قوانين نيوتن للحركة وتطبيقاتها:

يعتمد علم الميكانيك أساسا على مفهومي القوة والحركة والعلاقة بينهما وهذه العلاقة تعتمد على قوانين نيوتن الثلاث للحركة وتبقى هذه القوانين صحيحة وتطبق على نطاق واسع جداَ باستثناء حالتين هما:

1- اذا كانت الأجسام متناهية في الصغر مثل الذرات والجزيئات حيث ميكانيكية هذه الأجسام يتم دراسته بميكانيك الكم Quantum Mechanics.

2- اذا كانت الأجسام تسير بسرعة عالية جداَ بحيث تكون سرعتها قريبة من سرعة الضوء حيث ميكانيكية هذه الأجسام تعالج وفق قوانين النسبية Relativity.

قانون نيوتن الأول للحركة: ويسمى بقانون القصور الذاتي والذي ينص على ان كل جسم يبقى ساكنا اذا كانت محصلة القوى الخارجية المؤثرة عليه تساوي صفرا أو ان الجسم يبقى متحرك بسرعة ثابتة اذا لم تؤثر عليه قوى خارجية جديدة تؤثر عليه.

ويعطي هذا القانون للأجسام المادية صفة القصور inertia أي ان الجسم قاصر على تغير حالته الحركية تلقائياَ أي ان لا بد من وجود مؤثر خارجي لتغيير حالة القصور، ويستخدم قانون نيوتن الأول لدراسة الاتزان السكوني للأجسام ضد الحركة الانتقالية أي ان :

$$\sum F_x = 0 \quad , \quad \sum F_y = 0$$

قانون نيوتن الثاني للحركة: اذا كانت محصلة القوى الخارجية المؤثرة على جسم كتلته (m) لا تساوي صفر فإنها سوف تكسبه تعجيل مقداره (a) يتناسب طرديا مع مقدار هذه القوة ويكون اتجاهه بنفس اتجاه هذه القوة أي ان :

$$\sum F \propto a \quad \Rightarrow \quad \sum \mathrm{F} = ma$$

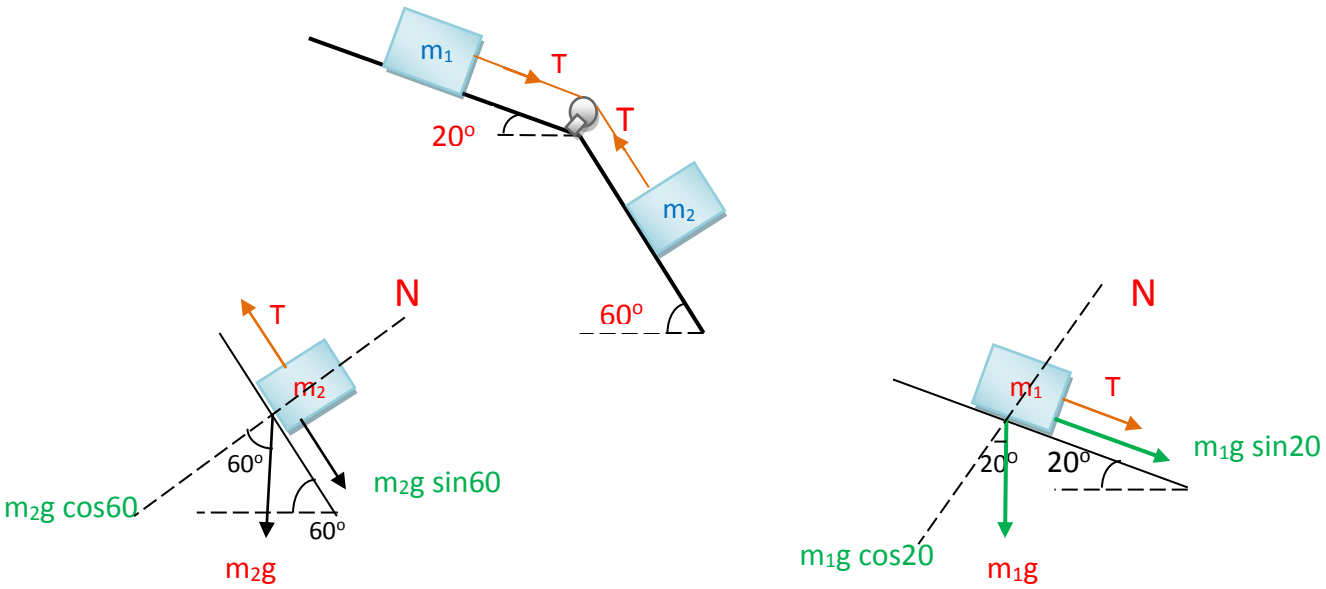
حيث ثابت التناسب هو كتلة الجسم

ويعتبر الوزن من أهم التطبيقات المهمة لقانون نيوتن الثاني ويعبر عنه بالقوة التي يمتلكها الجسم تحت تأثير التعجيل الأرضي وكتلة الجسم $(w = mg)$

قانون نيوتن الثالث للحركة: و ينص على ان لكل فعل رد فعل يساويه بالمقدار ويعاكسه بالاتجاه ، ومن الأمثلة على ذلك تأثير وزن الجسم (w) باتجاه مركز الأرض يقابلها بقوة رد فعل (N) تتجه من مركز الأرض نحو الجسم مثال على ذلك قوة الجذب المتبادلة بين الأجرام السماوية حيث الشمس تجذب الأرض بقوة فعل F تقابلها الأرض عندما تجذب الشمس بقوة رد فعل N .

مسائل على تطبيقات قوانين نيوتن للحركة:

مثال 1 : أوجد المسافة التي يقطعها كل من الجسمين $m_2(25\ \text{kg}), m_1(15\ kg)$ المبين في الشكل أدناه خلال 3sec من بدء الحركة فارضا السطح والبكرة سطوح ملساء.



$$\sum F_x = ma \Longrightarrow Box\ 1:\ T + m_1 g \sin 20 = m_1 a - - - (1)$$

$$Box\ 2:\ m_2 g \sin 60 - T = m_2 a - - - (2)$$

بجمع المعادلتين ينتج:

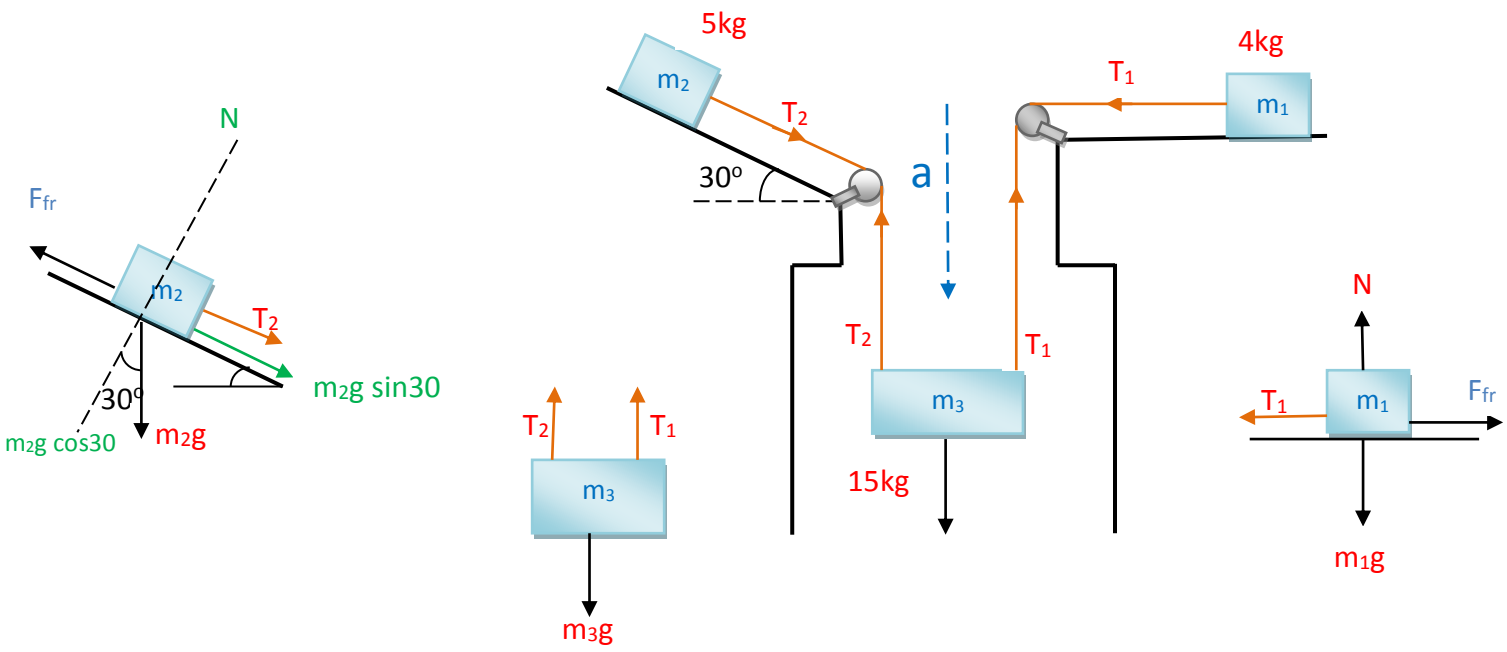
$$m_1 g \sin 20 + m_2 g \sin 60 = a(m_1 + m_2)$$

$$a = \frac{g(m_1 \sin 20 + m_2 \sin 60)}{m_1 + m_2} = \frac{9.8(15 \times sin20 + 25 \times sin60)}{25 + 15}$$

$$a = 5.277 m/s^2$$

$$s = s_o + v_o t + \frac{1}{2} a\, t^2 \Longrightarrow s = 0 + 0 + \frac{1}{2} \times 5.277 \times (3)^2 = 23.85m$$

مثال 2: تتحرك المنظومة المبينة بالشكل أدناه من السكون، أوجد تعجيل المنظومة وقوة الشد T_1 , T_2علما ان معامل الاحتكاك بين كل من الجسمين m_1 و m_2 والسطح تساوي0.4



ملاحظة: قوة الاحتكاك = معامل الاحتكاك في القوة الضاغطة العمودية ($F_{fr=\mu\times N}$)

$$\sum F_x = ma \Longrightarrow Box\ 1: \ T_1 - F_{fr} = m_1 a \Longrightarrow T_1 - m_1 g\mu = m_1 a$$

$$\Longrightarrow T_1 - 4\times 9.8\times 0.4 = 4a \Longrightarrow \quad T_1 - 15.68 = 4a - - - (1)$$

$$Box\ 2: \ m_2 g\sin 30 + T_2 - m_2 g\cos 30\mu = m_2 a$$

$$5\times 9.8\times \sin 30 + T_2 - 5\times 9.8\times \cos 30\times 0.4 = 5a$$

$$7.526 + T_2 = 5a - - - (2)$$

$$Box\ 3: \ m_3 g - T_1 - T_2 = m_3 a \Longrightarrow 15\times 9.8 - T_1 - T_2 = 15a$$

$$\Longrightarrow 147 - T_1 - T_2 = 15a - - - (3)$$

$$From\ eq.3\ and\ 2 \Longrightarrow \quad 154.526 - T_1 = 20a - - - (4)$$

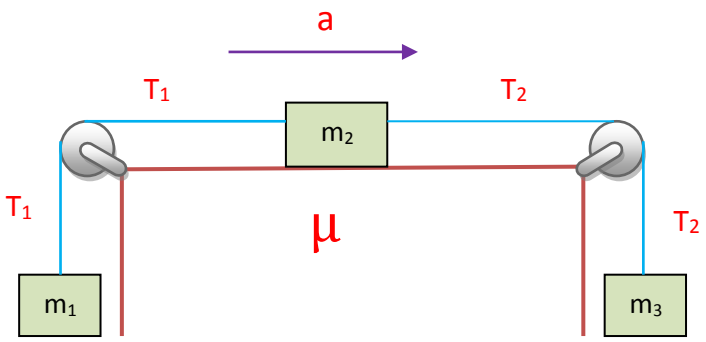
$$From\ eq.1\ and\ 4 \Longrightarrow 138.846 = 24a \Longrightarrow a = 5.8\ m/s$$

$$From\ eq.1 \Longrightarrow T_1 = 4a + 15.68 \Longrightarrow T_1 = 38.88\ N$$

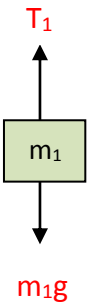
$$From\ eq.2 \Longrightarrow T_2 = 5a - 7.526 \Longrightarrow T_2 = 21.47\ N$$

مثال:3. اكتب المعادلات الخاصة لتطبيقات قوانين نيوتن على أنظمة الحركة المبينة بالأشكال التالية:

Fig. 1:

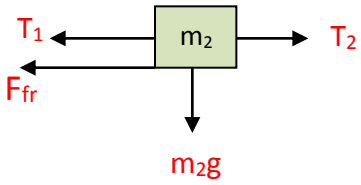


$\sum F_x = ma \Longrightarrow \mathrm{Box.\,1:} \quad T_1 - m_1 g = m_1 a$



$\mathrm{Box.\,2:} \quad T_2 - F_{fr} - T_1 = m_2 a$

$\Longrightarrow T_2 - \mu m_2 g - T_1 = m_2 a$



$\mathrm{Box.\,3:} \quad m_3 g - T_2 = m_3 a$

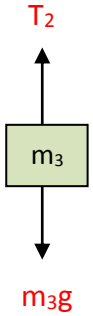
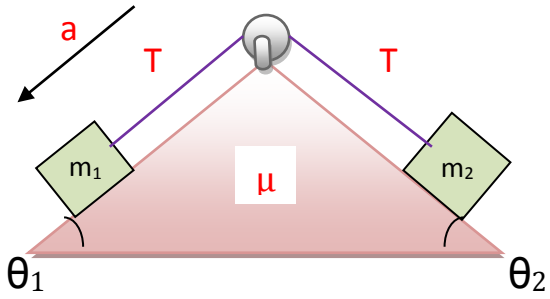
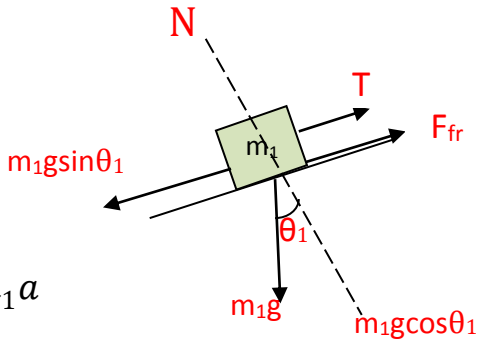


Fig. 2:





$$\sum F_x = ma \Longrightarrow \text{Box. 1: } m_1 g\, sin\theta_1 - T - m_1 g\mu cos\theta_1 = m_1 a$$

$$\text{Box. 2 : } T - m_2 g\, sin\theta_2 - m_2 g\mu cos\theta_2 = m_2 a$$

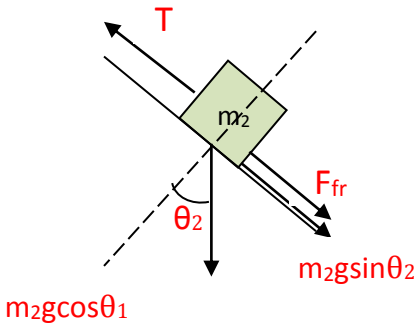
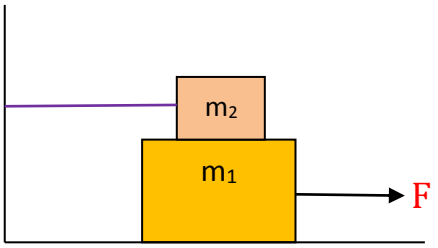
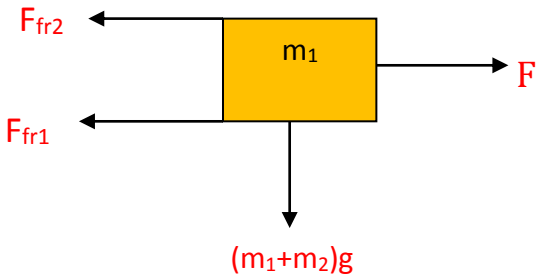


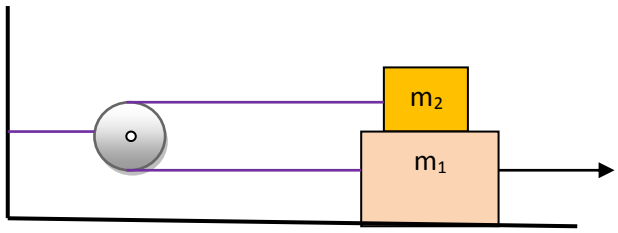
Fig. 3:

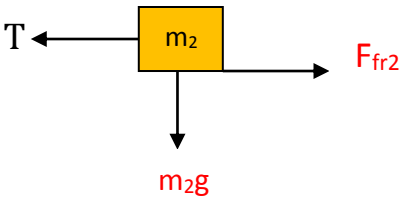


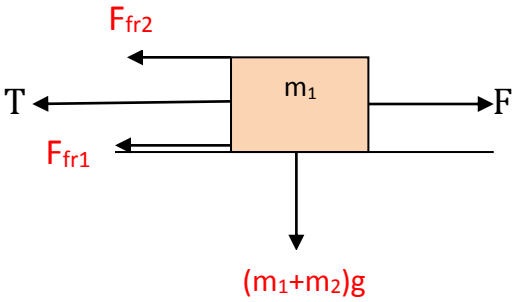


$$F - F_{fr1} - F_{fr2} = m_1 a \quad \Longrightarrow \quad F - \mu_1(m_1 + m_2)g - \mu_2 m_2 g = m_1 a$$

Fig. 4:



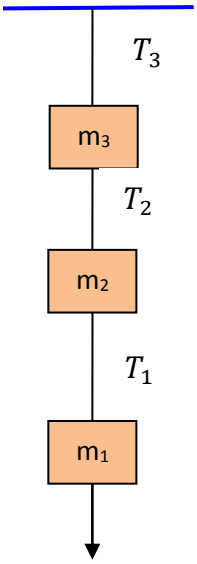




$$\sum F_x = ma \Longrightarrow \text{Box. 1: } F - T - \mu_1(m_1 + m_2)g - \mu_2 m_2 g = m_1 a$$

$\text{Box. 2: } \mathrm{T} - \mathrm{m_2 g}\mu_2 = \mathrm{m_2 a}$

Fig. 5:



Box. 1: $T_1 - m_1 g = 0 \implies T_1 = \mathrm{m_1 g} = 0$

Box. 2: $T_2 - (T_1 + m_2 g) = 0$

Box. 3: $T_3 - (T_2 + m_3 g) = 0$