الفصل الثاني

معادلات الحركة

و

قوانين نيوتن

م.م. علي عبد جابر

معادلات الحركة

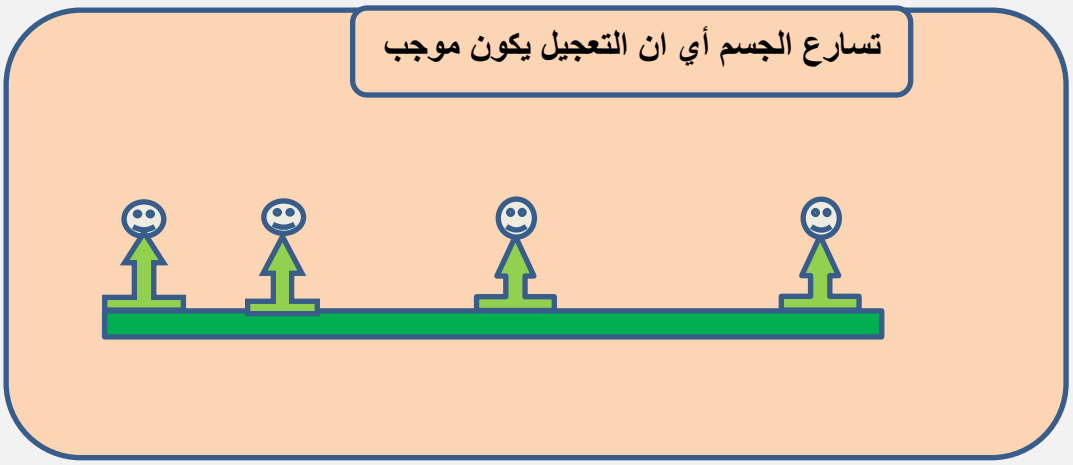
1- معادلات الحركة

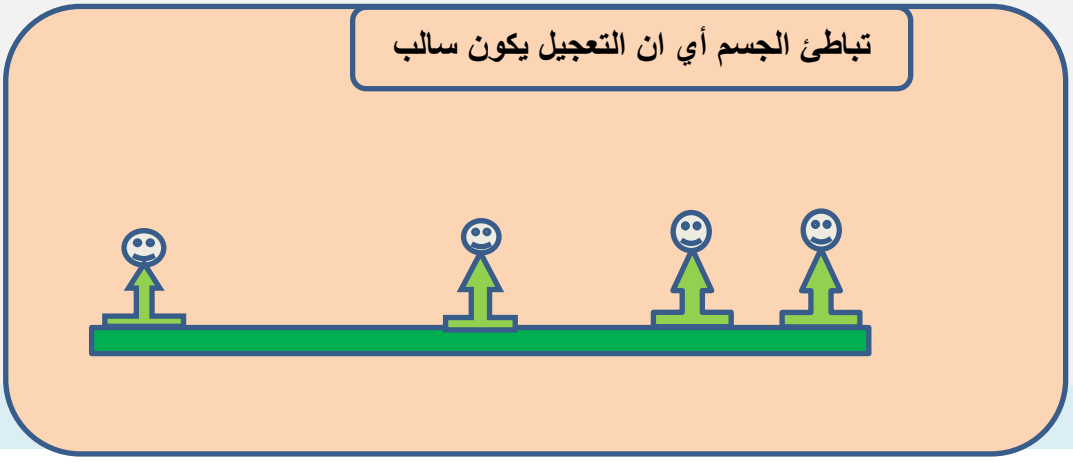
1- متوسط السرعة: - السرعة هي كمية متجه ، ويمكن تعريف متوسط السرعة على أنها مقدار التغير بالإزاحة بوحدة الزمن .

$$\overline{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\ m/sec$$

السرعة الآنية: - وتمثل سرعة الجسم الآنية في أي لحظة زمنية خلال المسار الذي يسلكه الجسم بين نقطتين، ويعتبر هذا المفهوم مهما عندما لا تكون قيمة معدل السرعة ثابتة خلال مراحل حركة الجسم المختلفة بين النقطتين.

$$v = \lim_{t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$





2- متوسط التسارع: - هو التغيير في السرعة على مدى التغيير في الوقت المناسب

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}\ m/sec^2$$

التسارع الاني: - هو الحد الأقصى لمتوسط التسارع مع اقتراب الفاصل الزمني من الصفر.

$$a = \lim_{t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

الفرق بين متوسط السرعة والسرعة الانية والتعجيل والتعجيل الاني		
1- متوسط السرعة	$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\ m/sec$	هي الفرق بين الازاحة النهائية والازاحة الابتدائية بالنسبة لتغير الزمن
السرعة الآنية	$v = \lim_{t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$	السرعة الآنية على إنها المشتقة الاولى للإزاحة بالنسبة للزمن
2- متوسط التسارع	$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}\ m/sec^2$	هو الفرق بين السرعة النهائية والسرة الابتدائية بالنسبة لتغير الزمن
التسارع الاني	$a = \lim_{t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$	التسارع الاني على إنه المشتقة الاولى للسرعة بالنسبة للزمن

س1: تتحرك الجسيمات على طول اتجاه x ، يتم إعطاء موقعها بواسطة:

$$X(t) = 3t + 2t^2 - 6.5t^3$$

اوجد :1- متوسط السرعة والتسارع عندما $t_1 = 2sec$ إلى $t_2 = 4sec$.

2- السرعة اللحظية والتسارع في $t = 3sec.$ حيث X في متر.

الحل:

$$X(1) = 3(2) + 2(2)^2 - 6.5(2)^3 = -38m$$

$$X(2) = 3(4) + 2(4)^2 - 6.5(4)^3 = -372m$$

متوسط السرعة

$$\overline{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{-372 - (-38)}{4 - 2} = -167\ m/sec$$

$$v_1 = \frac{x_1}{t_1} = \frac{-38}{2} = -19\ m/sec$$

$$v_2 = \frac{x_2}{t_2} = \frac{-372}{4} = -186\frac{m}{sec}$$

متوسط التسارع

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

$$a = \frac{-186-(-19)}{4-2} = -83.5m/s^2$$

السرعة الانية تساوي:

$$v = \frac{dx}{dt} = 3 + 4t - 19.5t^2$$

$$v = 3 + 4(3) - 19.5(3)^2 = -160.5\ m/s$$

التسارع الاني

$$a = \frac{dv}{dt} = 4 - 39t = -113\frac{m}{sec^2}$$

2- الحركة الخطية مع تسارع ثابت

الحركة الخطية هي حركة على طول خط مستقيم ، وبالتالي يمكن وصفها رياضيا باستخدام بعد واحد فقط.

يمكن التعبير عن السرعة (تسارع ثابت)

$$v = v_\circ + at \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

حيث

$v_\circ$ = السرعة الخطية الأولية (m/s)

a = التعجيل(m/s^2)

يمكن التعبير عن الإزاحة الخطية (تسارع ثابت)

$$x = x_\circ + v_\circ t + \frac{1}{2}at^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

السرعة النهائية

$$v^2 = v_\circ^2 + 2\,a\,\Delta x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

3- اشتقاق معادلات الحركة باستخدام حساب التفاضل والتكامل:

-

من التعريف

$$a = \frac{dv}{dt} = a_{\circ} = constant$$

أي ان التسارع هو المستقة الاولى للسرعة بالنسبة للزمن, حيث $a_{\circ}$ هو التسارع عند اللحظة $t = 0$

نستطيع كتابتها بصيغة التكامل في حالة التعجيل (a) ثابت كما يلي

$$dv = \int a\, dt$$

$$v = \int a\, dt = a \int dt = at + C_1$$

حيث C_1 هو ثابت التكامل.

في الوقت $t = 0$ تكون السرعة (v) هي السرعة الأولية $(v_{\circ})$ ، لذلك من المعادلة أعلاه نحصل على:

$$v_{\circ} = a(0) + C_1 \Longrightarrow v_{\circ} = C_1$$

$$v = v_{\circ} + at \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

وهي اول المعادلات للجسم المتحرك على خط مستقيم بتسارع ثابت

لايجاد المعادلة الثانية:

$$v = \frac{dx}{dt} = at + v_{\circ}$$

السرعة تمثل المشتقة الاولى للازاحة مع الزمن, حيث $v_\circ$ هو السرعة الابتدائية عند اللحظة $t = 0$

نستطيع كتابتها بصيغة التكامل في حالة السرعة الابتدائية $v_\circ$ كما يلي:

$$x = \int v dt = \int (v_\circ + at) dt = v_\circ t + \frac{1}{2} a t^2 + C_2$$

من الشروط الابتدائية $t = 0$, $x = x_\circ$, يمكن ان نحسب C_2 , لذلك سوف نحصل على :

$$x_\circ = C_2$$

$$x = x_\circ + v_\circ t + \frac{1}{2} a t^2$$

في هذه المعادلة تمثل x الازاحة النهائية للجسم المتحرك بينما تشير $x_\circ$ الى الازاحة الابتدائية للجسم وعلية تصبح المعادلة الثانية لقوانينالحركة كما يلي:

$$x - x_\circ = v_\circ t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2$$

لإيجاد المعادلة الثالثة لمعادلات الحركة على خط مستقيم: بالإمكان دمج المعادلتين (1) و (2) مع بعضهما من خلال التالي , من معادلة (1) يمكن ان نحصل على المن كما يلي :

$$v = v_\circ + at$$

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

نعوض المعادلة اعلاه في معادلة (2) نحصل على :

$$x - x_\circ = v_\circ t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$x - x_\circ = v_\circ \left(\frac{v - v_\circ}{a}\right) + \frac{1}{2} a \left(\frac{v - v_\circ}{a}\right)^2$$

$$x - x_\circ = \frac{v_\circ v - v_\circ^2}{a} + \frac{1}{2}\left(\frac{v^2 - 2v_\circ v + v_\circ^2}{a}\right)$$

$$x - x_\circ = \frac{v^2 + v_\circ^2 - 2v_\circ v + 2v_\circ v - 2v_\circ^2}{2a}$$

$$x - x_\circ = \frac{v^2 - v_\circ^2}{2a}$$

$$v^2 - v_\circ^2 = 2a(x - x_\circ)$$

$$v^2 = v_\circ^2 + 2a\Delta x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3$$

س2/ تسير سيارة في حلبة سباق بسرعة $44\ m/s$ وتتباطئ بمعدل منتظم حيث تصل سرعتها الى $22\ m/s$ خلال $11s$ **ما المسافة التي اجتازتها السيارة خلال تلك الفترة ؟**

الحل:

$$v = 22\frac{m}{s}\ , v_\circ = 44\frac{m}{s}\ ,\ t = 11s\ , x = ?$$

$$x = v_\circ t + \frac{1}{2}at^2 \quad \ldots. \quad 1$$

نجد مجهولين في المعادلة(1) هما الازاحة والتسارع ولإيجاد التسارع :

$$v = v_\circ + at$$

$$22 = 44 + a * 11$$

$$22 - 44 = a * 11$$

$$a = \frac{-22}{11}$$

$$a = -2\ m/s^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2$$

الاشارة السالبة تعني التعجيل تباطؤي

نضع معادلة (2) في (1) نحصل على :

$$x = 44 * 11 + \frac{1}{2}(-2) * (11)^2$$

$$x = 484 - 121$$

$$x = 363\ m$$

س3

بدا من السكون , تحرك جسيم في خط مستقيم له تسارع $a = (2t - 6) m/s^2$ حيث الزمن t بالثواني , ما هي سرعة الجسم عندما $t = 6s$, وما هو موضعه عند $t = 11s$

الحل:

$$a = 2t - 6 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

$$a = \frac{dv}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2$$

$$dv = adt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3$$

بأخذ التكامل لطرفي المعادلة سوف نحصل

$$\int_0^v dv = \int_0^t adt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4$$

$$\int_0^v dv = \int_0^t (2t - 6)\mathbf{dt} \quad \ldots\ldots \quad 5$$

$$v = t^2 - 6t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 6$$

$$t = 6\ s$$

$$v = 6^2 - 6 * 6 = 36 - 36$$

$$\boldsymbol{v = 0}$$

من علاقة تغير الازاحة مع الزمن يمكن ان نحصل على موقع الجسم :

$$v = \frac{dx}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 7$$

$$dx = vdt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 8$$

بأخذ التكامل للطرفين نحصل على :

$$\int_0^x dx = \int_0^t vdt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 9$$

بتعويض معادلة (6) في (9) نحصل على :

$$\int_0^x dx = \int_0^t (t^2 - 6t)dt \quad \ldots\ldots \quad 10$$

$$x = \frac{t^3}{3} - 3t^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 11$$

$$t = 11\ s$$

$$x = \frac{11^3}{3} - 3 * 11^2$$

$$\boldsymbol{x = 80.7\ m}$$

س4/

إذا كان للجسيم سرعة الابتدائية من $v_o = 12\ m/s$ إلى على اليمين ، عند $t_\circ =$ 0 ، حدد موقعها عندما $t = 10\ s$ ، إذا $a = 2m/s^2$ إلى اليسار.

الحل: باستعمال معادلات الحركة الخطية على خط مستقيم

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

$$x_\circ = 0\ , v_o = 0$$

$$x - 0 = 0 * 10 + \frac{1}{2} * (-2) * 10^2$$

$$x = -100\ m$$ **موقع الجسم باتجاه اليسار**

س5/

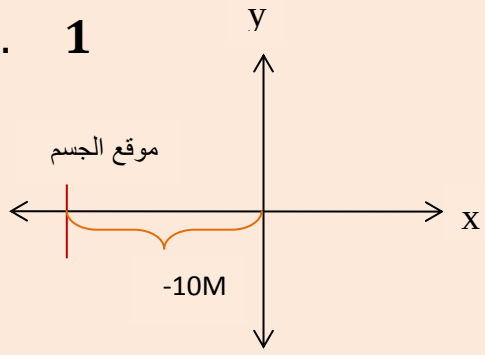
يسير الجسيم على طول خط مستقيم بسرعة $v = (12 - 3t^2)m/s$ حيث t بالثواني.عندما t=1s, وموقع الجسم هو 10 m باتجاه اليسار من نقطة الاصل . حدد التعجيل عندما الs $t = 4$, والازاحة من $t = 0$ الى $t = 10$ s , والمسافة التي ينتقل خلالها الجسمة ضمن تلك الفترة ؟

الحل :

$$v = (12 - 3t^2) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(12 - 3t^2)$$

$$a = -6t \quad , t = 4s$$



$$a = -24\frac{m}{s^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2$$

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$dx = vdt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3$$

بأخذ التكامل لطرفي المعادلة

$$\int_{-10}^{x} dx = \int_{1}^{t} vdt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4$$

نضع معادلة (1) في (4) نحصل على :

$$\int_{-10}^{x} dx = \int_{1}^{t} (12 - 3t^2)dt$$

$$x + 10 = 12t - t^3 - 11$$

$$x = 12t - t^3 - 21 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 5$$

$$x(t = 0) = -21m$$

$$x(t = 10) = -901m$$

$$\Delta x = -901 - (-21) = -880m$$

من معادلة (1) عندما السرعة تساوي صفر عند t=2s :

$$v = (12 - 3t^2) = 0$$

من معادلة (5) عند t = 2s نحصل المسافة التي ينتقل خلالها الجسم :

$$x = 12t - t^3 - 21$$

$$x = 12 * 2 - 2^3 - 21$$

$$x = -5 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 6$$

لايجاد المسافة بين الفترتين t=0, t=10s نحصل على :

$$x_T = (21-5)+(901-5) = 912m$$

س6/ ينتقل الجسيم على طول خط مستقيم مع ثابت التسارع. عندما (x_o=4 m, $v_o = 3\ m/s$) وكذلك عندما (x =10 m, $v = 8\ m/s$) احسب السرعة كدالة للموضع .

الحل:

من المعطيات $x_\circ = 4m$, $v_o = 3m/s$, $x =$

$10m$, $v = 8\ m/s$

باستعمال المعادلة (3) من قوانين الحركة على خط مستقيم نحصل على :

$$v^2 - v_\circ^2 = 2a(x - x_\circ)$$

$$v^2 = v_\circ^2 + 2a(x - x_\circ)$$

$$8^2 = 3^2 + 2a(10-4)$$

$$a = 4.583\ m/s^2$$

باستعمال هذه النتيجة للتسارع لإيجاد السرعة كدالة للموقع نستخدم المعادلة (3) من قوانين الحركة على خط مستقيم نحصل على :

$$v^2 = v_\circ^2 + 2a(x - x_\circ)$$

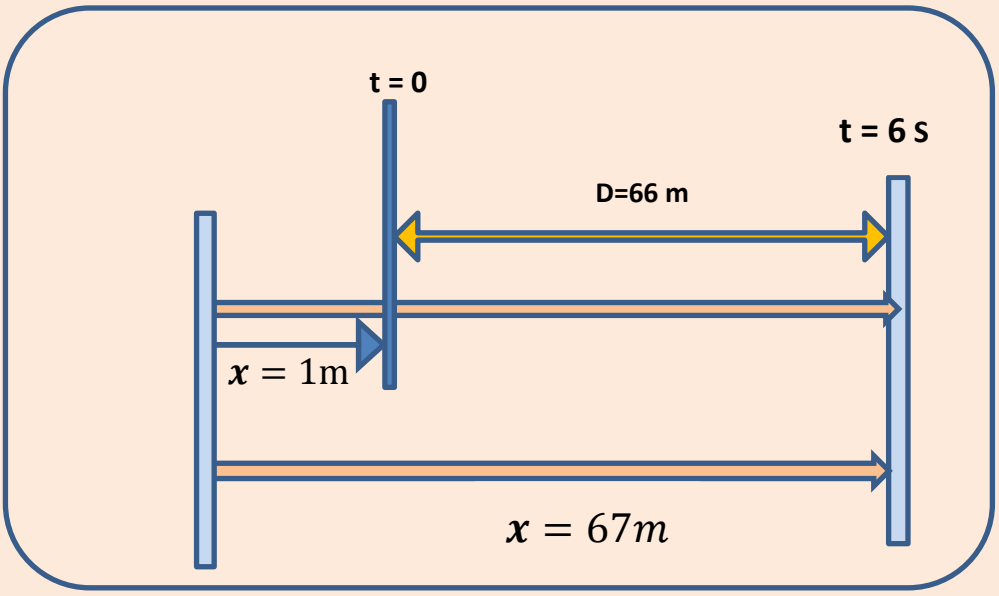
$$v^2 = 3^2 + 2 * 4.583(x-4)$$

$$v^2 = 9 + 9.17x - 36.7$$

$$v^2 = 9.17x - 27.7 \quad , v = \sqrt{9.17x - 27.7}$$

س7/ تسارع الجسيم وهو يتحرك على طول خط مستقيم بواسطة $a = (2t - 1)$ m/s^2، حيث t بالثواني. إذا x = 1 m و v = 2 m/s عندما t = 0 ، حدد سرعة الجسيم وموضعه عندما t = 6 s. أيضا تحديد المسافة الكلية التي ينتقل فيها الجسيم خلال هذا الفترة الزمنية.

الحل:



$$a = 2t - 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

عندما يتسارع الجسم من الفتره t=0 الى t=6

بأخذ التكامل للطرفين نحصل على

$$dv = adt$$

$$\int dv = a \int dt \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2$$

نعوض معادلة (1) في (2) نحصل على

مع العلم ان السرعة الابتدائية هي $v_{\circ} = 2\ m/s$ عند الفترة $t = 0$

وان السرعة النهائية هي v

$$\int_2^v dv = \int_0^t (2t - 1)dt$$

$$v - 2 = t^2 - t$$

$$v = t^2 - t + 2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3$$

نعوض t=6 s

$$v = 6^2 - 6 + 2 =$$

$$v = 32\ m/s$$

لحساب الموقع عند الزمن $t = 6\ s$ نستخدم العلاقة التالية :

$$v = \frac{dx}{dt}$$

وبالتالي

$$dx = vdt$$

بأخذ التكامل للطرفين نحصل على

$$\int dx = v \int dt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4$$

نعوض معادلة (3) في (4) نحصل على

مع العلم ان االازاحة او الموقع الابتدائي هو $x_{\circ} = 1\ m$ عند الفترة $t = 0$

وان الموقع النهائي هو x

$$\int_{1}^{x} dx = \int_{0}^{t} (t^2 - t + 2)dt$$

$$x - 1 = \frac{1}{3}t^3 - \frac{1}{2}t^2 + 2t$$

$$x = \frac{1}{3}t^3 - \frac{1}{2}t^2 + 2t + 1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5$$

عندما $t = 6\ s$ فأن:

$$x = \frac{1}{3}(6)^3 - \frac{1}{2}(6)^2 + 2 * 6 + 1$$

$$x = 67\ m$$

موقع الجسم خلال عند الزمن $t = 6\ s$

لحساب المسافة الكلية يجب ان نحسب الازاحة خلال الزمن $t = 0$ من خلال المعادلة(5) :

$$x = \frac{1}{3}(0)^3 - \frac{1}{2}(0)^2 + 2 * (0) + 1$$

$$x = 1m$$

$$D = 67 - 1 = 66\ m$$

المسافة الكلية تساوى:

س8/

جسم يتحرك طبقا للمعادلة التالية ($x = 14t + 10t^2$) احسب السرعة الابتدائية والعجلة (التسارع) التي يتحرك بها الجسم؟

الحل:

من خلال معادلات الحركة الثلاث نجد ان المعادلة الثانية تنطبق على المعادلة في السؤال اعلاه:

$$x = v_\circ t + \frac{1}{2} a\ t^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1$$

$$x = 14t + 10\ t^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2$$

بالاعتماد على المعادلة الاولى نجد ان السرعة الابتدائية تساوي:

$$v_\circ = 14\ m/s$$

والتسارع :

$$\frac{1}{2} a = 10$$

$$a = 20\ m/s^2$$

قوانين نيوتن

2- قوانين نيوتن

قانون نيوتن الاول

يبقى الجسم محافظا على حالته من السكون او الحركة المنتظمة بسرعة ثابتة على خط مستقيم ما لم تؤثر علية قوة خارجية .

الصيغة الرياضية للقانون الاول لنيوتن :

"محصلة القوى المؤثرة على الجسم او المتحرك =صفر "

$$\sum F = 0 \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots 1$$

$$F = ma \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots 2$$

في حالة السكون:

$$a = \frac{v}{t} = 0 \quad \dots\dots\dots\dots\dots 3$$

$$F = ma = \frac{v}{t} = 0 \quad \dots\dots\dots\dots\dots 4$$

في حالة الحركة بسرعة ثابتة:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = 0 \quad \dots\dots\dots\dots\dots 5$$

قانون نيوتن الثاني

" اذا اثرت قوة على جسم فأنها تكسبه تعجيلا (تسارعا) يتناسب طرديا مع القوة المسلطة على الجسم وعكسا مع كتلة الجسم "

أي ان محصلة القوى لا تساوي صفر

الصيغة الرياضية للقانون الثاني لنيوتن :

$$F = ma \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots 6$$

اذا اثرت على الحسم قوتان او اكثر فأن محصلة القوى :

$$\sum F = ma \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots 7$$

بعض انواع القوى الاخرى

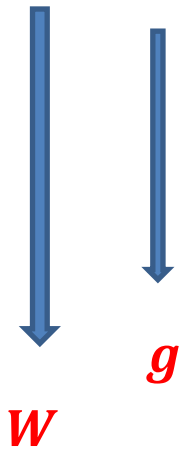
1- الوزن :w

هو مقدار قوة جذب الارض للجسم

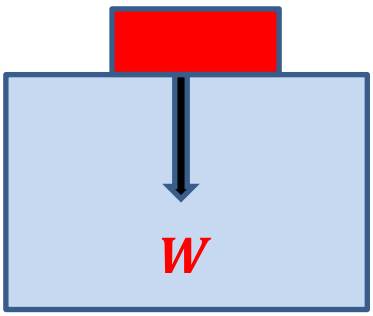
$$W = mg \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots 8$$

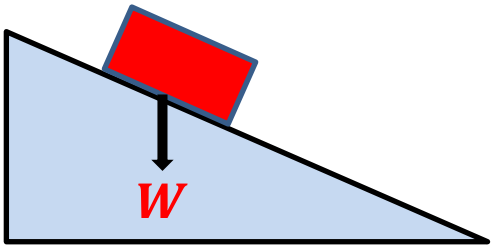
حيث g هو تعجيل الجاذبية الارضية

$$g = 9.8 \ m/s^2$$



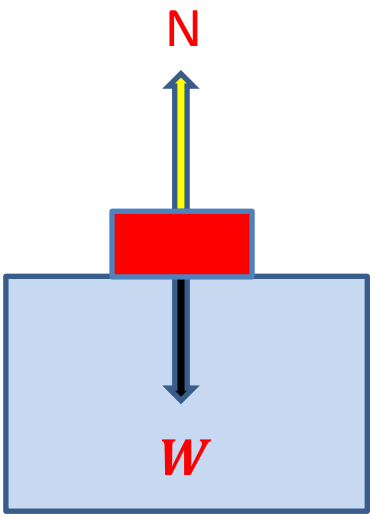
أي جسم قريب من سطح الارض يتاثر بقوة جذب الارض له ويكون اتجاهها نحو الارض دائما

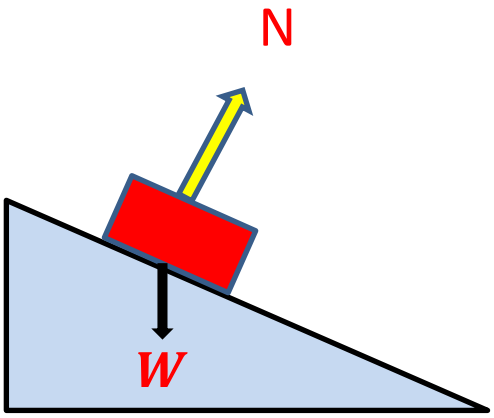




2- قوة رد الفعل العمودية N :

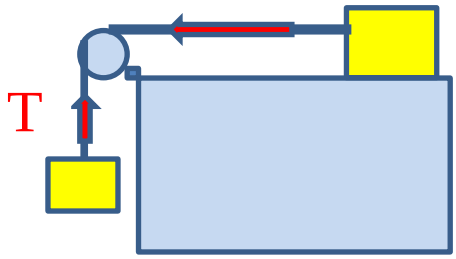
عند وضع أي جسم على سطح ما, فأن ذلك سوف يدفع الجسم بقوة تسمى **القوة العمودية**

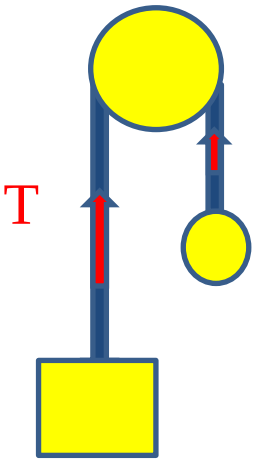




3 – قوة الشد T :

هي قوة تعمل بين جسمين بحيث تشد احداهما الاخرى بواسطة حبل او خيط .





قانون نيوتن الثالث

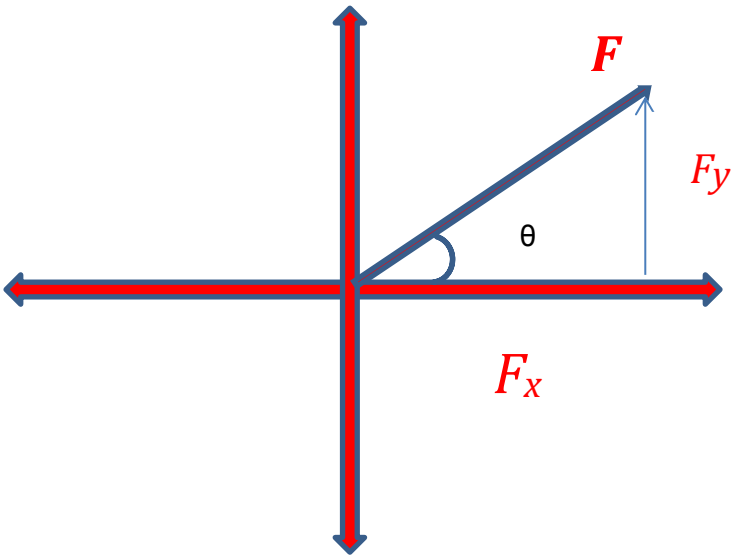
لكل قوة فعل قوة رد فعل تساويها في المقدار وتعاكسها في الاتجاه

$$F_1 = -F_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 9$$

قبل الدخول لمسائل قوانين نيوتن فأن هناك امر لابد من معرفته وهو (**مركبات المتجه**) لاننا سوف نحتاجه في تلك القوانين وكثير من مواضيع الفيزياء الاخرى .

فأذا كان لدينا المتجه القوة F فأن مركباته F_x و F_y سوف تكون بالاشكال التالية :

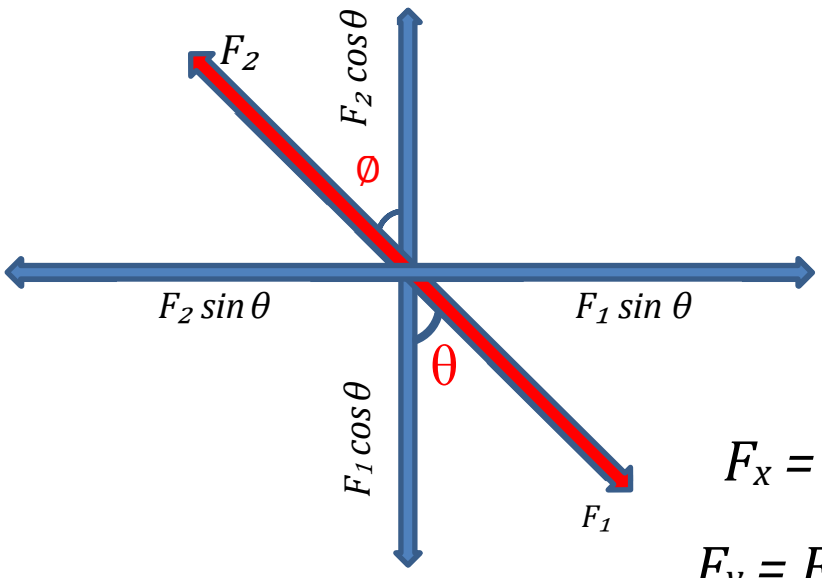
1 – مركبات هذا الشكل :



$$F_x = F\cos\theta$$

$$F_y = F\sin\theta$$

2 - مركبات هذا الشكل :



$$F_x = F_1 \sin\theta - F_2 \sin\theta$$

$$F_y = F_2 \cos\theta - F_1 \cos\theta$$

حركة الجسم على مستو مائل

استراتيجية الحل:

1. ارسم مخطط القوى (نرسم رسم تقريبي ونحدد القوى في الجسم بشكل اتجاهي
2. ضع القوى في مستوى الاحداثيات حيث نقطة الاصل تنطبق على مركز الثقل للجسم
3. حلل القوى التي تميل بزاوية

طبق قانون نيوتن الثاني على المحورين واستخدامى معادلات الحركة

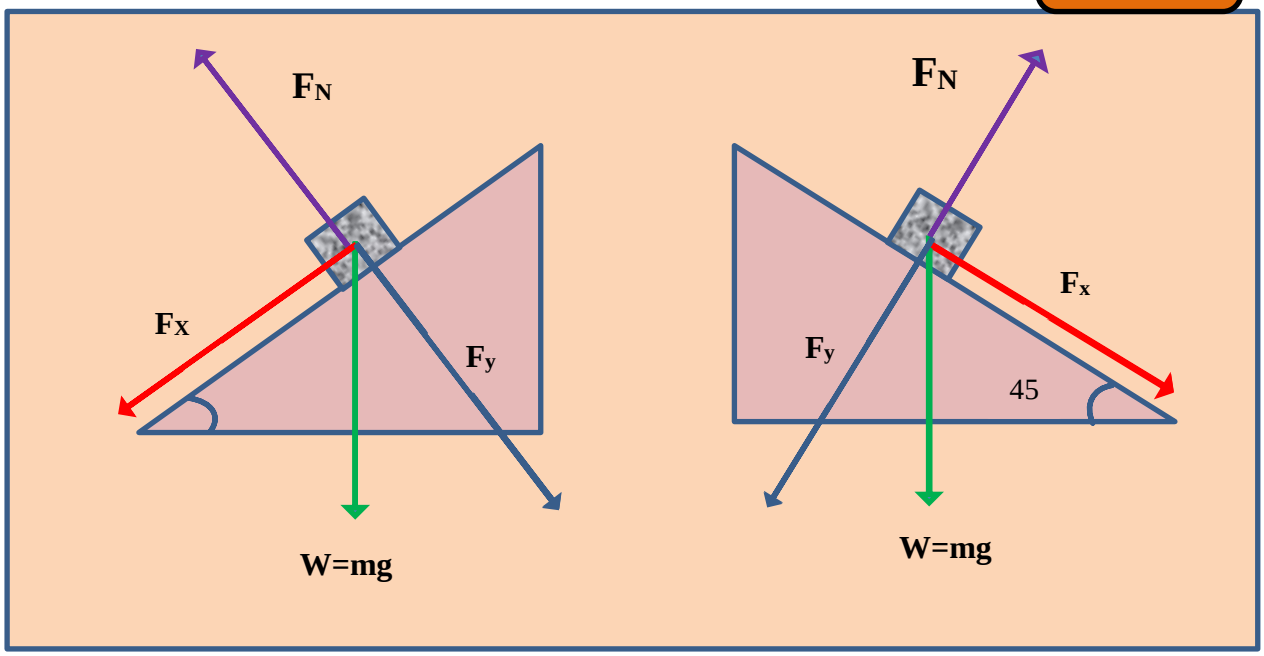
$$\sum Fx = 0 \quad \sum Fy = 0 ,$$

ملاحظة

محور السينات (x) دائما مواز للمستو الذي يوضع عليه الجسم .

تحليل القوى على سطح مائل

1



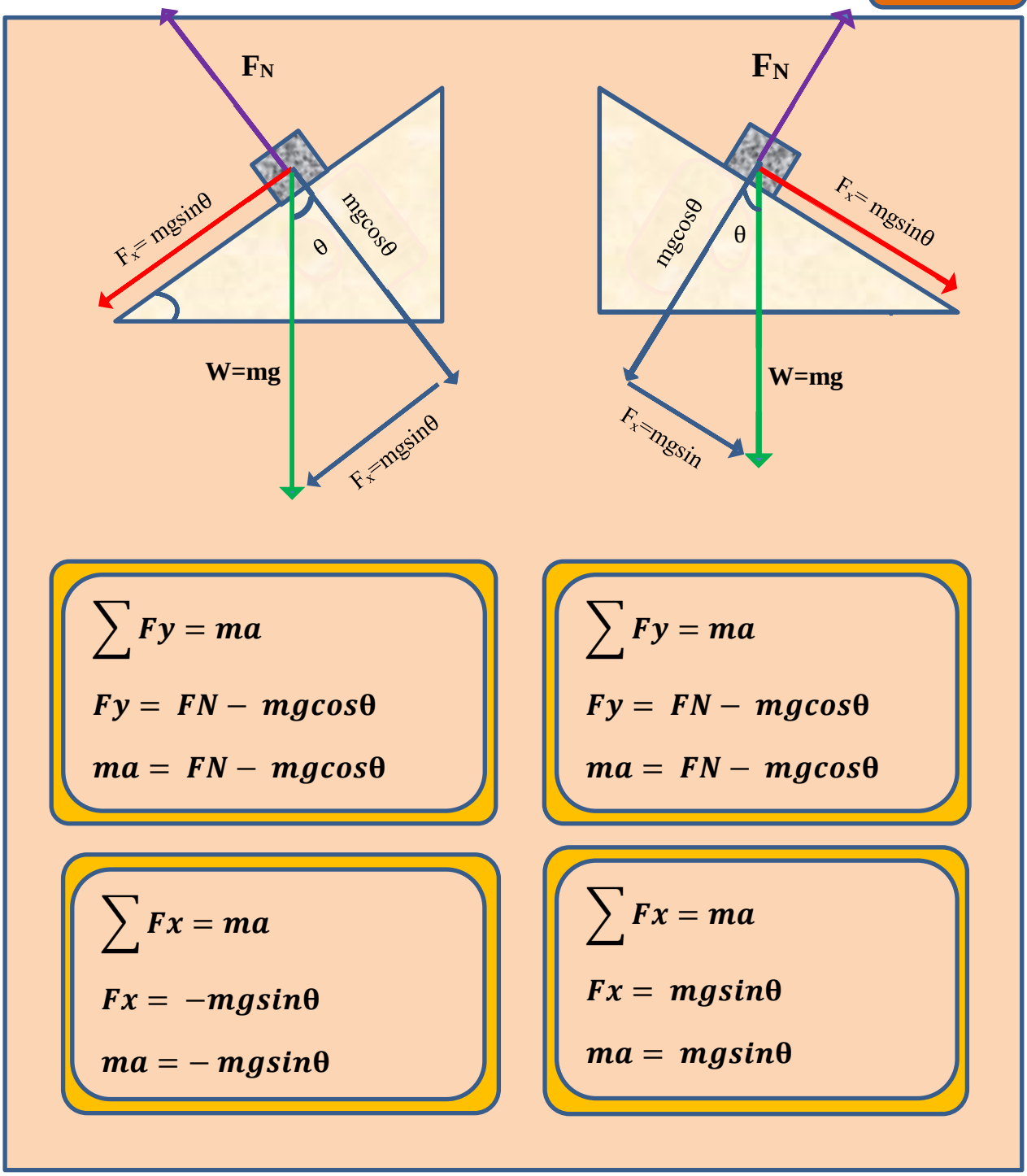
$$sin\theta = \frac{Fx}{mg} \quad , Fx = mgsin\theta$$

$$cos\theta = \frac{Fy}{mg} \quad , Fy = mgcos\theta$$

$$sin\theta = \frac{Fx}{mg} \quad , Fx = mgsin\theta$$

$$cos\theta = \frac{Fy}{mg} \quad , Fy = mgcos\theta$$

2



$$\sum Fy = ma$$
$$Fy = FN - mgcos\theta$$
$$ma = FN - mgcos\theta$$

$$\sum Fy = ma$$
$$Fy = FN - mgcos\theta$$
$$ma = FN - mgcos\theta$$

$$\sum Fx = ma$$
$$Fx = -mgsin\theta$$
$$ma = -mgsin\theta$$

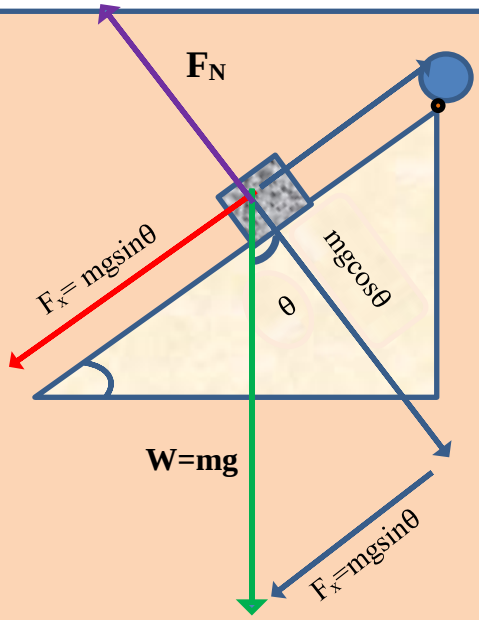
$$\sum Fx = ma$$
$$Fx = mgsin\theta$$
$$ma = mgsin\theta$$

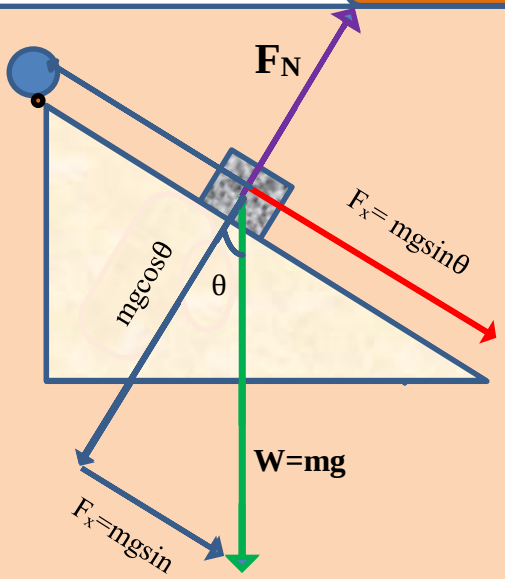
ملاحظة: يمكن ان نطبق شروط الاتزان على المحورين x و y في حالة الجسم الساكن او المتحرك في حركة منتظمة أي التسارع يساوي صفر أي ان الجسم في حالة اتزان

$$\sum Fx = 0 \qquad \sum Fy = 0$$

في حالة وجود الشد في الحبل او الخيط

3





$$\sum Fy = ma$$

$$Fy = FN - mg\cos\theta$$

$$ma = FN - mg\cos\theta$$

$$\sum Fy = 0$$

$$Fy = FN - mg\cos\theta$$

$$ma = FN - mg\cos\theta$$

$$\sum Fx = ma$$

$$Fx = T - mg\sin\theta$$

$$ma = T - mg\sin\theta$$

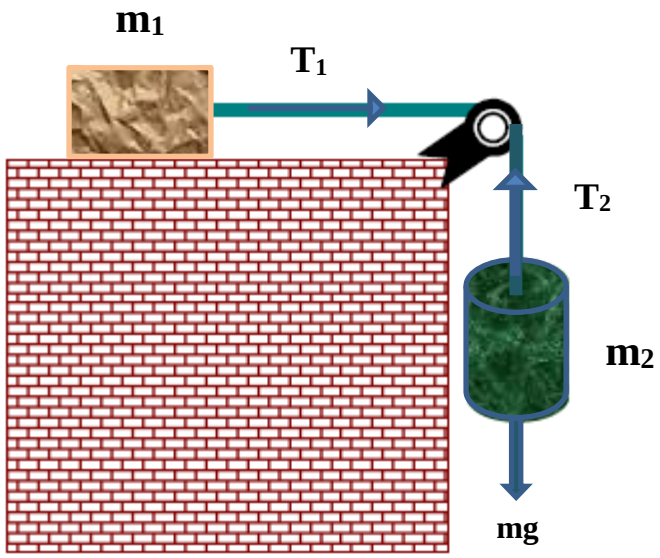
$$\sum Fx = ma$$

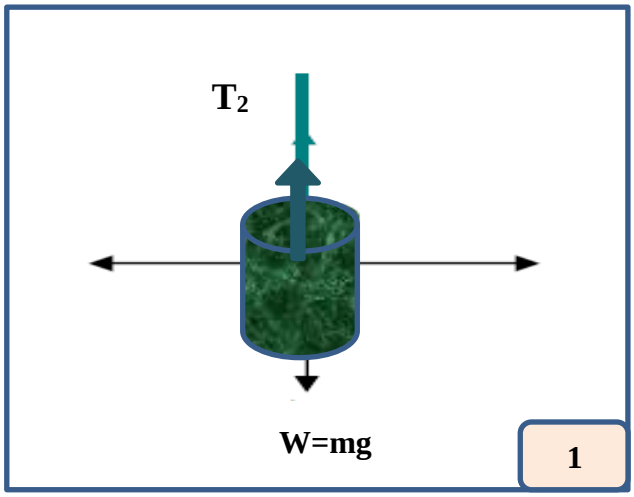
$$Fx = mg\sin\theta - T$$

$$ma = mg\sin\theta - T$$

في حالة الشد في الخيط

عندما تكون حركة الجسم للاسفل فان الوزن W=mg يكون موجب والشد T سالب.



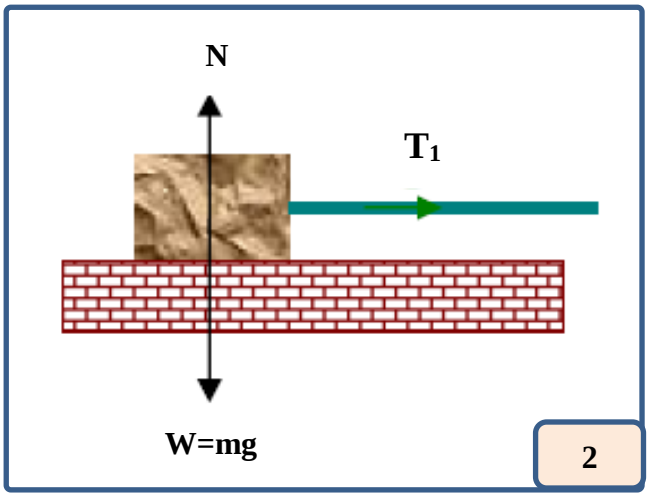


نعزل الجسمين عن بعضهما وبما ان m_2 اكبر من m_1 فأن حرك الجسم في الشكل 1 تكون الى الاسفل أي ان الوزن موجب والشد سالب لذلك يكون قانون نيوتن الثاني كما يلي :

$$\sum Fy = ma$$

$$Fy = mgsin\theta - T$$

$$ma = mgsin\theta - T$$



في الشكل (2) نأخذ القوة التي تؤثر على حركة الجسم وهي قوة الشد في اتجاه محور x لان الوزن لا يؤثر على حركة الجسم

$$\sum Fx = ma$$

$$Fx = T$$

$$T = ma$$

س1/

صندوق كتلته (60 kg) ,وضع على سطح املس عديم الاحتكاك سحب بقوة مقدارها (140 N) احسب تسارع الصندوق ؟

الحل:

بتطبيق قانون نيوتن الثاني :

$$F = ma$$

حيث : $m = 60\ kg$, $F = 140\ N$

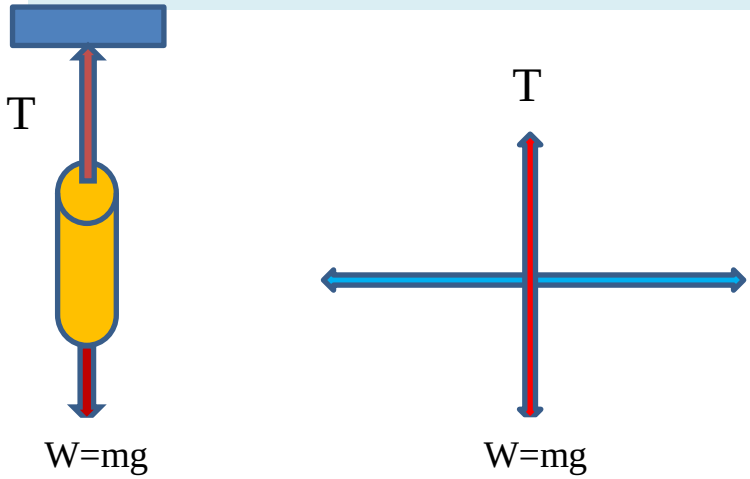
$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{140}{60}$$

$$a = 2.33\ \frac{m}{s^2}$$

س2/ في الشكل المقابل اسطوانة كتلتها $5\ kg$ معلقة بواسطة حبل , احسب قوة الشد في الحبل ؟

الحل:



1- نطبق شرط الاتزان على المحور x :

$$\sum Fx = 0$$

لأنه لا توجد قوى على المحور x

2- نطبق شر الاتزان على المحور y :

$$\sum Fy = 0$$

محصلة القوى على محور y هي :

$$F_y = T - W = 0$$

$$T - W = 0$$

$$T = W \quad \Rightarrow \quad W = mg$$

$$T = mg$$

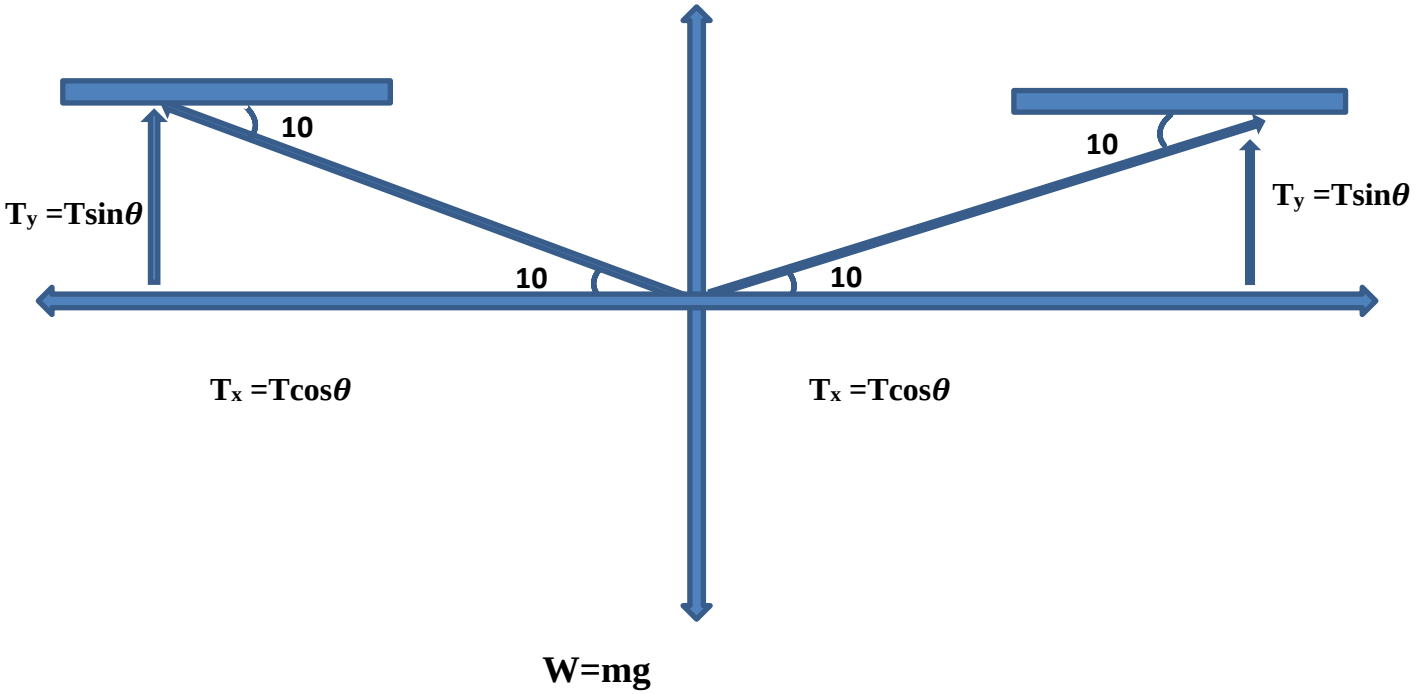
$$T = 5 \times 9.8$$

$$T = 49\ N$$

س3/ كتلة لاعب المشي على الحبل الموضح بالشكل التالي هي (65 Kg) عندما يكون اللاعب في حالة اتزان في الوضع المبين اوجد :

1. الشد في الحبل ؟
2. اذا كان اقصى قوة شد يتحملها الحبل المبين قدرها 2000 N فما اقصى وزن يستطيع هذا الحبل حملة في الوضع المبين ؟

الحل:



1- نطبق شرط الاتزان في المحور x :

$$\sum Fx = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

نلاحظ ان قوة الشد ثابتة لان الحبل واحد

Tcos10 – T cos10 =0 2

2- نطبق شرط الاتزان على المحور y :

$$\sum Fy = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3$$

$$Fy = T \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4$$

Tsin10 + Tsin10 – W = 0

2Tsin10 = W 5

W = mg

W = 65 x 10

W = 650 N 6

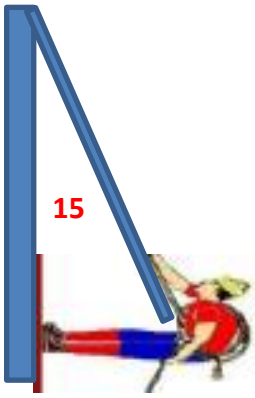
نعوض معادلة رقم (6) في (5) نحصل على :

2Tsin 10 =650

T = 650/2sin10

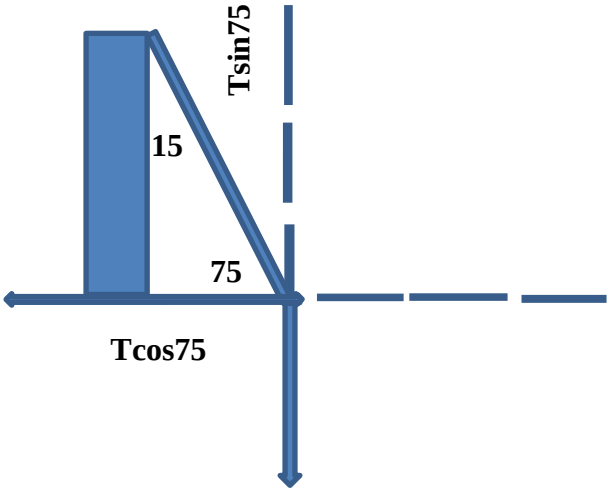
T = 1871.6 N

س4/ يوضح الشكل متسلق جبال وزنه (800 N) وهو يحاول الهبوط على وجه صخرة مرتفعة , فيتعلق بالحبل ويدفع بقدميه على الصخره بشكل افقي . عندما يكون المتسلق في حالة اتزان اجب عما يلي :



1. ما مقدار قوة الشد في الحبل
2. ما مقدار القوة التي يدفع بها المتسلق على الصخرة
3. ما مقدار القوة التي تدفع بها الصخرة على المتسلق

الحل :



1- مجموع القوى على المحور y :

$$\sum Fy = 0$$

$$F_y = Tsin75 - 800 = 0$$

$$Tsin75 - 800 = 0$$

$$Tsin75 = 800$$

$$T = 800/\ sin75 \longrightarrow T = 828.2\ N$$

2- قوة دفع المتسلق على الصخرة = F_1

حيث تكون باتجاه المحور الافقي من خلال الرسم نجد ان :

$$F_1 = T\cos 75$$

$$F_1 = 828.2 \times \cos 75$$

$$F_1 = 214.4\ N$$

3- قوة دفع الصخرة على المتسلق = F_2

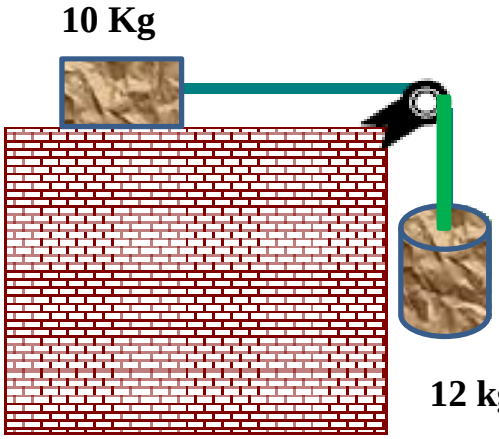
قوة دفع المتسلق على الصخرة = قوة دفع الصخرة على المتسلق لكن بعكس الاتجاه

$$F_2 = -F_1$$

$$F_2 = 214.4\ N$$

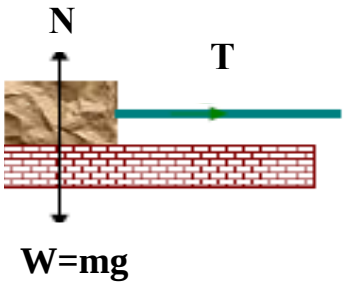
س5/ في الشكل المقابل اذا كان السطح املس (عديم الاحتكاك) احسب:

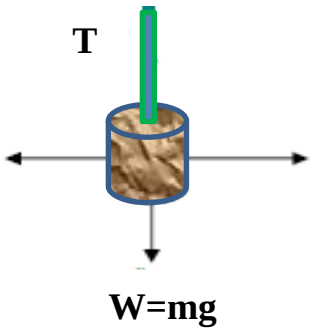
1- تسارع المجموعة
2- قوة الشد في الحبل
3- القوة العمودية على الصندوق



الحل:

نفرض اتجاه الحركة الى الاسفل ثم نقوم بعزل الجسمين عن بعضهما .





1- من الشكل الاسطوانة نحصل على:

$$\sum F1 = ma$$

$$F_1 = W - T = ma$$

$$12 \times 9.8 - T = 12\ a$$

$$117.6 - T = 12\ a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

بتطبيق قانون نيوتن الثاني على الصندوق نحصل على :

$$\sum F2 = ma$$

نلاحظ انه نأخذ القوى التي تسبب حركة الجسم فقط ولم نأخذ وزن الجسم لأنه لا يؤثر

$$T = ma$$

$$T = 10\ a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2$$

نعوض عن قوة الشد في المعادلة (2) في (1) نحصل على :

$$117.6 - 10a = 12\ a$$

$$117.6 = 22a$$

$$a = 117.6 / 22$$

$$a = 5.35\ m/s^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3$$

2- حساب قوة الشد في الحبل :

نعوض معادلة (3) في (2) نحصل على :

$$T = 10 \times 5.35$$

$$T = 53.5\ N$$

3- لحساب القوة العمودية :

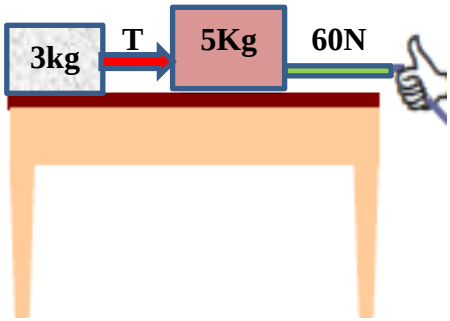
$$N = mg$$

$$N = 10 \times 9.8$$

$$N = 98\ N$$

واجب

س1 / صندوقان متصلان بخيط خفيف كم في الشكل المقابل موضوعان على مستوى افقي عديم الاحتكاك , فاذا اثرت قوة مقدارها 60 N على الصندوق الاكبر باتجاه اليمين , احسب :



1- تسارع المجموعة 2- الشد في الخيط

الحل:

في بداية الحل نأخذ كل صندوق على جهة أي نأخذ كل جسم وبتطبيق قانون نيوتن الثاني :

1- نأخذ الصندوق الاكبر ونطبق عليه قانون نيوتن الثاني :

$$\sum F = ma$$

$$60 - T = 5a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

نأخذ الصندوق الصغير وبتطبيق قانون نيوتن الثاني :

$$\sum F = ma$$

$$T = 3a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2$$

بجمع المعادلتين (1) و (2) نحصل على :

$$60 - \cancel{T} = 5a$$

$$\cancel{T} = 3a$$

$$60 = 8a$$

$$a = \frac{60}{8} = 7.5\,\frac{m}{s^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3$$

ملاحظة: نستطيع ايجاد a مباشرة من قانون نيوتن الثاني

$$\sum F = a \sum m$$

نأخذ القوة المؤثرة او المعيقة للحركة فنجدها هي 60 N

وبتطبيق القانون نحصل على :

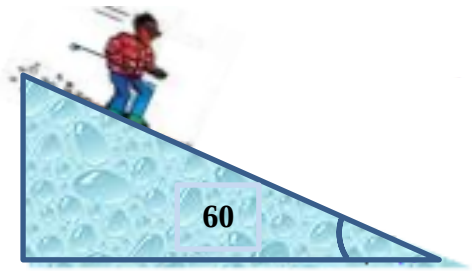
$$60 = a\,(5+3)$$

$$a = 7.5\ m/s^2$$

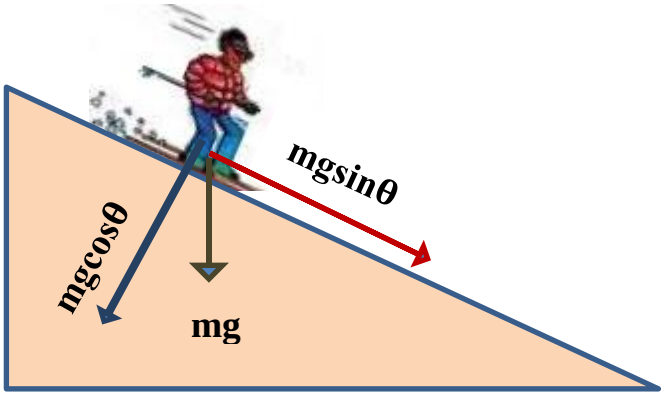
2- لايجاد الشد نعوض معادلة (3) في احدى المعادلتين :

$$T = 3a = 3 * 7.7 = 22.5\ N$$

س2 / ينزلق متزلج كتلته 65 kg من اعلى منحدر عديم الاحتكاك يميل عن المحور الافقي بزاوية 60^0 درجة كما في الشكل المقابل , احسب تسارع ذلك المتزلج؟



الحل:



نلاحظ ان القوة المسببة للحركة هي mgsinθ

وبتطبيق قانون نيوتن الثاني :

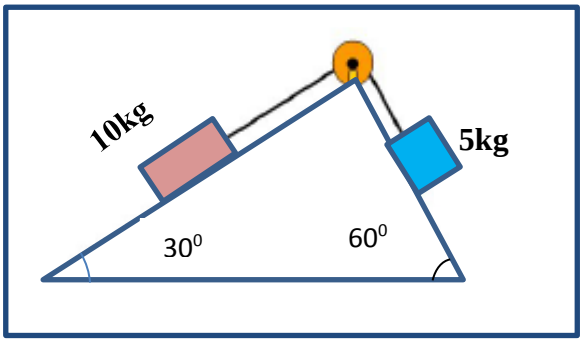
$$\sum F = ma$$

$$mgsin60 = ma$$

$$gsin60 = a$$

$$a = 9.8 * sin60 = 8.49\ m/s^2$$

س 3 / تتحرك الكتلتان m_1 وm_2 على المستويين المائلين كم موضح بالشكل التالي وبفرض اهمال الاحتكاك اجب عما يلي :



1- ما هو تسارع المجموعة ؟

2- ما مقدار قوة الشد في الخيط ؟

3 – ما مقدار القوة التي تؤثر بها السطح في الكتلة m= 10 kg

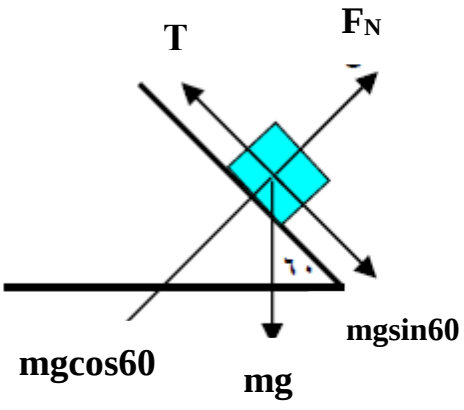
4- ما مقدار القوة التي تؤثر بها الكتلة m= 5 kg كغمفي السطح؟

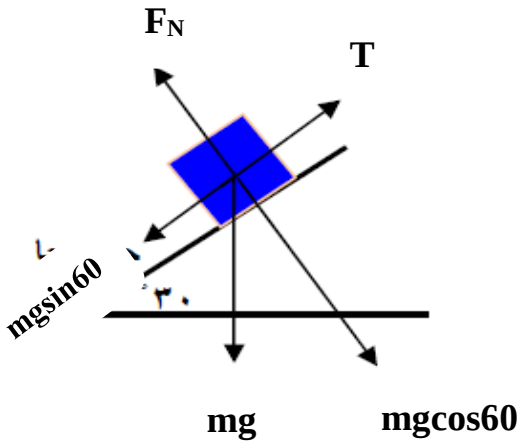
الحل :

1

كما عملنا سابقا في الحل السابق نعمله هنا من حيث فصل الجسمين ودراسةكل جسم على حدة وتطبيق قانون نيوتن الثاني عليه:

اولا: نطبق قانون نيوتن الثاني على الكتلة m= 5 kg :





$$\sum F = ma$$

$$5gsin60 - T = 5a$$

$$42.43 - T = 5a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

ثانيا : نطبق قانون نيوتن الثاني على الجسم الثاني m= 10 kg :

$$\sum F = ma$$

$$T - 10gsin30 = 10a$$

$$T - 49 = 10a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2$$

بجمع المعادلتين (1) و(2) نحصل على :

$$42.43 - \cancel{T} = 5a$$

$$\cancel{T} - 49 = 10a$$

$$42.43 - 49 = 15a$$

$$a = -0.438\, m/s^2$$

2- من احدى المعادلتين يمكن حساب الشد

$$T - 49 = 10a$$

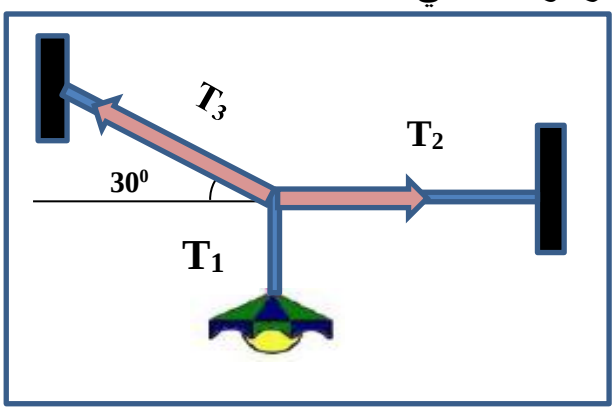
$$T - 49 = 10 * (-0.438)$$

$$T = 44.62\, N$$

$$FN = mgcos30 = 10 * 9.8 * cos30 = 84.87 \quad 3$$

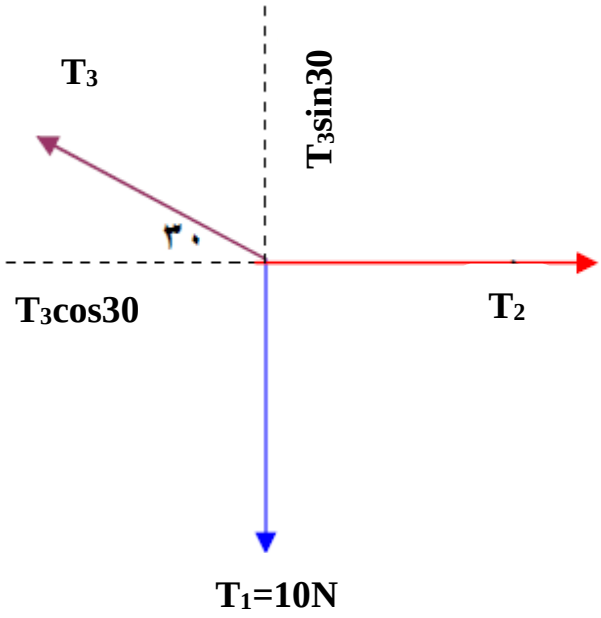
$$FN = mgcos30 = 5 * 9.8 * cos60 = 24.6\, N \quad 4$$

س4/ في الشكل التالي علق مصباح وزنه 10 N بواسطة حبلين خفيفين , وفي وضع الاتزان كان احد الحبلين يميل على المحور الافقي بزاوية 30^0 درجة بينما اصبح الحبل الاخر في ضع افقي . احسب مقدار قوة الشد في كل حبل ؟



الحل:

مجموع القوى على المحور x :



$$\sum Fx = 0$$

$$T_2 - T_3\cos 30 = 0$$

$$T_2 = T_3\cos 30 \quad \ldots\ldots \quad 1$$

مجموع القوى على المحور y :

$$\sum Fy = 0$$

$$T_3\sin 30 - 10 = 0$$

$$T_3 = 20\ N$$

من معادلة رقم (1)

$$T_2 = T_3\cos 30 = 20 * 0.866$$

$$T_2 = 17.32\ N$$

السقوط الحر للاجسام

3- السقوط الحر للاجسام :

عندما يسقط جسم من مكان مرتفع عن سطح الارض فأن هذا الجسم يبدأ حركته من السكون $(v_o = 0)$ متجها لأسفل تحت تأثير قوة جذب الارض له.

يوجد خاصيتين مهمتين للحركة التي تصحح السقوط الاجسام الحر:

1- سقوط الاجسام الحر دون تأثير مقاومة الهواء

2- كل الاجسام التي تسقط سقوطا حرا على الارض تتعجل نزولا بمعدل $9.8\ m/sec^2$.

3- هذه العجلة تعمل تعمل على زيادة سرعته تدريجيا حتى تصل الى اقصى قيمه لحظة اصطدامه بالارض.

معادلات الحركة العمودية في بعد واحد للجسم في السقوط الحر :

$$v = v_o + gt \quad \text{..... 1}$$

$$\Delta y = v_o t + \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{..... 2}$$

$$v^2 = v_o^2 + 2g\Delta y \quad \text{..... 3}$$

حيث

$v(o)$ هي السرعة الابتدائية (m/s) .

$v(t)$, هي السرعة العمودية خلال فترة زمنية معينة (m/s) .

$y(o)$, هو الارتفاع الابتدائي (m) .

$y(t)$, هو الارتفاع بعد مرور فترة زمنية معينة (m) .

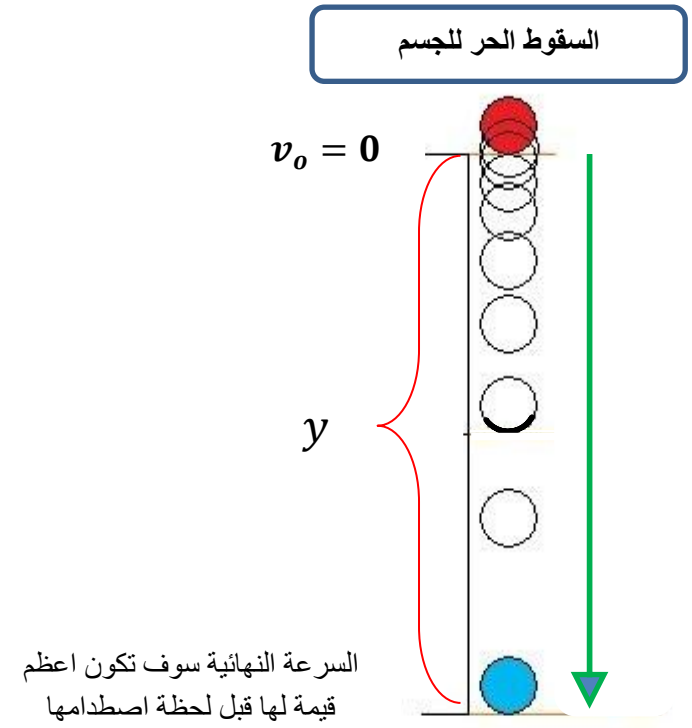
t, الفترة الزمنية المقضية (s) .

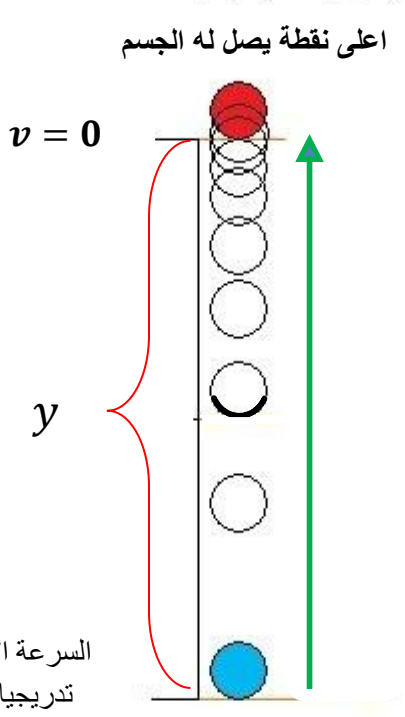
g التعجيل طبقا للجاذبية($9.81\ m/s^2$) قرب سطح الارض.

ملاحظات

1- عند سقوط الجسم من الاعلى للاسفل : تزداد سرعة الجسم تدريجيا حتى تصل الى اقصى قيمة لها عند سطح الارض وتكون سرعتة الابتدائية $v_o = 0$, وتكون قيمة عجلة الجاذبية بأشارة موجبة أي عجلة تزايدية.

2- عند قذف الجسم من اسفل الى اعلى : تقل سرعة الجسم تدريجيا حتى تنعدم عند اقصى ارتفاع , وتكون قيمة عجلة الجاذبية الارضية سالبة أي عجلة تباطؤيه .وتكون السرعة النهائية للجسم $v = 0$.





ت	الحركة الافقية بتسارع ثابت	الحركة الرأسية في مجال الجاذبية الارضية	
		السقوط الحر للأجسام	المقذوفات رأسيا الى الاعلى
1	$v = v_o + at$	$v = gt$	$v = v_o - gt$
2	$\Delta x = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$	$\Delta y = \frac{1}{2} g t^2$	$\Delta y = v_o t - \frac{1}{2} g t^2$
3	$v^2 = v_o^2 + 2a\Delta x$	$v^2 = 2g\Delta y$	$v^2 = v_o^2 - 2g\Delta y$

س1/

سقطت مطرقة من عامل يقف على سطح مبنى عالي فوصلت الى سطح الارض بعد 8s علما بأن عجلة الجاذبية $10\ m/s^2$. اوجد اقصى مسافة حتى تصل الارض وما اقصى سرعة تصله المطرقة قبل لحظة اصطدام االمطرقة بالارض؟

الحل:

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

$$y = ?, g = 10\frac{m}{s^2}\ , t = 8\ s\ , v_\circ = 0$$

$$y = 0 * 8 + \frac{1}{2} * (10) * (8)^2$$

$$y = 320\ m$$

$$v = gt + v_o$$

$$v = (10) * 8 + 0$$

$$v = 80\ m/s$$

س2/

قذف جسم رأسيا الى الاعلى بسرعة ابتدائية $98\ m/s$ اوجد اقصى ارتفاع يصل اليه الجسم والزمن الذي يستغرقه ليصل الى هذ الارتفاع .علما بأن عجلة الجاذبية الارضية $9.8\ m/s^2$.

الحل :

$$v^2 = v_o^2 + 2g\Delta y$$

$$v_o = 98\frac{m}{s}\ , t = ?\ , y = ?\ \ , v = 0$$

$$0 = (98)^2 + 2 * (-9.8) * \Delta y$$

$$9604 = 19.6 * \Delta y$$

$$\Delta y = \frac{9604}{19.6}$$

$$\Delta y = 490\ m$$

$$v = v_\circ + gt$$

$$0 = 98 + (-9.8) * t$$

$$t = \frac{98}{9.8} = 10\ s$$

س3/ قطرات من الماء تسقط من اعلى منطقة سقفيه ارتفاعها $8.52\ m$ فوق الارض. احسب الزمن المطلوب لكي تصل الى الارض؟

الحل:

$$y(t) = \frac{1}{2}gt^2 + v_o t + y_o$$

$$8.52\ m = (0\ m/s)*(t) + 0.5*(9.8\ m/s^2)*(t)^2$$

$$8.52\ m = (0\ m)\ *(t) + (4.9\ m/s^2)*(t)^2$$

$$8.52\ m = (4.9\ m/s^2)*(t)^2$$

$$(8.52\ m)/(\ 4.9\ m/s^2) = t^2$$

$$1.739\ s^2 = t^2$$

$$t = 1.32\ s$$

س: عند قذف كره الى الاعلى فان سرعته تساوي صفر لحظة وصولها اعلى نقطة من مسار الكره ؟ فهل يعني بالضرورة تعجيلها يساوي صفر؟

س: سيارة تسير بخط مستقيم بسرعة سالبة أي باتجاه($-x$) وبتعجيل موجب بأتجاه ($+x$) هل يعني ان حركة السيارة بتسارع ام تباطؤ؟

س4/

من سطح بناية سقطت كرة سقوطا حرا فوصلت سطح الارض بعد مدة زمنية (3 s) احسب :

1. ارتفاع سطح البناية
2. سرعة الكرة لحظة اصطدامها بسطح الارض وبأي اتجاه
3. سرعة وارتفاع الكرة فوق سطح الارض بعد مرور (1) اعتبر($g = 10\ m/s^2$)

الحل :

-1

تكون السرعة الابتدائية $v_o = 0$ دائما في السقوط الحر

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

$$y = \frac{1}{2} * 10(3)^2 = 45\ m$$

-2

$$v = gt + v_o$$

$$v = 10 * 3 + 0 = 30\ m/s$$

-3

لحساب سرعة الكرة بعد **1s**

$$v = gt + v_o$$

$$v = 10 * 1 + 0 = 10\ m/s$$

لحساب الارتفاع $y = \frac{1}{2}gt^2 + v_o t$

$$y = \frac{1}{2} * 10 * 1^2 = 5\ m$$

لحساب الارتفاع من سطح الارض خلا ل الفترة 1s

$$y = 45 - 5 = 40\ m$$

س5/

قذف حجر رأسيا لأعلى بسرعة 25 m/s افرض ($g = 10\ m/s^2$) أوجد

1- أقصى ارتفاع يصل إلية الجسم

2- الزمن اللازم لعودة الجسم ثانيا إلى سطح الأرض

3- الزمن اللازم لعودة الجسم ثانيا إلى سطح الأرض

الحل:

-1

$$, v = 0 \quad v_\circ = 25 \frac{m}{s}$$

$$g = -10\ m/s^2$$

$$v^2 = v_\circ^{\,2} + 2gy$$

$$0 = 625 + 2 * (-10)y$$

$$20y = 625$$

$$y = 31.25\ m$$

-2 إيجاد زمن الصعود

$$y = 31.25\ m$$

$$v = v_\circ + gt$$

$$0 = 25 + (-10)t$$

$$t = 2.5\ s$$

3- الزمن اللازم لعودة الجسم ثانيا إلى سطح الأرض

$$t = 2.5 * 2 = 5\ s$$

س6

قذف سهم رأسيا لأعلى بسرعة ابتدائية 100 m/s علما ان (g = 10 (m/s^2) اوجد :

1- أقصى ارتفاع يصل إلية الجسم

2- الزمن الذى يستغرقة السهم للوصول لأقصى ارتفاع

3- سرعة السهم لحظة عودته إلى مكان الإطلاق

الحل:

1- أقصى ارتفاع يصل إلية الجسم

$$v_\circ = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}\ ,\ v = 0$$

$$g = -10 \frac{m}{s^2}$$

$$v^2 = {v_\circ}^2 + 2gy$$

$$0 = 10000 + 2(-10)$$

$$10000 = 20y$$

$$y = 500\ m$$

2- الزمن الذى يستغرقة السهم للوصول لأقصى ارتفاع

$$v = v_\circ + gt$$

$$0 = 100 + (-10)t \quad , \quad t = 10\ s$$

زمن عودة الجسم لمكان الإطلاق

$$t = 10 * 2 = 20\ s$$

3- سرعة السهم لحظة عودتة إلى مكان الإطلاق

$$v = v_{\circ} + gt$$

$$v = 0 + (10) * 10 = 100\ m/s^2$$

س7

قذف جسم بسرعة ابتدائية 50 m/s فوصل لأقصى ارتفاع بعد 5 s

أوجد سرعة الجسم فى الثانية السابعة من لحظة قذف الجسم ؟

الحل:

بما ان اقصى ارتفاع يصل عنده الجسم في الفترة t = 5s لذلك لايجاد سرعة الجسم عند الثانية السابعة من بداية قذف الجسم نلاحظ ان الجسم عند الثانية الخامسة يتوقف عن الحركة وبعد ذلك يسقط الى الارض فتعتبر الثانية الخامسة هي بداية حركة الجسم اي السرعة عند الثانية السابعة تكون عند الفترة (2s) من رجوع الجسم:

عند الثانية السابعة السرعة الابتدائية تساوي صفر

$$\boldsymbol{v = v_{\circ} + gt}$$

$$\boldsymbol{v = 0 + 10 * 2}$$

$$\boldsymbol{v = 20\ m/s}$$

س8

إذا قذفت كرتان لأعلى فى مجال الجاذبية الأرضية وكانت السرعة الابتدائية للكرة الثانية ضعف السرعة الابتدائية للكرة الأولى أوجد النسبة بين أقصى ارتفاع للكرة الثانية وأقصى ارتفاع للكرة الأولى

الحل:

للكرة الأولى

$$v = 0, v_{o1} = ?, g = -g\ m/s^2$$

$$v^2 = \boldsymbol{v_{o_1}^2} + 2gy_1$$

$$0 = \boldsymbol{v_{o_1}^2} + 2(-g)y_1$$

$$\boldsymbol{v_{o_1}^2} = 2gy_1$$

$$y_1 = \frac{\boldsymbol{v_{o^1}^2}}{2g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

للكرة الثانية

$$, \ v = 0 \ , \ g = -g \ \ v_o{}^2 = 2v_o{}^1$$

$$v^2 = \boldsymbol{v_{o^2}^2} + 2gy_2$$

$$0 = 4\boldsymbol{v_{o^1}^2} + 2(-g)y_2$$

$$4\boldsymbol{v_{o^1}^2} = 2gy$$

$$\boldsymbol{y_2 = \frac{4v_{o^1}^2}{2g}}$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2 \quad \boldsymbol{y_2 = \frac{2v_{o^1}^2}{g}}$$

النسبة بين أقصى ارتفاع الكرة الثانية إلى الكرة الأولى

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{\frac{2v_{o^1}^2}{g}}{\frac{v_{o^1}^2}{2g}}$$

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{4}{1} = 4:1$$

س9/

سقط جسم كتلته 100 g من قمة مبنى سكني وبعد ثانيتين لوحظ مروره بنافذة في المبنى ترتفع 50 m عن سطح الأرض احسب

1. ارتفاع المبنى عن سطح الأرض
2. السرعة التي يصل إليها الجسم لحظة اصطدامه بالأرض
3. المسافة التي قطعها الجسم من سطح المنزل الى الشباك.

الحل:

$v_\circ = 0\frac{m}{s}$, $t = 2\ s$, $g = +\frac{10m}{s^2}$, $m = 100g$ =0.1kg

$$x = v_\circ t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$x = 0 * 2 + \frac{1}{2} * 10 * (2)^2$$

$$x = 20\ m$$

الارتفاع من سطح المبنى الى السباك

$$x = 50 + 20 = 70\ m$$

الارتفاع من سطح المبنى الى الارض

$$v^2 = v_\circ^{\ 2} + 2g\Delta y$$

$$v^2 = 0 + 2 * 10 * 70$$

$$v^2 = 1400$$

$$v = 37.41\ m/s$$

قوة الاحتكاك

4- قوة الاحتكاك

قوة الاحتكاك

واحتكاكهما كميةٌ من الحرارة، وهذا الاحتكاك لا يقتصر على المواد الصلبة، بل تُعرّفُ قوة الاحتكاك على أنّها القوة التي تقاومُ تحرّكَ سطح عن سطحٍ آخر، بمعنى أنّها القوة الموجودة بين السطحين المتلاصقين عند تحرّكهما باتجاهين متعاكسيْن، وذلك عندما تقوم قوةٌ ضاغطةٌ بالضغط على الجسمين مثل وزن أحدهما، وينتج عن تحرّكِ الجسمين يحدثُ بين المواد السائلة، والغازيّة، أو خليط منهما. ، ويُعبَّر عن قوّةِ الاحتكاك رياضيّاً بحاصل :

$$F = \mu N \quad \ldots\ldots \quad 1$$

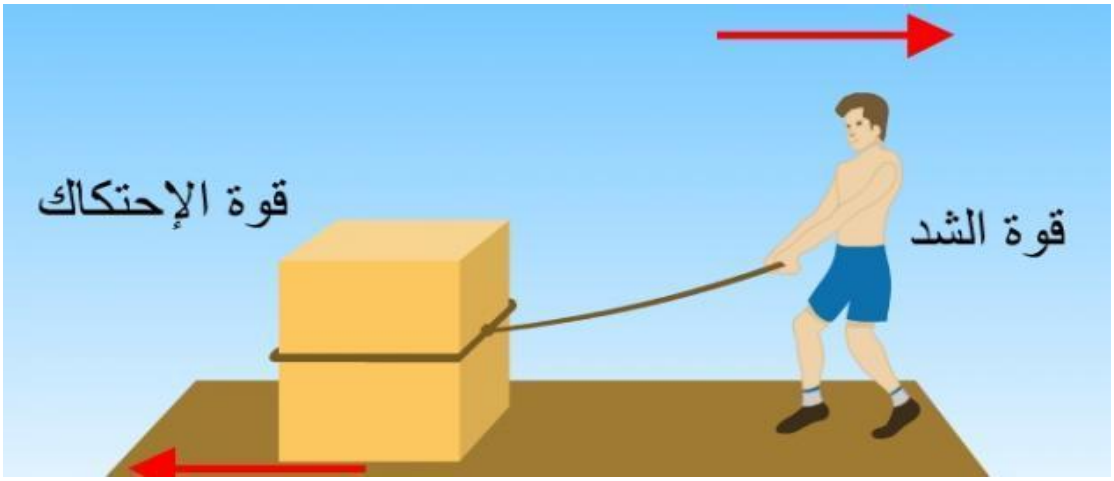
F : القوة المؤثرة على الجسم

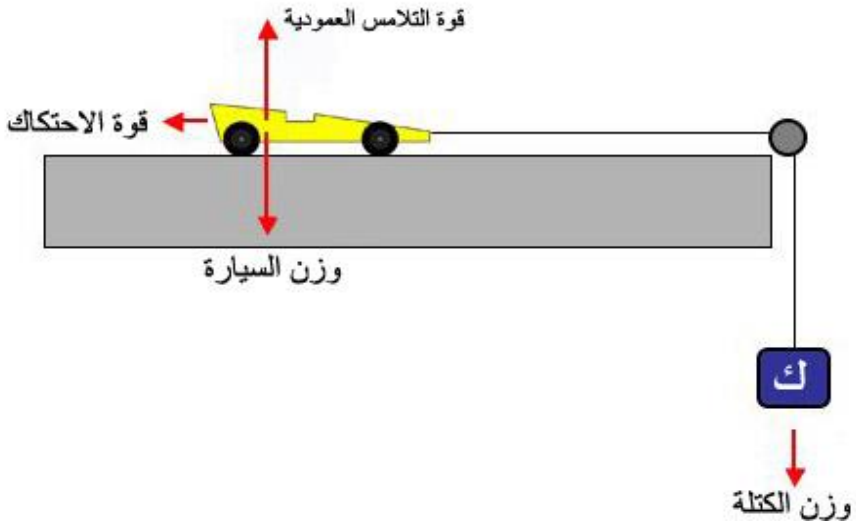
μ:معامل الاحتكاك

N: القوة العمودية

تكونُ قوّة الاحتكاك دائماً في الاتجاه المعاكس لسرعة الجسم، فإذا تحرّك الجسم إلى اليمين فتكونُ قوة الاحتكاكِ باتجاه اليسار، وإذا تحرك الجسم إلى اليسار تكونُ قوة الاحتكاك باتجاه اليمين، والسببُ وراء وجود هذه القوّة هو وجودُ بعض النتوءات والفجوات بين الأجسام والأسطح.

العلاقة بين خشونة الأجسامِ وقوة الاحتكاك علاقةٌ طرديّةٌ؛ فكلما زادت خشونة السطحين زادت قوى الاحتكاك، بينما تقلّ هذه القوى بين الأجسام الملساء، والمنطقة التي يحدث فيها الاحتكاك هي منطقةٌ صغيرةٌ نسبيّاً، وهي عبارةٌ عن المنطقة التي يكون فيها التلامسُ الفعليّ بين نتوءات الجسم الصغيرة والسطح الذي ينزلقُ عليه الجسم





أنواع الاحتكاك من أنواع الاحتكاك ما يلي:

الاحتكاك نوعان

الاحتكاك السكوني	الاحتكاك الحركي
قوة الاحتكاك السكوني	قوة الاحتكاك الحركي
$Fs = \mu s\, N$	$F\text{K} = \mu\text{K}\, N$

يعتمدان على مقدار القوة العمودية

وعلى نوعية السطحين

1- الاحتكاك الساكن:

يكونُ الاحتكاك الساكن بين جسمين غير متحرّكين نسبةً إلى بعضهما البعض، وبالتالي فمعامل الاحتكاك الساكن يرمز له بالرمز(μs) ، وتكون القوة الأوليّة اللازمة لتحريك الجسم أكبرَ من قوّة الاحتكاك الساكن بشيءٍ بسيطٍ، ويكون معامل الاحتكاك الساكن أكبر من معامل الاحتكاك الحركيّ، ومن الأمثلة على الاحتكاك الساكن وقوفُ السيارة على الشارع دونَ حراك، وذلك بالرغم من شكل العجلات الدائريّ الذي يدور وحدَه إلا أنّ النقطة النسبيّة للحركة ما بين العجلة والشارع تكون ساكنةً بالنسبة للشارع، وبهذا يكون الاحتكاكُ ساكناً وليس حركيّاً.

2- الاحتكاك الحركيّ:

يتكوّنُ الاحتكاك الحركيّ عند تحرك جسميْن نسبةً إلى بعضهما البعض، وبالتالي يحتكُّ الجسمان ببعضهما، ويكون لهما معاملُ احتكاكٍ حركيٍّ يرمز له بالرمز(μ_K) ، ويكون هذا المعامل أقلَّ من معامل الاحتكاك الساكن، ومن الأمثلة عليه ما يلي:

الاحتكاك الانزلاقيّ: وهو الاحتكاك الذي يحصل عند احتكاك جسمين صلبين، مثل: تحريك الكرسي على الأرض، أو الأغراض عن الطاولات.

الاحتكاك المائع: أو ما يُعرف باحتكاك الموائع: وهو الاحتكاك الذي يحصلُ عند تحرّك جسمٍ صلبٍ في مادةٍ سائلةٍ أو غازيةٍ، مثل: مقاومة البحر لحركةِ الغوّاصة.

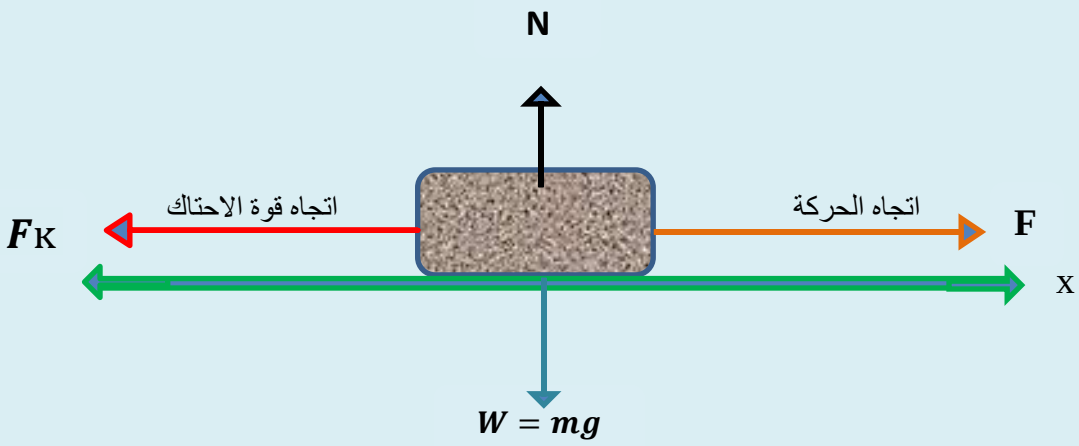
ملاحظة :

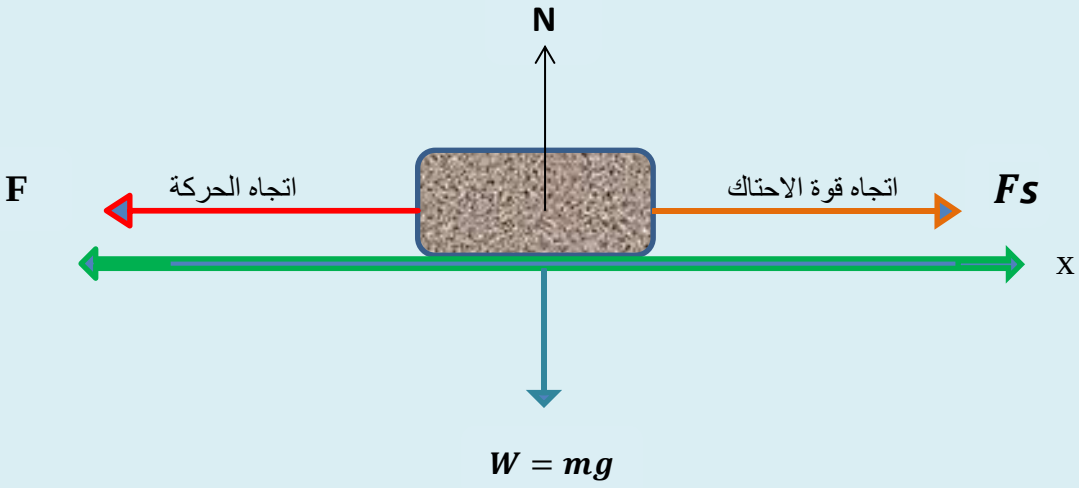
عند حل مسائل الاحتكاك نتبع قوانين نيوتن للحركة

1- السطح الافقي

أ- في حالة الجسم الساكن اوالذي يتحرك بسرعة ثابتة باتجاه اليمين على محور x يعني الجسم يخضع لقانون نيوتن الاول وكما يلي:

$$\sum F = 0$$





$$\sum Fx = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

$$Fx = F - Fs = 0$$

$$F = Fs \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

$$Fs = \mu s\, N \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

$$N = mg \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4$$

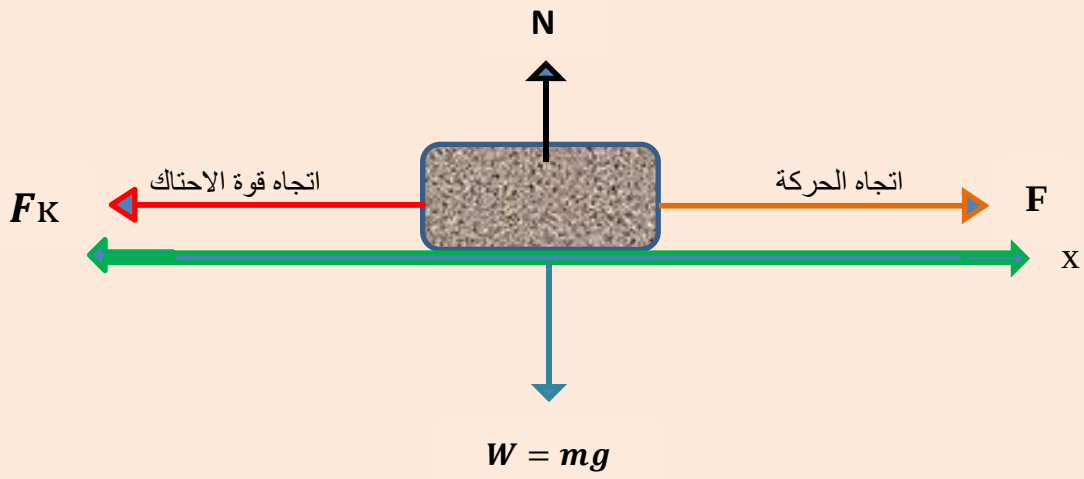
$$Fs = \mu s\, mg \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 5$$

$$\sum Fy = 0$$

$$Fy = N - mg = 0$$

$$N = mg$$

ب- في حالة الجسم الذي يتحرك بسرعة متغيرة باتجاه اليمين على محور x يعني الجسم يخضع لقانون نيوتن الثاني وكما يلي:



$$\sum Fx = ma \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

$$Fx = F - FK = ma$$

$$F_K = \mu_K N \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 2$$

$$F - \mu_K N = ma \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 3$$

$$N = mg \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 4$$

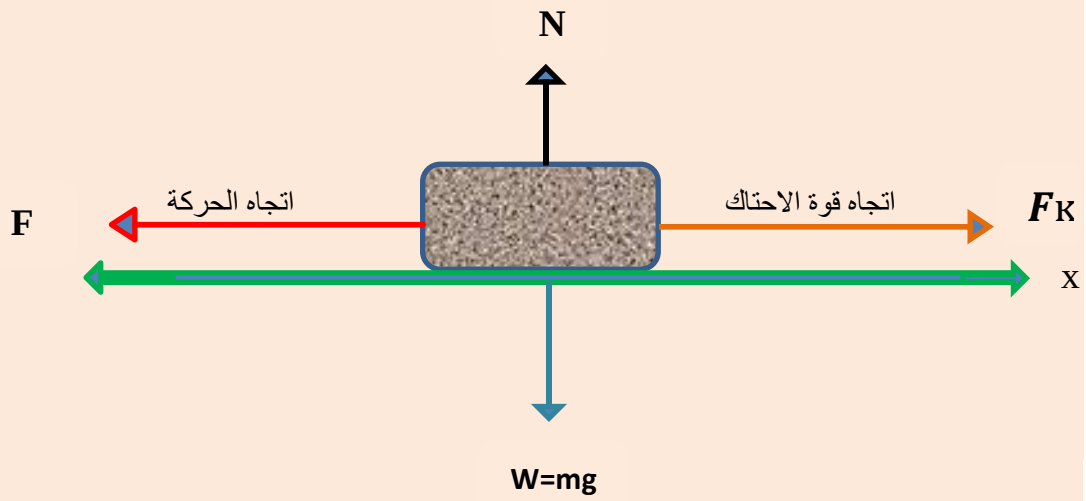
$$F - \mu_K mg = ma \quad \dots\dots\dots\dots\dots \quad 5$$

$$\sum Fy = 0$$

$$Fy = N - mg = 0$$

$$N = mg$$

ج- في حالة الجسم الذي يتحرك بسرعة متغيرة باتجاه اليسار على محور x يعني الجسم يخضع لقانون نيوتن الثاني وكما يلي:



$$\sum Fx = ma \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 1$$

$$Fx = F_K - F = ma$$

$$F_K - F = ma \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 2$$

$$F_K = \mu_K N \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 3$$

$$N = mg \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 4$$

$$F_K = \mu_K mg$$

$$\mu_K mg - F = ma \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 5$$

$$\sum Fy = 0$$

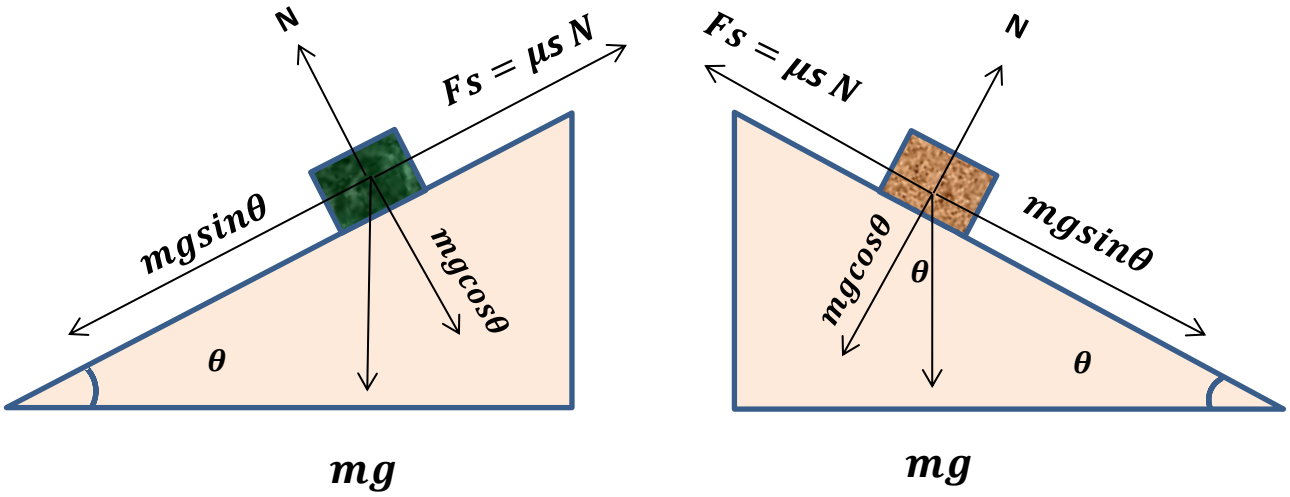
$$Fy = N - mg = 0$$

$$N = mg$$

2- السطح المائل

أ-

في حالة الجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة باتجاه اليمين او اليسار على محور x ويصنع زاوية مع المحور y يعني الجسم يخضع لقانون نيوتن الاول وكما يلي:



$$\sum Fx = 0$$

$$Fx = mgsin\theta - Fs = 0 \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 1$$

$$Fs = \mu s\, N \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 2$$

$$mgsin\theta - \mu s\, N = 0$$

$$mgsin\theta = \mu s\, N \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 3$$

$$N = mgcos\theta \quad \dots\dots\dots\dots\dots \quad 4$$

$$\mu s\ mgcos\theta = mgsin\theta$$

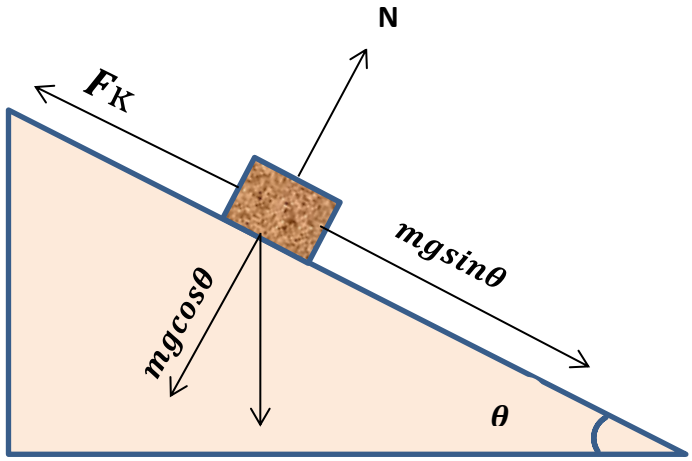
$$\mu s = \frac{sin\theta}{cos\theta}$$

$$\mu s = tan\theta \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 5$$

$$\sum Fy = 0$$

$$N = mgcos\theta \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad 6$$

ب – في حالة الجسم الذي يتحرك بسرعة متغيرة او يتأثر بقوة معينة تودي الى حركته باتجاه اليمين على محور x ويصنع زاوية مع المحور y يعني الجسم يخضع لقانون نيوتن الاول وكما يلي:



$$\sum Fx = ma$$

$$Fx = mgsin\theta - F_K = ma \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

$$F_K = \mu_K N \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2$$

$$mgsin\theta - \mu_K N = ma$$

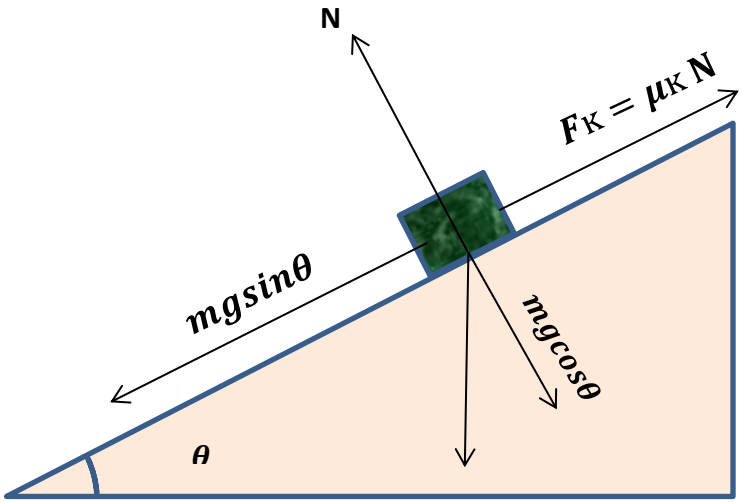
$$mgsin\theta - \mu_K mgcos\theta = ma \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3$$

$$\mu_K = \frac{gsin\theta - a}{gcos\theta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4$$

$$\sum Fy = 0$$

$$N = mgcos\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 5$$

ج- في حالة الجسم الذي يتحرك بسرعة بسرعة متغيرة او يتأثر بقوة معينة تودي الى حركته باتجاه اليسار على محور x ويصنع زاوية مع المحور y يعني الجسم يخضع لقانون نيوتن الاول وكما يلي:



$$\sum Fx = ma$$

$$Fx = F_K - mgsin\theta = ma \quad \ldots\ldots\ldots\ldots . \quad 1$$

$$F_K = \mu_K N \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2$$

$$\mu_K N - mgsin\theta = ma \quad \ldots\ldots\ldots\ldots . \quad 3$$

$$N = mgcos\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots . \quad 4$$

$$\mu_K mgcos\theta - mgsin\theta = ma$$

$$\mu_K gcos\theta - gsin\theta = a$$

$$a = \mu_K gcos\theta - gsin\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots . \quad 5$$

$$\mu_K = \frac{a + gsin\theta}{g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots . \quad 6$$

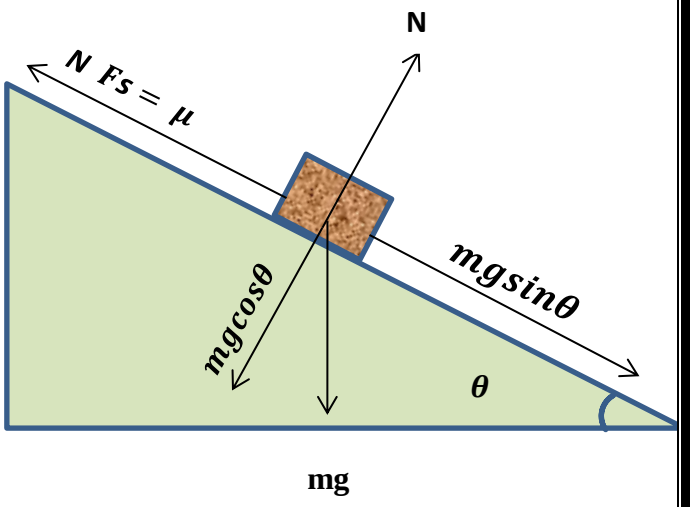
$$\sum Fy = 0$$

$$N = mgcos\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 7$$

س1/

يستقر صندوق كتلته m على سطح يميل بزاوية عن الافق 30^0 درجة . احسب معامل الاحتكاك بين الصندوق والسطح المائل؟افرض اتجاه القوة المؤثرة باتجاه اليمين

الحل:



$$\sum Fx = 0$$

$$Fx = mgsin\theta - Fs = 0 \quad \ldots\ldots \quad 1$$

$$Fs = \mu s\, N \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2$$

$$mgsin\theta - \mu s\, N = 0$$

$$mgsin\theta = \mu s\, mgcos\theta \quad \ldots. \quad 3$$

$$\mu s = \frac{sin\theta}{cos\theta}$$

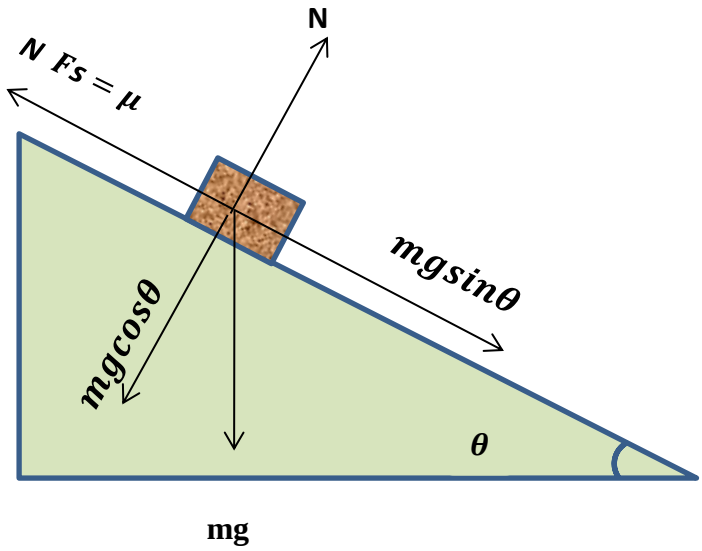
$$\mu s = tan\theta$$

$$\mu s = 0.577$$

س2/

ينزلق جسم كتلته m لاسفل سطح مائل يميل بزاوية 20^0 عن الافق اذا كان معامل الاحتكاك للسطح (0.15) احسب : 1- عجلة الحركة للجسم 2- طول السطح الذي يصل الجسم الى نهايته بعد 4 s ؟ بفرض الحركة من السكون.

الحل:



$$\sum Fx = ma$$

$$Fx = mgsin\theta - Fs = ma$$

$$Fs = \mu s\, N$$

$$mgsin\theta - \mu s\, N = ma$$

$$mgsin\theta - s\mu\, mgcos\theta = ma$$

$$a = g(sin\theta - \mu s\ cos\theta)$$

$$a = 10(sin20 - 0.15 * cos20)$$

$$a = 2\ m/s^2$$

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

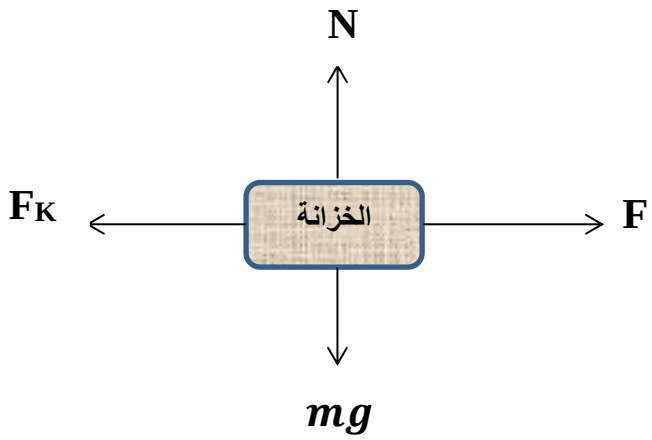
$$x = 0 + \frac{1}{2} * 2 * (4)^2$$

$$x = 16\ m$$

س3/

ساعدت صديقك لتحركا خزانة كتب كتلتها 41kg في مكان العمل . فأذا دفعت الخزانة بقوة 60 N وتسارعت بمعدل 0.12 m/s^2 فما معامل الاحتكاك بين الخزانة والسجادة ؟

الحل:



$$\sum Fx = ma$$

$$Fx = F - F_K = ma$$

$$F - \mu_K N = ma$$

$$\mu_K = \frac{F - ma}{N}$$

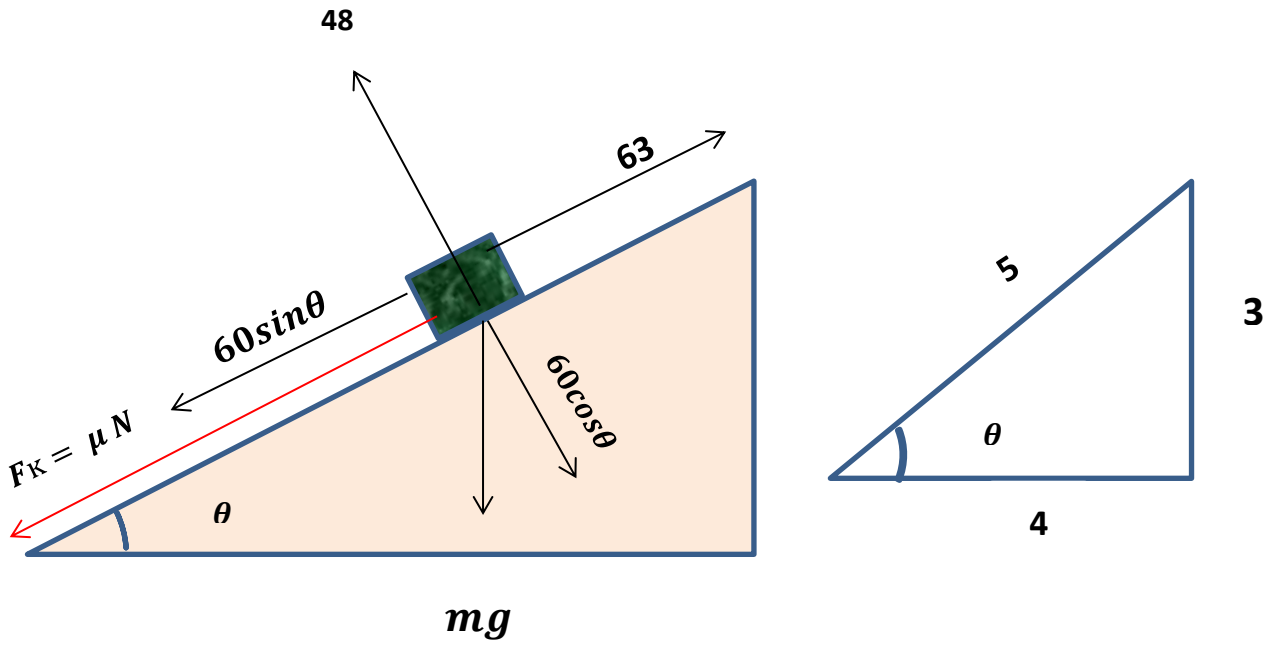
$$\mu_K = \frac{60 - 41 * 0.12}{41 * 10}$$

$$\mu_K = 0.15$$

س4/

جسم وزنه 60 N يرتكز على مستوى خشن يميل عن الافق بزاية جيبها $\frac{3}{5}$. سحب الجسم عن طريق قوة مقدارها $63\ N$ تؤثر على الجسم بالتوازي مع خط اكبر ميل . اذا كان الجسم عند النقطة التي يوشك ان يتحرك منها الى الاعلى المستوي , فأوجد معمل الاحتكاك بين الجسم والمستوي ؟

الحل:



المحصلة الشاقولية تساوي :

$$\sum Fy = 0$$

$$Fy = 60cos\theta - \mathrm{N} = 0$$

$$\mathrm{N} = 60 * \frac{4}{5} = 48\ N$$

المحصلة الافقية تساوي:

$$\sum Fx = 0$$

$$Fx = 63 - 60 * \frac{3}{5} - \mu N$$

$$Fx = 63 - 60 * \frac{3}{5} - \mu * 48 = 0$$

$$Fx = 63 - 60 * \frac{3}{5} - \mu * 48 = 0$$

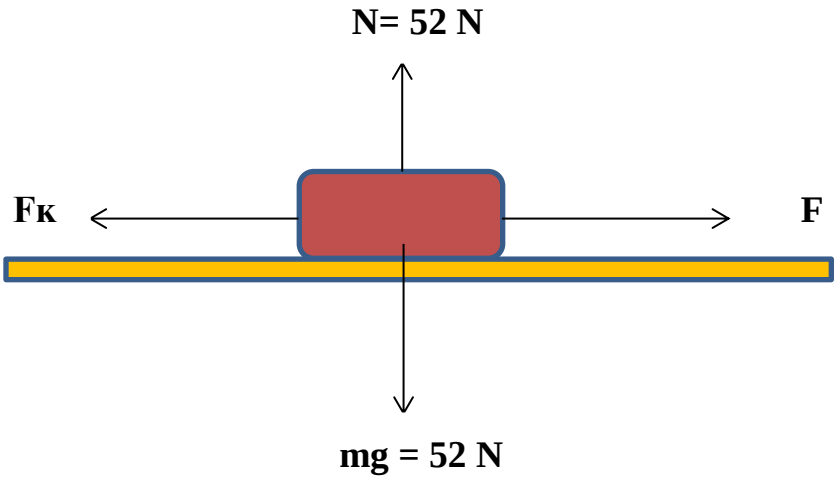
$$\mu * 48 = 27$$

$$\mu = 0.5625$$

س5/

يؤثر فتى بقوة افقية مقدارها $36N$ في زلاجة وزنها $52\ N$ عندما يسحبها على رصيف اسمنتي بسرعة منتظمة . ما معامل الاحتكاك الحركي بين الرصيف والزلاجة ؟ اهمل مقاومة الهواء .

الحل:



$$\sum Fx = 0$$

$$Fx = F - F_K = 0$$

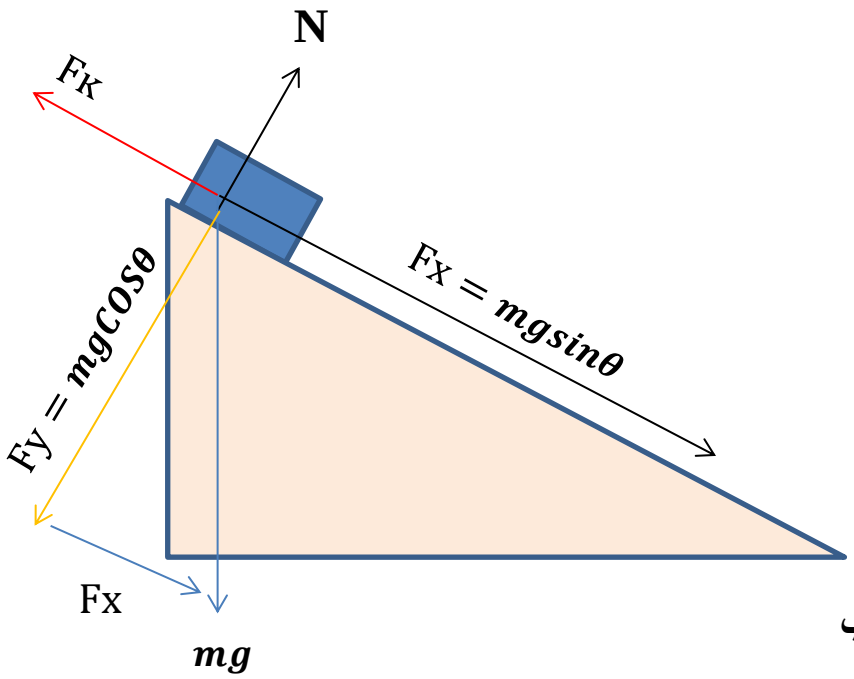
$$F = F_K = \mu_K N$$

$$\mu_K = \frac{F_K}{mg} = \frac{36}{52}$$

$$\mu_K = 0.692$$

س6/ متزلج كتلته $55kg$ يبدأ حركته من السكون من قمة هضبة جليدية طول سطحها $40\ m$ ويميل عن الافق بزاوية 35^0 , اذا كان معامل الاحتكاك الحركي بين مزلاجي المتزلج والجليد 0.2 احسب سرعة المتزلج عند اسفل الهضبة ؟

الحل:



المعطيات والمطلوب

$$m = 55\ kg\ ,\quad v_{\circ} = 0\ ,\quad \Delta x = 40\ m\ ,\quad \mu_K = 0.2\ ,\quad v = ?$$

$$Fx = ma$$

$$a = \frac{Fx}{m} = \frac{mgsin\theta - \mu_K N}{m}$$

$$a = \frac{mgsin35 - ,\mu_K\, mgcos35}{m}$$

$$a = 4.02\ m/s^2$$

$$v^2 = v_{\circ}^{\,2} + 2a\Delta x$$

$$v^2 = 0 + 2 * 4.02 * 40$$

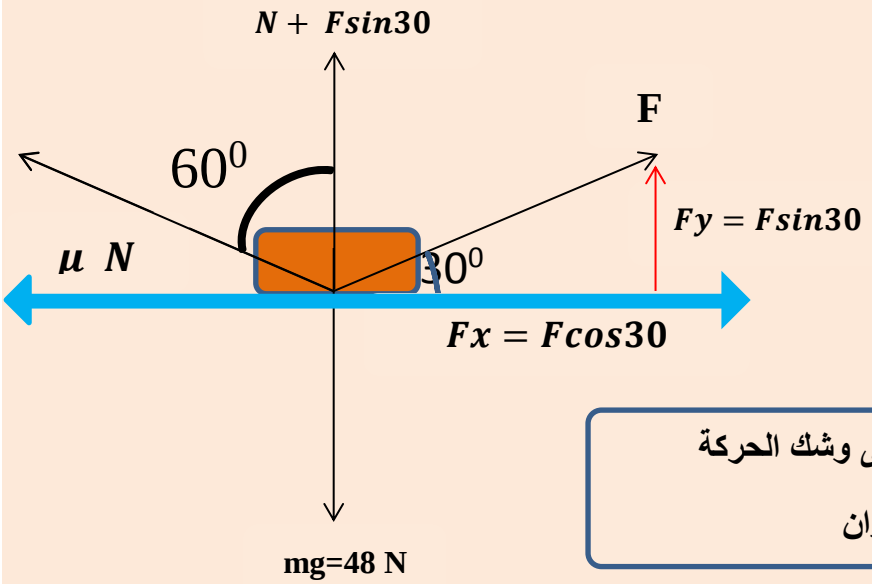
$$v^2 = 321.6$$

$$v = 17.93\ m/s$$

س7/

وضع جسم وزنه 48 N على سطح افقي خشن , وكان قياس زاوية الاحتكاك بين الجسم والسطح 60^0 . اذا اثرت على الجسم قوة تميل عن الافق بزاوية 30^0 , فجعلته على وشك الحركة فما مقدار هذه القوة ؟

الحل:



بما ان الجسم على وشك الحركة

يعني في حالة اتزان

زاوية الاحتكاك = 60^0

نطبق شروط الاتزان على المحورين x ,y :

1-على المحور y:

$$Fy = 0$$

$$N + Fsin30 - mg = 0$$

$$N + Fsin30 - 48 = 0$$

$$N = 48 - \frac{1}{2}F \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

2- على المحور **x**:

$$Fx = 0$$

$$Fcos30 - \mu N = 0$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2}F = \mu\ N \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ 2$$

لايجاد معامل الاحتكاك نستعمل العلاقة التالية :

حيث ان **زاوية الاحتكاك** هي الزاوية المحصورة بين رد الفعل المحصل ورد الفعل العمودي عندما تصل مقدار قوة الاحتكاك لقيمتها العظمى.

$$\mu = tan60$$

$$\mu = \sqrt{3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ 3$$

نضع معادلة (3) في (2) نحصل على :

$$\frac{\sqrt{3}}{2}F = \sqrt{3}\ N \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ 4$$

نضع معادلة (1) في (4) نحصل على :

$$\frac{1}{2}F = 48 - \frac{1}{2}F$$

$$F = 48\ N$$

مع تمنياتي لكم
بالنجاح والتوفيق
م.م. على عبد جابر