اسم المقرر : الفيزياء العامة (للعمارة)

رقم ورمز المقرر: ١٠٥ فيز

المستوى : الثالث

ليس لها متطلب سابق

وقت المحاضرة : الاثنين (٨-١٠)

:

المراجع : الفيزياء العامة للجامعات

د.خضر الشيباني ، د.أسامة العاني

المحاضر: د٠ محمد بن سعيد القحطاني

البريد الالكترونى : mbalqahtani@ksu.edu.sa

الموقع الشخصى : 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: هى كل الفيزياء قبل عام ١٩٠٠م** والتي تهتم بدراسة حركة الأجسام الكبيرة بالمقارنة مع الأجسام الذرية والتي تتحرك بسرعات اقل بكثير من سرعة الضوء.

•أقسامها خمسة هي :

١- الميكانيكا : **وهى 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 الكهربية والمغناطيسية والمجلات الكهرومغناطيسية.

٥ – الضوء والذي يهتم بدراسة سلوك الضوء وتفاعله مع المواد الأخرى.

أفرع الفيزياء تابع

- **الفيزياء الحديثة** :تعتني 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
- الاغشية الرقيقة
- الالياف الضوئية
- الفيزياء الاشعاعية
- الجسيمات الاولية
- 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

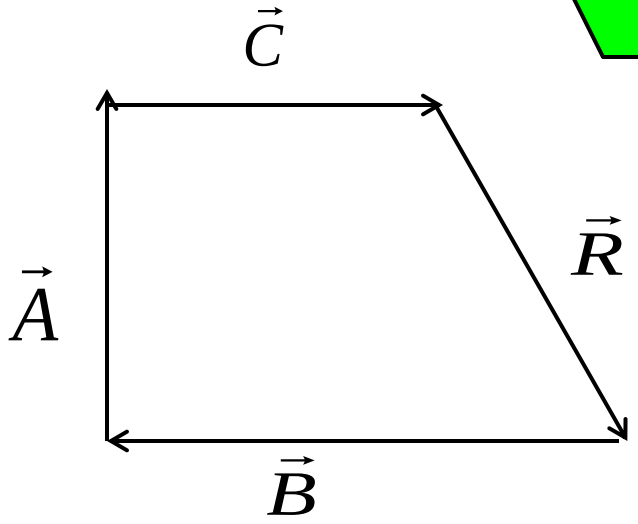
الكمية الفيزيائية: هى الظاهرة التى يمكن قياسها بواسطة اداة قياس وتحديدها بواسطة عدد ووحده.

الكمية الفيزيائية

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

الكمية المتجه:
تحدد بعدد ووحده واتجاه
مثال: القوة – السرعة- الازاحة

جمع المتجهات



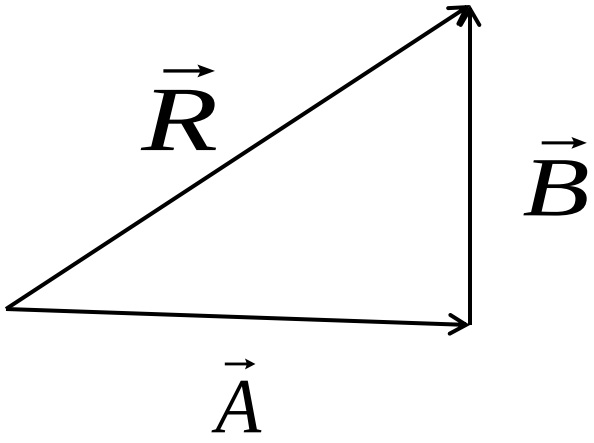
اولا : الطريقة البيانية :

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

نفترض ان طول المتجه $\vec{A}$ = ٥ سم والمتجه $\vec{B}$ = ١٠ سم والمتجه $\vec{C}$ = ٣ سم يتم قياس المحصلة بالقياس المباشر وتكون النتيجة قيمة المتجه

$\vec{R}$ = ٨.٥ 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

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

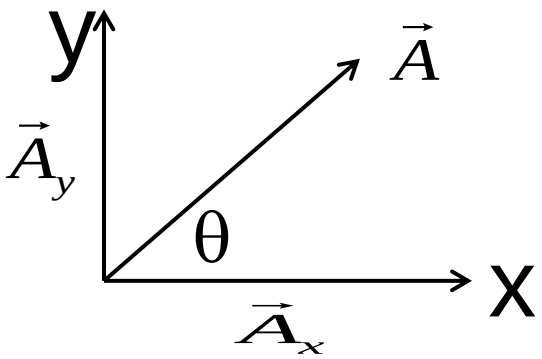
يمكن تحديد اتجاه R بمعرفة الزاوية θ من العلاقة

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

تابع جمع المتجهات

ثالثا طريقة المركبات

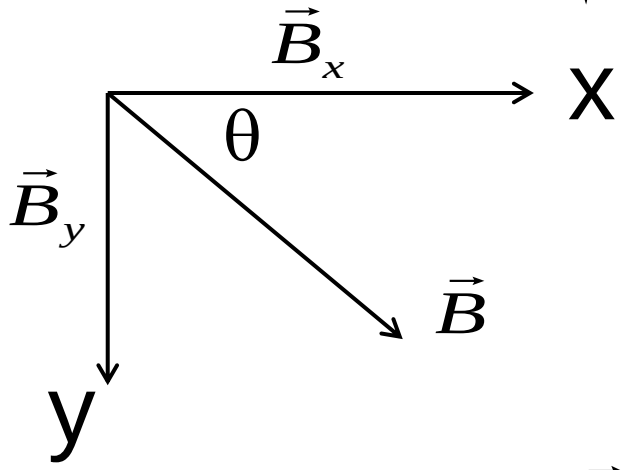
تستخدم هذه الطريقة اذا كان المتجهان غير متعامدين



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

$$\vec{A}_x = \vec{A}\,\text{Cos}\,\theta$$

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



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

$$\vec{B}_x = \vec{B}\,\text{Cos}\,\theta$$

$$\vec{B}_y = \vec{B}\,\text{Sin}\,\theta$$

تابع جمع المتجهات

عند جمع المتجهان نحصل على

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

قيمة المتجه R

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

اتجاه المتجه R

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

متجه الوحدة (Unit Vector) :

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

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

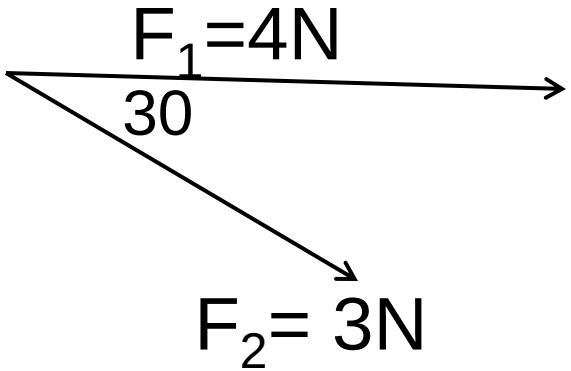
$$= D_x\, i + D_y\, j + D_z\, k$$

حيث يسمي 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 ٣٠ درجة كما بالشكل، فما هو مقدار جمعهما؟



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

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

$F_2(x)= 3\cos30= 2.598\ N,\ F_2(y)=3\sin30=1.5$

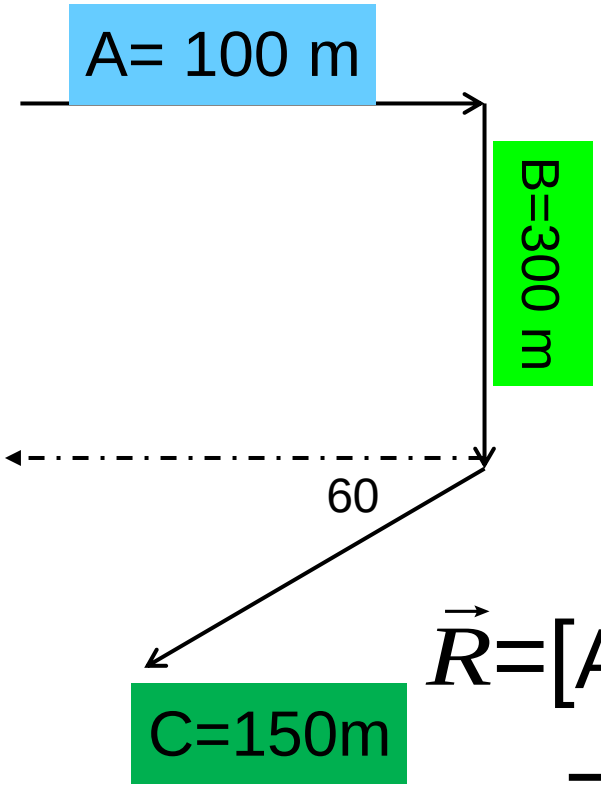
$\vec{R} = (F_1(x)+F2(x))+(F_1(y)+F_2(y))$

$= (4+2.598)\ x+(0+1.5)\ y$

$= 6.598\ x+1.5\ y$

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

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



A(x) =100, A(y)=0

B(x)=0, B(y)=-300

C(x) = -150cos60=-75

C(y)=-150sin60=-129.9

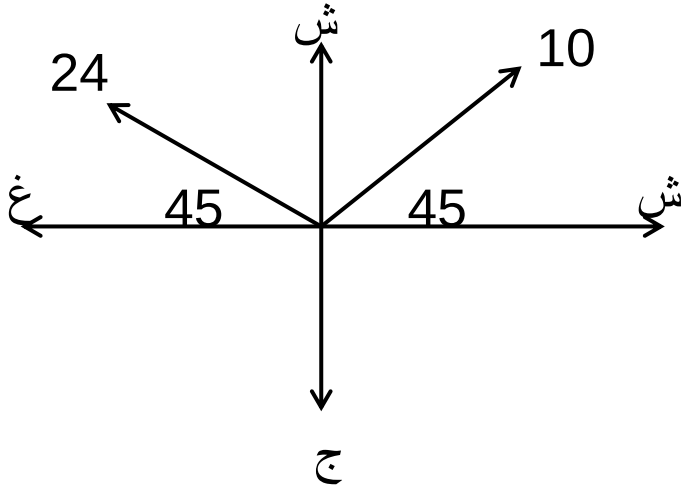
$\vec{R}$=[A(x)+B(x)+C(x)]+[A(y)+B(y)+C(y)]

= [100+0-75]+[0-300-129.9]

=25(x) -429.9(y)

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

مثال: متجه مقداره A=10 m باتجاه الشمال الشرقى ومتجه اخر مقدار B= 24 m باتجاه الشمال الغربى يكون مقدار المحصله للمتجهين



x-axis

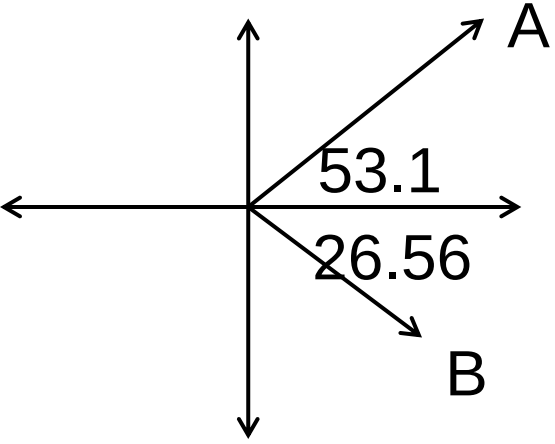
= 10 cos45 – 24 cos45 =-9.9

y-axis

= 10 sin45 + 24 sin45 = 24

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

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



زاوية ميل المتجه A

$\tan \theta_1 = 4/3 = 53.1$

زاوية ميل المتجه B

$\tan \theta_2 = -1/2 = -26.56$

Total θ=53.1+26.56= 79.77

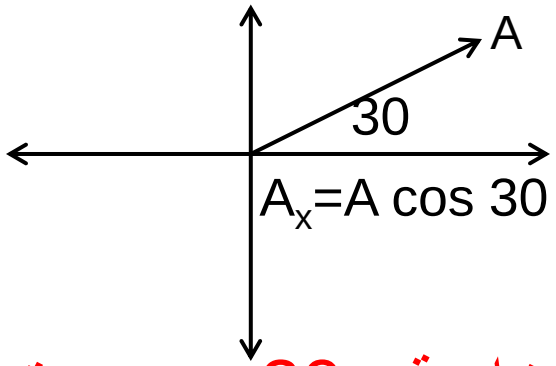
مثال: اذا كان المتجه $A= 2i-3j$ والمتجه $B=-4i-9j$ فان محصلة جمعهما واتجاهها

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

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

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

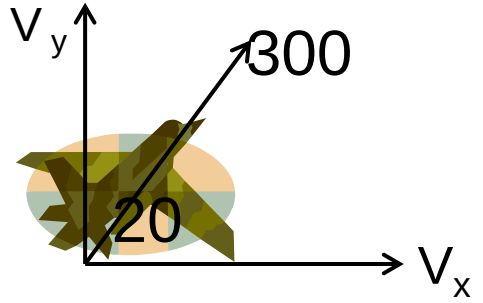
مثال: متجه يصنع زاوية 30 مع المركبة السينية له التى مقدارها 30m فيكون طول المتجه هو



$$A_x=A\cos30=30 = A\cos30$$

$$A=34.6$$

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



$$V_x= V\cos20= 282\ m/s$$

$$V_y= V\sin20= 103\ m/s$$

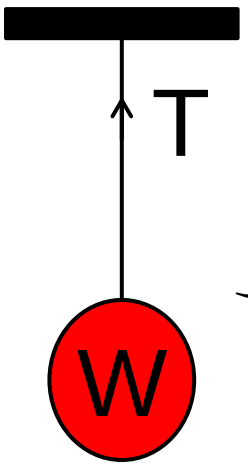
مفهوم التوازن: حالة السكون: يقال ان الجسم فى حالة سكون اذا كانت محصلة القوى المؤثرة عليه متساوية.

$\sum F = 0$

قوة الشد T

بما ان الجسم فى حالة سكون لا بد ان تكون

$\sum Fx=0, \quad \sum Fy=0$



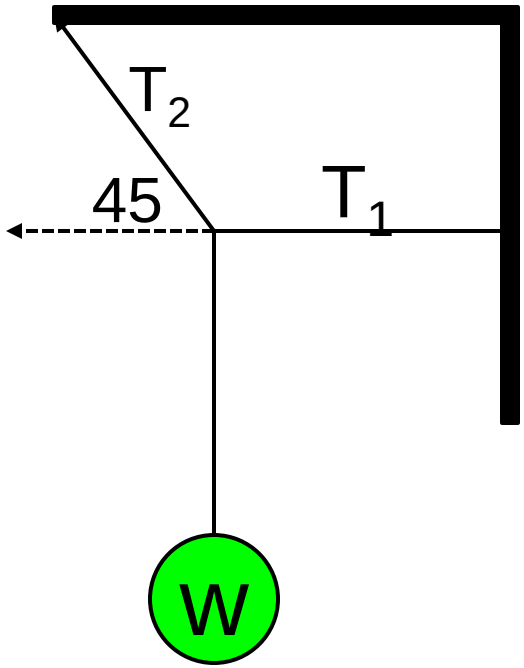
مثال: يزن الجسم فى الشكل المجاور 30N ما هو الشد الحاصل فى ألحبل

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

$T=30N$

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

$T = W=mg = 70x9.8= 686\ N$



اذا كان الشد فى الحبل الافقى T_1=30 N فاحسب وزن الجسم w

مجموع القوى فى اتجاه x = صفر

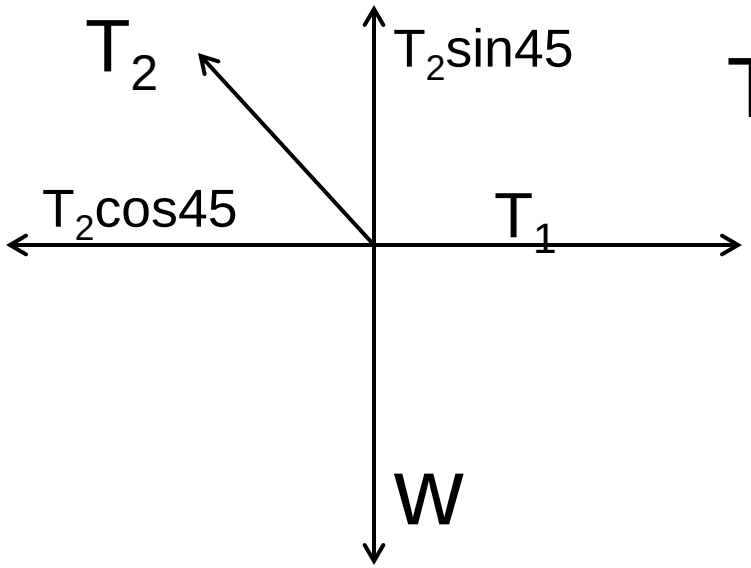
T_1-T2cos45 =0 T_1=T2cos45

T_2=T_1/cos45=30/0.707=42.42N

مجموع القوى فى اتجاه y= صفر

T_2sin45-W=0 W= T_2sin45

W=42.42sin45=30N



الفصل الثانى
الحركة الخطية

- الازاحة Δx

$$\Delta X = x_f - x_i$$

- السرعة v عندما يقطع الجسم ازاحة Δx فى زمن مقدراها t وكانت سرعته الابتدائية v_i وسرعته النهائية v_f

والسرعة كميه متجه ووحدتها m/s

$$\vec{v} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

- التسارع a هو معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن وهو كمية متجه ووحدته m/s^2

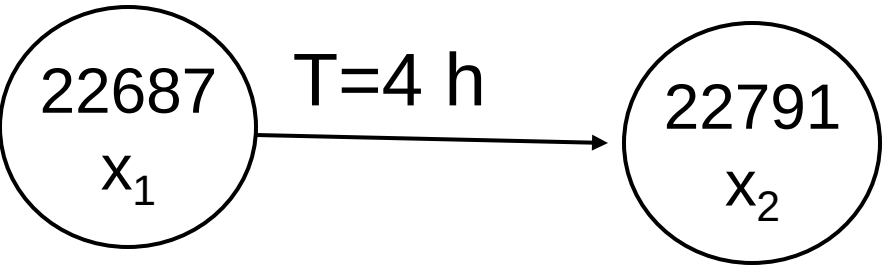
$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

التسارع موجب عندما تكون السرعة تزايديه

التسارع سالب عندما تكون السرعة تناقصية

التسارع يساوى صفرا عندما تكون السرعة ثابتة

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



$V = (x_2 - x_1)/t$

$= (22791 - 22687)/4$

$= 26 km/h$

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

$a = (v_2 - v_1)/t$

$x_2 - x_1 = ½(v_1 + v_2)t \quad \therefore -5-3 = ½(15+v_2)t$

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

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

$= -0.19$ m/s^2

$X_1 = 3$ cm

$V_1 = 15$cm/s

$X_2 = -5$ cm

$t = 2$ s

$V_2 = ?$

$a = ?$

معادلات الحركة المنتظمة فى 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 ابتدئيه قدرها 8m/s على طول خط مستقيم بتسارع ثابت، فقطع 1920 m خلال 40 s فما هو تسارع الجسم

$x = v_i t + 1/2 a t^2$

$1920 = 8x40 + 1/2\ a\ (40x40)$

$a = 2 m/s^2$

X=1920 m

V_i= 8 m/s

t= 40 s

a = ?

مثال ٢:انطلقت سيارة من السكون بتسارع قدره $4m/s^2$ فان المسافة التى تقطعها بعد 6 s

$x = v_i t + 1/2\ a t^2$

$=0x6 + 1/2\ x\ 4\ (36)$

$x = 72$ m

V_i=0

a=4 m/s2

t=6 s

x=?

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

$V_f = V_i + at$
$= 0+5x4$
$=20\ m/s$

$x = v_i t + 1/2\ at^2$
$=0x4+1/2x5x16$
$=40\ m$

$V_i=0$
a= 5m/s2
t= 4s
$V_f=?$
x=?

مثال٤: اذا تحرك جسم تبعا للمعادلة $x = 3t^2+2t-5$ علما بان x هى المسافة و t هى الزمن فأوجد المسافة والسرعة بعد مضى 4 ثوان

الحل: بالتعويض عن الزمن t=4 فى المعادلة ينتج ان

$x=3x(4)^2+2x4-5=51\ m$

ولإيجاد السرعة لابد من تفاضل المعادلة بالنسب للزمن

$dx/dt= v= 6t+2= 6x4+2=26m/s$

السقوط الحر

يعتبر السقوط الحر احد الامثلة الهامة للحركة المنتظمة فى بعد وأحد - نستبدل التسارع a بتسارع الجاذبية g=9.8 m/s2 والاتجاه x الى y ودائما اتجاه الحركة الى اسفل

معادلات الحركة للأجسام الساقطة سقوطا حرا

اسفل g = -9.8 m/s²

لأعلى g =+ 9.8 m/s²

$$v_f = v_i - gt$$

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

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

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

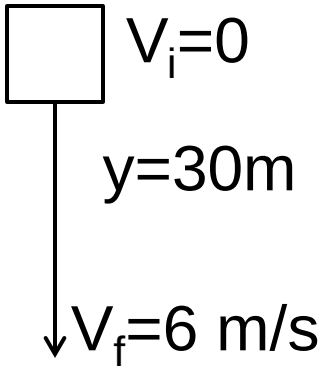
مثال: يسقط حجر من بناية ارتفاعها 450m بإهمال مقاومة الهواء
احسب ١- الوقت اللازم لوصول الحجر الى الارض
٢- سرعة الحجر حين اصطدامه بالأرض

$y = v_i t - 1/2gt^2$
$450 = 0\times t - 1/2 \times (-9.8) \times t^2$
$t^2 = 2\times 450/9.8, \quad t=9.6s$

$V_i=0$
$y=450m$
$t=?$
$V_f=?$

$V_f = V_i - gt$
$=0-9.8\times 9.6 = -94$ m/s

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



المصعد لا يسقط سقوطا حرا

$V_f^2=v_i^2-2ay= 36=0-2\times 30a$
$36=60a, \quad a=0.6$ m/s^2

مثال ٢: يقذف حجر من الارض الى الاعلى بسرعة ابتدائية 16 m/s احسب ١- اقصى ارتفاع يصل الية 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

$$v_f = v_i - gt$$
$$0 = 16 - 9.8\ t$$
$$t = 1.6$$

الزمن المطلوب $= 2 \times 1.6$
$= 3.2$ s

الفصل الرابع
قوانين نيوتن للحركة

قبل دراسة قوانين الحركة لنيوتن هناك بعض المفاهيم التى يجب معرفتها

عزم القصور الذاتى (العطالة): هى الخاصية التى يمتلكها الجسم لمقاومة التغير فى حالته السكونية او الحركية المنتظمة على خط مستقيم

الكتلة(m) : هى المقياس الكمى لعزم القصور الذاتى (العطاله)

القوة(F): هى المؤثر التى تؤدى الى تغير الحالة الحركية للجسم ويستدل عليها بتغير تسارع الجسم وتقاس بوحدة N

مثل قوة الجاذبية المؤثرة على الجسم والتى تساوى وزن الجسم W

$F = W = mg$ تقاس ب $N=kgm/s^2$

قانون نيوتن الاول(قانون العطاله)

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

$\sum F=0$, v= constant 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

$\sum F= ma$

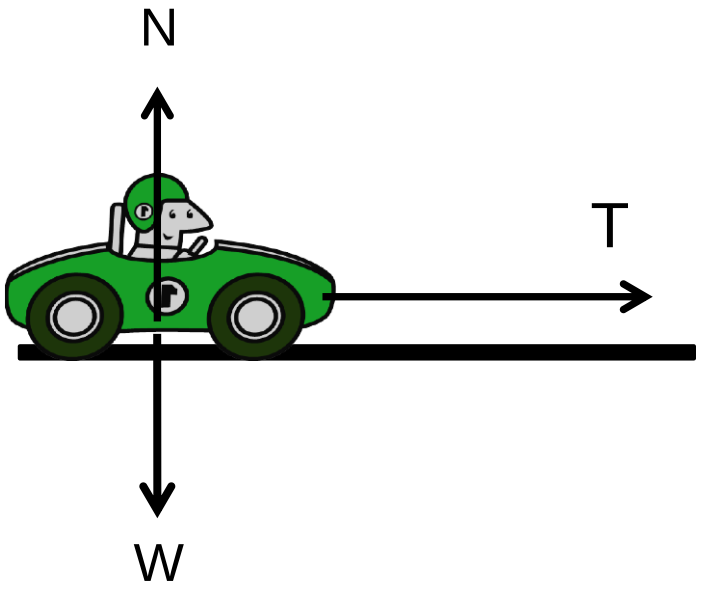
$\sum F_x = ma_x$ $\sum F_y = ma_y$

مثال: ما هى القوة اللازمة للحصول على تسارع 6 m/s لكتله مقدار 5 kg

الحل $\sum F= ma = 5x6 = 30N$

تطبيقات قوانين نيوتن

١. قوة الشد T



القوى المؤثرة فى اتجاه x

$$\Sigma F_x = T = ma_x$$

القوى المؤثرة فى اتجاه Y

$$N = W = mg$$

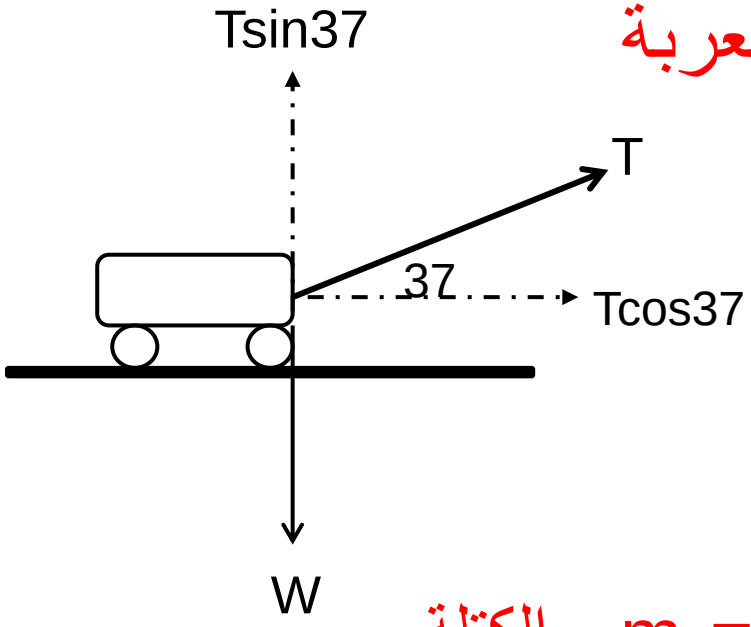
فى الشكل المجاور ما هو الشد المطلوب فى الحبل لسحب العربه بتسارع $0.5\ m/s^2$ اذا كان وزن العربة هو 80 N

الحل

$T=ma$, $W=mg$, $80=mx9.8$ $m= 8.16\ kg$

$T= 8.16x0.5= 4.08\ N$

مثال ٢: يتم سحب عربة وزنها 39.2 N بقوة مائلة مقدارها 6N كما هو مبين بالشكل ألمجاور ما هو تسارع العربة



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

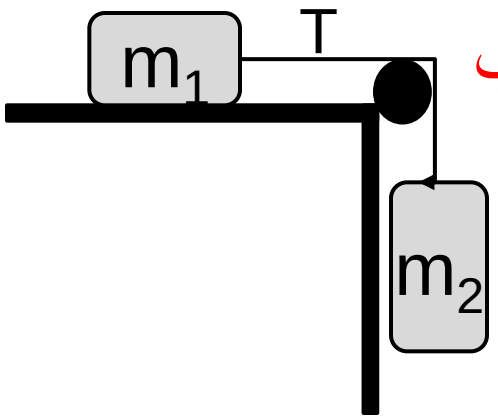
$ma = 6\cos 37 = 4.8$

$W = mg = 39.2$

$m = 39.2/9.8 = 4$

$a = 4.8/4 = 1.2 m/s^2$

مثال ٣ فى الشكل المجاور الكتلة $m_2=30$ kg والكتلة $m_1=15$ kg موضوعة على طاولة عديمة ألاحتكاك احسب تسارع المجموعة ومقدار الشد فى الحبل



بالنسبة ل m_1 $\sum F = m_1 a$ $\therefore T = m_1 a$

بالنسبة ل m_2 $\sum F_y = T - m_2 g = m_2 a$

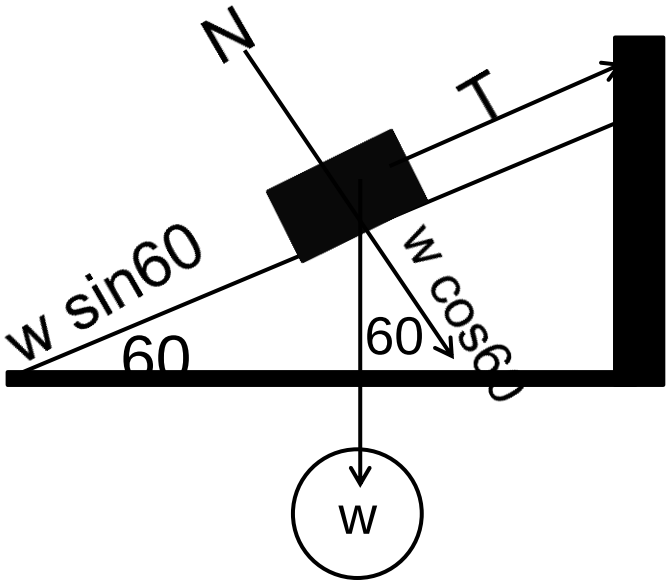
$\therefore T = m_2 (g+a)$ ⟹ $m_1 a = m_2 (g+a)$

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

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

٢. كتلة تتحرك على مستوى مائل

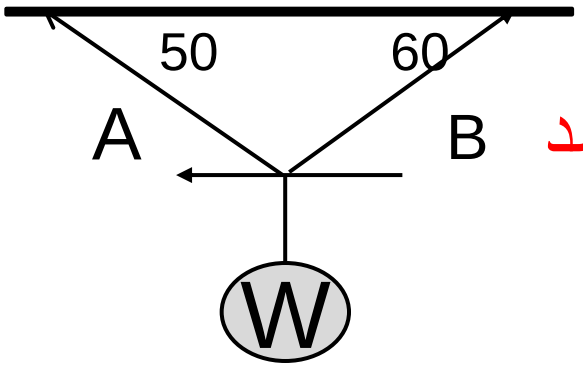
مثال: كتلة مقدارها 50kg على منحدر يميل عن الافق بزاوية مقدارها 60 ومربوط بحبل الى الى جدار اذا كان الحبل قوى وغير قابل للتمدد ومهمل الوزن وكانت الكتلة ساكنة فى مكانها فان مقدار قوة الشد فى الحبل عند اهمال قوى الاحتكاك بين الكتله والسطح



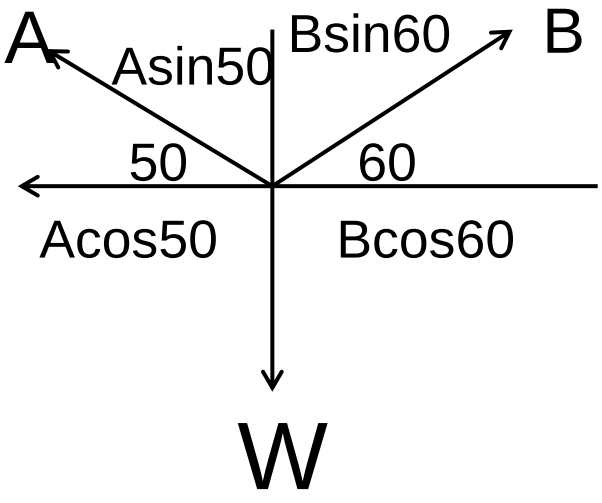
$$T = W \sin 60 = mg \sin 60$$
$$= 50 \times 9.8 \sin 60 = 424.35 \text{ N}$$

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

٣. توازن جسم معلق



اذا كان الشد فى الحبل A هو 30N فاحسب الشد فى الحبل B ومقدار W



$\sum F_x = 0$, Bcos60-Acos50 = 0

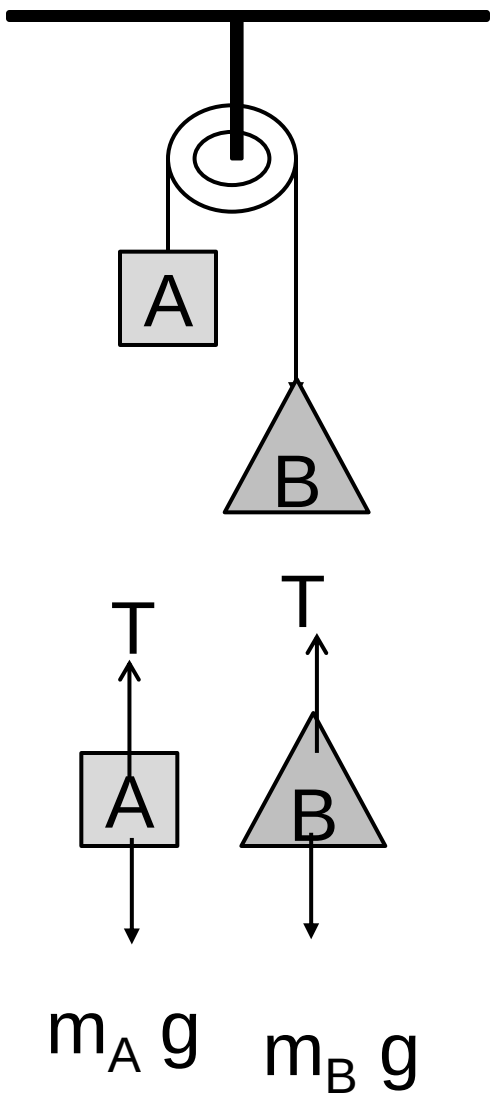
Bcos60=Acos50, Bcos60=30cos50

B=38.56 N

$\sum F_y = 0$, Bsin60+Asin50 – W=0

W= 38.56sin60+30sin50=56..37 N

٤. حركة البكرة



نفترض ان الجسم A يتحرك الى اعلى

طبقا لقانون نيوتن الثانى $\sum F=ma$

بالنسبة للكتلة A

$$T- m_A g = m_A a \ , \qquad \ldots.(1)$$

بالنسبة للكتلة B

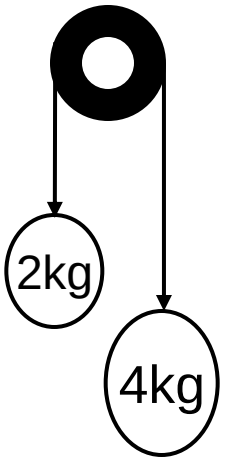
$$m_B g-T = m_B a \ , \qquad \ldots.(2)$$

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

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

مثال: فى الشكل المجاور تسارع المجموعة

$m_A = 2kg$, $m_B = 4kg$

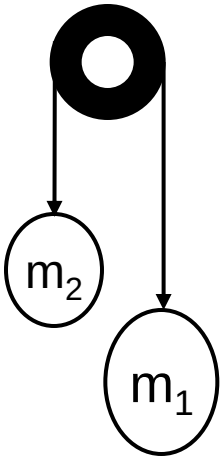


$$m_A (g+a) = m_B (g-a)$$

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

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

مثال: علقت كتلتان فى بكرة حسب الشكل فإذا كان تسارع المجموعة $2.7\ m/s^2$ وقوة الشد فى الحبل هى $25N$ فان الكتلتين هما

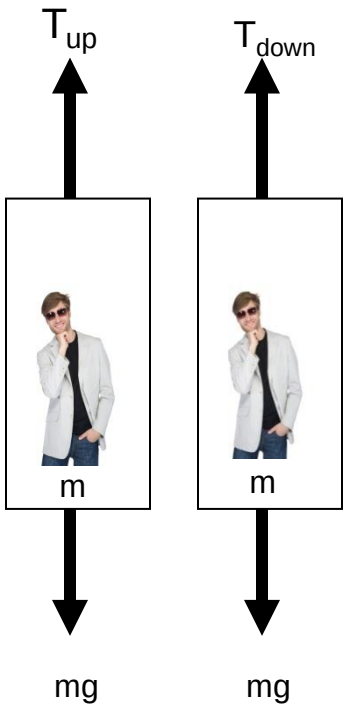


$$T = m_2 (g+a) = m_1 (g-a)$$

$$25=m_2(9.8+2.7) \quad 25=m_1(9.8-2.7)$$

$$m_2 = 2kg \qquad m_1 = 3.5kg$$

٥. حركة المصعد



فى حالة حركة المصعد لأعلى

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

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

فى حالة حركة المصعد لأسفل

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

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

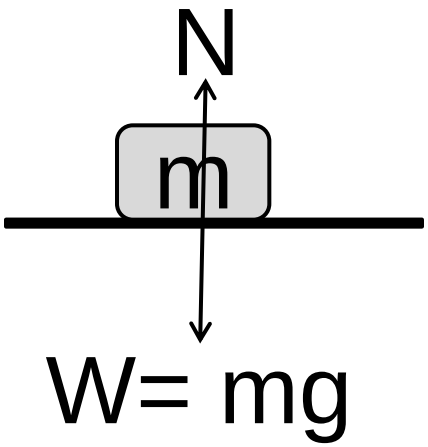
مثال: وضع جسم كتلته 30 kg فى مصعد ما هو الشد فى الحبل اذا كان المصعد يتسارع بمعدل: ١ $4\ m/s^2$ الى اعلى

٢. $4m/s^2$الى اسفل

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

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

قانون نيوتن الثالث(قانون الفعل ورد الفعل)



اذا 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

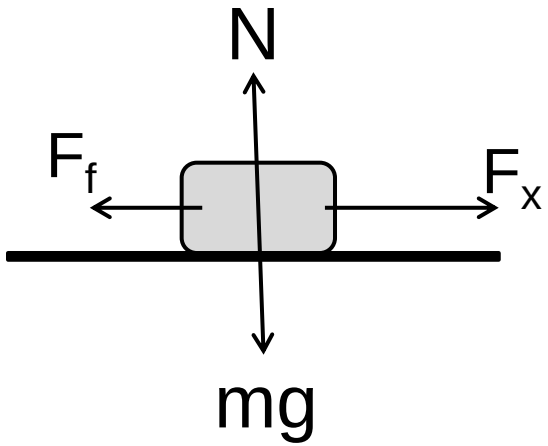
قوة الاحتكاك بين السطوح

هى القوة الناشئة بين سطحيين متلاصقين والتى تعمل على اعاقة الحركة

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

معامل احتكاك حركى μ_k فى حالة حركة الجسم بينما هناك معامل احتكاك ساكن μ_s عندما يكون الجسم ساكن

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



لأنه لا توجد حركه فى الاتجاه (y)

$$\Sigma F_y = ma_y = 0$$

$$N-mg=0,\ N=mg= 100x9.8= 980\ N$$

توجد حركه فى الاتجاه (x)

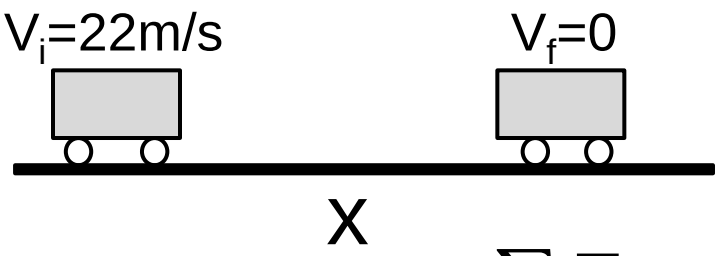
$$\Sigma F_x = ma_x, \qquad F_x - F_f = ma_x$$

$$F_f = \mu N = 0.3x980 = 294\ N$$

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

$$\therefore\ a=0.56\ m/s^2$$

مثال: تسير سيارة بسرعة 22m/s على طريق بمعامل احتكاك 0.7 ما هى المسافة التى تتحركها السيارة قبل ان تتوقف



لحساب المسافة لا بد من حساب التسارع a

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

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

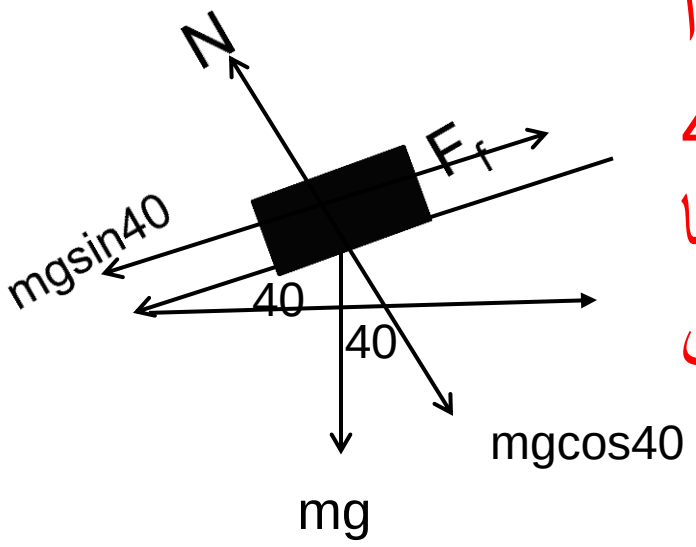
$$a=-\mu g =0.7x9.8=-6.86ms^2$$

باستخدام قانون الحركة الخطية الرابع

$$V_f^2=V_i^2-2ax,\ 0=(22)^2-2\times6.86x$$

$$x= 35.27\ m$$

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



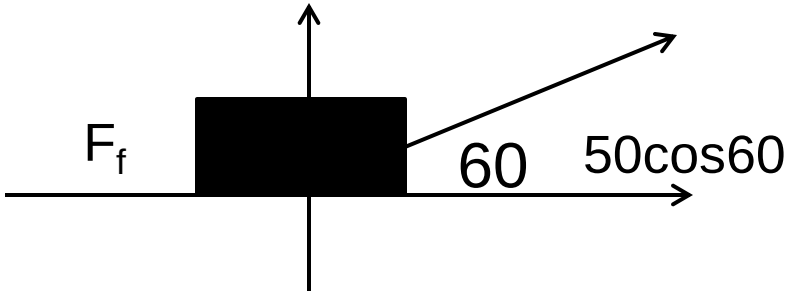
$$\sum F_y = 0, \quad N = mg\cos 40$$

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

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

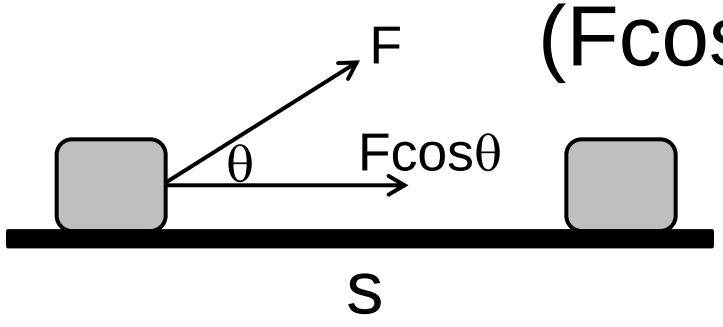
$$\mu_s = \sin 40 / \cos 40 = 0.84$$

مثال:يتحرك جسم بسرعة ثابتة على سطح افقى 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($F\cos\theta$) فى اتجاه الازاحة (s)



$\therefore W=Fs\cos\theta$

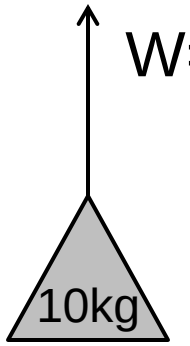
اذا كانت القوة موازية للإزاحة يكون الشغل قيمة عظمى $W=Fs$

اما اذا كانت القوة عمودية على الازاحة يكون الشغل يساوى صفر $W=0$

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

وتكافئ $J=(kgm^2/s^2)$

مثال يرفع شخصا دلوا من الماء كتلته 10kg من بئر فيبذل شغلا قدره 2kj فعمق البئر يساوى



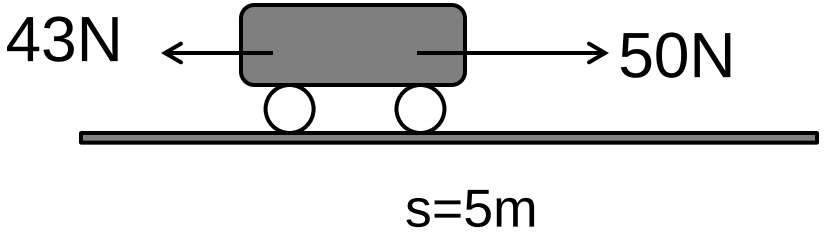
$W=Fs=mgs= 2000=10\times9.8\times s$

$s= 2000/98=20.4m$

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

$$W=Fs=mgs=10\times9.8\times5=490J$$

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



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

$$W=Fs=7\times5=35J$$

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

$$W=Fs=mgs$$

$$4900=50\times9.8\times s$$

$$s=10m$$

القدرة (P) هى المعدل الزمنى لانجاز للشغل

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv = \frac{mgs}{t} = mgv$$

متوسط القدرة= $\frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$

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= 70×9.8 ×3=2060 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 بملىء 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 فى سحب جميع الماء

$P=W/t$, $W= Fs= mgs =(10\times20)\times9.8\times8=15680J$

$P=W/t=15680/(60\times60)=4.355$ watt

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

$P=W/t = Fs/t= 686\times325/(95\times60)=39.1$ watt

مثال: محرك لمصعد كهربائى قدرته 15000W اذا كان وزن المصعد هو9800N فان اقل زمن يلزم المحرك لرفع المصعد الى ارتفاع 30m فوق الارض هو

$P=W/t= Fs/t,\ 15000=9800\times30/t$, $t= 19.6$ s

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

الحل:

$$P = Fv\cos\theta$$

$$= mgv\cos\theta$$

$$= 250 \times 9.8 \times 0.1 \times 1$$

$$= 245\,W$$

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)

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

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

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

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

$$\overline{P} = F\overline{v} = 784 \times 5 = 3920\,W$$

(ب)

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

الطاقة الحركية (K)

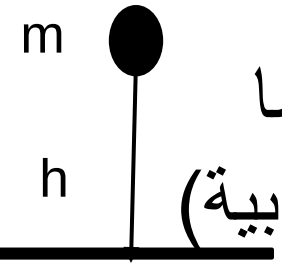
هى الطاقة الناتجة عن حركته $K=\frac{1}{2}mv^2$

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

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

$$W= \frac{1}{2}mv_f^2 -\frac{1}{2}mv_i^2 =\frac{1}{2}m(v_f^2 -v_i^2)$$
$$=\frac{1}{2}\times1000(900-400)=250000J=250kJ$$

طاقة الكامنة (طاقة الوضع) U



هى الطاقة المختزنة فى جسم ما بسبب الشغل المنجز علية مما يؤدى 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:

$$E = K + u = \text{cons tan t}$$

وبصورة أوضح:

$$E_i = E_f = \text{cons tan t}$$

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

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 لثقل قدره 1N هى 1J فان ارتفاعه عن سطح الارض يساوى

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

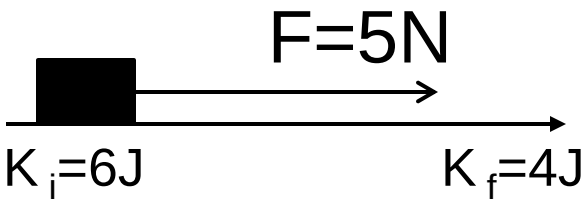
مثال : شاحنة وسيارة تسيران بنفس السرعة اذا كانت كتلة الشاحنة هى ضعف كتلة السيارة وكانت الطاقة الحركية للشاحنة هى K فان الطاقة الحركية للسيارة هى

$$\text{الطاقة الحركية للشاحنة} = K = \tfrac{1}{2}\, mv^2$$

$$\text{كتلة السيارة} = \tfrac{1}{2} \times \text{كتلة الشاحنة}$$

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

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



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

$$W=F.s = 2 = 5 .s$$

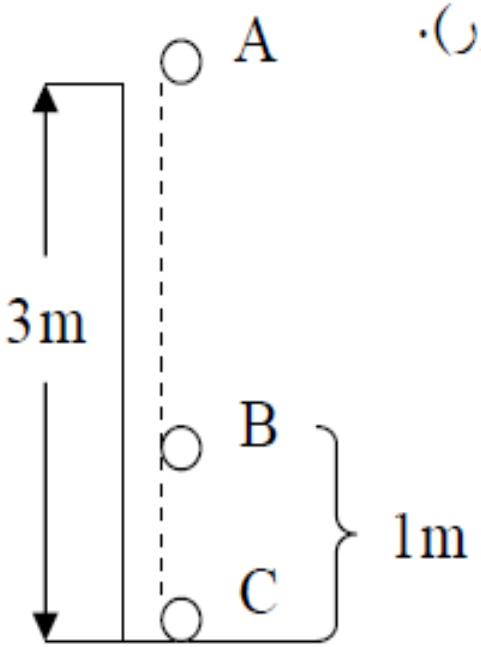
$$S= 0.4\ m$$

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:

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

$$\therefore v_B = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

$$= \sqrt{2 \times 9.8 \times (3-1)} = \sqrt{39.2}$$

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

(ب)

$$E_A = E_C$$

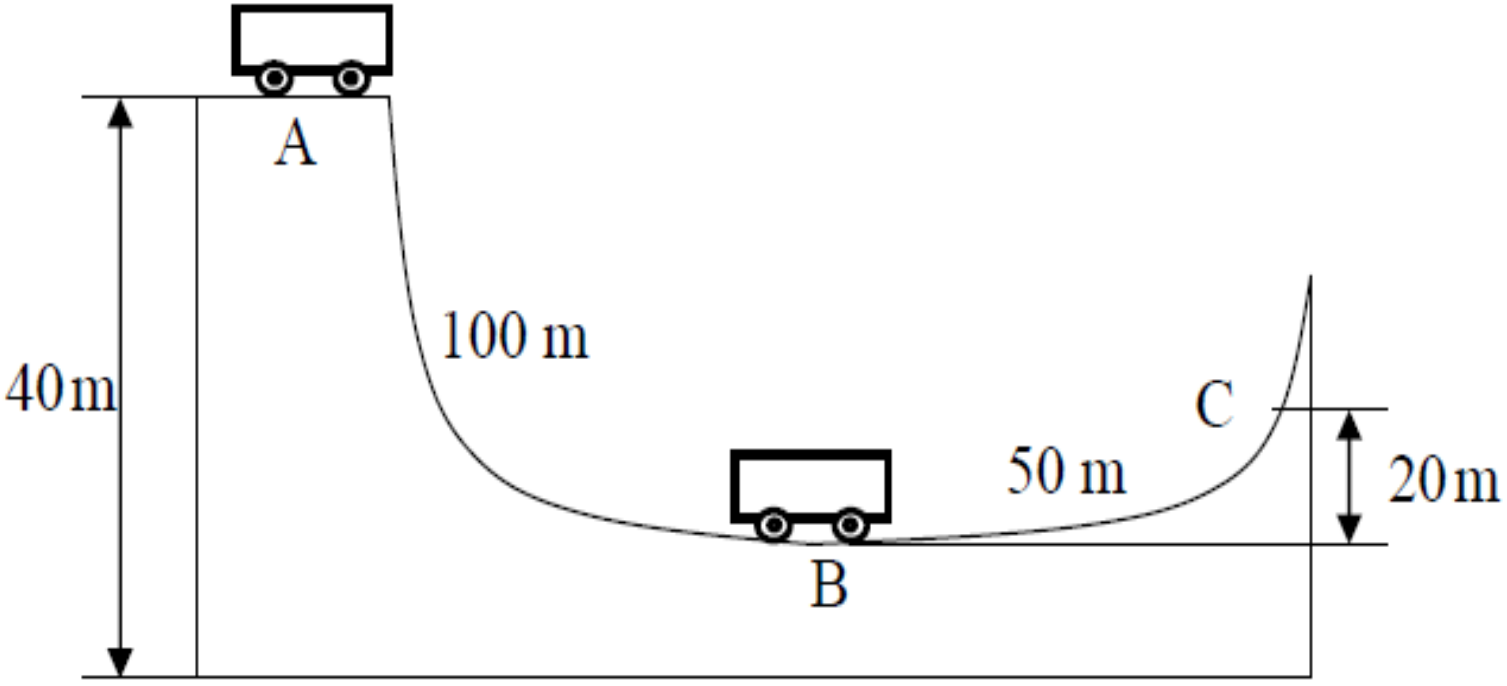
$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_B$$

$$\therefore v_C = \sqrt{2g(h_2 - h_1)}$$

$$= \sqrt{2 \times 9.8 \times (3-0)} = 7.7 \ \text{m/s}$$

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 (عديم الاحتكاك).



الحل:

$$E_A = E_B$$

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

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

$$v_B^2 = 2gh_1$$

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

مثال:

إذا اعتبرنا السطح الذي تسير عليه العربة في المثال السابق له قوة احتكاك ثابتة مقـــدارها 6N، وكانت كتلة العربة 30 kg، فما هي سرعة العربة عند أسفل المرتفع (النقطة B) ؟

وما هي سرعتها عند النقطة C ؟

$$E_A - E_B = W_f$$

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

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

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

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

$$E_A - E_C = W_f$$

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

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

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

الباب الثانى
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: هى القوة المطبقة (F) على وحدة المساحة (A)

$$Stress = \frac{F}{A} \Rightarrow\Rightarrow Pascal = \frac{1N}{m^2}$$

يقاس بوحدة بسكال (Pa)

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 Y: النسبة بين الاجهاد الى الانفعال

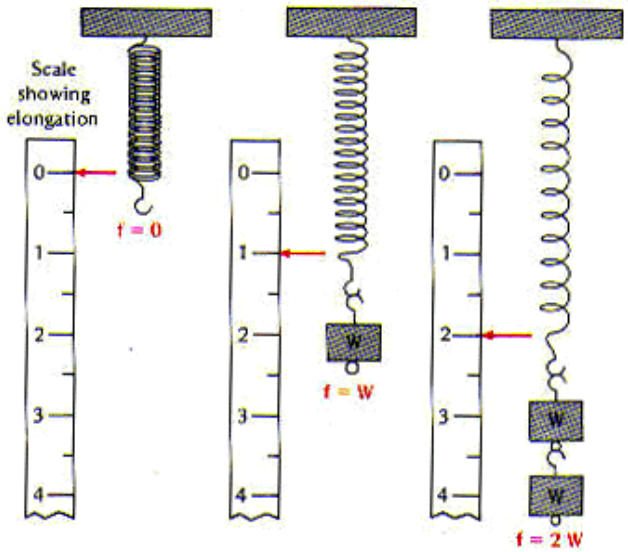
تقاس بوحدة بسكال $\text{معامل المرونه} = \frac{Stress}{Strain} = \frac{F/A}{\Delta L/L}$

معامل ينج Y 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)

حيث k ثابت التناسب $F = kx$



Hookes Law - Force proportional to Stretch

هناك صياغة اخرى لقانون هوك

$S = eY$

حيث S الاجهاد

e الانفعال

Y معامل ينج

مثال: خزان نفط سعته 500 liters يزن وهو فارغ 2000N ويكون وزنه اذا تمت تعبئته بالنفط هو (كثافة النفط = 817 kg/m^3 و $1m^3$=1000 liters)

الوزن الكلى = وزنه فارغ+ وزن النفط

وزن النفط = dvg=mg =0.5 x817x9.8 = 4000 N

الوزن الكلى = 4000 +2000 = 6000 N

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_o

بتطبيق قانون هوك على الثقل الثانى F= kx

ثابت النبض K=F/x= 55/0.13= 423 N/m

وبتطبيق قانون هوك مرة ثانية على الثقل الاول F= kx

x=F/k= 45/423 = 0.106 m =10.6 cm

الطول الاصلى= 32-10.06= 21.04 cm

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

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

k=600 N/m

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

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

Stress = 8×10^{7}N/m^2

$\Delta L=0.1$, L=100

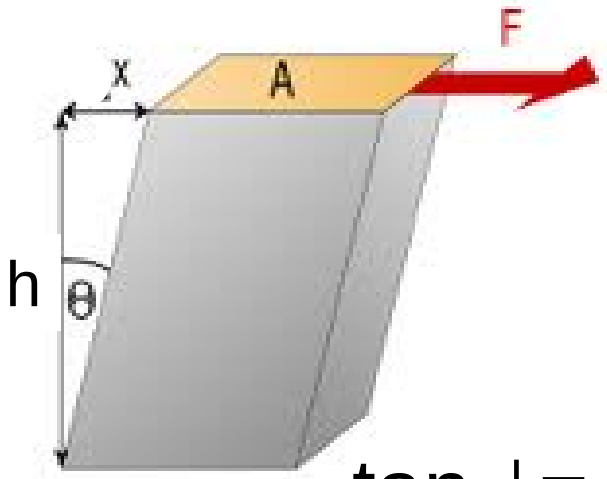
$$Y = \frac{Stress}{Strain} = \frac{F/A}{\Delta L/L} = 8 \times 10^{7}/(0.1/100)$$

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

إجهاد القص Shear Stress (S_s)

تؤدى قوة القص F الى اجهاد قص(S_s) للشكل يعطى بالعلاقة

$$S_s = F/A$$



ونعرف انفعال القص e_s

$$e_s = x/h$$

ومن الشكل نجد $\tan \phi = x/h$

وعندما تكون $h >>> x$ فان $\tan \phi = \phi = x/h = e_s$

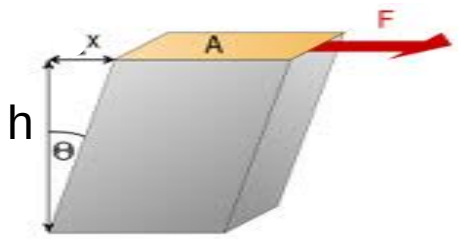
حيث ϕ هى زاوية القص وتقاس ب Radian

معامل القص (G) او معامل الصلابة

معامل القص (G) = اجهاد 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 $6x10^5\ N/m^2$ احسب



١- اجهاد القص ٢- مقدار الازاحة x

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

٢. مقدار الازاحة x

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

$6x10^5= [300/(0.04)2]/[x/(0.04)]$

x= 0.0125 m

معامل الحجم (B)

يطبق معامل الحجم على
(الجوامد+السوائل+ الغازات)

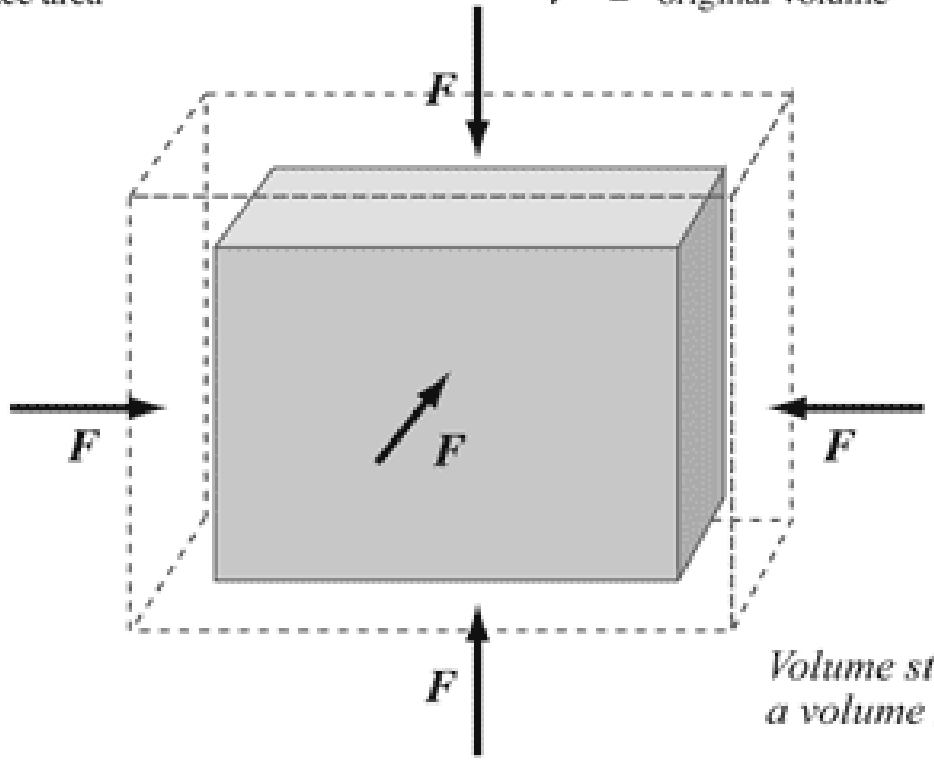
$$\text{bulk modulus} = -\frac{F/A}{\Delta V/V}$$

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

F = normal force
A = surface area

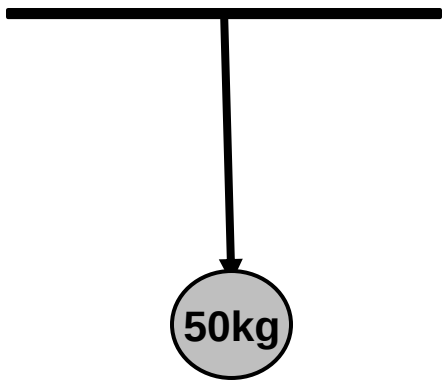
$$\text{volume strain} = \frac{\Delta V}{V}$$

ΔV = change in volume
V = original volume



Volume strain produced by a volume stress

مثال: سلك الومنيوم قطره 3 mm وطوله 4m يستخدم لإسناد كتله مقدارها 50kg ما هى الاستطالة فى السلك؟
(معامل يونج للالمنيوم $7x10^{10}$ Pa)



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

F=mg=50x 9.8= 490N

A= $\pi r2=3.14x(1.5x10^{-3})^2$ ==$7.07x10^{-6}$ m^2

L=4m

$7x10^{10}=(490/7.07x10^{-6})$ /(ΔL/4)

ΔL=3.96mm

مثال: يسلط ضغط مقداره $2x10^6$ Pa على عينة من الزئبق فيتقلص بمقدار 0.008% احسب المعامل الحجمى للزئبق

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

$$B= 2x10^6 /(0.008/100)$$

$$B= 2.5\ x10^{10}\ Pa$$

مثال: يزيد الضغط عند عمق 1km فى المحيط على الضغط عند مستوى سطح البحر بحوالى $10^7 N/m^2$ اذا كان حجم المرساه من الحديد على السطح هو $400\ cm^3$فكم هو مقدار النقص فى حجمها عند عمق 1km فى المحيط اذا كان المعامل الحجمى للحديد $1x10^{11}\ N/m^2$

$B= 1x10^{11} N/m^2$, $P=10^7 N/m^2$, $V=400\ cm^3=400x10^{-6}\ m^3$

$V_o=?$

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

$$1x10^{11}=10^7/[(400x10^{-6})/V_o]$$

$$V_o=4x10^{-8}\ m^3=40mm^3$$

الخواص الميكانيكيه للمائع

الضغط (P)

هى القوة العمودية المؤثره على وحدة المساحات من السطح

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

الضغط الجوى= $1.103 \times 10^5\ Pa = 1\ atm = 76\ cmHg$

مثال يقف شخص وزنه 400N على بركة من الجليد وقدميه متلاصقان على مساحة قدرها 0.02 m2 فما هو الضغط الواقع على قدمية

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

$P= F/A= 400/0.02= 2x10^4\ Pa=2x10^4\ N/m^2$

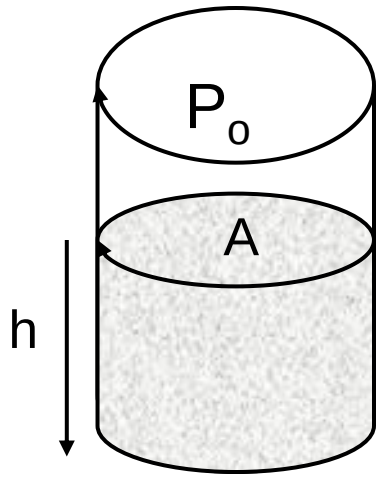
مثال: اذا علمت ان الضغط اللازم لانهيار الجليد على سطح بركة متجمدة هو 16kPa فكم هى كتلة الشخص التى تؤدى الى انهيار الجليد اذا علمت ان مساحة قدميه الملاصقة للجليد هى

$P=16x10^3\ Pa, \qquad A=0.04m^2$

$P=F/A , \quad F= PA= 16000x.04 = 640\ N$

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

زيادة الضغط مع العمق



الضغط عند قاع الاناء ويعطى بالعلاقة $P=F/A$

حيث F هى وزن السائل ويعطى بالعلاقة $F=mg$

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

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

$$P=hdg$$

يزداد الضغط مع زيادة العمق h ومع زيادة كثافة السائل d

لحساب الضغط الكلى P_t = ضغط السائل P+ الضغط الجوى P_o

$$P_t = P_o + P = P_o + hdg, \quad P_o = 1.013\times10^5 \text{ Pa}$$

مثال: ما هو الضغط الكلى فى اسفل بركة سباحة عمقها 2m ومملوءة تماما بالماء

$$P_t = P_o + P = P_o + hdg$$

$$P_t = 1.013\times10^5 + 2\times1000\times9.8 = 120600 \text{ Pa}$$

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

$$P\ (\text{زيت+ماء}) = P_{\text{ماء}} + P\ \text{زيت} = hdg_{\text{ماء}} + hdg_{\text{زيت}}$$

$$=0.06x1000x9.8+0.03x800x9.8$$

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

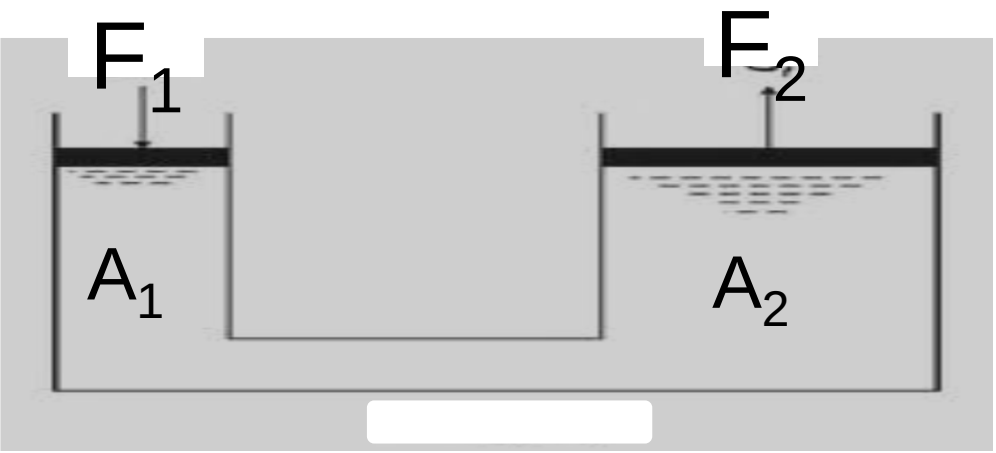
الضغط الناشئ عليها نتيجة لماء البحر

$$P = hdg = 600x1025x9.8=60.27x10^5\ Pa$$

وهذا يكافئ 60 مرة من الضغط الجوى الارضى وهو $1.013x10^5$ 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 داخلة مقدارها هو 1N سوف تنتج قوة خارجية مقدارها

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

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

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

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

$A_1=\pi r^2=3.14 \times (2.5\times10^{-2})^2= 1.9625\times10^{-3}\ m^3$

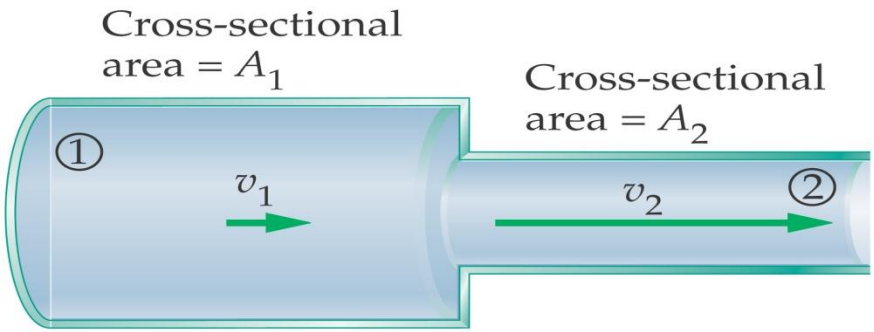
$A_2=\pi r^2=3.14 \times (10\times10^{-2})^2= 31.4\times10^{-3}\ m^3$

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

$F_2=10000\ N$, $F_1=\ ?$

$F_1= 625\ N$

معادلة الاستمرار للجريان الانسيابى



معدل الكتلة المارة خلال المقطع 1
يساوى
معدل الكتلة المارة خلال المقطع 2

معدل التدفق الكتلي= $dA_1V_1 = dA_2V_2$ = ثابت ويقاس ب kg/s

معدل التدفق الحجمى= $A_1V_1 = A_2V_2$ = 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

$A_1V_1 = A_2V_2$

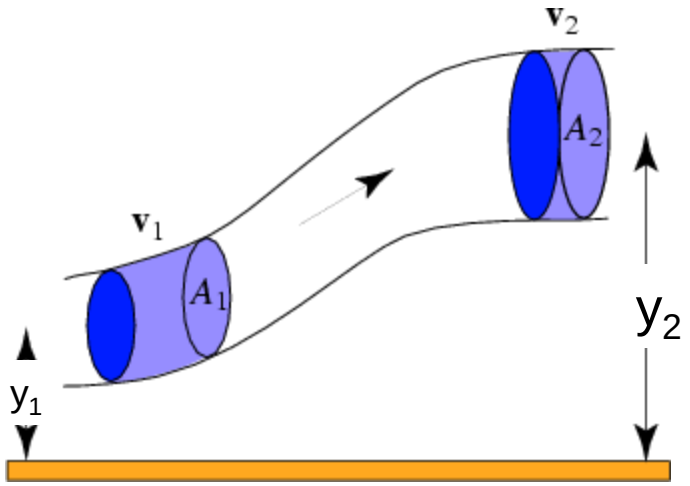
$A_1 = \pi r^2 = 3.14 \times (0.25)^2 = 0.19625\ m^2$

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

$0.19625 \times 1 = 0.0314 \times V_2$

$V_2 = 6.25\ m/s$

معادلة برنولى



هى 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

$$P_1+\tfrac{1}{2}\,d v_1^2+dgy_1= P_2+\tfrac{1}{2}\,d v_2^2+dgy_2= \text{constant}$$

مثال: اذا تحرك ماء خلال انبوب افقى بسرعة 3 m/s عند المدخل وبسرعة 5 m/s عند المخرج فان الفرق فى الضغط بين طرفى الانبوب يساوى (حيث ان كثافة الماء $1000\ kg/m^3$)

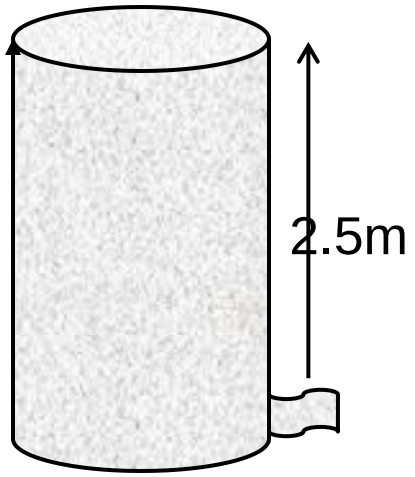
$$P_1+\tfrac{1}{2}\,d v_1^2+dgy_1= P_2+\tfrac{1}{2}\,d v_2^2+dgy_2$$

$$P_1+\tfrac{1}{2}\,d v_1^2 = P_2+\tfrac{1}{2}\,d v_2^2$$

الانبوبة افقى $y_1=y_2$

$$P_1 - P_2 = \tfrac{1}{2}\,d\,(v_2^2- v_1^2)= \tfrac{1}{2}x1000x(25-9)=8000\ Pa$$

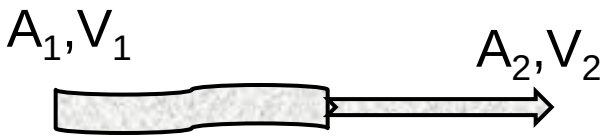
مثال: خزان ماء قطرة الداخلى 1.5 m وفتحة قطره الخارجى 15 mm على الجانب ويبتعد مسافة 2.5 m عن ارتفاع الماء فى الخزان ماهى سرعة الماء الخارج



$$v = \sqrt{2gh} \qquad v = \sqrt{2x9.8x2.5}$$

$$v=7m/s$$

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



$$A_1= 3.14x(0.02)^2= 1.256x10^{-3}\ m^2$$

$$A_2= 3.14x(0.01)^2= 3.14\ x10^{-4}\ m^2$$

$$A_1V_1= A_2V_2$$

$$V_2=10m/s, \qquad V_1= 2.5\ m/s$$

الباب الثالث
الحـــــرارة

١. الحرارة

هى كمية الطاقة المنتقلة بين الوسط المحيط فيه بسبب فرق درجة الحرارة بينهما

تقاس كمية الحرارة بالجول او بالكالورى حيث 1 cal= 4.186 J

٢. درجة الحرارة

هى مقياس لمتوسط الطاقة الحركية لجزيئات الجسم وتقاس بالكلفن او الفهرنهيتى او السلسيوس

٣. الطاقة الحرارية :(الطاقة الداخلية)

هى الطاقة الناتجة عن جميع الجزيئات الموجودة فى الجسم وتقاس بالجول

المقاييس الحرارية

تعتمد المقاييس الحرارية على تمدد السوائل بفعل الحرارة مثل المقياس الزئبقى او المعتمد على المقاومة الكهربية

انواع المقاييس الحرارية

- التدريج المئوى (^oC) ويرمز له T_c
- التدريج الفهرنهايتى (^oF) ويرمز له T_F
- التدريج المطلق (^oK) ويرمز له T_K

ويمكن تحويل من تدريج الى تدريج اخر حسب المعادلات الاتية

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$$

$$T_K = T_c + 273$$

مثال: ما هى درجة الحرارة على التدريج الفهرنهايتى فى يوم تكون فية درجة الحرارة T_c=-10 ^oC

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$$

T_F= 9/5x(-10)+32= 14^oC)

مثال : ان درجة الحرارة -176 ^oC بالمقياس المئوى تقابل بالمقياس المطلق

$T_K=T_c$ +273 = -176+273=97 K

مثال: اذا كان الفرق فى درجة الحرارة على المقياس المئوى 45 ^oC فان الفرق يعادل على كل من المقياس الفهرنهيتى والمقياس المطلق

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$$

نفترض ان الدرجة السفلى 0 ^oC والعظمى 45 ^oC

T_{F1}=9/5(0)+32=32 F, T_{F2}= 9/5(45)+32=113

ΔT_F=113-32=81 ^oF

وحيث ان عدد اجزاء المقياس المئوى والكلفن متساويان ΔT_K =45 ^oK

السعة الحرارية النوعية (الحرارة النوعية) (c)

هى الحرارة (ΔQ) اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتل من المادة درجة مئوية واحدة ووحدتها cal/(g.ºC) أو J/(kg.ºK) تعطى ب

$$\Delta Q = mc\,\Delta T$$

حيث c تمثل الحرارة النوعية للمادة

ΔT تمثل افرق بين درجة الحرارة الابتدائية والنهائية

السعة الحرارة = الكتلة x الحرارة النوعية = mc

مثال: طفل كتلته 30kg ودرجة حرارته39ºC كم هى الحرارة اللازم ازالتها من جسم الطفل لتصبح درجة حرارته 37 ºC علما بان الحرارة النوعية لجسم الانسان 3470 J/kg.ºK

درجة الحرارة الابتدائية 39 ºC

درجة الحرارة النهائية C37 ºC

c = 3470 J/kg.ºK

m=30kg

$$\Delta Q = mc\,\Delta T$$

$$= 30 \times 3470 \times (37-39)$$

$$= -2.1 \times 10^5 \text{ J}$$

قياس الحرارة النوعية بطريقة الخلط

عند خلط مادتين مختلفين فى درجة الحرارة T_1 and T_2 . عندما يفقد الجسم الاعلى فى الحرارة يكتسبها الاخر ويحدث اتزان حرارى عند T

كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة

$$Q_{in} = Q_{out}$$

$$m_1c_1 (T-T_1)=m_2c_2(T_2-T)$$

مثال: قطعة من الحديد كتلتها 150 g تم تبريدها من 40 ^oC الى20^oC بكمية من الماء درجة حرارتها 15 ^oC فتكون كمية الماء التى استخدمت هى الحرارة النوعية للماء= 4180 J/kg ^oK وللحديد 406 J/kg^oK

$m_1c_1 (T-T_1)$ للماء $=m_2c_2(T_2-T)$ للحديد

$$m_1 x\ 4180\ x(20-15) = 0.15\ x\ 406x\ (40-20)$$

$$m_1 = 0.0582\ kg = 58.2\ g$$

مثال : وعاء معزول من الألومنيوم كتلته 20 g يحتوى على 150g من الماء عند درجة حرارة 20 ^{o}C سخنت قطعة من المعدن كتلتها 30g الى درجة 100 ^{o}C فاذا كانت درجة الحرارة النهائية للماء والوعاء وقطعة المعدن هى 25 ^{o}C فما هى الحرارة النوعية للمعدن علما بان الحرارة النوعية للألومنيوم 0.21 cal/g. ^{o}C وللماء 1 cal/g. ^{o}C

كمية الحرارة المفقودة للمعدن = كمية الحرارة المكتسبة للماء + كمية الحرارة المكتسبة للألومنيوم

$m_3c_3(T_2-T)$ للمعدن = $m_1c_1\ (T-T_1)$ للألمونيوم $+m_1c_1\ (T-T_1)$ للماء

$$30xc_3(100-25)=20x0.21x(25-20)+150x1x(25-20)$$

$$2250\ c_3=21+750=771$$

$$C_3=771/2250=0.343\ cal/g.\ ^{o}C$$

مثال: تم تسخين وعاء سعته الحرارية 400J/K الى 150 ^{o}C ثم وضعت فيه كمية من الماء قدرها واحد لتر ودرجة حرارتها 20 ^{o}C ما هى درجة الحرارة النهائية للمنظومة (الحرارة النوعية للماء = 4180 J/kg. ^{o}K

$m_1c_1(T_2-T)$ للوعاء = $m_2c_2\ (T-T_1)$ للماء

mc للوعاء = 400 J/K

1 kg =واحد لتر ماء

$400x(150-T)=1x4180x(T-20)$

$400x150-400T=4180T-4180x20$

$400x150+4180x20=4180T+400T$

$T= 31.3\ ^{o}C$

الحرارة الكامنة للانصهار والتبخر

الانصهار : هو تحويل المادة من الحالة الصلبة الى السائلة

التبخر : هو تحويل المادة من السائلة الى الغازية

ويتم عن طريق تزويد المادة بطاقة حرارية كافية لتغير حالتها

١- الحرارة اللازمة لتحويل المادة من الصلب الى السائل او العكس

$$\Delta Q = mL_f$$

حيث L_f الحرارة الكامنة للانصهار وتقاس cal/g او J/kg

2- الحرارة اللازمة لتحويل المادة من السائل الى الغاز او العكس

$$\Delta Q = mL_v$$

حيث L_v الحرارة الكامنة للتبخر وتقاس cal/g او J/kg

مثال: يتم اضافة 50kJ من الحرارة الى 20 kg من الثلج عند درجة حرارة 0 ^oC فتكون الكمية المنصهرة من الثلج هى (الحرارة الكامنه للانصهار الثلج (335kJ/kg

$$\Delta Q = mL_f$$

$$50 \times 1000 = m \times 335 \times 1000 \qquad m = 0.15 \text{ kg}$$

مثال: وعاء يحتوى على كتلة من الماء مقدارها 0.25 kg بدرجة حرارة 20 ^{o}C يوضع الاناء فى المجمدة . احسب الحرارة اللازم إزالتها من الماء كى يتحول الى ثلج بدرجة 0 ^{o}C اذا علمت ان الحرارة الكامنه للانصهار الماء 334 kJ/kg والحرارة النوعية للماء 4.2kJ/kg انصهار

$$\Delta Q = mc(T_f - T_i) + (-mL_f)$$

$$= 0.25x4200x(0-20) + (-0.25x334000)$$

$$= -2.1x10^4 - 8.35x10^4$$

$$= -1.05x10^5 \text{ J}$$

مثال: كمية الحرارة اللازم سحبها لتخفيض درجة حرارة 0.1 kg من بخار ماء بدرجة 100 ^{o}C لتحويله الى ماء بدرجة 95 ^{o}C وهى

(الحرارة الكامنة لتبخر الماء 2260kJ/kg الحرارة النوعية للماء 4180 J/kg. ^{o}K)

$$\Delta Q = mc\,\Delta T + mL_v$$

$$= 0.1x4180x5 + 0.1x2260x1000$$

$$= 228000J = 228kJ$$

التمدد الحرارى

عند رفع درجة حرارة جسم ما فان طاقة جزيئات هذا الجسم تزداد مما يؤدى الى زيادة المسافة بين جزيئات الجسم وبالتالى يتمدد الجسم

التمدد الحرارى الطولى

ويعرف معامل التمدد الحرارى الطولى α بأنه الزيادة فى الطول لوحدة الاطوال من المادة نتيجة تغير درجة الحرارة ويقاس $\frac{1}{^\circ C}$ او $\frac{1}{^\circ K}$

$$\alpha = \frac{\Delta L / L}{\Delta T}$$

مثال: قضيب من النحاس طولة 1m ما مقدار الزيادة فى طوله عند ارتفاع درجة حرارته بمقدار 50 درجة عن درجة حرارة الغرفة علما بان التمدد الطولى للنحاس يساوى $1.9 \times 10^{-5}\ ^oC^{-1}$

$$\alpha = \frac{\Delta L / L}{\Delta T} \qquad \Delta L = \alpha\, L \Delta T = 1.9 \times 10^{-5} \times 1 \times 50 = 0.00095 m$$

التمدد الحرارى الحجمى

معامل التمدد الحجمى γ : هو التغير النسبى فى الحجم لكل درجة ويرمز له ب ويقاس ب $\frac{1}{^\circ C}$ او $\frac{1}{^\circ K}$ ويعطى بالعلاقة

$$\gamma = \frac{\Delta V / V}{\Delta T}$$

مثال : كرة من الالومنيوم حجمها $113\ mm^3$ عند درجة حرارة $100\ ^oC$ فما هو حجمها عند درجة $0\ ^oC$ اذا كان معامل التمدد الحجمى للالومنيوم $7.2x10^{-5}\ ^oC^{-1}$

$$\gamma = \frac{\Delta V / V}{\Delta T}$$

$\Delta V = \gamma\ \Delta T V = 7.2x10^{-5} \times 100 \times 113 \times 10^{-9}$

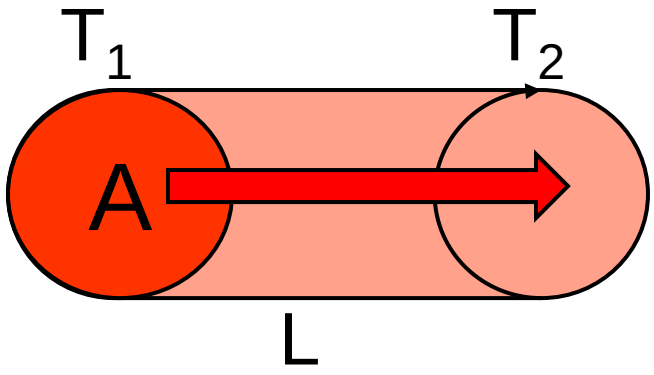
$= 813.6x10^{-12}\ m^3 = 0.813\ mm^3$

الحجم عند درجة حرارة $0\ ^oC$

$V_o = V_{100} - \Delta V = 113 - 0.813 = 112.2\ mm^3$

انتقال الحـــــرارة

تنتقل الحرارة من مكان لأخر عن طريق ١- التوصيل ٢- الحمل ٣- الاشعاع



١- انتقال الحرارة بالتوصيل

عندما يكون $T_1 > T_2$ يكون معدل الجريان الحرارى خلال المادة يتناسب طرديا مع فرق درجات الحرارة $(T_1 - T_2)$ ومع مساحة المقطع A وعكسيا مع الطول L

معدل الجريان الحرارى $$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{KA(T_1 - T_2)}{L}$$

حيث K هو ثابت التوصيل الحرارى للمادة ووحدته $\frac{cal}{cm.s.^oC}$ ...او... $\frac{J}{m.s.^oK}$

مثال: حائط من الطوب طوله 6 m وارتفاعه 4m وسمكه 30 cm فإذا كانت الحرارة الخارجية 10 ^oC والداخلية 22 ^oC فيكون معدل انتقال الحرارة خلال هذا الحائط هو (التوصيلية الحرارية للطوب 0.6 W/m^oC)

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{KA(T_1 - T_2)}{L} \qquad \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{0.6x(6x4)[22-10]}{0.3}$$

$$= 576\ W$$

مثال: جدار حجرى مساحته السطحية 20 m^2 وسمكه 30 cm ومعامل التوصيلية له 0.6 $W/m\ ^oC$ اذا كان درجة الحرارة الخارجية ^oC والداخلية هى 20 ^oC فان معدل انتقال الحرارة خلال الجدار هو

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{KA(T_1 - T_2)}{L} \qquad \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{0.6x20[20-0]}{0.3}$$

$$= 800\ W$$

٢. انتقال الحرارة بالحمل

هى عملية انتقال الحرارة بواسطة حركة جزيئات الوسط من مكان الى اخر حاملة معها الحرارة و تستخدم هذه الطريقة فى السوائل والغازات فقط وهناك نوعان من الحمل الحرارى

١. الحمل الطبيعى ٢ . الحمل الجبرى

الحمل الطبيعى : هى عندما تتحرك جزيئات الوسط بسبب تغير درجة الحرارة اى تحرك ذاتى مثل غليان الماء

الحمل الجبرى : عندما نستخدم قوة ميكانيكية لتحريك المائع مثل المروحة

٣. انتقال الحرارة بالإشعاع

انتقال الحرارة فى الفراغ يتم عن طريق الاشعاع وهو انتقال الحرارة من مكان لأخر بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية

معدل انتقال الحرارة بالإشعاع تعطى بقانون ستيفان

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \sigma e A T^4$$

حيث A المساحة السطحية للجسم المشع

T هى درجة الحرارة المطلقة للجسم المشع

e ثابت الاشعاعية حيث $0 \le e \le 1$

σ ثابت ستيفان وقيمته $5.67 \times 10^{-8}\ W/m^2K^4$

اذا كان الجسم المشع للحرارة محاط بوسط حرارى اخر درجة حرارته المطلقة T_o فيصبح قانون ستيفان هو

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \sigma e A (T^4 - T_0^4)$$

الجسم الاسود

هو الجسم الذى يمتص اكبر كمية من الحرارة ولا يعكس منها شيء

مثال: طالب معرض جسمه مباشرة لهواء الغرفة التى درجة حرارتها 20ºC وإذا كانت درجة حرارة جسمه 37 ºC وإشعاعية الجسم 0.9 والمساحة السطحية لجسم الطالب $1.5m^2$ فاحسب مقدار الحرارة المفقودة من جسمه خلال 10 دقائق

T= 37+273 =310 ºK

T_o= 20+273= 293 ºK

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \sigma e A(T^4 - T_0^4)$$

= $5.67x10^{-8}$ x0.9x1.5 [$(310)^4$-$(293)^4$])

= 142 W

مقدار الحرارة المفقودة فى 10 دقائق هى

ΔQ=1420x10x60= 8.5x104 J