وحدة 20- القوة، القانون الثاني لنيوتن .

القانون الثاني – يتناسب تسارع الجسم تناسبًا طرديًا مع القوة المحصلة التي تعمل على الجسم وتتناسب عكسيًا مع كتلة الجسم. يوصف القانون الثاني في معادلة متجهة:

$$\vec{\Sigma F} = m \cdot \vec{a}$$

القانون الثاني هو أحد القوانين الرئيسية في الميكانيكا، وينص على ما يلي:

1. **اتجاه التسارع هو نفس اتجاه القوة المحصلة المؤثرة على الجسم.**
2. **وحدة القوة نيوتن وهي القوة اللازمة لإكساب جسم كتلته كغم واحد تسارع مقداره $1m/s^2$.**
3. **الكتلة تعبر عن مقاومة الجسم للحركة الخطية.**
4. **في أي حالة يكون فيها القوة المحصلة لا تساوي صفر، فإن القوة المحصلة تساوي m.a.**

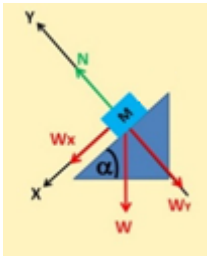
هناك العديد من الحالات التي فيها القوة المحصلة لا تساوي صفر (جسم غير ثابت في حركته) ، وقد وجدنا معادلات الحركة في عدد من الحالات.

أمثلة على معادلات الحركة التي تم الحصول عليها من القانون الثاني والتعبيرات التي حصلنا عليها منها:

يتحرك جسم في سقوط حر:

$$\Sigma F_Y = m \cdot a$$
$$W = m \cdot a$$
$$\boxed{m \cdot g = m \cdot a}$$
$$a = g$$

جسم يتحرك في منحدر سطح مائل أملس (المحور X باتجاه انحدار السطح):

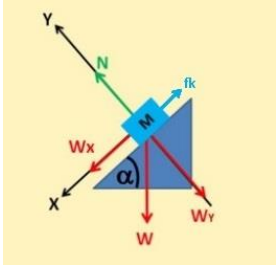


$$\Sigma F_Y = 0$$
$$N = W_Y$$
$$\boxed{N = mg \cdot \cos(\alpha)}$$

$$\Sigma Fx = m \cdot a$$
$$W_X = m \cdot a$$
$$\boxed{m \cdot g \cdot \sin(\alpha) = m \cdot a}$$

$$a = g \cdot \sin(\alpha)$$

جسم يتحرك في منحدر سطح مائل غير أملس (المحور X باتجاه انحدار السطح):

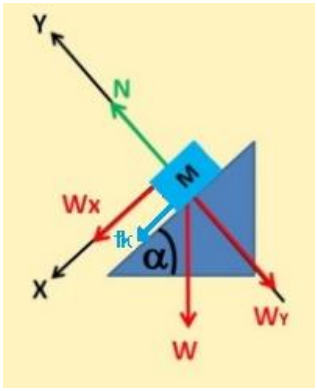


$$\Sigma Fx = m \cdot a$$
$$W_X - fk = m \cdot a$$
$$\boxed{m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - \mu_k \cdot N = m \cdot a}$$

$$\Sigma F_Y = 0$$
$$N = W_Y$$
$$\boxed{N = mg \cdot \cos(\alpha)}$$

$$a = g \cdot \sin(\alpha) - \mu_k \cdot g \cdot \cos(\alpha)$$

جسم يتحرك في مرتقى سطح مائل غير أملس (المحور X باتجاه انحدار السطح):



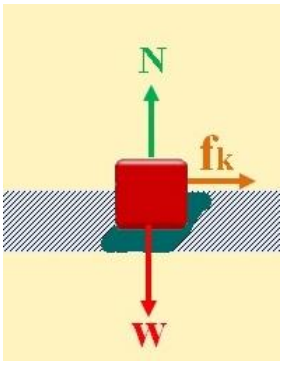
$$\Sigma F_Y = 0 \qquad \Sigma Fx = m \cdot a$$

$$N = W_Y \qquad W_X + f_k = m \cdot a$$

$$\boxed{N = mg \cdot \cos(\alpha)} \qquad \boxed{m \cdot g \cdot \sin(\alpha) + \mu_k \cdot N = m \cdot a}$$

$$a = g \cdot \sin(\alpha) + \mu_k \cdot m \cdot g$$

جسم يتحرك على سطح أفقي غير أملس (المحور X باتجاه الحركة):



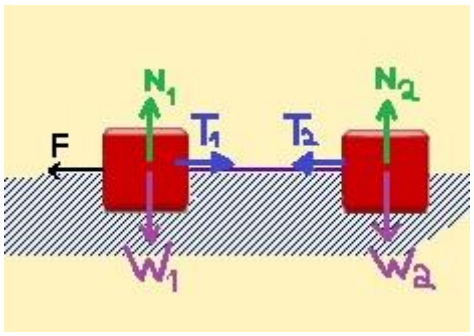
$$\Sigma F_X = m \cdot a \qquad \Sigma F_Y = 0$$

$$-fk = m \cdot a \qquad N = W$$

$$-\mu k \cdot N = m \cdot a \qquad N = m \cdot g$$

$$a = -\mu k \cdot g$$

جسمان موصولان بخيط ويتحركان على سطح أفقي أملس (المحور X باتجاه الحركة):



معادلة الحركة للجسم الأيسر, الجسم 1:

$$\Sigma F_Y = 0 \qquad \Sigma F_X = m_1 \cdot a_1$$

$$N_1 = W_1 \qquad \boxed{F - T_1 = m_1 \cdot a_1}$$

$$\boxed{N_1 = m_1 \cdot g}$$

معادلة الحركة للجسم الأيمن, الجسم 2:

$$\Sigma F_Y = 0 \qquad \Sigma F_X = m_2 \cdot a_2$$

$$N_2 = W_2 \qquad \boxed{T_2 = m_2 \cdot a_2}$$

$$\boxed{N_2 = m_2 \cdot g}$$

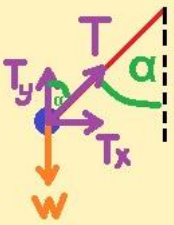
$$T = \frac{m_2 \cdot F}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

في هذه الحالة، افترضنا أن كتلة الخيط مهملة: T1=T2

لا توجد حركة نسبية بين الجسمين a1=a2

الكتلة المعلقة المستخدمة كمقياس تسارع (اتجاه المحور الإيجابي للحركة في اتجاه حركة السيارة)



$\Sigma F_x = m \cdot a$ $\quad$ $\Sigma F_Y = 0$

$T_x = m \cdot a$ $\quad$ $T_Y = W$

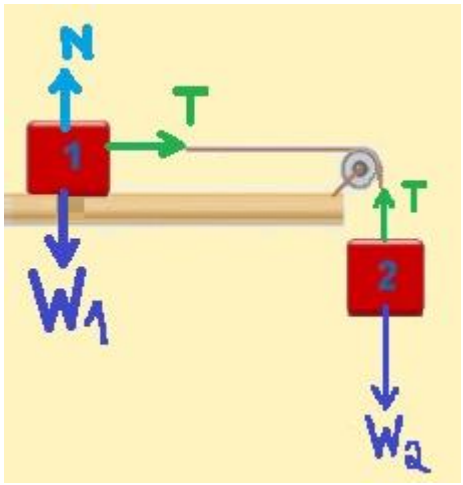
$\boxed{T \cdot \sin(\alpha) = m \cdot a}$ $\quad$ $\boxed{T \cdot \cos(\alpha) = m \cdot g}$

$$a = g \cdot \tan(\alpha)$$

في هذه الحالة افترضنا تسارع الجسم المعلق يساوي تسارع السيارة.

لا يمكن معرفة اتجاه الحركة من زاوية ميل الخيط!
زاوية ميل الخيط لا يمكن أن تكون 90 درجة!

كتلتان موصولتان بخيط ، كتلة معلقة والكتلة الأخرى تتحرك على سطح أفقي أملس.



نكتب معادلات الحركة في الاتجاه الأفقي وفي الاتجاه العمودي للجسم 1

$\Sigma F_x = m_1 \cdot a_1$ $\quad$ $\Sigma F_{Y_1} = 0$

$\boxed{T = m_1 \cdot a_1}$ $\quad$ $N = W_1$

$\boxed{N_1 = m_1 \cdot g}$

نكتب معادلة الحركة في الاتجاه العمودي للجسم **2**

$\Sigma F_{Y_2} = m_2 \cdot a$

$W_2 - T = m_2 \cdot a$

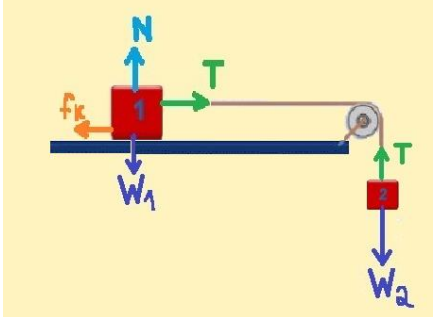
$\boxed{m_2 \cdot g - T = m_2 \cdot a_2}$

$$a = \frac{m_2 \cdot g}{m_1 + m_2}$$

$$T = \frac{m_1 \cdot m_2 \cdot g}{m_1 + m_2}$$

في هذه الحالة افترضنا أن كتلة الخيط كانت ضئيلة.
ومقدار تسارع الأجسام متساوٍ.

كتلتان موصولتان بخيط ، كتلة معلقة والكتلة الأخرى تتحرك على سطح أفقي غير أملس.



معادلة الحركة للجسم 1:

$\Sigma F_{x_1} = m_1 \cdot a_1$ $\quad$ $\Sigma F_{Y_1} = 0$

$T - f_k = m_1 \cdot a_1$ $\quad$ $N = W_1$

$\boxed{T - \mu k \cdot N = m_1 \cdot a_1}$ $\quad$ $\boxed{N_1 = m_1 \cdot g}$

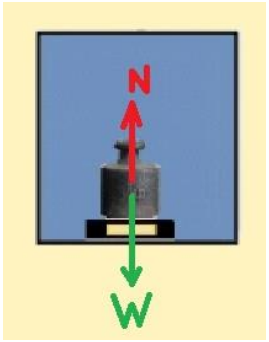
$$a = \frac{m_2 \cdot g - \mu_k \cdot m_1 \cdot g}{m_2 + m_1}$$

معادلة الحركة للجسم 2:

$$\Sigma F_{Y_2} = m_2 \cdot a$$

$$W_2 - T = m_2 \cdot a$$

$$\boxed{m_2 \cdot g - T = m_2 \cdot a_2}$$



حركة المصعد ـ القيمة التى يشير إليها الميزان وفقًا لحركة المصعد

تتعلق القوة العمودية بمقدار واتجاه تسارع المصعد وليس اتجاه الحركة كما يتضح من معادلة الحركة:-

إذا كان المصعد يتسارع لنحو الأعلى:

$$\sum F_Y = m \cdot a$$

$$N - W = m \cdot a$$

$$N = W + m \cdot a$$

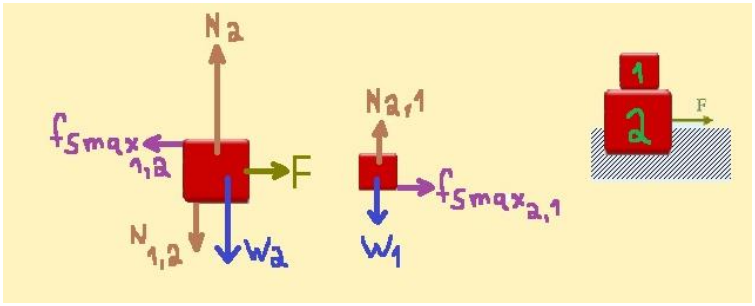
إذا كان المصعد يتسارع لنحو الأسفل:

$$\sum F_Y = m \cdot a$$

$$W - N = m \cdot a$$

$$N = W - m \cdot a$$

جسمان ، أحدهما فوق الآخر يتحرك على سطح أملس ، بين الجسمين يوجد احتكاك ساكن الذي يُحرك الجزء العلوي من الجسم.



نكتب معادلات الحركة على الجسم الصغير، الجسم 1:

$$\Sigma F_{Y_1} = 0$$

$$N_{2,1} = W_1$$

$$\boxed{N_{2,1} = m_1 \cdot g}$$

$$\Sigma F_{X_1} = m_1 \cdot a_1$$

$$f_{s_{max}} = m_1 \cdot a_1$$

$$\boxed{\mu_s \cdot N_{2,1} = m_1 \cdot a_1}$$

نكتب معادلات الحركة على الجسم الكبير، الجسم 2:

$$\Sigma F_{Y_2} = 0$$

$$N_2 = N_{1,2} + W_2$$

$$\boxed{N_2 = N_{1,2} + m_2 \cdot g}$$

$$\Sigma F_{X_1} = m_2 \cdot a_2$$

$$F - f_{s_{max_{1,2}}} = m_2 \cdot a_2$$

$$\boxed{F - \mu_s \cdot N_{2,1} = m_2 \cdot a_2}$$

من معادلات الحركة، يمكن التعبير عن أقصى تسارع للأجسام حتى لا ينزلق الجزء العلوي من الجسم:

$$a = g \cdot \mu_s$$