جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الفيزياء والفلك

جامعة الملك سعود
King Saud University

فيزياء عامة (2) فيز 102

الفصل الرابع: قوانين نيوتن للحركة وتطبيقاتها

Newton’s laws of Motion and Their Applications

الفصل الرابع: قوانين نيوتن للحركة وتطبيقاتها
Newton's laws of Motion and Their Applications

4-1 مقدمة

4-2 قانون نيوتن الأول للحركة Newton's First Law

4-3 قانون نيوتن الثاني للحركة Newton's Second Law

4-4 كتلة القصور والوزن Inertial Mass & Weight

4-5 قانون نيوتن الثالث للحركة Newton's Third Law

4-6 تطبيقات على قوانين نيوتن في الحركات الأفقية والرأسية والمائلة
Applications of Newton's laws in Horzontal, Vertical and Inclined Motion

4-7 قوى الاحتكاك Forces of Friction

4-10 قانون نيوتن للجاذبية الكونية
Newton's laws of Universal Gravitation

4-10-1 مفاهيم أساسية Basic Concepts

4-10-2 الوزن وقوة الجاذبية الأرضية Weight and Gravitation Force

٢-٤ المقدمة

- **سندرس في هذا الفصل:**

١ – قوانين نيوتن للحركة .

٢ – أنواع القوى المؤثرة على االجسام .

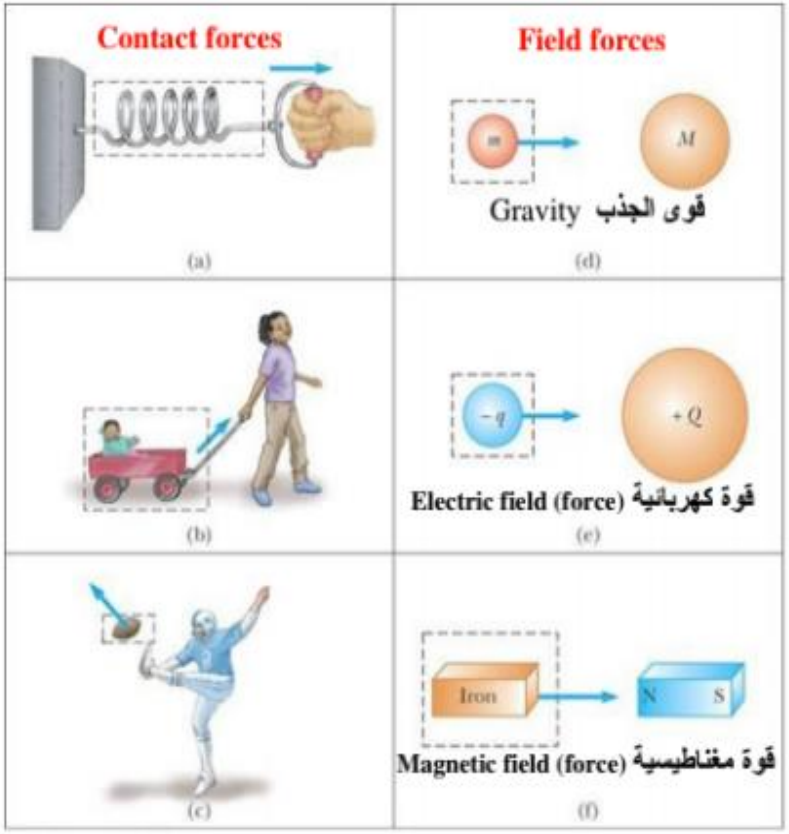
٣ – تطبيقات على قوانين نيوتن .

٤ – قوى االحتكاك .

٥– قانون نيوتن للجاذبية الكونية .

٦ – حل بعض المسائل .

القوى المؤثرة على الأجسام:



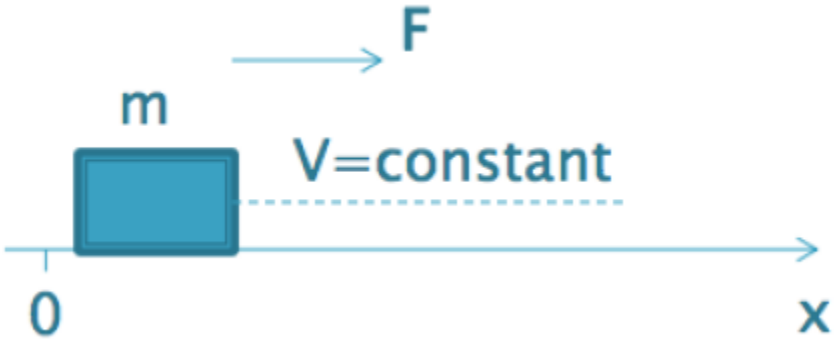
١– قوى التلامس: هي التي تنتج عن تلامس أو تصادم بين الجسم
والمحيط، وقد تسبب في تشوه في الشكل، أو تغير في الحركة، أو الأثنين معا.

٢– قوى المجال: هي القوى التي تؤثر عن بعد عبر الفضاء، مثل: قوة
التجاذب بين كتلتين، والقوة الكهربائية بين شحنتين، والقوة المغناطيسية
بين قطبي مغناطيس.

٢-٤ قانون نيوتن الأول للحركة

Sir Isaac Newton
(1642 – 1727)

ينص على أنه : يبقى الجسم الساكن على حالته الساكنة ، ويبقى الجسم المتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم على حالته من الحركة ما لم تجبرهما قوى خارجية على تغيير حالتيهما .



$$\sum \vec{F} = 0,\ \vec{a} = 0$$

تبرز من هذا القانون خاصية مرتبطة بالأجسام المادية وهي خاصية القصور الذاتي

القصور الذاتي

- وعليه، إذا كان الجسم معزولاً*، يمكن تعريف مرجع إسناد يكون فيه التسارع صفرا. وهذا النوع من مراجع الإسناد هي مراجع خاصة تسمى "مراجع الإسناد القصورية": وهي مراجع غير متسارعة وتكون فيها قوانين نيوتن صحيحة. لهذا السبب يدعى قانون نيوتن الأول "قانون القصور أو الجمود".

- مراجع الإسناد القصورية Inertial Frames of Reference
  - مرجع الإسناد القصوري هو المرجع الذي يكون تسارعه صفرا، أي ساكنا أو متحركا بسرعة ثابتة. أما المراجع المتسارعة فهي "مراجع إسناد غير قصورية".
  - أي مرجع إسناد يتحرك بسرعة ثابتة بالنسبة لأي "مرجع قصوري" يكون نفسه مرجعا قصوريا.

صياغة أخرى لقانون نيوتن الأول: عند النظر اليه من "مرجع إسناد قصوري"، فإن الجسم المعزول يكون إما "ساكنا" أو "متحركا بسرعة ثابتة (مقدارا واتجاها)".

* الجسم المعزول هو الذي لا يتفاعل مع أجسام أخرى أو لا تؤثر عليه قوى خارجية (محصلة القوى الخارجية عليه صفرا أي تسارعه = 0).

٣-٤ قانون نيوتن الثاني للحركة

ينص على أنه: إذا كانت محصلة القوى المؤثرة على جسم أكبر من الصفر، فإنها تتسبب في تسارعه في اتجاه القوة بحيث يتناسب مقدار التسارع a طرديًا مع محصلة القوة وعكسيًا مع كتلة الجسم m.

$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m} \rightarrow \sum \vec{F} = m\vec{a}$$

ويمكن كتابتها بدلالة المركبات كالتالي:

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_y = ma_y$$

$$\sum F_z = ma_z$$

٤-٤ كتلة القصور والوزن

تتضح من قانون نيوتن الثاني العلاقة بين الكتلة والقصور الذاتي، حيث أنه كلما زادت كتلة الجسم، تطلب الأمر قوة أكبر لتحريكه من السكون أو ايقافه عن الحركة.

الكتلة: هي كمية المادة الموجودة في الجسم، وتعتمد على عدد الذرات والجزيئات الموجودة فيه وهي كمية قياسية وتُقاس بوحدة الكيلوجرام.

الوزن: هو قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة على الجسم لتحدث به تسارعًا مقداره g ويُقاس بوحدة النيوتن.

الكتلة: "كتلة الجذب" و "كتلة القصور"

- **القصور (الجمود) الذاتي Inertia:** هو نزعة الجسم للمحافظة على حالته، أي يقاوم أي محاولة لتغيير حالته.
- **"الكتلة" مقابل "الوزن" Mass versus Weight:** الكتلة والوزن هما كميتان مختلفتان
  - **كتلة الجسم (m)** تعبر عن قصوره (أو جموده)، أي تقيس قدرته على مقاومة تغيير حركته.
  - **وزن الجسم (W)** يساوي مقدار قوة جذب الأرض له. أي ان وزن كتلة مقدارها m يساوي قوة جذب الأرض لهذه الكتلة:

$$\vec{W} \equiv \vec{F}_g = m\vec{g} \quad \text{.....} \quad (5.4)$$

Weight الوزن

Gravitational force قوة الجاذبية

إنتبه: وحدة الوزن ليست "kg" بل "Newton N". أل "kg" هي وحدة الكتلة.

بينما كتلة أي جسم هي نفسها في أي مكان، الوزن يتغير من مكان لأخر معتمدا على قيمة ثابت الجاذبية g.

- **"كتلة الجذب" و "كتلة القصور" Gravitational mass versus inertial mass**

  - **كتلة الجذب Gravitational mass:** في قوة الجاذبية (معادلة 5.4)، الكتلة m هي كتلة الجذب والتي تحدد قوة التجاذب بين الجسم والأرض.

  - **كتلة القصور inertial mass:** في قوانين نيوتن، الكتلة هي كتلة القصور والتي تقاوم أي محاولة لتغيير حركة الجسم.

  - كتلة الجذب = كتلة القصور.

٤-٥ قانون نيوتن الثالث للحركة

ينص على أنه: لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومضاد في الاتجاه.
أو: إذا أثر جسم بقوة ما على جسم آخر، فإن الأخير يؤثر على الأول بقوة مساوية لها في المقدار ومضادة في الاتجاه.

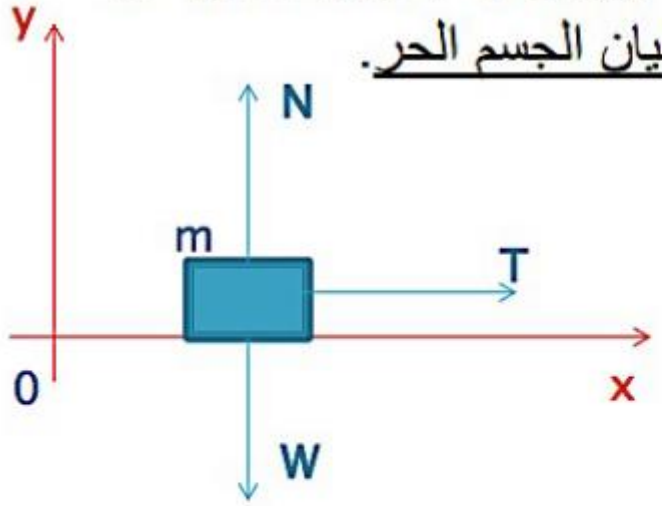
$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

مثال ٤-١

٤-٦ تطبيقات على قوانين نيوتن للحركات الأفقية والرأسية والمائلة

٤-٦-١ قوى الشد Tension Forces

تنشأ هذه القوى نتيجة تأثير قوة شد على كتلة m، ويرمز لها بالرمز T. ويمكن تمثيل القوى المؤثرة على الجسم بواسطة مخطط بيان الجسم الحر.



بتطبيق قانون نيوتن الثاني في اتجاه x:

$$\sum F_x = ma_x \rightarrow \quad T = ma_x \rightarrow a_x = \frac{T}{m}$$

بتطبيق قانون نيوتن الثاني في اتجاه y:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow a_y = 0$$
$$N - W \rightarrow N = W$$

وباستخدام معدلات الحركة فيمكن حساب الازاحة والسرعة على النحو التالي:

$$\Delta x = v_i t + \frac{1}{2}\left(\frac{T}{m}\right)t^2 \qquad v_f = v_i + \left(\frac{T}{m}\right)t$$

أمثلة

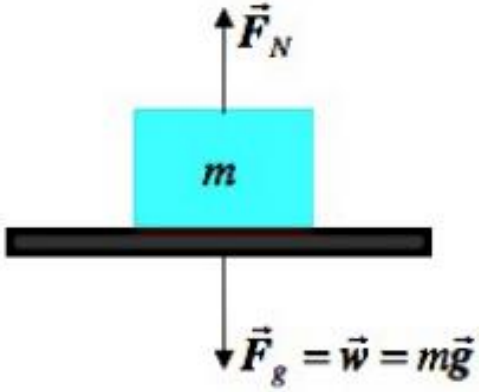
في المثالين التاليين، نناقش أجساما في حالة اتزان ($\vec{a}=0$).

شكل 5.4a

مثال (1): صندوق ساكن على سطح أفقي

الشكل (5.4a) يوضح صندوقا كتلته m على سطح أفقي.

الشكل (5.4b) يمثل مخطط "الجسم الحر" للصندوق: الصندوق يتأثر بقوتين



شكل 5.4b

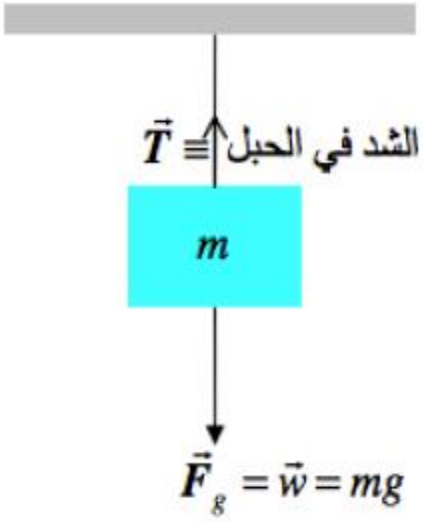
- قوة الجاذبية $\vec{F}_g$ (لأسفل).
- قوة عمودية Normal force $\vec{F}_N$ ، متعامدة على السطح (لأعلى).

بما أن الصندوق ساكن، فإن تسارعه صفر. ومن قانون نيوتن الثاني نجد:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\begin{aligned} \vec{F}_N &= -\vec{F}_g \\ F_N &= F_g = w \end{aligned}}$$

لاحظ: رغم وجود القوتين F_g و F_N إلا ان الصندوق لا يتحرك وذلك لأن القوتين متساويتان ومتعاكستان فيلغيان بعضهما بعضا، حسب قانون نيوتن الثالث. أي أنهما "زوج قوى قانون نيوتن الثالث".



شكل 5.5

مثال (2): صندوق معلق.

إذا علقنا صندوق المثال (1) بحبل، كما يوضح الشكل (5.5)، أوجد الشد في الحبل.

الحل:

مرة أخرى لدينا قوتين فقط تؤثران على الصندوق: الشد (لأعلى) والوزن (لأسفل).

وبما أن الصندوق ساكنا، فتسارعه صفرا: من قانون نيوتن الثاني نجد

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{T} + \vec{F}_g = 0 \quad \Rightarrow \quad \vec{T} = -\vec{F}_g$$

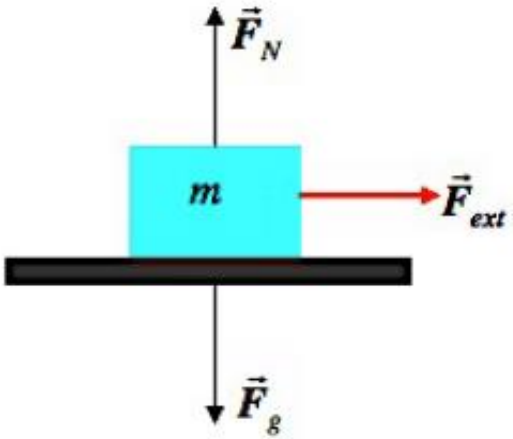
$$T = F_g = w$$

مرة أخرى، القوتان F_g و T هما "زوج قانون نيوتن الثالث"، يلغيان بعضهما ويبقى الصندوق في حالة سكون.

مثال (3):

إذا أثرت قوة خارجية على صندوق المثال (1) وسحبته على سطح أملس عديم الإحتكاك، كما في الشكل (5.6). أوجد ما يلي:

(أ) تسارع الصندوق.
(ب) القوة التي يؤثر بها السطح على الصندوق.



شكل 5.6

الحل:

نحدد القوى المؤثرة على الصندوق، ونرسم الشكل المناسب:

- القوة الخارجية الأفقية، $\vec{F}_{ext}$.
- القوتان العموديتان: $\vec{F}_g$ و $\vec{F}_N$.

(أ) من قانون نيوتن الثاني: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{F}_N + \vec{F}_g + \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

ولكن من مثال (1) وجدنا أن $F_N = F_g$ (زوج قانون نيوتن الثالث)، يلغيان بعضهما.

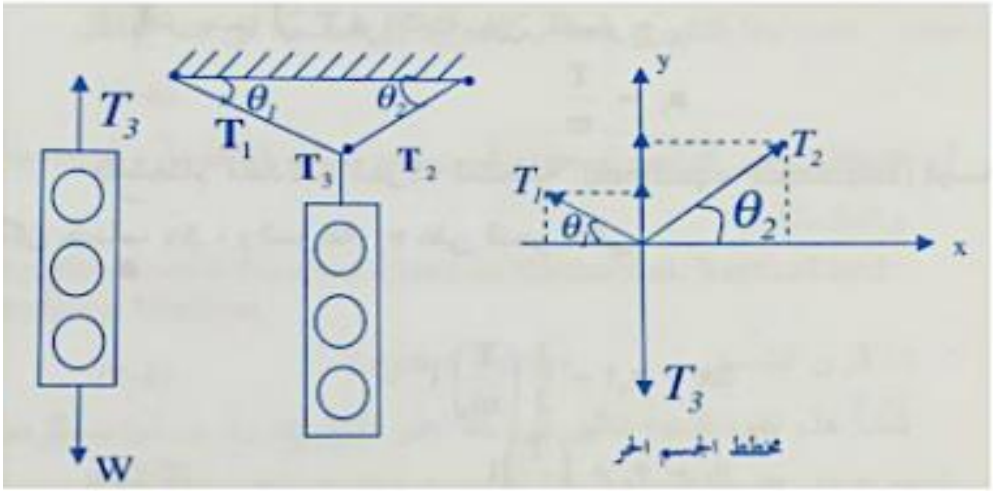
باختصار: القوة الوحيدة التي تسارع الصندوق هي القوة الخارجية $\vec{F}_{ext}$.

$$\vec{F}_{ext} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}_{ext}}{m}$$

(ب) القوة التي يؤثر بها السطح على الصندوق هي القوة العمودية لأعلى: $F_N = F_g = mg$

٤-٦-٢ توازن جسم معلق The Equilibrium of a Hanging Object

بفرض أن وزن اشارة مرور هو **w** وتم تعليقها كما في الشكل، بتطبيق قانون نيوتن سنحصل على:



$$\Sigma F_x = T_2 \cos\theta_2 - T_1 \cos\theta_1 = 0$$

$$\Sigma F_y = T_1 \sin\theta_1 + T_2 \sin\theta_2 - T_3 = 0$$

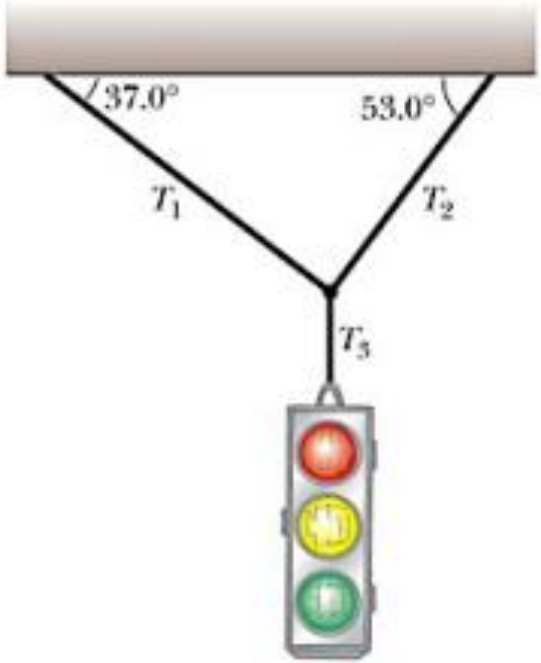
$$T_3 = w$$

مثال ٤-٩

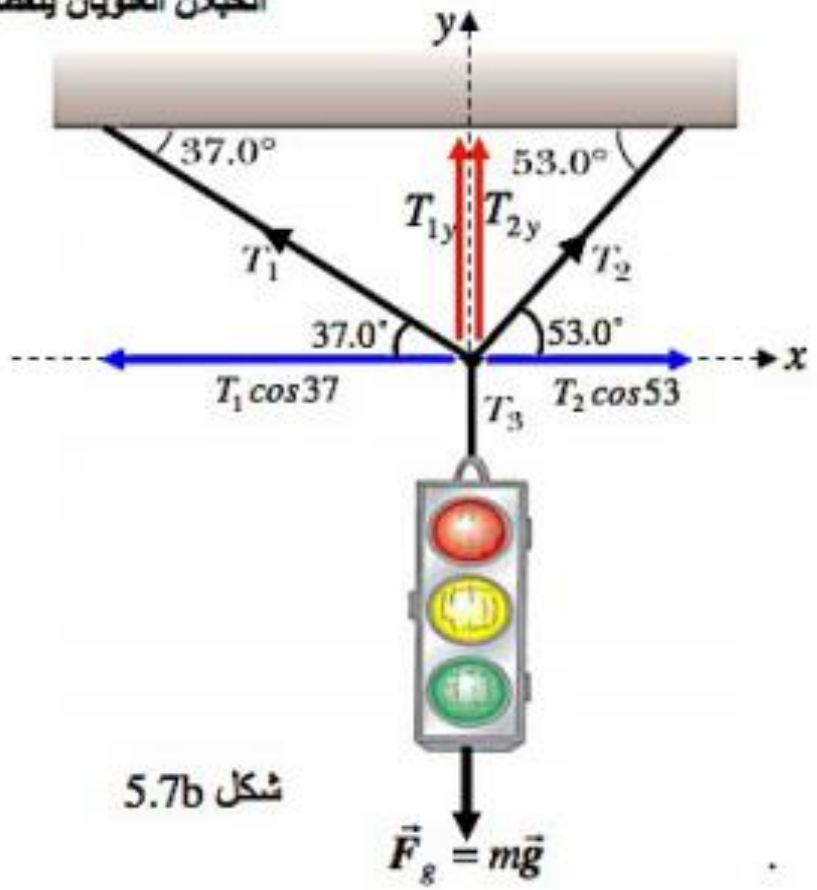
مثال 4:

الشكل (5.7a): إشارة ضوئية تزن 122 N، أي أن $F_g = w = 122N$:

الحبلان العلويان ينقطعان إذا زاد الشد فيهما عن 100 N. أوجد T_1 و T_2.



شكل 5.7a



شكل 5.7b

الحل: النظام في حالة اتزان ($a = 0$). نحلل القوتان (الشدان T_1 و T_2) الى مركبتيهما، كما في شكل (5.7b)، ونطبق قانون نيوتن الثاني على كل من المركبتين السينية والصادية:

المركبة السينية:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_x = T_2 \cos 53 - T_1 \cos 37 = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{T_1 \cos 37 = T_2 \cos 53 \quad ..... \quad (5.7)}$$

المركبة الصادية:

$$\sum F_y = 0$$

$$T_{y1} + T_{y2} - F_g = 0$$

$$T_1 \sin 37 + T_2 \sin 53 - 122N = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{T_1 \sin 37 + T_2 \sin 53 = 122N ..... (5.8)}$$

لنجد T_1 و T_2، نحل المعادلتين (5.7) و (5.8) معا:

من المعادلة (5.7):

$$T_1 = T_2 \left(\frac{\cos 53}{\cos 37} \right) = 0.754\, T_2$$

ثم نعوض T_1 في المعادلة (5.8) لنجد T_2:

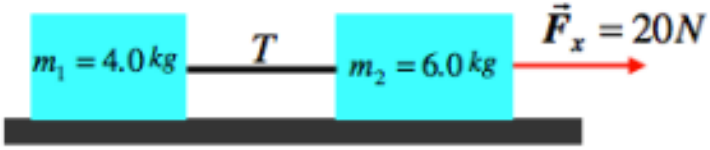
$$(0.754\, T_2) \sin 37 + T_2 \sin 53 = 122\ N$$

$$\Rightarrow \quad T_2 = 97.6\ N \quad and \quad T_1 = 0.754\, T_2 = 73.6\ N$$

لاحظ أن كل من القيمتين أقل من $100\ N$ ، وبالتالي لا ينقطع الحبلان.

مثال (5): صندوقان موصولان بحبل، ويسحبان بقوة مقدارها 20.0 N، كما يوضح الشكل (5.8). أوجد ما يلي:

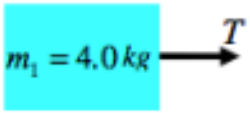
(أ) تسارع كل صندوق.
(ب) الشد T في الحبل.



شكل 5.8

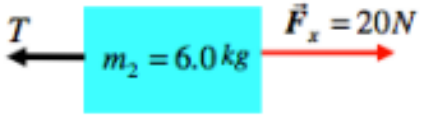
الحل:

(أ) طبق قانون نيوتن الثاني على مخطط "الجسم الحر" للصندوق الأول:



$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \boxed{T = m_1 a \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5.9)}$$

ومن "الجسم الحر" للصندوق الثاني:



$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \boxed{F_x - T = m_2\, a \ldots\ldots (5.10)}$$

وبحل المعادلتين (5.9) و (5.10):

$$\begin{array}{r} T = m_1\, a \\ F_x - T = m_2\, a \\ \hline F_x = (m_1 + m_2)\, a \end{array} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F_x}{(m_1 + m_2)} = \frac{20N}{(4.0 + 6.0)\,kg} = 2.0\,m/s^2$$

(ب) الشد في الحبل: من المعادلة (5.9): $T = m_1 a = 4.0 \times 2.0 = 8.0\,N$

بحيث أن مركبات المحصلة هي:

$$R_x = A_x + B_x$$
$$R_y = A_y + B_y$$

ومقدار المحصلة:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(A_x + B_x)^2 + (A_y + B_y)^2}$$

وزاوية ميلها عن المحور **x**:

$$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x} = \frac{A_y + B_y}{A_x + B_x}$$

حل اخر: يفضل اتباع الحل التالي

في قانون نيوتن الثاني $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ ، القوى التي تسبب التسارع هي فقط القوى الخارجية المؤثرة على الجسم. أما القوى الداخلية (مثل الشد T في هذا المثال) فتلغي بعضها بعضا حسب قانون نيوتن الثالث. بالتالي، حتى نحسب التسارع نحتاج فقط الاهتمام بالقوى الخارجية. ففي هذا المثال، القوة الخارجية الوحيدة التي تسارع النظام هي $\vec{F}_x$ ، وبتطبيق قانون نيوتن الثاني على النظام نجد:

$$\sum \vec{F} = \left(\sum m\right)\vec{a}$$

(لاحظ عندما يحتوي النظام أكثر من كتلة نجمع على كل الكتل)

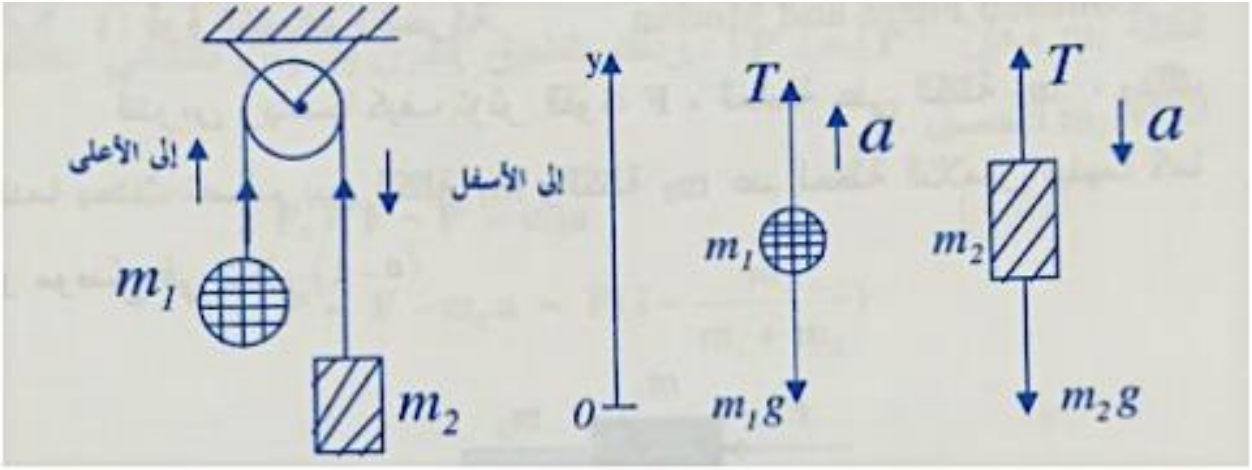
$$F_x = (m_1 + m_2)\,a$$

$$a = \frac{F_x}{(m_1 + m_2)} = \frac{20}{(4.0 + 6.0)} = 2.0 m/s^2$$

أما الشد في الخيط، فيمكن أيجاده من رسمة "الجسم الحر" لأي من الصندوقين، كما فعلنا في الحل أعلاه.

٤-٦-٣ حركة البكرة (آلة الاتوود) Atwood's Machine

يمثل هذا التطبيق مسألة هامة في فهم آلية تشغيل الآلات والرافعات الميكانيكية،



بتطبيق قانون نيوتن سنحصل على:

$$\sum F_y = T - m_1 g = a\, m_1$$

$$\sum F_y = m_2 g - T = a\, m_2$$

أما مجموع القوى في اتجاه x فيساوي صفرًا لأن الحركة رأسية فقط.

يمكن حساب التسارع ومقدار الشد من المعادلتين السابقة:

$$a = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} \right) g$$

$$T = \left(\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) g$$

حـــالات خـــاصّة:

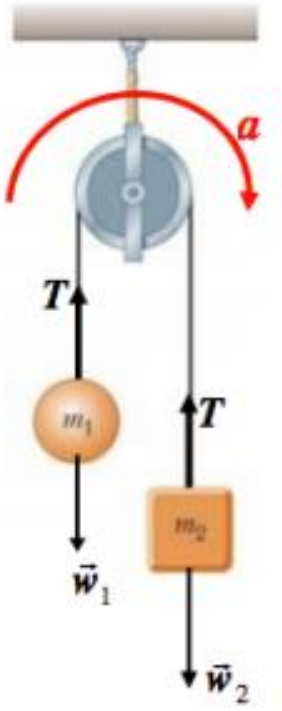
١) إذا كانت $m_1 = m_2$ ، فإنّ $a = 0$ ، وبالتالي: $T = m_1 g = m_2 g$.

٢) إذا كانت $m_2 >> m_1$ ، فإنّ $a \cong g$ ، وبالتالي: $T \cong 2m_1 g$.

مـــثـــال: عندما تكون $m_1 = 2\ kg$ ، $m_2 = 4\ kg$ ، فإن:

$T = 26.1\ N$, $a = 3.27\ m/s^2$

مثـــال :



إعتبر $m_1 = 2.00\ kg$ و $m_2 = 3.00\ kg$. أوجد ما يلي:

(أ) تسارع النظام. (ب) الشد في الخيط.

لاحظ ما يلي:

- بما أن $m_1 \neq m_2$ ، فإن إحدى الكتلتين تتحرك لأسفل بينما الاخرى لأعلى.
- بما أن الكتلتين متصلتان بحبل، يكون لهما نفس مقدار التسارع a.
- لدينا حبل واحد فقط، بالتالي تخضع الكتلتان لنفس الشد T.

$$T - w_1 = m_1 a \quad \Rightarrow 1$$
$$w_2 - T = m_2 a \quad \Rightarrow 2$$

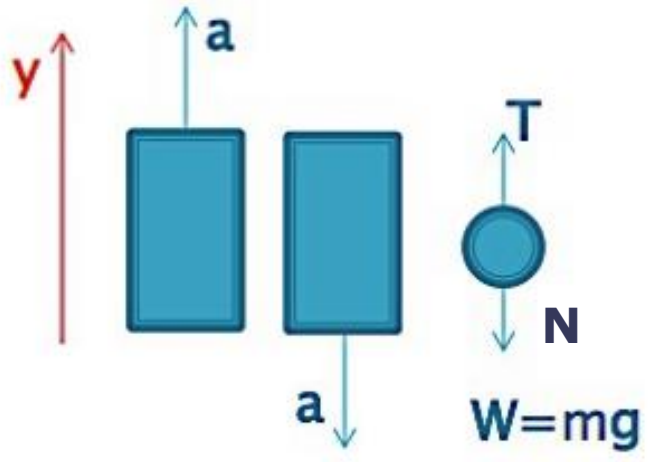
بجمع 1& 2 :

$$w_2 - w_1 = (m_1 + m_2)\mathrm{a}$$
$$(m_2 - m_1)g = (m_1 + m_2)\mathrm{a}$$
$$a = \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}\mathrm{g} = 1.96\ \mathrm{m}/s^2$$

بالتعويض عن قيمة aفي 1 او 2:

$$T - w_1 = m_1 a$$
$$T = m_1 a + m_1 g$$
$$T = (a + g)m_1$$
$$T = (1.96 + 9.8)2$$
$$T = 23.5\ N$$

٤-٦-٥ المصعد الكهربائي The Elevator



يوضح الشكل مخطط بيان الجسم الحر لحركة المصعد.

- قراءة الميزان هي الوزن الظاهري N, W_{app}
- بتطبيق قانون نيوتن الثاني في حالة حركة المصعد إلى الاعلى:

$$\sum f = N - W = ma$$

$$N=mg+ma =m(g+a)$$

ويكون الوزن الظاهري N اكبر من الحقيقيW

- بتطبيق قانون نيوتن الثاني في حالة حركة المصعد إلى الاسفل:

$$\sum f = W - N = ma$$

$$N=mg-ma=m(g-a)$$

ويكون الوزن الظاهري N اصغر من الحقيقيW

نستطيع استخدام هذه المعادلة:

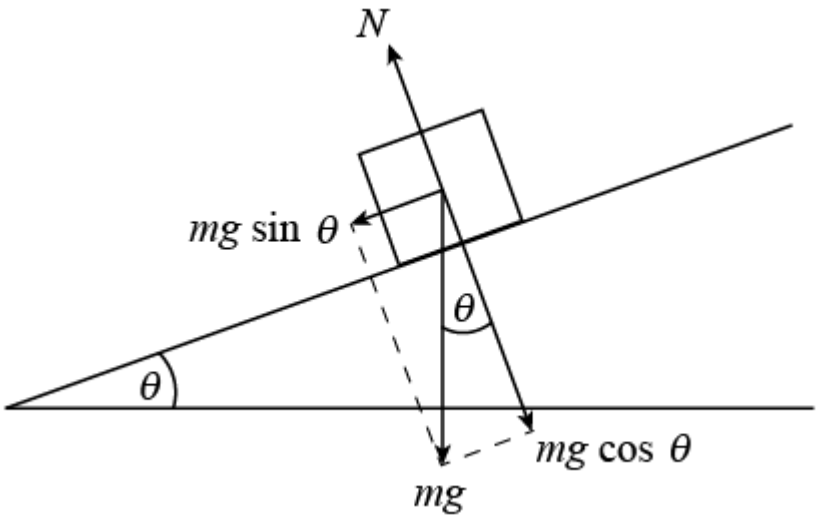
$$W_{app} = N = W\left(1 \pm \frac{a}{g}\right)$$

ترمز (+) إلى أن حركة المصعد لأعلى (الوزن الظاهري > الوزن الحقيقي)
ترمز (-) إلى أن حركة المصعد لأسفل (الوزن الظاهري < الوزن الحقيقي)

مثال ص 123

6-6-4 الحركة على سطح انزلاق مائل (مهمل الاحتكاك)
Motion on an inclined and Frictionless Surface

وبتطبيق قانون نيوتن الثاني على الاحداثيين x ,y



$$\sum F_x = mg\sin\theta = ma_x$$

$$g\sin\theta = a_x$$

اذا التسارع لايعتمد على الكتلة في حالة عدم وجود احتكاك.

$$\sum F_y = N - mg\cos\theta = 0$$

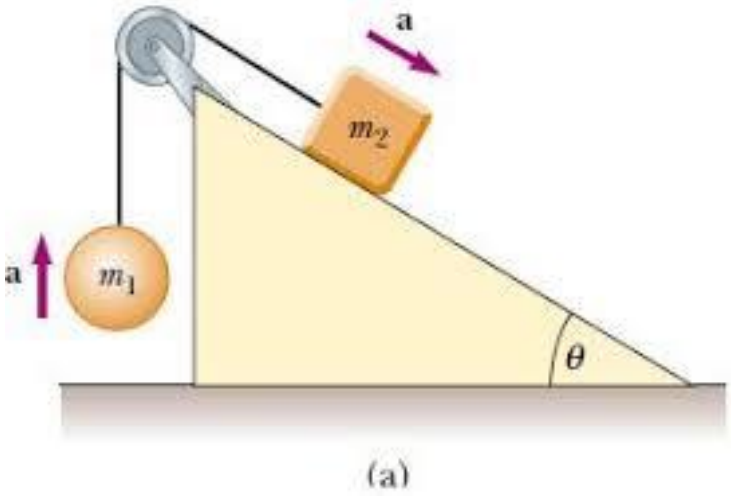
$$N = mg\cos\theta$$

حالتان خاصة:

- اذا كانت $\theta = 90°$ ← $a = g$,$N = 0$ ← تمثل السقوط الحر
- اذا كانت $\theta = 0°$ ← $a = 0$,$N = mg$ ← تصل N إلى قيمتها القصوى

مثـــــال (3-4) ص149

7-6-4حركة كتلة على سطح مائل مقيدة بكتلة معلقة:
Combined Motion for Hanging and Inclined Masses



(a)

بتطبيق قانون نيوتن الثاني على m_1 :

$$\sum F_x = 0 \ ,$$
$$\sum F_y = T - m_1 g = m_1 a$$
$$T - m_1 g = m_1 a \quad \text{---------- 1}$$

بتطبيق قانون نيوتن الثاني على m_2 :

$$\sum F_x = m_2 g \ sin\theta - T = m_2 a$$

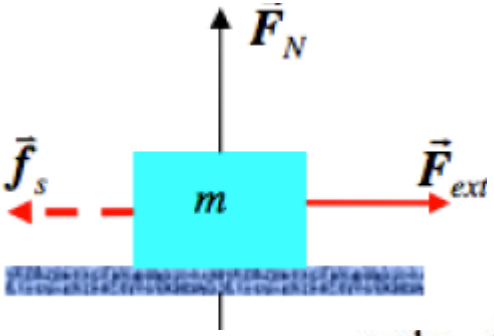
$$m_2 g \ sin\theta - T = m_2 a \text{ ---------2}$$

$$\sum F_y = N - m_2 g \ cos\ \theta = 0$$
$$N = m_2 g \ cos\ \theta$$

بحل المعادلتين 1 و 2 نستنتج قيمة a
وبالتعويض عن قيمة a 1 او 2 نستنتج قيمة T

مثـــــال (4-5) ص 150

7-4) قوى الاحتكاك
Forces of Friction



قوة الاحتكاك: هي القوة التي تعاكس اتجاه حركة الجسم. ولها نوعان:

قوة الاحتكاك السكوني f_s: هي التي يظهر تأثيرها عند محاولة تحريك جسم ساكن.

$$\vec{f_s} = \mu_s \vec{N}$$

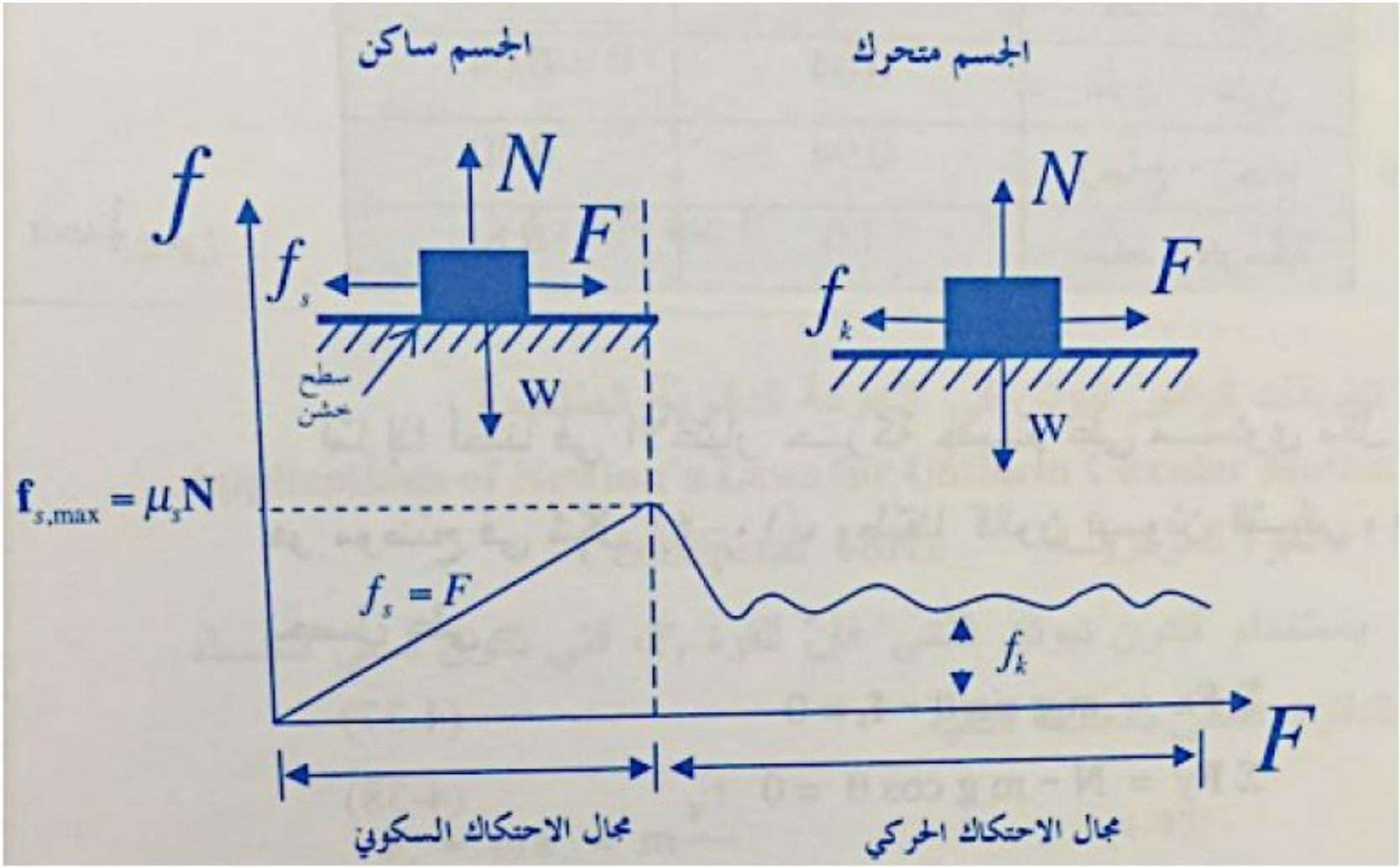
حيث μ_s: معامل الاحتكاك السكوني.

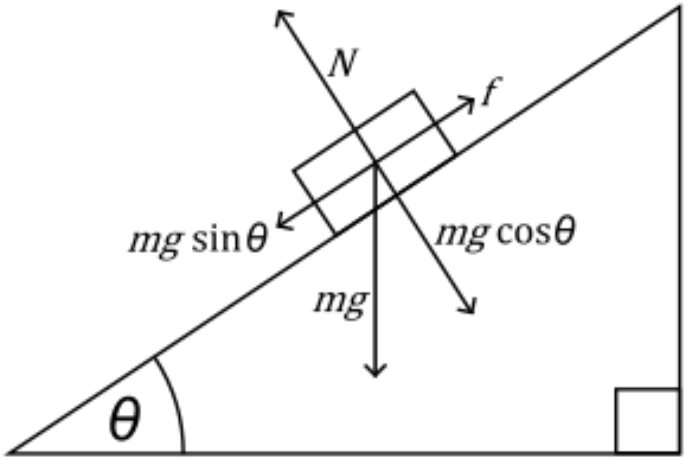
قوة الاحتكاك الحركي f_k: هي التي يظهر تأثيرها عندما يكون الجسم متحركا.

$$\vec{f_k} = \mu_k \vec{N}$$

حيث μ_k: معامل الاحتكاك الحركي

ملاحظة: $\mu_k < \mu_s$ وتعتمد قيمة كلٌ منهما على طبيعة المواد الصلبة التي تحتك ببعضها.


الجسم ساكن
الجسم متحرك
f
N
F
f_s
سطح خشن
W
f_k
$f_{s,max} = \mu_s N$
$f_s = F$
F
مجال الاحتكاك السكوني
مجال الاحتكاك الحركي



❖ اذا كان الجسم ساكن على سطح مائل خشن :

$$\sum F_y = N - mg\cos\theta = 0$$

$$N = mg\cos\theta \text{ -------(1)}$$

$$\sum F_x = mg\sin\theta - f_s = 0$$

$$mg\sin\theta = f_s \text{--------(2)}$$

وبالتعويض عن قيمة mg من المعادلة 1في 2

$$\frac{N}{cos\theta}\sin\theta = f_s \longleftarrow f_s = \mathrm{N}\tan\theta$$

❖ اذا كان الجسم يتحرك على سطح مائل خشن :

$$\sum F_y = N - mg\cos\theta = 0$$

$$N = mg\cos\theta \text{ -------(1)}$$

$$\sum F_x = mg\sin\theta - f_s = ma_x$$

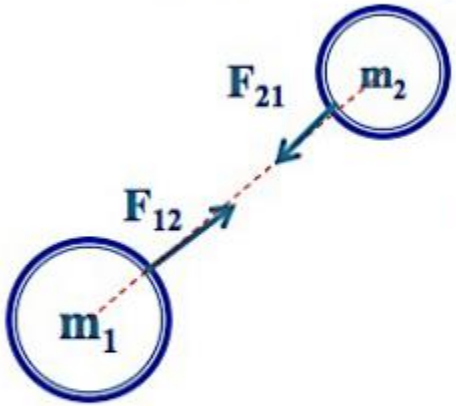
$$f_s = mg\,sin\theta - ma_x \text{----------(2)}$$

مثال ٤-٦, ٤-٧, ٤-٨

٤-١٠ قانون نيوتن للجاذبية الكونية
Newton's Law of Universal Gravitation

4-10-1 مفاهيم أساسية Basic Concepts

قانون نيوتن للجاذبية الكونية: كل جسم في الكون يجذب جسم آخر بقوة جاذبة تتناسب طرديا مع ناتج ضرب كتلتي الجسمين، وعكسيا مع مربع المسافة بينهما.



$$F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

حيث: G ثابت الجذب العام، ويساوي $6.672 \times 10^{11} N.m^2/kg^2$

قوة الجاذبية F_g بين الأرض وجسم موجود على سطحها:

$$F_g = G\frac{M_E m}{{R_E}^2}$$

حيث: M_E: كتلة الأرض، R_E: نصف قطرها

مثال ٤-١١

2-10-4 الوزن وقوة الجاذبية الأرضية
Weight and Gravitation Force

وزن جسم كتلته m هو قوة جذب الأرض له ويساوي mg وبالتالي يمكن كتابة قوة الجاذبية لهذا الجسم كالتالي:

$$mg = G\frac{M_E m}{{R_E}^2} \rightarrow g = G\frac{M_E}{{R_E}^2} \rightarrow M_E = 5.98x10^{24}kg$$

- كيف يمكن حساب متوسط كثافة الأرض؟
- كيف يمكن حساب قوة الجاذبية المؤثرة على جسم على ارتفاع h من سطح الأرض؟
- اذا كان مقدار تسارع الجاذبية الأرضية عند ارتفاع h هو g´، فاكتبي مقدار g´ بدلالة G, M_E, R_E, h. ماذا تلاحظين؟

٤-١٢ مسائل صفحة ١٤٧(واجب)

2، 3، 4، 5، 7، 8، 11، 13,15، 16