ft lb}$$

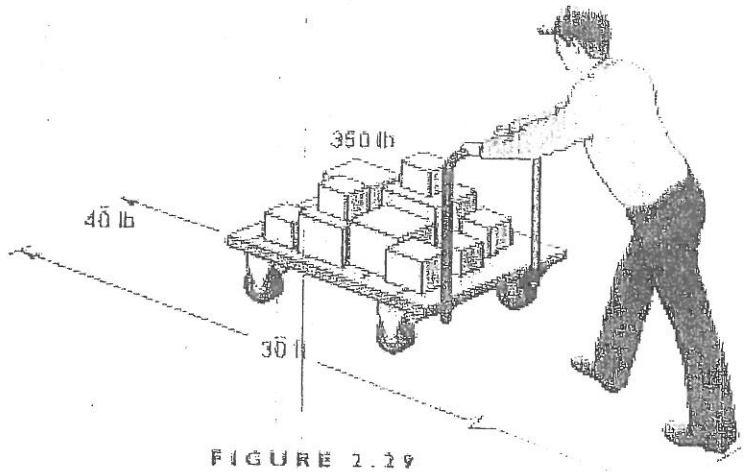


FIGURE 2.29

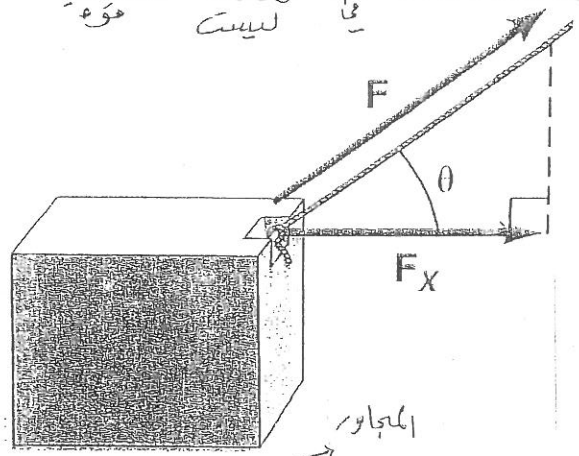
* اذا كانت هناك زاوية بين القوة والازاحة فإن الشغل

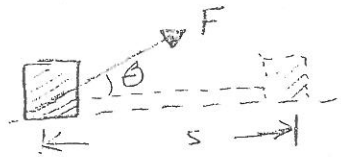
$$W = F \cdot S \cdot \cos\theta$$

الزاوية بين [S و F]

Work done by a force not in the direction of motion

الشغل — المبذول — من — قوة — ليست — في — اتجاه — الحركة





* ملاحظة:

← شغل القوة العامدة للازاحة هي صفر
Horizontal Perpendicular
لأن: $[\theta = 90^\circ]$

$$\Rightarrow W = F \cdot S \cdot \cos 90^\circ$$

← شغل القوة في نفس اتجاه الحركة:

$$W = F \cdot S \cdot \cos 0^\circ$$
$$= F \cdot S$$

المجاور — الضلع

$$\cos\theta = \frac{\text{side adjacent to } \theta}{\text{hypotenuse}} = \frac{|\mathbf{F}_x|}{|\mathbf{F}|}$$

الوتر

$$W = Fs\cos\theta$$

W = the work done (الشغل — المبذول)

F = the applied force (القوة — المطبقة)

s = the displacement (الازاحة)

θ = the angle (الزاوية) between (بين) the applied force (القوة — المطبقة) and the direction (اتجاه) of the motion (الحركة)

ملاحظة

Note: Work (الشغل) by force (القوة) perpendicular ($\theta = 90^\circ$) (العامدة) to (لـ) the direction (اتجاه) of motion (الحركة) is zero (صفر). E.g. (مثال) work by the weight (الوزن) = 0 J in previous (السابقة) example (المثال)

EXAMPLE

A person pulls a sled along level ground a distance of 15.0 m by exerting a constant force of 215 N at an angle of 30.0° with the ground (Figure 2.31). How much work does he do?

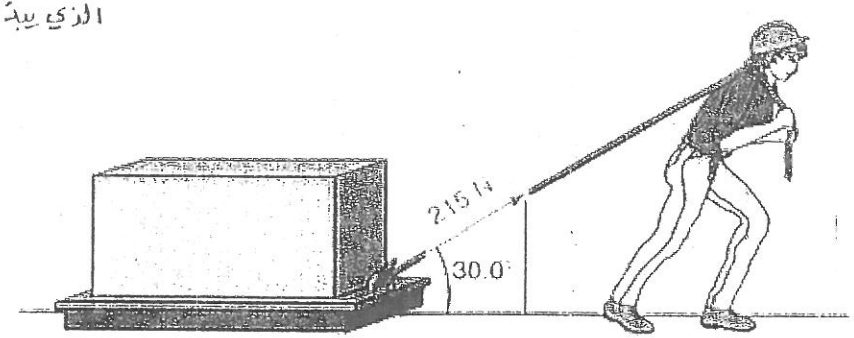


FIGURE 2.31

Data:

$$F = 215 \text{ N}$$
$$s = 15.0 \text{ m}$$
$$\theta = 30.0°$$
$$W = ?$$

Basic Equation:

$$W = Fs \cos \theta$$

Working Equation: Same

Substitution:

$$W = (215 \text{ N})(15.0 \text{ m}) \cos 30.0°$$
$$= 2790 \text{ N m}$$
$$= 2790 \text{ J} \qquad (1 \text{ N m} = 1 \text{ J})$$

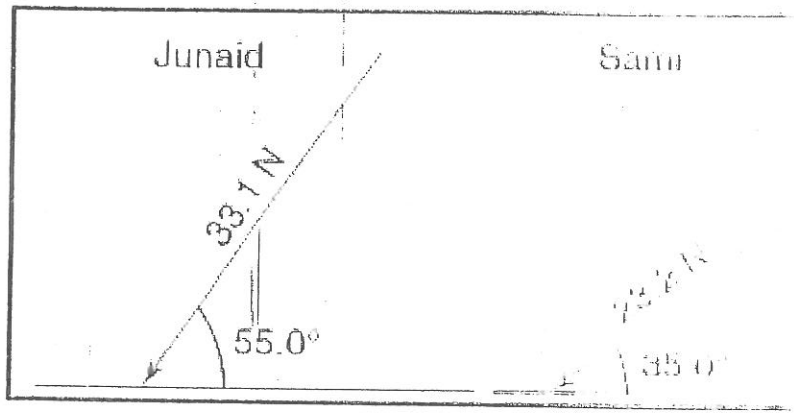
EXAMPLE

Junaid and Sami use a push mower to mow a lawn. Junaid, who is taller, pushes at a constant force of 33.1 N on the handle at an angle of 55.0° with the ground. Sami, who is shorter, pushes at a constant force of 23.2 N on the handle at an angle of 35.0° with the ground. Assume they each push the mower 30$\bar{0}$0 m. Who does more work and by how much?

Data:

$F = 33.1$ N	$F = 23.2$ N
$s = 30\bar{0}0$ m	$s = 30\bar{0}0$ m
$\theta = 55.0°$	$\theta = 35.0°$
$W = ?$	$W = ?$

Sketch:



Basic Equation:

$W = Fs \cos\theta$ $\qquad$ $W = Fs \cos\theta$

Working Equation: Same $\qquad$ Same

Substitution:

$W = (33.1 \text{ N})(30\bar{0}0 \text{ m}) \cos 55.0°$
$= 57,\bar{0}00 \text{ N m}$
$= 57,\bar{0}00 \text{ J} \qquad (1 \text{ N m} = 1 \text{ J})$

$W = (23.2 \text{ N})(30\bar{0}0 \text{ m}) \cos 35.0°$
$= 57,\bar{0}00 \text{ N m}$
$= 57,\bar{0}00 \text{ J}$

They do the same amount of work. However, Junaid must exert more energy because he pushes into the ground more than Sami, who pushes more in the direction of the motion.

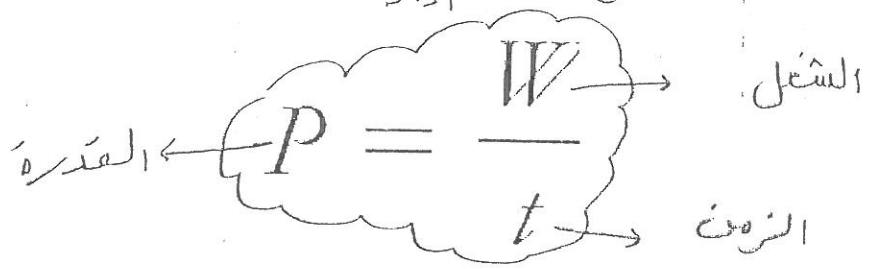
Power

القدرة

* القدرة : هي مقدار الشغل المبذول في وحدة الزمن .
آد : هي معدل بذل الشغل .

Power is *the rate of doing work*;

القدرة هي معدل أداء الشغل



$$P = \text{power}$$
القدرة

$$W = \text{work}$$
الشغل

$$t = \text{time}$$
الوقت

Power

The units of power are familiar to most of us. In the metric system, the unit of power is the *watt*.

وحدة قياس القدرة معروفة ل الكثير منا المتري النظام وحدة قياس القدرة هي الواط

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{\text{N m}}{\text{s}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{watt}$$

عند قياس القدرة بوحدة :
أ- J/S
ب- واط (W).
ج- كيلو واط [1 Kw = 1000 w]
د- ميغا واط [1 Mw = 10^6 w]
هـ- الحصان الميكانيكي (hp).
و- في النظام البريطاني :
$\left(\frac{lb \cdot ft}{s}\right)$

Power is often expressed in kilowatts and megawatts:

القدرة غالبا توضع في كيلو واط ميغا واط

$$1000 \text{ watts (W)} = 1 \text{ kilowatt (kW)}$$
$$1{,}000{,}000 \text{ watts} = 1 \text{ megawatt (MW)}$$

In the U.S. system, the unit of power is either ft lb/s or horsepower:

في النظام الامريكي وحدة قياس القدرة اي من باوند الحصان الميكانيكي

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{\text{ft lb}}{\text{s}}$$

Horsepower (hp) is a unit defined by James Watt:

الحصان الميكانيكي وحدة قياس عرفت من

$$1 \text{ horsepower (hp)} = 550 \text{ ft lb/s} = 33{,}000 \text{ ft lb/min}$$

الحصان الواحد

$1 \text{ hp} = \frac{3}{4} \text{ KW} = 750 \text{ W}$

EXAMPLE:

A freight elevator with operator weighs 5000 N. If it is raised to a height of 15.0 m in 10.0 s, how much power is developed?

Data:

$$F = 5000\ \text{N}$$
$$s = 15.0\ \text{m}$$
$$t = 10.0\ \text{s}$$
$$P = ?$$

Basic Equations:

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{and} \quad W = Fs$$

Working Equation:

$$P = \frac{Fs}{t}$$

Substitution:

$$P = \frac{(5000\ \text{N})(15.0\ \text{m})}{10.0\ \text{s}}$$
$$= 7500\ \text{N m/s}$$

EXAMPLE 2.20

The mass of a large steel wrecking ball is 2000 kg. What power is used to raise it to a height of 40.0 m if the work is done in 20.0 s?

Data:

$m = 2000$ kg $\quad s = 40.0$ m $\quad t = 20.0$ s $\quad P = ?$

Basic Equations:

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{and} \quad W = Fs$$

Working Equation:

$$P = \frac{Fs}{t}$$

Substitution: Note that we cannot directly substitute into the working equation because our data are given in terms of *mass* and we must find *force* to substitute in $P = Fs/t$. The force is the weight of the ball:

$$F = mg = (2000 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2) = 19{,}600 \text{ kg m/s}^2 = 19{,}600 \text{ N}$$

Then

$$P = \frac{Fs}{t} = \frac{(19{,}600 \text{ N})(40.0 \text{ m})}{20.0 \text{ s}}$$

$$= 39{,}200 \text{ N m/s}$$

$$= 39{,}200 \text{ W} \quad \text{or} \quad 39.2 \text{ kW}$$

EXAMPLE:

A pump is needed to lift 1500 L of water per minute a distance of 45.0 m. What power, in kW, must the pump be able to deliver? (1 L of water has a mass of 1 kg.)

Data: $m = 1500\ \text{L} \times \dfrac{1\ \text{kg}}{1\ \text{L}} = 1500\ \text{kg}$ $\quad s = 45.0\ \text{m}$ $\quad t = 1\ \text{min} = 60.0\ \text{s}$

$g = 9.80\ \text{m/s}^2$ $\quad P = ?$

Basic Equations:

$$P = \frac{W}{t}, \quad W = Fs, \quad \text{and} \quad F = mg, \quad \text{or} \quad P = \frac{mgs}{t}$$

Working Equation:

$$P = \frac{mgs}{t}$$

Substitution:

$$P = \frac{(1500\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)(45.0\ \text{m})}{60.0\ \text{s}}$$

$$= 1.10 \times 10^4\ \text{kg m}^2/\text{s} \qquad \left(1\ \text{W} = \frac{1\ \text{J}}{\text{s}} = \frac{1\ \text{N m}}{\text{s}} = \frac{1\ (\text{kg m/s}^2)(\text{m})}{\text{s}} = 1\ \text{kg m}^2/\text{s}\right)$$

$$= 1.10 \times 10^4\ \text{W} \times \frac{1\ \text{KW}}{10^3\ \text{W}}$$

$$= 11.0\ \text{KW}$$

Energy

الطاقة

Energy is defined as the ability to do work.

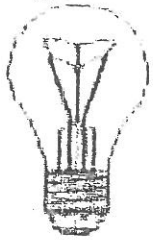
الطاقة تعرّف القدرة / الاستعداد لبذل شغل

* الطاقة : هي القدرة على بذل الشغل أي القيام بحركة.
* أشكال الطاقة :
① ضوئية ② حرارية ③ كيميائية
④ حركية ⑤ كهربائية.

Forms of energy:

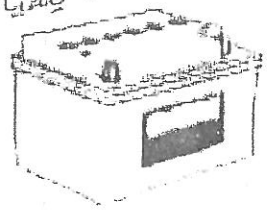
أشكال من الطاقة

LIGHT الضوء

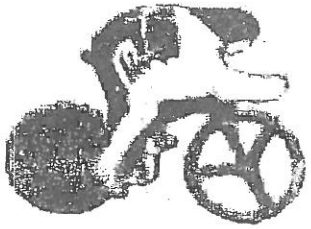


HEAT الحرارة

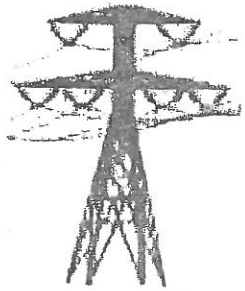
CHEMICAL كيميائية



* تقاس الطاقة بوحدة.
أ- جول (J)
ب- ft·lb



KINETIC حركية



ELECTRICAL كهربائية

* وحدة قياس الطاقة هي نفس وحدة قياس الشغل.

Units: النظام الدولي

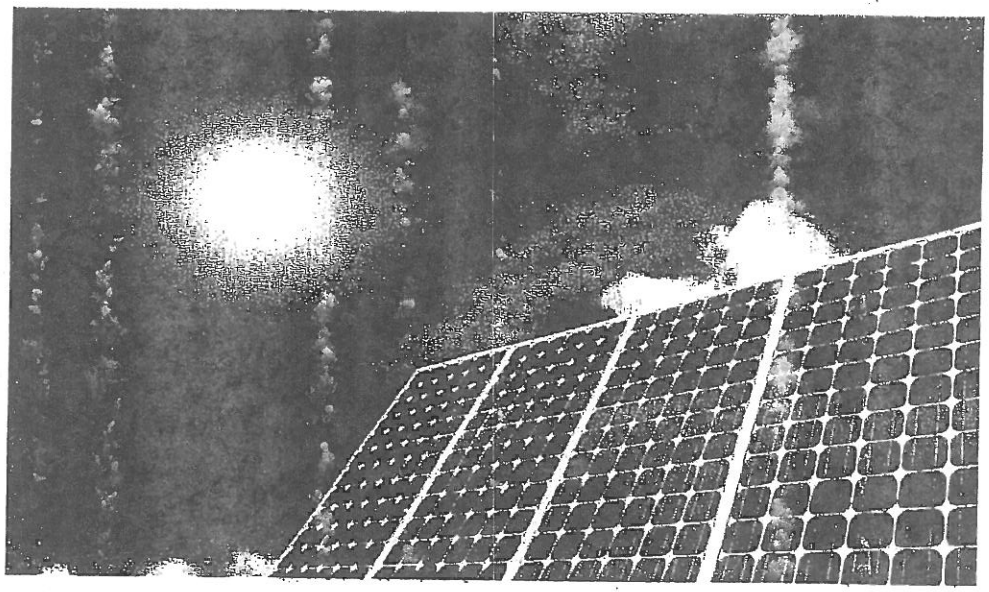
SI system: Joule (J) جول

U.S. system: ft lb

النظام الأمريكي.

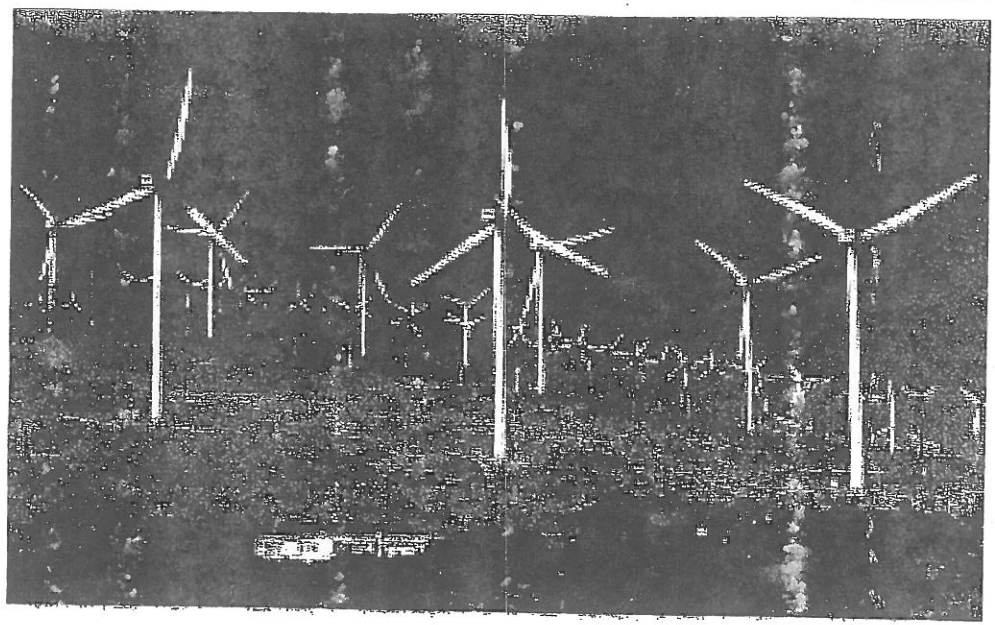
Renewable energies

المتجددة ← الطاقات



Solar

الشمسية



Wind

الرياح

* الطاقة على نوعين

١- غير متجددة مثل الفحم الحجري أو البترول أو الغاز.

٢- متجددة مثل: الشمسية / الرياح.

Mechanical Energy

الميكانيكية الطاقة

* أحد أشكال الطاقة هي:
الطاقة الميكانيكية:
والتي هي بسبب:
أ- موضع الجسم
مثل (الجاذبية)
ب- حركة الجسم
(الحركية)

- The mechanical energy of a body or a system is due to its position, its motion, or its internal structure.

الميكانيكية الطاقة جسم أو نظام بسبب موضعة حركته أو الداخلي تركيبة

ج- تركيبة الداخلي
مثل (النابض أو المطاط)

$W = Fs = mgs$ (work) = Joule = N.m

There are two forms of mechanical energy:

هنا ل شكلان من الميكانيكية الطاقة

- Potential energy
- Kinetic energy

الكامنة الطاقة
الحركية الطاقة

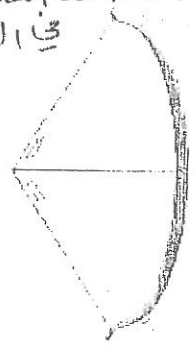
* هناك نوعين (شكلين) للطاقة الميكانيكية:
① الطاقة الكامنة وناتجة عن:
أ) موضعة ب- تركيبة الداخلي.
② الطاقة الحركية: وهي بسبب
حركة الجسم

Potential Energy

* الطاقة الكامنة: هي طاقة الجسم المخزنة فيه بسبب تركيبه الداخلي وكذلك موضعه.

* يتم حساب الطاقة الكامنة الداخلية في الجسم من خلال طبيعة وظروف المادة.

مثل الطاقة المخزنة في القوس وكذلك الطاقة المخزنة في النشاب.

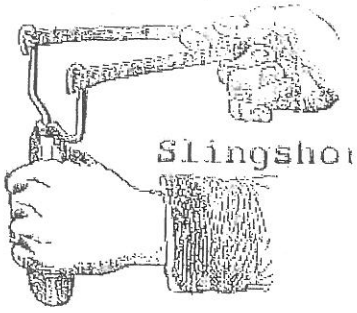


- **Potential energy** is the stored energy of a body due to its *internal characteristics* or its *position*.

1. **Internal potential energy** is determined by the nature or condition of the substance;

Example:

- A stretched bow has stored energy that can do work on an arrow.
- A stretched rubber band of a slingshot has stored energy and is capable of doing work.



Potential Energy

الطاقة الكامنة

* الطاقة الكامنة للجاذبية هي بسبب جذب الأرض للجسم. ويتم حسابها بالنسبة الى مستوى مرجعي خاص!

2. Gravitational potential energy is determined by the position of an object relative to a particular reference level.

الجاذبية الأرضية — الكامنة — الطاقة — تحدد — بـ — موضع — الجسم — نسبة لـ — خاص — مرجعي — مستوى

Example:

مثال

- water in an elevated reservoir

الماء — مرفوع — خزان

- raised ram of a pile driver

المرفوع — لـ الذراع — الأوتاد — غارسة

* المستوى المرجعي (reference level) هو المستوى الذي يتم القياس منه حيث نعتبر طاقة الجسم الموضوع فيه صفر وغالبًا هو سطح الأرض.

① $E_p = mgh$ ← طاقة الوضع

② $E_K = \frac{1}{2}mv^2$ ← طاقة حركية

③ $v = \sqrt{2E_K}$ ← السرعة بدلالة الطاقة الحركية

Gravitational potential energy

الطاقة الكامنة للجاذبية الارضية

* طاقة وضع الجاذبية : تساوي الشغل المبذول لرفع الجسم

- Equal to the work done (force required to move it upward × the vertical distance moved against gravity) in lifting it

مساوية لـ الشغل المبذول القوة اللازمة لـ تحريك للأعلى الرأسية المسافة التي تحركها ضد الجاذبية في رفعة

* حين يتم رفع الجسم فإنه يؤثر عليه بقوة تساوي وزنه

$\Rightarrow W = F \cdot S = (mg) \cdot h$

$= mgh$

- In equation form:

معادلة على شكل الكتلة الجاذبية

$$E_p = m\,g\,h$$

طاقة وضع الجاذبية ← الارتفاع العمودي عن الارض

where حيث

E_p = potential energy الكامنة الطاقة

m = mass

g = 9.80 m/s^2 or 32.2 ft/s^2

h = height above reference level الارتفاع فوق المرجعي المستوى

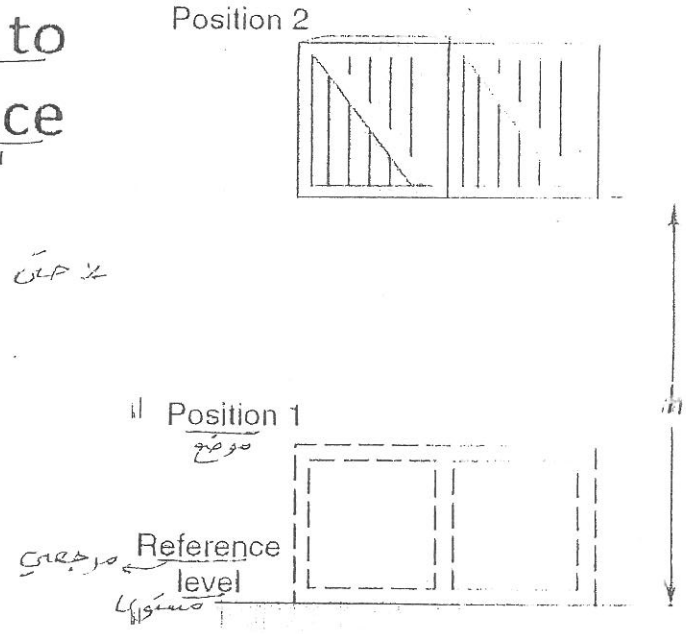


FIGURE 2.33

Work done in raising the crate giving it potential energy.

المبذول رفع

Potential Energy
CHECK YOUR NEIGHBOR

Does a car hoisted for repairs in a service station have increased potential energy relative to the floor?

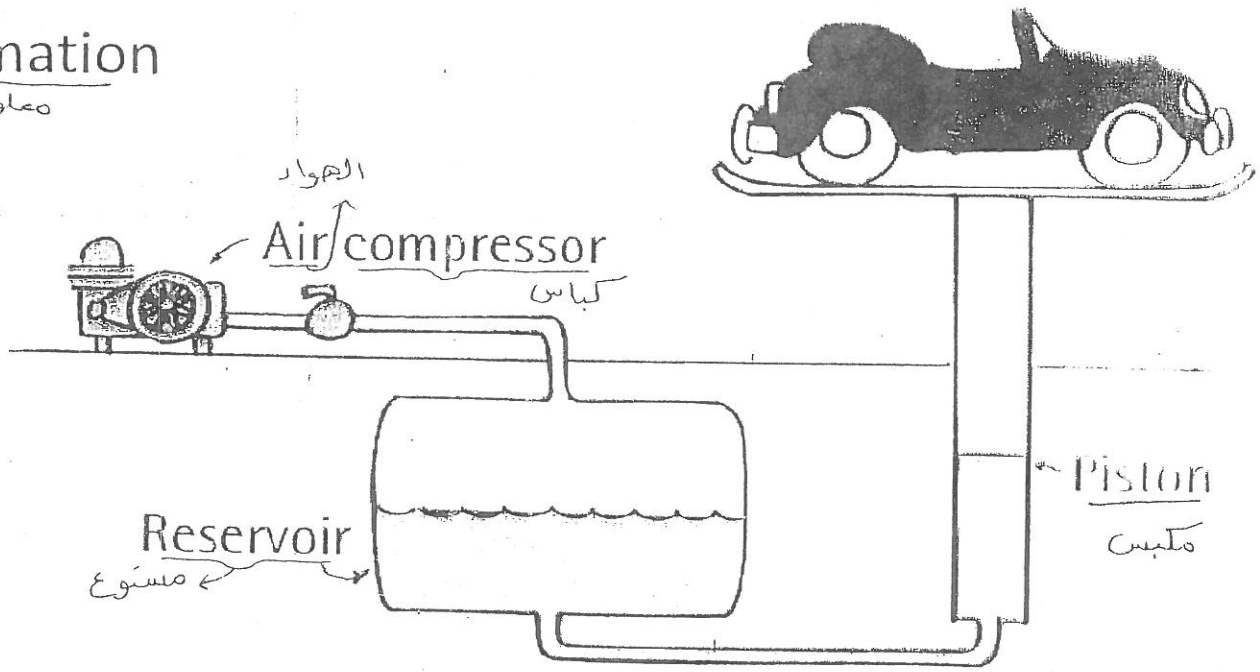
هل السيارة مرفوعة للإصلاحات في محطة الخدمة لها زيادة طاقة كامنة نسبة الى الارض

A. Yes

B. No

C. Sometimes
بعض الأحيان

D. Not enough information
غير كافية معلومات



Potential Energy
CHECK YOUR ANSWER

Does a car hoisted for repairs in a service station have increased potential energy relative to the floor?

A. Yes

B. No

C. Sometimes

D. Not enough information

Comment:

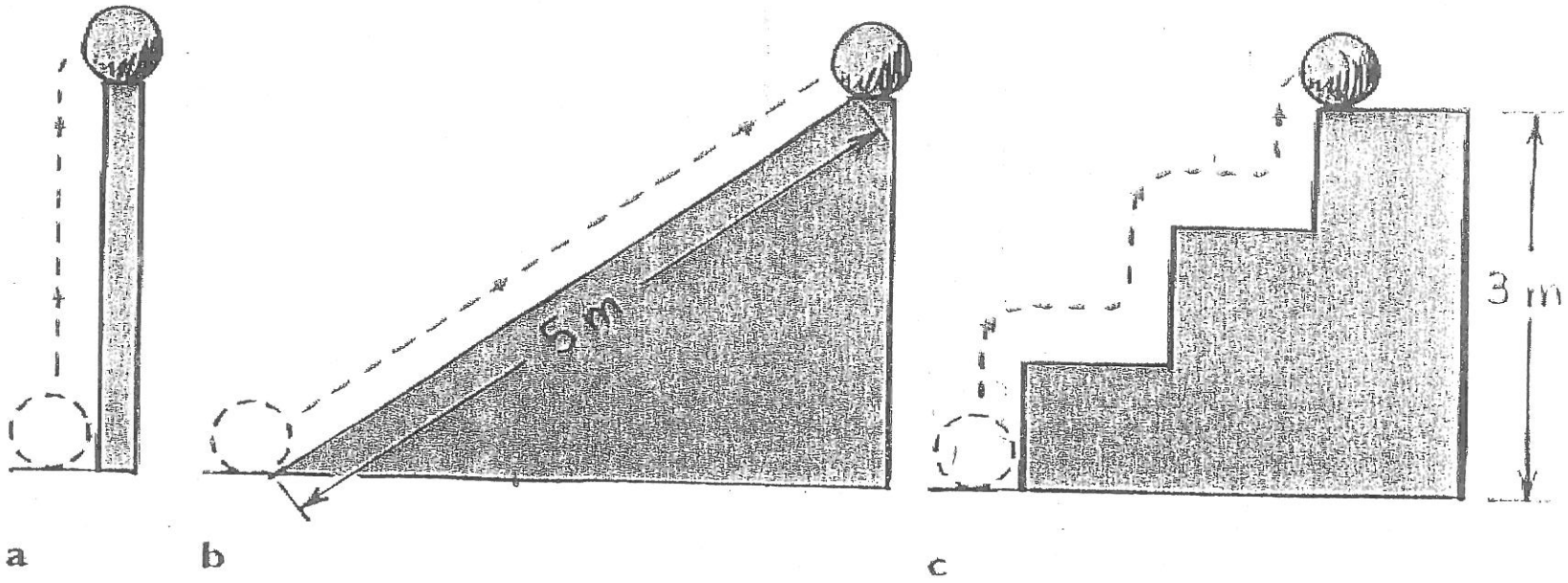
If the car were twice as heavy, its increase in potential energy would be twice as great.

Potential Energy

* في هذه الحالات الثلاث، فإن الطاقة المخزنة في الجسم (طاقة وضع الجاذبية) متساوية. لأن لها نفس الارتفاع العمودي

Example: Potential energy of 10-N ball is the same in all 3 cases because work done in elevating it is the same.

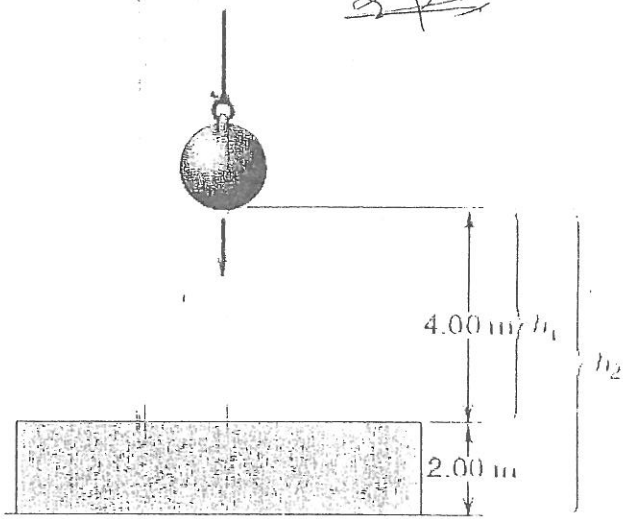
مثال: الطاقة الكامنة لكرة 10 نيوتن هي نفسها في جميع الحالات لأن الشغل المبذول في رفعها هو نفسه



EXAMPLE 2.32

A wrecking ball of mass 200 kg is poised 4.00 m above a concrete platform whose top is 2.00 m above the ground. (a) With respect to the platform, what is the potential energy of the ball? (b) With respect to the ground, what is the potential energy of the ball?

Sketch:



Data:

$m = 200\ \text{kg} \quad h_1 = 4.00\ \text{m} \quad h_2 = 6.00\ \text{m} \quad E_p = ?$

Basic Equation:

$$E_p = mgh$$

Working Equation: Same

(a) Substitution:

$$E_p = (200\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)(4.00\ \text{m})$$

$$= 7840\ \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2} \times \frac{1\ \text{J}}{1\ \text{kg m}^2/\text{s}^2} \qquad [1\ \text{J} = 1\ \text{N m} = 1\ (\text{kg m/s}^2)(\text{m}) = 1\ \text{kg m}^2/\text{s}^2]$$

$$= 7840\ \text{J}$$ (which also indicates the amount of work done by gravity on a falling object)

(b) Substitution:

$$E_p = (200\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)(6.00\ \text{m}) = 11{,}800\ \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2} \times \frac{1\ \text{J}}{1\ \text{kg m}^2/\text{s}^2} = 11{,}800\ \text{J}$$

Kinetic Energy

الطاقة الحركية

* الطاقة الحركية:
طاقة الجسم بسبب حركته.
* تعتمد طاقة الجسم الحركية على:
① كتلة الجسم ② سرعة الجسم

- Energy of motion
- Kinetic energy is due to the mass and the velocity of a moving object
- is given by the formula:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

الكتلة — سرعة الجسم — الطاقة الحركية

where E_k = kinetic energy (الطاقة الحركية)
m = mass of moving object (كتلة الجسم المتحرك)
v = velocity of moving object (سرعة الجسم المتحرك)

* ملاحظة:
① عند مضاعفة كتلة الجسم فإن طاقته الحركية تتضاعف
② عند مضاعفة سرعة الجسم فإن طاقته الحركية تضرب أربعة أضعاف
لأن:

$E_1 = \frac{1}{2} m v^2$

$E_2 = \frac{1}{2} m (2v)^2 = \frac{1}{2} m (4v^2)$

$= 4 \left[\frac{1}{2} m v^2\right] = 4 E_1$

- If object speed is doubled ⇒ kinetic energy is quadrupled.

إذا الجسم سرعته تضاعفت الحركية الطاقة تكون أربعة أضعاف

Kinetic Energy

الحركيه الطاقة

الشغل المبذول على الجسم يساوي التغير في طاقته الحركيه.
← فإذا كان ساكناً فإن طاقة الحركه في البدايه صفر. لذلك فإنه الشغل يجعله يكسب طاقة حركيه.

Kinetic energy and work of a moving object

الحركيه الطاقة الشغل ل متحركه جسم

- Equal to the work required to bring it from rest to that speed, or the work the object can do while being brought to rest. In other words, if all the work is transferred into kinetic energy then:

يساوي الشغل اللازم لاحضاره من السكون الى تلك السرعة او الشغل الجسم الذي يستطيع بذله بينما يحضره للسكون بكلمات اخرى اذا كل الشغل تحول الى حركيه طاقة بعد ذلك

$W = E_k$

$F \cdot s = \frac{1}{2} m v^2$

total work = net force × displacement = kinetic energy,

الكلي الشغل محصلة القوه الازاحة الحركيه الطاقة

or $F \times s = 1/2\ m\ v^2$

EXAMPLE 2.33

A pile driver with mass 10,000 kg strikes a pile with velocity 10.0 m/s. (a) What is the kinetic energy of the driver as it strikes the pile? (b) If the pile is driven 20.0 cm into the ground, what force is applied to the pile by the driver as it strikes the pile? Assume that all the kinetic energy of the driver is converted to work.

Data: $m = 1.00 \times 10^4$ kg $\quad v = 10.0$ m/s

$s = 20.0$ cm $= 0.200$ m $\quad F = ?$

(a) Basic Equation:

$$E_k = \tfrac{1}{2}mv^2$$

Working Equation: Same

Substitution:

$$E_k = \tfrac{1}{2}(1.00 \times 10^4 \text{ kg})(10.0 \text{ m/s})^2$$

$$= 5.00 \times 10^5 \frac{\text{kg m}^2}{s^2} \times \frac{1 \text{ J}}{\text{kg m}^2/s^2} \qquad [1 \text{ J} = 1 \text{ N m} = 1 \text{ (kg m/s}^2\text{)(m)} = 1 \text{ kg m}^2/s^2]$$

$$= 5.00 \times 10^5 \text{ J} \quad \text{or} \quad 500 \text{ kJ}$$

(b) Basic Equation:

$$E_k = W = Fs$$

Working Equation:

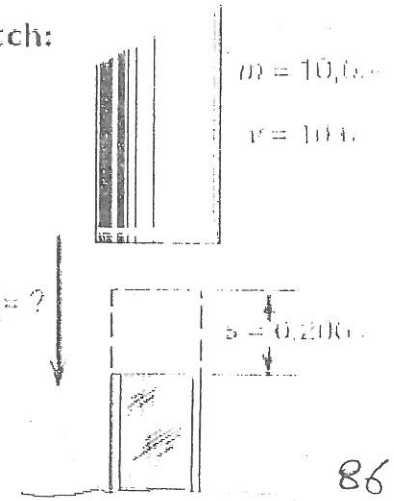
$$F = \frac{E_k}{s} \qquad [\text{Use } E_k \text{ from part (a).}]$$

Substitution:

$$F = \frac{5.00 \times 10^5 \text{ J}}{0.200 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ N m}}{1 \text{ J}} \qquad (1 \text{ J} = 1 \text{ N m})$$

$$= 2.50 \times 10^6 \text{ N}$$

Sketch:



EXAMPLE 2.34

A 60.0-g bullet is fired from a gun with 3150 J of kinetic energy. Find its velocity.

Data:

$E_k = 3150\ \text{J}$

$m = 60.0\ \text{g} = 0.0600\ \text{kg}$

$v = ?$

Basic Equation:

$$E_k = \tfrac{1}{2}mv^2$$

Working Equation:

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$

Substitution:

$$v = \sqrt{\frac{2(3150\ \text{J})}{0.0600\ \text{kg}} \times \frac{1\ \text{kg m}^2/\text{s}^2}{1\ \text{J}}} \qquad [1\ \text{J} = 1\ \text{N m} = 1\ (\text{kg m/s}^2)(\text{m}) = 1\ \text{kg m}^2/\text{s}^2]$$

$$= 324\ \text{m/s}$$

Conservation of Energy

حفظ الطاقة

Law of conservation of energy

قانون حفظ الطاقة

- Energy cannot be created or destroyed; it may be transformed from one form into another, but the total amount of energy never changes.

الطاقة لا يمكن استحداثها أو افنائها لكنه يمكن تحويلها من الشكل الآخر بحيث أن الكمية الكلية للطاقة مستحيل أن تتغير

* نص قانون حفظ الطاقة :

الطاقة لا يمكن استحداثها أو افنائها . لكنه يمكن تحويلها من شكل لآخر بحيث أن مقدار الطاقة الكلية لا يتغير.

Conservation of Energy

A situation to ponder...

Consider the system of a bow and arrow. In drawing the bow, we do work on the system and give it potential energy. When the bowstring is released, most of the potential energy is transferred to the arrow as kinetic energy and some as heat to the bow.

* اعتبر النظام المكون من قوس و سهم . ففي عملية سحب القوس يبذل شغل على النظام لذلك نعطي له طاقة وضع . وعند إفلات خيط القوس . فإن أغلب الطاقة الكامنة تنتقل الى السهم على شكل طاقة حركية . ولكنه جزء من تلك الطاقة يتحول الى حرارة في القوس .

Conservation of Mechanical Energy

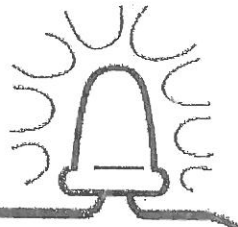
حفظ الطاقة الميكانيكية

$E = E_K + E_p$

* تذكر أن الطاقة الميكانيكية : هي مجموع طاقتي الحركة والوضع للجسم

Mechanical Energy = Potential Energy + Kinetic Energy

الميكانيكية الطاقة الكامنة الطاقة الحركية الطاقة



Law of Conservation of Mechanical Energy

قانون حفظ الميكانيكية الطاقة

The sum of the kinetic energy and the potential energy in a system is constant if no resistant forces do work.

مجموع الحركية الطاقة و الكامنة الطاقة في النظام ثابت إذا لا يوجد مقاومة قوى تبذل شغل

* قانون حفظ الطاقة الميكانيكية :

* عندما لا توجد قوى مقاومة أثناء حركة الجسم (مثل الاحتكاك) فإن : عند أي نقطة يكون مجموع طاقة الحركة و طاقة الكامنة يكون ثابت .

$\Rightarrow E_f = E_i$

$(E_K + E_p)_f = (E_K + E_p)_i$

$(\frac{1}{2}mv^2 + mg \cdot Y)_f = (\frac{1}{2}mv^2 + mgY)_i$

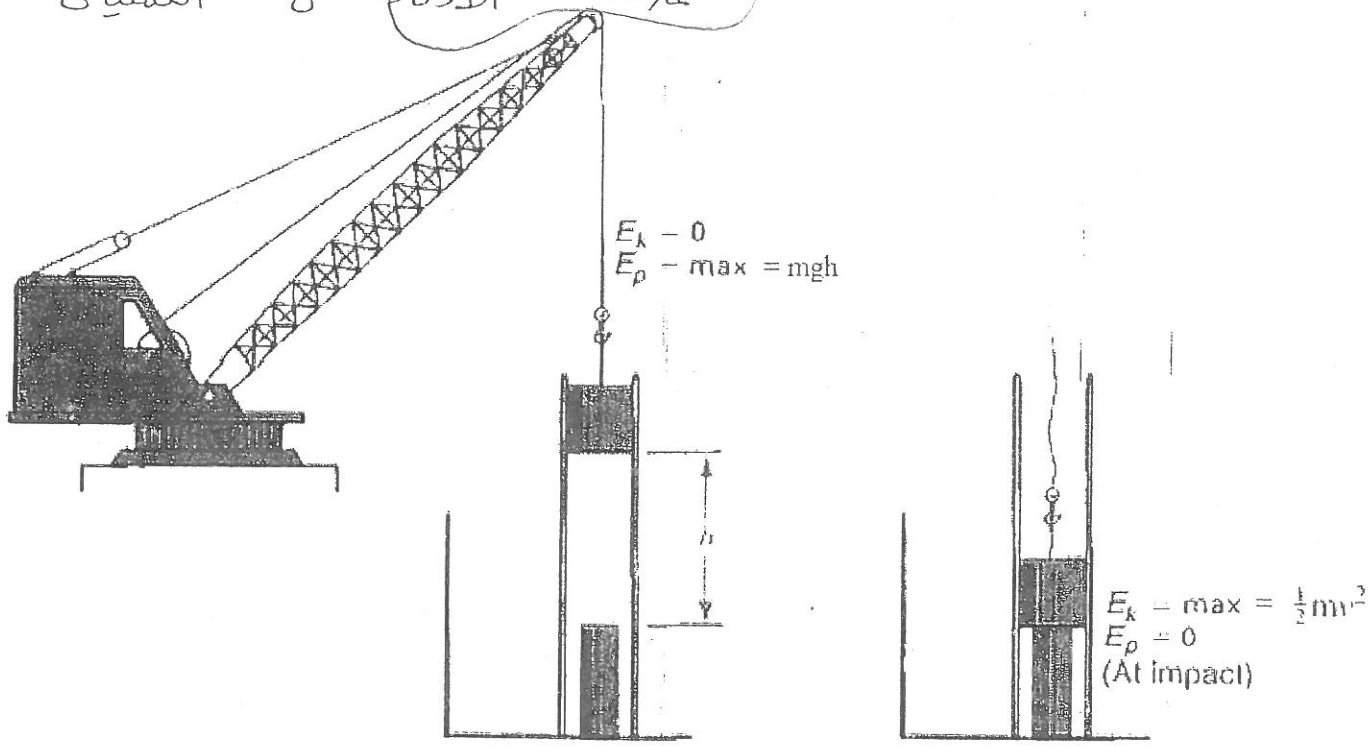
Conservation of Mechanical Energy

حفظ الميكانيكية الطاقة

Example: Energy transforms without net loss or net gain in the operation of a pile driver.

مثال الطاقة تتحول بدون فقد محصلة أو محصلة في كسب

العمليات ل الآلة الدوارة غارسة



- **conservation of mechanical energy** $\Rightarrow$ $\max E_p = \max E_k$

حفظ الميكانيكية الطاقة

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

- **Solving for the velocity** $\Rightarrow$ $v = \sqrt{2\,g\,h}$

ل الحل السرعة