

قوانين نيوتن Les Lois de Newton

* مفهوم الحركة والسكون نسبيان أي يتعلقان بالجسم المرجعي (الجسم المرجعي الأرضي ، المرجع المركزي الأرضي ، المرجع المركزي الشمسي).

* تتطلب دراسة حركة جسم صلب دراسة حركة جميع نقطه ، غير أننا ندرس فقط حركة مركز قصوره G لأنها يمكننا من معرفة حركته الإجمالية . ويمكن معلمة نقطة متحركة G من جسم صلب ، في معلم متعامد ممنظم $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ مرتبط بالجسم المرجعي في كل لحظة ، بمتجهة الموضع $\vec{OG}$ بحيث : $\vec{OG} = x.\vec{i} + y.\vec{j} + z.\vec{k}$.

* في مرجع غاليلي $\vec{V}_G(t) = \frac{d\vec{OG}}{dt} = \frac{dx}{dt}.\vec{i} + \frac{dy}{dt}.\vec{j} + \frac{dz}{dt}.\vec{k}$ مع $V_x = \dot{x}$ و $V_y = \dot{y}$ و $V_z = \dot{z}$.

* في مرجع غاليلي $\vec{a}_G = \frac{d\vec{V}_G}{dt} = \frac{d^2\vec{OG}}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2}.\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}.\vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2}.\vec{k}$ مع $a_x = \ddot{x}$ و $a_y = \ddot{y}$ و $a_z = \ddot{z}$.

في معلم فريني $\vec{a}_G = \vec{a}_T + \vec{a}_N = a_T.\vec{u} + a_N.\vec{n} = \frac{dv_G}{dt}.\vec{u} + \frac{v_G^2}{\rho}.\vec{n}$ مع ρ هو شعاع انحناء المسار

* القانون الأول لنيوتن (مبدأ القصور) : في معلم غاليلي ، إذا كان المجموع المتجهي للقوى الخارجية المطبقة على جسم صلب منعدما ، فإن متجهة السرعة $\vec{V}_G$ لمركز القصور G للجسم الصلب تكون ثابتة والعكس .

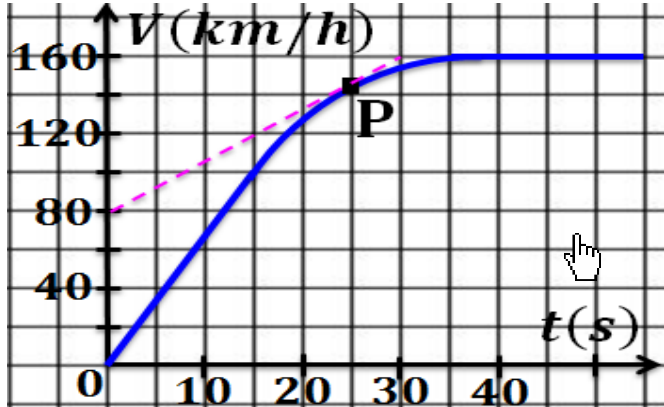
$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{V}_G = \vec{cte}$$

* القانون الثاني لنيوتن (القانون الأساسي للتحريك) : في معلم غاليلي ، يساوي المجموع المتجهي للقوى الخارجية المطبقة على جسم صلب في كل لحظة ، جداء كتلته m ومتجهة التسارع $\vec{a}_G$ لمركز قصوره $\vec{a}_G$: $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$.

* القانون الثالث لنيوتن (مبدأ التأثيرات المتبادلة) : جسمان A و B في تأثير بيني ، كيفما كانت حالة الحركة أو السكون وسواء كان المعلم غاليليا أو غير غاليلي ، فإن العلاقة المتجهية $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ صالحة في كل لحظة .

تمرين 4 :

يمثل المنحنى جانبه تغيرات سرعة سيارة ، بدلالة الزمن ، خلال تجربتها على طريق مستقيمة .



1- ما طبيعة مسار مركز قصور هذه السيارة ؟

2- فسّر لماذا يكون تسارع السيارة ثابتا بين التاريخين

$t = 0$ و $t = 10$ ؟ عيّنه قيمته .

3- ابتداءً من أي تاريخ t_1 يمكن اعتبار سرعة السيارة

ثابتة ؟ ما قيمة كل من سرعة وتسارع السيارة بعد هذا

التاريخ ؟

4- عيّنه سرعة وتسارع السيارة عند اللحظة $t = 25$ s .

تمرين 1 :

تعبير متجهة الموضع لنقطة متحركة M ، بدلالة الزمن ،

في معلم $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ هو : $\vec{OM} = 5t^2.\vec{i} + 2t.\vec{j}$.

1- أوجد تعبير متجهة السرعة بدلالة الزمن .

2- حدد متجهة التسارع واستنتج مميزاتها .

تمرين 2 :

يوجد جسم صلب تحت تأثير مجموعة قوى بحيث

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

1- هل من الضروري أن يكون الجسم في حالة السكون ؟

2- ما القانون الموافق لهذه الوضعية ؟

3- بالنسبة لأي جسم مرجعي يطبق هذا القانون ؟

تمرين 3 :

إحداثيات مركز القصور G لمتحرك في معلم ديكارتي

$\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ هي : $x(t) = 9.t + 3$ و

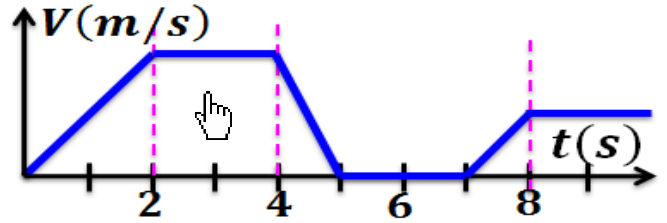
$y(t) = 0$ و $z(t) = 6.t^2 + 4t - 3$

1- أوجد إحداثيات $\vec{V}_G$ في المعلم $\mathcal{R}$ واحسب $V_G(2s)$.

2- أوجد إحداثيات $\vec{a}_G$ في المعلم $\mathcal{R}$ واحسب قيمتها .

تمرين 5 :

يمثل الشكل جانبه تغيرات بدلالة الزمن للسرعة اللحظية لمركز قصور جسم صلب في حركة إزاحة مستقيمة.



1- في أي مجال يكون مجموع القوى المطبقة على الجسم منعدما ؟ علل جوابك .

2- في أي مجال تكون حركة الجسم غير مستقيمة منتظمة؟

تمرين 6 :

لسيارة فراري - 50 القدرة على رفع سرعتها عند

الانطلاق على مسار أفقي من إلى 10 km.h^{-1} في ظرف لا يتعدى $\Delta t = 3,7 \text{ s}$.

1- حدد قيمة التسارع الذي نعتبره ثابتا لحركة السيارة .

2- عبر عن السرعة $V(t)$ بدلالة الزمن والتسارع .

3- أوجد المعادلة الزمنية لحركة السيارة خلال هذه المدة .

4- احسب المدة الزمنية اللازمة لقطع المسافة 400 m علما أن الانطلاقة كانت بدون سرعة بدئية .

تمرين 7 :

ننجز محاولة كبج سيارة كتلتها $m = 1,3 \text{ t}$ على أرضية

مستقيمة وأفقية . على طول المسافة $AB = 68,75 \text{ m}$

، سجلنا في A السرعة $V_A = 108 \text{ km.h}^{-1}$

وفي B السرعة $V_B = 90 \text{ km.h}^{-1}$. مجموع القوى

المقاومة للحركة مكافئة لقوة كبج $\vec{f}$ واحدة منحاهما معاكس

لمنحى الحركة وشدتها ثابتة .

1- اجرد جميع القوى المطبقة على السيار خلال حركتها

فوق المسار الأفقي .

2- اعط نص مبرهنة الطاقة الحركية .

3- بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية ، احسب الشدة f .

4- احسب المسافة AC الضرورية التي ستقطعها السيارة

قبل التوقف النهائي .

5- باستعمال القانون الثاني لنيوتن ، أوجد قيمة التسارع

لحركة السيارة خلال هذا المسار .

6- استنتج منحى متجهة التسارع ثم حدد طبيعة الحركة .

7- نختار أصلا للأفاصل النقطة A ولحظة مرور

السيارة من النقطة A أصلا للتواريخ .

1-7- أوجد تعبير السرعة بدلالة الزمن .

2-7- استنتج لحظة مرور السيارة من النقطة B ولحظة توقفها بالنقطة C .

تمرين 8 :

نعتبر المجموعة الممثلة أسفله والمكونة من :

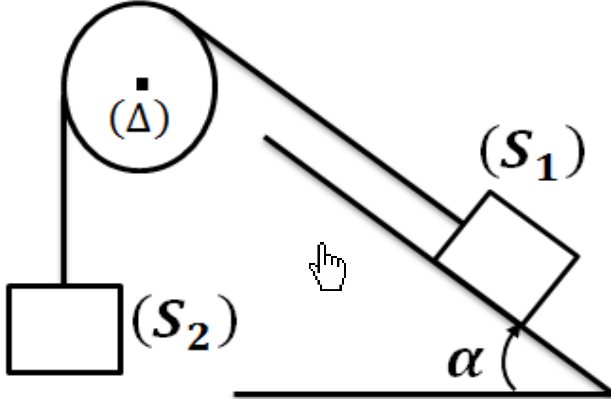
* جسم صلب (S_1) كتلته m_1 يمكنه الانزلاق على

سطح مائل بزاوية $\alpha = 30^\circ$ بالنسبة للمستوى الأفقي .

* جسم صلب (S_2) كتلته $m_2 = 1,0 \text{ kg}$.

* خيط ، غير مدود وكتلته مهملة ، يربط الجسمين (S_1)

و (S_2) ويمر عبر مجرى بكر ذات كتلة مهملة .



نعتبر أن شدة توتر الخيط تبقى ثابتة خلال الحركة ونهمل

جميع الاحتكاكات . نأخذ : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

1- دراسة توازن المجموعة .

1-1- عبر عن T_1 شدة القوة التي يطبقها الخيط على

بدلالة m_1 و g و α .

2-1- عبر عن T_2 شدة القوة التي يطبقها الخيط على

بدلالة m_2 و g .

3-1- استنتج تعبير m_1 بدلالة m_2 و α . احسب

m_1 .

2- نأخذ في هذا الجزء $m_1 = 1,5 \text{ kg}$.

1-2- في أي منحى ينتقل الجسم (S_1) ؟ علل جوابك .

2-2- عبر عن T_1 بدلالة m_1 و g والتسارع

للجسم (S_1) .

3-2- عبر عن T_2 بدلالة m_2 و g والتسارع

للجسم (S_2) .

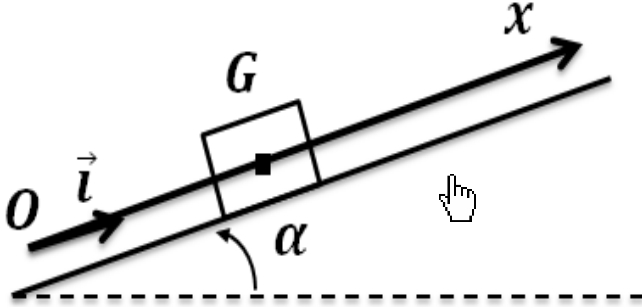
4-2- فسّر لماذا تكون $a_1 = a_2 = a$.

5-2- استنتج تعبير a بدلالة m_1 و m_2 و g

و α . احسب a .

تمرين 10 :

يتحرك جسم صلب (S) كتلته m ، مركز قصوره G ، فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha = 10^\circ$ بالنسبة للمستوى الأفقي ، من الأسفل نحو الأعلى وفق الخط الأكبر ميلا .



عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ، انطلق الجسم (S) من نقطة O أصل معلم الفضاء $\mathcal{R}(O, \vec{l})$ ، بسرعة بدئية $\vec{V}_0 = V_0 \cdot \vec{l}$ حيث $V_0 = 1 \text{ m.s}^{-1}$.

نهمل جميع الاحتكاكات ونعتبر $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$.

1- اوجد القوى المطبقة على الجسم (S) ثم مثلها دون اعتبار السلم .

2- حدد إحداثية متجهة التسارع لمركز قصور الجسم في المعلم $\mathcal{R}(O, \vec{l})$.

3- استنتج المعادلة التفاضلية التي تحققها الإحداثية V_x لمتجهة سرعة مركز قصور الجسم ، ثم المعادلة التفاضلية التي يحققها x أفصول مركز قصور الجسم (S) في المعلم $\mathcal{R}(O, \vec{l})$.

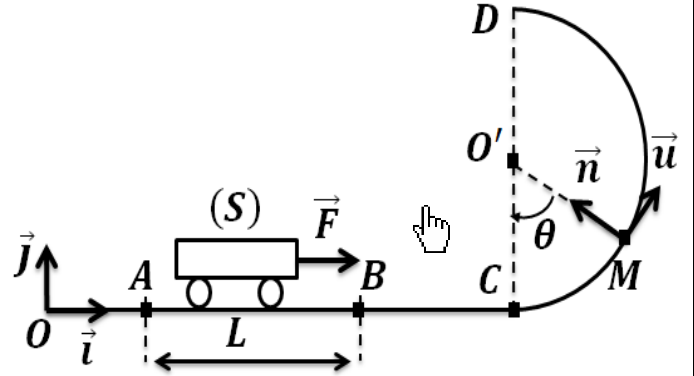
4- باعتبار الشروط البدئية للحركة ، أوجد المعادلة الزمنية للإحداثية السرعة V_x ثم المعادلة الزمنية للحركة $x(t)$.

5- حدد x_M أفصول مركز قصور الجسم عند أعلى نقطة يمكن أن يصل إليها .

6- أوجد قيمة السرعة V_0 التي يجب إعطاؤها للجسم حتى يصل إلى نقطة B حيث $OB = 80 \text{ cm}$.

تمرين 9 :

ندرس حركة عربة صغيرة قلابية (S) ، كتلتها m ، على سكة رأسية تتكون من جزء مستقيمي AC وجزء دائري CD شعاعه r ومركزه O كما يبين الشكل أسفله :



نعتبر الاحتكاكات مهملة . نأخذ : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

1- نطبق على العربة (S) قوة $\vec{F}$ أفقية ثابتة طول الجزء AB ، فتنتقل بدون سرعة من النقطة A عند اللحظة $t = 0$ لتصل إلى النقطة B بسرعة V_B .

1-1- أوجد تعبير التسارع a للعربة واستنتج تعبير السرعة V_B بدلالة F و m و L .

2-1- بين أن العربة (S) تمر من الموضع C بسرعة $V_C = V_B$.

2-2- تواصل العربة (S) حركتها على الجزء CD .

1-2- أوجد تعبير شدة القوة $\vec{R}$ المطبقة من طرف السكة على (S) عند الموضع M المعلم بالزاوية $\theta = (\vec{OC}, \vec{OM})$ ، بدلالة m و r و θ و السرعة للجسم V_M عند النقطة M .

2-2- بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم (S) ، أوجد تعبير V_M بدلالة g و r و θ و V_C .

3-2- استنتج تعبير الشدة لحظة مرور (S) بالموضع M بدلالة m و g و r و θ و V_C .

4-2- حدد القيمة الدنيا F_0 لشدة القوة $\vec{F}$ لكي يصل إلى النقطة D .

نعتي : $m = 50 \text{ kg}$ و $r = 3 \text{ m}$ و $L = AB = 4 \text{ m}$.