الجزء الرابع : الميكانيك
الوحدة 1
ذ . هشام محجر

قوانين نيوتن
Les Lois de Newton

بسم الله الرحمن الرحيم
السلام عليكم ورحمة الله وبركاته
الثانية باكالوريا
الفيزياء-جميع الشعب
الصفحة : $\frac{1}{3}$

* 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 تمكننا 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 $\overrightarrow{OG}$ بحيث : $\overrightarrow{OG} = x.\vec{i} + y.\vec{j} + z.\vec{k}$.
* في مرجع غاليلي $\vec{V}_G(t) = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = \frac{dx}{dt}.\vec{i} + \frac{dy}{dt}.\vec{j} + \frac{dz}{dt}.\vec{k}$ مع $V_x = \dot{x}$ و $V_y = \dot{y}$ و $V_z = \dot{z}$.
* في مرجع غاليلي $\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt} = \frac{d^2\overrightarrow{OG}}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2}.\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}.\vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2}.\vec{k}$ 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 .

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

* 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 $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$.
* 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 1 :

تعبير متجهة الموضع لنقطة متحركة M ، بدلالة الزمن ، في معلم $\mathcal{R}(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ هو : $\overrightarrow{OM} = 5t^2.\vec{i} + 2t.\vec{j}$
1- أوجد تعبير متجهة السرعة بدلالة الزمن .
2- حدد متجهة التسارع واستنتج مميزاتها .

تمرين 2 :

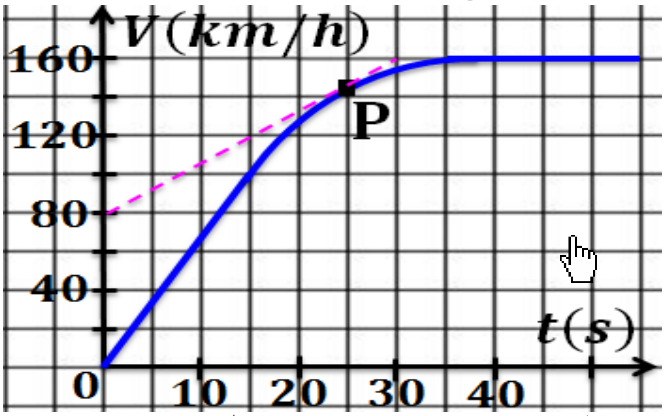
يوجد جسم صلب تحت تأثير مجموعة قوى بحيث $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$.
1- هل من الضروري أن يكون الجسم في حالة السكون ؟
2- ما القانون الموافق لهذه الوضعية ؟
3- بالنسبة لأي جسم مرجعي يطبق هذا القانون ؟

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 4 :

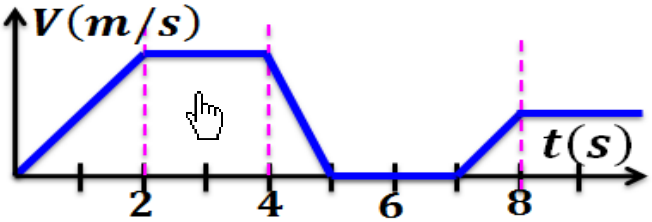
يمثل المنحنى جانبه تغيرات سرعة سيارة ، بدلالة الزمن ، خلال تجريبها على طريق **مستقيمية** .



1- ما طبيعة مسار مركز قصور هذه السيارة ؟
2- فسّر لماذا يكون تسارع السيارة ثابتا بين التاريخين $t = 0$ و $t = 10\ s$ ؟ عيّن قيمته .
3- ابتداءً من أي تاريخ t_1 يمكن اعتبار سرعة السيارة ثابتة ؟ ما قيمة كل من سرعة وتسارع السيارة بعد هذا التاريخ ؟
4- عيّن سرعة وتسارع السيارة عند اللحظة $t = 25\ s$.

تمرين 5 :

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



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

2- في أي مجال تكون حركة الجسم غير مستقيمية 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 $\Delta t = 3,7s$.

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 كبح سيارة كتلتها $m = 1,3\ t$ على أرضية مستقيمية وأفقية . على طول المسافة $AB = 68,75m$ ، سجلنا في A السرعة $V_A = 108\ km.h^{-1}$ وفي B السرعة $V_B = 90\ km.h^{-1}$. مجموع القوى المقاومة للحركة مكافئة لقوة كبح $\vec{f}$ واحدة منحاها 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 للأفاصيل النقطة A ولحظة مرور السيارة من النقطة A أصلا للتواريخ .

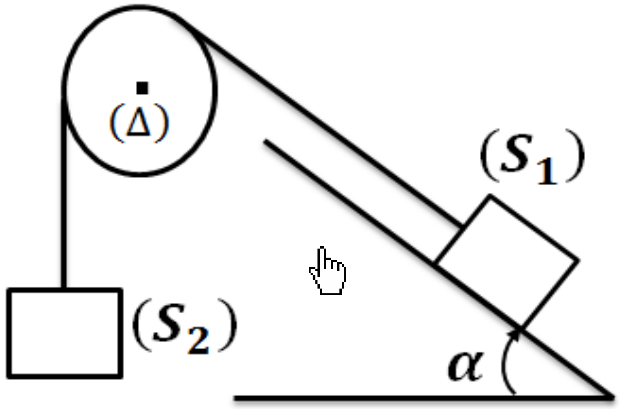
7-1- أوجد تعبير السرعة بدلالة الزمن .

7-2- 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 $\alpha = 30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي .
* جسم صلب (S_2) كتلته $m_2 = 1,0\ kg$.
* خيط ، غير مدود وكتلته مهملة ، يربط الجسمين (S_1) و (S_2) ويمر عبر مجرى بكرة ذات كتلة مهملة .



نعتبر أن شدة توتر الخيط تبقى **ثابتة** خلال الحركة ونهمل **جميع الاحتكاكات** . نأخذ : $g = 10\ m.s^{-2}$

1- **دراسة توازن المجموعة .**

1-1- عبّر عن T_1 شدة القوة التي يطبقها الخيط على بدلالة m_1 و g و α .

1-2- عبّر عن T_2 شدة القوة التي يطبقها الخيط على بدلالة m_2 و g .

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

2- **نأخذ في هذا الجزء** $m_1 = 1,5\ kg$.

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

2-2- عبّر عن T_1 بدلالة m_1 و g والتسارع a_1 للجسم (S_1) .

2-3- عبّر عن T_2 بدلالة m_2 و g والتسارع a_2 للجسم (S_2) .

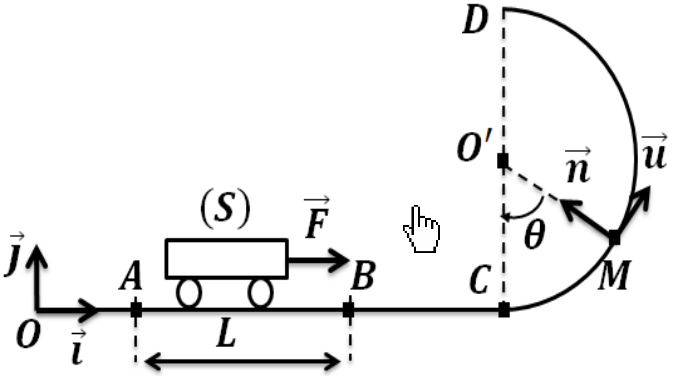
2-4- فسّر لماذا تكون $a_1 = a_2 = a$.

2-5- استنتج تعبير a بدلالة m_1 و m_2 و g و α . احسب a .

قوانين نيوتن
Les Lois de Newton

تمرين 9 :

ندرس حركة عربة صغيرة قلابة (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 : $g = 10\,m.s^{-2}$

1- نطبق على العربة (S) قوة $\vec{F}$ أفقية ثابتة طول الجزء AB ، فتنطلق 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 .

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

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

2-1- أوجد تعبير شدة القوة $\vec{R}$ المطبقة من طرف السكة على (S) عند الموضع M الممعلم بالزاوية $\theta = (\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OM})$ ، 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 .

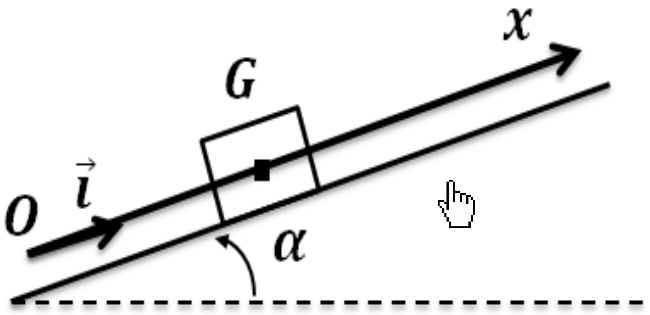
2-3- استنتج تعبير الشدة لحظة مرور (S) بالموضع M بدلالة m و g و r و θ و V_C .

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

نعطي: $m = 50\,kg$ و $r = 3\,m$ و $L = AB = 4\,m$

تمرين 10 :

يتحرك جسم صلب (S) كتلته m ، مركز قصوره G ، فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha = 10°$ 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 $\mathcal{R}(O,\vec{i})$ ، بسرعة بدئية $\vec{V}_0 = V_0.\vec{i}$ حيث $V_0 = 1\,m.s^{-1}$.

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

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

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

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 $\mathcal{R}(O,\vec{i})$.

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 $OB = 80\,cm$.