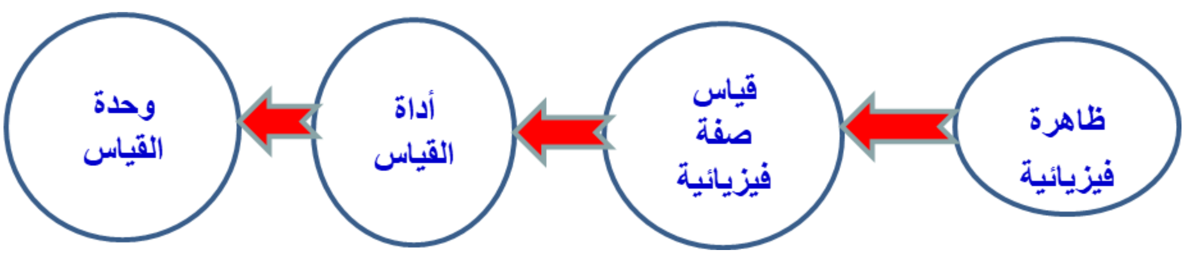
علم الفيزياء هو علم تجريبي يهتم بإيجاد القوانين الأساسية التي تحكم الظواهر الطبيعية، معتمداً على الملاحظات العملية والقياسات الكمية. فكل شيء نعرفه عن هذا الكون وعن القوانين التي تحكمه تم التوصل إليها عن طريق القياسات والملاحظات لأي ظاهرة طبيعية

عند دراسة أي ظاهرة فيزيائية معينـة فإن مجرد الملاحظـة لا تكفـي، وتكـون هذه الملاحظـات غيـر كاملة حتى تؤدى إلى معلومات كمية عن تلك الظاهرة، وللحصول على هذه المعلومـات الكميـة نحتـاج إلـى قياس الصفات الفيزيائية لهذه الظاهرة.

ومن ثم يجب علينا التعرف على أداة القياس ووحدات القياس وبالطبع كيفية القياس.



الكميات الفيزيائية:

تعرف الكمية الفيزيائية بأنها صفة من صفات ظاهرة فيزيائية معينة قابلة للقياس.

وهناك نوعان من الكميات الفيزيائية:

ا) الكميات الفيزيائية الأساسية:

وهي الكميات التي تكون معروفة بذاتها ولا تحتاج الى كميات اخرى لتعريفها.

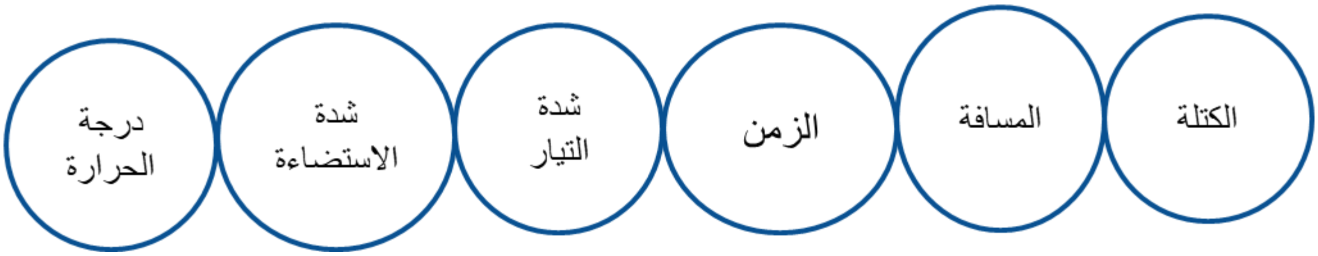
مثل الكتلة – والمسافة – والزمن.

2) الكميات الفيزيائية المشتقة:

وهى الكميات التى يتم اشتقاقها من الكميات الاساسية.

مثل السرعة – والتسارع – القوة – الشغل.

معظم الكميات الفيزيائية التي تستخدم في الفيزياء يمكن اشتقاقها من الكميات الفيزيائية الأساسية الستة التالية:



الوحدات الأساسية

من الضروري أن يتم الاتفاق على وحدات الكميات الفيزيائية الأساسية الستة ومن ثم يمكننا إيجاد وحدة أي كمية فيزيائية مشتقة.

وسوف نركز في هذا المقرر على الكميات الأساسية فى الميكانيكا وهى:

الكتلة   المسافة   الزمن

[النظام الانجليزى Foot-Slug-Sec:

[1]حيث يقاس الطول بالقدم (Foot) وتقاس الكتلة بالرطل (Slug) ويقاس الزمن بالثانية (S)

[2] نظام CGS:

وهو نظام الوحدات الأصغر حيث يقاس الطول بالسنتمتر(C) وتقاس الكتلة بالجرام (G) ويقاس الزمن بالثانية (S)

[3] نظام MKS:

ويسمى النظام الدولي للوحدات. وفيه يقاس الطول بالمتر(M) وتقاس الكتلة بالكيلوجرام (K) ويقاس الزمن بالثانية (S)

وقد تكون قيمة بعض الكميات الفيزيائية كبيرة جداً أو صغيرة جداً، لذلك نستخدم مقاطع لتدل علي مضاعفات أو أجزاء الوحدة.

ويعرض الجدول الآتي بعض هذه المقاطع.

الاسم	الرمز	القيمة		الاسم	الرمز	القيمة
ديسي	d	10^{-1}		ديكا	da	10
سنتي	c	10^{-2}		هيكتو	h	10^{2}
مللي	m	10^{-3}		كيلو	K	10^{3}
ميكرو	µ	10^{-6}		ميجا	M	10^{6}
نانو	n	10^{-9}		جيجا	G	10^{9}
بيكو	p	10^{-12}		تيرا	T	10^{12}
فيمتو	f	10^{-15}				
آتو	a	10^{-18}				

وقد تكون قيمة بعض الكميات الفيزيائية كبيرة جداً أو صغيرة جداً، لذلك نستخدم مقاطع لتدل علي مضاعفات أو أجزاء الوحدة.

ويعرض الجدول الآتي بعض هذه المقاطع.

قياس الزوايا المستوية:

هناك نظامان لقياس الزوايا المستوية.

أولا: نظام الدرجات "النظام الستيني":

وفي هذا النظام يقسم محيط الدائرة الى 360 جزءا ويسمى كل جزء درجة ويرمز له بالرمز (^{o}) وكل درجة تقسم الى 60 دقيقة ورمزها ($^{/}$) وأيضا كل دقيقة تقسم إلى 60 ثانية ورمزها ($^{//}$).

الزاوية $34^{//}\ 42^{/}\ 23^{o}$ نقول أنها تساوي 23 درجة و42 دقيقة و34 ثانية.

ثانيا: نظام الزوايا نصف قطرية "النظام الدائري":

في هذا النظام تقاس الزاوية بدلالة طول القوس الذي يقابل الزاوية مقسوماً علي نصف قطر الدائرة.
وتكون الزاوية الكاملة حول مركز الدائرة والتي يقابلها محيط الدائرة تساوى 2ط أو 2π حيث π هي النسبة التقريبية (3.14).

العلاقة بين النظام الستيني والنظام الدائري:

$$360^0 = 2\pi \text{ radian}$$

$$1^o = \frac{2\pi}{360} = \frac{\pi}{180} = \frac{3.14}{180} = 0.017453 \quad radian$$

$$1 \quad radian = \frac{360}{2\pi} = \frac{180}{\pi} = \frac{180}{3.14} = 57.295$$
$$= 57^o 17^/ 44^{//}$$

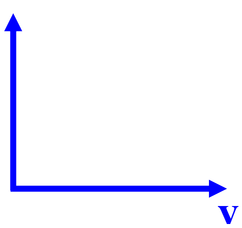
الزاوية بالتقدير الدائري (نصف قطري)	الزاوية بالدرجات
2π	360
$3\pi/2$	270
π	180
$\pi/2$	90
$\pi/3$	60
$\pi/4$	45

المتجهات

مفهوم الاتجاه:

حركة جسم من نقطة إلى أخري تعني في طياتها اتجاه معين وليكن من النقطة الأولي إلى النقطة الثانية. فحركة الجسم من النقطة أ إلى النقطة ب غير حركة الجسم من ب إلى أ . على الرغم من أن المسافة بين النقطتين ثابتة، لكن اتجاه الحركة مختلف. ويمكن التمييز بين الحالتين باعتبار الحركة الأولى موجبة وتوضع إشارة + واعتبار الحركة الثانية سالبة وتوضع إشارة -

وإذا كان الاتجاه في اتجاه معين وثابت فيسمى إحداثي. مثل إحداثي x وإحداثي y .



ويمكن تقسيم الكميات الفيزيائية طبقاً لمفهوم الاتجاه إلي نوعين هما:

الكميات العديدة (القياسية):

هي الكميات التي تحدد وتعرف عن طريق معرفة مقدارها فقط.

مثل الكتلة – درجة الحرارة – الزمن – الشحنة – الشغل – القدرة.

الكميات المتجهة:-

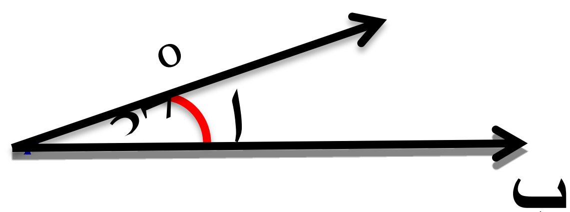
هي الكميات التي تحدد أو تعرف عن طريق كل من مقدارها واتجاهها.

مثل الإزاحة – السرعة – التسارع – القوة – كمية التحرك.

مثال يوضح أن الإزاحة كمية متجهه:

مجرد معرفة أن جسيم تحرك مسافة مقدارها 5 سم لا يعطى معلومات كاملة عن نقطة النهاية.

أما إذا تحرك هذا الجسيم من النقطة ا إلى ب ، كما بالرسم. فان ذلك يعنى أن الجسيم تحرك مسافة مقدارها 5 سم وفي اتجاه يصنع زاوية مقدارها 37 درجة مع ألإحداثي x.



الكميات العددية والاتجاهية

تصنّف الكميات الفيزيائية إلى صنفين هما كميات عددية Scalar وكميات اتجاهية Vector. فالكميات التي تعيّن تعييناً كاملاً بمعرفة مقدارها فقط تسمى بالكميات العددية التي يتحدد مقدارها بذكر عدد تليه وحدة قياس مناسبة ومن الأمثلة الشائعة لهذه الكميات الزمن والكثافة ودرجة الحرارة والشحنة والكتلة..... الخ، وليس هناك صعوبة بالتعامل مع الكميات العددية لأنها تخضع عند الجمع والطرح والضرب والقسمة لجميع القوانين المألوفة في الجبر.

أما الكميات الفيزيائية التي يلزم تعيينها بصورة كاملة معرفة كل من مقدارها واتجاهها فهي الكميات الاتجاهية التي لا تخضع لقواعد الجبر البسيطة بل تخضع لجبر المتجهات. ومن أمثلتها القوة والإزاحة والتعجيل وشدة المجال الكهربائي........الخ.

إن كل كمية اتجاهية يمكن إن تمثّل بسهم يبين اتجاهه وطوله اتجاه المتجه ومقداره على التوالي، أما كتابةً فيمثل المتجه بحرف فوقه سهم مثل $\vec{A}$ وفي الطباعة يرمز له بحرف ثقيل ***A***، ومقدار المتجه يمثل بحرف دون سهم أو بالقيمة المطلقة للمتجه أي $|\vec{A}|$، وأحيانا يكتب المتجه بحرفي بداية ونهاية السهم.

ملاحظات :

١- عملية الجمع الاتجاهى تخضع لقانون التبادل

٢- يخضع الجمع ألاتجاهى لخاصية التوزيع

٣- لحساب مقدار المحصلة لجمع متجهين نتبع قانون جيب التمام

$$C = (A^2 + B^2 + 2AB \cos\theta)^{1/2}$$

٤- لمعرفة اتجاه المحصلة نتبع قانون الجيب

$$(C/\sin \theta) = (B/\sin \alpha) = (A/\sin \beta)$$

٥- في حالة خاصة تكون الزاوية بين المتجهين قائمة عند ذلك نستخدم نظرية فيثاغورس

المحاضره الثانية

Vectors المتجهات

❖ جمع وطرح المتجهات Vector addition and subtraction

$$\vec{A}+\vec{B}=(A_x+B_x, A_y+B_y, A_z+B_z)$$

$$\vec{A}=3\hat{\imath}+2\hat{\jmath}-\hat{k}\,,\quad \vec{B}=5\hat{\imath}+3\hat{\jmath}+9\hat{k}$$

$$\vec{A}+\vec{B}=8\hat{\imath}+5\hat{\jmath}+8\hat{k}$$

❖ ضرب المتجه بقيمه عددية Multiplication by scalar

$$\vec{A}=A_x\hat{\imath}+A_y\hat{\jmath}+A_z\hat{k}\qquad \times 5$$

$$5\,\vec{A}=5A_x\hat{\imath}+5A_y\hat{\jmath}+5A_z\hat{k}$$

❖ قانون التبادل The commutative law

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

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

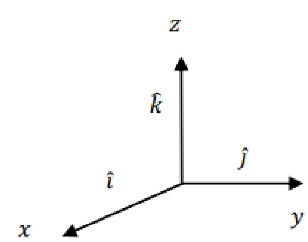
❖ قانون التوزيع The associative law

$$q(\vec{A}+\vec{B})=q\vec{A}+q\vec{B}$$

❖ الضرب الإتجاهي The cross product

$$\vec{A}\times\vec{B},\quad \vec{A}=A_x\hat{\imath}+A_y\hat{\jmath}+A_z\hat{k}$$

$$\vec{B}=B_x\hat{\imath}+B_y\hat{\jmath}+B_z\hat{k}$$



$$\vec{A}\times\vec{B}=\begin{vmatrix}\hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k}\\ A_x & A_y & A_z\\ B_x & B_y & B_z\end{vmatrix}$$

$$\vec{A}\times\vec{B}=\hat{\imath}(A_yB_z-A_zB_y)-\hat{\jmath}(A_xB_z-A_zB_x)+\hat{k}(A_xB_y-A_yB_x)$$

ضرب المتجهات Vector Multiplication

هنالك نوعان من ضرب المتجهات

أولا :- الضرب العددي **Scalar product**

الضرب العددي لأي متجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ يمثل بالرمز $\vec{A} \cdot \vec{B}$ و يقرأ **$\vec{A}$ dot $\vec{B}$** و يساوي القيمة العددية لحاصل لحاصل ضرب مقداري المتجهين في جيب تمام الزاوية **θ** المحصورة بينهما أي أن

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A\,B \cos\theta$$

خواص الضرب العددي

1- $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB$ when $\theta = 0$

2- $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$ when $\theta = 90^o$

3- $\vec{A} \cdot \vec{B} = B \cdot A$

4- $i \cdot i = j \cdot j = k \cdot k = 1$

5- $i \cdot j = i \cdot k = j \cdot k = 0$

6- $\vec{A} \cdot \vec{B} = AxBx + AyBy + AzBz$

Where $\vec{A} = i\,Ax + j\,Ay + k\,Az$

$\vec{B} = i\,Bx + j\,By + k\,Bz$

ثانيا :- الضرب ألاتجاهي

يمثل حاصل الضرب ألمتجهي للمتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$, بالرمز $\vec{A} \times \vec{B}$ و يقرأ **$\vec{A}$ cross $\vec{B}$** و يساوي القيمة العددية لحاصل ضرب مقدار المتجهين في جيب الزاوية المحصورة بينهما أي ان

$$\vec{A} \times \vec{B} = A\,B \sin\theta$$

ضرب المتجهات Vector Multiplication

خواص الضرب ألاتجاهي

1- $\vec{A} \times \vec{B} = -B \times A$

2- $\vec{A} \times \vec{B} = 0$ when $\theta = 180^{\circ}$

3- $\vec{A} \times \vec{B} = AB$ when $\theta = 90^{\circ}$

4- $i \times i = j \times j = k \times k = 0$

5- $i \times j = k$

6- $j \times k = i$

7- $k \times i = j$

8- $\vec{A} \times \vec{B} = (A_Y B_Z - A_Z B_Y)\, i + (A_Z B_X - A_X B_Z)\, j + (A_X B_Y - A_Y B_X)\, k$

و يمكن إيجاد المقدار أعلاه عن طريق المصفوفة .

مثال ١ :-

أذا كان لدينا المتجهان

$$\vec{A} = i + 3j - 2k$$

$$\vec{B} = 3i - 2j + k$$

اوجد

$\vec{A} + \vec{B}$ ، $\vec{A} - \vec{B}$ ، $\vec{A} . \vec{B}$ ، $\vec{A} \times \vec{B}$ و الزاوية المحصورة بين المتجهين

الحل

1- $\vec{A} + \vec{B} = (i+3j-2k) + (3i - 2j + k) = 4i + j - k$

2- $\vec{A} - \vec{B} = (i + 3j - 2k) - (3i - 2j + k) = -2i + 5j - 3k$

3- $\vec{A} . \vec{B} = (i + 3j - 2k) . (3i - 2j + k)$

H . W

$= (I . 3i) + (3j . 2j) + (-2k . k) = 3 - 6 - 2$

$\vec{A} . \vec{B} = -5$

4- $\vec{A} \times \vec{B} = (i + 3j - 2k) \times (3i - 2j + k)$

4- $\vec{A} \times \vec{B} = (i + 3j - 2k) \times (3i - 2j + k)$

$$= \begin{vmatrix} i & j & k \\ 1 & 3 & -2 \\ 3 & -2 & 1 \end{vmatrix} = i(3 - 4) + j(-6 - 1) + k(-2 - 9)$$

$\vec{A} \times \vec{B} = -i - 7j - 11k$

5- $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos\theta$

$$\cos\theta = (\vec{A} \cdot \vec{B}) / AB \longrightarrow$$

$$\theta = \cos^{-1}[(\vec{A} \cdot \vec{B}) / AB]$$

$$A = (A_x^2 + A_y^2 + A_z^2)^{1/2}$$

$$B = (B_x^2 + B_y^2 + B_z^2)^{1/2}$$

$$\theta = 110.6^\circ$$

المحاضرة الثالثة

الكينماتيكا: علم وصف الحركة

علم الميكانيكا من العلوم الواسعة التي تهتم بحركة الأجسام ومسبباتها، ويتفرع من هذا العلم فروع أخرى مثل الكينماتيكا Kinematics و الديناميكا Dynamics. وعلم الكينماتيكا يهتم بوصف حركة الأجسام دون النظر إلى مسبباتها، أما علم الديناميكا Dynamicsفهو يدرس حركة الأجسام ومسبباتها مثل القوة والكتلة. وسنقوم بدراسة حركة الأجسام وعلاقتها بكل من الإحداثيات المكانية والزمنية. ثم سندرس الفرع الثاني وهو علم الديناميكا.

الحركة

هي احدى اكثر الظواهر الفيزيائية وضوحا على الطلاق ، ولكن قبل ان تسطيع دراسة الحركة ، علينا ان نفهم كمية وصفها كميا وهذا الوصف الكمي للحركة لم يكون ممكنا الابعد تعريف بعض خواصها الاساسية مثل الازاحة والسرعة والتعجيل بدلالة ابعاد الطول والزمن ،ويسمى علم وصف الحركة كميا دون الرجوع الى اسبابها الفيزيائية بالكينماتيكا

الحركة المستقيمة

ما المسافة التي تقطعها طائرة على مدرج المطار حتى تصل الى سرعة الاقلاع ، وعدما ترمي كرة في الهواء شاقوليا نحو الاعلى ، فما الارتفاع الذي سوف تصل اليه ، وعندما يسقط كاس من يدك فهل يكون لديك مايلزم من وقت حتى تلتقطه قبل ان ينكسر ، تتعلم الاجابة على هذه الاسئلة من خلال دراسة العلاقة بين القوى والمادة والحركة .

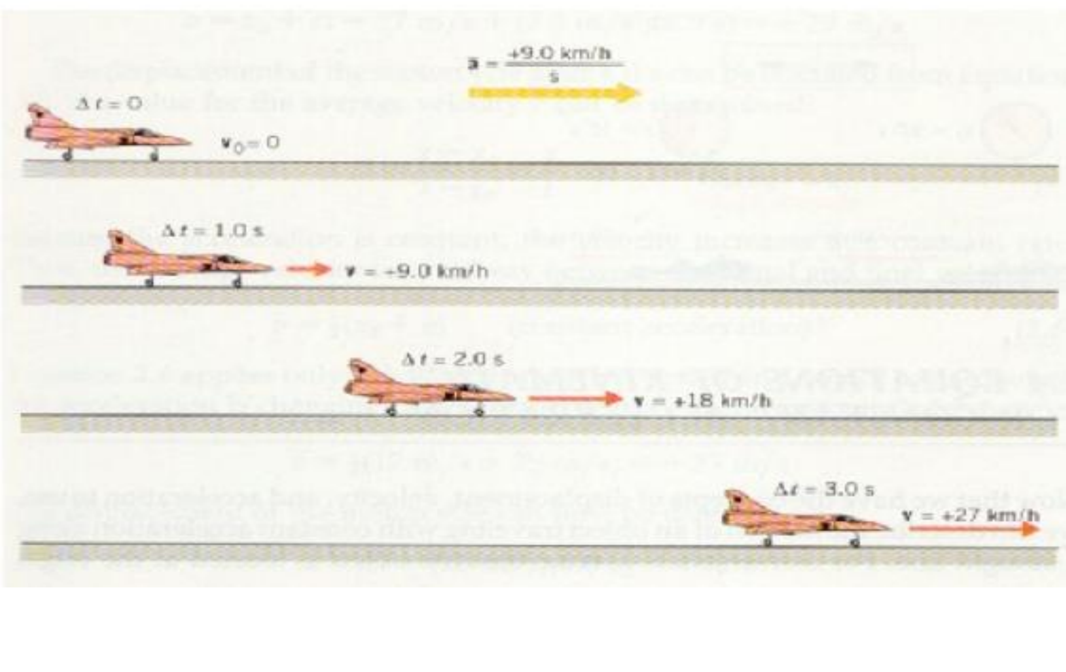
- مفاهيم لحركة الجسم على خط مستقيم في بعد واحد
- **الحركة** : هو التغير المستمر لموضع الجسم بالنسبة لنقطعة معينة
- **المسافة** : هي طول المسار الكلي الذي يقطعه الجسم وهو كمية عددية وتقاس بالمتر
- **الازاحة** هي طول المسار المستقيم بين نقطتين
- **الانطلاق** :هو المعدل الزمني للسمافة المقطوعة ويقاس (m/s)
- **السرعة** : هو المعدل الزمني للازاحة المقطوعة وهي كمية اتجاهية
- **التعجيل** : هو المعدل الزمني للسرعة المقطوعة وهو كمية اتجاهية ويقاس بوحدات (m/s^2)

الحركة في بعد واحد بتعجيل ثابت

عند انتقال الجسم من موضع البداية عند الزمن t1 إلى موضع النهاية t2 بسرعة ابتدائية v1 وعند النهاية كانت السرعة v2 فإن معدل تغير السرعة بالنسبة إلى الزمن يعرف باسم التسارع Acceleration أو متوسط التسارع Acceleration Average ،ويكون التسارع اللحظي acceleration Instantaneous هو السرعة اللحظية على الزمن.

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad a=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}$$

لنفترض طائرة تبدأ الحركة من السكون أي vo = 0عند زمن to= 0 كما في الشكل أدناه . وبعد فترة زمنية قدرها 29s تصل الطائرة إلى سرعة h/260k فإن العجلة المتوسطة للطائرة هي 9km/h/s



يوضح الشكل أعلاه تأثير العجلة على زيادة سرعة الطائرة للأربع ثوان الأولى من انطلاقها حيث تكون السرعة بعد زمن قدره ثانية يساوي h/9km وبعد زمن ثانيتين تصل السرعة إلى h/18km وهكذا....

سندرس الآن الحركة في بعد واحد وذلك فقط عندما تكون العجلة ثابتة constant acceleration . وفي هذه الحالة تكون العجلة اللحظية Instantaneous accelerationتساوى متوسط العجلة. acceleration Average ونتيجة لذلك فإن السرعة إما أن تتزايد أو تتناقص بمعدلات متساوية خلال الحركة .ويعبر عن ذلك رياضياً على النحو التالي:-

$$a = a_{ave} = \frac{v-v_\circ}{t-t_\circ} \quad ....(2)$$

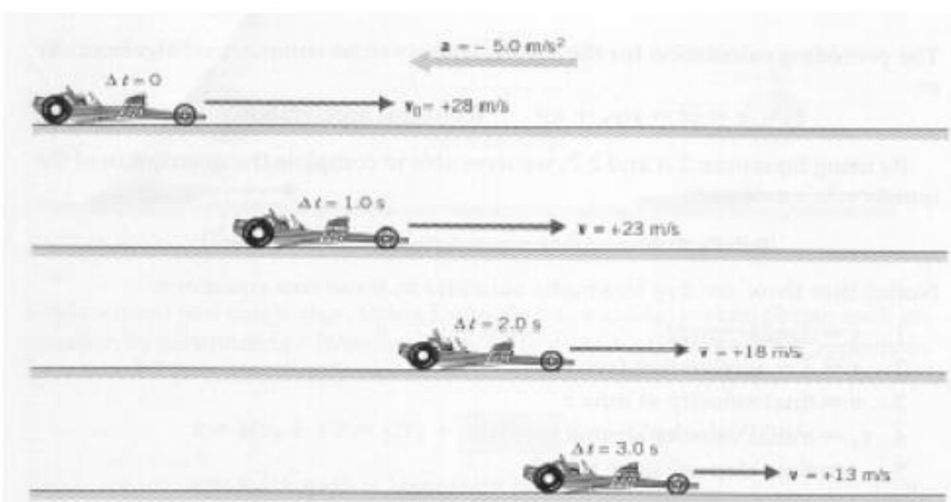
$t_\circ = 0$

$$a = \frac{v-v_\circ}{t}$$

$$v - v_\circ = at \quad .....(3)$$

$$v = v_\circ + at \quad .... (4)$$

من المعادلة *(4)* **التي تمثل المعادلة الاولى الحركة في بعد واحد** يمكن إيجاد السرعة **(v)**عند أي زمن **(t)** إذا عرفنا السرعة الابتدائية **(vo)**والعجلة الثابتة**(a)** التي يتحرك بها الجسم. وإذا كانت العجلة تساوي صفراً فإن السرعة لا تعتمد على الزمن، وهذا يعني أن السرعة النهائية تساوي السرعة الابتدائية. لاحظ أيضاً أن كل حد من حدود المعادلة السابقة له بعد السرعة (m/s)



يوضح الشكل أعلاه تأثير عجلة ثابتة مقدارها -5m/s في تقليل السرعة بمقدار 5 m/sكل ثانية

$$v = \frac{dx}{dt} \qquad ....(1)$$

نعوض معادلة (1 في المعادلة السابقة $v = v_{\circ} + at$

$$\frac{dx}{dt} = v_{\circ} + at \qquad ....(2)$$

$$dx = v_{\circ}dt + atdt \qquad ....(3)$$

$$\int_{x_{\circ}}^{x} dx = \int v dt + a\int t dt \qquad .....(5)$$

$$x - x_{\circ} = v_{\circ}t + \frac{1}{2}at^2 \qquad .....(6)$$

When $x_{\circ}$=0

$$x = v_{\circ}t + \frac{1}{2}at^2 \qquad .....(7)$$

المعادلة (7،6) تمثل المعادلة الثانية لحركة الجسم في بعد واحد ، نلاحظ ان المسافة المقطوعة ($x - x_{\circ}$) تساوي المسافة المقطوعة نتيجة السرعة الابتدائية وهو الحد($v_{\circ}t$) بالاضافة الى المسافة نتيجة التعجيل الثابت وهذا يظهر في الحد الاخير من المعادلة($\frac{1}{2}at^2$ واذا كان التعجيل يساوي صفر فان المسافة المقطوعة تساوي السرعة في الزمن $x = v_{\circ}t$ وعندما $v_{\circ}$=0 فان $x = \frac{1}{2}at^2$.

في حال تغيرت السرعة خطيًا بمرور الوقت يمكننا التعبير عن

متوسط السرعة

$\Delta v_{ave} = (\frac{v+v_\circ}{2})$ .....(2)

at $\Delta x = \Delta v_{ave} t = (\frac{v+v_\circ}{2}) t$ ....(2)

$x - x_\circ = (\frac{v+v_\circ}{2}) t$ .....(4)

$t = \frac{v-v_\circ}{a}$ ....(5)

نعوض (5) في (4)

$x - x_\circ = (\frac{v+v_\circ}{2}) (\frac{v-v_\circ}{a})$ .....(5)

$x_\circ = 0$

$x = (\frac{v+v_\circ}{2}) (\frac{v-v_\circ}{a})$ .....(6)

$2ax = v^2 - v_\circ^2$ ....(7)

$v^2 = v_\circ^2 + 2ax$ ....(8)

المعادلة (8) تمثل المعادلة الثالثة لحركة الجسم في بعد واحد

مسائل على تطبيقات في الحركة في بعد واحد

مثال 1: اذا كان سرعة انطلاق طائرة عمودية (100m/s)، فما مقدار تعجليها اذا استقرت في وضعها الافقي بعد ان قطعت مسافة عمودية مقدارها(100m)، وما مقدار الزمن الذي تستغرقه؟

الحل:

$$v^2 = v_\circ^2 + 2ax$$

$$(100)^2 = 0 + 2a(100)$$

$$a = \frac{10000}{200} = 50\ m/s^2$$

$$v = v_\circ + at \longrightarrow 100 = 0 + 50\,t$$

$$\therefore t = \frac{100}{50} = 2\ s$$

مثال 2: تتحرك سيارة بسرعة **(60km/s)** بتعجيل قدره **($1.5m/s^2$)**، ما الزمن اللازم لكي تقطع السيارة مسافة (70m)اثناء التباطؤ

الحل

$$v = \frac{60km}{h} \times \left(\frac{1000m}{1km}\right)\left(\frac{1h}{3600}\right) = 16.7m/s$$

$$v_f^2 = v_\circ^2 + 2ax = (16.7)^2 + 2(-1.50)(70) = 279 - 210 = 8.30m/s$$

$$t = \frac{v_{f-v_\circ}}{a} = \frac{8.30-16.7}{-1.5} = 5.40s$$

مثال (3): حتى تقلع طائرة من حاملة طائرات في البحر تزود بتسارع ثابت هو ($40m/s^2$)خلال مدة قصيرة (1.8s)، ما المسافة التي تقطعها الطائرة خلال هذه المدة

t=1.8s a=40m/s^2 ،$v_\circ = 0$

المطلوب حساب المسافة x

$$x = v_\circ\, t + \frac{1}{2}at^2 = 0 + \frac{1}{2}\,(40) \times (1.8)^2$$

=65m

مثال (4) : تبدأ سيارة حركتها من السكون وتتسارع بمعدل قدره ($4m/s^2$) خلال مسافة قدرها (20m) ، ماهي سرعة السيارة وما الزمن اللازم لقطع مسافة (20m)

$$v^2 = v_\circ^2 + 2ax = 0 + 2(4)(20) = 160m^2/s^2$$

$$v_2 = \sqrt{160m^2/s^2} = \pm 12.6m/s$$

$$t = \frac{v_2 - v_\circ}{a} = \frac{12.6-0}{4}$$

$$t = 3.15s$$

السقوط الحر للاجسام

كان المعتقد في زمن اورسطو ان الجسم الخفيف يسقط في الهواء بسرعة اقل من الجسم الثقيل .

- **في عام 1250 بدأ العلم بالظهور وكان روجر من وائل من اعتنقو فكرة التجربة ضرورية في تطوير النظريات عن السلوك الطبيعي لكنه لم مدركا لاهمية التحكم في المتغيرات المؤثرة على نتيجة التجربة .**
- **في عام (1564- 1642) كان غاليلو اول من مهد الطريق لاجراء التجارب العملية وقام بتصميم تجارب لقياس زمن سقوط اجسام متماثلة ذات كتلة مختلفة بدقة كبيرة وتوصل الى ان وزن الجسم الجسم لايؤثر على عجلة حركته باهمال مقاومة الهواء بالاضافة الى ذلك وجد غاليلو بان الاجسام لاتسقط سقوطا حرا بسرعة ثابته ولكنها تتحرك بسرعة منتظمة .**
- **ومن التطبيقات الهامة على الحركة بتعجيل ثابت هو السقوط الحر تحت تأثير الجاذبية الارضية (g) حيث ان عجلة الجاذبية ثابتة نسبيا على ارتفاعات محددة من سطح الارض واتجاهها دائما في اتجاه مركز الارض وبالتالي يمكن استخدام المعادلات السابقة مع تغير الرمز (x) بالرمز(y) وتغير (a) بالتعجيل (g) وتتغير قيمته من مكان الى اخر على سطح الارض ويعتمد على بعد الجسم عن مركز الارض كما انه يتأ ثر بدوران الارض .**

تصبح المعادلات بالشكل التالي

$$v = v_\circ + gt \text{.........(1)}$$

$$y = v_\circ t + \frac{1}{2} g t^2 \text{ ...(2)}$$

$$v_2^2 = v_\circ^2 + 2gy \text{ ....(3)}$$

ملاحظات عن حركة الاجسام في مجال الجاذبية الارضية

1- كل الاجسام تتسارع نحو الارض في سقوطها بنفس المقدار مهما اختلفت كتلتها باهمال مقاومة الهواء الا ان قيمة (g) تتغير بتغير الموقع الجغرافي على سطح الارض.
2- اذا كان الجسم ساقط سقوطا حرا فان سرعته الابتدائية ($v_\circ = 0$).
3- زمن ارتفاع القذيفة يساوي زمن سقوطها.
4- الجسم المقذوف شاقوليا نحو الاعلى يكون (g)سالبا .

مثال: جسم كتلته (2kg) يسقط من ارتفاع (80m) تحت تأثير قوة الجاذبية الارضية .

1- احسب السرعة النهائية عند ارتطامه بالارض ، اعتبر التعجيل الارضي(10)
2- الزمن اللازم لوصوله للارض

$$v_2^2 = v_\circ^2 + 2gy$$
$$v_2^2 = 0 + 2(10)(80) = 1600 \rightarrow v = \sqrt{1600}$$

$$v = 40\ m/s$$

$$t = \frac{v_{2} - v_\circ}{a} = \frac{40 - 0}{10} = 4\ s$$

مثال 2: رمى شخص كره رأسيا نحو الاعلى ثم التقفها شخص نفس الشخص بعد (5s) من لحظة قذفها ؟ باي سرعة تتحرك الكرة عندما تركت يد هذا الشخص .

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

$$0 = v_\circ (5) + \frac{1}{2}(-9.8)(5)^2$$

$$5v_\circ = 122.5 \ggg v_\circ = \frac{122.5}{5}$$

$$v_\circ = 24.5\ \mathrm{m/s}$$

الحركة في بعدين

- حركة القذائف

تعتبر حركة القذائف من الامثلة على الحركة في بعدين وهي اجسام تتحرك ضمن مجال الجاذبية الارضية وتتأثر به فقط اي ان الصواريخ والطائرات لاتدخل ضمن هذا المجال

تحدث حركة القذائف في بعدين احدهما افقي والاخر شاقولي وعليه فان الحركة الشاقوليه تتغير وفقا لمعادلة الاجسام الساقطة اما المركبة الافقية فانها تبقى ثابتة .

نفرض ان جسما قذف من نقطة الاصل كما مبين في الشكل بسرعة ابتدائية $\boldsymbol{v_\circ}$ **وبزاوية** $\boldsymbol{\theta}$

فالمركبة الافقية للسرعة الابتدائية

$$v_{\circ x} = \boldsymbol{v_\circ \cos\theta} \;\ldots\ldots\ldots(\mathbf{1})$$

$$v_{\circ y} = \boldsymbol{v_\circ \sin\theta} \quad \ldots\ldots(\mathbf{2})$$

وبعد فتره زمنية (t) تصبح مركبتا السرعة كما يلي

$$\boldsymbol{v_x = v_{\circ x} = v_\circ \cos\theta \ldots\ldots(3)}$$

$$\boldsymbol{v_y = v_{\circ y}\sin\theta - gt \;\ldots\ldots(4)}$$

من المعادلتين (3) (4) يمكن ايجاد سرعة القذيفة في اي لحظه زمنية

الازاحة ⟵

$$\boldsymbol{x = v_\circ \cos\theta t} \ldots\ldots(5)$$

$$\boldsymbol{y = v_{\circ y}\sin\theta \; t - \frac{1}{2}gt^2} \ldots\ldots\ldots(6)$$

من المعادلة (5) نحصل على

$$t = \frac{x}{v_\circ \cos\theta} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

اثبت ان اقصى ارتفاع تصل اليه القذيفة يعطى بالعلاقة $y=(\frac{v_\circ^2 sin^2\theta}{2g})$

الحل

$$y=v_{\circ y}\sin\theta\ t-\frac{1}{2}gt^2 \text{........(1)}$$

وللحصول على الزمن اللازم لوصول الذيفة الى اعلى نقطة من مسارها ($0=v_y$)

$$v_y=v_\circ\ \sin\theta-gt\ \ \ldots..(2)$$

$$0=v_\circ\ \sin\theta-gt\ \ \ldots..(3)$$

$$t=\frac{v_\circ\sin\theta}{g}\text{..........(4)}$$

نعوض (4) في (1) في قيمة t

$$y=v_{\circ y}\sin\theta\,(\frac{v_\circ\sin\theta}{g})-\frac{1}{2}g(\frac{v_\circ\sin\theta}{g})^2\text{........(5)}$$

$$y=(\frac{v_\circ^2 sin^2\theta}{g})-\frac{1}{2}g(\frac{v_\circ^2 sin^2\theta}{g^2})\times\frac{2}{2}\qquad (6)$$

$$y=\left(\frac{2v_\circ^2 sin^2\theta}{2g}\right)-\left(\frac{v_\circ^2 sin^2\theta}{2g}\right)\quad \ldots.\quad (7)$$

$$y=\left(\frac{v_\circ^2 sin^2\theta}{2g}\right)\qquad ..\qquad .\ (8)$$

مثال: تنطلق قذيفة من فوهة مدفع بسرعة ابتدائية (49m/s) وبزاوية (53°) مع الافق ، جد موضع القذيفة وسرعتها بعد مرور (2s)

الازاحة الافقية $x = v_\circ \cos\theta t = 49\cos 53(2) = 58\ \text{m}$

$$y = v_\circ \sin\theta\, t - \frac{1}{2}gt^2 = 49\sin 53(2) - \frac{1}{2}(9.8)(2)^2 = 58\ \text{m}$$

الازاحة الشاقولية

$$v_y = v_\circ \sin\theta\, t - gt = 49\sin 53 - (9.8)(2) = 19.6\ m/s$$

$$v_x = v_\circ \cos\theta = 49\cos 53 = 24.4\ m/s$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v = \sqrt{(24.5)^2 + (19.6)^2}$$

$$\boldsymbol{v = 35.3\ m/s}$$

مثال 2: يركل لاعب كره بسرعة ابتدائية **(19.6m/s)** وبزاوية **(45°)** مع الافق ، باي سرعة يجب ان يركض حارس المرمى في تلك اللحظه باتجاه الكرة لالتقاطها قبل ان تصل للارض اذا كانت تبعد عنه **(55m)** **(g=10)**.

$$t = \frac{v_\circ \sin\theta}{g} = \frac{19.6 \sin 45}{10} = 1.38\ s \longrightarrow$$

$t = 1.38 \times 2 = 2.77\ s$

$$x = v_\circ \cos\theta t = 19.6 \cos 45(2.77) = 38.38\ m$$

$$x = 55 - 38.38 = 16.62\ m$$

$$v = \frac{x}{t} = \frac{16.62}{2.77} = 6m/s$$

مثال : قذفت فتاة بالون مملوء بالماء بزاوية قدرها (50°) مع الافق بسرعة (12m/s) باتجاه سيارة تتقدم نحوها بسرعة منتظمة (8m/s)، فاذا اصطدم البالون بالسيارة ، اوجد بعد السيارة عن الفتاة لحظة قذف البالون ؟

$$t = \frac{v_\circ \sin\theta}{g} = \frac{12 \sin 50}{10} = 0.92$$

$$t = 0.92 \times 2 = 1.84s$$

$$x = v_\circ \cos\theta t = 12 \cos 50(1.84) = 14.2\ m$$

نجد المسافة التي تقطعها السيارة خلال هذه الفترة

$$x = v \times t = 8 \times 1.84 = 14.72\ \text{m}$$

المسافة الكلية

$$x = 14.2 + 14.72 = 28.92\ m$$


حركة المقذوفات المنحنية
زاوية القذف
ص
أقصى
إرتفاع
س

قوانين نيوتن في الحركة NEWTON,S Law s of motion

المقدمة :

في الجزء السابق ركزنا على علم وصف الحركة من ازاحة وسرعة وتعجيل دون النظر الى مسبباتها وهذا العلم يسمى الكينما تيكا ، وفي هذا الجزء سوف ندرس مسبب الحركة وهو كمية فيزيائية هامة تدعى القوة ، والتي وضع العالم نيوتن ثلاث قوانين اساسية تعتمد على الملاحظات التجريبية التي اجراها من ثلاث قرون

-العلم الذي يدرس العلاقة بين حركة الجسم والقوة المؤثرة عليه هو من علوم الميكانيكا الكلاسكية والتي تعرف باسم الديناميكيا وكلمة كلاسك هنا تدل على اننا نتعامل مع سرعات اقل بكثير من سرعة الضوء واجسام اكبر بكثير من الذرة

- مفهوم القوة

نتعامل في حيتنا اليومية مع العديد من انواع القوة المختلفة التي تؤثر على الاجسام المتحركة فتغير من سرعتها مثل شخص يدفع عربة او يسحبها او ان تؤثر القوة على الاجسام الساكنة لتبقيها ساكنة مثل الكتاب على الطاولة ويكون تأثير القوة مباشر مثل سحب زنبرك او دفع صندوق ويمكن تاثير القوة عن بعد مثل تنافر او تجاذب مغناطيس

يوجد العديد من القوى في الطبيعة وهي اما ان تكون ميكانيكية او كهربائية اومغناطيسية او نووية وقوة الجاذبية

القانون الاول لنيوتن

الجسم الساكن يبقى ساكن والجسم المتحرك بسرعة منتظمة على خط مستقيم يبقى على حركته مالم تؤثر عليه قوة تغير من حالته الحركية

يوضح هذا القانون خاصية القصور الذاتي للاجسام ، فالجسم الساكن يقاوم تغير في حالة سكونه وكذلك الجسم المتحرك بسرعة منتظمة يقاوم اي تغير في حالته حركته وهذا مايعرف بالقصور الذاتي للاجسام

اهم نتائج هذا القانون هو شرط التوازن في الحركة الانتقالية عندما تكون المحصلة المؤثرة عليه تساوي صفر

$$\sum F = 0$$

قانون نيوتن الثاني

اذا اثرت قوة او محصلة قوة على جسم بحيث تعطيه حركة انتقالية فان مقدار التعجيل الذي يكتسبه الجسم يتناسب طرديا مع القوة المؤثرة عليه وعكسيا مع كتلة الجسم ويتجه باتجاه محصلة القوى

$a\alpha\frac{F}{m}$ $\sum F = ma$

مثال : جسم كتلته (8kg)يستقر على سطح افقي خشن ، تعرض لتأثير قوة خارجية افقية مقدارها (30N) ، اوجد حسابيا التعجيل لهذا الجسم ، اذا علمت ان السطح الخشن يؤثر بقوة احتكاك مقدارها (3N)

$$\sum F = F - f_k = ma$$

$$= 30 - 3 = 8(a)$$

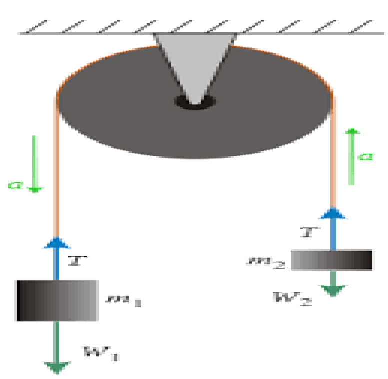
$$\boldsymbol{a = \frac{27}{8} = 3.37 m/s^2}$$

قانون نيوتن الثالث

لكل فعل رد فعل يساويه بالمقدار ويعاكسه في الاتجاه ويقع على خط فعل واحد ، اذا اثر جسم بقوة على جسم ثاني ، فان الجسم الثاني يؤثر على الاول بقوة ، حيث ان $F_{12} = -F_{21}$

- **تطبيقات على قانون نيوتن الثاني**

من التطبيقات على قانون نيوتن الثاني هي **ماكنة اتوود** ، تتكون هذه الماكنة المثالية من بكرة ثابتة وكتلتين $m2$ و$m1$ ولغرض **ايجاد الشد في الخيط T وتعجيل الكتلتين (a) على فرض ان تبدأ من السكون عندما ($m1 < m2$) ، نبدأ بتحليل القوة المؤثرة على كل كتلة على انفرادها ، فالكتلة $m2$ تتأثر بالقوة $m_2\, g$ وزنها نحو الاسفل والشد (T) نحو الاعلى فان محصلة القوتين هي**



$$m_2 g - T = m_2\ a$$

$$\mathrm{T} - m_1 g = m_1\ a$$

من المعادلتين اعلاه يمكن الحصول التعجيل والشد في الخيط $a = (\frac{m2-m1}{m1+m2})g$

الشد في الخيط $T = (\frac{2m_2 m_1}{m1+m2})g$

تستخدم ماكنة اتوود في المختبر لابجاد التعجيل الارضي وذلك لقياس المسافة التي تقطعها الكتلة m_2 **في زمن معين ،وفي حالة** $m1 = m2$ ، **التعجيل a=0 و** $T = m_1 g = m_2\ g$

مثال : ربط جسمان كتلتهما (25kg) و(50kg) بنهايتي خيط ثم علقا ببكرة خفيفة ناعمة جد

1- تعجيل الجسمين 2- الشد في الخيط

$$a = \left(\frac{m2-m1}{m1+m2}\right) g =$$

المحاضرة السابعة

قوة الاحتكاك Force of Fraction

عندما تعمل قوة ولتكن (F) على سحب جسم موجود على سطح جسم ما ، فان قوة مماسية تنشأ بين الجسم والسطح الموجود عليه ترقل وتعيق حركة الجسم الاول على الجسم الثاني بسبب تشابك نتوءات الجسمين مع بعضهما ، تسمى هذه القوة بقوة الاحتكاك (وهي القوة المقاومة التي تحدث عند تحريك سطحين متلامسين احدهما على الاخر باتجاهين متعاكسين عندما يكون بينهما قوة ضاغطه وهي معاكسة لحركة الجسم .

- **ان قوة الاحتكاك تاخذ تسميتين مختلفتين بحسب الحالة الحركية للجسم الخاضع لتاثير القوة الخارجية .**

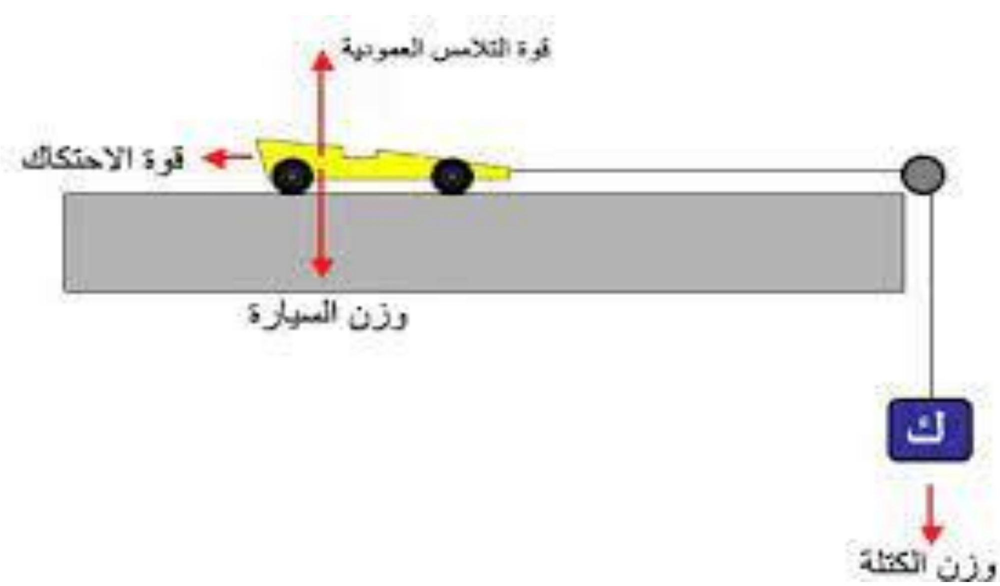
(1) الاحتكاك على سطح افقي

أ- قوة الاحتكاك السكوني (static Fraction)

عند تسليط قوة على جسم ساكن ، وعدم تحركه رغم تأثير القوة الخارجية ، فان قوة الاحتكاك تسمى في هذه الحالة بقوة الاحتكاك السكوني (f_s) ،وذلك كدليل على بقاء الجسم ساكنا وتعتمد قوة الاحتكاك السكوني على القوة العمودية (N) التي يؤثر بها السطح على الجسم المنزلق وهي قوة ردة الفعل

ب- قوة الاحتكاك الحركي (Kinetic Fraction)

اذا تحرك الجسم بعد خضوعه لتأثير القوة الخارجية (F) عليه ، فان قوة الاحتكاك تسمى قوة الاحتكاك الحركي



المحاضرة السابعة

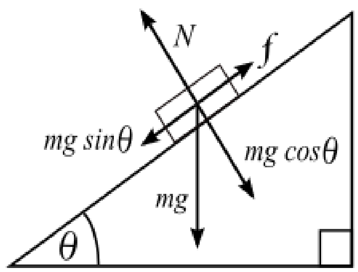
- اذا لم يتحرك الجسم تحت تأثير القوة الخارجية (F) فهذا يعني من الناحية العملية ان$F \le f_s$
- تصل قوة الاحتكاك السكوني الى اقصى قيمة لها ، وذلك قبل بدء حركة الجسم ويعبر عنها

$f_s=\mu_s N$ حيث(N)قوة رد الفعل ،(μ_s) معامل الاحتكاك السكوني

- اذا بدأ الجسم بالحركة على مستوى السطح ، فان مقدار قوة الاحتكاك يتناقص الى القيمة (f_s) ويعبر عنه بالعلاقة الرياضية $f_k=\mu_k N$ حيث (μ_k)معامل الاحتكاك الحركي

(2) الاحتكاك على سطح مائل

أ- الحركة على مستوى مائل بدون احتكاك



نلاحظ من الشكل ان الجسم ذو الكتلة (m) والوزن (mg=w)موجود على سطح املس تماما مائل عن الافق بزاوية (Ɵ)، بهدف تحليل وزن الجسم اسنخدمنا محورين (x،y) مركزهما عند مركز الثقل للجسم نلاحظ ان القوة المؤثرة على الجسم المتحرك هي وزن الجسم (w) وقوة تاثير الجسم عموديا في المستوي (N) ، نقوم بتحليل الوزن الى مركبتيه العمودية والافقية فنجد ان

المركبة الموازية للمستوي $w_x=w\sin\theta$

المركبة العمودية على المستوي $w_y=w\cos\theta$

القوة (w_x) هي القوة المحركة للجسم والتي تكسبه تسارعا ممكن نجده من قانون نيوتن الثاني

$$w = mg\sin\theta = ma \gg a = \frac{mg\sin\theta}{m}$$

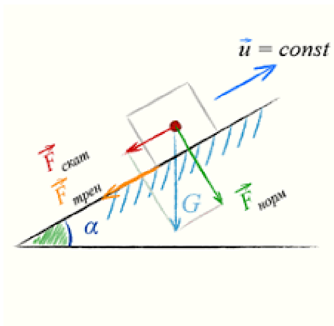
$$\therefore \boldsymbol{a = g\,sin\,\theta}$$

معن المعادلة الاخيرة نلاحظ ان تعجيل الجسم المتحرك على مستوى مائل بدون احتكاك لايعتمد ***على كتلة الجسم .***

مثال : اذا كانت كتلة الجسم المتحرك على سطح مائل بدون احتكاك (20kg) وبزاوية (45°)، اوجد تعجيل الجسم؟

$$\therefore \boldsymbol{a = g\,sin\,\theta = 9.8 \sin 45 = 6.93 m/s^2}$$

المحاضرة السابعة



ب- الحركة على مستوى مائل بوجود الاحتكاك

نلاحظ من الشكل ان الجسم ذو الكتلة (m) والوزن (w)

موجود على سطح خشن ، مائل بزاوية (ϴ)

القوة المؤثرة على الجسم المتحرك

1- وزن الجسم (w= mg)
2- قوة تأثير الجسم عموديا في المستوى (N)

نقوم بتحليل الوزن الى مركبتيه العمودية والافقية فنجد ان

المركبة الموازية للمستوي $w_x = w\sin\theta$

المركبة العمودية على المستوي $w_y = w\cos\theta$

- القوة (W_X) تعاكسها قوة الاحتكاك الحركي (f_k) يمكن ايجاد محصلة القوة من قانون نيوتن الثاني

$$\sum F_X = W_X - f_x = ma$$

=

$$F_X = mg\sin\theta - f_k = ma$$

$$\therefore a = \frac{mg\sin\theta - f_k}{m}$$

مثال : جسم كتلته (12kg) يتحرك على سطح مائل خشن ، اوجد تعجيل الجسم ، اذا كان السطح يميل بزاوية (30°) وقوة الاحتكاك (20N)

$$\therefore a = \frac{mg\sin\theta - f_k}{m} = \frac{12\times9.8\times\sin 30 - 20}{12} = 3.2\,m/s^2$$

المحاضرة السابعة

- تتناسب قوة الاحتكاك بين اي سطحين طرديا مع قوة القوة العمودية $F \alpha N$
- لاتعتمد قوة الاحتكاك على مساحة السطحين المتلامسين
- لاتعتمد قوة الاحتكاك على سرعة الانزلاق
- تطلق على الاعاقة او المقاومة التي تعرقل حركة جسم على جسم اخر والتي تسبب تشوه الجسمين بالاحتكاك التدحرجي او الدوراني وهو اقل انواع الاحتكاك.

الزخم الخطيLinear momentum

هو حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته وهو كمية متجهة ، فاذا كان لدينا جسم كتلته (m) وسرعته (v) فان زخمه الخطي يعرف بالعلاقة

$\vec{P}=m\vec{v}$ **وحدة الزخم** $\frac{kg.m}{s}$

مثال: قطار يسير (10m/s)على سكة مستقيمة ، مالزخم الخطي لراكب كتلته (60kg)يركض داخل القطار بسرعة (2m/s) بالنسبة لراكب ساكن ومودع يقف على رصيف المحطة

الحل : اذا افترضنا ان الشخص يركض باتجاه القطار ، الزخم الخطي له

$$p_{mT} = mv_{mT}$$

$$=60\times2=120\ \frac{kg.m}{s}$$

اما الزخم الخطي للراكب بالنسبة لمودع على رصيف المحطة فنجد هنا سرعته بالنسبة للقطار v_{mT} **وسرعة القطار بالنسبة للارض** v_{TE}

$$V=v_{mT+V_{TE}} \qquad =2+10=12m/s$$

$$p_{mE} = 60 \times 12 = 720\frac{kg.m}{s}$$

قانون حفظ الزخم

اذا كانت محصلة القوى الخارجية المؤثرة على جسم او مجموعة اجسام تساوي صفر فان الزخم يبقى ثابت بالمقدار والاتجاه

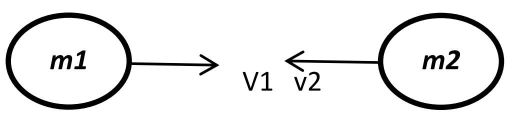
التصادم

التصادم في بعد واحد

يحدث عندما تكون الاجسام المتصادمة على خط عمل واحد ، بغض النظر عن كون الاجسام تتحرك بنفس الاتجاه ام بتجاهين متعاكسبين ، ولايشترط ان تكون جميع الاجسام المشاركة في التصادم متحركة ، فقد يكون بعضها ساكن قبل التصادم

ويقسم الى :

1- **التصادم المرن :** في هذا النوع من التصادم تبقى الطاقة الحركية محفوظة ، اي مجموع الطاقة الحركية للاجسام قبل التصادم تساوي مجموع الطاقة الحركية لهذه الاجسام بعد التصادم .



الطاقة الحركية $$\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2=\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2$$

الزخم $$m_1\ \ v_{1+}m_2v_2=m_1\ \ v_{1+}m_2v_2$$

يتطلب هذا النوع من التصادمات

1-انفصال الجسمين بعد التصادم 2- زمن التصادم صغير جدا

2- **التصادم غيرالمرن**

في هذا النوع من التصادم لاتبقى الطاقة الحركية والزخم محفوظين ، اي الالطاقة الحركية والزخم قبل التصادم لاتساوي الطاقة الحركية والزخم بعد التصادم

الطاقة الحركية $$\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2\neq\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2$$

الزخم $$m_1\ \ v_{1+}m_2v_2\neq m_1\ \ \overline{v}_{1+}m_2\overline{v}_2$$

مثال : اصطدمت كرة كتلتها (4kg) ومتحركة بسرعة (8m/s)بكرة كتلتها (1kg) ومتحركة بسرعة (3m/s) ، احسب سرعة الكرة الثانية بعد التصادم ، اذا علمت ان سرعة الكرة الاولى اصبحت بعد التصادم (2m/s)

$$m_1 \; v_{1+} m_2 v_2 = m_1 \; \overline{v_1}_{+} m_2 \overline{v_2} \quad \text{الزخم}$$

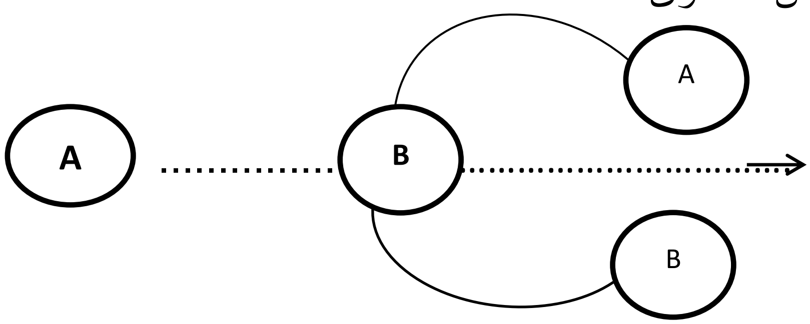
$$(4\times 8) + (1 \times 3) = 4 \times 2 + 1 \times v_2$$

$$35 = 8 + v_2$$

$$v_2 = 35 - 8 = 27 m/s$$

التصادم في بعدين

يقصد بالتصادم في بعدين ان الاجسام المتصادمة لاتبقى على نفس المحور الذي كانت عليه قبل التصادم بل تبقى في نفس المستوى فقط



القدرة : هي المعدل الزمني لانجاز للشغل بواسطة قوة ما ، هو هي الشغل بواسطة قوة ما خلال وحدة الزمن وهي كمية عددية

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

تقاس بوحدات الواط (w)حيث ان $1w = \frac{1J}{S}$

اذا كانت القوة المنجزة للشغل هي $F \cos\theta$ فان الشغل يساوي $P = \frac{F \; S\cos\theta}{t}$

$$P = Fv\cos\theta$$

مثال: يرقى رجل كتله (70kg) سلما ارتفاعه (3m) خلال (2s) ، 1- مالشغل الذي يبذله الرجل ضد قوة الجاذبية 2- ماهو متوسط قدرة الرجل

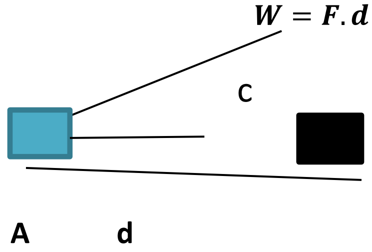
بما ان قوة الجاذبية على الرجل هي وزنه w=mg لذلك يحتاج الرجل الى بذل قوة مقدارها F ضد الجاذبية خلال صعوده اي ان F=w=mg ، وبما انه القوة بنفس اتجاه الازاحة الى الاعلى $\theta = 0$ وبالتالي يكون الشغل المبذول

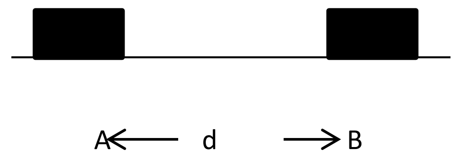
$$W=Fs\cos\theta = mg\, s\cos\theta = 70 \times 9.8 \times 3 = 2060J$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{2060}{2}$$

$$P = 1030w$$

الشغل : عندما تؤثر قوة على جسم وتغير موضع هذا الجسم فانها تنجز شغلا، فالشغل هو حاصل ضرب القوة في الازاحة التي يتحركها الجسم في مركبته ، القوة باتجاه الازاحة ، مثلا اذا اثرت قوة F في الاتجاه من الموضع A الى الموضع B ، ثم تحرك الجسم مسافة (d) في هذا الاتجاه كما في الشكل ، يكون الشغل المبذول $\boldsymbol{W = F.d}$





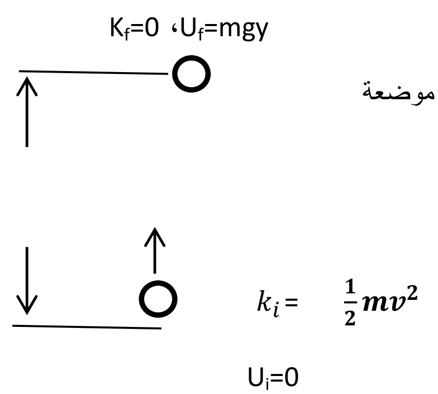
اما اذا كان اتجاه القوة من A الى C ، فان الشغل المبذول يكون

$$\boldsymbol{W = F.d\cos\theta}$$

يتضح من القانون ان الشغل يكون موجبا اذا كان باتجاه الازاحة لان $(\boldsymbol{\cos 0 = 1})$ويكون سالبا اذا كان معاكسا لاتجاه الازاحة $(\boldsymbol{\cos 180 = -1})$ وحدة قياس الشغل هي داين .سم (erg) او نيوتن (متر . جول) 1جول = 10^7 ارك

من الشكل ا ، نلاحظ الشغل المبذول لرفع الجسم ما يزيد من الطاقة الكامنة فيه بفضل موضعة

وتسمى الطاقة بطاقة الوضع ويرمز لها بالرمز U



مثال : جسم يتحرك تحت تأثير قوة (F=20N)تصنع زاوية مقدارها (37°) كما في الشكل ، فاذا تحرك الجسم مسافة مقدارها (d=4m) على سطح املس ، احسب الشغل المبذول بواسطة القوة F

$$\boldsymbol{W = F.d\cos\theta}$$

$$\boldsymbol{W = 20 \times 4\ \cos 37 = 63.9\,J}$$

مثال : قذفت كره كتلتها (2Kg) الى الاعلى مسافة مقدارها (d=4m) ، احسب الشغل المبذول بواسطة قوة الجاذبية

الحل :بما ان الجسم قذف نحو الاعلى فان الازاحة تكون نحو الاعلى وان القوة المؤثرة على الجسم وهي قوة الجاذبية الارضية الى الاسفل ، اي ان القوة تصنع مع الازاحة زاوية مقدارها (180°)

$$\boldsymbol{W = F.d\cos\theta}$$

$$\boldsymbol{W = 19.6 \times 4\cos 180 = -78.4\ J}$$

طاقة الوضع وطاقة الحركة

عند قذف جسم كتلته m الى الاعلى فان القوة المؤثرة عليه تساوي وزن الجسم اي ان F=mg ، وحسب قانون الشغل والطاقة تكون الزيادة في طاقة الجسم عند رفعه مسافة – مساوية للشغل الذي تبذله القوة

$$\Delta U = mgy$$

حيث ان- $(\Delta U = u_{f-} u_i)$ هي التغير في طاقة الوضع ، واذا اعتبرنا ان الجسم بطاقة وضع ابتدائية (U_i=0)وانتهى عند طاقة وضع نهائية (U_i= U) فان U=mgy ، وتعرف الطاقة الكامنة (طاقة الوضع)

وهي الطاقة المختزنة في نظام ما (جسم ما) بسبب الشغل المنجز عليه مما يؤدي الى تغير موضعه .

الطاقة الحركية :

وهي الطاقة التي يمتلكها الجسم والناتجة بسبب حركته ، فاذا كان الجسم كتلته (m) يتحرك في لحظة معينة بسرعة (v) غلى خط مستقيم ، فان طاقته الحركية (K) في تلك اللحظة

$$\boldsymbol{K = \frac{1}{2} \quad mv^2}$$

اذا كان لدينا جسم كتلته (m)وسرعته الابتدائية (v_i) **تكون طاقته الحركية الابتدائية**

$$\boldsymbol{K_i = \frac{1}{2} m v_i^2}$$

اذا تم تسريع الجسم لتصبح سرعته النهائية **(v_f) فان طاقته الحركية**

$$\boldsymbol{K_f = \frac{1}{2} m v_f^2}$$

الشغل المنجز يساوي التغير في الطاقة الحركية

$$w = k_f - \boldsymbol{k_i}$$

$$\mathbf{W} = \boldsymbol{\frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2}$$

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

$$\mathbf{W} = \boldsymbol{\frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2}$$

$$\mathbf{W} = \boldsymbol{\frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)}$$

$$\mathbf{W} = \boldsymbol{\frac{1}{2} 1000 (30^2 - 20^2)}$$

W= 500×(900-400)=250000=250KJ

قانون حفظ الطاقة

يعتبر قانون حفظ الطاقة من القوانين المهمة في الفيزياء وينص على ان القوة لاتفنى ولاتستحدث من عدم ويمكن ان تاخذ صورة اخرى اي تتحول من نوع الى اخر ، فمثلا اذا سقط الجسم من حالة سكون في مجال الجاذبية الارضية فانه يكتسب طاقة حركية تساوي تما ما يفقده من طاقة الوضع

$$K_f + U_f = k_i + U_i$$

$$E_f + E_i$$

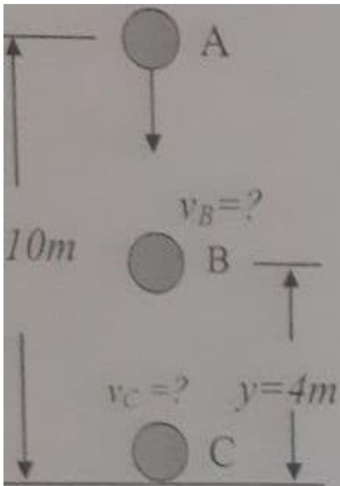
E=K+U الطاقة الكلية

مثال (4-9)

جسم صغير كتلته $m=2Kg$ أسقط من ارتفاع $h=10m$ فوق سطح الأرض كما بالشكل (3-7). مستخدما مبدأ حفظ الطاقة احسب ما يلي:

أ) سرعة الجسم على ارتفاع $y=4m$ من سطح الأرض.

ب) سرعة الجسم لحظة وصوله لسطح الأرض.



شكل 3-7

الحل:

أ) باستخدام مبدأ حفظ الطاقة بين النقطتين A و B نحصل على

$$K_A + U_A = K_B + U_B$$

$$0 + mgh = (1/2)\, m\, v_B^2 + mgy$$

$$2g\,(h - y) = v_B^2$$

$$v_B^2 = (2)\,(9.8)\,(10 - 4) = 117.6$$

$$v_B = 10.8\ m/s$$

ب) باستخدام مبدأ حفظ الطاقة بين النقطتين A و C نحصل على

$$K_A + U_A = K_C + U_C$$

$$0 + mgh = (1/2)\, m\, v_C^2 + 0$$

$$2g\,h = v_C^2$$

$$v_C^2 = (2)\,(9.8)\,(10) = 196$$

$$v_C = 14\ m/s$$