

قوانين نيوتنles lois de Newton

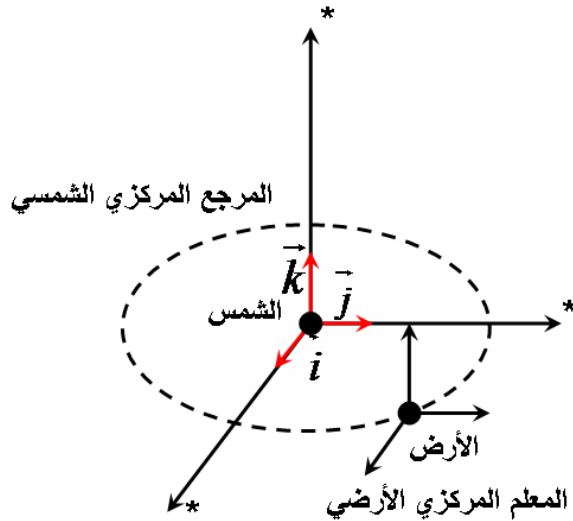
1

تذكير:

- طبيعة حركة جسم صلب طبيعة نسبية لأنها تتعلق بالجسم المرجعي.
- الجسم المرجعي هو جسم مادي صلب غير قابل للتشويه.
- نقرن بالجسم المرجعي معلمين : معلم الزمن و معلم للفضاء.

أمثلة لبعض المراجع المستعملة :

- الجسم المرجعي الأرضي : هو كل جسم مرتبط بالأرض, يستعمل لدراسة حركة جميع الأجسام التي تنتقل على سطح الأرض أو على ارتفاع ضئيل منه (حركة القذيفة).
- المرجع المركزي الأرضي géocentrique : يتكون من مركز الأرض و ثلاثة محاور متعامدة و موجهة نحو ثلاثة نجوم بعيدة جدا و ثابتة في السماء خلال الزمن, و يستعمل هذا المرجع لدراسة حركة الأجسام التي تدور حول الأرض مثل الأقمار الاصطناعية.
- المرجع المركزي الشمسي héliocentrique (كوبيرنيك Copernic) : يتكون من مركز الشمس و ثلاثة محاور متعامدة و موجهة نحو ثلاثة نجوم بعيدة جدا و ثابتة في السماء خلال الزمن, و يستعمل هذا المرجع لدراسة حركة الكواكب و المذنبات حول الشمس و يعتبر معلما غاليليا.

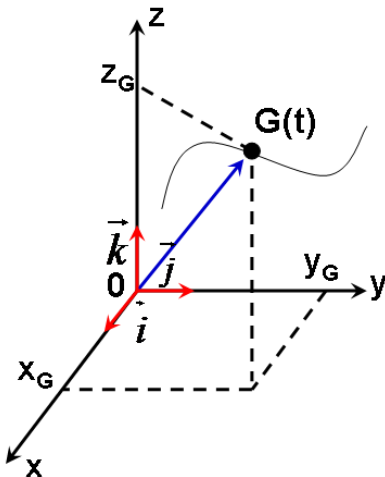
I – متجهة السرعة اللحظية و متجهة التسارع اللحظي :1 – متجهة الموضع :

- يمكن معلمة نقطة متحركة من جسم صلب بمركز القصور G بمتجهة الموضع :

$$\vec{OG} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

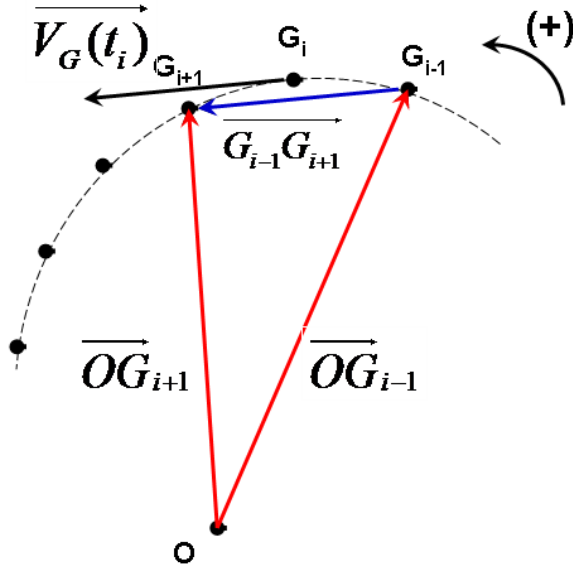
حيث $x(t)$ و $y(t)$ و $z(t)$ دوال زمنية تسمى بالمعادلات الزمنية للحركة.

- نسمي مجموع المواضع التي يحتلها المتحرك خلال حركة المسار.

2 – متجهة السرعة اللحظية :

❖ متجهة السرعة المتوسطة :

نحدد السرعة المتوسطة للنقطة G بين لحظتين t_{i-1} و t_{i+1} جد متقاربتين تؤطران t_i :



$$\vec{V}_G(t_i) = \vec{V}_i = \frac{\vec{G}_{i-1}G_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

$$\vec{G}_{i-1}G_{i+1} = \vec{G}_{i-1}O + \vec{OG}_{i+1} = \vec{OG}_{i+1} - \vec{OG}_{i-1}$$

$$\vec{G}_{i-1}G_{i+1} = \Delta\vec{OG}$$

حيث :

$$\vec{V}_i = \frac{\vec{OG}_{i+1} - \vec{OG}_{i-1}}{\Delta t}$$

أي :

$$\vec{V}_G(t_i) = \vec{V}_i = \frac{\Delta\vec{OG}}{\Delta t}$$

و بالتالي :

❖ متجهة السرعة اللحظية :

نحصل على السرعة اللحظية عندما تتناهي Δt نحو الصفر ، في هذه الحالة يمكن اعتبار خارج القسمة $\frac{\Delta\vec{OG}}{\Delta t}$ مساويا للمشتقة بالنسبة

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta\vec{OG}}{\Delta t} \right) = \frac{d\vec{OG}}{dt}$$

للزمن.

$$\vec{V}_i(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{OG}}{\Delta t} = \frac{d\vec{OG}}{dt}$$

أي

$$\vec{V}_i(t) = \frac{d\vec{OG}}{dt}$$

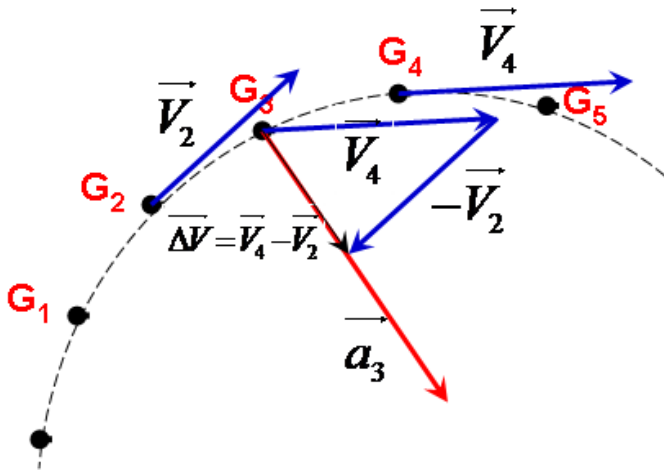
وحدة قياس السرعة اللحظية في (SI) هي ms^{-1}

3 - متجهة التسارع اللحظي :

في مرجع تساوي متجهة التسارع لمركز القصور G لجسم صلب في لحظة t المشتقة بالنسبة للزمن لمتجهة السرعة في اللحظة :

وحدة قياس التسارع في (SI) هي ms^{-2}

$$\vec{a}_G = \frac{d\vec{V}_G}{dt}$$



❖ مثال : تمثيل متجهة التسارع عند اللحظة t_3 :

$$\vec{a}_G(t) = \frac{\Delta \vec{V}_G(t_3)}{\Delta t} = \frac{\vec{V}_4 - \vec{V}_2}{\Delta t}$$

$$\vec{a}_G(t_i) = \vec{a}_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta \vec{V}_G}{\Delta t} \right) = \frac{d\vec{V}_G(t)}{dt}$$

4 - احداثيات متجهة التسارع :

4 - 1 احداثيات متجهة التسارع في معلم ديكارتي :

في معلم ديكارتي $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$

❖ متجهة الموضع :

$$\vec{OG} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

$$\vec{V}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$

❖ متجهة السرعة :

$$\vec{V}_G = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k} \quad \text{أو} \quad \vec{V}_G = V_x\vec{i} + V_y\vec{j} + V_z\vec{k}$$

أي :

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x} \quad \text{و} \quad V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y} \quad \text{و} \quad V_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z}$$

x و y و z احداثيات متجهة السرعة

$$\vec{a}_G = \frac{d\vec{V}_G}{dt} = \frac{dV_x}{dt}\vec{i} + \frac{dV_y}{dt}\vec{j} + \frac{dV_z}{dt}\vec{k}$$

❖ متجهة التسارع :

$$\vec{a}_G = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j} + \ddot{z}\vec{k}$$

أي

$$\text{حيث : } a_x = \frac{dV_x}{dt} = \ddot{x} \quad \text{و} \quad a_y = \frac{dV_y}{dt} = \ddot{y} \quad \text{و} \quad a_z = \frac{dV_z}{dt} = \ddot{z}$$

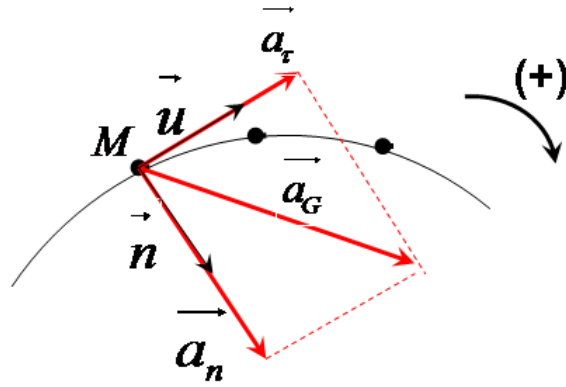
x و y و z احداثيات متجهة التسارع

4 - 2 احداثيات متجهة التسارع في أساس فريني Frenet :

أساس فريني هو أساس للإسقاط غير مرتبط بالمرجع.

معلم فريني (M, \vec{u}, \vec{n}) هو معلم متعامد ممنظم ينطبق مع موضع النقطة المتحركة ، متجهته الواحديّة مماسة للمسار ، و موجهة منحنى

الحركة و متجهته الواحديّة \vec{n} متعامدة مع \vec{u} و موجهة نحو تفر المسار.



نعبر عن التسارع في أساس فريني بالنسبة للحركة المستوية كالتالي : $\vec{a} = a_\tau \vec{u} + a_n \vec{n}$

حيث : $\vec{a}_\tau = a_\tau \vec{u}$: متجهة التسارع المماسي $a_\tau = \frac{dV_G}{dt}$

$\vec{a}_n = a_n \vec{n}$: متجهة التسارع المنظمي $a_n = \frac{V^2}{\rho}$ مع ρ شعاع انحناء المسار في نقطة M .

❖ ملحوظة :

منظم التسارع : $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$

الجداء المتجهي للمتجهتين \vec{a}_G و \vec{V}_G هو : $\vec{a}_G \cdot \vec{V}_G = a_G \cdot V_G \cdot \cos(\widehat{\vec{a}_G \cdot \vec{V}_G})$

تتعلق إشارة الجداء $\vec{a}_G \cdot \vec{V}_G$ بالزاوية $\alpha = (\widehat{\vec{a}_G \cdot \vec{V}_G})$

- إذا كان الجداء $\vec{a}_G \cdot \vec{V}_G > 0$ تكون الحركة متسارعة
- إذا كان الجداء $\vec{a}_G \cdot \vec{V}_G < 0$ تكون الحركة متباطئة
- إذا كان الجداء $\vec{a}_G \cdot \vec{V}_G > 0$ تكون الحركة منتظمة

❖ تطبيق :

II - قوانين نيوتن :

1 - القانون الأول : مبدأ القصور

في معلم غاليلي ، إذا كان مجموع القوى الخارجية المطبقة على جسم صلب يساوي متجهة منعدمة $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ فإن متجهة السرعة \vec{V}_G

لمركز القصور G للجسم الصلب تكون ثابتة $\vec{V} = cte$ والعكس :

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{V} = cte \begin{cases} \text{سكون} & cte = 0 \\ \text{حركة منتظمة} & cte \neq 0 \end{cases}$$

❖ ملحوظة :

- نسمي معلم غاليلي كل معلم يتحقق فيه مبدأ القصور .

- إذا كان $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ نقول أن هذه المجموعة شبه معزولة ميكانيكيا.

- إذا كانت المجموعة لا تخضع لأي تأثير خارجي نقول أن هذه المجموعة شبه معزولة ميكانيكيا.
- يعتبر المرجع المركز الشمسي (مرجع كوبرنيك) أفضل مرجع غاليلي ، بينما المراجع المركزية الأرضية و المراجع الأرضية ليست مراجع غاليلية بالمعنى الدقيق ، لكن بالنسبة لمدد زمنية قصيرة يمكن اعتبار هذه المراجع غاليلية.

❖ تطبيق :

❖ مثال :

عند إرسال حامل ذاتي فوق منضدة هوائية أفقية تكون حركة مركز قصوره مستقيمة و منتظمة :

$$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0} \Rightarrow \vec{V}_G = \vec{cte}$$

\vec{R} و \vec{P} متقاصتان أي تخضعان لمبدأ القصور.

2 - القانون الثاني : العلاقة الأساسية للتحريك

في معلم غاليلي يساوي مجموع القوى الخارجية المطبقة على جسم صلب جداء كتلة هذا الجسم و متجهة التسارع لمركز قصوره G .

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

❖ مثال :

3 - القانون الثالث : مبدأ التأثيرات البينية المتبادلة

عندما يكون جسمين (A) و (B) في تأثير بيني متبادل فإن القوة $\vec{F}_{A/B}$ التي يطبقها (A) على (B) و القوة $\vec{F}_{B/A}$ التي يطبقها على

(B) على (A) ، سواء كان الجسمان في حركة أو سكون فإن القوتين $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$ تحققان المتساوية

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

يطبق بالنسبة لقوى التماس و قوى عن بعد.

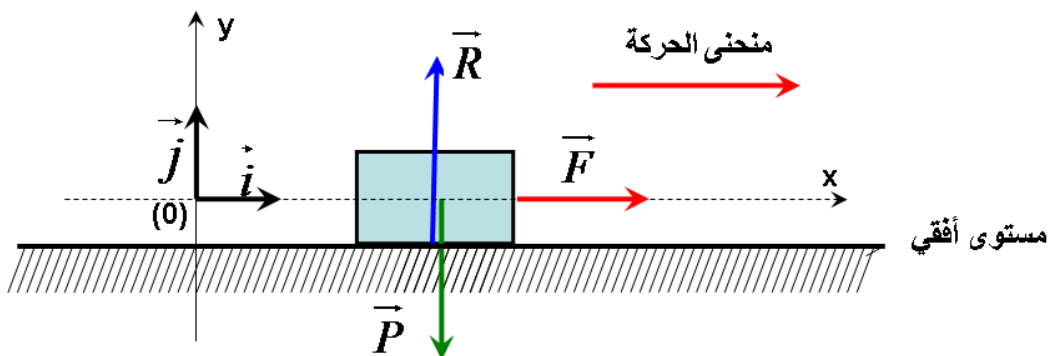
III - تطبيق :

1 - حركة جسم صلب فوق مستوى أفقي :

أ - حركة بدون احتكاك :

نعتبر جسم صلب كتلته $m = 500g$ بدون احتكاك فوق مستوى أفقي تحت تأثير قوة أفقية ثابتة \vec{F} خط تأثيرها موازي للمستوى الأفقي

شدتها $F = 5N$ نعطي $g = 10m.s^{-1}$:



1 - أجرد القوى المطبقة على الجسم (S) ؟

2 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أحسب تسارع الجسم (S) ، استنتج طبيعة الحركة ؟

3 - نحذف تأثير القوة \vec{F} أثناء الحركة ، كيف تصبح حركة الجسم (S) ؟

1 - الجسم المدروس : { الجسم (S) }

جرد القوى المطبقة على الجسم (s) :

\vec{P} : وزن الجسم (s)

\vec{R} : تأثير المستوى الأفقي

\vec{F} : قوة الجر

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

2 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}_G$$

نسقط العلاقة المتجهة في المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$:

$$\vec{P}_x + \vec{R}_x + \vec{F}_x = m\vec{a}_G$$

وفق المحور (O, \vec{i}) :

$$0 + 0 + F = ma_x \Rightarrow \boxed{a = \frac{F}{m}}$$

بما أن الحركة مستقيمة و التسارع ثابت فإن طبيعة الحركة متسارعة (متغيرة بانتظام) $a = \frac{5}{0,5} = 10m.s^{-1}$

وفق المحور (O, \vec{j}) : $-P_y + R_y + 0 = 0 \Rightarrow P_y = R_y$ (متقاصتان)

ليست حركة وفق (O, \vec{j}) $R = P = mg$

3 - عند حذف تأثير القوة \vec{F} يصبح الجسم خاضع لقوتين :

بتطبيق القانون الثاني : $\vec{P} + \vec{R} = 0$ حسب مبدأ القصور

و بالتالي الحركة مستقيمة منتظمة : $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \end{cases} \rightarrow V = cte$

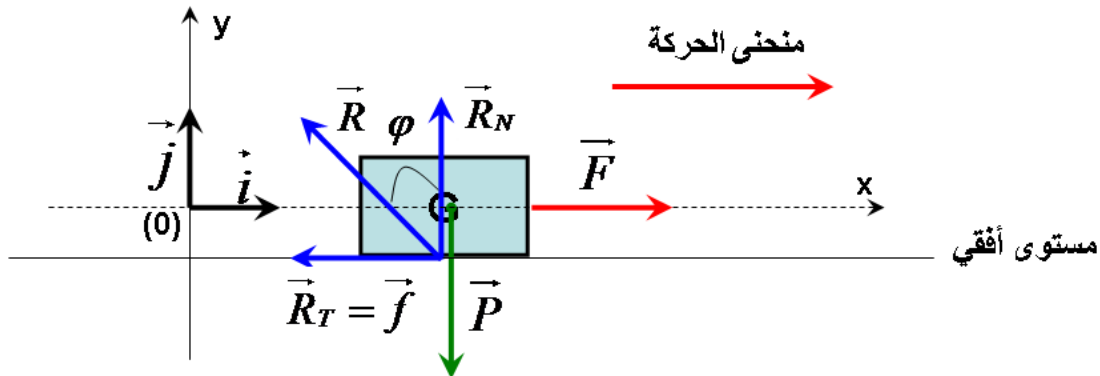
ب - حركة إزاحة باحتكاك :

نعتبر الجسم (S) السابق موضوعا فوق مستوى أفقي حيث التماس بينهما يتم بالاحتكاك ، و نطبق على الجسم (S) قوة شدتها ثابتة

$F = 5N$ ، كما يمثل الشكل السابق و يصبح التسارع $a = 6m.s^{-1}$.

1 - بتطبيق القانون الثاني أوجد شدة القوة المقرونة بتأثير سطح التماس ؟

2 - أوجد قيمة معامل الاحتكاك ، و استنتج زاوية الاحتكاك ؟



$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}_G$$

نسقط العلاقة المتجهة في المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$:

$$\vec{P}_x + \vec{R}_x + \vec{F}_x = m\vec{a}_G$$

وفق المحور (O, \vec{i}) :

$$0 + R_T + F = ma_x \Rightarrow \boxed{a_x = a = \frac{F - R_T}{m}}$$

$$R_T = F - ma = 5 - 0,5 \times 6 = 5 - 3$$

$$R_T = 2N$$

$$\vec{P}_y + \vec{R}_y + \vec{F}_y = m\vec{a}_y$$

وفق المحور (O, \vec{j}) :

$$-P + R_N + 0 = 0 \Rightarrow R_N = P = mg$$

$$R_N = 0,5 \times 10 = 5N$$

$$R = \sqrt{R_T^2 + R_N^2} = \sqrt{2^2 + 5^2}$$

إذن الشدة المقرونة بتأثير السطح هي :

$$R = \sqrt{4 + 25} = \sqrt{29} = 5,4N$$

2 - نعرف معامل الاحتكاك ب $k = \tan \varphi$ و φ زاوية الاحتكاك.

$$k = \tan \varphi = \frac{R_T}{R_N} = \frac{2}{5} = 0,4$$

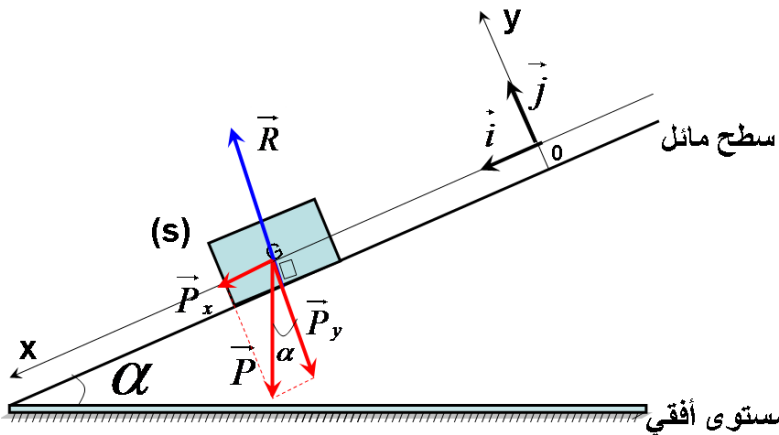
$$\tan \varphi = 0,4 \Rightarrow \varphi = \arctan 0,4 \Rightarrow \varphi = 21,8^\circ$$

2 - حركة جسم صلب فوق مستوى مائل :

أ - حركة بدون احتكاك :

نجر جسما صلبا كتلته $m = 80g$ و مركزه قصوره فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha = 12^\circ$ بالنسبة للخط الأفقي ، فينزلق بدون احتكاك و

فق الخط الأكبر ميلا للمستوى المائل : نعطي $g = 10m.s^{-1}$



1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد تسارع الجسم (s) ، استنتج طبيعة الحركة ؟

2 - أوجد شدة القوة المطبقة من طرف السطح المائل ؟

1 - الجسم المدروس : { الجسم (S) }

جرد القوى المطبقة على الجسم (S) ؟

\vec{P} : وزن الجسم (s)

\vec{R} : تأثير السطح المائل

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_x$$

$$\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}_x$$

نسقط العلاقة المتجهة في المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$:

$$\vec{P}_x + \vec{R}_x = m\vec{a}_x$$

وفق المحور (O, \vec{i}) :

$$P_x + 0 = m.a_x \quad \text{مع} \quad \sin \alpha = \frac{P_x}{P} \quad \Rightarrow \quad P_x = P.\sin \alpha$$

$$mg.\sin \alpha = m.a_x$$

$$\boxed{a_x = a = g.\sin \alpha}$$

$$a = 10.\sin 12^\circ \quad \Rightarrow \quad \alpha = 2m.s^{-1}$$

$$\vec{P}_y + \vec{R}_y = m\vec{a}_y$$

2 - وفق المحور (O, \vec{j}) :

$$-P_y + R_N = 0 \quad \Rightarrow \quad P_y = R = mg.\cos \alpha$$

$$R = 50 \times 10 \times \cos 12 \quad \Rightarrow \quad R = 782N$$

ب - حركة تتم باحتكاك : (انظر بعد)

IV - المعادلات الزمنية للحركة المستقيمة :

1 - الحركة المستقيمة المنتظمة :

تكون الحركة مستقيمة منتظمة إذا كان المسار مستقيمي و السرعة ثابتة أي أن : $a = \frac{dv}{dt} = 0$

و تكتب المعادلة الزمنية بالنسبة لمعلم $R(O, \vec{i})$ لهذه الحركة : $x(t) = v_x.t + x_0$ مع x_0 : الافصول عند $t = 0$

2 - الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام :

- تكون الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام لمركز قصور G إذا كان المسار مستقيمي و متجهة التسارع \vec{a}_G ثابتة.

في هذه الحالة : $a = \frac{dv_x}{dt} \Rightarrow \int dv_x = \int a.dt$

$$v_x = at + v_0$$

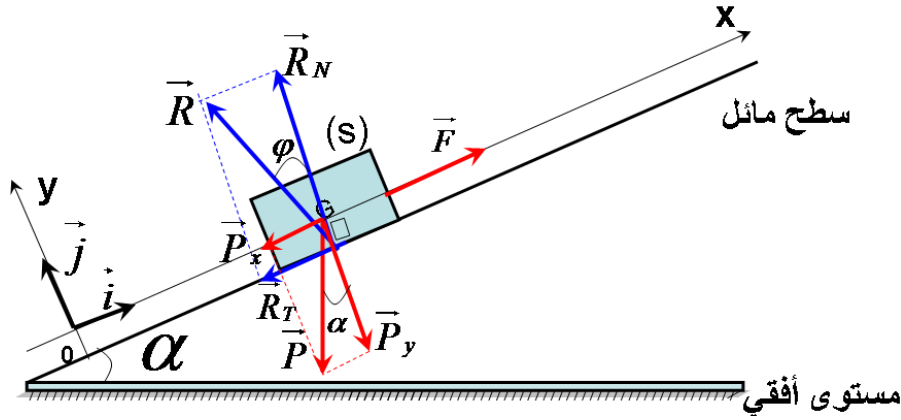
$$v_x = \frac{dx}{dt} = at + v_0 \quad \Rightarrow \quad \int dx = \int a.t.dt + \int v_0 dt$$

$$\boxed{x(t) = \frac{1}{2} a.t^2 + v_0.t + x_0}$$

v_0 و x_0 تحدد بالاعتماد على الشروط البدئية.

ب - حركة تتم باحتكاك : (انظر بعد)

نجر جسما صلبا (S) كتلته $m = 80kg$ فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha = 12^\circ$ بواسطة حبل يطبق عليه قوة \vec{F} ثابتة كما يبين الشكل نعطي $g = 10m.s^{-1}$ و $a = 2m.s^{-1}$ و $k = 0,25$



1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد قيمة R_N شدة المركبة المنتظمة بتأثير سطح التماس ، ثم استنتج قيمة R_T ؟

2 - أحسب شدة القوة \vec{F} ؟

3 - أكتب بدلالة الزمن المعادلة الزمنية $x(t)$ لحركة مركز قصور الجسم (S) باعتبار النقطة O هي موضع G عند اللحظة $t = 0$ و

سرعته البدئية منعدمة ؟

1 - الجسم المدروس : { الجسم (S) }

جرد القوى المطبقة على الجسم (s) :

\vec{P} : وزن الجسم (s)

\vec{R} : تأثير السطح المائل

\vec{F} : قوة الجر

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}_G$$

بما أن التماس يتم باحتكاك فإن \vec{R} لهما مركبتين : $\vec{R} = \vec{R}_T + R_N$

نسقط العلاقة المتجهة في المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$:

وفق المحور (O, \vec{i}) :

$$\vec{P}_x + \vec{R}_x + \vec{F}_x = m\vec{a}_x$$

$$-P_x - P_T + F = m.a_x \quad \text{مع} \quad P_x = mg.\sin \alpha$$

$$F = m.a + mg.\sin \alpha + R_T$$

$$\vec{P}_y + \vec{R}_y + \vec{F}_y = m\vec{a}_y$$

وفق المحور (O, \vec{j}) :

$$-P_y + R_N + 0 = 0 \Rightarrow R_N = P_y = mg.\cos \alpha$$

$$R_N = 80 \times 9,8 \times \cos 12^\circ$$

$$R_N = 767N$$

$$k = \frac{R_T}{R_N} \Rightarrow R_T = k.R_N$$

لدينا معامل الاحتكاك :

$$R_T = 0,25 \times 767 \Rightarrow R_T = 192N$$

$$F = ma + mg.\sin \alpha + R_T$$

- 2

$$F = 80 \times 2 + 80 \times 9,8 \times \sin 12^\circ + 192$$

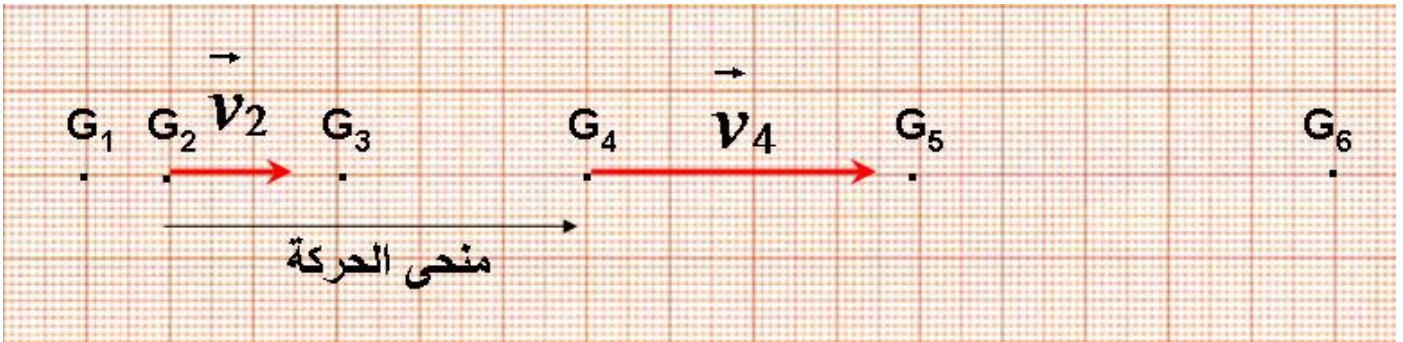
$$F = 515N$$

3 - بما أن التسارع ثابت و المسار مستقيمي فإن طبيعة الحركة متغيرة بانتظام و بالتالي تكتب المعادلة الزمنية كالتالي :

$$x(t) = \frac{1}{2} a.t^2 + v_0.t + x_0$$

بالاعتماد على الشروط البدئية : $x_0(t=0) = 0$ و $v_0(t=0) = 0$ و $a = 2m.s^{-1}$ إذن : $x(t) = t^2$

❖ تطبيق : (متجهة السرعة و التسارع)

نطلق حاملا ذاتيا بدون سرعة بدئية فوق منضدة هوائية مائلة بزاوية $\alpha = 40^\circ$ بعد ضبط مولد الشرارات على $\tau = 40ms$ فنحصل على التسجيل التالي :

$$G_1G_2 = 1cm \text{ و } G_2G_3 = 2cm \text{ و } G_3G_4 = 3cm \text{ و } G_4G_5 = 4cm \text{ و } G_5G_6 = 5cm$$

1 - أعط مميزات متجهة السرعة اللحظية في نقطة G_i ؟2 - أحسب السرعة اللحظية في الموضعين G_4 و G_2 ثم مثل المتجهتين \vec{v}_4 و \vec{v}_2 باستعمال سلم مناسب ؟3 - علما أنه مبيانيا ، منظم متجهة التسارع في لحظة t_i تعطيها العلاقة التالية ، أحسب التسارع اللحظي في الموضع G_3

$$a_i = \frac{v_{i+1} - v_{i-1}}{t_{i+1} + t_{i-1}}$$

1 - مميزات السرعة اللحظية :

الأصل : النقطة G

الاتجاه : اتجاه الحركة (اتجاه أفقي)

المنحنى : منحنى الحركة

$$v_i = \frac{G_{i+1} - G_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} \text{ المنظم : يحدد بالعلاقة}$$

2 - السرعة اللحظية :

$$v_2 = \frac{G_1 G_3}{2\tau} = \frac{3 \times 10^{-2}}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 0,375 m.s^{-1}$$

$$v_4 = \frac{G_3 G_5}{2\tau} = \frac{7 \times 10^{-2}}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 0,875 m.s^{-1}$$

نستعمل السلم : $0,25 m.s^{-1} \rightarrow 1 cm$

$$v_2 = 0,375 m.s^{-1} \rightarrow 1,5 cm$$

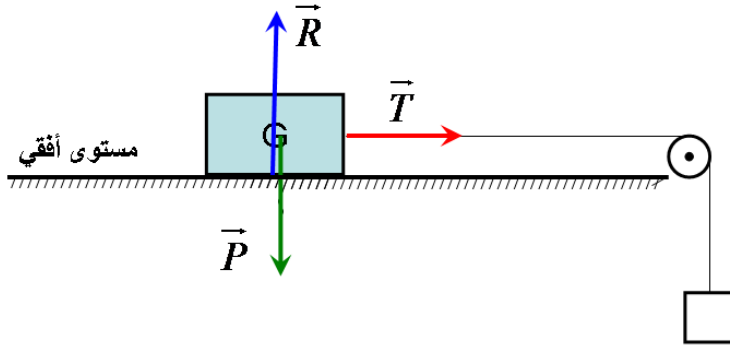
$$v_4 = 0,875 m.s^{-1} \rightarrow 1,5 cm \text{ أنظر الشكل}$$

$$a_3 = \frac{v_4 - v_2}{2\tau} = \frac{0,875 - 0,375}{2 \times 40 \times 10^{-3}} : G_3 \text{ التسارع اللحظي في } G_3$$

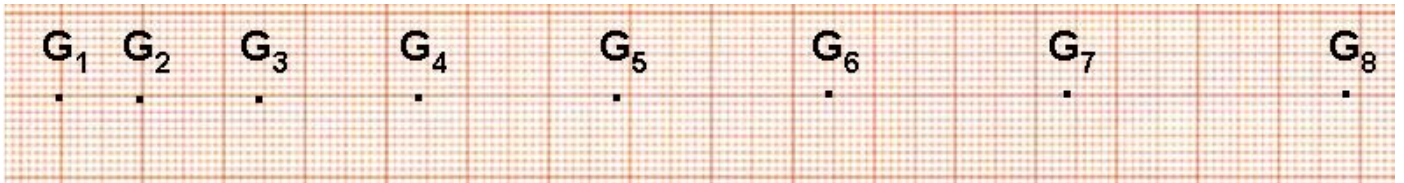
$$a_3 = 6,25 m.s^{-1}$$

❖ تطبيق : تحقق من القانون الثاني لنيوتن

نستعمل المنضدة الهوائية في الموضع الأفقي و نجز التركيب التالي :



نطبق على الحامل الذاتي قوة بواسطة خيط شدتها $T = 1N$ ثم نحرر المجموعة و نسجل مواضع مركز قصور الحامل الذاتي في مدد زمنية متتالية و متساوية $\tau = 40ms$.



$$G_1 G_2 = 1cm \text{ و } G_2 G_3 = 1,4cm \text{ و } G_3 G_4 = 1,8cm \text{ و } G_4 G_5 = 2,2cm \text{ و } G_5 G_6 = 2,6cm \text{ و } G_6 G_7 = 3cm \text{ و } G_7 G_8 = 3,4cm$$

1 – أجرد القوى المطبقة على الحامل الذاتي ؟

2 – بين أن مجموع متجهات القوى المطبقة على الحامل الذاتي أثناء حركته يكافئ قوة \vec{T} ؟

3 – أوجد بالاعتماد على التسجيل قيمة Δv_G ، تغير سرعة G في الحالات التالية :

أ – بين G_1 و G_3 ب – بين G_2 و G_4 ج – بين G_3 و G_5 د – بين G_4 و G_6

4 – مثل منحى تغيرات Δv بدلالة Δt المدة الزمنية الموافقة ؟

5 – ما المدلول الفيزيائي للمعامل الموجه للمنحنى المحصل عليه ؟

قارن قيمة هذا المعامل مع خارج القيمة $\frac{T}{m}$ ، ثم تحقق من $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$

1 - الجسم المدروس : { العائل الذاتي }

جرد القوى المطبقة على الحامل الذاتي:

 \vec{P} : وزن الحامل الذاتي \vec{R} : تأثير المنضدة الهوائية \vec{F} : توتر الخيط

2 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = \underbrace{\vec{P} + \vec{R}}_{=0} + \vec{T} \Rightarrow \sum \vec{F}_{ext} = \vec{T}$$

 \vec{R} عمودية على السطح لأن الاحتكاكات مهملة.

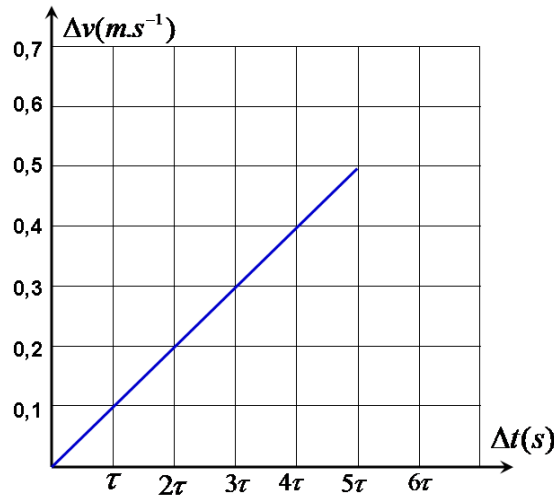
$$v_2 = \frac{G_1 G_3}{2\tau} = \frac{2,4 \times 10^{-2}}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 0,3 m.s^{-1} \quad - 3$$

$$v_3 = \frac{G_2 G_4}{2\tau} = \frac{3,2 \times 10^{-2}}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 0,4 m.s^{-1}$$

$$v_4 = \frac{G_3 G_5}{2\tau} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 0,5 m.s^{-1}$$

$$v_5 = \frac{G_4 G_6}{2\tau} = \frac{4,8 \times 10^{-2}}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 0,6 m.s^{-1}$$

$$v_6 = \frac{G_5 G_7}{2\tau} = \frac{5,6 \times 10^{-2}}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 0,7 m.s^{-1}$$

4 - منحى تغيرات Δv بدلالة Δt المدة الزمنية

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,4 - 0,1}{4\tau - \tau} = \frac{0,3}{3 \times 40 \times 10^{-3}}$$

$$a = 2,5 m.s^{-1}$$

5 - المعامل الموجه للمنحنى :

يمثل المعامل الموجه تسارع الحامل الذاتي.

$$\frac{T}{m} = \frac{1N}{0,4kg} = 2,5N/kg = 2,5m.s^{-1}$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G \text{ فإن العلاقة متحققة } \sum \vec{F}_{ext} = \vec{T} \text{ بما أن } \frac{T}{m} = a \text{ إذن}$$

المعجم العلمي

Interaction	تأثير بيني	Action	تأثير
Dynamique	تحريكي	Effet	مفعول
Localisé	موضوع	Statique	سكوني
Table à cousin d'air	منضدة هوائية	Répartie	موزع
Action à distance	تأثير عن بعد	Attraction	تجاذب
Force	قوة	Action de contact	تأثير تماس
Autoporteur	حامل ذاتي	Générateur à étincelles	مولد الشرارات
Vecteur	متجهة	Positon	موضع
Dérivé	مشتقة	Vitesse	سرعة
Coordonnée	إحداثية	Instantané	لحظي
Norme	منظم	Accélération	تسارع
Direction	اتجاه	Inertie	قصور
sens	منحى	Référentiel	مرجع
Rectiligne	مستقيمة	orthonormé	متعامد منظم
Cartésien	ديكارتي	Courbure	انحناء
Système	مجمةعة	Tangentiel	مماسي
Isolé	معزول	Principe	مبدأ
Référentiel galiléen	مرجع غاليلي	Pseudo – isolé	شبه معزول
Uniformément variée	متغيرة بانتظام	Projection	اسقاط
Accéléré	متسارع	Incliné	مانل
		Retardé	متباطئ