

# 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 منظم  $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  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  $\rho$  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 .

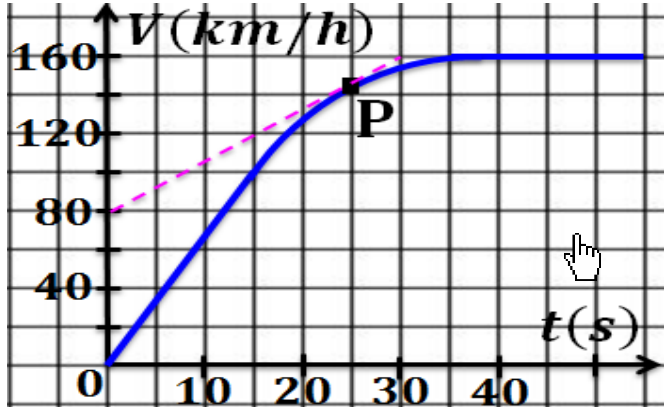
$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{V}_G = \vec{cte}$$

\* القانون الثاني لنيوتن (القانون الأساسي للحريك) : 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- فسر لماذا يكون تسارع السيارة ثابتا بين التاريخين

$t = 0$  و  $t = 10$  ؟ 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 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  $z(t) = 6.t^2 + 4t - 3$

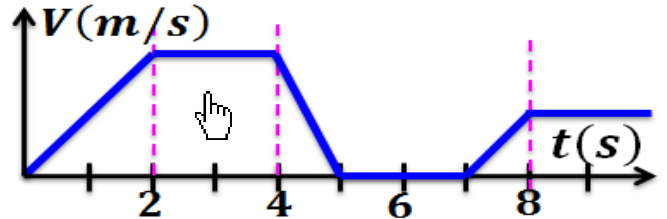
1- أوجد إحداثيات  $\vec{V}_G$  في المعلم  $\mathcal{R}$  واحسب  $V_G(2s)$  .

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

# قوانين نيوتن Les Lois de Newton

## 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  $10 \text{ km.h}^{-1}$  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  $400 \text{ m}$  علما أن الانطلاقة كانت بدون سرعة بدئية .

## تمرين 7 :

ننجز محاولة كبح 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 كبح  $\vec{f}$  واحدة منحاه 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

## تمرين 8 :

نعتبر المجموعة الممثلة أسفله والمكونة من :

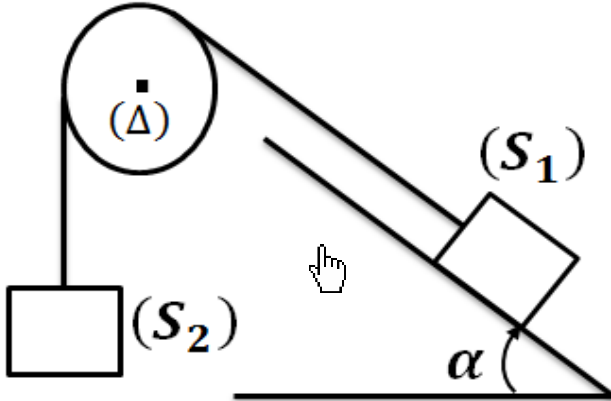
\* جسم صلب  $(S_1)$  كتلته  $m_1$  يمكنه الانزلاق على

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 التوتر 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  $\alpha$  .

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  $\alpha$  . 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  $g$

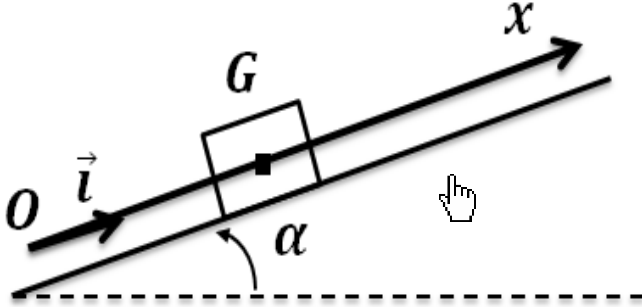
و  $\alpha$  . احسب  $a$  .

# قوانين نيوتن Les Lois de Newton

الجزء الرابع : الميكانيك  
الوحدة 1  
ذ. هشام محجر

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

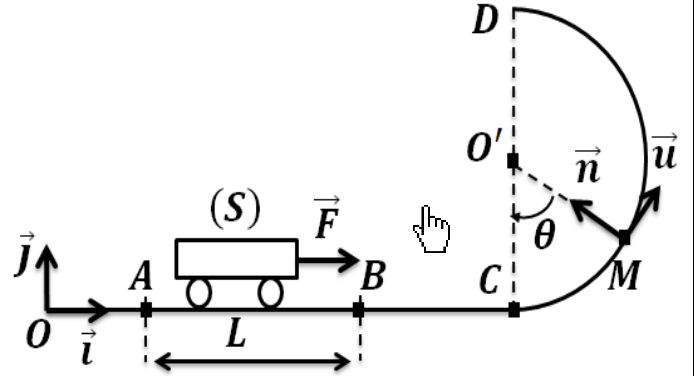
4- باعتبار الشروط البدئية للحركة ، أوجد المعادلة الزمنية للإحداثية السرعة  $V_x$  ثم المعادلة الزمنية للحركة  $x(t)$  .

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  $\theta$  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  $\theta$  و  $V_C$  .

3-2- استنتج تعبير الشدة لحظة مرور  $(S)$  بالموضع  $M$  بدلالة  $m$  و  $g$  و  $r$  و  $\theta$  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  $L = AB = 4 \text{ m}$  .