

اسم المقرر : الفيزياء العامة (العمارة)

رقم ورمز المقرر: ١٠٥ فيز

المستوى : الثالث

ليس لها متطلب سابق

وقت المحاضرة : الأحد ٨-10

:

المراجع : الفيزياء العامة للجامعات

د.خضر الشيباني ، د.أسامة العاني

**المحاضر: د. محمد بن سعيد القحطاني**

البريد الإلكتروني : [mbalqahtani@ksu.edu.sa](mailto:mbalqahtani@ksu.edu.sa)

الموقع الشخصي : <http://fac.ksu.edu.sa/mbalqahtani>

# ما هو علم الفيزياء

علم الفيزياء في الأساس علم تجريبي يعتمد على الملاحظة والقياسات الدقيقة لاستنباط القوانين، والوصول إلى النظريات التي تساعدنا على فهم الظواهر الطبيعية، ومن ثم تسخيرها لما فيه فائدة للإنسان؛

# ما هو علم الفيزياء

• علم الفيزياء هو القاعدة الأساسية لمختلف العلوم فهو يقدم التفاصيل العميقة لفهم كل شيء بدءاً بالجسيمات الأولية إلى النواة والذرة والجزيئات والخلايا الحية والمواد الصلبة والسائلة والغازات والبلازما (الحالة الرابعة للمادة) والدماغ البشري والأنظمة المعقدة والكمبيوترات السريعة والغلاف الجوي والكواكب والنجوم والمجرات والكون نفسه.

# أفرع الفيزياء

■ **الفيزياء التقليدية:** هي كل الفيزياء قبل عام ١٩٠٠م والتي تهتم بدراسة حركة الأجسام الكبيرة بالمقارنة مع الأجسام الذرية والتي تتحرك بسرعات أقل بكثير من سرعة الضوء.  
• أقسامها خمسة هي :

١- **الميكانيكا :** وهي تهتم بدراسة حركة الاجسام سواء اكانت الحركة منتظمة وغير منتظمة

٢- **الديناميكا الحرارية :** والتي تتعامل مع الحرارة والشغل ودرجة الحرارة ودراسة السلوك

الإحصائي لأنظمة تحتوي على عدد كبير من الجسيمات.

٣- **الصوت :** عبارة عن موجة ميكانيكية قادرة على التحرك في عدة أوساط مادية مثل الأجسام الصلبة،

السوائل، والغازات، ولا تنتشر في الفراغ، ولها عدة خصائص مثل الانعكاس والتداخل والحيود والاستقطاب

٤- **الكهرومغناطيسية :** والتي تهتم بدراسة الكهربائية والمغناطيسية والمجالات الكهرومغناطيسية.

٥ - **الضوء** والذي يهتم بدراسة سلوك الضوء وتفاعله مع المواد الأخرى.

# أفرع الفيزياء تابع

## ■ الفيزياء الحديثة: تعني بدراسة التركيب الاساسي للمادة

- أقسامها الأساسية هي :
- ١ - الفيزياء الذرية والجزيئية والالكترونيات
  - ٢ - الفيزياء النووية
  - ٣ - فيزياء الجسيمات
  - ٤ - فيزياء المواد الصلبة
  - ٥ - فيزياء المائع والبلازما

# علوم فيزياء تطورت بتطور مفاهيم الفيزياء الحديثة

- الليزر
- الطاقة الشمسية
- البلازما
- الأغشية الرقيقة
- الألياف الضوئية
- الفيزياء الإشعاعية
- الجسيمات الأولية
- الفلك

## محتويات ١٠٥ فيز

# الباب الأول: الميكانيكا

الفصل الأول: الكميات الفيزيائية وتحليل المتجهات

الفصل الثاني : الحركة الخطية

الفصل الرابع: قوانين نيوتن للحركة وتطبيقاتها

الفصل الخامس: الشغل والطاقة

الفصل السادس: قانون حفظ الطاقة

# الباب الثاني: الخواص الميكانيكية للمادة

الفصل الثاني عشر: المرونة

الفصل الثالث عشر: الموائع الساكنة

الفصل الرابع عشر: سريان الموائع

## الباب الثالث: الحرارة

الفصل السابع عشر: أساسيات حرارية

الفصل الثامن عشر: مفاهيم حرارية

الفصل التاسع عشر: انتقال الحرارة



# الباب الأول: الميكانيكا

## الفصل الأول: الكميات الفيزيائية وتحليل المتجهات

**الكمية الفيزيائية:** هي الظاهرة التي يمكن قياسها بواسطة أداة قياس وتحديدتها بواسطة عدد ووحدته.

### الكمية الفيزيائية

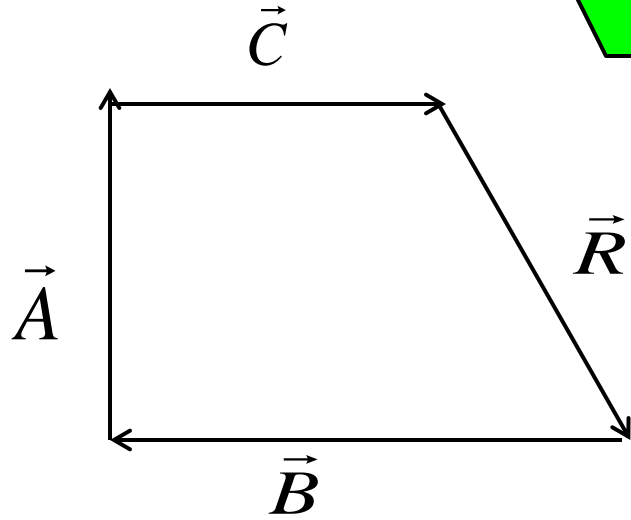
#### الكمية المتجه:

تحدد بعدد ووحدته واتجاه  
مثال: القوة – السرعة –  
الازاحة

#### الكمية القياسية

تحدد بواسطة عدد ووحدة  
مثال: الكتلة – الحجم –  
الطول – الزمن

## جمع المتجهات



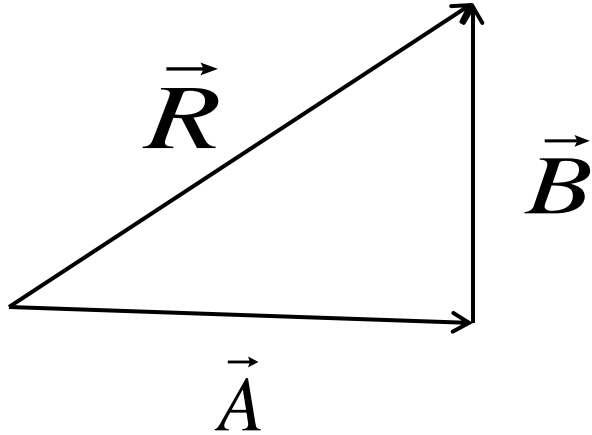
اولا : الطريقة البيانية :

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$$

نفترض ان طول المتجه  $\vec{A} = 5$  سم والمتجه  $\vec{B} = 10$  سم  
والمتجه  $\vec{C} = 3$  سم يتم قياس المحصلة بالقياس المباشر  
وتكون النتيجة قيمة المتجه

$$\vec{R} = 1.5 \text{ سم}$$

## تابع جمع المتجهات



ثانيا الطريقة المثلثية

تستخدم هذه الطريقة اذا كان المتجهان

$\vec{A}$  و  $\vec{B}$  متعامدين

ومن نظرية فيثاغورث يمكن ايجاد

مقدار المحصلة

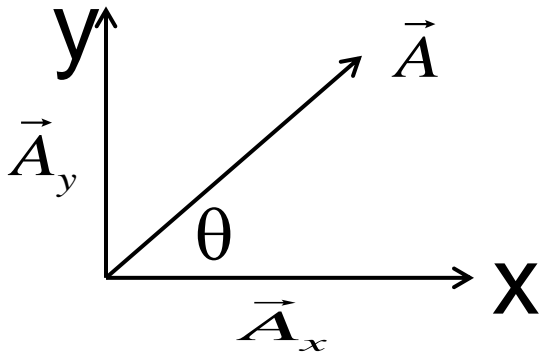
$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

يمكن تحديد اتجاه R

بمعرفة الزاوية  $\theta$  من العلاقة  $\tan \theta = \frac{B}{A} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{B}{A}\right)$

## تابع جمع المتجهات

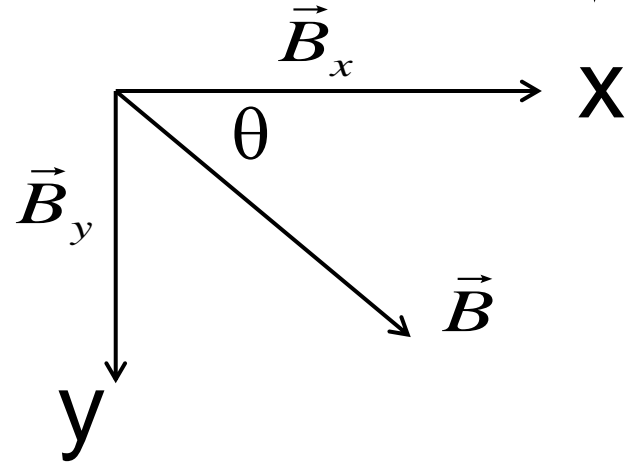
ثالثا طريقة المركبات  
تستخدم هذه الطريقة اذا كان المتجهان غير متعامدين



$$\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$$

$$\vec{A}_x = \vec{A} \cos \theta$$

$$\vec{A}_y = \vec{A} \sin \theta$$



$$\vec{B} = \vec{B}_x + \vec{B}_y$$

$$\vec{B}_x = \vec{B} \cos \theta$$

$$\vec{B}_y = \vec{B} \sin \theta$$

## تابع جمع المتجهات

عند جمع المتجهان نحصل على

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = (\vec{A}_x + \vec{B}_x) + (\vec{A}_y + \vec{B}_y) = \vec{R}_x + \vec{R}_y$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

قيمة المتجه R

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x} \Rightarrow \theta = \tan^{-1} \left( \frac{R_y}{R_x} \right)$$

اتجاه المتجه R

متجه الوحدة ( Unit Vector ) :

يمكن بشكل عام كتابة أي متجه  $\vec{D}$  مثلا بدلالة المركبات كما يلي:

$$\vec{D} = \vec{D}_x + \vec{D}_y + \vec{D}_z$$

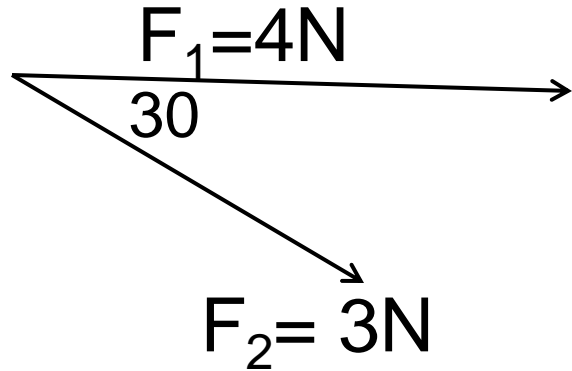
$$= D_x i + D_y j + D_z k$$

حيث يسمى  $i$  متجه الوحدة على امتداد محور  $x$  ( وهو متجه طوله وحدة الاطوال على امتداد  $x$  )

ويسمى  $j$  متجه الوحدة على امتداد محور  $y$  ( وهو متجه طوله وحدة الاطوال على امتداد  $y$  )

ويسمى  $k$  متجه الوحدة على امتداد محور  $z$  ( وهو متجه طوله وحدة الاطوال على امتداد  $z$  )

مثال ١: اذا كان  $F_1$  و  $F_2$  كميتين متجهتين تحصران زاوية مقدارها  $30^\circ$  كما بالشكل، فما هو مقدار جمعهما؟



بما ان المتجهين غير متعامدين نستخدم طريقة التحليل - نلاحظ ان المتجه  $F_1$  يقع على المحور  $x$  فقط وبالتالي

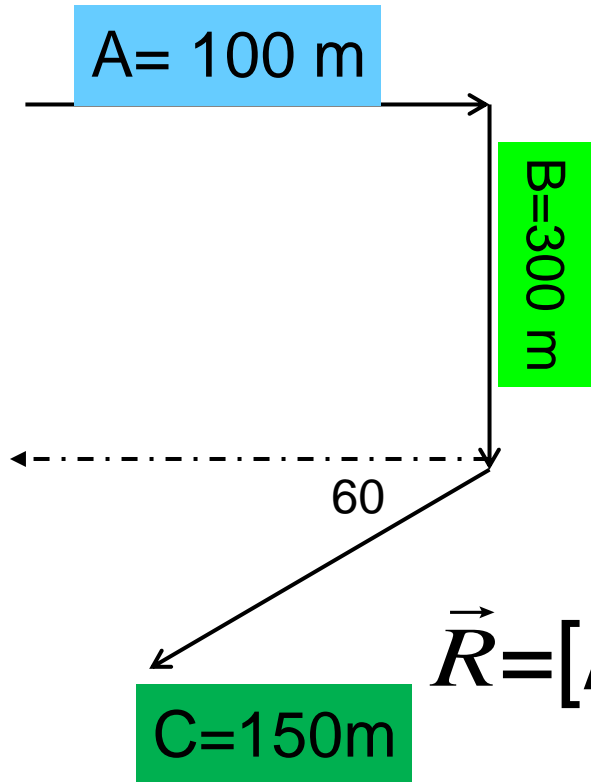
$$F_1(x) = 4 \text{ N}, F_1(y) = 0$$

$$F_2(x) = 3 \cos 30 = 2.598 \text{ N}, F_2(y) = 3 \sin 30 = 1.5$$

$$\begin{aligned} \vec{R} &= (F_1(x) + F_2(x)) + (F_1(y) + F_2(y)) \\ &= (4 + 2.598) x + (0 + 1.5) y \\ &= 6.598 x + 1.5 y \end{aligned}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = R = \sqrt{(6.598)^2 + (1.5)^2} = 6.766$$

مثال ٢ : سلك شخص الطريق الموضح بالرسم ما هي مقدار  
الازاحة النهائية



$$A(x) = 100, \quad A(y) = 0$$

$$B(x) = 0, \quad B(y) = -300$$

$$C(x) = -150 \cos 60 = -75$$

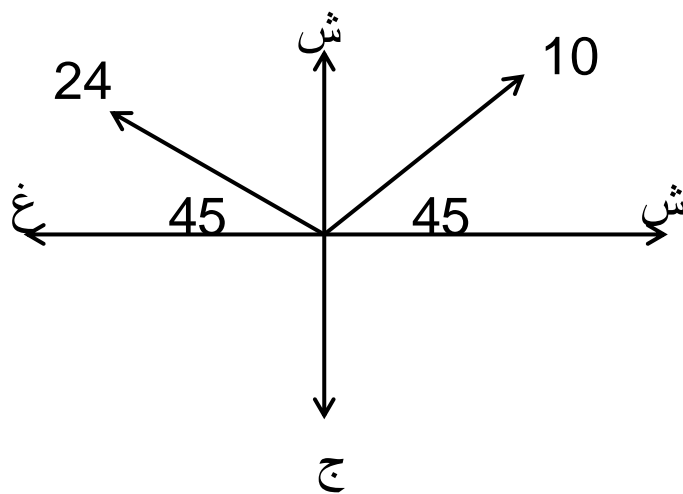
$$C(y) = -150 \sin 60 = -129.9$$

$$\begin{aligned} \vec{R} &= [A(x) + B(x) + C(x)] + [A(y) + B(y) + C(y)] \\ &= [100 + 0 - 75] + [0 - 300 - 129.9] \\ &= 25(x) - 429.9(y) \end{aligned}$$

$$R = \sqrt{(25)^2 + (-429.9)^2} = 430.6$$



مثال: متجه مقداره  $A=10\text{ m}$  باتجاه الشمال الشرقي ومتجه اخر مقدار  $B=24\text{ m}$  باتجاه الشمال الغربي يكون مقدار المحصله



للمتجهين

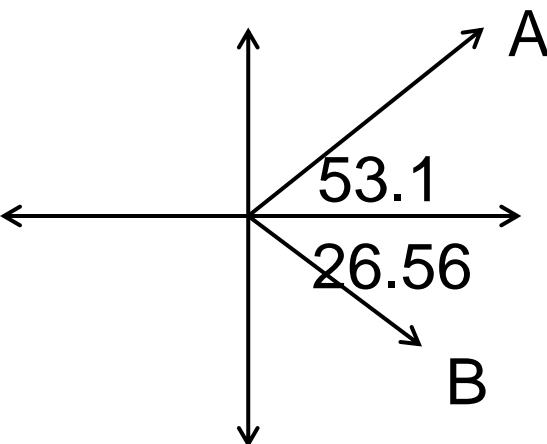
$$x\text{-axis} = 10 \cos 45 - 24 \cos 45 = -9.9$$

y-axis

$$= 10 \sin 45 + 24 \sin 45 = 24$$

$$R = \sqrt{(-9.9)^2 + (24)^2} = 26\text{m}$$

مثال: اذا اعطيت المتجه  $A = 3i + 4j$  والمتجه  $B = 2i - j$  فان مقدار الزاوية المحصورة بينهما



زاوية ميل المتجه B

زاوية ميل المتجه A

$$\tan \theta_2 = -1/2 = -26.56 \quad \tan \theta_1 = 4/3 = 53.1$$

$$\text{Total } \theta = 53.1 + 26.56 = 79.77$$

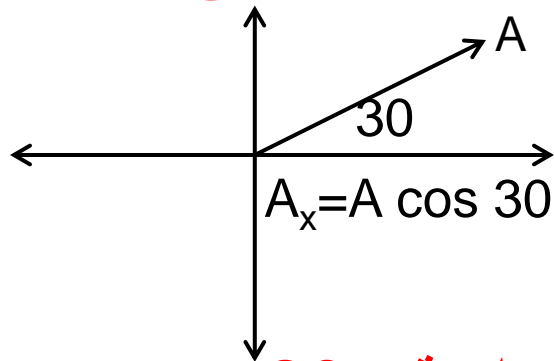
مثال: اذا كان المتجه  $A = 2i - 3j$  والمتجه  $B = -4i - 9j$  فان محصلة جمعهما واتجاهها

$$R = (2i - 4i) + (-3j - 9j) = -2i - 12j$$

$$R = \sqrt{(-2)^2 + (-12)^2} = 12.16$$

$$\tan \theta = (-12/-2) \longrightarrow \theta = 80.5$$

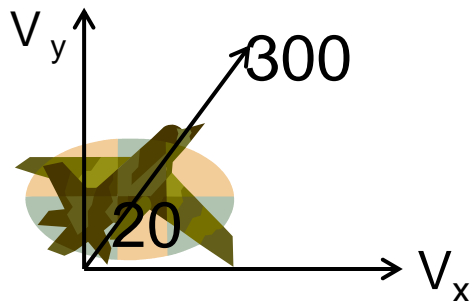
مثال: متجه يصنع زاوية 30 مع المركبة السينية له التي مقدارها 30m فيكون طول المتجه هو



$$A_x = A \cos 30 = 30 = A \cos 30$$

$$A = 34.6$$

مثال : اقلعت طائرة حربية بسرعة 300 km/h وزاوية 20 عن مستوى الارض كما في الشكل. احسب مركبة السرعة الافقية  $V_x$  ومركبة السرعة العمودية  $V_y$

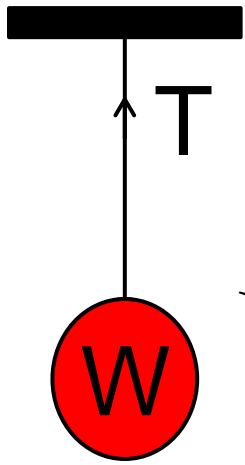


$$V_x = V \cos 20 = 282 \text{ m/s}$$

$$V_y = V \sin 20 = 103 \text{ m/s}$$

مفهوم التوازن: حالة السكون: يقال ان الجسم في حالة سكون اذا كانت محصلة القوى المؤثرة عليه متساوية.

$$\Sigma F = 0$$



قوة الشد T

بما ان الجسم في حالة سكون لا بد ان تكون

$$\Sigma F_x = 0,$$

$$\Sigma F_y = 0$$

مثال: يزن الجسم في الشكل المجاور 30N ما هو الشد الحاصل في الحبل

$$T - W = 0 \longrightarrow T = W$$

$$T = 30N$$

مثال: اذا علق جسم كتلته الى 70kg الى السقف فان قوة الشد الى السقف تساوى

$$T = W = mg = 70 \times 9.8 = 686 \text{ N}$$

إذا كان الشد في الحبل الأفقي  
 $T_1 = 30 \text{ N}$  فاحسب وزن الجسم  $W$

مجموع القوى في اتجاه  $x = \text{صفر}$

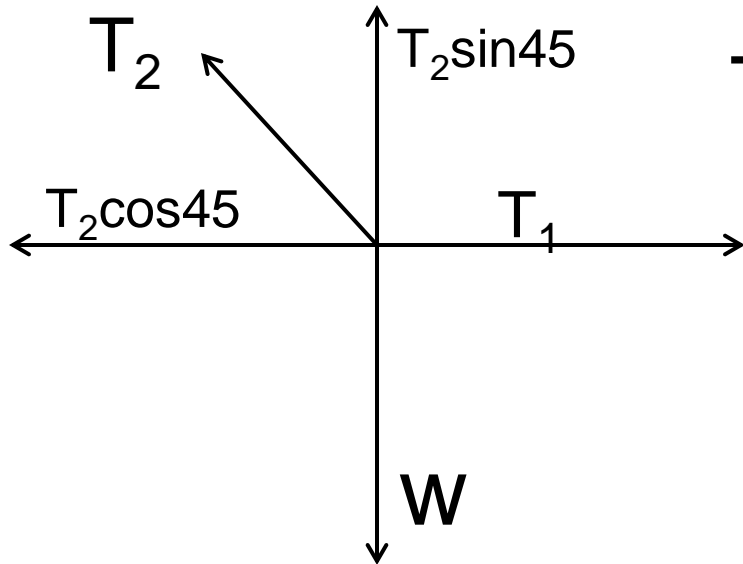
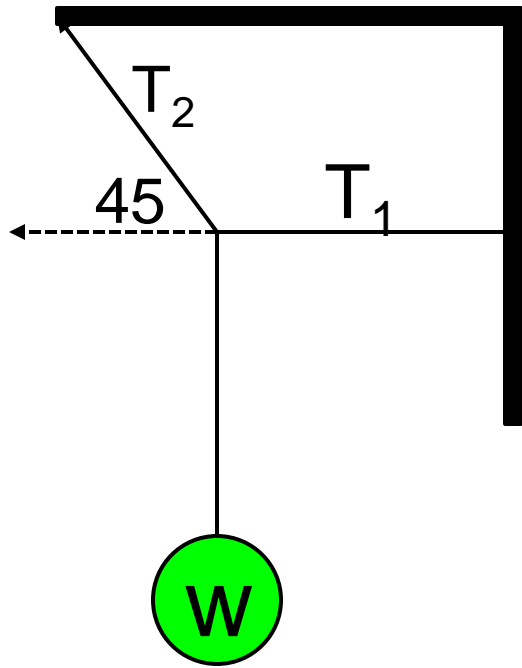
$$T_1 - T_2 \cos 45 = 0 \quad T_1 = T_2 \cos 45$$

$$T_2 = T_1 / \cos 45 = 30 / 0.707 = 42.42 \text{ N}$$

مجموع القوى في اتجاه  $y = \text{صفر}$

$$T_2 \sin 45 - W = 0 \quad W = T_2 \sin 45$$

$$W = 42.42 \sin 45 = 30 \text{ N}$$



# الفصل الثاني الحركة الخطية



• الازاحة  $\Delta x$

$$\Delta X = X_f - X_i$$

• السرعة  $v$  عندما يقطع الجسم ازاحة  $\Delta x$  في زمن مقدارها  $t$   
وكانت سرعته الابتدائية  $v_i$  وسرعته النهائية  $v_f$

$$\vec{v} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{m/s}$$

والسرعة كمية متجه ووحدتها m/s

• التسارع  $a$  هو معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن وهو

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} \quad \text{m/s}^2$$

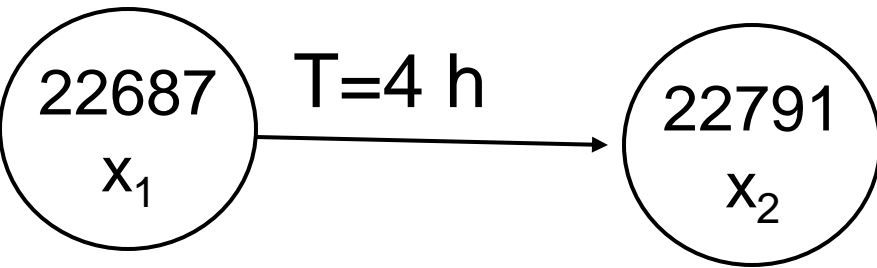
كمية متجه ووحدته  $\text{m/s}^2$

التسارع موجب عندما تكون السرعة تزايدية

التسارع سالب عندما تكون السرعة تناقصية

التسارع يساوى صفرا عندما تكون السرعة ثابتة

مثال: اذا كانت قراءة عداد السيارة في بداية الرحلة 22687 km ثم اصبحت القراءة 22791 km في نهاية الرحلة التي استغرقت 4 h احسب متوسط سرعة السيارة على اعتبار ان السيارة كانت تسير على خط مستقيم.



$$V = (x_2 - x_1) / t$$

$$= (22791 - 22687) / 4$$

$$= 26 \text{ km/h}$$

مثال: جسم يتحرك بتسارع ثابت عندما كان موقعة  $x = 3 \text{ cm}$  كانت سرعته  $15 \text{ cm/s}$ . بعد ثانيتين اصبح موقعة  $x = -5 \text{ cm}$  تسارع

$$a = (v_2 - v_1) / t$$

$$x_2 - x_1 = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)t \quad \therefore -5 - 3 = \frac{1}{2}(15 + v_2)t$$

$$-8 = 15 + v_2 \quad \therefore v_2 = -23 \text{ cm/s}$$

$$a = (v_2 - v_1) / t = (-23 - 15) / 2 = -19 \text{ cm/s}^2$$

$$= -0.19 \text{ m/s}^2$$

هذا الجسم

$$x_1 = 3 \text{ cm}$$

$$v_1 = 15 \text{ cm/s}$$

$$x_2 = -5 \text{ cm}$$

$$t = 2 \text{ s}$$

$$v_2 = ?$$

$$a = ?$$

# معادلات الحركة المنتظمة في بعد واحد

Equation	المتغير المفقود
$v_f = v_i + at$	الازاحة $x_f - x_i$
$x_f - x_i = \frac{1}{2}(v_i + v_f)t$	التسارع $a$
$x_f - x_i = v_i t + \frac{1}{2}at^2$	السرعة النهائية $v_f$
$v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_f - x_i)$	الزمن $t$

مثال ١: يتحرك جسم بسرعة ابتدئية قدرها  $8\text{m/s}$  على طول خط مستقيم بتسارع ثابت، فقطع  $1920\text{ m}$  خلال  $40\text{ s}$  فما

هو تسارع الجسم

$$X=1920\text{ m}$$

$$V_i=8\text{ m/s}$$

$$t=40\text{ s}$$

$$a=?$$

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

$$1920 = 8 \times 40 + \frac{1}{2} a (40 \times 40)$$

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

مثال ٢: انطلقت سيارة من السكون بتسارع قدره  $4\text{m/s}^2$  فان المسافة التي تقطعها بعد  $6\text{ s}$

$$V_i=0$$

$$a=4\text{ m/s}^2$$

$$t=6\text{ s}$$

$$x=?$$

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

$$= 0 \times 6 + \frac{1}{2} \times 4 \times (36)$$

$$x = 72\text{ m}$$



مثال ٣: شاحنة تتحرك من السكون وتسير بتسارع  $5 \text{ m/s}^2$   
احسب سرعتها والمسافة المقطوعة بعد مرور  $4\text{s}$

$$\begin{aligned}V_f &= V_i + at \\ &= 0 + 5 \times 4 \\ &= 20 \text{ m/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x &= v_i t + \frac{1}{2} at^2 \\ &= 0 \times 4 + \frac{1}{2} \times 5 \times 16 \\ &= 40 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_i &= 0 \\ a &= 5 \text{ m/s}^2 \\ t &= 4 \text{ s} \\ V_f &=? \\ x &=?\end{aligned}$$

مثال ٤: اذا تحرك جسم تبعا للمعادلة  $x = 3t^2 + 2t - 5$  علما بان  $x$  هي المسافة و  $t$  هي الزمن فأوجد المسافة والسرعة بعد مضي  $4$  ثوان  
الحل: بالتعويض عن الزمن  $t=4$  فى المعادلة ينتج ان  
$$x = 3 \times (4)^2 + 2 \times 4 - 5 = 51 \text{ m}$$

ولإيجاد السرعة لابد من تفاضل المعادلة بالنسب للزمن  
$$\frac{dx}{dt} = v = 6t + 2 = 6 \times 4 + 2 = 26 \text{ m/s}$$

## السقوط الحر

يعتبر السقوط الحر احد الامثلة الهامة للحركة المنتظمة في بعد واحد - نستبدل التسارع  $a$  بتسارع الجاذبية  $g=9.8 \text{ m/s}^2$  والاتجاه  $x$  الى  $y$  ودائما اتجاه الحركة الى اسفل

$$v_f = v_i - gt$$

$$y = \frac{1}{2} (v_i + v_f) t$$

$$y = v_i t - \frac{1}{2} gt^2$$

$$v_f^2 = v_i^2 - 2gy$$

معادلات الحركة للأجسام

الساقطة سقوطا حرا

اسفل  $g = -9.8 \text{ m/s}^2$

لأعلى  $g = +9.8 \text{ m/s}^2$

مثال: يسقط حجر من بناية ارتفاعها 450m بإهمال مقاومة الهواء  
 احسب ١- الوقت اللازم لوصول الحجر الى الارض  
 ٢- سرعة الحجر حين اصطدامه بالأرض

$$y = v_i t - 1/2 g t^2$$

$$450 = 0 \times t - 1/2 \times (-9.8) \times t^2$$

$$t^2 = 2 \times 450 / 9.8, \quad t = 9.6 \text{ s}$$

$$V_i = 0$$

$$y = 450 \text{ m}$$

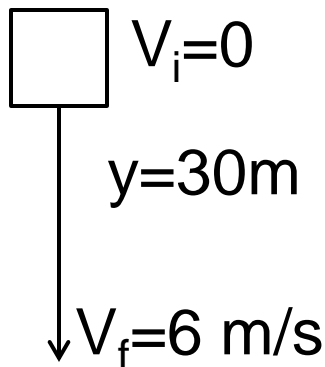
$$t = ?$$

$$V_f = ?$$

$$V_f = V_i - g t$$

$$= 0 - 9.8 \times 9.6 = -94 \text{ m/s}$$

مثال: يتحرك مصعد من السكون الى الاسفل ويصل بسرعة 6m/s بعد ان  
 يقطع مسافة 30m يكون التسارع التقريبي للمصعد هو



المصعد لا يسقط سقوطاً حراً

$$V_f^2 = v_i^2 - 2 a y = 36 = 0 - 2 \times 30 a$$

$$36 = 60 a, \quad a = 0.6 \text{ m/s}^2$$

مثال ٢: يقذف حجر من الارض الى الاعلى بسرعة ابتدائية  $16 \text{ m/s}$  احسب ١- اقصى ارتفاع يصل اليه الحجر  
٢- الزمن اللازم لرجوع الحجر الى الارض

١ عند اقصى ارتفاع عندما تكون  $v_f = 0$

$$v_f^2 = v_i^2 - 2gy$$

$$0 = (16)^2 - 2 \times 9.8y$$

$$y = 13 \text{ m}$$

٢. الزمن اللازم لرجوع الحجر الى الارض هو ضعف زمن الصعود

$$v_f = v_i - gt$$

$$0 = 16 - 9.8 t$$

$$t = 1.6$$

$$\begin{aligned} \text{الزمن المطلوب} &= 2 \times 1.6 \\ &= 3.2 \text{ s} \end{aligned}$$

## الفصل الرابع قوانين نيوتن للحركة

قبل دراسة قوانين الحركة لنيوتن هناك بعض المفاهيم التي يجب معرفتها

**عزم القصور الذاتي (العطالة):** هي الخاصية التي يمتلكها الجسم لمقاومة التغير في حالته السكونية او الحركية المنتظمة على خط مستقيم

**الكتلة (m):** هي المقياس الكمي لعزم القصور الذاتي (العطالة)

**القوة (F):** هي المؤثر التي تؤدي الى تغير الحالة الحركية للجسم ويستدل عليها بتغير تسارع الجسم وتقاس بوحدة N

مثل قوة الجاذبية المؤثرة على الجسم والتي تساوى وزن الجسم W

$$F = W = mg \quad \text{تقاس ب} \quad N = \text{kgm/s}^2$$

## قانون نيوتن الاول(قانون العطالة)

يبقى الجسم على حالته من السكون او الحركة المنتظمة ما لم تؤثر عليه قوى خارجية لا تساوى الصفر

$$\Sigma F=0, v= \text{constant} \quad a=0$$

## قانون نيوتن الثانى (قانون التسارع)

محصلة القوى المؤثرة على الجسم تتناسب طرديا مع كتلة الجسم ومع تسارعه واتجاه محصلة القوة هو نفسه اتجاه تسارع الجسم

$$\Sigma F= ma$$

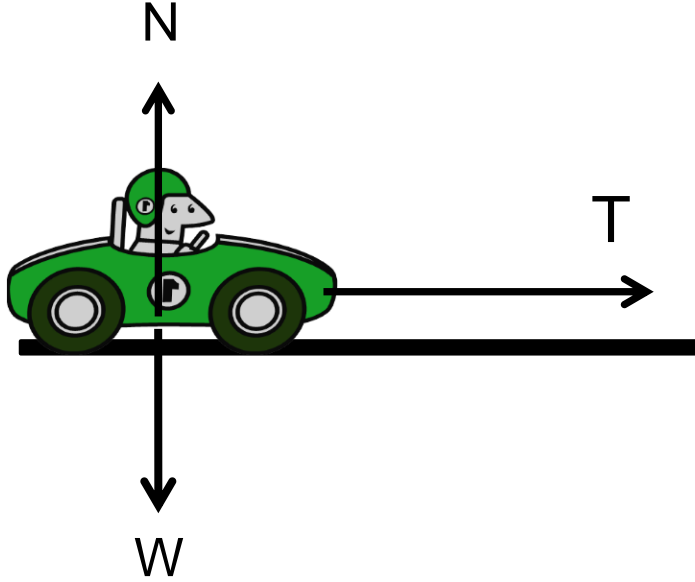
$$\Sigma F_x = ma_x \quad \Sigma F_y = ma_y$$

مثال: ما هي القوة اللازمة للحصول على تسارع  $6 \text{ m/s}$  لكتله مقدار  $5 \text{ kg}$

$$\Sigma F= ma = 5 \times 6 = 30\text{N} \quad \text{الحل}$$

# تطبيقات قوانين نيوتن

## ١. قوة الشد T



القوى المؤثرة في اتجاه x

$$\sum F_x = T = ma_x$$

القوى المؤثرة في اتجاه y

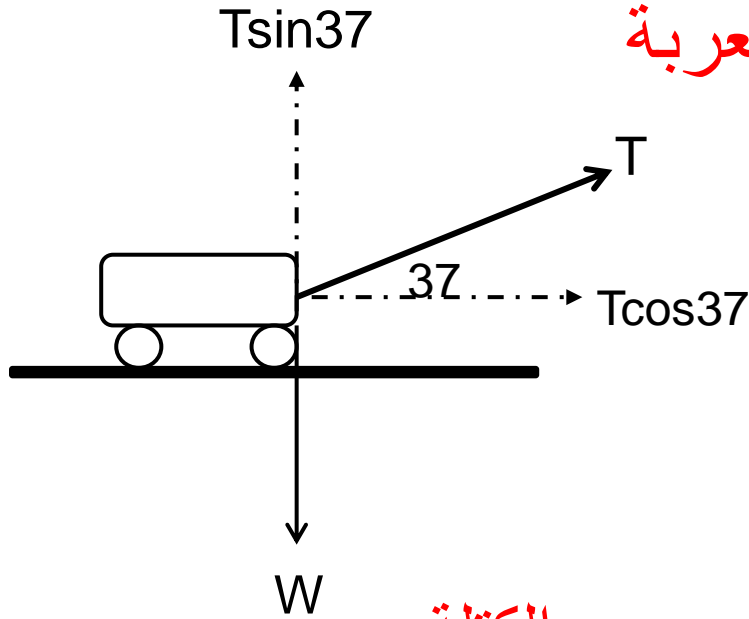
$$N = W = mg$$

في الشكل المجاور ما هو الشد المطلوب في الحبل لسحب العربة بتسارع  $0.5 \text{ m/s}^2$  اذا كان وزن العربة هو  $80 \text{ N}$   
الحل

$$T = ma, W = mg, 80 = m \times 9.8 \quad m = 8.16 \text{ kg}$$

$$T = 8.16 \times 0.5 = 4.08 \text{ N}$$

مثال ٢: يتم سحب عربة وزنها  $39.2 \text{ N}$  بقوة مائلة مقدارها  $6 \text{ N}$  كما هو مبين بالشكل المجاور ما هو تسارع العربة



$$\Sigma F_x = ma = T \cos 37$$

$$ma = 6 \cos 37 = 4.8$$

$$W = mg = 39.2$$

$$m = 39.2 / 9.8 = 4$$

$$a = 4.8 / 4 = 1.2 \text{ m/s}^2$$

مثال ٣ في الشكل المجاور الكتلة  $m_2 = 30 \text{ kg}$  والكتلة  $m_1 = 15 \text{ kg}$  موضوعة على طاولة عديمة الاحتكاك احسب تسارع المجموعة ومقدار الشد في الحبل

$$\Sigma F = m_1 a \quad \therefore T = m_1 a \quad \text{بالنسبة لـ } m_1$$

$$\Sigma F_y = T - m_2 g = m_2 a \quad \text{بالنسبة لـ } m_2$$

$$\therefore T = m_2 (g + a) \quad \longrightarrow \quad m_1 a = m_2 (g + a)$$

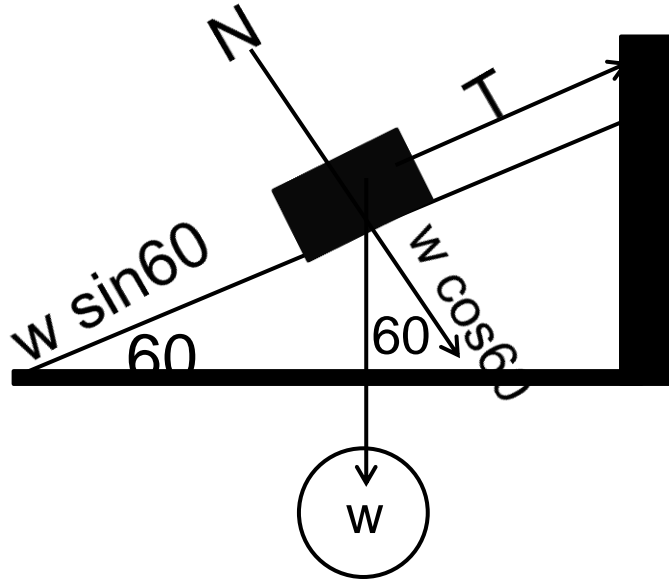
$$15a = 30(9.8 + a), \quad a = 19.8 + 2a, \quad 3a = 19.8$$

$$a = 6.5 \text{ m/s}^2 \quad T = m_1 a = 15 \times 6.5 = 98 \text{ N}$$



## ٢. كتلة تتحرك على مستوى مائل

مثال: كتلة مقدارها 50kg على منحدر يميل عن الافق بزاوية مقدارها 60 ومربوط بحبل الى الى جدار اذا كان الحبل قوى وغير قابل للتمدد ومهمال الوزن وكانت الكتلة ساكنة في مكانها فان مقدار قوة الشد في الحبل عند اهمال قوى الاحتكاك بين الكتله والسطح

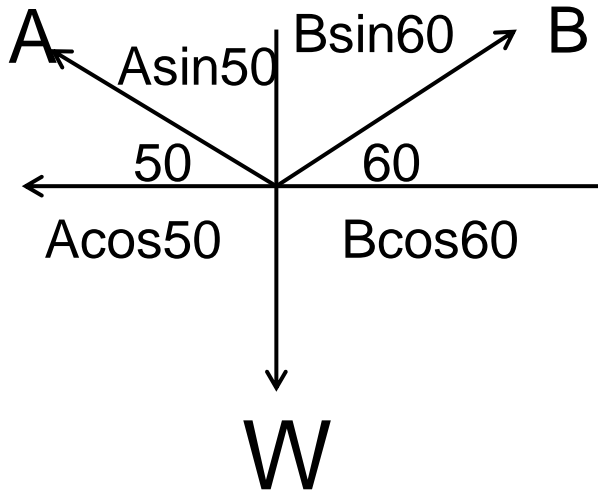
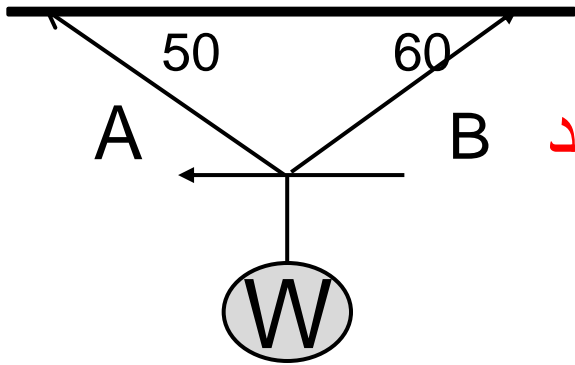


$$T = W \sin 60 = mg \sin 60 \\ = 50 \times 9.8 \sin 60 = 424.35 \text{ N}$$

$$N = W \cos 60 = mg \cos 60 \\ = 50 \times 9.8 \cos 60 = 245 \text{ N}$$

### ٣. توازن جسم معلق

إذا كان الشد في الحبل A هو 30N فاحسب الشد في الحبل B ومقدار W



$$\sum F_x = 0, B \cos 60 - A \cos 50 = 0$$

$$B \cos 60 = A \cos 50, B \cos 60 = 30 \cos 50$$

$$B = 38.56 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0, B \sin 60 + A \sin 50 - W = 0$$

$$W = 38.56 \sin 60 + 30 \sin 50 = 56.37 \text{ N}$$

## ٤. حركة البكرة

نفترض ان الجسم A يتحرك الى اعلى  
طبقا لقانون نيوتن الثاني  $\Sigma F=ma$

بالنسبة للكتلة A

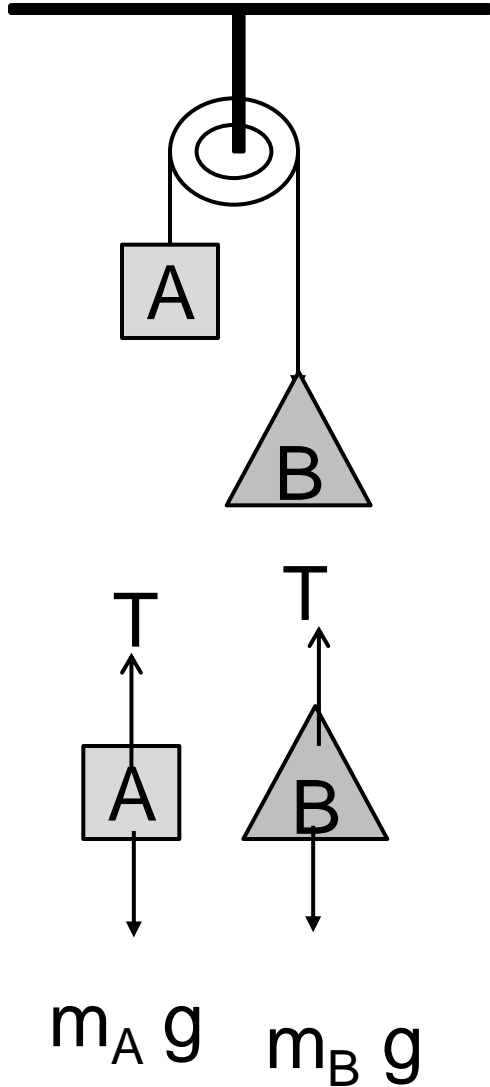
$$T - m_A g = m_A a , \quad \dots(1)$$

بالنسبة للكتلة B

$$m_B g - T = m_B a , \quad \dots(2)$$

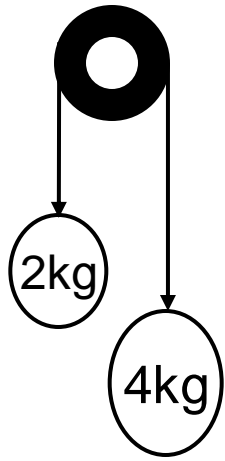
بجمع المعادلات (1) و (2) يمكن ايجاد التسارع a

$$a = \frac{(m_b - m_a)g}{(m_b + m_a)g}$$



مثال: في الشكل المجاور تسارع المجموعة

$$m_A = 2\text{kg} , m_B = 4\text{kg}$$

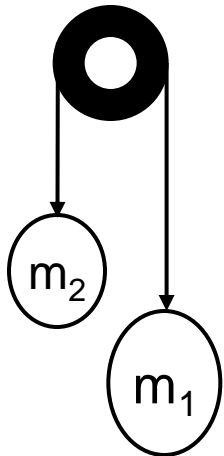


$$m_A (g+a) = m_B (g-a)$$

$$2(9.8+a) = 4(9.8-a), \quad 9.8+a = 19.6-2a$$

$$3a = 19.6 - 9.8, \quad a = 3.27\text{m/s}^2$$

مثال: علقت كتلتان في بكرة حسب الشكل فإذا كان تسارع المجموعة  $2.7 \text{ m/s}^2$  وقوة الشد في الحبل هي  $25\text{N}$  فإن الكتلتين هما



$$T = m_2 (g+a) = m_1 (g-a)$$

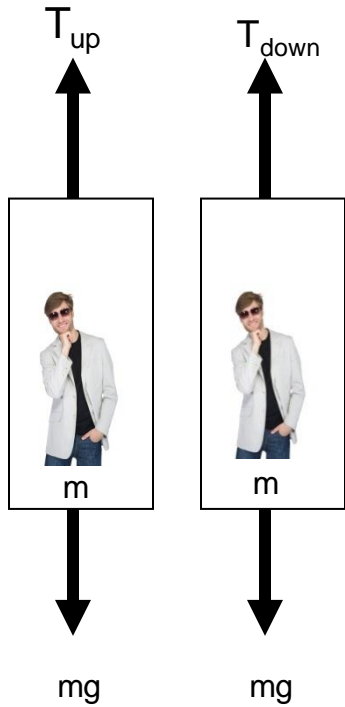
$$25 = m_2 (9.8 + 2.7)$$

$$m_2 = 2\text{kg}$$

$$25 = m_1 (9.8 - 2.7)$$

$$m_1 = 3.5\text{kg}$$

## ٥. حركة المصعد



في حالة حركة المصعد لأعلى

$$\Sigma F = T_{up} - mg = ma$$

$$\therefore T_{up} = mg + ma = m(g+a)$$

في حالة حركة المصعد لأسفل

$$\Sigma F = T_{down} - mg = -ma$$

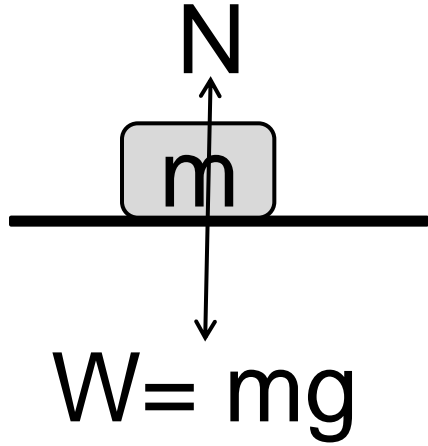
$$\therefore T_{down} = mg - ma = m(g-a)$$

مثال: وضع جسم كتلته 30 kg في مصعد ما هو الشد في الحبل اذا كان المصعد يتسارع بمعدل: ١  $4 \text{ m/s}^2$  الى اعلى  
٢.  $4 \text{ m/s}^2$  الى اسفل

$$T_{up} = m(g+a) = 30(9.8+4) = 414 \text{ N.} \quad \text{١ لأعلى}$$

$$T_{down} = m(g-a) = 30(9.8-4) = 174 \text{ N} \quad \text{٢. لأسفل}$$

## قانون نيوتن الثالث (قانون الفعل ورد الفعل)



إذا اثر جسم اول بقوة ما (قوة الفعل) على جسم ثانى فان الجسم الثانى يؤثر على الجسم الاول بقوة متساوية لها فى المقدار ومضادة فى الاتجاه وتسمى بقوة رد الفعل

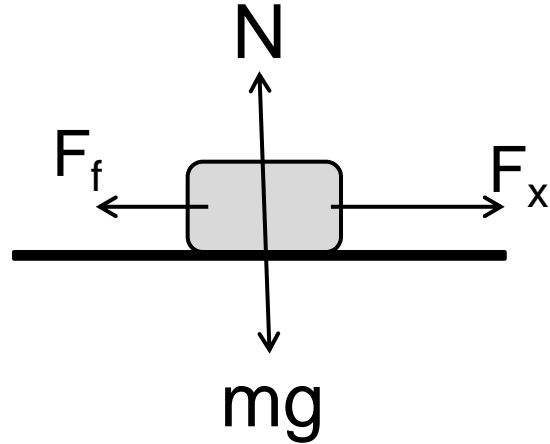
## قوة الاحتكاك بين السطوح

هى القوة الناشئة بين سطحيين متلاصقين والتي تعمل على اعاقا الحركة

حيث  $\mu$  معامل الاحتكاك بين السطحين  $F_f = \mu N$

معامل احتكاك حركى  $\mu_k$  فى حالة حركة الجسم بينما هناك معامل احتكاك ساكن  $\mu_s$  عندما يكون الجسم ساكن

مثال: يتم دفع صندوق خشبي كتلته 100 kg على سطح بقوة مقدارها 350 N احسب تسارع الصندوق اذا كان معامل الاحتكاك 0.3



لأنه لا توجد حركة في الاتجاه (y)

$$\sum F_y = ma_y = 0$$

$$N - mg = 0, N = mg = 100 \times 9.8 = 980 \text{ N}$$

توجد حركة في الاتجاه (x)

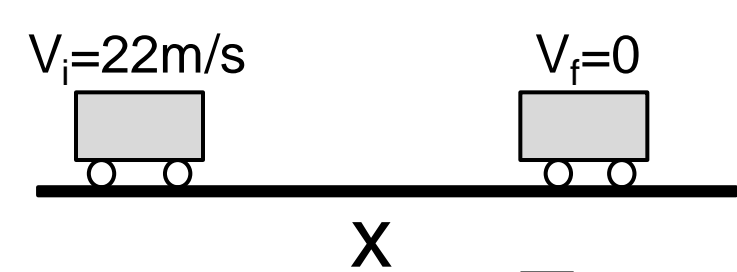
$$\sum F_x = ma_x, \quad F_x - F_f = ma_x$$

$$F_f = \mu N = 0.3 \times 980 = 294 \text{ N}$$

$$\therefore 350 - 294 = 100 a,$$

$$\therefore a = 0.56 \text{ m/s}^2$$

مثال: تسير سيارة بسرعة  $22\text{m/s}$  على طريق بمعامل احتكاك  $0.7$  ما هي المسافة التي تتحركها السيارة قبل ان تتوقف



لحساب المسافة لا بد من حساب التسارع  $a$

$$\sum F_y = 0, N = mg$$

$$\sum F_x = -F_f = ma, -F_f = \mu N = -\mu mg = ma$$

$$a = -\mu g = 0.7 \times 9.8 = -6.86\text{ms}^2$$

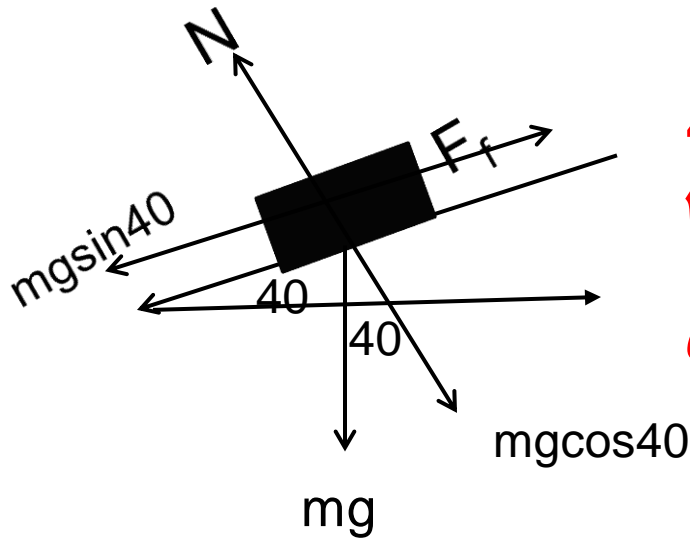
باستخدام قانون الحركة الخطية الرابع

$$V_f^2 = V_i^2 - 2ax, 0 = (22)^2 - 2 \times 6.86x$$

$$x = 35.27 \text{ m}$$



مثال: كتلة على لوح معدني قمنا بإمالة هذا اللوح بحيث يصنع زاوية مع الافق 40 حيث بدأت الكتلة بالانزلاق الى اسفل ما مقدار معامل الاحتكاك الساكن  $\mu_s$  بين اللوح والكتلة



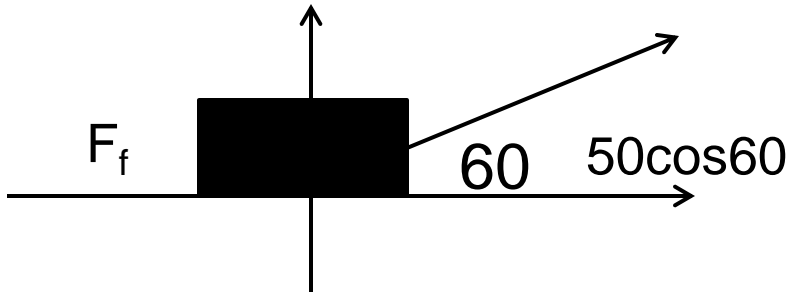
$$\Sigma F_y = 0, \quad N = mg \cos 40$$

$$F_x = ma = 0, \quad F_f = mg \sin 40 = \mu_s N = \mu_s mg \cos 40$$

$$mg \sin 40 = \mu_s mg \cos 40$$

$$\mu_s = \sin 40 / \cos 40 = 0.84$$

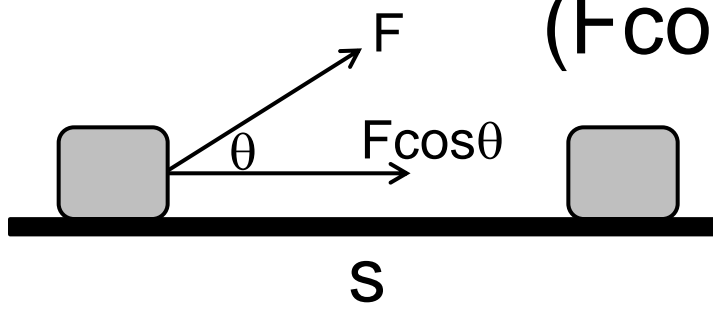
مثال: يتحرك جسم بسرعة ثابتة على سطح افقي خشن تحت تاثير قوة مقدارها 50N وتميل على الافق بزاوية 60 احسب قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح الخشن.



$$F_f = 50 \cos 60 = 25 \text{ N}$$

**الشغل (W):** حاصل ضرب مركبة القوة ( $F \cos \theta$ )

في اتجاه الازاحة (s)



$$\therefore W = Fs \cos \theta$$

إذا كانت القوة موازية للإزاحة يكون الشغل قيمة عظمى  $W = Fs$

أما إذا كانت القوة عمودية على الإزاحة يكون الشغل يساوي

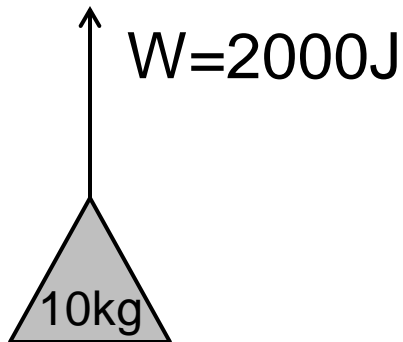
$$W = 0$$

الشغل كمية قياسية ويقاس بالجول = نيوتن.متر ( $J = N.m$ )

$$\text{وتكافئ } J = (kgm^2/s^2)$$

مثال يرفع شخصا دلوا من الماء كتلته  $10kg$  من بئر فيبذل شغلا

قدره  $2kJ$  فعمق البئر يساوي



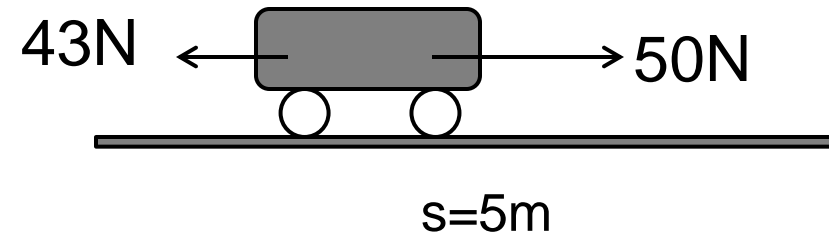
$$W = Fs = mgs = 2000 = 10 \times 9.8 \times s$$

$$s = 2000/98 = 20.4m$$

مثال: الشغل الذى تبذله قوة لتحريك جسم كتلته 10 kg مسافة قدرها 5m تساوى

$$W=Fs=mgs=10 \times 9.8 \times 5=490J$$

مثال: يدفع رجل عربة لمسافة 5m على سطح مستو بتطبيق قوة افقية ثابتة مقدارها 50N اذا كانت قوة الاحتكاك لحركة العربة هي 43N فتكون محصلة الشغل المنجز على العربة هي



$$\Sigma F = (50-43)=7N$$

$$W=Fs=7 \times 5=35J$$

مثال: تم بذل طاقة 4900 J لرفع كتلة 50kg يكون الارتفاع هو

$$W=Fs =mgs$$

$$4900=50 \times 9.8 \times s$$

$$s =10m$$

**القدرة (P)** هي المعدل الزمني لانجاز للشغل

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv = \frac{mgs}{t} = mgv \quad \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} = \text{متوسط القدرة}$$

القدرة كمية قياسية ووحدتها وات  $(w)=1J/s$

**مثال: يرقى رجل كتلته 70kg سلما ارتفاعه 3m خلال 2 s**

**١- ما هو الشغل الذى يبذله الرجل ضد قوة الجاذبية**

**٢. ما هو متوسط قدرة الرجل**

1.  $W=Fs=mgs= 70 \times 9.8 \times 3 = 2060 \text{ J}$

2.  $P=W/t=2060/2=1030W$

**مثال: تسلق زيد وعمرو شجرة فوصل عمرو قبل زيد بثلاثين ثانية اذا**

**كانا متساويان فى الوزن فمن يمتلك قدرة اكبر؟**

**الاجابة: عمرو قدرته اكبر من زيد لأنه بذل نفس الشغل فى زمن اقل**

مثال: يسحب رجل ماء من بئر عمقه 8m وذلك بمليء الدلو ثم سحبه الى اعلى بواسطة حبل اذا كان كتلة الدلو مملوء بالماء هو 10kg وتم سحب 20 دلو خلال ساعة واحدة فتكون القدرة الكلية المبذولة في سحب جميع الماء

$$P=W/t \quad , \quad W= Fs= mgs = (10 \times 20) \times 9.8 \times 8 = 15680J$$

$$P=W/t=15680/(60 \times 60)=4.355 \text{ watt}$$

مثال: متسلق للجبال يرقى قمة ارتفاعها 325m خلال 95 min فإذا كان وزنه هو 686 N فان قدرته العضلية هي

$$P=W/t = Fs/t= 686 \times 325/(95 \times 60)=39.1 \text{ watt}$$

مثال: محرك لمصعد كهربائي قدرته 15000W اذا كان وزن المصعد هو 9800N فان اقل زمن يلزم المحرك لرفع المصعد الى ارتفاع 30m فوق الارض هو

$$P=W/t= Fs/t, \quad 15000=9800 \times 30/t \quad , \quad t= 19.6 \text{ s}$$

يتم رفع جسم كتلته 250 kg بواسطة رافعة وبسرعة ثابتة  $0.1 \text{ ms}^{-1}$ . ما هي القدرة

المستنفذة بواسطة الرافعة؟

الحل:

$$\begin{aligned} P &= Fv \cos \theta \\ &= mgv \cos \theta \\ &= 250 \times 9.8 \times 0.1 \times 1 \\ &= 245 \text{ W} \end{aligned}$$

مثال:

يُسحب صندوق كتلته 200 kg على سطح أفقي بمعامل الاحتكاك 0.4 بواسطة محرك.

أ - ما هي قدرة المحرك اللازمة كي يتحرك الصندوق بسرعة ثابتة 5 m/s؟

ب- ما هو الشغل المنجز بواسطة المحرك خلال 3 min؟

الحل:

(أ)

$$\bar{P} = F\bar{v}$$

والقوة اللازمة لتحريك الصندوق بسرعة ثابتة  $\bar{v}$  يجب أن تساوي قوة الاحتكاك  $F_f$ ، أي أن:

$$F = F_f = \mu mg = 0.4 \times 200 \times 9.8 = 784 \text{ N}$$

بالتعويض عن F في المعادلة  $\bar{P} = F\bar{v}$ :

$$\bar{P} = F\bar{v} = 784 \times 5 = 3920 \text{ W}$$

(ب)

$$W = \bar{P}.t = 3920 \times 3 \times 60 = 705600 \text{ J} = 705.6 \text{ kJ}$$

الطاقة الحركية (K) هي الطاقة الناتجة عن حركته  $K = \frac{1}{2}mv^2$

الشغل W هو التغير في طاقة الحركة  $W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$

مثال: كم هو الشغل اللازم لتسريع سيارة كتلتها 1000kg من 20m/s الى 30m/s

$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) \\ = \frac{1}{2} \times 1000(900 - 400) = 250000J = 250kJ$$

طاقة الكامنة (طاقة الوضع) U

هي الطاقة المخزنة في جسم ما بسبب الشغل المنجز عليه مما يؤدي الى تغير موضعه ( الشغل المنجز لرفع جسم ضد الجاذبية )

$$U = mgh$$

قانون حفظ الطاقة

الطاقة الحركية + طاقة الوضع = مقدار ثابت

عند اقصى ارتفاع الطاقة الحركية صفر وطاقة الوضع اقصى قيمة والعكس



## الطاقة الميكانيكية الكلية (E):

وتمثل مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع للجسم، أي أن:

$$E = K + u$$

## مبدأ حفظ الطاقة:

ينص هذا المبدأ على أن الطاقة الكلية لأي نظام معزول تبقى دائماً ثابتة، أي أن:

$$E = K + u = \text{constan } t$$

وبصورة أوضح:

$$E_i = E_f = \text{constan } t$$

$$K_i + u_i = K_f + u_f = \text{constan } t$$

حيث:  $K_i$  و  $K_f$  الطاقة الحركية الابتدائية والنهائية على الترتيب.

:  $u_i$  و  $u_f$  طاقة الوضع الابتدائية والنهائية على الترتيب .

## مبدأ حفظ الطاقة بوجود الاحتكاك:

في حالة وجود احتكاك فإن فقدان الطاقة  
الميكانيكية يكون :

$$E_i - E_f = W_f$$

حيث هو شغل قوة الاحتكاك

مثال: اذا كانت طاقة الوضع لنقل قدره 1N هي 1J فان ارتفاعه عن سطح الارض يساوي

$$U=mgh, 1=1 \times h, h=1m$$

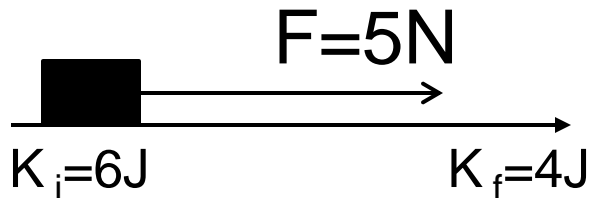
مثال : شاحنة وسيارة تسيران بنفس السرعة اذا كانت كتلة الشاحنة هي ضعف كتلة السيارة وكانت الطاقة الحركية للشاحنة هي K فان الطاقة الحركية للسيارة

هي

$$\frac{1}{2} mv^2 = K = \text{الطاقة الحركية للشاحنة}$$
$$\text{كتلة السيارة} = \frac{1}{2} \text{ كتلة الشاحنة}$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} mv^2 \right) = \frac{1}{2} K = \text{الطاقة الحركية للسيارة}$$

مثال يتم سحب جسم بين موضعين على سطح افقى بواسطة قوة افقية ثابتة مقدارها 5N اذا كانت الطاقة الحركية للجسم فى الموضع الاول 6J وفى الموضع النهائى 4J فكم تكون المسافة بين الموضعين



$$W = K_f - K_i = 6 - 4 = 2J$$

$$W = F \cdot s = 2 = 5 \cdot s$$

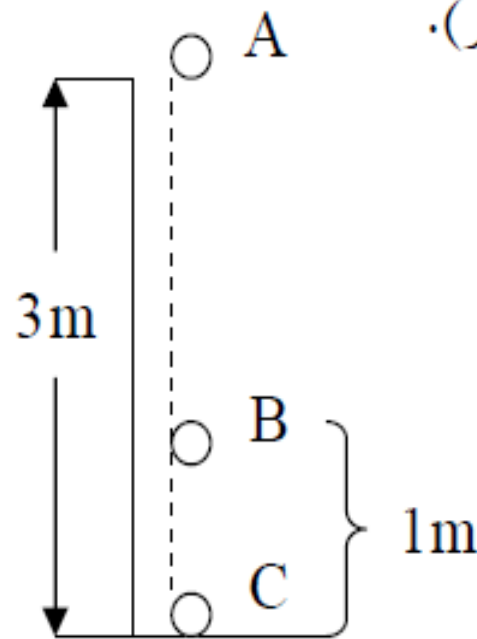
$$s = 0.4 m$$

مثال:

تسقط كرة سقوطاً حراً من ارتفاع 3m (كما في الشكل المجاور).

احسب سرعة الكرة : أ- على ارتفاع 1m من الأرض.

ب- عندما تصطدم بالأرض.



الحل:

(أ) الطاقة الكلية ثابتة، أي أن:

$$E_A = E_B = E_C$$

$$K_A + u_A = K_B + u_B$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_2$$

بما أن:  $v_A = 0$  ، وباختصار  $m$  من الطرفين نحصل على:

$$\frac{1}{2}v_B^2 = g(h_1 - h_2)$$

$$\begin{aligned}\therefore v_B &= \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \\ &= \sqrt{2 \times 9.8 \times (3 - 1)} = \sqrt{39.2}\end{aligned}$$

$$\therefore v_B = 6.3 \text{ m/s}$$

(ب)

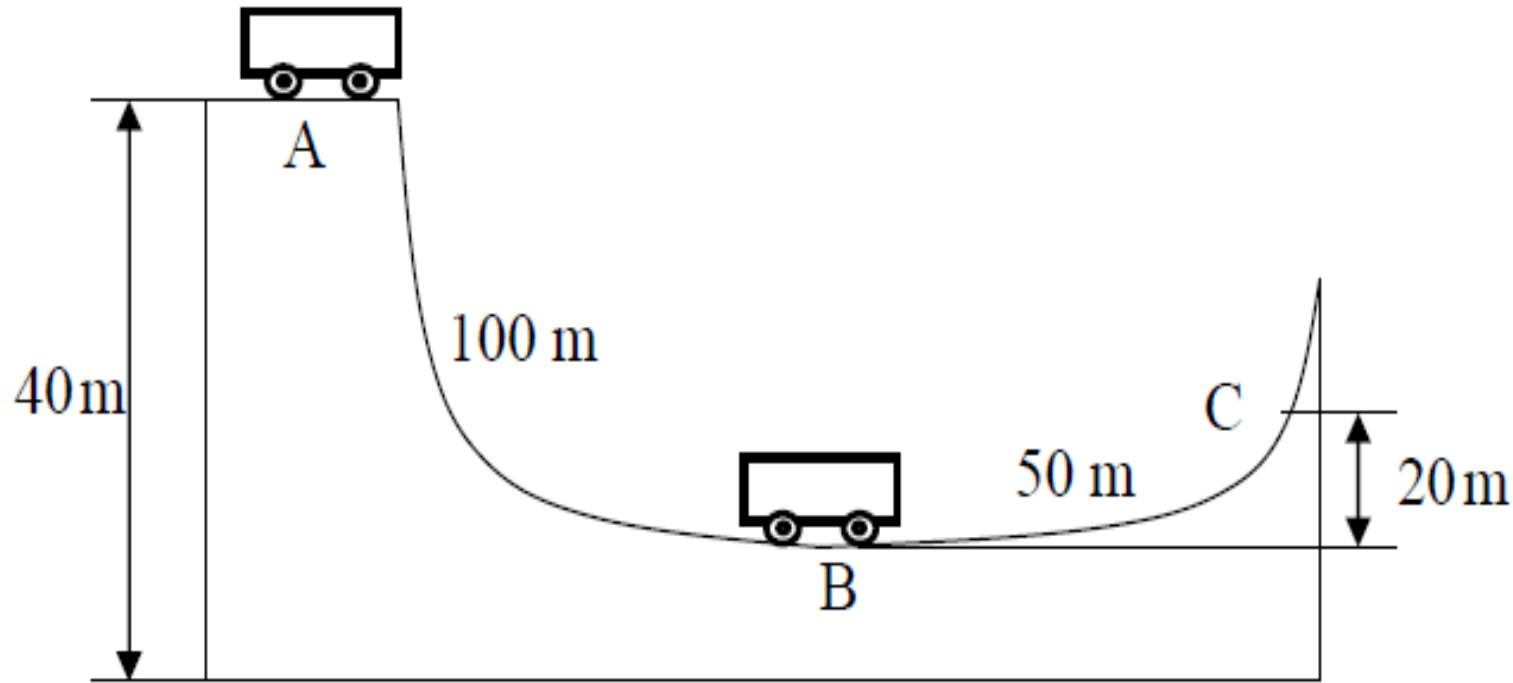
$$E_A = E_C$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_B$$

$$\begin{aligned}\therefore v_C &= \sqrt{2g(h_2 - h_1)} \\ &= \sqrt{2 \times 9.8 \times (3 - 0)} = 7.7 \text{ m/s}\end{aligned}$$

## مثال:

بالنظر إلى المسار المبين في الشكل المجاور، تتحرك العربة من السكون عند النقطة A، احسب سرعة العربة عند أسفل المرتفع (النقطة B) على اعتبار أن السطح أملس (عدم الاحتكاك).



الحل:

$$E_A = E_B$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_2$$

$$mgh_1 = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$v_B^2 = 2gh_1$$

$$v_B \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 40} = 28 \text{ m/s}$$



مثال:

إذا اعتبرنا السطح الذي تسير عليه العربة في المثال السابق له قوة احتكاك ثابتة مقدارها

6N، وكانت كتلة العربة 30 kg، فما هي سرعة العربة عند أسفل المرتفع ( النقطة B ) ؟

وما هي سرعتها عند النقطة C ؟

$$E_A - E_B = W_f$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A - \left(\frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B\right) = 6 \times 100$$

$$mgh_A - \frac{1}{2}mv_B^2 = 600$$

$$v_B^2 = 2 \left( \frac{mgh_A - 600}{m} \right) = 2 \times \left( \frac{30 \times 9.8 \times 40 - 600}{30} \right)$$

$$v_B = \sqrt{744} = 27.3 \text{ m/s}$$

$$E_A - E_C = W_f$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A - \left(\frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C\right) = 6 \times 50$$

$$mg(h_A - h_C) = 300 + \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$5580 = 15v_C^2 \Rightarrow v_C = 19.3 \text{ m/s}$$

# الباب الثاني

## الخواص الميكانيكية للمادة

١. الكثافة  $d$  : تعرف على انها حاصل الكتله ( $m$ ) على الحجم ( $V$ )

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow \Rightarrow \frac{kg}{m^3}$$

٢. الاجهاد  $Stress$  : هي القوة المطبقة ( $F$ ) على وحدة المساحة ( $A$ )

$$Stress = \frac{F}{A} \Rightarrow \Rightarrow Pascal = \frac{1N}{m^2} \quad (Pa) \quad \text{يقاس بوحدة بسكال}$$

٣. الانفعال الطولى  $Strain$  : هو التغير النسبى الحاصل فى طول قضيب ما بسبب الاجهاد

$$Strain = \frac{\Delta L}{L}$$

الانفعال ليس له وحدة قياس

٤. معامل المرونة او معامل ينج  $\gamma$ : النسبة بين الاجهاد الى الانفعال

$$\text{معامل المرونة} = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}} = \frac{F/A}{\Delta L/L}$$

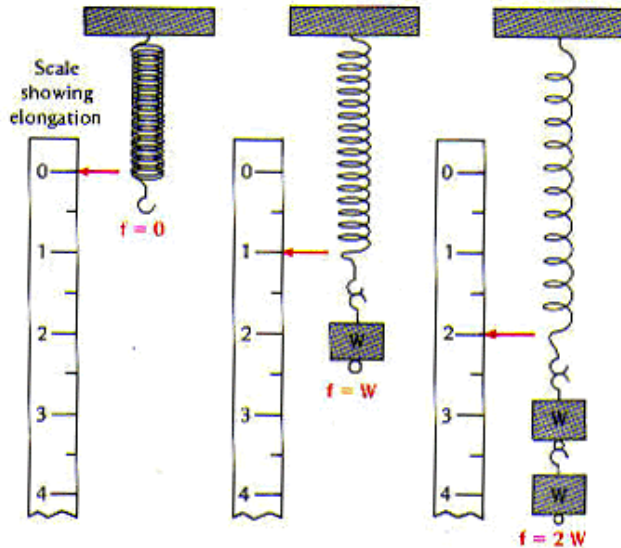
تقاس بوحدة بسكال

معامل ينج  $\gamma$  يعتمد على نوع مادة الجسم ولا يعتمد على شكله او حجمه  
يطبق معامل المرونة (ينج) على **(الجوامد فقط)**

٥. قانون هوك: تتناسب مقدار الاستطالة ( $x$ ) مع القوة المطبقة عليه ( $F$ )

$$F = kx$$

حيث  $k$  ثابت التناسب



Hookes Law - Force proportional to Stretch

هناك صياغة اخرى لقانون هوك

$$S = e\gamma$$

حيث  $S$  الاجهاد

$e$  الانفعال

$\gamma$  معامل ينج

مثال: خزان نפט سعته 500 liters يزن وهو فارغ 2000N ويكون وزنه اذا تمت تعبئته بالنفت هو (كثافة النفت =  $817 \text{ kg/m}^3$  و  $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ liters}$ )

الوزن الكلي = وزنه فارغ + وزن النفت

$$\text{N } 4000 = 0.5 \times 817 \times 9.8 = dvg = mg = \text{وزن النفت}$$

$$\text{N } 6000 = 4000 + 2000 = \text{الوزن الكلي}$$

مثال : علق ثقل قدره 45 N بنابض وعند قياس طول النابض وجد انه 32 cm

وبعد تغير الثقل بثقل اخر وزنه 55N فاستطال النابض بمقدار 13 cm

١. احسب ثابت النبض k

٢. الطول الاصلى للنابض  $L_0$

بتطبيق قانون هوك على الثقل الثانى  $F = kx$

$$K = F/x = 55/0.13 = 423 \text{ N/m}$$

وبتطبيق قانون هوك مرة ثانية على الثقل الاول  $F = kx$

$$x = F/k = 45/423 = 0.106 \text{ m} = 10.6 \text{ cm}$$

$$\text{الطول الاصلى} = 32 - 10.06 = 21.04 \text{ cm}$$

مثال: احسب القوة اللازمة ليستطيل نابض بمقدار 9 cm علما بأن ثابت القوة (ثابت النبض) يساوى 600 N/m.

$$x=9 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$k=600 \text{ N/m}$$

$$F=kx= 600 \times 9 \times 10^{-2}= 54\text{N}$$

مثال: اذا كان الاجهاد على سلك معدنى مرن يساوى  $8 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  مسببا زيادة فى طول السلك بمقدار 0.1 % فان معامل يونج لهذا السلك يساوى

$$\text{Stress} = 8 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

$$\Delta L=0.1 \quad , \quad L=100$$

$$Y = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}} = \frac{F/A}{\Delta L/L} = 8 \times 10^7 / (0.1/100)$$

$$Y= 8 \times 10^{10} \text{ N/m}$$

# إجهاد القص (S<sub>s</sub>) Shear Stress

تؤدي قوة القص F إلى إجهاد قص (S<sub>s</sub>) للشكل يعطى بالعلاقة

$$S_s = F/A$$

ونعرف انفعال القص e<sub>s</sub>

$$e_s = x/h$$

ومن الشكل نجد  $\tan \phi = x/h$

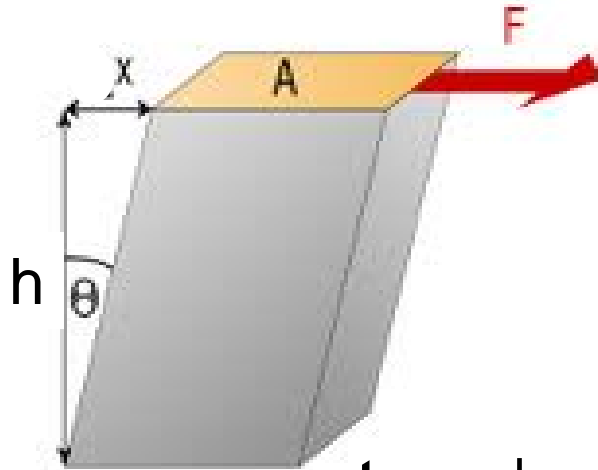
وعندما تكون  $h \gg x$  فإن  $\tan \phi = \phi = x/h = e_s$

حيث  $\phi$  هي زاوية القص وتقاس ب Radian

معامل القص (G) أو معامل الصلابة

معامل القص (G) = إجهاد القص / انفعال القص

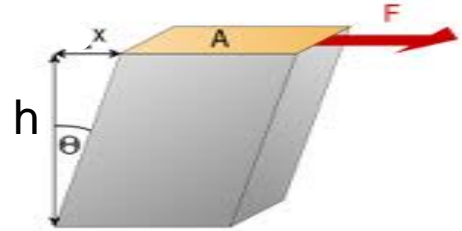
$$G = \frac{F/A}{x/h} = \frac{F}{A\phi}$$





مثال فى الشكل المقابل اذا اثرت على وجهة العلوى الذى طول ضلعة 4 cm بقوة قدرها 300N, وإذا كان معامل القص للمكعب هو  $6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  احسب

١- اجهاد القص      ٢- مقدار الازاحة  $x$



$$1) S = F/A = 300/(0.04)^2$$

٢. مقدار الازاحة  $x$

$$G = \frac{F/A}{x/h} = \frac{F}{A\phi}$$

$$6 \times 10^5 = [300/(0.04)^2]/[x/(0.04)]$$

$$x = 0.0125 \text{ m}$$

# معامل الحجم (B)

يطبق معامل الحجم على  
(الجوامد+السوائل+الغازات)

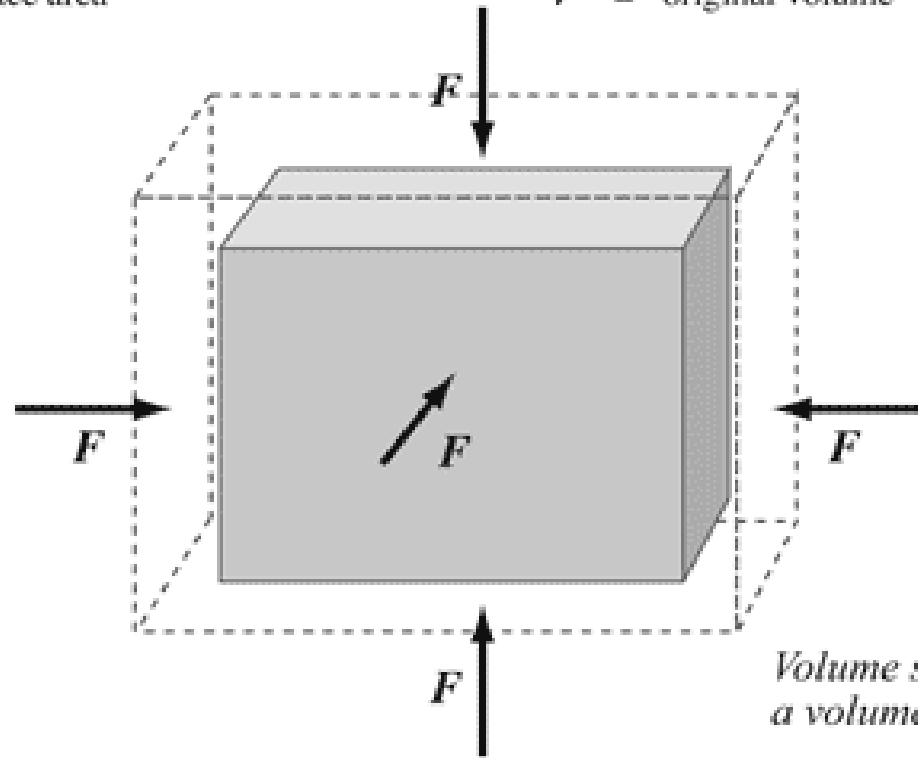
$$\text{bulk modulus} = - \frac{F/A}{\Delta V/V}$$

$$\text{volume stress} = \frac{F}{A}$$

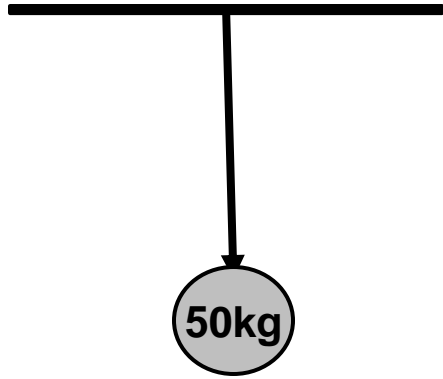
$$\text{volume strain} = \frac{\Delta V}{V}$$

$F$  = normal force  
 $A$  = surface area

$\Delta V$  = change in volume  
 $V$  = original volume



مثال: سلك الومنيوم قطره 3 mm وطوله 4m يستخدم لإسناد كتله مقدارها 50kg ما هي الاستطالة في السلك؟  
(معامل يونج للالمنيوم  $7 \times 10^{10}$  Pa)



$$Y = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}} = \frac{F/A}{\Delta L/L}$$

$$F = mg = 50 \times 9.8 = 490 \text{ N}$$

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (1.5 \times 10^{-3})^2 = 7.07 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$L = 4 \text{ m}$$

$$7 \times 10^{10} = (490 / 7.07 \times 10^{-6}) / (\Delta L / 4)$$

$$\Delta L = 3.96 \text{ mm}$$

مثال: يسلط ضغط مقداره  $2 \times 10^6 \text{ Pa}$  على عينة من الزئبق فيتقلص بمقدار  $0.008\%$  احسب المعامل الحجمي للزئبق

$$B = P / (\Delta V / V_0)$$

$$B = 2 \times 10^6 / (0.008 / 100)$$

$$B = 2.5 \times 10^{10} \text{ Pa}$$

مثال: يزيد الضغط عند عمق  $1 \text{ km}$  في المحيط على الضغط عند مستوى سطح البحر بحوالي  $10^7 \text{ N/m}^2$  اذا كان حجم المرساه من الحديد على السطح هو  $400 \text{ cm}^3$  فكم هو مقدار النقص في حجمها عند عمق  $1 \text{ km}$  في المحيط اذا كان المعامل الحجمي للحديد  $1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$

$$B = 1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2, \quad P = 10^7 \text{ N/m}^2, \quad V = 400 \text{ cm}^3 = 400 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$V_0 = ?$$

$$B = P / (\Delta V / V_0)$$

$$1 \times 10^{11} = 10^7 / [(400 \times 10^{-6}) / V_0]$$

$$V_0 = 4 \times 10^{-8} \text{ m}^3 = 40 \text{ mm}^3$$

# الخواص الميكانيكية للمائع

الضغط (P)

هي القوة العمودية المؤثره على وحدة المساحات من السطح

$$P = \frac{F}{A} \dots \dots \dots Pascal \quad 1 Pa = 1 N/m^2$$

$$\text{الضغط الجوي} = 1.103 \times 10^5 Pa = 1 atm = 76 cmHg$$

مثال يقف شخص وزنه 400N على بركة من الجليد وقدميه متلاصقان على مساحة قدرها 0.02 m<sup>2</sup> فما هو الضغط الواقع على قدميه

$$F = 400N, \quad A = 0.02m^2$$

$$P = F/A = 400/0.02 = 2 \times 10^4 Pa = 2 \times 10^4 N/m^2$$

مثال: اذا علمت ان الضغط اللازم لانهيال الجليد على سطح بركة متجمدة هو 16kPa فكم هي كتلة الشخص التي تؤدي الى انهيار الجليد اذا علمت ان مساحة قدميه الملاصقة للجليد هي

$$P = 16 \times 10^3 Pa, \quad A = 0.04m^2$$

$$P = F/A, \quad F = PA = 16000 \times 0.04 = 640 N$$

$$F = mg, \quad m = F/g = 640/9.8 = 65.3 kg$$

## زيادة الضغط مع العمق

الضغط عند قاع الاناء ويعطى بالعلاقة  $P=F/A$   
حيث  $F$  هي وزن السائل ويعطى بالعلاقة  $F=mg$

$$\text{density } d = m/V, \quad m = Vd = hAd$$

$$F = Ahdg \quad P = Ahdg/A$$

$$P = hdg$$

يزداد الضغط مع زيادة العمق  $h$  ومع زيادة كثافة السائل  $d$

لحساب الضغط الكلي  $P_t = \text{ضغط السائل } P + \text{الضغط الجوي } P_0$

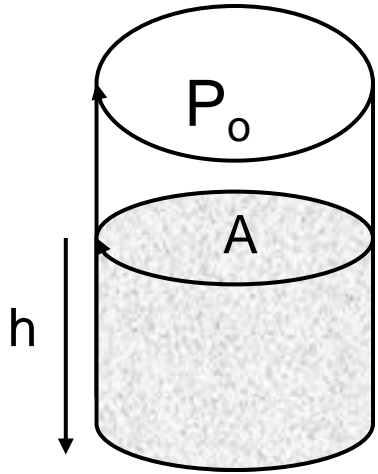
$$P_t = P_0 + P = P_0 + hdg, \quad P_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

مثال: ما هو الضغط الكلي في اسفل بركة سباحة عمقها  $2m$

ومملوءة تماما بالماء

$$P_t = P_0 + P = P_0 + hdg$$

$$P_t = 1.013 \times 10^5 + 2 \times 1000 \times 9.8 = 120600 \text{ Pa}$$





مثال: انبوبة اختبار بها 3 cm زيت فوق 6 cm ماء. فان الضغط الواقع على قاعدة الانبوبة نتيجة الزيت والماء اذا كانت كثافة الزيت  $800 \text{ kg/m}^3$  وكثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$

$$P_{\text{زيت}} + P_{\text{ماء}} = P_{\text{زيت}} + P_{\text{ماء}} = hdg_{\text{ماء}} + hdg_{\text{زيت}} \\ = 0.06 \times 1000 \times 9.8 + 0.03 \times 800 \times 9.8$$

مثال: غواصة على عمق 600m تحت سطح البحر فإذا كانت كثافة ماء البحر  $1025 \text{ kg/m}^3$  فإذا الضغط الناشئ عليها نتيجة لماء البحر مقارنة بالضغط الجوى الارضى

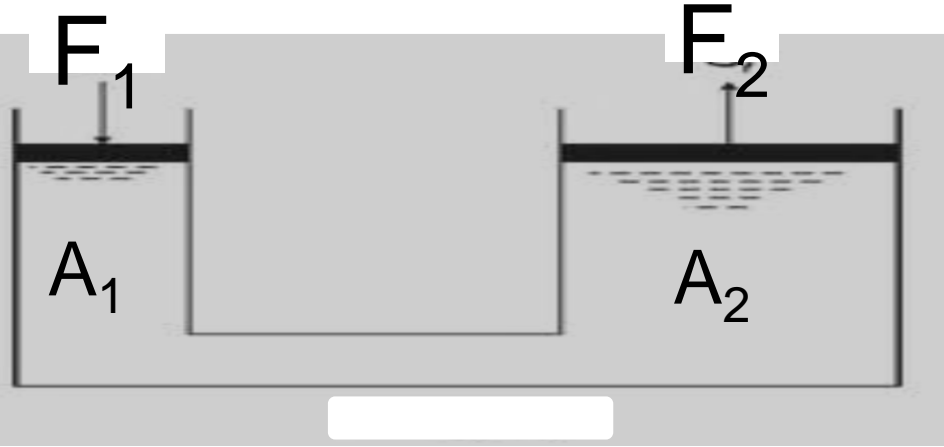
الضغط الناشئ عليها نتيجة لماء البحر

$$P = hdg = 600 \times 1025 \times 9.8 = 60.27 \times 10^5 \text{ Pa}$$

وهذا يكافئ 60 مرة من الضغط الجوى الارضى وهو  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$

## قاعدة باسكال

الضغط الخارجى المطبق على سائل ضمن وعاء مغلق ينتقل دون اى نقصان الى جميع نقاط السائل والى جدران الوعاء المغلق



$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

مثال: اذا كان قطر مكبس الدخول لرافعة هيدروليكية هو 1 cm وقطر مكبس الخروج هو 2 cm فان قوة داخله مقدارها هو 1N سوف تنتج قوة خارجية مقدارها

$$F_1 = 1N, \quad A_1 = \pi r^2 = 3.14 \times (0.5 \times 10^{-2})^2 = 7.85 \times 10^{-5}$$

$$F_2 = ?, \quad A_2 = \pi r^2 = 3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2 = 3.14 \times 10^{-4}$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad F_2 = 4N$$



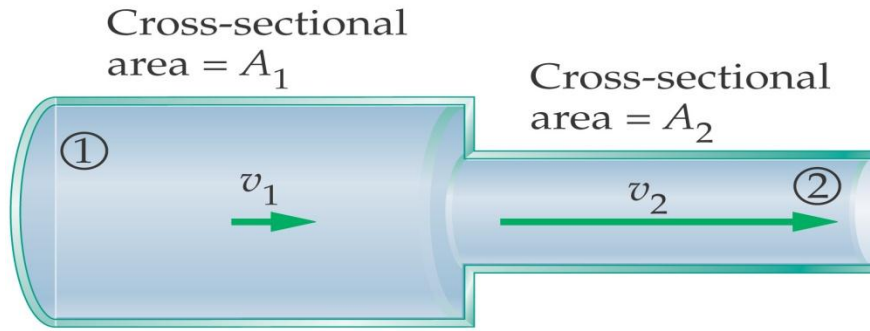
مثال اذا كان نصف قطر المكبس في رافعة هيدروليكية هو ( 2.5 cm , 10 cm ) ويراد رفع سيارة وزنها 10000 N بوسطه المكبس الكبير فتكون القوة اللازم تطبيقها هي

$$A_1 = \pi r^2 = 3.14 \times (2.5 \times 10^{-2})^2 = 1.9625 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi r^2 = 3.14 \times (10 \times 10^{-2})^2 = 31.4 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad F_2 = 10000 \text{ N} , F_1 = ?$$
$$F_1 = 625 \text{ N}$$

# معادلة الاستمرار للجريان الانسيابي



معدل الكتلة المارة خلال المقطع 1

يساوي

معدل الكتلة المارة خلال المقطع 2

معدل التدفق الكتلي =  $dA_1 V_1 = dA_2 V_2$  ثابت ويقاس ب kg/s

معدل التدفق الحجمي =  $A_1 V_1 = A_2 V_2$  ثابت ويقاس ب  $m^3/s$

مثال: يدخل الماء الى انبوب قطره 0.5m بسرعة قدرها 1 m/s اذا كان قطر مخرج الانبوب هو 0.2 m فتكون سرعة اندفاع الماء عند خروجه

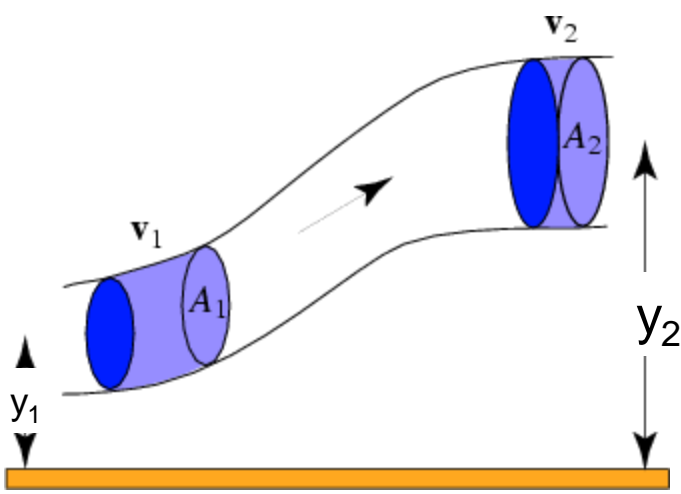
$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad A_1 = \pi r^2 = 3.14 \times (0.25)^2 = 0.19625 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi r^2 = 3.14 \times (0.1)^2 = 0.0314 \text{ m}^2$$

$$0.19625 \times 1 = 0.0314 \times V_2$$

$$V_2 = 6.25 \text{ m/s}$$

# معادلة برنولي



هي علاقة لحفظ الطاقة خلال حجم معين ثابت من السائل مع اهمال لزوجة السائل

طاقة الحركة + طاقة الوضع عند  $y_1 =$

طاقة الحركة + طاقة الوضع عند  $y_2$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2 = \text{constant}$$

مثال: اذا تحرك ماء خلال انبوب افقى بسرعة  $3 \text{ m/s}$  عند المدخل وبسرعة  $5 \text{ m/s}$  عند المخرج فان الفرق فى الضغط بين طرفى

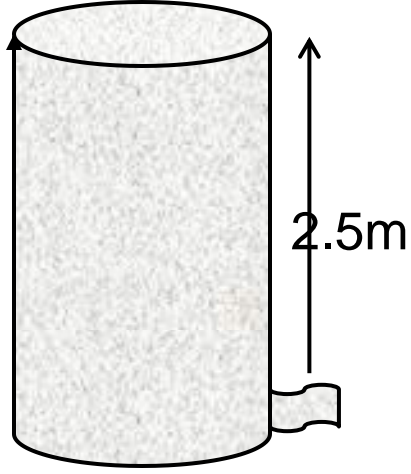
الانبوب يساوى ( حيث ان كثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$  )

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad \text{الانبوبة افقى } y_1 = y_2$$

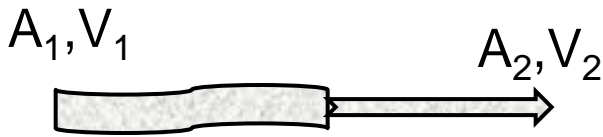
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \times 1000 \times (25 - 9) = 8000 \text{ Pa}$$

مثال: خزان ماء قطرة الداخلى 1.5 m وفتحة قطره الخارجى 15 mm على الجانب ويبتعد مسافة 2.5 m عن ارتفاع الماء فى الخزان ماهى سرعة الماء الخارج



$$v = \sqrt{2gh} \quad v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 2.5}$$
$$v = 7 \text{ m/s}$$

مثال: انبوب مياه قطره 4 cm تنتهى بخرطوم نصف قطره 1 cm والماء يتدفق من الخرطوم بسرعة 10 m/s سرعة الماء فى الانبوب هى



$$A_1 = 3.14 \times (0.02)^2 = 1.256 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 3.14 \times (0.01)^2 = 3.14 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$V_2 = 10 \text{ m/s}, \quad V_1 = 2.5 \text{ m/s}$$