الفصل الاول

الكميات العددية والاتجاهية

1.1 –الكميات العددية Scalars Quantities

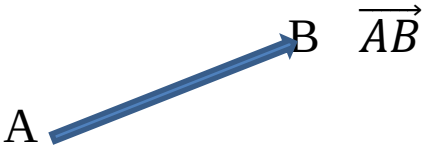
وهي كميات يلزم لتحديدها معرفة مقدارها فقط مثل(الحجم، الزمن، الكتلة، الشحنة، درجة الحرارة، الكثافة.....)وتخضع عند جمعها وطرحها لعمليات الجبر الاعتيادية.

1.2- الكميات المتجهة Vectors Quantities

وهي كميات يلزم لتحديدها معرفة مقدارها واتجاهها مثل (السرعة، الازاحة، القوة، التعجيل ،المجال الكهربائي....)وهي لا تخضع للعمليات الجبرية البسيطة بل يستخدم عند جمعها او طرحها او ضربها جر المتجهات.

1.3 – تمثيل المتجهات بيانيا

يرمز عادة للمتجه بحرف غامق **A**او بحرف عادي فوقه سهم صغير $\vec{A}$ ويمثل بيانيا بسهم يتناسب طوله مع قيمة المتجه واتجاه السهم يمثل اتجاه المتجه ونقطة بداية السهم تمثل نقطة تاثير المتجه.



1.4- جمع المتجهات

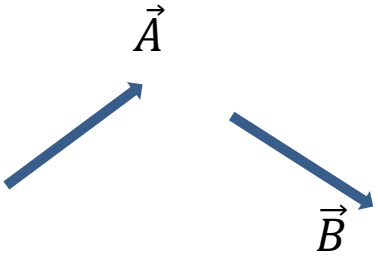
1.4.1- جمع المتجهات بطريقة الرسم

تعتمد طريقة جمع المتجهات بواسطة الرسم على استعمال الورقة البيانية لرسم معطيات كل متجهه (طول المتجه والزاوية التي يمثلها)حيث يتم رسم احد المتجهات ولا يهم اي واحد منهم يتم البدء به ويكون الرسم من نقطة الاصل التي يتم تحديدها

على الورقة ومن ثم رسم المتجه الثاني من نهاية المتجه الاول (اي يتم استخدام نهاية المتجه الذي تم البدء برسمه كقاعدة للمتجه الثاني) وهكذا يتم تكرار العملية بالنسبة لبقية المتجهات مهما كان عددها وفي النهاية يتم رسم سهم من نقطة الاصل اي بداية المتجه الاول الى نهاية المتجه الاخير المتجه الناتج يمثل المحصلة المطلوبة.

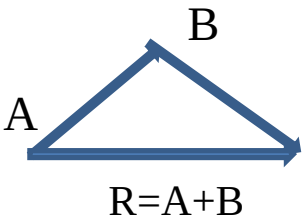
مثال// باستخدام طريقة الرسم جد محصلة جمع المتجه $\vec{A}$ والمتجه $\vec{B}$

الجل //



١- نرسم المتجه $\vec{A}$ ومن نهايته نرسم المتجه $\vec{B}$ مع الاخذ بالاعتبار طول المتجه والزاوية التي يمثلها.

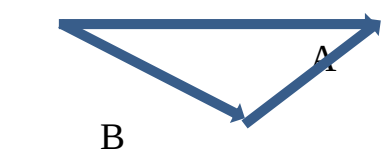
٢-نرسم سهم من بداية المتجه $\vec{A}$ الى نهاية المتجه $\vec{B}$ المتجه الناتج يمثل المحصلة التي تساوي $\vec{A}+\vec{B}$



ملاحظة: يمكن ان يكون المتجه $\vec{B}$ هو المتجهة الاول والذي تمثل بدايته نقطة الاصل والمتجه $\vec{A}$ هو المتجه الثاني الذي يتم رسمه من نهاية المتجه $\vec{B}$ وسيكون R هو المحصلة والذي يساوي $\vec{B}+\vec{A}$

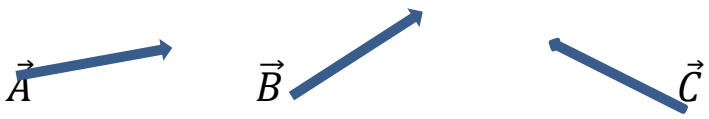
وهذا يثبت ان $\vec{A}+\vec{B}=\vec{B}+\vec{A}$

اي ان الجمع الاتجاهي يخضع لقانون التبادل

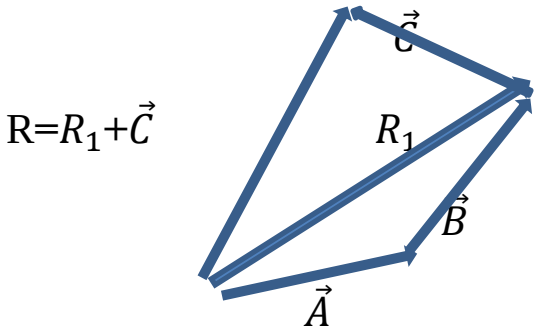


في حالة هناك ثلاث متجهات او اكثر فيمكن ايجاد المحصلة من خلال تجزئة العملية اي ايجاد المحصلة لمتجهين R_1ثم جمع هذه المحصلة مع المتجه الثالث.

مثال// بطريقة الرسم اجمع المتجهات $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$



الحل//



نجد محصلة المتجهين A و B الذي يساوي R_1

المحصلة النهائية تنتج من جمع المتجهR_1 مع المتجه C

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

واجب//هل يمكن ان تكون المحصل $R = \vec{A} + (\vec{B} + \vec{C})$ ؟

هل يخضع جمع المتجهات لقانون التجميع؟

1.4.2– طريقة جمع المتجهات بطريقة الحساب

يمكن ايجاد المحصلة لمتجهين بطريقة الحساب باستخدام cosine law:

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$$

حيث θ هي الزاوية المحصورة بين المتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ ولايجاد اتجاهها يستخدم sin law او tan law.

مثال//

متجهان مقدار الاول 4units والثاني 3units يلتقيان بالنقطة o جد محصلتهما اذا كانت الزاوية بينهما 1- 90 2- 60 3- zero 4- 180

الحل//

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos 90$$

$$\cos 90 = \text{zero}$$

$$R = (4^2 + 3^2)^{1/2}$$

$$R = 25^{1/2} = 5$$

$$\tan\alpha = \frac{B}{A} = \frac{3}{4} = 0.75$$

$$\alpha = tan^{-}(0.75) = 37$$

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos 60$$

$$R = (4^2 + 3^2 + 2 * 3 * 4 * 0.5)^{1/2}$$

$$R = 37^{1/2} = 6.1$$

$$\frac{B}{sin\alpha} = \frac{C}{sin\theta}$$

$$\frac{3}{sin\alpha} = \frac{6.1}{sin60}$$

$$\sin\alpha = 0.43$$

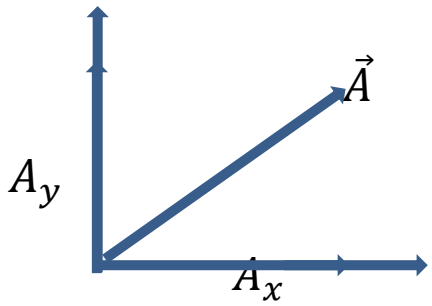
$$\alpha = sin^{-}0.43$$

25=

واجب 3) +4)

1.4.3جمع المتجهات بطريقة التحليل المتعامد

حيث يحلل كل متجه الى مركبتين احداهما باتجاه محو x وتسمى المركبة السينية والاخرى باتجاه المحو y وتسمى المركبة الصادية.



مركبة المتجه Aباتجاه محورx هي A_x ومركبة المتجه A باتجاه yهي A_y

$$A_x = A\cos\theta$$

$$A_y = A\sin\theta$$

حيث θ هي الزاوية التي يصنعها المتجه مع المحور x.

ملاحظة // لايجاد محصلة متجهين او اكثر يتم تحليل كل متجه الى مركبتيه السينية والصادية ثم نجمع المتجهات جمعا جبريا.

فمثلا لجمع المتجهين Aو Bنقوم اولا بتحليل كل متجه الى مركباته

$$A = A_x + A_y$$

$$B = B_x + B_y$$

ثم نجد مركبة المحصلة باتجاه المحور xومركبة المحصلة باتجاه المحور y

$$R_x = A_x + B_x$$

$$R_y = A_y + B_y$$

نحسب المحصلة النهائية من القانون

$$R = \left(R_x^2 + R_y^2\right)^{1/2}$$

ونحسب اتجاهها من القانون $\tan\theta = \frac{R_y}{R_x}$

مثال// اثرت قوتان في جسم الاولى مقدارها200Nوبزاوية 30والثانية مقدارها 150Nوبزاوية 60 احسب 1-مقدار محصلة القوى المؤثرة بطريقة تحليل المتجهات 2-اتجاه المحصلة.

الحل//

$$F_{1X}=200\cos 30$$

$$F_{1y}=200\sin 30$$

$$F_{2x}=150\cos 60$$

$$F_{2y}=150\sin 60$$

$$F_{Rx}=F_{1x}+F_{2x}=248.2\text{N}$$

$$F_{Ry}=F_{1y}+F_{2y}=229.9N$$

$$F_R=\left(F_{Rx}{}^2+F_{Ry}{}^2\right)^{1/2}$$

$$=338.31N$$

$$tan\theta=\frac{F_{Ry}}{F_{Rx}}$$

$$\frac{229.9}{248.2}$$

$$= \quad 0.92$$

$$\theta = 42$$

1.5 طرح المتجهات

ان حاصل طرح المتجه Aو B يمثل $R=\vec{A}-\vec{B}$

والذي يمكن كتابته بالشكل $R=\vec{A}+\left(-\vec{B}\right)$

اي ان Rحاصل جمع اتجاهي للمتجهين Aو B– والمتجه B– هو متجه مساوي للمتجه Bبالمقدار ومعاكس له في الاتجاه ويقع على استقامته

$$\vec{A}\text{-}\ \vec{B} \neq \vec{B}\text{-}\vec{A}$$

اي ان الفرق بين المتجهات لا يخضع لقانون التبادل ومقدار المحصلة يكون

$$R=A^2+B^2\text{-}2AB\cos\theta$$

واجب //

متجهان الاول A وطوله 6unitsويصنع مع الاتجاه الموجب لمحور xزاوية مقدارها 36 والمتجه Bطوله 7unitsويتجه في الاتجاه السالب لمحور x جد 1- مجموع المتجهين 2- الفرق بينهما.

1.6 ضرب المتجهات

هناك نوعين من ضرب المتجهات:

اولا) الضرب العددي Scalar Product

الضرب العددي لاي متجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ تمثل بالرمز $\vec{A}.\vec{B}$ ويقرأ ($\vec{A}$ dot $\vec{B}$) ويساوي القيمة العددية لحاصل الضرب لمقداري المتجهين في جيب تمام الزاوية θ المحصورة بينهما اي :

$$\vec{A}.\vec{B}=\text{ABcos}\theta$$

وسمي بالضرب العددي لان حاصل الضرب قيمة عددية ليس لها اتجاه اذا كانت الزاوية بين المتجهين تساوي صفر:

$$\vec{A}.\vec{B}=\text{ABcos}\theta$$

$$\vec{A}.\vec{B}=\text{AB}$$

في حالة تعامد المتجهين

$$\vec{A}.\vec{B}=\text{ABcos}90$$

$$\vec{A}.\vec{B}=0$$

الضرب العددي يخضع لقانون التبادل اي ان:

$$\vec{A}.\vec{B}=\vec{B}.\vec{A}$$

ملاحظة/

حاصل ضرب المتجه في نفسه يساوي المتجه تربيع

$$\vec{A}.\vec{A}=A^2$$

من الامثلة على الضرب العددي في الفيزياء هو الشغل Workحيث يمثل حاصل ضرب مقدار الازاحة في حركية القوة باتجاه الازاحة

$$W=\vec{F}.\vec{S}\cos\theta$$

مثال//

المتجهان Aومقداره 4units والمتجه B ومقداره 2units والزاوية بينهما 180جد حاصل الضرب القياسي للمتجهين .

الحل//

$$\vec{A}.\vec{B}=AB\cos\theta$$

$$\vec{A}.\vec{B}=4\times2\times\cos180$$

$$\vec{A}.\vec{B}=-8units^2$$

مثال//

متجهان طول كل منهما 10 units جد الزاوية المحصورة بينهما اذا كان حاصل الضرب العددي لهما 50 units.

الحل//

$$\vec{A}.\vec{B}=AB\cos\theta$$

$$50=10\times 10\cos\theta$$

$$\cos\theta=0.5$$

$$\theta=cos^{-}0.5=60$$

واجب//

اذا كان المتجه $\vec{C}=\vec{A}.\vec{B}$ جد حاصل الضرب العددي $\vec{C}.\vec{C}$

ثانيا) الضرب الاتجاهي Vector Product

يمثل حاصل الضرب الاتجاهي للمتجهين $\vec{A}$و $\vec{B}$ بالرمز $\vec{A} \times \vec{B}$ ويقرا ($\vec{A}$ cross $\vec{B}$) وهو قيمة متجه يعرف مقدارها بحاصل ضرب مقدار $\vec{A}$ في $\vec{B}$ وجيب الزاوية المحصورة بينهما اي :

$$\vec{A} \times \vec{B}=\text{AB} \sin \theta$$

يمكن ايجاد اتجاه المتجه بتطبيق قاعدة اليد اليمنى : اذ تحرك الاصابع الاربعة للكف اليمنى باتجاه من A الى B عبر الزاوية ويمثل اتجاه الابهام اتجاه المتجه الناتج من حاصل الضرب الاتجاهي .

بما ان اتجاه حاصل الضرب الاتجاهي يحدد بقاعدة اليد اليمنى اذن تبديل موقعي المتجهين يعكس اشارة او اتجاه حاصل الضرب الاتجاهي اي ان الضرب الاتجاهي لا يخضع لقانون التبادل

$$\text{A}\times\text{B}\neq\text{B}\times\text{A}$$

والعلاقة الصحيحة هي

$$\text{A}\times\text{B}=\text{-A}\times\text{B}$$

ملاحظة//

اذا كان المتجهان متعامدين فان مقار حاصل ضربهما الاتجاهي يساوي ضرب مقداريهما. اما اذا كان المتجهان متوازيان فان حاصل الضرب الاتجاهي يساوي صفر.

مثال//

المتجهان Aومقداره 3units والمتجه B ومقداره 4units يحصران بينهما زاوية 60 احسب حاصل الضرب الاتجاهي للمتجهين Aو B

الحل//

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$$

$$C=AB\sin\theta$$

$$C=3\times4\times\sin60$$

$$C=6\sqrt{3}\ units^2$$

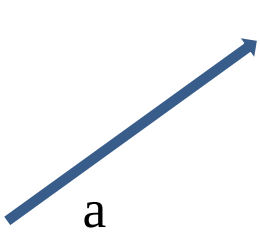
الفصل الثاني

الحركة Motion

الحركة بصورة عامة تعني تغير موقع الجسم بالنسبة الى نقطة معينة وانواع الحركة هي الحركة على خط مستقيم والحركة الدائرية والحركة الدورانية والحركة الاهتزازية.

2.1 الازاحة والسرعة والتعجيل

اذا تحرك جسم على اي مسار من النقطة a الى النقطة b فالمتجه الواصل بين a و b يسمى بالإزاحة ويرمز لها بالرمز x وهي كمية اتجاهية.



$x=x_2-x_1$

x=b-a

وتعرف السرعة في اي نقطة على مسار الجسم بانها المعدل الزمني للإزاحة

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

ويمكن التعبير عن السرعة بالعلاقة التفاضلية $\frac{dx}{dt}$. اما التعجيل فيعرف بانه تغير السرعة في وحدة الزمن والسرعة كمية متجهه قد يتغير مقدارها دون اتجاهها او اتجاهها دون مقدارها او قد يتغير مقدارها واتجاهها معا.

من الامثلة على السرعة المتغيرة في مقدارها دون اتجاهها هي الحركة على خط مستقيم وباتجاه واحد حيث ان التعجيل في هذه الحالة يتولد من تغير مقدار السرعة فقط وهذا التغير قد يكون منتظم وقد يكون متزايدا او متناقصا فاذا زادت السرعة او

نقصت بمقدار ثابت وفي فترات متتالية متساوية يكون التعجيل منتظم متزايد او متناقص. اي ان السرعة تكون منتظمة اذا كان التغيير في مقدار واتجاه السرعة ثابتين.

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

$$\vec{a} = \frac{v_{2-}v_1}{t_{2-}t_1}$$

حيث تمثل v_1السرعة عند بداية الانطلاق وv_2 سرعة الجسم عند نهاية الانطلاق وt_1 الزمن عند بداية الانطلاق و t_2 الزمن عند نهاية الانطلاق.

ويكتب التعجيل بالصيغة التفاضلية

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

2.2 الحركة المنتظمة على خط مستقيم

في حركة الجسيم على خط مستقيم لا يستوجب جبر المتجهات ويتم ذلك باختيار نقطة ثابتة على الخط المستقيم تعرف بنقطة الاصل ويصطلح على جعل الكميات المتجهة يمين النقطة الموجبة وتلك التي على يسار النقطة سالبة.

عنما يكون التعجيل منتظم اي ان السرعة تتغير بمعدل ثابت خلال فترات زمنية ثابتة يكون هناك ثلاث معادلات للحركة على الخط المستقيم من تعريف التعجيل الذي هو المعدل الزمني لتغير السرعة اي ان

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

$$v - v_o = at$$

$$\mathrm{v} = \mathrm{v_o} + \mathrm{at}$$

وهي المعادلة الاولى من معادلات الحركة على خط مستقيم حيث تمثل v_o السرعة الابتدائية. اما المعادلة الثانية فيمكن استنتاجها من استخدام معدل السرعة الذي يساوي مجموع السرع مقسوم على عددهم اي

$$\bar{v}=\frac{v_o+v}{2}$$

$$x = \bar{v}t$$

$$x = \frac{v_o + v}{2}t$$

$$x = \frac{v_o t}{2} + \frac{1}{2}(v_o + at)t$$

$$x = v_o t + \frac{1}{2}at^2$$

اما المعادلة الثالثة فيمكن استنتاجها من قانون الازاحة

$$x = \bar{v}t$$

بالتعويض عن معدل السرعة والزمن بما يعادلهم

$$x = \frac{v + v_o}{2} \times \frac{v - v_0}{a}$$

$$v^2 - v_o^2 = 2ax$$

مثال//

يتحرك جسيم على خط طول المحور x بطريقة حيث يكون موضعه في اي لحظة $x = 5t^2 + 1$ حيث x مقاسة بالأمتار و t بالثواني احسب 1) معدل السرعة في الفترة الزمنية من 2-3 sec 2) احسب السرعة الانية في الثانية الثانية.

الحل//

$$t_{o=2\,\sec} \qquad t=3sec$$

$$x_o = 5(2)^2 + 1 = 21m$$

$$x = 5(3)^2 + 1 = 46m$$

$$\Delta x = x - x_o = 46 - 21 = 25m$$

$$\Delta t = 3 - 2 = 1sec$$

$$\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{25}{1} = 25(\frac{m}{\sec})$$

(2

$$v = \frac{dx}{dt} = 10t = 10 \times 2 = 20\frac{m}{sec}$$

مثال//

جسم يتحرك على خط طول المحور x طبقا للعلاقة $x = 2\ \ t^3 + 5t^2 + 5$ جد 1)السرعة والتعجيل في اي زمن 2)الموضع والسرعة والتعجيل بعد ثانيتين.

الحل//

$$v = \frac{dx}{dt} = 6t^2 + 10t$$

$$a = \frac{dv}{dt} = 12t + 10$$

$$x(2sec) = 2(2^3) + 5(2^2) + 5 = 41m$$

$$v(2sec) = 6(2^2) + 10(2) = 44\frac{m}{sec}$$

$$a(2) = 12(2) + 10 = 34\frac{m}{sec^2}$$

مثال//

تسير سيارة باتجاه الغرب بانطلاق45 km/hr خفضت سرعته الى سرعته الى 30km/hr خلال مسافة مقدارها264m ما مقدار التعجيل وما هو زمن تخفيض السرعة.

الحل//

من المعادلة الثالثة للحركة الخطية $v^2 - v_o^2 = 2ax$

$$a = \frac{v^2 - v_o^2}{2x} = \frac{30 - 45}{2 \times 264 \times 10^{-3}} = -2.13 \times 10^3 \frac{km}{hr^2}$$

نجد زمن التخفيض من المعادلة الاولى $v = v_o + at$

$$t = \frac{v - v_o}{a} = \frac{30 - 45}{-2.13 \times 10^3} = 7.04 \times 10^{-3} h$$

واجب// ما الزمن الذي تستغرقه حتى تصل الى حالة السكون

2.3 الاجسام حرة السقوط Freely Falling Bodies

ان سقوط الاجسام بفعل جاذبية الارض يكسبها تعجيلا منتظما ثابت المقدار ويسمى بالتعجيل الارضي ويرمز له بالرمزg ومقداره $9.8\ \frac{m}{sec^2}$ وهذه القيمة تتغير تغيرا طفيفا من موضع الى اخر على سطح الكرة الارضية لان التعجيل الارضي يعتمد على بعد الجسم من مركز الكرة الارضية ويتأثر بدوران الارض المختلف باختلاف نقاطها.

ويقصد بالأجسام حرة السقوط تلك التي تهمل خلال حركتها مقاومة الهواء وتصل الاجسام مختلفة الاوزان والاحجام و التي تسقط من ارتفاع معين جميعها الى سطح الارض في وقت محدد. اما سبب ملاحظتنا اليومية التي تخالف ما ذكر لسقوط العملة النقدية اسرع من سقوط ريشة الطير فهو بسبب مقاومة الهواء التي تعيق حركة الريشة اكثر مما تعيق حركة العملة النقدية فلو وضعنا هذان الجسيمان في الطرف العلوي من اسطوانة موضوعة بصورة شاقوليه ومفرغة من الهواء ثم تركا ليسقطا لوصلا الى الطرف السفلي في ان واحد.

2.4 معادلات اجسام حرة السقوط

سقوط الاجسام الحرة هي مثال على حركة ذات التعجيل المنتظم على خط مستقيم. نفرض ان المتجهات المتجه من الاعلى موجبة (كما في حالة الاجسام المقذوفة)، ونفرض المتجهات المتجه نحو الاسفل سالبة (كما في حالة الاجسام الساقطة).

اما التعجيل الارضي فهو ناتج من قوة الجذب على الاجسام نحو مركز الكرة الارضية وبما ان هذه القوة دائما نحو الاسفل بغض النظر اذا كان الجسم مقذوفا او ساقطا فإشارة التعجيل الارضي تكون سالبة في كلا الحالتين.

المعادلة الاولى للأجسام التي تسقط سقوط حر

$$v = v_o + gt$$

المعادلة الثانية

$$y = v_o t + \frac{1}{2} g t^2$$

المعادلة الثالثة

$$v^2 - v_o^2 = 2gy$$

مثال//

سقط جسم من السكون جد موضعه بعد ثلاث ثوان.

الحل//

$$y = v_o t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = (0)3 + \frac{1}{2}(-9.8)3^2$$

$$=-44.1\text{m}$$

مثال//قذفت كرة شاقوليا نحو الاعلى بسرعة $80m/sec$ جد الزمن الذي يستغرقه حتى تصل اعلى نقطة.

الحل//

$$v = v_0 + gt$$

$$0=80+(-9.8)t$$

$$t=8\text{sec}$$

واجب//

ما مقدار الارتفاع التي تصل اليه الكرة؟

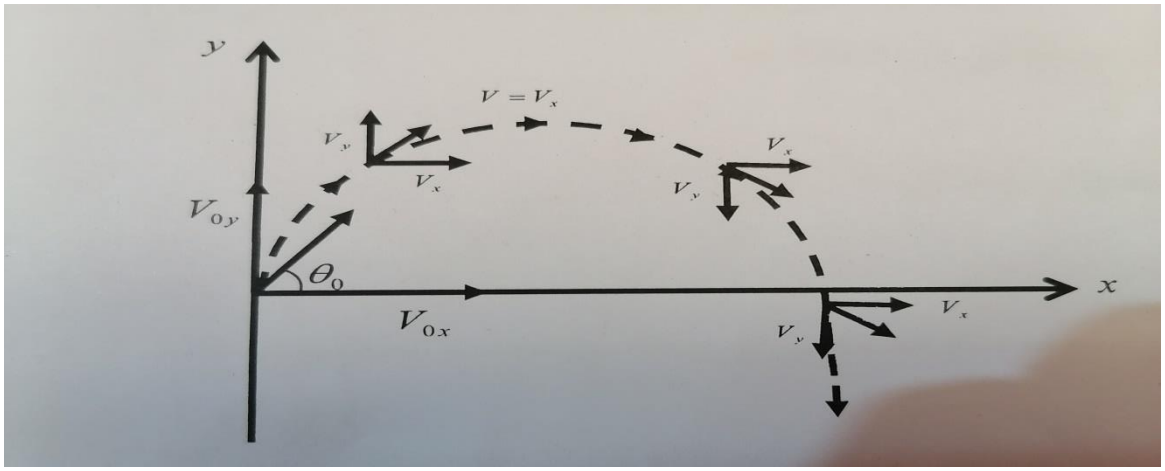
2.5 القذائف Projectiles

حركة جسم مقذوف في الهواء يدعى بالقذيفة مثل حركة كرة الريشة او قنبلة تنطلق من طائرة او اطلاقه من مسدس او بندقية ومتى اهملت مقاومة الهواء فان القذيفة تتحرك وتتأثر بالتعجيل الارضي والذي يتجه شاقوليا نحو الاسفل ولهذا السبب لا توجد حركة تعجيل افقية.

تحدث حركة القذائف في بعدين (مستو) احدهما افقي والاخر شاقولي ويتضح مما سبق ان مركبة السرعة الشاقولية تتغير طبقا لمعادلات الاجسام الساقطة اما المركبة الافقية فتبقى ثابتة.

2.6 حركة القذائف

نختار نقطة الاصل التي تقذف منها القذيفة. نفرض ان اطلاقة البندقية او القذيفة انطلقت من نقطة الاصل بسرعة ابتدائية v_o وبزاوية θ مع الاتجاه الموجب لمحور x.



المركبة الافقية للسرعة الابتدائية هي $v_{ox} = v_o\, cos\theta$

المركبة الشاقولية للسرعة الابتدائية هي $v_{oy} = v_o \sin\theta$

بعد فترة زمنية t تصبح مركبتا السرعة كما يلي:

$$v_x = v_{ox} = v_o cos\theta$$

$$v_y = v_{oy} - gt = v_o sin\theta - gt$$

مقدار محصلة السرعة في اي لحظة:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

اما قيمة موضع القذيفة في اي لحظة من لحظات انطلاقها فيمكن الحصول عليها من المعادلة

$$x = v_{ox}t = v_o t cos\theta$$

$$y = v_{oy}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_o sin\theta t - \frac{1}{2}gt^2$$

لحساب الزمن الازم لوصول القذيفة الى اعلى ارتفاع حيث $v_y = 0$ من المعادلة

$$v_y = v_{oy} + gt$$

بما ان التعجيل الارضي سالب والمركبة الشاقولية للسرعة الابتدائية تساوي السرعة الابتدائية مضروب ب$\sin\theta$ اذن المعادلة تصبح

$$v_o sin\theta = gt$$

$$t = \frac{v_o sin\theta}{g}$$

اما زمن الطيران الذي هو الزمن اللازم لكي تعود القذيفة الى نفس مستوى نقطة القذف فيساوي ضعف زمن الوصول الى اعلى نقطة

$$T = \frac{2v_o sin\theta}{g}$$

اما اعلى ارتفاع تصل اليه القذيفة يحسب من المعادلة

$$h = \frac{(v_o sin\theta)^2}{2g}$$

المدى هو المسافة الافقية الكلية المقطوعة خلال زمن الطيران ويرمز له بالرمز Rويمكن اشتقاق معادلته من معادلة الازاحة حيث

$$x = v_{ox}t$$

$$R = x = v_o cos\theta \frac{2v_o sin\theta}{g}$$

$$sin2\theta = 2sin\theta cos\theta$$

$$R = \frac{v_o^2 sin2\theta}{g}$$

من المعادلة الاخيرة نلاحظ ان المدى يكون في النهاية العظمى عندما تكون $\theta = 45$.

مثال//

اطلقت قذيفة من بندقية بسرعة 200m/sec وبزاوية 40 مع الافق جد

١) السرعة وموضع القذيفة بعد 20 ثانية.
٢) المدى وزمن الطيران.

الحل//

السرعة

$$v_{ox} = v_o cos\theta = 200cos40 = 153.2m/sec$$

$$v_x = v_{ox} = 153.2m/sec$$

$$v_{oy} = v_o sin\theta = 200sin40 = 128.6m/sec$$

$$v_y = v_{oy} - gt = 128.6 - 9.8(20) = -\frac{67.4m}{sec}$$

$$v = \left(v_x^2 + v_y^2\right)^{1/2} = (153.2^2 + (-67.4)^2)^{1/2} = 167.4\text{m/sec}$$

الموضع

$$x = v_{ox}\text{t}=v_o t cos\theta = 200 \times 20 cos40 = 3064m$$

$$y = v_o sin\theta t - \frac{1}{2} g t^2 = 200 \times 20 sin40 - \frac{1}{2} 9.8 \times 20^2 = 611m$$

المدى

$$R = \frac{v_0^2 sin2\theta}{g} = \frac{200^2 sin80}{9.8} = 4020m$$

زمن الطيران

$$T = \frac{2v_o sin\theta}{g} = \frac{2 \times 200 sin40}{9.8} = 26sec$$

واجب//

ما هو اعظم ارتفاع تصله القذيفة؟

قوانين نيوتن في الحركة

القانون الاول لنيوتن

ينص على ان الجسم الساكن يبقى على حالته الساكنة ويبقى الجسم المتحرك بسرعة ثابتة على حالته مالم تؤثر قوى ما او اذا كانت القوى المؤثرة عليه متوازنة اي ان محصلتها صفر. ويعرف هذا القانون بقانون التوازن او القصور الذاتي وهو مقاومة الجسم لتغيير حالته او الاستمرارية ومعنى ذلك ان الجسم يحاول الاستمرار على سكونه اذا كان ساكنا او حركته بسرعة منتظمة اذا كان متحركا.

يمكن التعبير عن القانون رياضيا كما يلي :

$$\Sigma F = 0$$

مثال//

جسم في حالة سكون تحت نظام قوى اوجد قيمة F؟

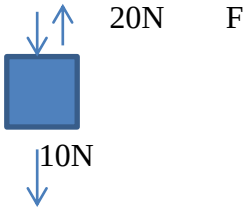
الحل//

$$\Sigma F = 0$$

$$20 - F = 0 \quad \rightarrow \quad F = 20$$

مثال//

يتحرك جسم بسرعة ثابتة تحت تأثير نظام من القوى جد مقدار F؟



الحل//

$$\Sigma F = 0$$

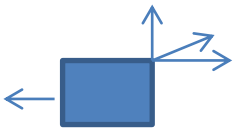
$$F-20-10=0$$

$$F=30N$$

مثال//

اثرت قوى على جسم يتحرك بسرعة ثابتة قيمتها اثرت قوى على جسم يتحرك بسرعة ثابتة قيمتها40N بزاوية مقدارها 30 جد مقدار F؟

40



الحل//

$$\Sigma F = 0$$

$$Fcos30 - F = 0$$

$$40\frac{\sqrt{3}}{2} - F = 0$$

$$F = 20\sqrt{3}$$

قانون نيوتن الثاني

ينص على انه اذا اثرت محصلة قوى لا تساوي صفر على جسم اكسبته تعجيل في اتجاهها يتناسب طرديا مع مقدار القوى وعكسيا مع كتلة الجسم.

الصيغة الرياضية للقانون

$$\Sigma F = ma$$

حيث m هي كتلة الجسم و a هو التعجيل.

مثال//

ما مقدار التعجيل الناتج من قوة مقدارها 800N على ثقل كتلته80K؟

$$\Sigma F = ma$$

$$a = \frac{800}{80} = 10\frac{m}{s^2}$$

مثال//

اثرت قوة على جسم يتحرك على سطح خشن كتلته 40K مقدارها 100N باتجاه اليمين وكان قوة الاحتكاك 20N احسب مقدار التعجيل؟

الحل//

$$\Sigma F = ma$$

$$100 - 20 = 40 \times \mathrm{a}$$

$$a = \frac{80}{40} = 2\frac{m}{s^2}$$

تمرين//

اثرت قوتان على جسم كتلته 60m الاولى مقدارها 40N وتصنع زاوية مقدارها 20 مع محور x والثانية 50N وتصنع زاوية مقدارها وتصنع زاوية مقدارها 30 مع نفس المحور احسب قيمة التعجيل؟

قانون نيوتن الثالث

وينص على انه لكل قوة فعل قوة رد فعل مساوية لها بالمقدار ومعاكسة لها في الاتجاه. وهذا القانون يحتاج في تطبيقه الى جسمين بخلاف القانونين الاول والثاني والقوى المتبادلة تؤثر على جسمين مختلفين لا على جسم واحد لهذا فانهما لا يلغيان بعضهما، مثال على ذلك القفز العمودي للأعلى يظهر رد فعل على جسم الانسان وليس على الارض لكبر كتلة الارض مقارنة بجسم الانسان.

مثال//

يتحرك مصعد للأعلى بتعجيل $2.6\frac{m}{s^2}$ يقف رجل كتلته 124Kداخل المصعد. اوجد قوة رد فعل ارضية المصعد على الرجل.

الحل//

$$\Sigma F = ma$$

$$F - W = ma$$

$$F = W + 124 \times 2.6$$

$$F = 124 \times 9.8 + 124 \times 2.6$$

$$F = 1537.6N$$

تمرين//

يتحرك مصعد للأعلى بسرعة ثابتة يقف رجل كتلته 150K داخل المصعد اوجد قوة رد فعل ارضية المصعد على الرجل.

قانون كولوم Coulomb's Law

المادة

تغيير اعتقاد الانسان كثيرا عبر العصور حول تركيب المادة، وسادة في فترة ما الاعتقاد بان الذرة هي اصغر شيء وانها لا تتجزأ، الى ان اكتشف ان الذرة تتكون من نواة تحتوي جسيمات موجبة الشحنة وجسيمات متعادلة الشحنة وتدور حولها الكترونات وهي جسيمات سالبة الشحنة.

تركيب الذرة

تتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة تمثل جزءا صغيرا جدا من حجمها ولكن تؤلف اكثر من 99.9% من كتلها الكلية تحتوي النواة على نوعين من الجسيمات المتناهية بالصغر تسمى النيترونات والبروتونات فالنيترون متعادل الشحنة وكتلته مساوية تقريبا لكتلة البروتون، كتلة الالكترون اصغر من كتلة البروتون بحوالي 1840 لذلك فان كتلة الذرة تبقى متمركزة في نواتها، اما شحنة البروتون فهي تساوي شحنة الالكترون بالمقدار.

ان الذرة المتعادلة كهربائيا يكون عندها عدد الالكترونات مساويا لعدد البروتونات مثل ذرة الكاربون، اذ تتوازن الشحنة السالبة لإلكتروناتها بالشحنة الموجبة للنواة ويسمى هذا العدد المتوازن بالعدد الذري ويرمز له بالحرف Z اما العدد الكلي لمجموع البروتونات والنيترونات داخل النواة فيسمى بالعدد الكتلي ويرمز له بالحرف A اي

$$Z=P$$

$$A=P+N$$

$$_{Z}^{A}X$$

ملاحظة//

كتلة البروتون = كتلة النيترون $=1.67 \times 10^{-27} kg$

كتلة الالكترون= $9.109 \times 10^{-31} \text{kg}$

شحنة الالكترون=شحنة البروتون$=1.6 \times 10^{-19} c$

كمية الشحنة

الشحنة من خواص الجسيمات يرمز لها بالرمز q وتقاس بالكولوم بالرمز c. هناك نوعان من الشحنات الموجبة والشحنات السالبة، الشحنات المتشابهة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب.

من الامثلة على بعض الشحنات الاساسية الهامة هي شحنة الالكترون وهي اصغر مقدار شحنة في الكون وتكون شحنات الجسيمات الاولية اما صفر مثل النيترونات او اعداد صحيحة للشحنات الالكترون بمعنى اخر تتواجد الشحنات على الاجسام المادية المختلفة بكميات مساوية لمضاعفات شحنة الالكترون اي على شكل

$$q = \pm Ne$$

حيث e شحنة الالكترون و N عدد صحيح.

مثال//

احسب الشحنة الصافية على عينة من مادة مؤلفة من

١- 8×10^{15} الكترونا

٢- 8×10^{15} الكترونا و 6×10^{14} بروتونا

الحل//

١-

$$q = \pm Ne$$

$$q=8\times 10^{15} \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$q=-12.8\times 10^{-4} C$$

-٢

$$q = (N_P + N_e)e$$

$$q = (6 \times 10^{14} - 8 \times 10^{15})1.6 \times 10^{-19} = -74 \times 10^{14} \times 1.6 \times 10^{-19}$$
$$= -118 \times 10^{-5} c$$

قانون كولوم

في 1785 وضع كولوم القانون الاساسي للقوة الكهربائية بين جسمين مشحونين ثابتين. يعطي قانون كولوم في الفيزياء العلاقة بين القوة الكهربائية ومقدار هذه الشحنات الكهربائية والمسافة بينهما.

نص قانون كولوم: تتناسب القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتان نقطيتان ساكنتان تناسبا طرديا مع حاصل ضرب مقدار الشحنتين وعكسيا مع مربع السافة بينهما.

١- القوة تتناسب عكسيا مع مربع المسافة $F \propto \frac{1}{r^2}$

٢- القوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب شحنة الجسمين $F \propto q_1 . q_2$

$$F \propto \frac{q_1 . q_2}{r^2}$$

$$F = k \frac{q_1 . q_2}{r^2}$$

حيث k ثابت كولوم ويساوي $9\times 10^9 \frac{N.m^2}{c^2}$، يمكن ان يكتب الثابت k كالاتي

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}$$

حيث ε_o يسمى سماحية الفراغ ويساوي $8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$

يطبق قانون كولوم على الشحنات النقطية وهي الشحنات التي تشغل حيزا ابعاد صغيرة جدا مقارنة بالمسافات الفاصلة بينها.

وفي حالة وجود عدد من الشحنات النقطية q_1, q_2, q_3 ..... والمطلوب حساب القوة التي تؤثر على الشحنة q_1 مثلا، فاننا نستعمل العلاقة الاتية:

$$F_{1x} = F_{12x} + F_{13x} + F_{14x} + \cdots \ldots \ldots$$

$$F_{1y} = F_{12y} + F_{13y} + F_{14y} + \cdots \ldots$$

نحسب مقدار المحصلة من العلاقة

$$F = \left(F_{1x}^2 + F_{1y}^2\right)^{1/2}$$

ونحسب اتجاه محصلة القوى من العلاقة

$$tan\theta = \frac{F_{1y}}{F_{1x}}$$

مثال//

احسب قوة التنافر بين نواتي اركون عندما يكون البعد بينهما $1 \times 10^{-3} \mu m$ علما ان نواة الاركون تحتوي على 18بروتون.

الحل//

$$q = Ne$$

$$q = 18 \times 1.6 \times 10^{-19} = 28.8 \times 10^{-19} C$$

$$r = 1 \times 10^{-3} \times 10^{-6}$$

$$F = k\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(28.8 \times 10^{-19})^2}{(1 \times 10^{-9})^2} = 7.4 \times 10^{-8} N$$

مثال//

شحنتان نقطيتان الاولى $2 \times 10^{-6}C$ والثانية 5×10^{-6} في النقطتين (1,3)، (11،5-) على الترتيب فاذا كانت الاحداثيات بالسنتمتر احسب القوة المتبادلة بينهما.

الجل//

$$r = [(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]^{1/2}$$

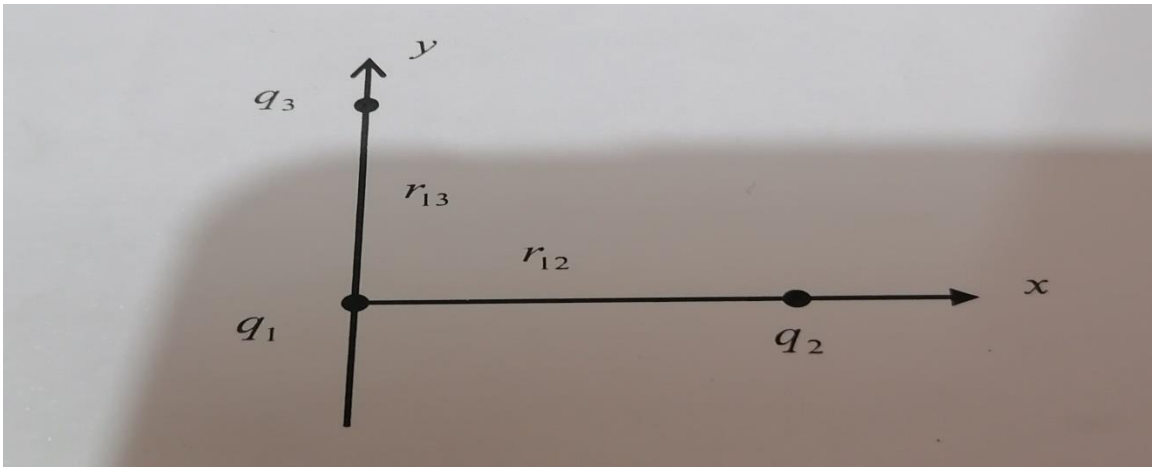
$$r = [((-5 - 1)^2 + (11 - 3)^2)]^{1/2}$$

$$r = \sqrt{100} = 10\ cm$$

$$F = 9 \times 10^9 \frac{2\times10^{-6}\times5\times10^{-6}}{(10\times10^{-2})^2} = 9\text{N}$$

مثال//

في الشكل ثلاث شحنات نقطية، احسب القوة المؤثرة في الشحنةq_1. حيث $q_1 = 1 \times 10^{-6}, q_2 = -3.6 \times 10^{-6}, q_3 = 4.8 \times 10^{-6}C$



$$r_{12} = 3m\ , r_{13} = 4m$$

الحل//

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F_{12} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-6} \times -3.6 \times 10^{-6}}{3^2} = -36 \times 10^{-4}N$$

$$F_{13} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-6} \times 4.8 \times 10^{-6}}{4^2} = 27 \times 10^{-4} N$$

$$F = \sqrt{F_{12}^2 + F_{13}^2}$$

$$F = [(-36 \times 10^{-4})^2 + (27 \times 10^{-4})^2]^{1/2}$$

$$F = 45 \times 10^{-6} N$$

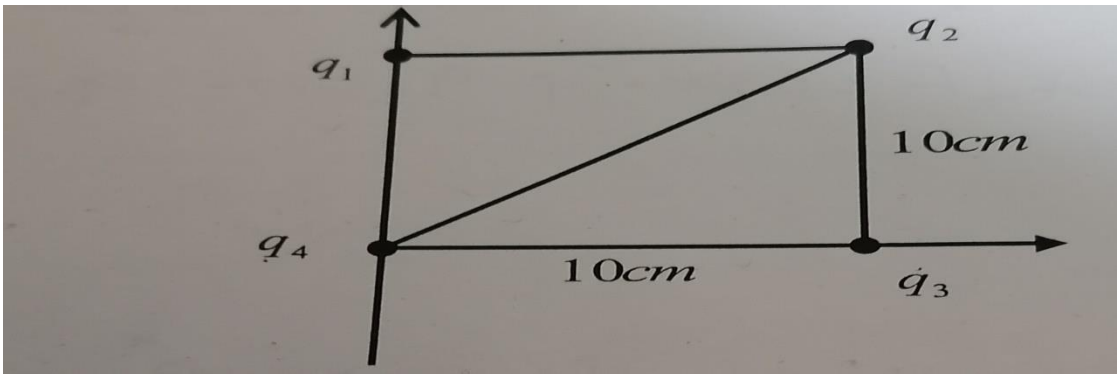
اتجاه القوة الناتجة

$$tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$$

$$\theta = tan^- \frac{27 \times 10^{-4}}{-36 \times 10^{-4}} = tan^- - 0.276$$

مثال//

احسب القوى التي تؤثر على الشحنة q_4 من الشكل التالي علما ان $q_1 = 1 \times 10^{-6}$, $q_2 = -1 \times 10^{-6}, q_3 = -2 \times 10^{-6}, q_4 = 2 \times 10^{-6} C$



الحل//

$$F_{41} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 1.8N$$

$$F_{43} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-6} \times -2 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-2})^2} = -3.6N$$

$$r_{42} = (r_{43}^2 + r_{41}^2)^{1/2}$$

$$r_{42} = (100 + 100)^{1/2} = 14cm$$

$$F_{42} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-6} \times -1 \times 10^{-6}}{(14 \times 10^{-2})^2} = -0.9N$$

$$tan\theta = \frac{10}{10}$$

$$\theta = 45$$

$$F_x = F_{43} + F_{42}cos\theta = -3.6 - 0.9cos45 = -4.24N$$

$$F_y = F_{41} + F_{42}sin\theta = 1.8 - 0.9sin45 = 1.16N$$

$$F = (-4.24^2 + 1.16^2)^{1/2} = 4.6N$$

واجب ١ //

ماهي المسافة الفاصلة بين الكترونين في الفراغ اذا علمت ان القوة بينهما تساوي قوة جذب الارض للإلكترون .

واجب ٢//

اذا اثرت الشحنة $-6 \times 10^{-4}C$ بقوة جذ مقدارها 65N في شحنة ثانية تبعد مسافة 0.05m ، فما مقدار الشحنة الثانية؟

السوائل

تمتلك السوائل حجم ثابت وشكل متغير حيث تأخذ شكل الوعاء الحاوي لها وتكون قوى الترابط بين ذرات وجزيئات السائل اقل مما هو عليه في الحالة الصلبة.

الكثافة

هي كتلة وحدة الحجوم وتسمى ايضا الكثافة الكتلية ووحدتها $kg/m^3, g/cm^3$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

حيث ρ الكثافة الكتلية، اما الكثافة الوزنية فهي وزن وحدة الحجوم وتساوي الكثافة الكتلية مضروبة بالتعجيل الارضي.

$$D = \frac{mg}{V} = \rho g$$

ان الكثافة تقل بزيادة درجات الحرارة وهذا يعود الى زيادة المسافات البينية بين ذرات المادة او جزيئتها، ويشذ عن ذلك الماء بين C (0-4) حيث ان كثافة الماء تزداد عندما ترتفع درجة حرارته ، وتعتمد كثافة الماء على عاملين هما

١-كتلة الذرات او الجزيئات .

٢-المسافات البينية ين الذرات والجزيئات.

تعتبر السوائل والغازات من الموائع بسبب انها غير متماسكة بقوى كبيرة مع الاخذ بنظر الاعتبار الفروق الكبيرة بين السوائل والغازات، مثل قابلية انضغاطها ولزوجتها وكثافتها وتوصيلها الحراري.

الضغط في الموائع الساكنة

يعرف الضغط في نقطة بانه القوة المؤثرة عموديا على وحدة المساحة الحاوية على تلك النقطة، اذا كان الضغط متساوي في جميع نقاط سطح محدد مساحته A اذن يمكن حسابه من العلاقة

$$P = \frac{F}{A}$$

يقاس الضغط بوحدة N/m^2 وتسمى باسكال(Pascal) وهناك وحدة اخرى لقياس الضغط تدعى تور (Torr) وتعادل ضغط يولده عمود من الزئبق ارتفاعه 1mm .والضغط كمية غير اتجاهية تعين بمعرفة مقدارها

$$1atm = 760Torr = 10^5Pa = \frac{10^5N}{m^2}$$

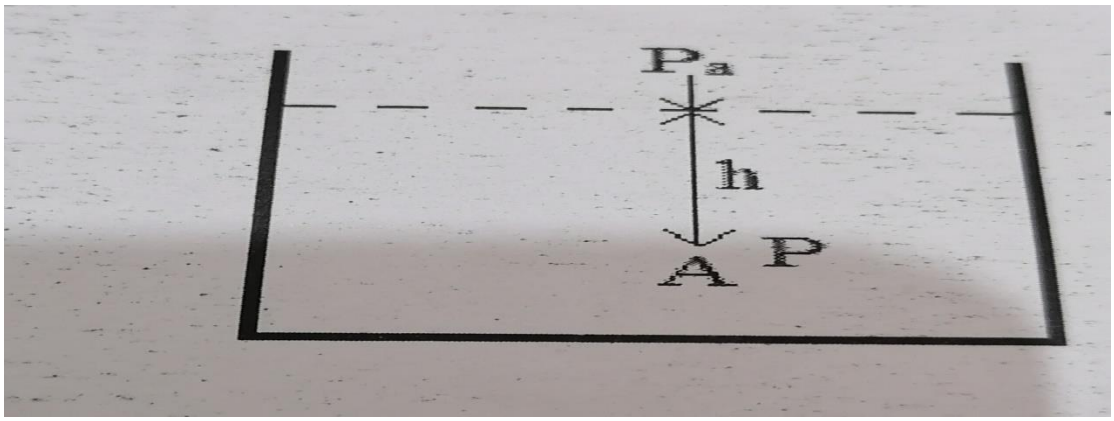
تغير الضغط في مائع ساكن

الضغط الكلي على اي نقطة من سائل يساوي مجموع الضغط الخارجي وضغط السائل فوقها.

فلو تصورنا النقطة A نقطة داخل سائل واقعة على عمق h فان الضغط الكلي على النقطة يكون

$$P = P_a + \rho gh$$

حيث P_a هو الضغط الجوي

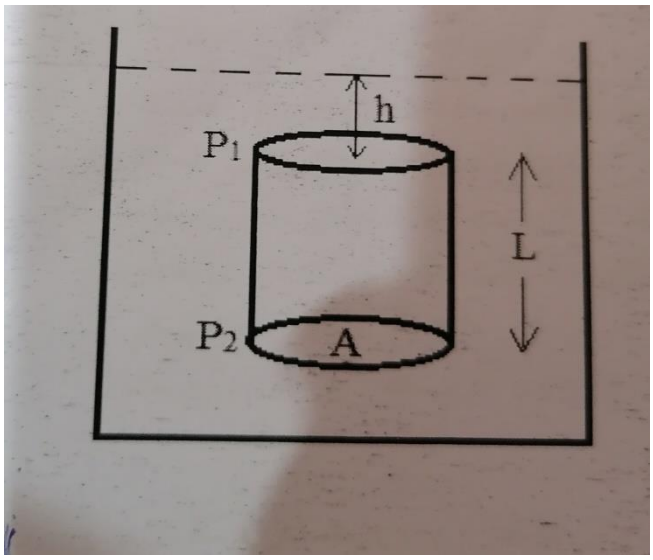


فاذا ازداد الضغط الخارجي P_a باي طريقة مثل كبس السائل نحو الاسفل فان الضغط على اي عمق كان سوف يزداد بنفس المقدار وتسمى هذه بقاعدة باسكال نسبة الى مكتشفها عام ١٦٥٣م والتي تنص "اذا سلط ضغط على سائل محصور فان الضغط ينتقل الى جميع نقاط السائل بصورة متساوية بشرط ان يكون السائل ساكن. من تطبيقاتها الرافعات وفرامل السيارات.

قاعدة ارخميدس

يمكن تحريك الاجسام الثقيلة في قاع النهر ولا يمكن تحريكها خارجه بسبب وجود قوة متجهة نحو الاعلى تساعد في حمل الجسم المغمور.

تنص قاعدة ارخميدس على " اذا غمر جسم كليا او جزئيا في سائل فانه يفقد من وزنه بمقدار يساوي وزن السائل الذي ازاحه الجسم" ، ان هذا الفقدان سببه قوة دفع السائل للجسم نحو الاعلى او القوة الطفوية . للبرهنة على ذلك ناخذ اسطوانة مساحة قاعدتها A وارتفاعها L ونغمرها في سائل كثافته ρ على مسافة h اسفل مستوى السائل والضغط على قاعدتيها العليا والسفلى هو P_1, P_2



$$P = \frac{F}{A} \Leftrightarrow F = PA$$

$$\Delta F = P_2 A - P_1 A$$

$$P_1 = \rho g h \ , P_2 = \rho g (h + L)$$

$$\Delta F = \rho g (h + L) A - \rho g h A$$

$$\Delta F = \rho g h A + \rho g L A - \rho g h A$$

$$\Delta F = \rho g L A$$

$$V = LA \Longrightarrow \Delta F = \rho V g$$

وزن السائل المزاح $\mathrm{m}=\rho V \rightarrow \Delta F = mg =$

مثال//

قطعة معدنية كتلتها 48g وكثافتها $3\mathrm{g}/cm^3$ علقت بواسطة خيط ثم غمست في سائل كثافته $1.5\mathrm{g}/\ cm^3$ جد مقدار الشد في الخيط.

الحل//

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{48}{3} = 16cm^3$$

حجم القطعة المعدنية = حجم السائل المزاح

وزن القطعة في الهواء =mg

$$W_1 = 48 \times 980 = 47040Dyn$$

وزن السائل المزاح =mg=ρVg

$$W_2 = 1.5 \times 980 \times 16 = 23520Dyn$$

قوة الشد= وزن الجسم المغمور في السائل

$$W_3 = W_1 - W_2 = 47040 - 23520 = 24520Dyn$$

الشد السطحي Surface Tension

تتخذ قطرات المطر شكل كروي وذلك لميل سطحها للتقلص والحصول على اقل مساحة سطحية ممكنة، على اساس ان الكرة تمتلك اقل مساحة سطحية لاي حجم معين من المادة. والسبب نفسه ينطبق على فقاعات الهواء في الماء وكذلك تحدب سطح الماء في كاس مملوء بالماء وبأكثر من سعته وعدم انسكابه، وطفو بعض القطع المعدنية على سطح الماء كل هذه الظواهر وغيرها تعزى الى ظاهرة الشد السطحي في السوائل. ويعرف الشد السطحي بانه " القوة المؤثرة لكل وحدة طول من سطح السائل " ووحدة قياسه هي N/m او Dyn/cm.

تعتمد قيمة الشد السطحي لسائل ما على نوع السائل ودرجة حرارته، حيث تقل قيمة الشد السطحي للسائل بارتفاع درجة حرارته، وهذا ما يفسر استخدام الماء الحار والصابون لازالة البقع الدهنية.

ان وجود الشد السطحي يدل على ان الجزيئات القريبة من السطح تكون متباعدة عن بعضها البعض اكثر من الجزيئات الواقعة داخل السائل، حيث تخضع الجزيئات تحت السطح بقوى من جميع الاتجاهات، بينما تخضع جزيئات السائل التي على السطح لقوى نحو الاسفل فقط.

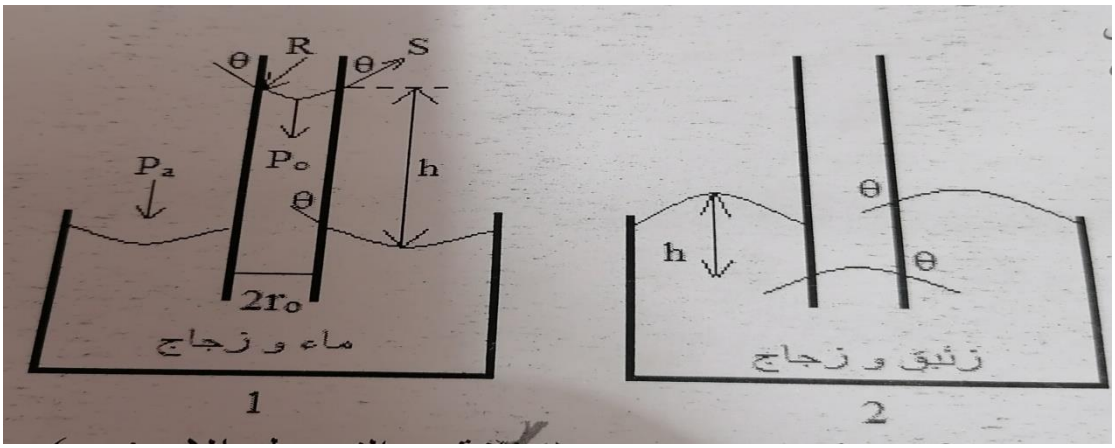
الخاصية الشعرية Capillarity

لدينا نوعان من القوى التي تتأثر بها جزيئات السائل مع بعضها او مع جزيئات الاناء الحاوي لها:

١- قوة التماسك وتكون بين نفس النوع من الجزيئات، كالقوة التي تربط جزيئات السائل نفسه مع بعضها البعض.
٢- قوة التلاصق وتكون بين الانواع المختلفة من الجزيئات، كالقوة بين جزيئات السائل وجزيئات جدار الاناء الحاوي له.

ترتفع السوائل او تنخفض في الانابيب ضيقة المقطع وتسمى هذه بالخاصية الشعرية وهناك ظواهر عديدة في الطبيعة توضح عمل الخاصية الشعرية، كصعود الماء في مسامات التربة الى سطحها حاملا معه الاملاح التي تتسرب على السطح مما يسبب ملوحة الارض وكذلك صعود السوائل في النباتات وغير ذلك.

فلو افترضنا ان هناك سائل في انبوبة شعرية سوف تتأثر جزيئاته بعدة قوى داخل الانبوبة، هي قوة التماسك مع جزيئات السائل نفسها، وقوى التلاصق مع جزيئات الجدار وقوة ثالثة ضعيفة وتهمل عادة هي قوة التلاصق مع جزيئات الهواء، فاذا كانت قوة التلاصق اكبر من قوة التماسك فان السائل يبلل الوعاء ويتسلقه ويصبح سطحه مقعرا مثل الماء والزجاج، اما اذا كان العكس فان السائل لا يبلل الوعاء ويأخذ السائل سطحا محدبا كما في الزئبق والزجاج وتسمى الزاوية المحصورة بين المماس لسطح السائل وجدار الانبوبة بزاوية التماس وتكون حادة في حالة السوائل التي تبلل الوعاء ومنفرجة للسوائل التي لا تبلل الوعاء.



7.4 اللزوجة

هي قوة احتكاك داخلية في الموائع، تختلف لزوجة السائل عن الغاز بان الاولى تزداد بانخفاض درجة الحرارة وزيادة الضغط، في حين ان لزوجة الغاز تزداد بارتفاع درجة الحرارة ولا تعتمد على الضغط ، مما يدل على ان مصدر اللزوجة في الحالتين مختلف.

ان لزوجة السائل ناتجة من تبادل الزخم بين طبقاته، ونتيجة لوجود اللزوجة فان طبقات المائع القريبة من الجدار تكون ابطأ حركة من الطبقات البعيدة.

الغازات

تتكون الغازات من جزيئات صغيرة لا تؤثر بعضها على البعض الاخر بأي قوة ماعدا لحظة تصادم جزيئاتها. وتكون جزيئات الغاز متباعدة كثيرا عن بعضهما، اذ يقدر معدل المسافة بين الجزيئات بعشرة امثال قطر الجزيئة، وتكون جزيئات الغاز في حالة حركة دائمة حيث تكون طاقتها الحركية كافية للتغلب على القوى التي تربط بين هذه الجزيئات. ان سرعة جزيئات الغاز في الاحوال الاعتيادية تكون مقاربة لسرعة الصوت في الهواء (300-400 m/sec).

ان تباعد جزيئات الغاز بعضها عن بعض بمسافات اكبر من اقطار الجزيئات المكونة له يودي الى انعدام الاحتكاك الداخلي بينهما ولهذا السبب ايضا تعزى قابلية الغاز للانكباس اضافة الى عدم امتلاك الغاز شكلا محددا او حجما ثابتا.

ان التغيرات التي تطرا (اثناء عملية تصادم الجزيئات) على قيمة واتجاه سرعة احدى الجزيئات يقابله تغير مضاد (معاكس) في قيمة سرعة الجزيئة الثانية واتجاهها، وبذلك يكون معدل التغير في القيمة والاتجاه لسرع الجزيئات المختلفة مساوي للصفر، وعلى هذا الاساس تتصف الكتلة المتزنة من الغاز وعند ثبوت درجة الحرارة بما يلي :

١- يكون اتجاه حركة الجزيئات موزعة بالتساوي على جميع الاتجاهات.
٢- يكون معدل الطاقة الحركية لجميع جزيئات الغاز متساوية ويعتمد على درجة الحرارة.
٣- يملا الغاز الحيز الذي يشغله بسبب ضعف القوى بين الجزيئات.

الغاز المثالي

هو الغاز الذي تكون جزيئاته متناهية الصغر (نقطية) تامة المرونة ، وينعدم بينهما الاحتكاك لانها لا تؤثر في بعضها البعض بأي قوة، وان الغاز المثالي غير موجود في الحقيقة وانما افتراضي

الغاز الحقيقي

وهو الغاز الذي تكون جزيئاته صغيرة ومتباعدة عن بعضها البعض وفي الظروف الاعتيادية من ضغط ودرجة حرارة، تقترب خواص الغازات الحقيقية من خواص الغاز المثالي (عند خفض درجة حرارتها) بشرط ان تكون درجة الحرارة اعلى بكثير من درجة تسيل الغاز.

النظرية الحركية للغازات

تعتمد النظرية الحركية للغازات على الفرضيات التالية:

١- يتكون الغاز عن جزيئات نقطية تمتلك كتلة ولا تمتلك حجم.
٢- القوى المؤثرة بين الجزيئات مهملة عدا لحظة التصادم.
٣- تكون حركة الجزيئات عشوائية ومستمرة وبخطوط مستقيمة بين التصادمات.
٤- تكون جزيئات الغاز تامة المرونة ويكون التصادم مرن، اي لا يحصل ضياع بالطاقة خلال التصادم بين الجزيئات او مع جدار الوعاء الحاوي لها.
٥- تكون درجة الحرارة هي مقياس لمتوسط الطاقة الحركية التي تمتلكها جزيئاته لحركتها.

عدد افوكادرو

تحتوي الحجوم المتساوية للغازات جميعها على نفس العدد من الجزيئات بشرط ان تكون تحت نفس الظروف من ضغط ودرجة حرارة وعليه فأن المول الواحد من اي غاز تحت الظروف القياسية من ضغط ودرجة حرارة سوف يشغل الحجم نفس الذي مقداره 22.4 لتر.

يرمز لعدد افوكادرو بالرمز N_A واحسن قيمة تجريبية لعدد افوكادرو هي

$$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{particles/g.mole}$$

قانون الغاز

يعتمد قانون الغاز على ثلاث متغيرات هي درجة الحرارة والضغط وعدد الجزيئات بوحدة الحجم.

قانون بويل Boyle's Low

اثبت العالم الايرلندي بويل من خلال تجربته ان مضاعفة الضغط المسلط على غاز يقلل من حجم الغاز الى النصف عندما تكون كمية الغاز ودرجة الحرارة ثابتة اي ان حجم الغاز يتناسب عكسيا مع الضغط المسلط عليه عند ثبوت درجة الحرارة وكمية الغاز.

$$V \propto \frac{1}{P}$$

كمية ثابتة $PV =$

عند اخذ عينة من غاز ذات حجم V_1 تحت ضغط P_1عند درجة حرارة ثابتة وقمنا بتغير ظروف هذا الغاز ليصبح حجمه V_2 وضغط P_2 الحرارة مع الاحتفاظ بدرجة الحرارة ثابتة T_1 فانه طبقا لقانون بويل يمكن ان نقول

$$P_1V_1 = P_2V2$$

عند ثبوت الحرارة وكمية الغاز

مثال//

ضغط غاز في صفيحة معطر جو يساوي 3atm وحجمه 0.5L ما حجمه عندما يصبح الضغط المسلط عليها 4atm؟

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$3 \times 0.5 = 4 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{3 \times 0.5}{4}$$

$$= 0.375\text{L}$$

قانون شارل Charles's Law

درس العالم الفرنسي العلاقة بين الحجم ودرجة الحرارة حيث لاحظ ان كلا من درجة حرارة وحجم عينة من الغاز يزداد عندما تبقى كل من كمية العينة والضغط ثابتين.

حيث ينص قانون شارل على ان حجم كمية محددة من الغاز تتناسب طرديا مع درجة الحرارة المقاسة بالكلفن عند ثبوت الضغط وكمية الغاز.

$$V \propto T$$

$$\frac{V}{T} = \text{كميةثابتة}$$

عندما نتعامل مع حجمين V_1, V_2 لكمية معينة من غاز عند درجتي حرارة مختلفتين T_1, T_2 على التوالي يمكن استخدام العلاقة العامة للحجم ودرجة الحرارة عند ثبوت الضغط وكمية الغاز كالاتي

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

ان درجة الحرارة بالكلفن هي

$$T_K = 273 + T_C$$

مثال //

ملئ بالون بالهواء حتى اصبح حجمه 4L بدرجة حرارة 27C ما حجم البالون بعد وضعه بالثلاجة عند درجة حرارة 0 C(الضغط ثابت بالحالتين)؟

الحل//

$$T_1 = 27 + 273 = 300K$$

$$T_2 = 0 + 273 = 273 = 273K$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{4}{300} = \frac{V_2}{273}$$

$$V_2 = \frac{4 \times 273}{300} = 3.64l$$

قانون افوكادرو للغازات Avogadro's Low

هو قانون يوضح العلاقة بين كمية الغاز والحجم عند ثوت درجة الحرارة والضغط حيث وجد العالم الايطالي افوكادرو انه عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة فان حجم الغاز يتناسب طرديا مع كميته.

$$V \propto n$$

$$\frac{V}{n} = \text{كميةثابتة}$$

تقاس كمية الغاز بعدد مولاته

عند استخدام غاز بكميتين مختلفتين n_1, n_2 تشغلان حجمين مختلفين V_1, V_2 فانه يمكن استخدام العلاقة الاتية عند ثبوت درجة الحراة والضغط:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

مثال//

غاز الهيدروجين يشغل حجما قدره 22.4L في الظروف القياسية عندما نأخذ 1molمنه، ما حجمه في نفس الظروف عند اخذ 3moles منه؟

الحل//

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 n_2}{n_1}$$

$$V_2 = \frac{22.4 \times 3}{1} = 67.2L$$

القانون العام للغازات The Ideal Gas Law

يمكن جمع كل من قانون بويل وقانون شارل وقانون افوكادرو

$$\mathrm{V} \propto \frac{1}{P}$$

$$V \propto T$$

$$V \propto n$$

$$V \propto \frac{nT}{P}$$

$$PV \propto nT$$

$$PV = nRT$$

تسمى المعادلة الاخيرة بالقانون العام للغازات المثالية

R ثابت الغاز المثالي والذي تكون قيمته عند الظروف القياسية

$$R = 0.082 \frac{atm.L}{mol.K}$$

مثال//

احسب عدد مولات غاز N في الظروف القياسية اذا كان حجمه 5.6L؟

الحل//

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{1 \times 5.6}{0.082 \times 273} = 0.25mol$$

مثال//

احسب حجم 6.02×10^{22} جزي من غاز الهيدروجين عند الشروط القياسية.

الحل//

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$n = \frac{6.02 \times 10^{22}}{6.023 \times 10^{2}} = 0.1m0l$$

PV=nRT

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$V = \frac{0.1 \times 0.082 \times 273}{1}$$

$$V = 2.24L$$

درجة الحرارة

يعد مفهوم درجة الحرارة من المفاهيم الاساسية في الفيزياء، شانه شأن المفاهيم الاساسية الاخرى كالقوى مثلا، وعلى الرغم من الجميع يملك فكرة واضحة او تصورا معينا عن معنى هذا المفهوم وذلك بدلالة احاسيسه الا ان مفهوم درجة الحرارة ليس سهل التعريف والتحديد بدقة. ومن المفاهيم البسيطة والاولية هو ان درجة الحرارة هي ذلك الشيء المسؤول عن احساسنا بالسخونة وبالبرودة، وتعد حاسة اللمس ابسط طريقة لتميز سخونة وبرودة الاجسام، اذ نستطيع القول ان الجسم X اشد سخونة من الجشم Y, والجسمY, اشد او اقل سخونة من الجسم Z وهكذا نستطيع التعبير عن مفهوم درجة الحرارة.

ومن اجل فهم اكثر لمعنى درجة الحرارة، دعنا ناخذ جسما معينا وليكن X ذا درجة حرارة معينة T_1، كان يكون باردا عند لمسه باليد، وجسما ثانيا مماثلا للأول تماما وليكن Y وذا درجة حرارة معينة T_2، كان يكون ساخنا عند لمسه باليد. فاذا وضع الجسمان في حالة اتصال حراري فان الجسم الساخن يبرد اي تنخفض درجة حرارته ينما يسخن الجسم البارد اي ترتفع درجة حرارته، وبعد مرور فترة كافية من الزمن فأن كل من الجسمين X و Y سيؤلان الى الحرارية نفسها وعنها يمكن القول بأن الجسمين اصبحا في حالة توازن حراري. ويمكن توضيح ذلك بافتراضنا ان هناك شيء ما نسميه الحرارة (وهي نوع من انواع الطاقة) قد تنساب من الجسم الساخن الى داخل الجسم البارد، وهذا المثال مشابه الى ربط وعاءين يحتويان على الماء بمستويات مختلفة بانبوب اذ نجد ان الماء سينساب خلال الانبوب من الوعاء الذي يحتوي على سائل ذات مستوى اعلى الى الوعاء الحاوي على السائل بمستوى اقل .

يمكن اعتبار درجة الحرارة كمقياس للنشاط الحراري لذرات اوجزيئات المادة وتعرف على انها مقياس للطاقة الحركية لذرات او جزيئات المادة. ويعبر عن درجة الحرارة بالدرجة السيليزية (المئوية) C او الدرجة الكلفنية (المطلقة) K او الدرجة الفهرنهايتية F.

التحويل من مقياس الى اخر

١-من المقياس السليزي الى المقياس الفهرنهايتي وبالعكس كما في المعادلات الاتية

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

٢-من المقياس السليزي الى المقياس الكلفني

$$K = C + 273$$

$$C = K - 273$$

٣-من المقياس الكلفني الى المقياس الفهرنهايتي

$$F = \frac{9}{5}(K - 273) + 32$$

$$K = \frac{5}{9}(F - 32) + 273$$

مثال//

جد درجة الحرارة السيليزية والكلفنية المقابلة للدرجة 77F.

الحل//

$$1\text{--}C = \frac{5}{9}(\text{F-32}) = \frac{5}{9}(77 - 32) = \frac{5}{9} \times 45 = 25$$

$$2\text{-}K = C + 273 = 25 + 273 = 298$$

تأثير تغير درجة الحرارة على حالات المادة

تتحرك ذرات وجزيئات المادة حركة اهتزازية حول مواضع استقرارها في جميع مديات درجات الحرارة طالما كانت اعلى من الصفر المطلق.

ان تزويد المادة الحرارة تعني اكتساب ذراتها وجزيئاتها طاقة مضافة تزيد من سعة تذبذبها حول مواضع استقرارها. قد تكون كمية الطاقة المضافة كبيرة تؤدي الى تغير حالة المادة او قد تكون اقل ما تسبب تمددها(اي زيادة معدل المسافة الفاصلة بين ذرة واخرى وهذا يؤدي الى تمدد الجسم ككل.

انواع التمدد

١- التمدد الطولي

هو التغير الذي يحصل في بعد واحد من ابعاد المادة الصلبة كالطول او العرض او الارتفاع وقد وجد ان الزيادة بالطول ΔL الناتجة عن زيادة درجة الحرارة بمقدار ΔT تتناسب طرديا مع الطول الاصلي L_0 ومع التغير بدرجة الحرارة اي ان

$$\Delta L \propto L_0 \Delta T \Rightarrow \Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

حيث α كمية ثابتة تسمى معامل التمدد الطولي، ويعرف بانه الزيادة في طول المادة لوحدة الاطوال نتيجة لتغير درجة حرارة المادة بمقدار درجة حرارية واحدة ويمكن حسابه من العلاقة

$$\alpha = \frac{\Delta L / L_0}{\Delta T}$$

$$\Delta L = L_T - L_0$$

حيث L_T هو الطول الجديد

$$L_T - L_0 = \alpha L_0 \Delta T \Rightarrow L_T = L_0 + \alpha L_0 \Delta T$$

$$\therefore L_T = L_0(1 + \alpha \Delta T)$$

وحدة معامل التمدد الطولي هي مقلوب درجة الحرارة $\frac{1}{C,}, \frac{1}{K}, \frac{1}{F}$

مثال//

قطعة من الحديد طولها 5m تتغير درجة حرارتها من 30C الى 50C جد مقدار التغيير بالطول اذا علمت ان $\alpha = 12 \times 10^{-6}$

الحل//

$$\Delta T = 50 - 30 = 20C$$

$$\Delta L = \propto L_0 \Delta T = 12 \times 10^{-6} \times 5 \times 20 = 12 \times 10^{-4} m$$

٢-التمدد السطحي

يعرف معامل التمدد السطحي β بانه مقدار الزيادة في المساحة لوحدة المساحة عند ارتفاع درجة الحرارة درجة حرارية واحدة وله نفس وحدات معامل التمدد الطولي(مقلوب درجة الحرارة)

$$\beta = \frac{\Delta A / A_0}{\Delta T}$$

ومنها نحصل على

$$A_T = A_0(1 + \beta \Delta T)$$

حيث A_0 هي المساحة الاصلية و A_T هي المساحة الجديدة

٣-التمدد الحجمي

يعرف معامل التمدد الحجمي γ بانه الزيادة الحاصلة في الحجم لوحدة الحجوم عند ارتفاع درجة الحرارة درجة حرارية واحدة وله نفس وحدات معامل التمدد الطولي

$$\gamma = \frac{\Delta V / V_0}{\Delta T}$$

ومنها نحصل على

$$V_T = V_0(1 + \gamma \Delta T)$$

حيث V_0 الحجم الاصلي و V_T الحجم الجديد

في السؤائل معامل التمدد الحجمي يعبر عنه

$$\psi = \frac{\Delta V / V_0}{\Delta T}$$

اما بالنسبة للغازات فان معامل التمدد الحجمي

$$\varphi = \frac{\Delta V / V_0}{\Delta T}$$

٤-التمدد التفاضلي

هو اختلاف تمدد جسمين متساويين في الطول عند رفع درجة حرارتهما بنفس المقدار (وذلك لاختلاف قيم $\propto$ لكل منهما)حيث يكون للنحاس مثلا اكثر مما هو عليه للحديد.

وللتمدد التفاضلي تطبيقات صناعية واسعة في صناعة المنظمات الحرارية واجهزة التبريد والتسخين