University of Anbar جامعة الانبار

اسم الكلية : كلية العلوم- قسم الفيزياء

اسم المحاضر: د. خالد روكان فليح الزوبعي

المرحلة: المرحلة الاولى رياضيات

اسم المادة انكليزي: General Physics

اسم المادة عربي: فيزياء عامة

عنوان المحاضرة انكليزي: Newton’s Second Law

عنوان المحاضرة العربي: قانون نيوتن الثاني

المصدر

Physics for scientists and engineer
by
Serway

قانون نيوتن الثاني Newton’s Second Law

الجسيم في حالة التوازن

إذا كان تسارع الجسم يساوي صفرًا ، فيتم التعامل مع الجسم بالجسيم في نموذج التوازن. في هذا النموذج ، القوة الكلية المؤثرة على الجسم تساوي صفرًا:

$$\sum F = 0$$

القوى المؤثرة على المصباح هي لأسفل قوة الجاذبية $\boldsymbol{Fg}$ القوة الصاعدة $\boldsymbol{T}$ التي تمارسها السلسلة.

$$\sum \boldsymbol{Fx} = \boldsymbol{0} \quad \& \quad \sum \boldsymbol{Fy} = \boldsymbol{0}$$

$$\sum \boldsymbol{Fy} = \boldsymbol{T} - \boldsymbol{Fg} = \boldsymbol{0}$$

$$\therefore \boldsymbol{T} = \boldsymbol{Fg}$$

الجسيم تحت صافي القوة

إذا كان الجسم يعاني من تسارع ، فيمكن تحليل حركته باستخدام الجسيم في إطار نموذج القوة الصافية.

$$\sum \boldsymbol{F} = \boldsymbol{ma}$$

تؤثر القوة الأفقية المطبقة على الصندوق من خلال الحبل.

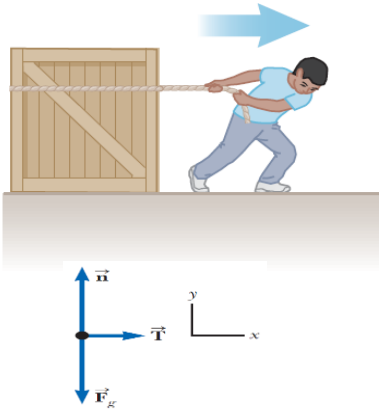
القوى الرأسية هي قوة الجاذبية Fg والقوة العموديةn

لاحظ هنا ان هناك تسارع في اتجاه محور **x** بينما لا يوجد تسارع على **y**

لذا نحصل على

$$\sum \boldsymbol{F_x} = \boldsymbol{ma_x} \rightarrow \boldsymbol{T} = \boldsymbol{ma_x} \rightarrow \boldsymbol{a_x} = \boldsymbol{T/m}$$

$$\sum \boldsymbol{F_y} = \boldsymbol{ma_y} \rightarrow \boldsymbol{n} - \boldsymbol{F_g} = \boldsymbol{0} \rightarrow \boldsymbol{n} = \boldsymbol{F_g}$$



القوة العمودية لها نفس مقدار قوة الجاذبية ولكنها تعمل في الاتجاه المعاكس.

مثال

إلكترون كتلته 9.1×10^{-31} كجم ، سرعته الابتدائية $3 * 10^{5}$ متر/ ثانية.
يتحرك في خط مستقيم ، وتزداد سرعته إلى $7 * 10^{5}$ م / ث على مسافة 5.0 سم.
بافتراض أن تسارعها ثابت ،

(أ) حدد القوة المؤثرة على الإلكترون

(ب) قارن هذه القوة بوزن الإلكترون.

الحل:

نحتاج الى حساب قيمة التسارع التي يتحرك بها الالكترون وهذا يتم من خلال تطبيق قوانين الحركة في بعد واحد لان الالكترون يتحرك على خط مستقيم، من المعادلة

$$v_2 = v_{o2} + 2a(x - x_o)$$

$$a = v_2 - v_{o2} \,/\, 2\,(x - x_o)$$

a لحساب القوة المؤثرة على الالكترون نستخدم قانون نيوتن الثاني

$$F = ma$$

$$F = m(v_2 - v_{o2}) \,/\, 2\,x = 3.6 \times 10^{-18}\,N$$

b لحساب وزن الالكترون نستخدم قانون نيوتن الثاني مع التعويض عن التسارع بعجلة الجاذبية الأرضية

$$W = m\,g = (9.1 \times 10^{-31}\ kg)\,(9.8\ m/s2) = 8.9 \times 10^{-30}\ N$$

تبلغ القوة المتسارعة حوالي 10^{11} ضعف وزن الإلكترون

مثال

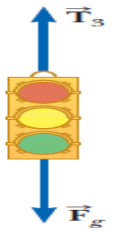
إشارة مرور وزنها 122 N تتدلى من كبل مربوط بكبلين آخرين مثبتين على دعامة كما في الشكل. تصنع الكابلات العلوية زاويتين 37.0 درجة و 53.0 درجة مع الأفقي. هذه الكابلات العلوية ليست قوية مثل الكبل العمودي وسوف تنكسر إذا

زاد التوتر فيها عن 100 نيوتن. فهل تظل إشارة المرور معلقة في هذه الحالة ، أم أن أحد الكابلات ينكسر؟

الحل:

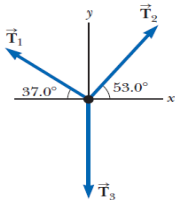
نطبق قانون نيوتن الثاني لإشارة المرور في الاتجاه y:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow T_3 - F_g = 0$$
$$T_3 = F_g = 122\ \text{N}$$



حل القوى المؤثرة على العقدة الى مركباتها:

Force	x Component	y Component
$\vec{T}_1$	$-T_1 \cos 37.0^\circ$	$T_1 \sin 37.0^\circ$
$\vec{T}_2$	$T_2 \cos 53.0^\circ$	$T_2 \sin 53.0^\circ$
$\vec{T}_3$	0	$-122\ \text{N}$



نطبق قانون نيوتن الثاني على العقدة:

$$\sum F_x = -T_1 \cos 37.0^\circ + T_2 \cos 53.0^\circ = 0$$

..... 1

$$\sum F_y = T_1 \sin 37.0^\circ + T_2 \sin 53.0^\circ + (-122\ \text{N}) = 0$$

..... 2

Solve Equation (1) for T_2 in terms of T_1:

$$-T_1 \cos 37.0^\circ + T_2 \cos 53.0^\circ = 0$$

$$T_2 = T_1\left(\frac{\cos 37.0^\circ}{\cos 53.0^\circ}\right) = 1.33T_1$$

Substitute this value for $T2$ into Equation (2):

$$T_1 \sin 37.0^\circ + T_2 \sin 53.0^\circ + (-122\ \text{N}) = 0$$

$$T_1 \sin 37.0^\circ + (1.33T_1)(\sin 53.0^\circ) - 122\ \text{N} = 0$$
$$T_1 = 73.4\ \text{N}$$
$$T_2 = 1.33T_1 = 97.4\ \text{N}$$

كلا القيمتين أقل من 100 نيوتن ، لذلك لن تنكسر الكابلات.

مثال

سيارة كتلتها m تسير على طريق جليدي يميل بزاوية θ كما في الشكل.

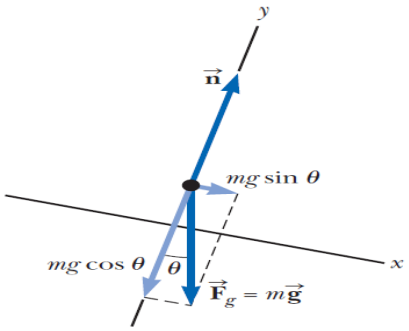
(أ) أوجد تسارع السيارة ، على افتراض أن الممر عديم الاحتكاك.

(ب) افترض أن السيارة قد تم تحريرها من السكون في الجزء العلوي من المنحدر والمسافة من ممتص الصدمات الأمامي للسيارة إلى أسفل المنحدر . كم من الوقت يستغرق الصدام الأمامي للوصول إلى أسفل التل ، وما سرعة السيارة عند وصولها هناك؟..

الحل/ ا- جد التعجيل

تتحرك السيارة في هذه الحالة تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية بتطبيق قانون نيوتن الثاني

$$F = ma$$



بتحليل القوى على مخطط free-body diagram

لمركباته كما هو في الشكل نجد ان

$$\sum Fx = max \quad \& \quad \sum Fy = may = 0$$

$$\sum F_x = mg \sin\theta = ma_x \quad \text{..... 1}$$

$$\sum F_y = n - mg\cos\theta = 0 \quad \text{..... 2}$$

$$a_x = g\sin\theta \quad \text{..... 3}$$

ملحوظة: أن محور مكون التسارع مستقل عن كتلة السيارة! يعتمد فقط على زاوية الميل وعلى g.

ب) كم من الوقت يستغرق وصول الصدام الأمامي إلى أسفل التل وما هي سرعة السيارة عند وصولها هناك؟ توضح المعادلة (3) أن محور التسارع ثابت.

$x_i = 0$ وموقعها النهائي $x_f = d$ و $v_{xi} = 0$

$$x_f = x_i + v_{xi}t + \tfrac{1}{2}a_x t^2 \rightarrow d = \tfrac{1}{2}a_x t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2d}{a_x}} = \sqrt{\frac{2d}{g\sin\theta}}$$

$$v_{xf}^2 = 2a_x d$$

$$v_{xf} = \sqrt{2a_x d} = \sqrt{2gd\sin\theta}$$

ملاحظة: الوقت الذي تصل فيه السيارة إلى القاع وسرعتها النهائية v_{xf} يعتمدان على كتلة السيارة ، وكذلك تسارعها.

مثال

كتلتان كتلتهما 2 كجم و 3 كجم على اتصال موضوعة على مستوى ثابت مائل أملس كما هو موضح في الشكل. معاملة الكتلتين كنظام مركب ، احسب القوة F التي ستؤدي إلى تسريع الكتل لأعلى المنحدر مع تسارع م / ثانية 2 ،

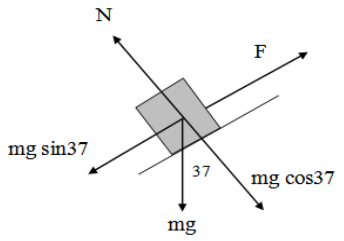
الحل

نستبدل الكتلة المكافئة 5كغم بدلا من الكتلتين

لإيجاد القوة التي تدفع الكتلة لتتحرك بتسارع $2\ m/s^2$ نحلل القوى إلى مركباتها على محور x y وحيث ان انه لا يوجد تسارع على محور y فان

N = mg cos(37o)

وعلى محور x



$\sum F = F - mg \sin(37^o) = ma$

$F - 5*9.8*(0.6) = 5*2$

$F = 39.4$ N

مثال 5

تفتح مظلة مربوطة على سيارة سباق تسير بسرعة 55 م / ث و بوزن 8820 نيوتن للسيارة. ما هو إجمالي قوة التثبيط المطلوبة لإيقاف السيارة على مسافة 1000 م في حالة تعطل الفرامل؟

الحل

$W = 8820$ N, $g = 9.8$ m/s^2 , $v_o = 55$ m/s, $v_f = 0$,

$x_f - x_o = 1000$ m

$$\boldsymbol{m = W/g} = 8820/9.8 = \mathbf{900kg}$$

$$\boldsymbol{v_f^2 = v_o^2 + 2a(x - x_o),}$$

$$\mathbf{0 = 552 + 2}\boldsymbol{a}\mathbf{(1000),} \quad \textbf{giving } \boldsymbol{a} \textbf{ = -1.51 m/s}^2$$

$$\boldsymbol{\sum F = ma} \textbf{ = (900 kg) (-1.51 m/s}^2\textbf{) = -1.36} \times \textbf{10}^3 \textbf{ N}$$

تعني علامة الطرح أن القوة هي قوة مثبطة.