جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

محاضرات مادة

الميكانيك

لطلبة المرحلة الاولى – قسم الفيزياء

للعام الدراسي 2018-2019

مفردات المنهج

الفصل الاول: القياس ،وحدات القياس ويتضمن:-

1-الاشياء التي يمكن قياسها 2-انظمة القياس 3-الطول 4-الزمن 5-الكتلة 6-اسئلة ومناقشة

الفصل الثاني: الحركة في خط مستقيم ويتضمن:-

1-الحركة 2-الموضع 3-معدل السرعة 4-السرعة الخطية 5-التعجيل 6-التعجيل الثابت 7-سقوط الاجسام الحر 8-اسئلة ومناقشة

الفصل الثالث: المتجهات وتشمل:-

1-الكميات المتجهة 2-الكميات غير المتجهة 3-جمع وطرح وضرب المتجهات 4-الطرق الهندسية لجمعها وطرحها 5-متجة الوحدات 6-الضرب العددي 7-الضرب الاتجاهي 8-الضرب الثلاثي العددي 9-الضرب الثلاثي الاتجاهي 10-المتجهات وقوانين الفيزياء وتطبيقات 11-اسئلة ومناقشة.

الفصل الرابع: الحركة في مستوي ويتضمن:-

1-الحركة في بعدين 2-الحركة في ثلاثة ابعاد3-معنى السرعة الدقيقة 4-معنى التعجيل الدقيق 5-حركة لقذيفة 6-تحليل حركة القذيفة 7-السرعة النسبية في بعد واحد 8-الحركة النسبية عند السرع العالبة .

الفصل الخامس: القوة والحركة ويتضمن:-

1-لماذا تغير الدقائق سرعتها2-قانون نيوتن الاول3-القوة 4-الكتلة 5-قانون نيوتن الثاني 6-قانون نيوتن الثالث 7-الكتلة والوزن 8-احهزة قياس الوزن 9-تطبيقات قوانين نيوتن في الحركة 10-الاحتكاك 11-قانون الاحتكاك 12-قوة السحب والسرعة النهائية13-الحركة الدائرية المنتظمة 14- قوى الطبيعة 15-اسئلة

الفصل السادس: الشغل والطاقة ويشمل:-

1-الشغل الذي تبذله قوة ثابتة 2-الشغل الذي تبذله قوة متغيرة 3-الشغل المنجز بواسطة نابض 4-الطاقة الحركية 5-القدرة 6-الطاقة الحركية عند السرع العالية 7-موضوع رباضي يتعلق بشكل مباشر 8-اسئلة

الفصل السابع: حفظ الطاقة ويشمل:-

قوانين الحفظ 2-الطاقة الكامنة نظرة عامة 3-نظرة لانواع القوة (ا-قوة النابض ب- قوة الجاذبية ج-قوة الاحتكاك 4-تعريف الطاقة الكامنة 5-القوة المحافظة وغيرالمحافظة 6-منحني الطاقة الكامنة 7-حفظ الطاقة 8-الكتلة والطاقة 9-تكميم الطاقة 10-اسئلة ومناقشة

الفصل الثامن: انظمة الدقائق او منظومة الدقائق (الجسيمات) وتشمل:-

مركز الكتلة 2-قانون نيوتن الثاني لمنضومة جسيمات 3-الزخم 4-زخم منضومة جسيمات 5-حفظ الزخم 6-اسئلة ومناقشة.

الفصل التاسع: التصادمات وتشمل:-

1- معنى التصادم 2-الدفع والزخم 3-التصادم في بعد واحد (ا-مرنة ب-غير مرنة) 4-التصادم في بعدين 5-اسئلة ومناقشة.

الفصل العاشر: الحركة الدورانية وتشمل:-

1-المتغيرات الدورانية 2-الكميات الزاوية لمتجهات 3-الدوران مع تعجيل زاوي ثابت 4-العلاقة بين المتغيرات الخطية والزاوية 5-الطاقة الحركية الدورانية 6- حساب عزم القصور الذاتي الدوراني 7-عزم القوة 8- قانون نيوتن الثاني للدوران 9-نظرية الشغل -الطاقة والقدرة في الحركة الدورانية 10-اسئلة

الفصل الحادي عشر: الحركة الدائرية المتجانسة وتشمل:-

1-الحركة في مسار دائري 2-القوة المركزية 3-الطرق المنحنية 4-التعجيل المركزي 5-القوة المركزية والملاحة الجوية 6-التعجيل المماس 7-اسئلة ومناقشة.

الفصل الثاني عشر: التدحرج والزخم الزاوي ويشمل:-

1-التدحرج 3- الزخم الزاوي 3- قانون نيوتن الثاني في شكلة الزاوي 4- الزخم الزاوي لجسم صلب يدور حول محور ثابت 5-قانون حفظ الزخم الزاوي 6-تطبيقات على الفقرة(5) 7-اسئلة ومسائل.

الفصل الاول/ القياس ،وحدات القياس

القياسات الفيزيائية : ان أي نظرية عامة للفيزياء تتألف من مجموعة من المفاهيم وافتراضات عن التمثيل الرياضي لهذه المفاهيم وعلاقات رياضية من بين هذه المفاهيم ومن ثم قواعد لربط البنية الرياضية للقياسات الفعلية وبعد ذلك تأتي الأدلة المتراكمة التي تؤيد الافتراضيات والقواعد.

والمفاهيم الفبزيائية يمكن ان تكون كميات قياسية (Scalar Quantities) أو كميات متجهة (Vector Quantities) وحينما نقول ان مفهوما ما هو كمية متجة او قياسية فإن ذلك يعني ان المفهوم يمكن تناوله في معادلات او معالجته رياضيا بحيث يتحدد بقيمة عددية او رياضية ومن الكميات القياسية المألوفة الكتلة Mass والطاقة Energy ودرجة الحرارة Temperature بينما تشمل الكميات المتجهة :القوة Force السرعة Velocity

والتسارع Accelerationاذ يعبر عن الكمية بمقدار واتجاه بالنسبة لنقطة مرجعية..

<u>وهناك نوعان من الكميات الفيزيائية</u> :

اولهما: الكميات الفيزيائية الاساسية وهي الكميات التي تكون معروفة بذاتها وهي لا تعرف بدلالة الكميات الفيزيائية الاخرى لذلك تسمى في بعض الاحيان بالكميات الفيزيائية غير المعرفة مثل الكتلة , المسافة ,الزمن, الشحنة.

وثانيهما الكميات الفيزيائية المشتقة وهي الكميات التي يتم اشتقاقها من الكميات الاساسية وتعرف بدلالتها ولذلك تسمى احيان بالكميات المعرفة.

وعليه يمكن تعريف القياس بانه اسلوب تعطى بواسطة قيمة عددية لكمية فيزياوية نتيجة مقارنتها مع كمية قياسية اخرى اعتبرت وحدة قياس وهناك كميات ووحدات اساسية واخرى مشتقة .

<u>نظام الوحدات System of Units</u> :

ان قياس الكمية الفيزيائية يعني تحديد مقدارها بأداة القياس والمقدار يعني رقما ووحدة قياس معيارية. لذلك اتفق العلماء على استخدام وحدات معيارية للكميات الاساسية في الفيزياء(مسافة,كتلة,زمن) وبالتالي اعتمدت ثلاث فئات من الوحدات المعيارية هي:

1-النظام الدولي : The International System(SI) ويرمز له (م,كغم,ث) kg,s,m, ويعتبر المتر m للبعد,الكيلو غرام kg للكتلة,والثانية s للزمن, والكلفن وهي وحدة لقياس درجة الحرارة.

2- النظام الغاوسي:Gaussian (Cgs)والذي يبنى على اساس السنتمتر cوالغرام gوالثانية sوالكلفن.

3− النظام البريطاني : The British Systemويبنى على اساس القدم Footوالباوند Pound والثانية Secondودرجة الفهرنهيت.

ولقد تم تبني النظام الدولي من قبل المؤتمر العام الحادي عشر حول الاوزان والمقاييس وميزة هذا النظام انه يشمل وحدات الكهرباء العملية الفولت الامبير الاوم والواط اما وحدتا القوة والطاقة في النظام الدولي (SI)فهما النيوتن (N), والجول(J,)

$J=kgm^2/sec^2$ و $1N=kg.m/sec^2$

<u>الوحدات القياسية للقياس:</u>

وحدات الطول:Length : لسنوات عديدة كان المعيار العلمي للطول, قضيب معدني محفوظ في قبو درجة حرارته قيد الضبط بالقرب من باريس وطوله بالتعريف متر واحد,اما الآن فالشيء المعياري هو وحدة طبيعية تعتمد على الانبعاث الذري وهو موجة ضوئية خاصة لضوء احمر− برتقالي ينبعث من ذرات نظير الكريتون86, فالمتر الواحد هو بالتعريف 1.650.763.73أطول موجة من هذا الضوء.

وحدة الزمن:Time : ان وحدة الزمن في النظام البريطاني والمتري هي الثانية وقد عرفت في الاصل ثانية واحدة من الزمن بأنها 86400/1 من اليوم ولتحسين الدقة في قياسات الزمن فقد تم منذ عام 1967م تعيين وحدة طبيعية للزمن كما هو الطول وقد عرفت المعيارية بأنها الزمن اللازم لاتمام 9192631770 ذبذبة كاملة لذرة السيزيوم.

وحدة الكتلة:Mass : ان المعيار الدولي للكتلة عبارة عن اسطوانة من البلاتين والايريديوم طولها 9.9سم وقطرها 3.9سم مخزونة في مستودع في سيفر بفرنسا وتعرف بان لها كتلة 1كيلوغرام وقبل المعايرة الحالية كان الكيلوغرام يعرف بأنه كتلة 1لتر من الماء في درجة 4س° وهي درجة الحرارة التي تتخذ فيها كثافة الماء حدها الاعلى.

<u>الزاوية المستوية</u>: plane angle:

لدينا نظامان هما (degree) الدرجة و(rad) زاوية نصف قطرية حيث يمكن تحويل احدهما الى الاخر بواسطة:

$$\Theta(\text{rad}) = \frac{L}{\text{r}} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi$$

$$\frac{\Theta(\text{rad})}{D^{\circ}} = \frac{2\pi}{360} \quad \text{or} \quad \frac{\Theta(\text{rad})}{D^{\circ}} = \frac{\pi}{180}$$

لقد اتفق على ان يرمز لابعاد الكميات الاساسية وهي الطول والكتلة والزمن بالرمز L , M , T على الترتيب بغض النظر عن الوحدة المستعملة للقياس وتستعمل الاقواس [ ] لتدل على البعد الفيزياوي فمثلا [لكتلة] تعني بعد الكتلة وL^2 = [المساحة] تعني بعد المساحة يساوي L^2.

الكميات الاساسية ووحدتها وفق نظام (SI) المستعمل:

الطول (m) متر   الزمن (sec) ثانية   الكتلة (kg) كغم   الشحنة (c) كولوم

<u>بادئات القوى للوحدات الفيزياوية:</u>

magnitud	symbol	prefix		magnitud	symbol	Prefix
10^{2}	H	هكتو		10^{-2}	c	سنتي
10^{3}	k	كيلو		10^{-3}	m	ملي
10^{6}	M	ميكا		10^{-6}	μ	مايكرو
10^{9}	G	كيكا		10^{-9}	n	نانو
10^{12}	T	تيرا		10^{-12}	p	بيكو
				10^{-15}	f	فيمتو
				10^{-18}	a	Atto

الفصل الثاني \ الحركة The motion

يعتبر الميكانيك من اقدم العلوم الفيزياوية وهو يهتم بدراسة حركة الاجسام المادية وسوف نبدا بدراسة ابسط انواع الحركة وهي الحركة الخطية Linear motion .

الحركة في الميكانيك:

نقول عن الجسم انه في حالة سكون عندما لا يغير موضعه بالنسبة لمحور معين بينما الجسم في حالة حركة عندما يغير موضعه بالنسبة لهذا المحور اي ان الحركة تعني التغير المستمر في موضع الجسم بالنسبة لنقطة ثابتة والحركة قد تكون خطية او انتقالية او دورانية او اهتزازية وسوف نتناول ابسط انواع الحركة وهي الحركة الخطية وتعني حركة الجسم على مسار مستقيم من نقطة الى اخرى.

الازاحة والسرعة والتعجيل: Displacement ,velocity and acceleration

اذا تحرك جسيم على أي مسار من نقطة (a)الى النقطة (b) فالمتجة الواصل بين النقطتين يسمى **بالازاحة** (Displacement) وهي كمية اتجاهية وتعرف بانها اقصر مستقيم واصل بين نقطتين ويرمز لها (s) ,اما المسار الكلي الذي يقطعه الجسم فيدعى بالمسافة (displacement) وهي كمية عددية ويرمز لها ب(d) وكلاهما يقاس بالمتر او اجزاءه .

معدل السرعة : (average velocity)

وهي تغير الازاحة لوحدة الزمن وتعطى بالعلاقة : $\vec{\bar{v}} = \frac{\overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{x_2} - \overrightarrow{x_1}}{t_2 - t_1}$

وهي كمية اتجاهية لانها ناتجة من قسمة كمية متجهه على كمية عددية وتقاس بالمتر\ الثانية (m\s) اما

معدل الانطلاق: (average speed)

وهو معدل المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن وهو كمية عددية لانه ناتج من قسمة كمية عددية على كمية عددية ويقاس بنفس الوحدات .

السرعة الانية :(instant velocity) : وتعرف بانها المعدل الزمني للازاحة المقطوعة ويعبر عنها رياضيا بالعلاقة :

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{dx}}{dt}$$

وهي كمية متجهة ومقدارها يدعى بالانطلاق. اذا بقي مقدار واتجاه السرعة ثابتين سميت السرعة بالسرعة المنتظمة (uniform velocity) اما اذا تغير مقدارها او اتجاهها او كلاهما سميت السرعة بالسرعة غير المنتظمة (non-uniform) وعندئذ تكون الحركة معجلة .

التعجيل : (acceleration) : ويعرف بانه المعدل الزمني لتغير السرعة وهو كمية اتجاهية وقد يكون منتظما او غير منتظم متزايدا او متناقصا وعندما تكون السرعة ثابتة المقدار والاتجاه يكون التعجيل في هذه الحالة= 0

معدل التعجيل : (average acceleration) : وهو تغير السرعة لوحدة الزمن ويعطى بالعلاقة :

$$\vec{\bar{a}} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2-\vec{v}_1}{t_2-t_1}$$

التعجيل الاني : (instantaneous acceleration)

وهو تعجيل الجسم في أي نقطة من مساره وفي أي وقت من لحظات حركته ويعبر عنه رياضيا

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{dv}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{d\vec{s}}{dt}\right) = \frac{d^2\vec{s}}{dt^2}$$

أي ان التعجيل هو التغير الزمني للسرعة ويقاس بوحدة (م/ثا^2)وعندما يكون التعجيل منتظما تتغير السرعة تغيرا منتظما في وحدة الزمن فاذا ازدادت السرعة مع الزمن كان التعجيل موجبا واذا نقصت كان التعجيل سالبا(تباطؤ) .

الحركة على خط مستقيم بتعجيل ثابت :

اذا تحرك جسيم على خط مستقيم (هنا لا تستوجب استخدام جبر المتجهات) باتجاه ثابت بسرعة ابتدائية قدرها v_0 وكان تعجيله منتظما فبعد فترة زمنية t يكون معدل التعجيل الاني :

$$a = \frac{dv}{dt} \;\to\; \int_{v_0}^{v} dv = \int_0^t a\,dt \;\to\to\; v - v_0 = at$$

$$\therefore v = v_0 + at \quad \ldots\ldots (1)$$

اما معدل السرعة $\bar{v}$ والذي هو عبارة عن المتوسط الحسابي لسرعته الابتدائية والنهائية أي :

$$\bar{v} = \frac{v_0+v}{2} \quad \ldots\ldots (2)$$

واذا كانت الحركة تحدث على محور x فالازاحة المقطوعة في فترة زمنية t هي :

$$X = \bar{v}t \quad \ldots\ldots (3)$$

نعوض المعادلة (1) و(2) بالمعادلة (3) نحصل على:

$$X = \frac{v_0+v}{2}\,t = \frac{v_0+(v_0+at)}{2}\,t = \frac{2v_0+at}{2}\,t$$

$$\therefore x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad \ldots. (4)$$

من المعادلة (1) نحصل على :

$$t = \frac{v-v_0}{a} \quad \ldots\ldots (5)$$

نعوض المعادلة (5) بالمعادلة (4) نحصل:

$$x = v_0\left(\frac{v-v_0}{a}\right) + \frac{1}{2}\,a\left(\frac{v-v_0}{a}\right)^2$$

$$ax = \cancel{v_0 v} - v_0^2 + \frac{1}{2}v^2 - \cancel{v_0 v} + \frac{1}{2}v_0^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ax \quad \ldots..(6)$$

ويمكن ايجاد المعادلة (4) و(6) بطريقة التكامل مباشرة باستخدام المعادلة (1):

$$\frac{dx}{dt} = v_0 + at$$

$$\int_0^x dx = \int_0^x (v_0 + at)dt$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad \ldots\ldots (4)$$

also

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt} = v\frac{dv}{dx}$$

$$\int_{v_0}^{v} v\, dv = \int_0^x a dx$$

$$\frac{1}{2}(v^2 - v_0^2) = ax$$

$$\therefore\ v^2 = v_0^2 + 2ax \quad \ldots. (6)$$

ان جميع المعادلات السابقة لا تصح ابدا عندما يكون التعجيل متغيرا.

<u>الاجسام حرة السقوط:</u> Freely falling bodies

خير مثال على الحركة ذات التعجيل المنتظم هو حركة الجسم الساقط والمقصود بالجسم الساقط هو الجسم المتحرك شاقوليا نحو الاعلى او الاسفل بالنسبة للارض. وقد وجد عند اهمال مقاومة الهواء ان الاجسام الساقطة بالقرب من سطح الارض تتحرك بتعجيل ثابت يسمى بالتعجيل الارضي ويرمز له (g) ومقداره ($9,8 m\backslash s^2$) ويتجه دائما شاقوليا نحو مركز الارض وبذلك يمكن تطبيق معادلات الحركة الخطية على الجسم الساقط بعد ابدال (a) ب(g) وعلى النحو التالي:

$$v = v_0 + gt \qquad y = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2 \qquad v^2 = v_0^2 + 2gy$$

اما اذا ابتعدنا كثيرا عن سطح الارض فان (g) تتغير.

<u>بعض الملاحظات على الحركة الراسية في مجال الجاذبية</u>

*كل الاجسام تتسارع نحو الارض في سقوطها بنفس المقدار مهما اختلفت كتلتها مع اهمال مقاومة الهواء الناتجة من احتكاكها ب هالا ان قيمة g تتغير بتغير المكان الجغرافي على سطح الارض.

*اذا كان الجسم ساقطا سقوطا حرا فان سرعته الابتدائية تساوي صفر أي $v_0 = 0$

*اذا قذف الجسم شاقوليا الى الاعلى فان سرعته الابتدائية تسمى سرعة القذف او سرعة الاطلاق وتتناقص هذه السرعة كلما ارتفع الجسم تحو الاعلى بمقدار ثابت وتعجيله يصبح $g = -8.8\ m\backslash s^2$ ويستمر تناقص السرعة حتى يصل الجسم الى اقصى ارتفاع حيث تصبح سرعته النهائية = صفر.

وبعد هذه اللحظة يبدا الجسم بالسقوط ويسمى عندئذ بانه ساقط سقوطا حرا حيث تتزايد سرعته بمعدل (g) حتى يصل الى الارض بنفس سرعة اطلاقة .

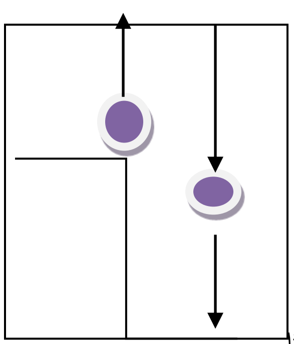
زمن ارتفاع القذيفة يساوي تماما زمن سقوطها ثانية. والجدول التالي يبين مقارنة المعادلات الاساسية للحركة بتعجيل ثابت والحركة في مجال الجاذبية الارضية.

الحركة الافقية بتعجيل ثابت	الحركة الشاقولية في مجال الجاذبية الارضية	
	السقوط الحر	المقذوف شاقوليا نحو الاعلى
$v = v_0 + at$ $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = v_0^2 + 2ax$	$V=0+9.8t$ $y=0+\frac{1}{2} \times 9,8t^2$ $V^2 = 0+2(9,8)y$	$0= v_0 - 9.8t$ $y=v_0 t-\frac{1}{2} \times 9.8t^2$ $0=v_0^2 - 2 \times 9.8y$

حيث y تدل على الارتفاع الذي يصله الجسم بعد t من الثواني سواءا قذف للاعلى او سقط سقوطا حرا.

مثال1 : قذف جسم بصورة شاقولية الى الاعلى من قمة برج بسرعة ابتدائية قدرها (19,6m\s) احسب سرعته وازاحته بعد 2 ثا و 4 ثا و 6 ثا؟

**الحل ** نفرض ان النقطة التي قذف منها الجسيم هي نقطة الاصل o للمحور الصادي (الشاقولي) وان الكميات المتجهه نحو الاعلى موجبة ونحو الاسفل سالبة فالتعجيل الارضي سيكون سالبا دائما



نعوض بالمعادلتين $s = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$ $v=v_0 + gt$ عند الزمن 2 ثا

For t=2s v= 19.6 +(-9.8)(2)= 0 and s = (19.6)(2) - $\frac{1}{2}(9.8)(2^2) = 19.6m$

أي ان الجسم قد وصل الى اقصى ارتفاع بعد ثانيتين من قذفه لان سرعته النهائية اصبحت صفرا. لاحظ ان الازاحة موجبة اي ان الجسم لازال فوق نقطة الاصل .

For t=4s v =19.6+(-9.8)(4)=-19.6 m\s , s=19.6(4)+$\frac{1}{2}(-9.8)(4^2) = 0$

أي ان الجسم قد وصل ثانية الى نقطة الاصل لان ازاحته صفرا وايضا ان الجسم متجه نحو الاسفل لان سرعته سالبة وهي نفس مقدار سرعته الابتدائية.

For t=6s v=19.6+(-9.8)(6)= -49 m\s s=19.6(6)+$\frac{1}{2}(-9.8)(6^2) = $ -58.8 m

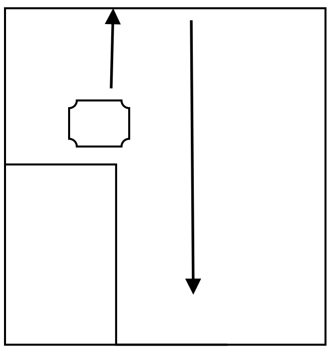
أي انه متجه نحو الاسفل وعلى بعد 58.8 مترا اسفل نقطة القذف.

....

مثال2\ قذفت صخرة عموديا الى الاعلى من نقطة على سطح بناية عالية وبالقرب من زاويتها بحيث انها لم تصطدم بتلك الزاوية اثناء نزولها الى اسفل البناية ومرت في نقطة تبعد (24.5m) اسفل نقطة قذفها بسرعة قدرها ($29.4 m\ s^{-1}$) وذلك بعد (5s) من قذفها جد:

1- السرعة الابتدائية التي قذفت بها الصخرة ؟ 2-ما اعظم ارتفاع تصله الصخرة؟ 3- اذا وصلت قعر البناية بعد (6 s) من قذفها فما ارتفاع البناية؟

<u>الحل:</u>



1) $v = v_0 + gt$

$-29.4 = v_0 - 9.8 \times 5$

$v_0 = 19.6$ m\s

اعطيت الاشارة سالبة لكل من v و g لان كلاهما نحو الاسفل.

2) $v^2 = v_0^2 + 2gy$

$0 = (19.6)^2 - 2(9.8)y \quad \rightarrow y = 19.6$ m

3) y= $v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$

$\therefore y^- = 19.6 \times 6 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 6^2 = -58.8$m

....

<u>مثال3:</u> قطار يسير بسرعة (60km\h) ثم خفض سرعته الى (20km\h) خلال 8 s جد تعجيله؟

sol.

$$v_0 = \frac{60 \times 10^3}{60 \times 60} = 16.6 \ m\backslash s$$

$$v_f = \frac{20\times10^3}{60\times60} = 5.55 \, m\backslash s$$

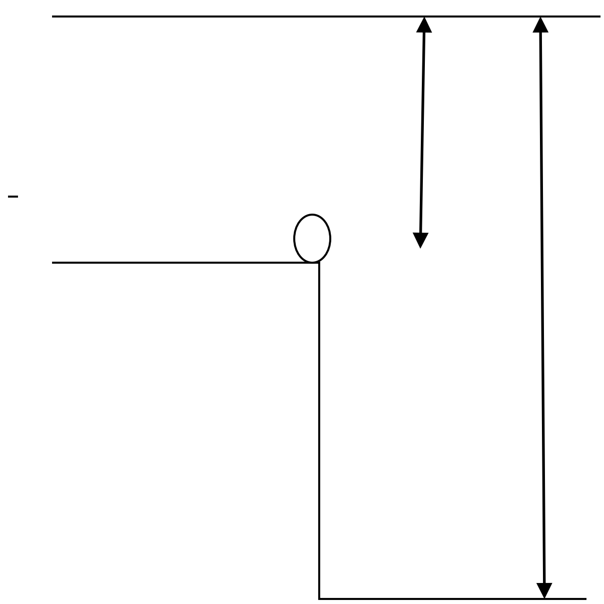
$$v_f = v_0 + at$$

5.55= 16.6 +a(8)

$$a = \frac{5.55 - 16.6}{8} = -1.38 \, m\backslash s^2$$

مثال 4: اطلق جسم من عند حافة سطح عمارة وباتجاه راسي الى الاعلى بسرعة ابتدائية قدرها (20m\s) وكانت حركته كما في الشكل احسب:

1-مكان الجسم عند t=1s 2-اقصى ارتفاع للجسم فوق سطح العمارة؟ 3-سرعة الجسم على ارتفاع 15m فوق سطح العمارة ؟ 4-ارتفاع العمارة اذا ارتطم الجسم بالارض عند قاعدة العمارة بعد 7s من اطلاقه؟ اعتبر التعجيل الارضي $10m\backslash s^2$



1)) $y^- = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$

=20× 1 $- \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2$ =15m

2) $v^2 = v_0^2 - 2gL$

0=$(20)^2 - 2(10) \times L$

L=20m اقصى ارتفاع

3) $v^2 = v_0^2 - 2gy$

$v^2 = (20)^2 - 2(10)(15) = 100 m\backslash s$

$\therefore v = \pm 10 m\backslash s$

الاشارة الموجبة هي سرعة الجسم اثناء صعوده للاعلى عند النقطة ا والاشارة السالبة لسرعته عند مروره بالنقطة ذاتها اثناء هبوطه.

4)) $v = v_0 + gt$

0=20-10t

t=2s

الزمن اللازم للوصول الى اقصى ارتفاع فوق سطح العمارة وبعدها يبدا الجسم بالنزول سقوطا حرا ويحتاج 5s حتى يسقط من ذلك الارتفاع ويصطدم بالارض عند قاعدة العمارة ومسافة نزوله هي :

y= $v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$ =0+$\frac{1}{2} \times 10 \times 5^2$=125m

اذن ارتفاع العمارة يساوي:

h= 125- 20= 105m

<u>واجب بيتي</u>

س[1] \ افرض ان نصف المسافة المقطوعة بين نقطتين كان الانطلاق بينها 16km\h والنصف الاخر 64km\h فما معدل الانطلاق ؟

س2 \ خلال اقلاع طائرة ركاب تكسبها محركاتها تعجيلا يقدر ب $4\ m\backslash s^2$ تستغرق الطائرة 40s حتى تصل الى سرعة الاقلاع فما هي سرعة الاقلاع ؟ وكم المسافة التي تقطعها على الارض حتى تقلع؟

....

س3 \ قارب يتحرك من السكون لتصل سرعته خلال 15s الى 60km\h فما المسافة التي سيقطعها؟

....

س4 \ جسم يتحرك على طول محور x بتعجيل ثابت مقداره $4m\backslash s^2$ عند الزمن t=0 كان الجسم في الموقع x=5m بسرعة 3m\s اوجد :

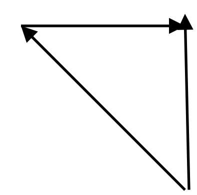
ا)موقع وسرعة الجسم عند الزمن t=2s ؟ ب) اين يكون الجسم عندما تبلغ سرعته 5m\s ؟

<u>مجموعة اسئلة اضافية</u>

س 1\ سقطت رزمة ورق من منطاد يرتفع بمعدل 12m\s وهو على ارتفاع 80m من سطح الارض كم هو الزمن الذي ستستغرقه الرزمة لتصل الارض ؟

....

س 2 \ اذا كانت سرعة سباح 4km\h فما هو الزمن الذي يستغرقه ليسبح بين نقطتين متقابلتين على نهر عرضه 250m وسرعة تياره 2km\h ؟



....

س 3 \ سقط جسم من السكون وبعد ثانية واحده سقط جسم اخر من السكون ايضا ومن نفس الارتفاع احسب الزمن اعتبارا من سقوط الجسم الاول حتى تصبح المسافة بين الجسمين 10m ؟

س 4 \ سقطت كرة من سطح بناية وقد استغرقت 0.25 s لتمر بشباك طوله 2.45 m فما هو بعد قمة الشباك من سطح البناية ؟

....

س 5 \ قارن معدل انطلاقك في كل من الحالتين التاليتين:

ا)تمشي 240 m بانطلاق مقداره 4 m\s ثم تركض 240 m بانطلاق 10 m\s ؟

ب)تمشي لمدة دقيقة بانطلاق مقداره 2 m\s ثم تركض لمدة دقيقة واحده بانطلاق 10 m\s ؟

س 6 \ رجل عليه ان يقطع 120km نصفها الاول في طريق وعر والنصف الثاني في طريق معبد فاذا كان معدل سرعته في الستين كيلومتر الاولى 40 km\h فكم يجب ان يكون معدل سرعته في الستين كيلومتر الثانية اذا اراد ان يجعل معدل سرعته للطريق كله 50 km\h ؟

الفصل الثالث \ الكميات العددية والمتجهة scalar and vector quantities

هناك نوعان من الكميات الفيزيئية هما:

1- الكميات العددية: scalar

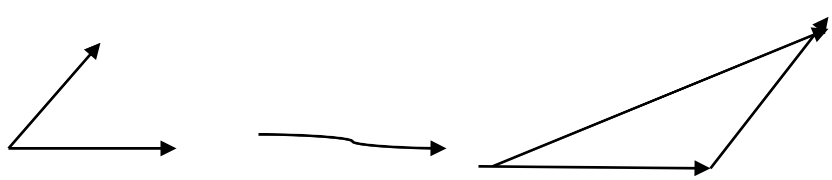
وتدعى بالكميات غير المتجهه وتعرف بانها الكميات التي تتعين تعيينا كاملا بمعرفة مقدارها فقط متبوعا بوحدة قياس مناسبة مثل الكتلة والشحنة والطاقة والحجم وغيرها وتخضع للعمليات الجبرية الاعتيادية.

2- الكميات المتجهه : vectors

وهي الكميات التي تتعين تعيينا كاملا بمعرفة مقدارها بالاضافة الى اتجاهها ولا تخضع للعمليات الجبرية الاعتيادية مثل السرعة والازاحة والقوة والتعجيل وغيرها وتمثل بسهم اتجاهه يمثل اتجاه المتجه وطوله يتناسب مع مقداره.

جمع المتجهات : vectors addition

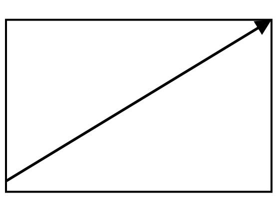
ان عملية الجمع الاتجاهي للمتجهين $\vec{b}\,,\vec{a}$ هي عبارة عن ايجاد محصلتهما (resultant) $\vec{R}$ وتتم برسم متجه موازي للمتجه $\vec{a}$ ومساويا له بالمقدار ومن نهايته نرسم متجه اخر موازي للمتجه $\vec{b}$ ومساويا له بالمقدار بعد ذلك نرسم المتجه $\vec{R}$ من بداية المتجه $\vec{a}$ الى نهاية المتجه $\vec{b}$ حيث $\vec{R}$ تمثل محصلة او مجموع المتجهين كما في الشكل :



R=a+b

ان عملية الجمع الاتجاهي خاضعة لقانون التبادل أي : $\vec{R} = \vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$

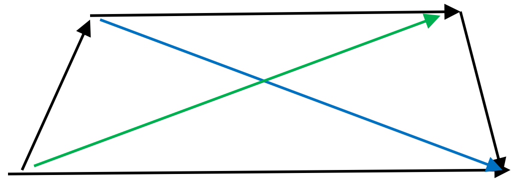
اي اذا عكسنا ترتيب جمع المتجهات كما في المعادلة اعلاه فالنتيجة واحده لاحظ الشكل:



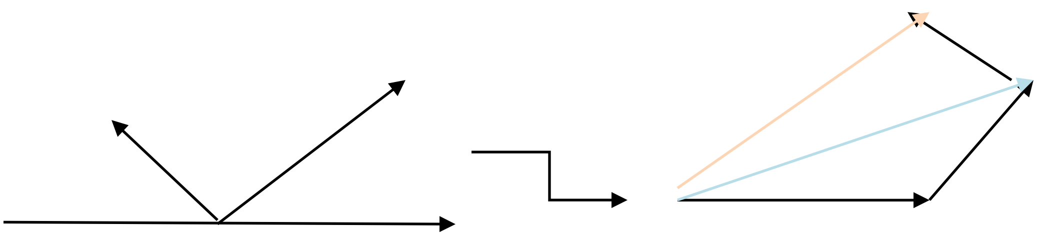
وكذلك فان عملية الجمع خاضعة لقانون الضم (اذا كان لدينا ثلاث متجهات مثل$\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$)كما يلي :

$$\vec{r} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{c}) = (\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c}$$

لاحظ الشكل :



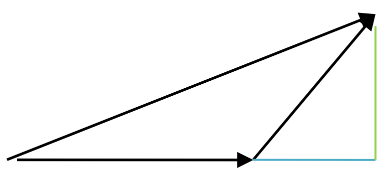
ولايجاد حاصل الجمع الاتجاهي لثلاث متجهات او اكثر نجد اولا المحصلة لمتجهين منها ولتكن(r_1) ثم نجمع هذه المحصلة مع المتجه الاخر جمعا اتجاهيا كما في الشكل :



اذا كانت المحصلة $\vec{r}$ =0 فالجسم يكون ساكنا او متحركا بسرعة منتظمة .

ويمكن ايجاد المحصلة باستخدام قانون جيب تمام (cosine law) ويمكن اثباته كما يلي

من الشكل المقابل



$$\vec{r} = \sqrt{(CD)^2 + (AC)^2} = \sqrt{(bsin\theta)^2 + (AB + BC)^2}$$

$$r^2 = (bsin\theta)^2 + (a + bcos\theta)^2$$

$$r^2 = b^2 sin^2\theta + a^2 + 2abcos\theta + b^2 cos^2\theta$$

$$r^2 = a^2 + b^2(sin^2\theta + cos^2\theta) + 2abcos\theta$$

$$r^2 = a^2 + b^2 + 2abcos\theta \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان θ هي الزاوية المحصورة بين المتجهين ولمعرفة اتجاه المحصلة نستخدم قانون الجيب (sine law)

او قانون الظل:

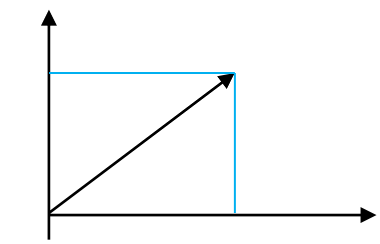
$$\frac{r}{sin\theta} = \frac{b}{sin\alpha} = \frac{a}{sin\beta}$$

وفي الحالة الخاصة التي يكون فيها $\theta = 90$ فاننا نحصل على : $r^2 = a^2 + b^2$

واتجاهها : $\alpha = tan^{-1}\frac{b}{a}$

جمع المتجهات بطريقة الرسم والتحليل :

يمكن ايجاد المحصلة لعدد من المتجهات بطريقة الحساب وذلك بتطبيق قانون الجيب تمام معادلة (1) كما يمكن ايجادها بطريقة الرسم او بطريقة التحليل المتعامد(rectangular resolution) حيث يحلل كل متجه الى مركبتين احدهما باتجاه محور x وتسمى بالمركبة السينية والاخرى باتجاه محور y وتسمى بالمركبة الصادية

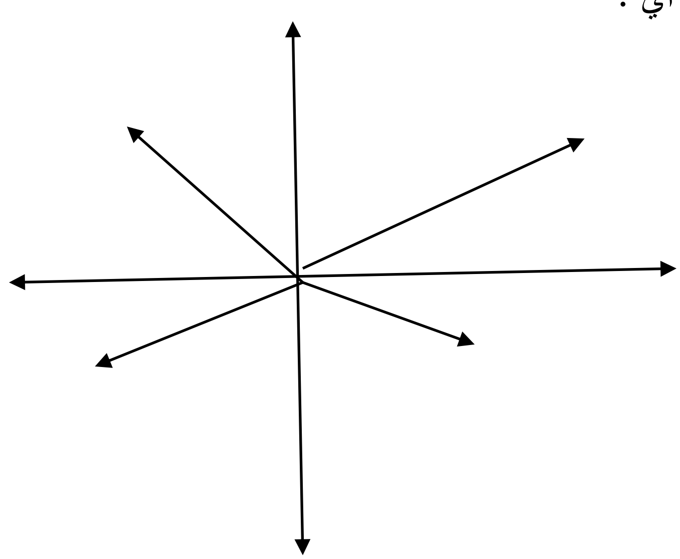


وبديهي ان مقدار المتجه A هو : $A=\sqrt{A_x^2 + A_y^2}$

واتجاهها : $\tan\theta = \frac{A_y}{A_x}$

حيث θ هي الزاوية التي يصنعها المتجه A مع محور x .

ولايجاد المحصلة R للمتجهات A,B,C,D المبينه بالشكل ادناه نحلل كل متجه الى مركبة سينية ومركبة صادية ثم نجمع المركبات جمعا جبريا أي :



$$R_x = A_x + B_x + C_x + D_x$$

$$R_y = A_y + B_y + C_y + D_y$$

حيث R_x و R_y تمثلان مركبتي المحصلة R السينية والصادية على التوالي ويكون مقدارها كما يلي :

$R=\sqrt{R_x^2+R_y^2}$ واتجاهها هو ؛ : $\tan\theta = \frac{R_y}{R_x}$

الطرح الاتجاهي : Vector difference

عند حساب التعجيل النسبي او السرعة النسبية نحتاج عادة الى طرح متجه من متجه اخر لايجاد ما يسمى بحاصل الطرح الاتجاهي او الفرق بين متجهين فالشكل ادناه يمثل المتجهين , $\vec{A}$, $\vec{B}$ والفرق بينهما هو المتجه $\vec{C}$ أي : $\vec{C} = \vec{A} - \vec{B}$

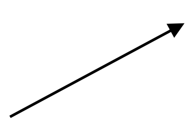
ويمكن كتابة الفرق الاتجاهي بالشكل : $\vec{C} = \vec{A} + (\overrightarrow{-B})$ أي ان $\vec{C}$ هو حاصل الجمع الاتجاهي للمتجهين $\overrightarrow{-B}, \vec{A}$ والمتجه $\overrightarrow{-B}$ هو متجه مساو ل $\vec{B}$ في المقدار ومعاكس له في الاتجاه ويقع على استقامته وطريقة ايجاد حاصل الطرح الاتجاهي المبينه في الشكل اعلاه هي رسم المتجه $\vec{A}$ اولا ثم المتجه $\overrightarrow{-B}$ ثم نحسب محصلة $\vec{A}$, $\overrightarrow{-B}$ و باحدى الطرق التي مر ذكرها .

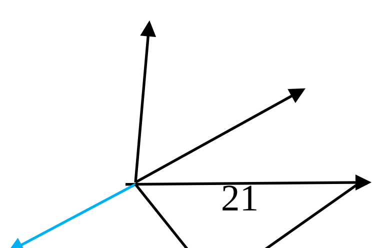
<u>**مثال :**</u>

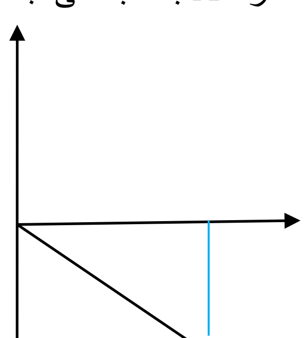
سيارتان احدهما تسير بسرعة (80km\h) شرقا والاخرى تسير بسرعة (60km\h) وباتجاه 37^0 شمال الشرق . جد سرعة الاولى بالنسبة للثانية ؟

الحل : اذا اعطينا سرعة (-60km\h) للسيارة الثانية فتصبح سرعتها صفرا وبذلك يمكن قياس سرعة السيارة الاولى بالنسبة للثانية وكذلك يجب ان نعطي السرعة نفسها (-60km\h) للسيارة الاولى أي ان للسيارة الاولى تصبح سرعتين الاولى (80km\h) شرقا والثانية (-60km\h) في الاتجاه المبين في الشكل ادناه ومحصلة هاتين السرعتين هي سرعة السيارة الاولى بالنسبة للثانية وبعبارة اخرى فان سرعة أي جسم متحرك A بالنسبة الى جسم متحرك اخر B هي حاصل طرح متجه سرعه B من متجه سرعة A أي:

$\overrightarrow{v_{AB}} = \overrightarrow{v_A} - \overrightarrow{v_B}$







$R_x = 80 - 60\cos37 = 32 km\backslash h$

$R_y = -60 sin37 = -36 km\backslash h$ ..

$\therefore R = (R_x^2 + R_y^2)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{(32)^2 + (36)^2} = 48.2 km\backslash h$

$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x} = \frac{-36}{32} = -1.125 \rightarrow \quad \theta = -48.4^0$

……………………………..

ضرب المتجهات : (vector multiplication)

هناك نوعان من ضرب المتجهات هما الضرب العددي والضرب الاتجاهي.

1− الضرب العددي: (scalar product)

يمثل الضرب العددي للمتجهين $\vec{b},\vec{a}$ بالرمز له(•) ويقرا dot ويكتب $\vec{a}\cdot\vec{b}$

ويعرف بحاصل ضرب مقدار المتجهين في جيب تمام الزاوية المحصورة بينهما أي :

$\vec{a}\cdot\vec{b} = ab\ cos\theta$ …… (1)

ويلاحظ من التعريف ان حاصل الضرب يمثل كمية عددية لذلك يسمى بالضرب العددي وتكون الزاوية (θ) اقل من180^0 لماذا؟

اذا كان المتجهان متساويين او متوازيين كانت الزاوية بينهما صفرا فان :

$\vec{a}\cdot\vec{b} = ab$ (لان $cos0 = 1$)

$\vec{a}\cdot\vec{a} = a^2$

وعندما يكون المتجهان متعامدين ($\theta = 90$) فان حاصل ضربهما =0 أي :

$\vec{a}\cdot\vec{b} = 0$ (لان $cos90 = 0$)

وان الضرب العددي تبديلية أي ان تغيير ترتيب عوامل الضرب العددي لا يؤثر في نتيجة حاصل الضرب أي :

$\vec{a}\cdot\vec{b} = \vec{b}\cdot\vec{a}$

كذلك فان : $\vec{\imath}\cdot\vec{\imath} = \vec{\jmath}\cdot\vec{\jmath} = \vec{k}\cdot\vec{k} = 1$ لان الزاوية بينهما =0

وكذلك فان : $\vec{\imath}\cdot\vec{\jmath} = \vec{\jmath}\cdot\vec{k} = \vec{k}\cdot\vec{\imath} = 0$ لان الزاوية بينهما =90

ويخضع الضرب العددي لعملية التوزيع كما يلي :

$$\vec{c}\cdot(\vec{a}-\vec{b})=\vec{c}\cdot\vec{a}-\vec{c}\cdot\vec{b}$$

وخير مثال على الضرب العددي في الفيزياء هو الشغل حيث يعرف بانه حاصل ضرب مقدار الازاحة في مركبة القوة باتجاه الازاحة أي ان الشغل لقوة ثابتة هو :

$$w=\int \vec{F}\cdot\overrightarrow{ds}=Fs\cos\theta \quad \ldots\ldots (2)$$

واذا كانت القوة متغيرة فتتحول العلاقة الى :

$$w=\int \vec{F}\cdot\overrightarrow{ds} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

الضرب الاتجاهي : (vector product)

يمثل حاصل الضرب الاتجاهي للمتجهين $\vec{b},\vec{a}$ بالرمز $\vec{a}\times\vec{b}$ ويقرا $\vec{a}\ cross\ \vec{b}$ وهو كمية اتجاهية ويعرف مقدارها بانه حاصل ضرب مقدار المتجهين $\vec{a}$ و $\vec{b}$ وجيب الزاوية المحصورة بينها أي :

$$\vec{a}\times\vec{b}=ab\ sin\ \theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث ان (θ) هي الزاوية المحصورة بين المتحهين وهي اقل من 180^0 لماذا؟

ويمكن ان يعين اتجاهه الضرب الاتجاهي بتطبيق قاعدة اليد اليمنى

وان تغيير ترتيب عوامل الضرب الاتجاهي يؤثر في نتيجة حاصل الضرب أي :

$$\vec{a}\times\vec{b}=-\vec{b}\times\vec{a}$$

اذا كان المتجهان متساويين او متوازيين كانت الزاوية بينهما صفرا فان :

$\vec{a}\times\vec{b}=ab\sin 0=0$ (لان $sin0=0$) or $\vec{a}\times\vec{b}=0$ if , $\vec{a}\ //\ \overrightarrow{b}$ and $\theta=0$

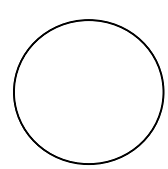
وعندما يكون المتجهان متعامدين ($\theta=90$) فان :

$\vec{a}\times\vec{b}=ab\ sin90=ab$ (لان $sin90=1$)

اما متجهات الوحدة فانها :

$$\vec{\imath}\times\vec{\imath}=\vec{\jmath}\times\vec{\jmath}=\vec{k}\times\overrightarrow{k}=0$$

$$\vec{\imath}\times\vec{\jmath}=k=-\vec{\jmath}\times\vec{\imath} \quad , \quad \vec{\jmath}\times\vec{k}=\vec{\imath}=-\vec{k}\times\vec{\jmath}$$



$$\vec{k}\times\vec{\imath}=\vec{\jmath}=-i\times\overrightarrow{k}$$

ويخضع الضرب الاتجاهي لقانون التوزيع كما يلي :

$$\vec{c} \times (\vec{a} - \vec{b}) = \vec{c} \times \vec{a} - \vec{c} \times \vec{b}$$

الضرب الثلاثي : Triple product

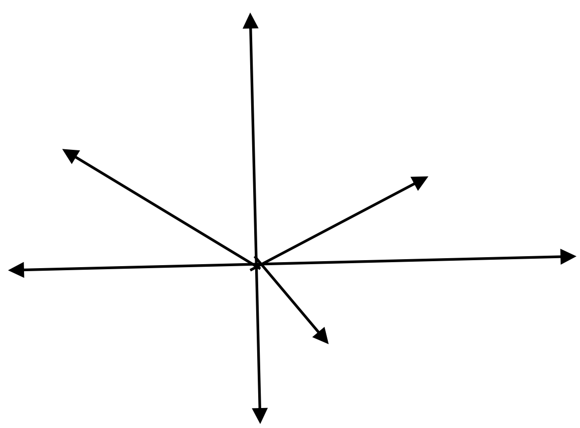
لما كان الضرب المتجهي $(\vec{B} \times \vec{C})$ للمتجهين $\vec{C}, \vec{B}$ هو كمية متجهه فيمكننا ان نكون منه ومن متجه ثالث مثل $\vec{A}$ ضربا ثلاثيا عدديا $\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C})$ او ضربا ثلاثيا متجها $\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C})$ فالاول كمية عددبه والثاني كميه اتجاهيه

....

مسائل الفصل الثالث

س1\ اجمع القوى 12nt و15nt و 8nt بطريقة التحليل اذا كانت تصنع مع محور x الزوايا 30^0 و 140^0 و290^0 على التوالي؟

الحل:



س1) برهن ان اقصى مدى تصل اليه القذيفة يعطى بالعلاقة : $R=\frac{v_0^2}{g}\ sin2\theta$

س/3 تنطلق قذيفة من فوهة مدفع بسرعة ابتدائية قدرها (50m\s) وبزاوية (45^0) مع الافق جد: 1− الزمن الازم للقذيفة حتى تصل الى اقصى ارتفاع؟ 2− ماهو اقصى ارتفاع لها؟ 3− مدى القذيفة؟ 4− سرعة القذيفة عندما تصل الارض؟

س1\ بندقية سرعة اطلاقها (600m\s) صوبت على هدف ارضي يبعد يبعد عنها (50m) فباي زاوية تميل فوهة البندقية عن الافق لكي تصيب الهدف؟

س 2 \ ا-علقت الكتلتان (20Kg) و(30Kg)في ماكنة اتوود اوجد الشد في الخيط وتعجيل المجموعة ؟ اعتبر ($g=10m\backslash s^2$

ب – عرف: 1- القذائف 2- السرعة الزاوية 3- متوسط التعجيل الزاوي 4- قانون نيوتن الثاني في الحركة الدورانية

س/3 تنطلق قذيفة من فوهة مدفع بسرعة ابتدائية قدرها (50m\s) وبزاوية (45^0) مع الافق جد: 1− موضع القذيفة بعد (2s) من اطلاقها ؟ 2− سرعتها واتجاهها بعد (3s) من اطلاقها؟ 3− ما هو اقصى ارتفاع لها ؟ اعتبر ($g=10m\backslash s^2$)

إن علم الحركة(Dynamic)هو ذلك الفرع من الميكانيك الذي يختص بدراسة حركة الأجسام وأسباب هذه الحركة .إي ماهي أسباب الحركة؟ ولماذا تسقط الأجسام القريبة من سطح الأرض بتعجيل ثابت ؟ ولماذا تدور الأرض؟

إن حركة الأجسام هي نتيجة للتأثير المتبادل مع الأجسام الأخرى وما تغير مسار القذيفة إلا نتيجة للتأثير المتبادل بينها وبين الأرض. إن هذا التأثير المتبادل يعبر عنه كميا ***((بالقوة))***.ويعبر عنها بدلالة مقادير تصف النظام الفيزياوي المتأثر بالقوة وعلى العموم تعرف القوة بأنها *((كل ما يغير أو يحاول إن يغير من شكل الجسم أو حالته الحركية . أو هي كل دفع أو سحب يؤثر على جسم أو مجموعة أجسام*

قانون نيوتن الأول في الحركة (قانون القصور الذاتي):

إن هذا القانون ينص على إن((الجسم الساكن يبقى ساكنا والمتحرك يستمر على حركته بسرعة منتظمة وعلى خط مستقيم وبانطلاق ثابت ما لم تؤثر عليه قوه خارجية تغير من حالته الحركية))

إن كل جسم في الطبيعة يميل إلى حالة حركية واحده هي خاصية القصور الذاتي أو الاستمرارية.

إن القانون الأول يذكر إن حالة السكون هي حالة طبيعية فطبقا لهذا الفانون إن السيارة التي تتحرك بسرعة ثابتة تكون قي حالة توازن فوزن السيارة يعادل رد فعل الطريق وقوة سحب المحرك للإمام يعادل قوة الاحتكاك ومقاومة الهواء وبذلك تكون محصلة القوى المؤثرة علبها = صفر ولكن إذا تغيرت سرعة السيارة أو اتجاهها فعندئذ لأتكون السيارة في حالة توازن حسب قانون نيوتن الثاني.

إذن فهذا القانون يعطي صيغة **التوازن العامة** وهي:

((إن كل جسم يكون في حالة توازن إذا كانت محصلة القوى المؤثرة عليه = صفر فالجسم الذي لا تؤثر علية قوه يكون في حالة توازن. وإذا لم تكن هنالك قوة صافية مؤثرة على الجسم فان هذا الجسم سيتحرك بسرعة ثابتة أو يبقى في حالة سكون (سرعة صفرية)).

القوه:(Force)

يمكن اعتبار قانون الأول تعريفا للقوه فهي التي تولد التعجيل الذي يتحرك به الجسم ليبقى متحركا بحركة منتظمة ما لم تؤثر عليه قوه خارجية لذلك فهي ترتبط ارتباطا مباشرا بالقصور الذاتي الذي هو من صفات المادة ووفق قانون نيوتن الأول فان القوه هي*((المؤثر الذي يغير أو يحاول إن يغير حالة الجسم الحركية أو الساكنة)).*

الكتلة:(Mass)

هي المقياس الكمي للقصور الذاتي وهي صفة تمتلكها المادة وتعين مقاومتها للتغير في حالتها الحركية وصفة الكتلة تعين تأثير القوة المسلطة عليها فالأجسام المختلفة يختلف تعجيلها اذا أثرت عليها نفس القوة ويكون مقدار الاختلاف عكسيا وهذه الفكرة تقودنا إلى القانون الثاني لنيوتن.

قانون نيوتن الثاني للحركة:

إن القانون الأول محدود ويقتصر على حالة واحدة فقط وهي التي تكون فيها محصلة القوى = صفر ولكن في اغلب الأحيان توجد قوة خارجية مؤثرة والتي يتناولها القانون الثاني فهو يذكر انه إذا كانت محصلة القوى المؤثرة على الجسم لا تساوي صفر فانه لا يكون في حالة توازن وعليه فانه سيتحرك بتعجيل وهذا هو **نص قانون نيوتن الثاني:**

(إذا أثرت قوه او محصلة قوى على جسم بحيث تعطيه حركة انتقالية فان مقدار التعجيل الذي يكتسبه الجسم يتناسب طرديا مع القوه المؤثرة عليه ويكون باتجاهها وعكسيا مع كتلة الجسم) أي:

$\bar{a} \propto F/m$

$F=K m\bar{a}$

Where $K=1$

$F=m\bar{a}$

نستنتج من هذا القانون إن:

1-مقدار التعجيل($\bar{a}$) الذي تولده محصلة القوى (F) يتناسب طرديا مع محصلة القوى.

2−−مقدار التعجيل($\bar{a}$) يتناسب عكسيا مع كتلة الجسم (m).

3—يتجه التعجيل($\bar{a}$) بنفس اتجاه محصلة االفوى F.

من ذلك نجد إن قانون نيوتن الأول هو حالة خاصة من القانون الثاني لأنه إذا كانت محصلة القوى المؤثرة على الجسم F= صفر فان الجسم يكون غي حالة سكون أو يتحرك بسرعة ثابتة لان تعجيل الجسم = صفر

$$F=m\,\bar{a}=0 \quad ,m\neq 0 \quad \rightarrow \bar{a}=0$$

وعندئذ يكون الجسم في حالة توازن وهذا هو مضمون قانون نيوتن الأول.

يتضح من هذا إن القانونين الأول والثاني ليسا مستقلين عن بعضهما بل إن الأول صيغة خاصة من الصيغة العامة التي يتضمنها القانون الثاني ولغرض تصور معنى الصيغتين نتصور عربة يد صغيرة واقفة على ارض مستوية فإنها ستكون في حالة سكون وفق القانون الأول إذا لم يدفعها احد واكن لو دفعها شخص بقوة ثابتة فإنها ستتحرك باتجاه القوة بتعجيل ثابت أي إن سرعة العربة تزداد بنفس المقدار في كل ثانية وإذا تضاعفه القوه تضاعف مقدار التعجيل أيضا. وإذا أثرت نفس القوه على أجسام مختلفة الكتل فان التعجيل سيختلف باختلاف الكتل إي إن: ($\bar{a} \propto 1/m$)

ومن التطبيقات المفيدة على القانون الثاني هو السقوط الحر للأجسام على الأرض.

إن هنالك قانونين فقط من قوانين الحركة مستقلين عن بعضهما هما القانون الثاني والقانون الثالث.

قانون نيوتن الثالث:

((لكل فعل رد فهل مساو له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه ويقع على خط فعل القوه))

علما إن الفعل ورد الفعل هما قوتان تعملان دائما على جسمين مختلفين.

وفي الحركة الدورانية ينص قانون نيوتن الثالث على ((انه اذا اثر جسم بعزم على جسم أخر فالثاني يؤثر على الأول بعزم مساو له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه .

الوزن والكتلة: يعرف وزن الجسم بأنه قوة جذب الأرض لذلك الجسم وهو كمية متجهه اتجاهها نحو الأسفل

باتجاه مركز الأرض ويقاس بالنيوتن أو بالداين وان الجسم الساقط سقوط حر يكون تعجيله هو التعجيل الأرضي (g) وقوه الجذب عليه هي الوزن (w) لذا يكتب قانون نيوتن الثاني بالصيغة:

$\bar{W} = m\bar{g}$

وبما إن الوزن والتعجيل يتجهان نحو مركز الأرض وعدديا نكتب

$W= mg$

إن من المهم جدا إن نميز بين الكتلة والوزن حيث إن (g) يتغير من نقطه إلى أخرى لذا فان الوزن يتغير تبعا لذلك بينما تبقى الكتلة ثابتة مما يدل على إن الكتلة صفه من صفات الجسم بينما الوزن يعتمد على موقع الجسم بالنسبة للأرض ويصبح الوزن = صفر خارج نطاق الجاذبية الأرضية في الفضاء.

أجهزة قياس القوه:

تقاس القوه بواسطة القيان الحلزوني والأساس الفيزياوي لعمل هذه الاجهزه يقوم على أساس إن الجسم عندما يكون متأثرا بعدة قوى تعجيلها = صفر فان محصلة القوى المؤثرة عليه = صفر (قانون نيوتن الأول) وبعبارة أخرى عندما تسلط قوه مفرده على جسم فإنها ستعجله وبكون هذا التعجيل صفرا وإذا ما سلطنا قوه أخرى مساوية لهل بالمقدار ومعاكسة بالاتجاه فسيكون الجسم في حالة سكون عند موضع معين.

تطبيقات قوانين نيوتن في الحركة:

يعتبر قانون نيوتن الثاني أساسا في علم الحركة (Dynamics) كما إن علم السكون(Statics)هو حالة خاصة من الحركة فالسكون أو الحركة المنتظمة معناها إن محصلة القوى F المؤثرة على الجسم تساوي صفقراي إن قانون نيوتن الثاني يكون:

$$F=m\bar{a}=0 \quad ,m \neq 0 \quad \rightarrow \bar{a} = 0$$

أي إن محصلة القوى المؤثرة على الجسم صفرا يكون تعجيله صفرا أيضا عندئذ يكون الجسم ساكنا أو متحركا بسرعة منتظمة (قانون نيوتن الثاني) وسنأخذ أولى التطبيقات عليه:

<u>أولا: ماكثة اتود</u>(Atwood's Machine)

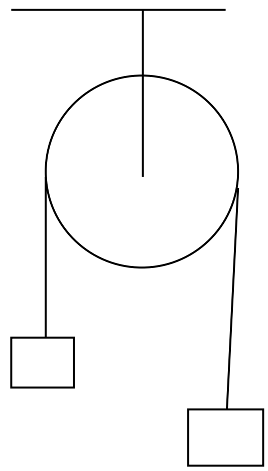
تتكون الماكثة المثالية لاتوود من بكرة ثابتة عديمة الاحتكاك وكتلتين m_1 و m_2 معلقتين بخيط خفيف وثابت الطول يمر فوق البكرة الثابتة ولغرض إيجاد الشد في الخيط T وتعجيل الكتلتين $\bar{a}$ على فرض إن تبدأ الحركة من السكون عندما $m_1< m_2$

نبدأ بتحليل القوى المؤثرة على كل كتلة على انفراد فالكتلة m_2 تتأثر بالقوة m_2g (وزنها نحو الأسفل) والشد T نحو الأعلى لذا فان محصلة القوتين هي:

$m_2g - T = m_2 \bar{a}$ …… (1)

والقوى المؤثرة على الكتلة m_1 هي :

$T - m_1 g = m_1 \bar{a}$ ….. (2)



نلاحظ إن تعجيل m_2 نحو الأسفل بينما تعجيل m_1 نحو الأعلى وبجمع المعادلتين نحصل على:

$$m_2g - m_1g = m_2 \bar{a} + m_1\bar{a}$$

$$(m_2 - m_1)g = (m_2 + m_1)\bar{a}$$

$$\therefore\ \vec{a} = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g \ldots\ldots(3)$$

وبقسمة المعادلة (1) على المعادلة(2) نحصل على:

$$\frac{m_2 g - T}{T - m_1 g} = \frac{m_2}{m_1}.$$

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

$$m_1 m_2 g - T m_1 = m_2 T - m_1 m_2 g$$

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

$T(m_1 + m_2) = 2\, m_1 m_2\, g$

$$\therefore\ T = \frac{2m_1m_2}{m_2+m_1}\, g .....(4)$$

وتستخدم هذه الماكثة لإيجاد التعجيل الأرضي في المختبر وذلك بقياس المسافة التي تقطعها الكتلة m_2 في زمن معين.

- وفي حالة $m_1 = m_2$ فان

$P = T + T = 2T \qquad T = m_1\, g = m_2\, g \qquad \bar{a} = 0$

- وإذا كانت كتلة البكرة كبيرة فيجب إن يؤخذ وزنها بالحسبان إلى الأسفل.

--

مثال1/

ابتدأ جسم كتلته (20kg) الحركة بسرعة (90km/ h) على سطح أفقي خشن إذا توقف بعد إن قطع مسافة 50m في خط مستقيم فما هي القوه التي يؤثر بها السطح على الجسم اذا افترضنا أنها ثابتة على طول المسار؟

الحل/

$V_0 = 90\text{x}1000/3600 = 25\ m/s$

$$V^2 = V_0^2 + 2ax$$

$$0 = (25)^2 + 2a(50)$$

$$a = -625/2x50 = -6.25\ m/s^2$$

القوه المؤثرة على الجسم هي:

$$F = ma = -20x6.25 = -125\ nt$$

الإشارة السالبة تعني إن القوه باتجاه معاكس للحركة.

____

_____

مثال2/

ربط مصباح كتلته m بنهاية سلك مهمل الكتلة مثبت في سقف مصعد

اذا كان المصعد يهبط بتباطؤ $2.45 m/s^2$ وجد إن قوة الشد في السلك 24.5nt فماهي كتلة المصباح؟

ما هي قوة الشد في السلك اذا كان المصعد يتسارع $2.45 m/s^2$

الحل/

1- إن محصلة القوى المؤثرة على المصباح تكون إلى الأعلى لان اتجاه التسارع إلى الأعلى (تباطؤ) وباستخدام قانون نيوتن الثاني

$$T - mg = ma$$

$$T = m(a+g)$$

$$m = T/a+g = 24.5/2.54+9.8 = 2kg$$

$\therefore$

2-إذا كان المصعد يتسارع إلى الأعلى بتسارع $2.45 m/s^2$ فان قوة الشد قي السلك هي:

$$T - mg = ma$$

$T = m(a+g) = 2(2.45+9,8)= 24.5$ nt

مثال/

ربط جسمان كتلتاهما 30kg و40kgفي ماكينة اتوود جد تعجيل الجسمين والشد في الخيط؟

الحل:

$$\vec{a} = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g = \frac{40-30}{40+30} \times 9.8 =$$

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_2 + m_1} g = \frac{2(40 \times 30)}{(40+30)} \times 9.8 =$$

الاحتكاك:Friction

إن التفاعل ما بين جسمين من خلال الجزيئات المكونة لها تولد قوة تلاصق أو تماسك تدعى بقوة الاحتكاك والتي تظهر على الجسم المتحرك على سطح خشن عندما يفقد سرعته تدريجيا ويتوقف عن الحركة .

والاحتكاك هو قوه معرقلة للحركة تنشا بين السطحين المتلامسين عندما تكون هنالك حركة نسبيه بينهما.

قوة الاحتكاك:

إن المقاومة التي يبديها السطحان (السطح المتحرك والسطح الخشن)تؤدي إلى توقف حركة الجسم وهي معاكسة لحركة الجسم وتعتمد على طبيعة السطحين المتلامسين ولا تعتمد على مساحتهما ولكنها تعتمد السرعة النسبية بينهما وان قوة الاحتكاك F_r تتناسب طرديا مع القوه الضاغطةN إي:

$$F_r \propto N$$

$$F_r = \mu N$$

حيث μ ثابت التناسب ويدعى بمعامل الاحتكاك ويكون على أنواع منها:

معامل الاحتكاك ألسكوني(ألشروعي) ويرمز له ب μ_s

معامل الاحتكاك الحركي(الانزلاقي) ويرمز له ب μ_k

معامل الاحتكاك ألدوراني

ومعامل الاحتكاك ألشروعي μ_s يمثل اصغر قوه لازمة لبدا الحركة عندما يضرب بالقوة الضاغطة N أي:

$$F_s = \mu_s N$$

إما معامل الاحتكاك الحركي μ_k فيكون اقل من μ_s بينما معامل الاحتكاك ألدوراني فيكون قليل جدا.

إن قوانين الاحتكاك يمكن وضعها كما يلي:

تتناسب فوه الاحتكاك بين أي سطحين متلامسين طرديا مع القوة العمودية الضاغطة.

لا تعتمد قوة الاحتكاك على مساحة السطحين المتلامسين.

لا تعتمد قوة الاحتكاك على سرعة الانزلاق.

يطلق على المقاومة أو الإعاقة التي تعرقل تدحرج جسم على أخر والتي تسبب تشوه السطحين المتلامسين بالاحتكاك ألتدحرجي (Rolling friction) وهو اقل من الاحتكاك ألانزلاقي.

فوائد الاحتكاك:

لولا الاحتكاك لما كان من المستطاع استعمال القلم للكتابة أو استعمال السيارة للسير على الطرقات أو الوقوف أو المشي من مكان إلى أخر أو تثبيت المسمار على الخشب أو ربط القطع مع بعضها.

مضار الاحتكاك:

يسبب الاحتكاك إلى ارتفاع درجة حرارة الأجزاء المتحركة مما يقلل من عمرها ويمكن تقليل ذلك بإضافة الزيوت أو الشحوم لها.

قوة السحب والسرعة:

إن السحب او الدفع يغير من سرعة الجسم (التعجيل)وكلما زادت قوة السحب أو الدفع فان هذا التغيير يزداد.

مثال/

وضع جسم كتلته m على سطح مائل بميل عن الأفق بزاوية θ اوجد معامل الاحتكاك ألسكوني لهذا الجسم؟

الحل:

$F - F_s = 0 \rightarrow F = F_s = mg \sin\theta$

$N - mg \cos\theta = 0 \rightarrow N = mg \cos\theta$

$$\mu = \frac{F_s}{N} = \frac{mg \sin\theta}{mg \cos\theta_1} = \tan\theta$$

مثال3/

وضع جسم كتلته $m_1 = 5kg$ على سطح مائل أملس يصنع زاوية مقدارها 30^0 مع الأفق ثم ربط الجسم بخيط يمر فوق بكرة ملساء مثبتة في اعلي المستوي وعلقت في نهاية الخيط كتلة $m_2 = 4kg$ تتدلى راسيا إلى أسفل كما في الشكل

ا– ماهو تسارع كل جسم ؟ ب– ماهي قوة الشد في الخيط اذا كانت قوة الاحتكاك بين الجسم الأول والسطح المائل 6nt ؟

الحل/

إن القوى المؤثرة على الكتلة m_2 هي وزنها نحو الأسفل وقوة لشد في الخيط T نحو الأعلى وبذلك تكون القوى المؤثرة علبها حسب قانون نيوتن الثاني:

$m_2 g - T = m_2 a$

$4\times10 - T = 4a$

$40 - T = 4a$ …….(1)

إما القوى المؤثرة على الكتلة m_1هي:

الشد في الخيطT نحو الأعلى ومركبة وزنها تجاه المركبة الموازية مع السطح للأسفل وقوة الاحتكاك بنفس الاتجاه أيضا

$T - m_1 g \sin30 - F_r = m_1 a$

$T - 5\times10 \sin30 - 6 = 5a$

$T - 25 - 6 = 5a$

$T - 31 = 5a$ …..(2)

وبجمع المعادلتين(1و2)نحصل على:

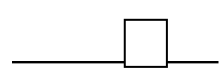
$40 - 31 = 5a + 4a$

$9 = 9a$

$a = 1 m/s^2$ $T = 36nt$

مثال/ يستقر جسم كتلته 2kg على سطح أفقي خشن احسب القوه الأفقية التي تؤثر عليه فتعطيه سرعة مقدارها 6m/s في زمن مقداره 1.5s ابتداء من السكون علما إن قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح ثابتة وتساوي 1.2nt

الحل/



$v = v_0 + at$

$6 = 0 + a(1.5)$

$a = 6/1.5 = 4 m/s^2$

$F - F_r = ma$

$F-1.2=2\times4$

$F=8+1.2=9.2\ nt$

مثال4/

صندوق خشبي كتلته 2kg يستقر على سطح مائل يميل عن الأفق بزاوية 37^0 فإذا كان معامل الاحتكاك ألشروعي بين الصندوق والسطح المائل يساوي 0.3فاحسب اقل قوه تؤثر على الصندوق باتجاه اعلي المستوي المائل بحيث تجعل السطح على وشك الحركة لأعلى المستوي؟

الحل/

نحلل مركبة الوزن إلى مركبتين احدهما موازية للسطح وتساوي$mgsin37^0$ وأخرى عمودية على السطح وتساوي $mg\ cos37^0$

$F_s=\mu_s N=\mu_s mg\cos37=0.3\times2\times10\cos37=4.8\ nt$

القوه اللازمة $F=mg\sin37+F_s=2\times10\sin37+4.8=12+4.8=16.8\ nt$

مثال5:

جسم وزنه 10ntيستقر على سطح أفقي خشن معامل احتكاكه ألشروعي 0.25 احسب القوه التي يجب إن تؤثر على الجسم أفقيا بحيث يغدو الجسم على وشك الحركة؟

الجل

$F_s = \mu_s N = 0.25 \times 10 = 2.5$ nt

مثال6/

جسم وزنه 10 nt يتحرك على سطح أفقي خشن وجد انه يحتاج إلى قوه أفقية مقدارهاnt 30 لجعله يبدأ بالحركة ولكنه يحتاج إلى قوه أفقية مقدارها20ntلابقاءه متحركا بسرعة ثابتة اوجد معاملي الاحتكاك ألشروعي والحركي ؟

مسائل الفصل الخامس

س[1]/سيارة فارغة كتلتها2000kgوأقصى تعجيل لها في هذه الحالة هو$1m/s^2$كم سيكون تعجيلها عندما تكون محملة بكتلة 1000kg

الحل:

القوه التي تبديها السيارة هي:

$F=ma=2000\times1=2000nt$

إذا فان تعجيلها عندما تكون محملة بالإتقال

$F=(m_1+m_2)a$

$$a=\frac{F}{m_1+m_2}=\frac{2000}{2000+1000}=0.66m/s^2$$

س[2]/سيارة كتلتها2000kgتسير بسرعة 12m /s كم هي القوه ألازمة لوقف السيارة على بعد15 m ؟

$V^2 = V_0^2 +2ax$

$0=(12)^2 +2a(15)$

$$a=\frac{-144}{30}=-4.8m/s^2$$

$F=ma = 2000(-4.8)= -9600nt$

س[3]/دراجة هوائية تزن مع راكبها 80kg إذا كانت سرعة الدراجة 6m/s ماهي القوه ألازمة لجعل الدراجة تتوقف خلال4s؟

$V =v_0 +at$

$0= 6+ a(4)$

$a =-6/4 =-1.5 m/s^2$

$F= ma =80(-1.5) = -120nt$

<u>س 4</u>/في الشكل المجاور احسب تسارع المجموعة والشد في الخيط علما إن كتلة الجسم الأول $m_1=5kg$ وكتلة الجسم الثاني $m_2=4kg$ وقوة الاحتكاك بين الجسم الأول والسطح المائل 6nt؟

إن القوتين المؤثرتين على الكتلة m_2 هما وزنها للأسفل والشد في الخيط للأعلى وبذلك نحصل من تطبيق قانون نيوتن الثاني على:

$m_2 g -T =m_2 a$

$4\times10-T =4a$

$40-T =4a \quad ....(1)$

إما القوى المؤثرة على الكتلة m_1 فهي الشد في الخيط باتجاه المستوي للأعلى ومركبة وزنها الموازية للسطح $m_1 g \sin\theta$ مع السطح للأسفل وكذلك قوة الاحتكاك F_r بنفس الاتجاه أيضا

$T- m_1 g \sin\theta -F_r =m_1 a$

$T-25-6 =5a$

$T-31=5a \quad ....(2)$

حل المعادلتين

$a=1m/s^2$

$T=36nt$

……………………………………………..

<u>س5/</u> جسم كتلته 5kg موضوع على سطح أملس تؤثر علية القوى 30nt باتجاه يصنع 45^0 مع الاتجاه الموجب لمحور x و40nt باتجاه يصنع 30^0 على محور x السالب و50nt باتجاه يصنع 6^0 أسفل محور x السالب جد موضع الجسم بعد 10s؟

س6/ علق جسم وزنه w بخيط مربوط بالنقطة (o) حيث ربطت النقطة(o) بخيطيين مربوطين في السقف كما مبين في الشكل جد الشد في كل من الخيوط الثلاثة افرض إن:

$W=50\ nt \quad ,\theta_2 =30^0 \quad \theta_3 =60^0$

A ____________________ B

الحل:

الجسم w في حالة توازن لأنه ساكن ويقع تحت تأثير وزنه والشد في الخيط الحاصل له وعليه يكون:

$T_1 =w =50\ nt \quad …..(1)$

وباعتبار ألنقطه (o) جسم مهمل الوزن في حالة توازن ولإيجاد القوة T_2 وT_3 نحلل هذه القوة إلى مركباتها المتعامدة الأفقية والشاقولية وباستخدام قانون نيوتن الأول نحصل:

$F_x =T_2 \cos\theta_2 – T_3 \cos\theta_3 =0 \quad …..(2)$

$\Sigma F_y = T_2 \sin\theta_2 – T_3 \sin\theta_3-T_1=0 \quad ….(3)$

From eq.(1) T_1=50nt from eq.(2)

$T_2 \cos 30 - T_3 \cos 60 = 0$

$T_2(\sqrt{3}/2) - T_3 .1/2 = 0$

$\sqrt{3} T_2 - T_3 = 0$

$T_3 = \sqrt{3} T_2$ ….(4)

From eq.(3)

$T_2 \sin 30 + T_3 \sin 60 - 50 = 0$

$T_2 .1/2 + \sqrt{3}/2\, T_3 = 50$

$T_2 + \sqrt{3}\, T_3 = 100$ ….(5)

from eq. (4) and (5)

$T_2 = 25$nt $T_3 = 43.3$nt

مثال/ مسطرة مهملة الوزن طولها 70cmتستطيع الدوران حول محور ثابت لها في نقطة(o)والمسطرة تحمل وزنا مقداره 40nt في نقطة A جد وزن الجسم الذي اذا وضع في نقطة B تتزن المسطرة ثم جد رد فعل المحور في نقطة (O) علما إن AO=30cm

الحل:

$\Sigma F_y = p - w_1 - w_2 = 0$ …..(1)

$\Sigma L = w_1 L_1 - w_2 L_2 = 0$ ….(2)

$40*0.3 - w_2*0.4 = 0$

$W_2 = 30$nt

Eq. (1)

p-40 -30=0

p=40+30=70nt

يمكن استعمال قانون البكرات

مثال/

سلك متماسك منتظم مهمل الوزن طوله 60cm يرتكز على دعامة في نقطة o والسلك يحمل جسما وزنه 16nt في نقطة a جد وزن الجسم الذي اذا وضع في نقطة b يتزن السلك ثم جد رد فعل الدعامة في نقطة o علما إن ao=20cm

الحل:

$\Sigma F_y = N-16-w=0$ …..(1)

$\Sigma L=16*0.2-w*0.4=0$ ….(2)

W=8nt

From eq.(1)

N-16-8=0

N=24nt

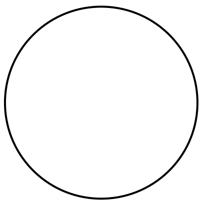
الفصل السادس \ الحركة الدائرية والحركة الدورانية : Circular motion and Rotational motion

1− الحركة الدائرية المنتظمة:Uniform Circular Motion

إذا تحرك جسم على مسار دائري نقول بان حركته دائرية مثل حركة جسم مربوط بخيط ويدور حول يد حامله ودوران المروحة الكهربائية وحركة سيارة على منعطف دائري وحركة الأرض وعليه فالحركة

الدائرية حالة خاصة من الحركة على منحني **وتعرف الحركة الدائرية بانها**((هي الحركة التي يدور فيها جسيم حول محيط دائرة وبانطلاق ثابت او متغير)) اذ إن المسار هنا مسار دائري تكون فيه سرعة الجسم مماسة للمسار وعمودية على نصف القطر للدائرة وان الحركة هنا حركة بانطلاق منتظم حيث يتغير اتجاه السرعة دائما واكن مقداره ثابتا لذلك فان التعجيل الناشئ تكون قيمته ثابتة لكن اتجاهه متغير دائما ويكون اتجاهه عموديا على اتجاه السرعة ومتجه دائما نحو المركز لذلك يطلق عليه بالتعجيل المركزي a_c أي :

$a_c = V^2/r$



لايمكن إيجاد علاقة محدده تربط بين اتجاه السرعة والتسارع ففي الحركة على خط مستقيم كسقوط الأجسام الحرة يكون اتجاه السرعة بنفس اتجاه التسارع (إذا كانت الحركة نحو الأسفل)أو معاكس لها تماما (إذا كانت الحركة نحو الأعلى).إما في القذائف فان التسارع يتجه دائما نحو الأسفل بينما اتجاه السرعة يتغير من مكان لأخر (مماسا لمسار المقذوف). إما في الحركة الدورانية المنتظمة يكون اتجاه التسارع دائما متعامدا مع اتجاه السرعة.

مثال$_1$/ يكمل القمر دورانه حول الأرض في27.3يوما .جد سرعته علما إن المسافة بينه وبين الارض هي 3.85×10^5 km ؟ وما هو تسارعه؟

الحل:

يقطع القمر مسافة 2πr في زمن Tحيث T هو زمن الدورة الواحدة ويسمى بالزمن الدوري وبذلك فان سرعته هي:

$$V = \omega R = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi(3.85\times10^5)km}{(27.3)days}$$

$$V = \frac{2\pi(3.85\times10^8)m}{(27.3)(24)(60)(60)s} = 1026 m/s$$

بينما يكون تسارع القمر مركزيا ومقداره

$$a=\frac{v^2}{R}=\frac{(1026m/s)^2}{3.85\times10^8 m}=2.73\times10^{-3}m/s^2$$

مثال2/ تسير سيارة بسرعة 2m/sعلى منعطف على شكل ربع محيط دائرة فتقطع المسافة بزمن 20s جد تسارع السيارة؟

الحل:

المسافة التي تقطعها السيارة d=vt=2×20=40m

وبما إن المسافة هي ربع محيط دائرة فان

$$d=\frac{1}{4}(2\pi r)\rightarrow d=\frac{\pi r}{2}$$

$$r=\frac{2d}{\pi}=\frac{2\times40}{\pi}=25.46m$$

$$a=\frac{v^2}{r}=\frac{2^2}{25.46}=0.16m/s^2$$

2-الحركة الدورانية :Rotational Motion

لقد درسنا في الفصول السابقة الحركة الانتقالية للجسيم باهمال ابعاده الهندسية واعتبرنا ان كتلته متجمعة عن نقطة واحده.

الان لتفرض ان الجسم بدا بالدوران لاي سبب فان اهمال ابعاده الهندسية غير ممكن وستقتصر دراستنا في هذا الفصل على دوران الاجسام الجاسئة فقط(وهي الاجسام التي لا تتغير ابعادها عكس الاجسام غير الجاسئة التي تتغير ابعادها اثناء الحركة كالموائع.

المتغيرات الدورانية:

س1 \ يدور جسم حول محيط دائرة بحيث تعطى الازاحة الزاوية المقطوعة بالعلاقة: $\theta = 3t^3 + 2t^2 - 2t + 6$ حيث (θ) مقاسة ب rad والزمن بالثواني احسب: 1- الموضع الزاوي عند t=4s

و t=6s 2-متوسط السرعة الزاوية خلال الفترة الزمنية اعلاه 3- متوسط التعجيل الزاوي خلال نفس الفترة 4- السرعة الزاوية الانية عند الزمن t=3s 5- التعجيل الاني عند الزمن t=1s ؟

س 2 \ ا- اوجد عزم القصور الذاتي لساق قوية كتلتها m وطولها L حول محور يمر من منتصفها ؟

س3/ وقف شخص كتلته 50kg في مركز قرص يدور حول محور شاقولي بسرعة زاوية مقدارها 5rad\s فاذا كانت كتلة القرص 20kg ونصف قطره 1m جد السرعة الزاوية اذا غير الشخص موضعه من مركز القرص الى حافته ؟

س3/ وضعت ثلاث كتل في طرفي ومنتصف عتلة مترية مهملة الوزن حيث ثبتت الكتلة (10kg) في النهاية اليسرى من العتلة والكتلة (20kg) في النهاية اليمنى والكتلة (5kg) في منتصفها جد: 1- عزم القصور الذاتي الدوراني حول محور يمر من نهايتيها اليمنى واليسرى ومن منتصفها؟ 2- كم هو نصف قطر التدويم في كل حالة ؟

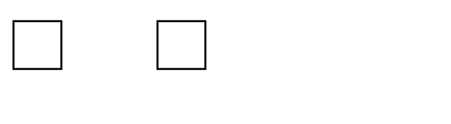
الفصل السابع/الشغل والطاقة والقدرة: Work, Energy, and power

مفهوم الشغل: Concept of work

مفهوم الشغل في الفيزياء له مدلول محدد للغاية فنقول إننا نبذل شغلا عندما نؤثر يقوه على جسم فنحركه مسافة ما باتجاهها أو باتجاه إحدى مركباتها إما إذا لم تحدث أي إزاحة في الجسم فان القوه لا تبذل شغلا أي إن مفهوم الشغل في الفيزياء يختلف عن مفهوم الشغل في حياتنا اليومية.

الشغل الذي تبذله قوه ثابتة: Work done y constant force

لنفرض إن قوه(F) ثابتة مقدارا واتجاها أثرت على جسم فإزاحته مسافة صغيرة مقدارها ds باتجاه يصنع زاوية مقدارها θ مع اتجاه القوه كما في الشكل فان مقدار الشغل الذي تبذله هذه القوه يعطى بالعلاقة:



$$dw = F.ds \qquad \ldots\ldots (1)$$

والمعادلة (1) يمكن كتابتها

$$dw = F\cos\theta \, ds \qquad \ldots\ldots (2)$$

والشغل الكلي w المنجز في إزاحة محدده يعملها الجسم عندما يغير موقعه من s_1 الى s_2 هو:

$$w = \int dw = \int_{s_2}^{s_1} F\cos\theta |ds| = F\cos\theta \int_{s_2}^{s_1} ds = F\cos\theta (s_2 - s_1) \quad \text{for}$$

$s_2 - s_1 = s$

$W = Fs\cos\theta$ …… (3)

ومن العلاقة (3)نلاحظ:

إذا كانت$\theta = 0$ فان $\cos\theta=1$نحصل على أعظم شغل ($w=Fs$)

إذا كانت $\theta = 90^0$ فان $\cos\theta=0$ فان $w= 0$

وإذا لم تحدث إزاحة في الجسم أي $S=0$ فان القوه لا تبذل شغلا كذلك.فالطالب الذي يحمل كتبه في يده الثابتة إلى جانبه ولا يتحرك من مكانه لا يبذل شغلا رغم شعوره بالتعب بعد فترة وجيزة.

وحدات قياس الشغل:

اذا كانت وحدة قياس القوه (nt)والإزاحة (m)فان وحدة قياس الشغل هي الجول

ويعرف الجول بأنه:

((الشغل الذي تبذله قوة مقدارها 1 نيوتن فتحرك جسما مسافة 1متر باتجاهها.))

إما إذا كانت القوه مقاسه بالداين والإزاحة (بالسم) فان وحدة قياس الشغل هي الارك ويعرف ((بأنه الشغل الذي تبذله قوه مقدارها 1داين فتحرك جسما مسافة 1سم باتجاهها)).

$1J=10^7 erg$

والشغل قد يكون موجبا أو سالبا تبعا لكون الزاوية حادة او منفرجة فعندما تكون الحركة متسارعة يكون الشغل موجبا وعندما تكون متباطئة يكون سالبا أي إن القوه تكون معجلة أو معرقلة.

مثال:

قوه ثابتة مقدارها(10nt) تؤثر أفقيا على جسم موضوع على سطح أفقي خشن فإذا كان معامل الاحتكاك بينه وبين السطح(0.2)وكانت كتلة الجسم (1kg) والمسافة التي تحركها الجسم على السطح(5m) فاحسب

الشغل الذي تبذله القوه المؤثرة؟

الشغل الذي تبذله قوه الاحتكاك؟ اعتبر التعجيل الأرضي $10m/s^2$

الحل/

$W = mg = 1\times10 = 10nt$

$N = 10nt$

1) $w = F\ S\ \cos\theta = 10\times5\cos0 = 50J$

2) $w = F_r\ S\ \cos\theta = N\mu\ S\ \cos180 = 10\times0,2\times5(-1) = -10J$

مثال/

فوه مقدارها (20nt) تؤثر على جسم كتلته (2.5kg)موضوع على سطح افقي خشن معامل الاحتكاك بينه وبين الجسم (0.2) فإذا كانت القوه F تصنع مع الاتجاه الأفقي زاوية 37^0 وتحرك الجسم بتأثير هذه القوه مسافة 10m على السطح فاحسب

1- الشغل الذي تبذله القوه F؟

2 الشغل الذي تبذله قوه الاحتكاك؟ اعتبر التعجيل الأرضي $10m/s^2$

الحل:

نحلل القوه إلى مركبتين موازية للسطح وعموديه عليه

$F_{//} = F\cos37 = 20*0,8 = 16nt$

$F = F \sin 37 = 20*0.6 = 12nt$

$W = mg = 2.5*10 = 25nt$

$N + 12 = 25$

$N = 13nt$

1) $w = F\, S \cos\theta = (F \cos\theta) S = 16*10 = 160J$

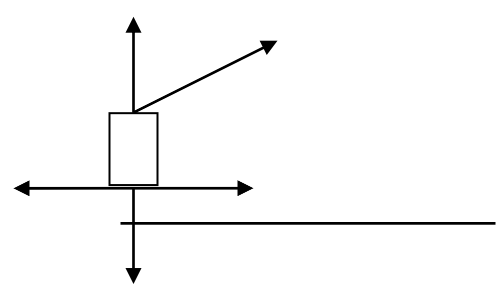
2) $w = F_r\, S \cos\theta = N\mu S \cos(180) = 13*0.2*10(-1) = -26J$

مثال/

يسحب جسم كتلته 20kg مسافة 8m على سطح أفقي خشن بواسطة قوه ثابتة مقدارها 80nt تعمل باتجاه يصنع زاوية مقدارها 20^0 مع الخط الأفقي فإذا كان معامل الاحتكاك الحركي 0.44 فاوجد الشغل الذي تبذله:

1) القوه الثابتة 2) قوة الاحتكاك 3) القوه العمودية 4)قوة الجاذبية 5) الشغل الكلي المبذول على الجسم؟

الحل:



1) $w_1 = F\, S \cos\theta = 80\times8\times\cos20 = 601.4J$

2) $mg = N + F\sin20$

$N = mg - F\sin20 = 20\times9.8 - 80\times0.34 = 168.8nt$

$F_r = \mu N = 0.44\times168.8 = 74.27nt$

$w_2 = F_r\, S\cos180 = 74.27\times8(-1) = -594.16J$

3) $w_3 = N\,S\cos90 = 0$

4) $w_4 = mg\,s\cos90 = 0$

5) $w=w_1+w_2+w_3+w_4 =601.4-59.16+0+0=7.24J$

مثال/

يدفع رجل عربة كتلتها 50kg بسرعة ثابتة على سطح يميل عن الأفق بزاوية مقدارها 30^0 .اوجد الشغل الذي يبذله الرجل حتى يصل إلى اعلي السطح الذي يعلو بمقدار 300mعن نقطة الحركة إذا كان معامل الاحتكاك الحركي 0.10؟

الحل:

$F=mg\sin30 +F_r= mg\sin30 +\mu N$

$= mg\sin30 +\mu mg\cos30$

$=50\times9.8\times0.5+0.10\times50\times9.8\times0.87=287.63nt$

$$s=\frac{300}{\sin 30}=600m$$

$W=FS= 287.63\times600=172578J$

مثال/

تؤثر قوه ثابتة $F=(3i-2j)nt$على جسم فتغير موضعه من $r_1 =(5i-7j+6k)m$ إلى الموضع $r_2 =$ $(13i-2j-3k)m$ اوجد الشغل الذي تبذله القوه على الحسم إثناء هذه الازاحه؟

الحل:

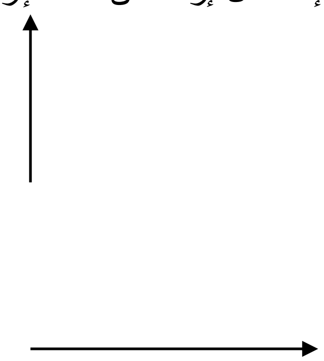
$$W = F.S = (3i-2j).(r_2 - r_1) = (3i-2j).[(13i-2j-3k)-(5i-7j+6k)]$$

$$= (3i-2j).(8i+5j-9k) = 14J$$

الشغل الذي تبذله قوه متغيره Work done by a varying force

تتغير ألفوه في الحالة ألعامه من موضع لاخرمقدارا واتجاها وللسهولة سندرس ألان التي فيها اتجاه القوه ثابتا ولكن مقدارها يتغير من موضع لأخر ونفرض إن الاتجاه الثابت للقوه هو الاتجاه الموجب لمحور x.

وبما إن القوه F متغيره إذا لايمكن تطبيق المعادلة السابقة مباشرة بل نلجأ إلى تقسيم الإزاحة الكلية إلى عناصر إزاحة صغيرة Δx ونحسب عنصر الشغل المبذول إثناء كل إزاحة من هذه الإزاحات الصغيرة



$$\Delta w = F(x).\Delta x = F(x)\Delta x$$

وبالرجوع إلى الشكل وتقسيم الإزاحة الكلية إلى عدد أخر من العناصر الصغيرة وليكن n عنصر فان القوه تنتقل من الموضع$x=a$ الموضع $x = a + \Delta x$ فالشغل المبذول خلال تلك الإزاحة يساوي تقريبا مساحة المستطيل $F(x_1)\Delta x_1$ وكلما كان عنصر الإزاحة Δx_1 صغيرا كلما كان هذا التقريب أكثر دقه وبنفس الطريقة يمكن إن نحسب الشغل $\Delta x2$ خلال الإزاحة التالية $\Delta x2$ ويساوي $\Delta x2$ ($F(x_2$ وهكذا وبشكل تقريبي فان

الشغل الكلي إثناء الإزاحة الكلية من x=a إلىx=b هو جمع جميع عناصر الشغل المبذول إثناء كل إزاحة من الإزاحات الصغيرة.

$$w=\sum_{i=1}^{i=n}F(x_i)\Delta x_i$$

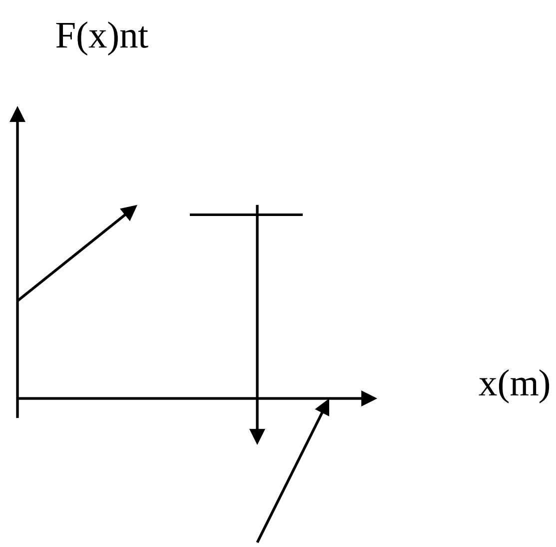
$$w=\int_a^b F(x)dx$$

مثال/

يخضع جسم لتأثير قوة متغيرة تعمل في اتجاه محور x وتتغير بتغير موضعx كما هو مبين في الشكل اوجد الشغل الذي تبذله القوه 1) منx=0 الىx=2

2- منx=2 الىx=5 3) منx=5 الىx=6 4) ما هو الشغل الذي تبذله القوه منx=0 إلىx=6 ؟

الحل:



الحل:

إن الشغل المبذول إثناء الإزاحة من x=0 إلىx=2 يساوي عدديا المساحة بين منحني القوة ومحور x لهذه الإزاحة وهي مساحة مثلث وتساوي:

$$\frac{1}{2}\times 2\times 2=2J$$

إن الشغل المبذول إثناء الإزاحة منx=2 إلىx=5 يساوي عدديا المساحة بين منحني القوة ومحور x لهذه الإزاحة وهي مساحة المستطيل وتساوي:

$2\times3= 6j$

إن الشغل المبذول إثناء الإزاحة من x= 5 إلىx=6 يساوي عدديا المساحة المحصورة بين منحني القوة وهذه الإزاحة وهي مساحة السالبة لمثلث وتساوي

$$\frac{1}{2}\times 1\times 3=1.5J$$

الشغل الذي تبذله ألفوه منx=0 إلىx=6 هي:

W=2+6-1.5=6,5J

مثال/

تؤثر القوهF=a[(x/b)-2]nt/ حيثa وb ثابتان على جسم فتحرك الجسم من الموضع x=2b(m) إلى الموضعx=6b(m) اوجد الشغل الذي تبذله القوه على الجسم علما بأنها تعمل باتجاه محور x .

الحل:

$$w=a\int_{2b}^{6b}\left(\frac{x}{b}-2\right)dx=a\left[\frac{x^2}{2b}-2x\right]_{2b}^{6b}=8abJ$$

مثال/

احسب الشغل الذي تبذله القوه F=5yi+j عندما يتحرك جسم من نقطة(a(0,0إلى نقطة(b(3,4 عبر المسارات التالية:

من ألنقطه(0,0) إلى النقطة(0,4)ثم إلى ألنقطه (3,4).

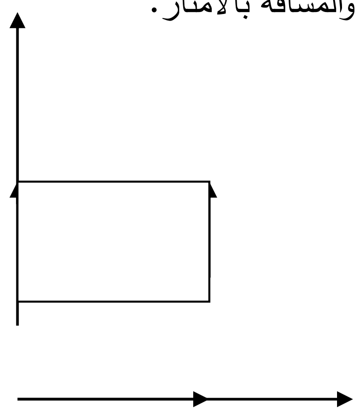
من ألنقطه(0,0) إلى النقطة(3,0) ثم إلى ألنقطه (3,4) .

ج)من ألنقطه (0,0) إلى ألنقطه b عبر الخط المستقيم الواصل بينهما علما إن

dr =idx+jdy وان القوه مقاسه بوحدة النيوتن والمسافة بالأمتار.

الحل:

ا)



(3,0)

$$w=\int_{(0,0)}^{(3,4)}(5yi+j).(idx+jdy)=\int_{(0,0)}^{(3,4)}(5ydx+dy)=\int_{0}^{4}dy+\int_{4,y=4}^{3}5ydx=4+60=64J$$

ب)لإيجاد التكامل w_2 نجد:

$$w_2=\int_{0}^{3}5(0)dx\int_{0,x=3}^{4}dy=4J$$

ج)

$$w_3=\int_{0,y=\frac{4}{3}x}^{3}5ydx+\int_{0}^{4}dy=\frac{20}{3}\int_{0}^{3}xdx+4=34J$$

الشغل المنجز بواسطة نابض

عند سحب نابض أو ضغطه فانه يؤثر بقوه معاكسه تعمل على إعادة النابض إلى وضع الاتزان تسمى هذه القوه بقوة الاعاده أو الإرجاع (restoring force) وتتناسب طريا مع الإزاحة ونعبر عن ذلك رياضيا بالمعادلة:

$$F=-kx \quad ......(1)$$

التي تعرف بقانون هوك حيث k هو ثابت القوه للنابض وهو مقدار موجب إما الإشارة السالبة في المعادلة(1) فتدل على إن القوه التي يؤثر بها النابض معاكسة للإزاحة x.

لنفرض إن جسما كتلتهm مثبت بأحد طرفي نابض مهمل الكتله ثابت قوته k وطرفه الأخر مثبت بجداركما في الشكل ولنفرض إن الجسم أزيح من الموضع x_1 إلى الموضعx_2 فيكون الشغل الذي تبذله قوة الإعادة هو:

$$w=\int_{x_1}^{x_2}(-kx)dx=\frac{1}{2}kx_1^2-\frac{1}{2}kx_2^2......(2)$$

من المعادلة (2) نرى إن الشغل الذي تبذله قوة الإعادة يعتمد على نقطة البداية ونقطة النهاية فقط وكذلك فان الشغل الكلي الذي تبذله قوة الاعاده يساوي صفر فيما لو انتهت حركة الجسم من حيث بدأت وهذا يثبت إن قوة الاعاده للنابض هي قوه محافظة.

طاقة الحركة ونظرية الشغل:

إن مفهوم الطاقة هو واحد من أهم المفاهيم التي تواجهنا في الفيزياء وتقسم الطاقة الميكانيكية إلى قسمين هما الطاقة الحركية والطاقة الكامنة(طاقة الوضع)

<u>الطاقة الحركية</u>: من المعلوم إن الجسم المتحرك يمتلك طاقة وذلك لان هذا الجسم يستطيع إن ينجز شغلا على جسم أخر إذا اصطدم به مثلا فقد يتغير موضع هذا الأخير إذا كان ساكنا وقد تتغير سرعته إذا كان متحركا تسمى مثل هذه الطاقة التي يمتلكها الجسم بسبب حركته ***<u>بطاقة الحركة</u>*** وتعرف بأنها:

الكميه الناتجة من حاصل ضرب نصف كتلة الجسم في مربع سرعته عند لحظه معينه أي:

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

ولأجل إيجاد صيغتها نفرض إن لدينا قوهF تؤثر على جسم ساكن على سطح أفقي أملس بحيث سرعه (v)وتحدث له أزاحه(s)فان مقدار الشغل الذي تبذله ألقوه هو:

W=F S

من معادلات الحركة الخطية:

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

$$w = \frac{F}{a} \times \frac{v^2}{2} = m \frac{v^2}{2} = \frac{1}{2} m v^2$$

أي إن الشغل ظهر بصورة طاقه حركيه

●لنفرض ألان إن مجموعة من القوى أثرت في جسم كتلتهm ولنفرض إن محصلة هذه القوى كانت قوه ثابتة عند ذلك يكون تسارع الجسم ثابتا(منتظما)خلال فترة تأثير هذه القوه فإذا أثرت هذه ألفوه على الجسم بالاتجاه الموجب لمحورx مسافة xفان الشغل المبذول على الجسم خلال تلك الازاحه هو:

W=Fx

وباستعمال قانون نيوتن الثاني:

w =max

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

$$x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

وبالتعويض نجد إن الشغل المبذول على الجسم هو:

$$w = \frac{m(v^2 - v_0^2}{2})$$

$$w=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$$

بالرغم من إننا أثبتنا إن هذه الطاقة في الحالة التي تكون فيها القوه ثابتة مقدارا واتجاها إلا أنها تظل صحيحة في الحالة العامة حيث تتغير القوه مقدارا واتجاها ولنفرض إن قوه متغيرة أثرت على جسم كتلته m فغيرت موضعه من الموضع s_1 إلى الموضع s_2 فيكون الشغل الكلي المبذول على هذا الجسم هو:

$$w=\int_{s_1}^{s_2}F.ds$$

$$F=m\frac{dv}{dt}$$

ds=vdt

وبالتعويض

$$w=\int_{v_1}^{v_2}m\frac{dv}{dt}.vdt=m\int_{v_1}^{v_2}v.dv$$

$$w=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$w=k_f-k_i=\Delta k$$

أي إن الشغل الذي تنجزه القوه سيكون مساويا للتغير في الطاقة الحركية ووحدتها هي نفس وحدة الشغل أي الجول او الارك

والطاقة الحركية هي خاصية من خصائص الجسم لأنها تعتمد فقط على كتلة الجسم وانطلاقه وبذلك فهي كميه عدديه وموجبه دائما أو صفر ولا يمكن إن تكون سالبه.

●إما إذا كان السطح خشنا بحيث تعمل قوه احتكاكيه مقدارها F_r على الجسم فان قانون نيوتن الثاني يصبح:

$$F-F_r=ma$$

$$F-F_r=mv\frac{dv}{ds}$$

$F ds = mv dv + F_r\, ds$

وبإجراء التكامل نحصل:

$$\int F.ds = m\int_{v_1}^{v_2} v\,dv + \int F_R\, ds$$

$$w = m\left(\frac{v_2^2}{2} - \frac{v_1^2}{2}\right) + F_r s = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 + w_r$$

$$w = \Delta E_k + w_r$$

حيث $w_r = \int F_r \cdot ds$ هو الشغل المنجز ضد الاحتكاك أي إن الشغل الذي أنجزته القوه تحول إلى زيادة في الطاقة الحركية وشغل ضد قوة الاحتكاك.

مثال/

يتحرك جسم كتلته2kg بسرعة مقدارها 3m/s إذا أثرت عليه قوه حتى أصبحت سرعته5m/s فاوجد طاقة حركته:

ا) الابتدائية ب) النهائية ج) اوجد الشغل

الحل:

$$k_i = \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}\times 2\times 9 = 9J$$

$$k_f = \frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}\times 2\times 25 = 25J$$

$$w = \Delta k = 25 - 9 = 16J$$

مثال/

إلكترون طاقته 0.01MeV جد السرعة التي يتحرك بها إذا علمت إن كتلته تساوي9.1×10^{-31}kg؟

الحل:

$1ev = 1.6\times10^{-19}J$

طاقة الإلكترون هي طاقه حركيه وتساوي

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

$$0.01 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times v^2$$

$V = 6 \times 10^7 m/s$

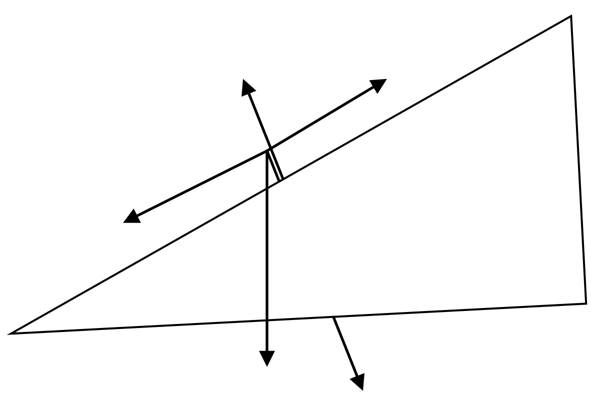
مثال/

جسم كتلته 4kg ينطلق بسرعة 8m/sعند أسفل سطح مائل يميل عن الأفق بزاوية مقداره 20^0 فإذا كانت قوة الاحتكاك على السطح هي 15 nt

ماهي المسافة التي يتحركها الجسم على السطح المائل؟

هل سينزلق الجسم إلى أسفل المستوي؟

الحل:



ا) $F = mg \sin\theta + F_r$

$= 28.33nt$

نفرض إن المسافة التي يتحركها الجسم إلى أعلى المستوي هي d:

$$w = \Delta E_k$$
$$-28.33d = 0 - \frac{1}{2} \times 4 \times (8)^2$$
$$d = 4.52m$$

عندما يصل الجسم إلى أقصى مسافة فانه سيكون ساكنا لحظيا وعند محاولة العودة إلى أسفل المستوي فان قوة الاحتكاك تعكس اتجاهها وتبدأ بالتأثير باتجاه المستوي إلى أعلى وبما إن قوة الاحتكاك(15nt)اكبر من مركبة الوزن باتجاه المستوي إلى أسفل (13.33nt)فان الجسم يستقر ولا ينزلق إلى أسفل.

ألقدره (power) :

نجد في كثير من الأحيان إن اهتمامنا بالزمن الذي يتم فيه الشغل لا يقل عن اهتمامنا بانجاز الشغل نفسه

يعرف **<u>متوسط القدرة</u>**(average power)

((بأنه النسبة بين الشغل والزمن الذي استغرق لانجازه))

$$\bar{p} = \frac{\Delta w}{\Delta t}$$

وعندما يؤول الزمن إلى فتره زمنيه متناهية من الصغر فان النسبة بين الشغل والزمن تسمى عندئذ بالقدرة اللحظية ويرمز لها بالرمز p

$$p = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta w}{\Delta t}$$
$$p = \frac{dw}{dt}$$

dw= F.dr dr=vdt

dw =F.vdt

$$\frac{dw}{dt} = p = F.v$$

وتقاس القدرة بوحدة النظام الدولي(SI)ب nt.m/s او J/s وتسمى بالواط (watt) ويرمز لها بالرمز (w)وكثيرا ما تستخدم في الحياة العملية وخده اكبر وهي الكيلوواط ويرمز لها بالرمز (kw)وتساوي(1000w)

إما في النظام الانكليزي فتقاس بوحدة هي(ft.Ib/s)ولكن وحدة القياس الدارجة في هذا النظام اشتقت أساسا لقياس أقصى شغل يستطيع إن ينجزه حصان عادي خلال فتره زمنيه معينه مقسوما على تلك الفترة الزمنية وتسمى بالقدرة ألحصانيه وتساوي

$$1hp=550ft.Ib/s$$

وبتحويل الوحدات E الىالوحدات الدولية نجد إن:1hp=746w

$$1hp=3/4\ kw$$

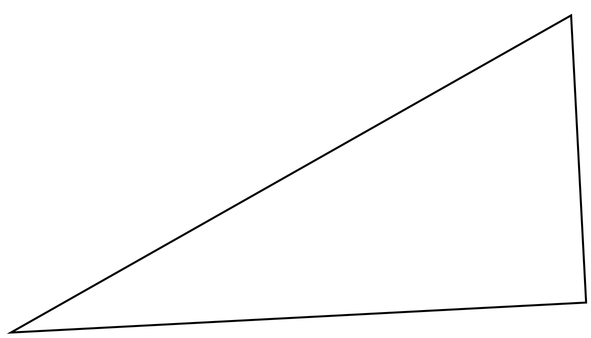
ولقياس الطاقة تستخدم وحدة الكيلوواط ساعة ويرمز لها بالرمز(kw.h)وخاصة في استهلاك الطاقة الكهربائية وبعملية تحويل بسيطة:

$$Kw.h=36\times10^5\ J$$

مثال:

نسير سيارة على سطح مائل زاوية ميله عن الأفق 60^0 فإذا كانت مقاومة الاحتكاك هي 800nt وكتلة السيارة 1500kg فما هي قدرة محرك السيارة حتى يتمكن السائق من السير إلى أعلى السطح بسرعة 75km/h (مع إهمال مقاومة الهواء).

الحل:



$$F=mg\ \sin60^0 +F_r$$

$$F=1500\times9.8\times0.87+800=13589nt$$

لإيجاد قدرة المحرك نستخدم العلاقة:

$$P= F.v$$

وبما إن القوة والسرعة بنفس الاتجاه فان:

$$P=13589\times75\times1000/(60\times60)=283104.17w=380.5hp$$

مثال:

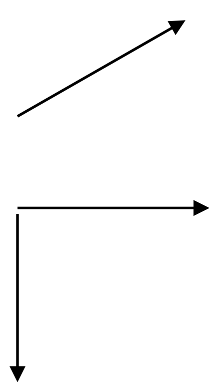
تتحرك قذيفة كتلتها2kg عند لحظة معينة بسرعة مقدارها 40m/s باتجاه يصنع زاوية 30^0 مع الأفق ماهي القدرة اللحظية لقوة الجاذبية المؤثرة على القذيفة

الحل:

نجد إن الزاوية بين السرعة المتجهة وقوة الجاذبية هي:

$$\theta=90+30=120^0$$

$$p=F.v=Fv\cos120$$



$$P=mg\,v\cos120=-2\times9.8\times40\times1/2=-392w$$

مثال:

يصعد رجل كتلته 75kg سلما راسيا ارتفاعه 4m خلال زمن قدره 5s ما متوسط قدرة الرجل؟

$$\bar{p} = \frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{mgd}{t} = \frac{75 \times 9.8 \times 4}{5} = 588w$$

تعرفنا في الفصل السابق على مفهوم طاقة الحركة ووجدنا إن هذه الطاقة ترتبط بحركة الجسم ووجدنا إن لا سبيل إلى تغير طاقة حركة الجسم إلا ببذل شغل على هذا الجسم إما قي هذا الفصل فسوف نتعرف على النوع الثاني من الطاقة الميكانيكية وهي **طاقة الوضع**(potential energy) والتي تعرف بأنها:

الطاقة المخزونة قي نظام معين بسبب وضع هذا النظام أو تشكيله ويتناول هذا الفصل أيضا التعريف العام للطاقة وهي القابلية أو المقدرة على انجاز شغل ينطبق كما هو متوقع على طاقة الوضع كذلك سنرى إمكانية تحويل طاقة الوضع إلى طاقة حركية وبالعكس ونميز في هذا الفصل بين نوعين من القوى هما **القوة المحافظة والقوة غير المحافظة**

القوة المحافظة(Conservative forces)

إذا كان الشغل الكلي الذي تبذله القوة المؤثرة على الجسم إثناء انتقاله على مسار مغلق(closed path) يساوي صفر فان القوة تعرف بأنها قوة محافظة ويمكن إن يتخذ المسار المغلق أي شكل ولكنه يجب إن يبدأ وينتهي بنفس النقطة فمثلا إذا قذفنا كرة راسيا إلى اعتلى فان قوة الجاذبية تبذل شغلا سالبا على الكرة إلى إن تصل إلى أقصى ارتفاع لها على سطح الأرض ثم تبدأ الكرة بالعودة إلى أسفل ويكون الشغل الذي تبذله قوة الجاذبية على الكرة إثناء ذلك موجبة وإذا حسبنا الشغل الكلي لقوة الجاذبية من لحظة مغادرة الكرة بد القاذف إلى إن عادة إلى نفس النقطة التي انطلقت منها نجد إن هذا الشغل يساوي صفر والآن لنفرض إننا حملنا الكرة وصعدنا بها سلما في بناية ما ثم رجعنا إلى نفس نقطة انطلاقنا وحسبنا الشغل الكلي الذي بذلته قوة الجاذبية الأرضية على الكرة إثناء هذه الرحلة لوجدنا إن هذا المسار مساو للصفر بغض النظر عن المسار الذي اخترناه لذلك **تعتبر قوة الجاذبية قوة محافظة** .

وبذلك يمكن تعريف القوة المحافظة بأنها:

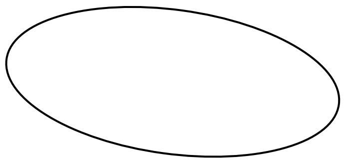
((القوة التي تبذل شغلا مساويا للصفر على الحسم عند انتقال الجسم عبر أي مسار مغلق)) ويعبر عن ذلك رياضيا بالمعادلة:

$$w = \oint F.dr = 0 .....(1)$$

عند دراسة مبدأ الشغل والطاقة في الفصل السابق وجدنا إن التغير في الطاقة الحركية يساوي الشغل المبذول فإذا أثرت قوة وحيدة على حسم ينتقل على مسار مغلق وكان الشغل يساوي صفر فان التغير في الطاقة الحركية = صفر أي إن الطاقة الحركية تظل ثابتة أي محفوظة لذلك تسمى القوة المؤثرة بقوة محافظة .

والآن نستطيع إن نعرف القوة المحافظة بأنها((القوة التي تبذل شغلا مساويا للصفر أو لا تحدث أي تغيير في طاقة الحركة للجسيم)).

لنأخذ أي مسار مغلق ونطبق تعريف القوة المحافظة :



$$\oint F.dr = 0$$

$$\oint F.dr = \int_{abc} F, dr + \int_{cda} F.dr = 0$$

or

$$\int_{abc} F.dr - \int_{adc} F, dr = 0$$

$$\int_{abc} F, dr = \int_{adc} F.dr........(2)$$

من المعادلة (2) نجد إن الشغل الذي تبذله قوة محافظة عند انتقال الجسيم من النقطة a إلى النقطة c هو نفسه سواء اتبع إثناء انتقاله المسارabc أو المسارadc وهذه الخاصية للقوة المحافظة تقودنا إلى تعريف أخر لها وهو إن القوة المحافظة هي القوة التي تبذل شغلا على الجسم عند انتقاله بين نقطتين يعتمد على موضع هاتين النقطتين ولا يعتمد على المسار.

وبما إن الشغل هو مقياس للطاقة فان الفرق في الطاقة بين هاتين النقطتين ثابت أي إن الطاقة محفوظة وبالتالي فان هذه القوة محافظة ومن الأمثلة المألوفة على القوة المحافظة هي قوة الجاذبية الأرضية وقوة الإرجاع في نابض مثالي.

مثال/

اثبت إن أي قوة ثابتة (مقدارا واتجاها)هي قوة محافظة؟

الحل:

لنفرض إن قوة F ثابتة مقدارا واتجاها أثرت على جسيم عند انتقاله بين النقطتين($a(x_1,y_1,z_1$) و ($b(x_2,y_2,z_2$ فيكون الشغل الذي تبذله هذه القوة هو :

$$w = \int_a^b F.dr$$
$$dr = idx + jdy + kaz$$
$$\therefore w = \int_a^b F.(idx + jdy + kdz)$$

وبما إن القوة ثابتة مقدارا واتجاها فان:

$$w = F, \int_a^b [idx + jdy + kdz] = F.[ix + jy + kz]_a^b$$
$$w = F.[i(x_2 - x_1) + j(y_2 - y_1) + k(z_2 - z_1)$$

من هذه العلاقة نجد إن ثابتة مقدارا واتجاها وكذلك الكمية داخل القوس ثابتة مقدارا واتجاها وتعتمد على إحداثيات نقطة البداية ونقطة النهاية ولا تعتمد على المسار وبذلك فان الشغل الذي تبذله القوة مقدار ثابت ولا يعتمد على المسار وبالتالي فان القوة هي قوة محافظة.

القوة غير المحافظة: Non conservative force

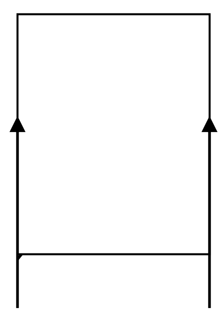
يطلق على القوى غير المحافظة أحيانا اسم القوى المبددة (dissipative force) هي تلك القوى التي لاينطبق عليها تعريف القوى المحافظة فمثلا إذا تحرك جسم على سطح أفقي خشن في مسار مغلق فان قوة الاحتكاك ستفقده كمية من الطاقة تعتمد على طول المسار المغلق والشغل الكلي الذي تبذله قوة الاحتكاك على الجسم هو شغل سالب (لان قوة الاحتكاك تعاكس الإزاحة دائما) يزداد بزيادة طول المسار المغلق كما في المعادلة:

$$\oint F.dr \neq 0$$

ليست قوى الاحتكاك هي القوى الوحيدة غير المحافظة بل قوة شد النابض اذا تعدى الشد حدود المرونة وتصبح الاستطالة دائمة عندئذ تختزن في النابض طاقة لا يمكن استعادتها وكذلك فان جميع القوى التي تعتمد على الزمن هي قوى غير محافظة .

مثال/

جسيم يتحرك في المستوي (xy)تحت تأثير القوة $F=(y^2i+2xj)nt$ حيث x,y مقاسه بالمتروواذا تحرك الجسيم من نقطة الأصل إلى النقطة(c(3,4 كما في الشكل فاحسب الشغل الذي تبذله القوة Fعندما ينتقل الجسيم ا) عبر المسارoac ب) عبر المسارobc ج) عبر المسارoc د) هل القوة محافظة ام غير محافظة؟



ا)

$$w_1 = \int_o^c F.dr = \int_o^c (y^2 i + 2xj).(idx + jdy) = \int_o^c y^2 dx + 2xdy) = \int_o^a y^2 dx + \int_a^c 2xdy$$
$$w_1 = y^2 xI_{0,y=0}^{3} + 2xyI_{0,x=3}^{4} = 0 + 2(3)(4) = 24J$$

ب)

$$w_2 = \int_o^c y^2 dx + 2xdy = \int_o^b 2xdy + \int_b^c y^2 dx = \int_{0,0}^{0,4} 2xy + \int_{0,4}^{3,4} y^2 dx$$
$$w_2 = 0 + y^2 xI_{0,4}^{3,4} = (4)^2 (3) = 16 \times 3 = 48J$$

ج)