3) Y=0 لأن الجسم عاد الى مستوى انطلاقه

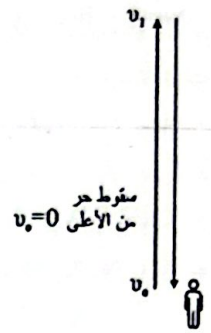
$y = v_\circ - gt^2 \rightarrow 0 = 20t - \left(\frac{1}{2} * 10t^2\right) \rightarrow$

$t = 4sec$

4) $v = v_\circ - gt \rightarrow v = 0 - (10 \times 4)$

4) $\rightarrow v = -40\ \frac{m}{sec}$ عكس اتجاه الحركة

5) X=0 لان الجسم عاد إلى موقع انطلاقه



امثلة

1) حول مقدار السرعة $0.200cm/sec$ إلى وحدات $km/year$

$$0.200\ \frac{cm}{sec} = \left(0.200\ \frac{cm}{sec}\right) \times \left(10^{-5}\frac{km}{cm}\right) \times \left(3600\frac{sec}{hr}\right) \times \left(24\frac{hr}{d}\right) \times \left(365\frac{d}{y}\right)$$

$$= 63.1 km / year$$

2) عداء يكمل دورة حول مسار $200m$ في $25\ sec$ احسب

ا- الانطلاق ب- السرعة للعداء

الانطلاق $= \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{الزمن}} = \frac{200}{25} = 8\ m/sec$

السرعة $= \frac{\text{الازاحة}}{\text{الزمن}} = \frac{0}{25} = 0\ m/sec$

3- يبدأ جسم الحركة من السكون بتعجيل ثابت مقداره $\frac{3m^2}{sec}$ في خط مستقيم

احسب

- مقدار السرعة بعد $5\ sec$
- متوسط الانطلاق بعد الخمس ثوان
- المسافة المقطوعة خلال الخمس ثوان

تعير الحركة باتجاه X الموجبة

مكتبة مريم
فوق النادي الطلابي

$Vi = 0$

السرعة $vf_x = vi_x + at = 0 + \frac{8m}{sec^2}(5sec) = \frac{40m}{sec}$

متوسط الانطلاق $v_{av} = \frac{vi_x + vf_x}{2} = \frac{0+40}{2} = 20\frac{m}{sec}$

$$x = vi_x t + \frac{1}{2}at^2 = 0 + \frac{1}{2}\left(\frac{8m}{sec^2}\right) + (sec)^2 = 100m$$

Scanned with CamScanner

4- تزداد سرعة شاحنة انتظام من (15k/hr) (60km/hr) خلال (20sec) احسب:

أ- السرعة المتوسطة (الانطلاق).

ب- التعجيل.

ج- المسافة المقطوعة.

استخدم وحدات m/sec

الحل/

بالنسبة لرحلة العشرين الثانية نأخذ الحركة باتجاه x الموجب نحو السرعة من $l_1\ km/hr$

$$v_{ix} = \left(15\frac{km}{hr}\right)\left(1000\frac{m}{km}\right)\left(\frac{1}{3600}\frac{hr}{sec}\right) = 4\cdot 17m/sec = v_{ix}$$

$$v_{fx} = \left(\frac{60km}{hr}\right)\left(1000\frac{m}{km}\right)\left(\frac{1}{3600}\frac{hr}{sec}\right) = 16\cdot 7m/sec$$

أ-

$$v_{av} = \frac{v_{ix} + v_{fx}}{2} = \frac{4\cdot 17 + 16\cdot 7}{2} = 10.4\frac{m}{s}$$

ب-

$v_f = v_0 + at$

$$a = \frac{v_{fx} - v_{ix}}{t} = \frac{16\cdot 7 - 4\cdot 17}{20} = 0\cdot 63m/sec^2$$

ج-

$$x = v_{avx}t = (10\cdot 4) \times (20sec) = 208m \approx 0\cdot 21km$$

5- اسقطت الكرة من السكون عند ارتفاع (50m) فوق سطح الأرض.

أ- كم يكون مقدار سرعتها قبل ارتطامها مباشرة بالأرض.

ب- كم تستغرق من الزمن لتصل الى الأرض.

الحل/

بإهمال الاحتكاك فإن الكرة تسقط بتعجيل منتظم متجهة الى الأسفل وتساوي $9\cdot 81m/sec^2$ المسار الاتجاه الى الأسفل موجب

$$y = 50m \qquad g = 9\cdot 81m/sec^2 \qquad v_{iy} = 0$$

أ-

$$v^2{}_{fy} = v^2{}_{iy} + 2ay = 0 + 2 * (9\cdot 81) * (50) = 981$$

$$\therefore v_{fy} = 31.3\frac{m}{sec} \qquad v = v_0 + gt$$

$$g = \frac{v_{fy} - v_{iy}}{t} \quad \therefore t = \frac{v_{fy} - v_{iy}}{g} = \frac{31\cdot 3 - 0}{9\cdot 81} = 3\cdot 19sec$$

مكتبة مريم
فوق النادي الطلابي

6- تبدأ عربة انزلاق من السكون وتنزلق الى اسفل منحدر مسافة $9m$ خلال 3sec كم يبلغ الزمن الذي تستغرقه بالانزلاق بعد بدأ الحركة لتكتسب سرعة مقدارها (24m/sec) افترض ان التعجيل ثابت.

الحل/

Scanned with CamScanner

نفرض انها تتحرك باتجاه x الموجب

$x = 9 \cdot m \qquad t = 3sec \qquad v_i = 0$

$x = v_{ixt} + 1/2at^2$

$x = 0 + 1/2at^2$ من

$a = \frac{2x}{t^2} = \frac{2*9}{(3)^2} = 2m/s^2$ تستطيع استخدام هذه القيمة

$\therefore t = \frac{v_{fx} - v_{ix}}{a} = \frac{24 - 0}{2m/sec^2} = 12\ sec$

أي يجب ان نصل L_1 زمن 12sec لتكسب سرعة $24m/sec$

7- باص متحرك بسرعة مقدارها (20m/sec) يبدأ في الابطاء بتعجيل ثابت مقداره $3m/sec^2$ احسب المسافة التي يقطعها قبل ان تتوقف.

الحل/

اعتبر الاتجاه الموجب لـ x لحركة الباص

$v_i = 20m/sec \qquad v_f = 0m/sec \qquad a = -3m/s^2$ ابطاء عكس الحركة

$v^2_{fx} = v^2_{ix} + 2ax$

$0 = v^2_{ix} + 2ax \qquad 0 = 20^2 - 2 * (3m/sec^2) * x$

$\therefore x = \frac{20^2}{6} = \frac{400}{6} = 66 \cdot 6m$

8- سيارة متحركة بسرعة مقدارها (30m/sec) تبطئ بانتظام الى سرعة $(10m/sec)$ في زمن $5sec$

اوجد:

أ- تعجيل السيارة.

ب- المسافة التي تحركها السيارة في الثانية الثالثة.

مكتبة مريم
فوق النادي الطلابي

الحل/

نأخذ الحركة باتجاه x الموجب

أ-

$t = 5sec \qquad v_{ix} = 30m/sec \qquad v_{fx} = 10m/sec$

$v_{fx} = v_{ix} + at \quad \therefore a = \frac{v_f - v_i}{t}$

$a = \frac{10 - 30}{5} = -4m/sec^2$

ب-

$x = v_{ix}t + 1/2at^2$

$= 30 * 3 + 1/2 * (-4m) * (3)^2$ تباطؤ

$= 90 - 18 = 72m$

Scanned with CamScanner

9- تتناقص مقدار سرعة قطار بانتظام من $(15m/s)$ الى $(7m/sec)$ خلال مسافة $(90m)$ احسب

أ- تعجيل القطار.

ب- المسافة الإضافية التي يقطعها القطار قبل ان يصل الى السكون.

مكتبة مريم
فوق النادي الطلابي

الحل/

أ-

$$v_{ix} = 15m/sec \qquad v_{fx} = 7m/sec \qquad x = 90m$$

$$\therefore v_{fx^2} = v_{ix^2} + 2ax$$

$$\therefore a = \frac{(7)^2 - (15)^2}{2 * 90} = \frac{49 - 225}{180} = -0 \cdot 98m/sec^2$$

ب-

$$v_{ix} = 7m/sec \qquad v_{fx} = 0 \qquad a = -0 \cdot 98m/sec^2$$

استخدام نفس العلاقة لأيجاد x

$$x = \frac{v^2_{fx} - v^2_{ix}}{2a} = \frac{0^2 - 7^2}{2 * -0 \cdot 98} = \frac{-49}{-1 \cdot 96} = 25m$$

10- قذف حجر رأسيا اعلى وارتفع مسافة $(20m)$ كم تبلغ سرعة قذفه؟

الحل/

نعتبر الاتجاه الى الأعلى الموجب.

سرعة الحجر عند اعلى نقطة تساوي 0

$$\therefore v_{fy} = 0 \qquad y = 20m \qquad g = 9 \cdot 81m/sec^2 \quad \text{تعجيل لأسفل سالب}$$

$$v^2_{fy} = v^2_{iy} + 2gx \qquad 0 = v^2_{iy} - 2gx \qquad v^2_{iy} = 2gx$$

$$\therefore v_{iy} = \sqrt{0 * 2 * (9 \cdot 81m/sec^2) * \ 20m} = \sqrt{392}$$

ضرب الأرض عكس اتجاه حركة القذف للأعلى

$$\approx 20m/sec$$

11- الكرة التي تقذف رأسيا اعلى على سطح القمر تعود نقطة القذف بعد $(4sec)$ علما انت التعجيل عند سطح القمر (الجاذبية) تساوي $(1 \cdot 6m/sec^2)$ اوجد مقدار سرعة قذف الكرة الى الأعلى

الحل/

الاتجاه الى الأعلى موجب و الى الأسفل سالب

$$t = 4sec \qquad a = 1 \cdot 6m/sec^2$$

$$y = v_{iy}t + 1/2\ gt^2$$

إزاحة صفر $y = 0$ صعدت وهبطت الى نفس النقطة

$$0 = v_{iy}(4) + (1/2)(-1 \cdot 6)(4)^2$$

$$4v_{yi} = 1/2 * (1 \cdot 6) * 16 \qquad v_{yi} = \frac{25 \cdot 6}{2 * 4} = 3 \cdot 2m/sec^2$$

Scanned with CamScanner

12- قذفت كرة بأسيتول الى اعلى فوق سطح القمر بسرعة ابتدائية $(35m/s)$ احسب $(g = 1 \cdot 6m/sec^2)$

أ- اقصى ارتفاع تصل اليه الكرة

ب- الزمن الذي تستغرقه لبلوغ هذا الارتفاع

ج- سرعتها بعد $(30sec)$ من محطة قذفها

مكتبة مريم
فوق النادي الطلابي

الحل/

نعتبر السرعة الى اعلى موجب والى اسفل سالب

أ-

$$v^2_{fy} = v^2_{iy} + 2ay$$
$$0 = (35)^2 + 2(-1 \cdot 6)y$$
$$\therefore y = 380m \quad 1225 = 3 \cdot 2y$$

ب- زمن $v_{fy} = v_{iy} + gt$

$$0 = 35 + (-1 \cdot 6)t$$
$$35 = 1 \cdot 6t \quad \therefore t \approx 222sec$$

القوة والحركة Force and Motion

قوانين نيوتن في الحركة. Newton's laws

يدعى الجزء من الميكانيك الذي يبحث بالعلاقة بين الحركة والقوة المسببة لها بعلم الديناميك Dynamics وهو يشمل القسم الأعظم من علم الميكانيك ويبحث علم الستاتيك بالعلاقة بين الحركة والقوة عندما يكون الجسم في حالة اتزان أي عندما يكون تعجيله مساويا للصفر واهم القوانين التي تفسر القوة والحركة هي قوانين نيوتن الثلاثة وهي

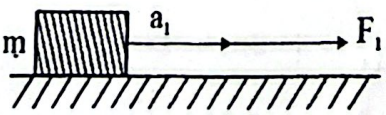
قانون نيوتن الأول: (قانون التوازن) وينص على ان الجسم الساكن يبقى ساكن والمتحرك يبقى متحرك بسرعة ثابتة ما لم تؤثر عليها قوة خارجية.

قانون نيوتن الثاني: (قانون التعجيل) وينص على ان التغيير الزمني للسرعة (التعجيل) تتناسب طرديا مع القوة المسببة له ويقع ذلك التغيير في الاتجاه الذي تؤثر به القوة.

قانون نيوتن الثالث: (قانون الفعل ورد الفعل) وينص على ان لكل فعل رد فعل يساويه بالمقدار ويعاكسه بالاتجاه ويقعان على خط تأثير واحد ويؤثران في جسمين مختلفين.

ولفهم نوعية وطبيعة العلاقة بين القوة والحركة علينا فهم نتائج التجارب الثانية.

أولا: نفتض ان القوى $(F_1.F_2.F_3)$ التي كل منها بقيان حلزوني اثرت على جسم كتلته (m) موضوع على سطح افقي املس



مكتبة مريم فوق النادي الطلابي

فازاحته بالازاحات $(x_1.x_2.x_3)$ على التوالي وبالأزمنة $(t_1.t_2.t_3)$ على التوالي كما في الشكل وبحساب تعجيل الجسم في كل حالة من حالات حركة الكتلة (m) ولتكن $(a_1.a_2.a_3)$ على التوالي فأن نتائج هذه التجربة إن تعجيل أي كتلة ثابتة المقدار بتناسب طرديا مع القوة المؤثرة عليه عند ثبوت الكتلة (m) وهذا يسمى نيوتن الثاني

$\therefore a \propto F \ldots 1$

ثانيا: لنفرض ان قوة ثانية المقدار مثل (F_1) اثرت بصورة منفردة على كل من الاجسام ذات الكتل $(m_1.2m_1.3m_1)$ الموضوعة على سطح افقي املس فازاحها بالازاحات $(x_1.x_2.x_3)$ على التوالي وبالإزاحة $(t_1.t_2.t_3)$ على التوالي وتعجيل كل جسم فانه يساوي $(a_1.\frac{1}{2}a_1.\frac{1}{3}a_1)$ على التوالي هذا يعني ان تعجيل أي جسم يتناسب عكسيا مع كتلته عند ثبوت القوة المؤثرة عليه أي ان

$a \propto \frac{1}{m} \ldots \ldots 2$

مكتبة مريم
فوق النادي الطلابي

نربط المعادلة 1 مع 2

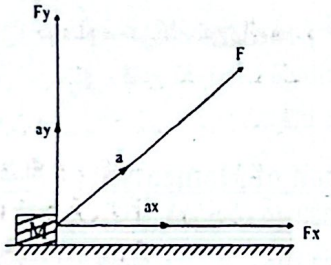
$F = kam \ldots \ldots 3$

وحدة القوة: هي القوة التي لو اثرت على وحدة كتلة اكسبتها تعجيلا مقداره وحدة التعجيل أي ان النيوتن يعرف بأنه القوة المؤثرة على كتلة كيلو غرام واحد تكسبه تعجيل قدره m/sec^2 من منطوق التعريف فأن معادلة 3 تصبح

$F = ma \ldots \ldots 4 \quad k = 1$ حيث

اذن إذا اثرت قوة F على جسم كتلته m واكسبته تعجيلا مقداره a كما في الشكل وكانت حركتي القوة F في الاتجاهين (Fx,Fy) تكسبهما تعجيل (ax,ay)

حيث m كمية ثابتة تمثل كتلة الجسم الذي تؤثر عليه القوة $\frac{F}{a} = \frac{Fx}{ax} = \frac{Fy}{ay} = m$



كما ويمكن وضع المعادلة 4 بالصيغة التفاضلية التالية

$F = ma = m\frac{dv}{dt} = m\frac{d^2x}{dt^2} \ldots \ldots 5$

الزخم Momentum: أي جسم هو كمية الحركة التي يحملها ذلك ويساوي حاصل ضرب كتلته في سرعته ويدعى هذا الزخم بالزخم الخطي Linear Momentum ووحدته kg.m/sec

$\therefore M = mv \ldots \ldots 6 \quad kg \cdot m/sec$

كما وضع الصيغة الرياضية القانون نيوتن الثاني $F = m\frac{dv}{dt}$

$F = mg$

$$F = G\frac{mM}{r^2}$$

ويعتمد على الوحدات التي تقاس بها كل من القوة والكتلة والبعد وقد وجد العالم كافنديش ان قيمة الثابت العام G

$$G = 6.67 \times 10^{-8} \text{dyne } \frac{cm^2}{gm^2} = 6.67 \times 10^{-11} N.m^2 \backslash kgm^2$$

كتلة الأرض Mass of the Earth

بعد معرفة القيمة العددية لثابت الجذب العام لنيوتن أمكن حساب كتلة الأرض وذلك من الاستفادة من قانون الجذب العام لنيوتن حيث ان حيث ان وزن 1 kg على الأرض يساوي (9.8N) وبما ان البعد بين اي كتلة على سطح الأرض ومركزها هو نصف قطر الأرض البالغ (6380 km) وبالتعويض في معادلة قانون الجذب العام.

$$F = G\frac{mM}{r^2}$$

$$1kg \times 9.8 = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1 \times M}{(6380 \times 10^3)^2} = 5.98 \times 10^{24} kg$$

ومن معرفة كتلة الأرض وحجمها يمكن حساب كثافتها

$$p = \frac{m}{v} = \frac{5.98 \times 10^{24}}{\frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times (6380 \times 10^3)^3} = 5495 \frac{kg}{m^3}$$

وهذه الكثافة أكبر من معدل كثافة سطح الأرض لذا يجب أن تكون محتويات باطنها ذات كثافة أكبر من كثافة محتويات سطحها.

تغيير قيمة التعجيل الأرضي:

بما ان وزن الجسم هو w هو قوة جذب الأرض لكتلة ذلك الجسم لذا يمكن وضع معادلة قانون الجذب العام في الشكل التالي

$$w = G\frac{mM}{r^2}$$

m: الجسم

M: كتلة الأرض

R :نصف قطر الأرض

ولدينا F=mg=mg

نحصل على

$$mg = G\frac{mM}{r^2}$$

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

وبما ان كل من M، G ثابتين لذا فان التعجيل الأرضي g في نقطة على سطح الأرض او اي بعد من مركزها يتناسب عكسيا مع مربع البعد عن مركز الأرض

جدول يبين نماذج القيم gبالنسبة للارتفاع عن سطح البحر