# La mécanique الميكانيك

| | | |
|---|---|---|
| 1 – قوانين نيوتن | 4 س | 1 س |
| 2 – تطبيقات | 6 س | 2 س |
| 3 – العلاقة الكمية بين مجموع العزوم والتسارع الزاوي | 4 س | 2 س |
| 4– المجموعات المتذبذبة الميكانيكية | 6 س | 2 س |
| 5– المظاهر الطاقية | 3 س | 1 س |
| المجموع | 8 س | 23 س |
| | 31 س | |

السنة الثانية من سلك البكالوريا:
- شعبة العلوم التجريبية [مسلكي علوم الحياة والأرض والعلوم الزراعية]
- شعبة العلوم والتكنولوجيات [مسلكي العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية والعلوم والتكنولوجيات الكهربائية]

27

# قوانين نيوتن

التوجيهات:

– يذكر بالتعلمات الأساسية المكتسبة بالجذع المشترك : معلمة نقطة من متحرك ــ المسار ــ متجهة الموضع ــ الإحداثيات الديكارتية ــ مميزات متجهة السرعة اللحظية ــ التحديد العملي لقيمة السرعة اللحظية انطلاقا من تسجيل، ويتم إدراج مختلف المقادير الحركية المشار إليها تدريجيا وعند الحاجة.

– تعرف متجهة التسارع اللحظي انطلاقا من متجهة السرعة اللحظية . ويعبر عن إحداثياتها في معلم متعامد وممنظم، وفي أساس فريني.

– يذكر بالتعلمات الأساسية المكتسبة في الجذع المشترك: المجموعة المدروسة ــ تصنيف القوى إلى داخلية وخارجية.

– يذكر بالقانون الأول لنيوتن (مبدأ القصور) الذي يؤدي إلى مفهوم المرجع الغاليلي.

– يبرز تجريبيا دور الكتلة في تحديد أهمية المفعول التحريكي لمجموع القوى الخارجية $\sum F_{ex}$ المطبقة على حامل ذاتي خاضع لتأثير قوة ثابتة فوق منضدة أفقية.

– يقدم القانون الثاني لنيوتن $\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}$ الخاص بالنقطة المادية على شكل مبرهنة مركز القصور $\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}_G$ التي تسمح بدراسة حركة النقطة G مركز قصور جسم صلب في معلم غاليلي، والتي سبق التمهيد لها في برنامج الجذعين المشتركين العلمي والتكنولوجي بالعلاقة $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ .

ــ يتم التحقق تجريبيا من القانون الثاني لنيوتن .

ــ تعطى أمثلة للمراجع الغاليلية (المرجع الأرضي، المرجع المركزي الأرضي، المرجع المركزي الشمسي) ويشار إلى وجود مراجع غير غاليلية حيث لا يمكن تطبيق القانونين الأول والثاني لنيوتن.

ــ يتم توظيف المرجع الأرضي باعتباره مرجعا غاليليا، بينما يدرج المرجع المركزي الأرضي والمرجع المركزي الشمسي (مرجع كوبرنيك) عند دراسة الأقمار الاصطناعية والكواكب.

– يذكر بالقانون الثاني لنيوتن: مبدأ التأثيرات المتبادلة.

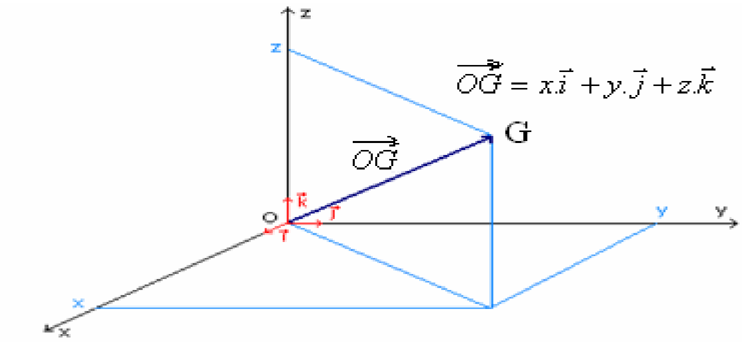
ــ تعطى معادلة الأبعاد للمقادير الفيزيائية وتستغل في الصيغ والتعابير للتحقق من التجانس .

## I متجهة السرعة ومتجهة التسارع:

### 1) تذكير:

**الحركة نسبية، أي الأجسام لا تتحرك إلا بالنسبة لأجسام أخرى.إذن لدراسة حركة جسم يجب اختيار جسم مرجعي . ولتحديد موضع الجسم المتحرك في لحظة معينة: يجب اعتبار معلم للفضاء ومعلم للزمن مرتبطين بالجسم المرجعي .**

**نرمز لمعلم الفضاء ب:** $(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ **، بحيث** $o$ **أصل معلم الفضاء.**



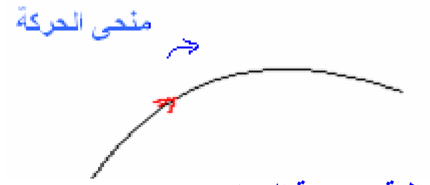

**لتحديد ▯▯▯▯ المتحرك بالنسبة لمعلم الفضاء نستعمل متجهة الموضع:** $\overrightarrow{OG} = x.\vec{i} + y.\vec{j} + z.\vec{k}$

$G$ **: هو مركز قصور الجسم** $\vec{i}$ **،** $\vec{j}$ **و** $\vec{k}$ **و متجهات واحدية.**

$x$ **،** $y$ **،** $z$ **تمثل الإحداثيات الديكارتية للمتحرك** $M$ **في المعلم:** $(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ **، وهي عبارة عن دوال زمنية تكتب على الشكل التالي:**

وتسمى: بالمعادلات الزمنية للحركة. $\begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \\ z = h(t) \end{cases}$ ومنظم متجهة الموضع: $\left\| \overrightarrow{OG} \right\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

المسار هو مجموع المواضع المتتالية التي يحتلها المتحرك ، ويمكن أن يكون مستقيميا أو منحنيا أدائريا .




## 2) متجهة السرعة اللحظية ومتجهة التسارع:

### 2-1) تعريف:

متجهة السرعة اللحظية لمركز قصور جسم صلب تساوي مشتقة متجهة الموضع $\overrightarrow{OG}$ بالنسبة للزمن: $\vec{v}_G = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$

ووحدة قياس السرعة اللحظية في النظام العالمي للوحدات هي الثانية.

لدينا: $\overrightarrow{OG} = x.\vec{i} + y.\vec{j} + z.\vec{k}$ إذن: $\vec{v}_G = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = \dfrac{dx}{dt}\vec{i} + \dfrac{dy}{dt}\vec{j} + \dfrac{dz}{dt}\vec{k}$

أي: $\vec{v}_G = \dot{x}.\vec{i} + \dot{y}.\vec{j} + \dot{z}.\vec{k}$ بحيث: $v_x = \dfrac{dx}{dt} = \dot{x}$ و $v_y = \dfrac{dy}{dt} = \dot{y}$ و $v_z = \dfrac{dz}{dt} = \dot{z}$ .

تمثل : $\dot{x}$ و $\dot{y}$ و $\dot{z}$ إحداثيات متجهة السرعة $\vec{v}_G$ في المعلم الديكارتي.

### 2-2)متجهة التسارع:

#### أ)تعريف:

متجهة التسارع $\vec{a}$ لمركز قصور جسم صلب تساوي مشتقة متجهة السرعة بالنسبة للزمن $\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}_G}{dt}$.ووحدة قياس التسارع في النظام العالمي للوحدات هي : $m/s^2$.

#### ب)إحداثيات متجهة التسارع في معلم ديكارتي:

بما أن متجهة السرعة تساوي مشتقة متجهة الموضع بالنسبة للزمن: $\vec{v}_G = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = \dfrac{dx}{dt}\vec{i} + \dfrac{dy}{dt}\vec{j} + \dfrac{dz}{dt}\vec{k}$

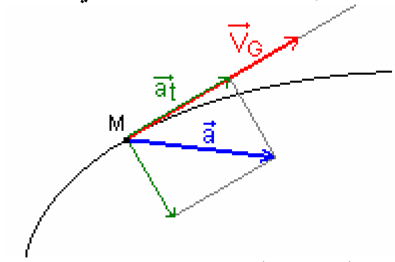
ومتجهة التسارع تساوي مشتقة متجهة السرعة بالنسبة للزمن : $\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}_G}{dt}$

فإن: $\vec{a}_G = \dfrac{d\overrightarrow{v_G}}{dt} = \dfrac{dv_x}{dt}\vec{i} + \dfrac{dv_y}{dt}\vec{j} + \dfrac{dv_z}{dt}\vec{k}$ أي: $\vec{a} = \ddot{x}.\vec{i} + \ddot{y}.\vec{j} + \ddot{z}.\vec{k}$

بحيث تمثل: $a_x = \dfrac{dv_x}{dt} = \ddot{x}$ و $a_y = \dfrac{dv_y}{dt} = \ddot{y}$ و $a_z = \dfrac{dv_z}{dt} = \ddot{z}$ إحداثيات متجهة التسارع في المعلم الديكارتي.

#### ج) إحداثيات متجهة التسارع في معلم فريني:

معلم فريني $(M, \vec{u}, \vec{n})$ معلم متعامد ممنظم ينطبق أصله مع موضع النقطة المتحركة ، ومتجهته الواحدية $\vec{u}$ مماسة للمسار وموجهة في منحى الحركة، ومتجهته الواحدية $\vec{n}$ متعامدة مع $\vec{u}$ وموجهة نحو تقعر المسار، أي منظمية .




نعبر عن متجهة التسارع في معلم فريني بالنسبة لحركة مستوية كما يلي : $\vec{a}_G = a_t\ .\vec{u} + a_n.\vec{n}$

$\vec{a}_t$ : متجهة التسارع المماسي : منظمها: $a_t = \dfrac{dv}{dt}$

$\vec{a}_n$ : متجهة التسارع النظمي: منظمها: $a_n = \dfrac{v^2}{\rho}$ ، $\rho$ : شعاع انحناء المسار في النقطة $M$.

ملحوظة : $\vec{a}.\vec{v} = a.v.\cos(\vec{a}, \vec{v})$

تتعلق إشارة : $\vec{a}.\vec{v}$ بالزاوية $\alpha = (\vec{a}, \vec{v})$

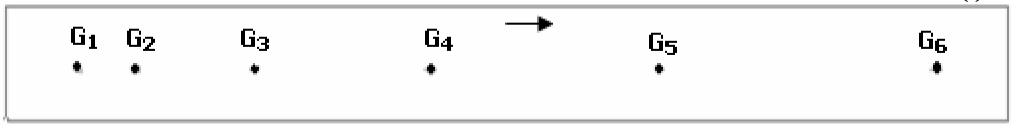
*إذا كان الجداء $\vec{a}.\vec{v} > 0$ ، تكون الحركة متسارعة.
*إذا كان الجداء $\vec{a}.\vec{v} < 0$ ، تكون الحركة متباطئة.
*إذا كان الجداء $\vec{a}.\vec{v} = 0$ ، تكون الحركة منتظمة.

### 3-2) التحديد المبياني لمتجهة السرعة اللحظية ومتجهة التسارع:

متجهة السرعة اللحظية لمركز القصور G لجسم صلب في لحظة $t_i$ تساوي السرعة المتوسطة للنقطة G بين اللحظتين $t_{i-1}$ و $t_{i+1}$ ، المؤطرتين للحظة $t_i$.

$$\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{G_{i-1}G_{i+1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$ ومنظمها: $$v_i = \frac{G_{i-1}G_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

■ المناولة: نطلق حاملا ذاتيا بدون سرعة بدئية فوق منضدة هوائية مائلة بزاوية $\alpha = 40°$ بعد ضبط مولد الشرارات على $\tau = 40ms$ فنحصل على التسجيل(أ).




$G_1G_2 = 1cm$ ، $G_2G_3 = 2cm$ ، $G_3G_4 = 3cm$ ، $G_4G_5 = 4cm$ ، $G_5G_6 = 5cm$.

1) أعط مميزات متجهة السرعة اللحظية في نقطة $G_i$.

2) احسب السرعة اللحظية في الموضعين $G_2$ و $G_4$. ثم مثل المتجهتين $\vec{v}_2$ و $\vec{v}_4$ باستعمال سلم مناسب.

3) علما أنه مبيانيا ، منظم متجهة التسارع في لحظة $t_i$ تعطيها العلاقة التالية: $$a_i = \frac{v_{i+1} - v_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

احسب التسارع اللحظي في النقطة $G_3$.

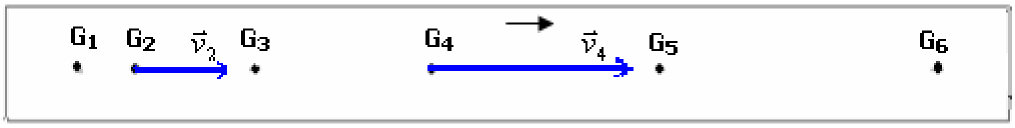
**********************************

1) مميزات السرعة اللحظية : - الأصل: النقطة M
- الإتجاه : اتجاه الحركة.
- المنحى : منحى الحركة.
- المنظم : تعطيه العلاقة التالية: $v_i = \frac{G_{i-1}G_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$

(2
$$v_2 = \frac{G_1G_3}{2\tau} = \frac{3.10^{-2}m}{80.10^{-3}s} = 0,375m/s$$
$$v_4 = \frac{G_3G_5}{2\tau} = \frac{7.10^{-2}m}{80.10^{-3}s} = 0,875m/s$$

نستعمل السلم : $1cm ---> 0,25m/s$ ،ونمثل متجهة السرعة في كل من الوضعين : $G_2$ و $G_4$.

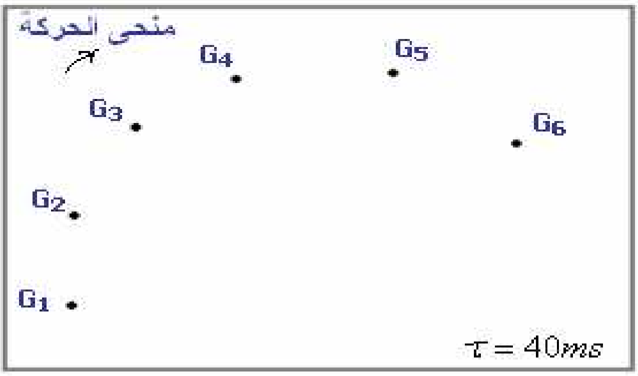
$\vec{v}_2$ تمثل ب: $1,5cm$ و: $\vec{v}_4$ تمثل ب: $3,5cm$ .

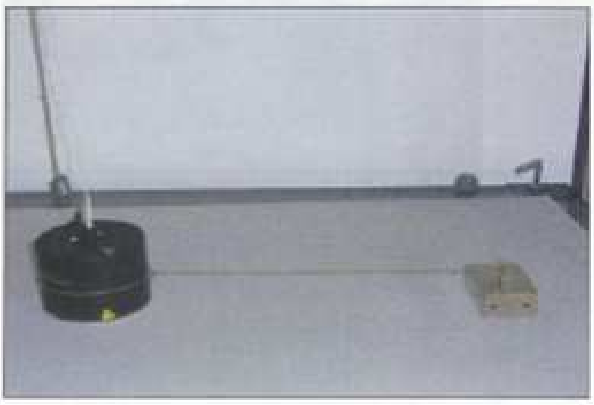



3) $$a_3 = \frac{v_4 - v_2}{2.\tau} = \frac{0,875 - 0,375}{2 \times 40.10^{-3}} = 6,25m/s^2$$

■ المناولة 2 ، حركة منحنية

- نربط الحامل الذاتي مع القطعة المعدنية بواسطة خيط غير مرن شكل 3. ونسجل النقط المحتلة من طرف المفجر المركزي خلال مدد زمنية متوالية و متساوية $\tau = 40ms$



اجب على نفس الأسئلة السابقة مع الانتباه للسلم.

************************************************************الاجابة

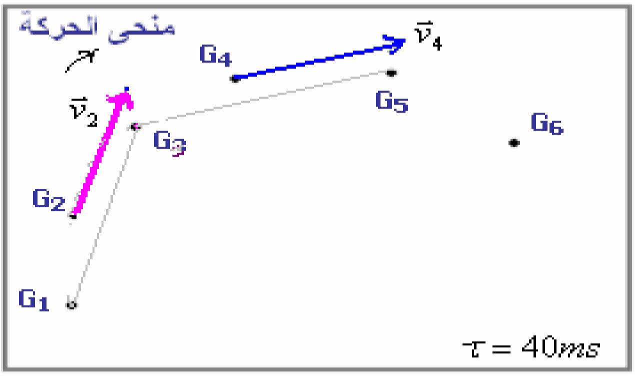
$$v_2=\frac{G_1G_3}{2\tau}=\frac{3,2.10^{-2}\,m}{80.10^{-3}\,s}=0,4m/s$$

$$v_4=\frac{G_3G_5}{2\tau}=\frac{4.10^{-2}\,m}{80.10^{-3}\,s}=0,5m/s$$

نستعمل السلم : $1cm ---> 0,2m/s$،ونمثل متجهة السرعة في كل من الموضعين : $G_2$ و $G_4$.

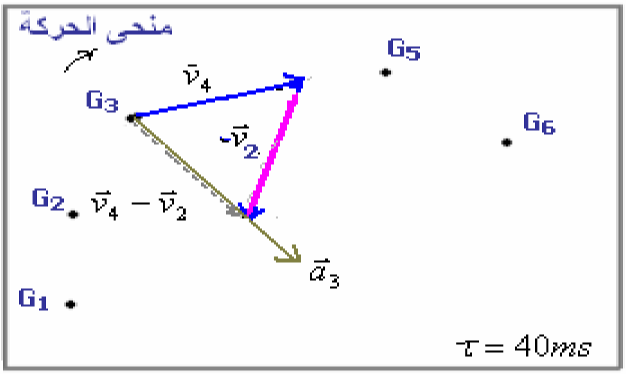
$\vec{v}_2$ تمثل ب: $2cm$ و: $\vec{v}_4$ تمثل ب: $2,5cm$ .

في حالة الحركة المنحنية تكون متجهة السرعة في نقطة معينة من المسار، مماسة للمسار في هذه النقطة وموجهة في نفس منحى الحركة.




$$a_3=\frac{\|\vec{v}_4-\vec{v}_2\|}{2.\tau}\approx 1,25m/s^2$$

ولدينا: $\vec{a}_3=\frac{\vec{v}_4-\vec{v}_2}{2.\tau}$ $\Leftarrow$ $\vec{a}_3$ لها نفس اتجاه ونفس منحى المجموع المتجهي : $\vec{v}_4-\vec{v}_2$ .




## II قوانين نيوتن:

### 1) القوى الداخلية والقوى الخارجية:

بعد تحديد المجموعة المدروسة.

نسمي القوى الداخلية :القوى المطبقة من طرف جسم ينتمي إ لى المجموعة على جسم آخر ينتمي إلى المجموعة نفسها.

ونسمي القوى الخارجية القوى المطبقة من طرف جسم لا ينتمي إلى المجموعة على جسم ينتمي إليها.

ملحوظة: إذا كانت المجموعة لا تخضع إلى أي تأثير خارجي نقول انها معزولة ميكانيكيا.

وإذا كان مجموع التأثيرات الخارجية المطبقة عليها منعدم ، نقول أنها شبه معزولة ميكانيكيا.

### 2) القانون الأول لنيوتن:(مبدأالقصور).

في معلم غاليلي ، إذا كان مجموع القوى الخارجية المطبقة على جسم صلب منعدم ، فإن متجهة سرعة مركز قصوره تكون ثابتة:

$$\Sigma\vec{F}=\vec{0} \quad\Leftrightarrow\quad \vec{v}_G=C^{te}$$

ملحوظة: يعتبر معلم كوبيرنيك أفضل معلم غاليلي(أصله الشمس ومحاوره الثلاثة موجهة نحو ثلاثة نجوم ثابتة)ويستعمل في علم الفلك لدراسة حركة الكواكب.

وكل معلم في حركة مستقيمية منتظمة بالنسبة لمعلم كوبيرنيك يعتبر معلما غاليليا.وبذلك لا يمكن اعتبار المعالم الأرضية غاليلية إلا بالنسبة لمدد زمنية قصيرة.

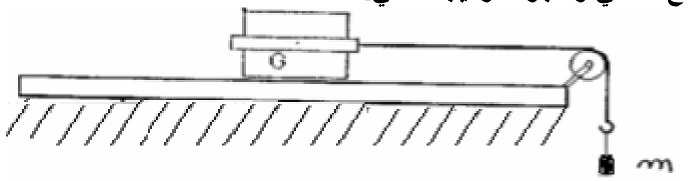
### 3)القانون الثاني لنيوتن: (العلاقة الأساسية للديناميك)

ا) نص القانون:

في معلم غاليلي، مجموع متجهات القوى المطبقة على جسم صلب يساوي ، في كل لحظة، جداء كتلة الجسم ومتجهة تسارع مركز قصوره . $\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}_G$

ب)التحقق التجريبي من القانون الثاني لنيوتن:

نستعمل المنضدة الهوائية في الوضع الأفقي وننجز التركيب التالي:




نسلط على الحامل الذاتي بواسطة خيط قوة شدتها $T = 1N$ ثم نحرر المجموعة ونسجل مواضع مركز قصور الحامل الذاتي في مدد زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 40ms$.


$G_1G_2 = 1cm$ ، $G_2G_3 = 1{,}4cm$ ، $G_3G_4 = 1{,}8cm$ ، $G_4G_5 = 2{,}2cm$ ، $G_5G_6 = 2{,}6cm$ ، $G_6G_7 = 3cm$ ، $G_7G_8 = 3{,}4cm$.

1) اجرد القوى المطبقة على الحامل الذاتي .

2)أثبت أن مجموع متجهات القوى المطبقة على الحامل الذاتي أثناء حركته يكافئ القوة $\vec{T}$.

3)أوجد باستغلال التسجيل قيمة $\Delta v_G$ ، تغير سرعة G في الحالات التالية:

أ) بين $G_2$ و$G_3$ ب) بين $G_2$ و$G_4$ ج) بين$G_2$ و$G_5$ د بين$G_2$ و$G_6$ ماذا تستنتج ؟

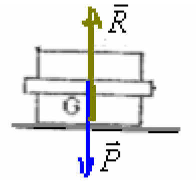
4) مثل منحنى تغيرات $\Delta v$ بدلالة $\Delta t$ المدة الزمنية الموافقة.

5) ماالمدلول الفيزيائي للمعامل الموجه للمنحنى المحصل؟قارن قيمة هذا المعامل وخارج القسمة $\frac{T}{m}$ ، $m$ : كتلة الحامل الذاتي

$m = 400g$. ثم تحقق من العلاقة $\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}_G$.

++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

1) في البداية الحامل الذاتي في حالة سكون تحت تأثير قوتين : وزنه $\vec{P}$ وتأثير المنضدة $\vec{R}$ وهذه الأخيرة عمودية على سطح التماس لأن الاحتكاكات مهملة. وشرط هذا التوازن يكتب كما يلي : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$




وخلال الحركة يخضع الحامل لوزنه $\vec{P}$ وتأثير المنضدة $\vec{R}$ وتأثير الخيط $\vec{T}$ ، إذن مجموع متجهات القوى المطبقة عليه :

$\Sigma\vec{F} = \vec{P} + \vec{R} + \vec{T}$ وبما أن : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$ فإن: $\Sigma\vec{F} = \vec{T}$.

3 ) لدينا:

$$v_2 = \frac{G_1G_3}{2\tau} = \frac{2{,}4.10^{-2}m}{80.10^{-3}s} = 0{,}3m/s$$

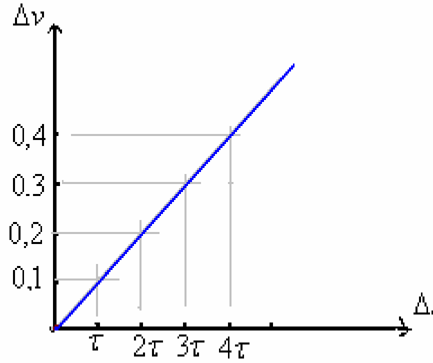
$$v_3 = \frac{G_2G_2}{2\tau} = \frac{3{,}3.10^{-2}m}{80.10^{-3}s} = 0{,}4m/s$$

$$v_4 = \frac{G_3G_5}{2\tau} = \frac{4.10^{-2}m}{80.10^{-3}s} = 0{,}5m/s$$

$$v_5 = \frac{G_3G_6}{2\tau} = \frac{4{,}8.10^{-2}m}{80.10^{-3}s} = 0{,}6m/s$$

$$v_6 = \frac{G_5G_7}{2\tau} = \frac{5{,}6.10^{-2}m}{80.10^{-3}s} = 0{,}7m/s$$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $v_6 - v_2 = 0{,}4$ | $v_5 - v_2 = 0{,}3$ | $v_4 - v_2 = 0{,}2$ | $v_3 - v_2 = 0{,}1$ | $\Delta v$ |
| $4\tau$ | $3\tau$ | $2\tau$ | $\tau$ | $\Delta t$ |




4) المعامل الموجه للمنحنى $2,5 = \frac{0,3m/s}{3.40.10^{-3}s} = \frac{0,3}{3.\tau} = \frac{0,4-0,1}{4\tau-\tau} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$ ، وحدته $m/s^2$ وهو يمثل تسارع الحامل الذاتي.

لدينا : $\frac{T}{m} = \frac{1N}{400\times10^{-3}Kg} = 2,5$ $\Leftarrow$ $\frac{T}{m} = a$ وبما أن: $\Sigma\vec{F} = \vec{T}$

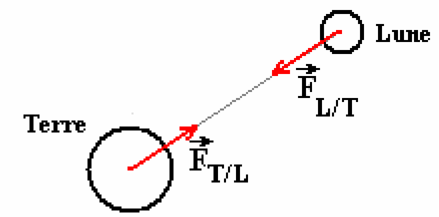
فإن العلاقة : $\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}_G$ متحققة.

## 4) القانون الثالث لنيوتن:(مبدأ التأثيرات المتبادلة)

أ) نص القانون :

عندما يتم تأثير متبادل بين جسمين A وB ، فإن القوة $\vec{F}_{A/B}$ التي يطبقها الجسم A على الجسم B. ، و القوة $\vec{F}_{B/A}$ التي يطبقها الجسم B على الجسم A، تحققان دائما العلاقة المتجهية : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ وذلك كيفما كانت حالة الحركة أو السكون للجسمين.

ب) مثال: التأثير ألتجاذبي الكوني بين الأرض والقمر.




## III الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام:

### 1) الحركة المستقيمية المنتظمة:

تتميز الحركة المستقيمية المنتظمة بمسار مستقيمي وسرعة ثابتة.

المعلم المناسب لدراسة هذه الحركة هو عبارة محور موجه $(o,\vec{i})$ منطبق مع المسار $\Leftarrow$ متجهة الموضع $\overrightarrow{OG} = x.\vec{i}$

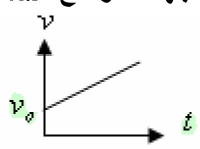
$v = \frac{dx}{dt}$ $\Leftarrow$ $x = v.t + x_o$ وهي المعادلة الزمنية للحركة المستقيمية المنتظمة.

### 2) الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام:

تتميز الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام بمسار مستقيمي وتسارع ثابت.

المعلم المناسب لدراسة هذه الحركة هو عبارة محور موجه $(o,\vec{i})$ منطبق مع المسار. $\Leftarrow$ متجهة الموضع $\overrightarrow{OG} = x.\vec{i}$

$a = \frac{dv}{dt}$ $\Leftarrow$ $v = at + v_o$ وهي دالة السرعة للحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام.




أي $v = f(t)$ عبارة عن مستقيم معامله الموجه : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ يساوي التسارع.

وبما أن: $\frac{dx}{dt} = v$ أي : $\frac{dx}{dt} = at + v_o$ فإن: $x = \frac{1}{2}at^2 + v_o.t + x_o$ وهي المعادلة الزمنية للحركةالمستقيمية المتغيرة بانتظام.

ملحوظة : بإزالة المتغيرة $t$ بين $x$ و $v$ نحصل على العلاقة المستقلة عن الزمن : $v^2 - v_o{}^2 = 2.a(x - xo)$

## IV تطبيقات:

المراحل المتبعة لتطبيق القانون الثاني لنيوتن هي كما يلي:

المرحلة الأولى: تحديد المجموعة المدروسة.

المرحلة الثانية: جرد القوى وتمثيلها على الشكل.

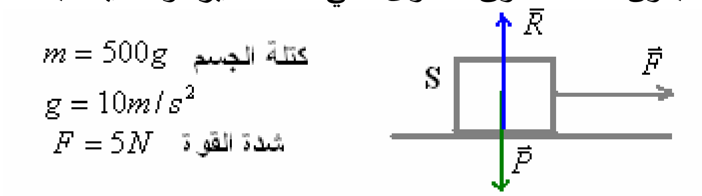
المرحلة الثالثة: كتابة العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن بالنسبة للمجموعة المدروسة (وهي علاقة متجهية).

المرحلة الرابعة: اختيار معلم مناسب.
المرحلة الخامسة: إسقاط العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن في هذا المعلم.

## 1) تطبيق رقم1:حركة جسم صلب فوق مستوى أفقي:

### أ)حركة جسم بدون احتكاك:

1) نعتبر جسما صلبا يتحرك بدون احتكاك فوق مستوى أفقي تحت تأثير قوة أفقية ثابتة $\vec{F}$ كما يبينه الشكل التالي:

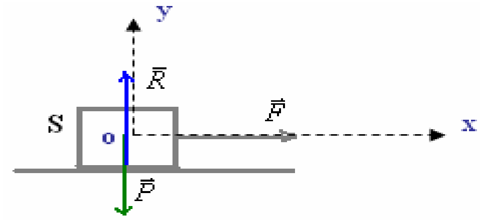



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد تسارع الجسم .
2) بحذف تأثير الخيط على الجسم ،كيف تصبح حركة هذا الأخير؟

-----------------------------------

(1

* نعتبر معلما $(o,\vec{i},\vec{j},)$ مرتبطا بمرجع ارضي نعتبره ثابتا .
*نحدد المجموعة المدروسة{الجسم S}
* نقوم بجرد القوى: الجسم S يخضع للقوى التالية :
$\vec{P}$ : وزنه
$\vec{R}$:القوة المقرونة بتأثير سطح التماس.
$\vec{F}$ : قوة الجر.
*نكتب العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن $\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}$
أي : $\vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}$ وهي علاقة متجهية.
*نسقط العلاقة المتجهية في المعلم السابق .




- الإسقاط على المحور $ox$ $:+F+O+O=m.a_x \quad \Leftarrow \quad a_x = \dfrac{F}{m} = \dfrac{5N}{0{,}5Kg} = 10m/s^2$

- الإسقاط على المحور $oy$ $:O+R-P=O \quad (a_y = o$ لأنه لا حركة للجسم حسب هذا المحور)

$\Leftarrow P = R$ القوتان متوازنتان.

إذن التسارع : $a = a_x = 10m/s^2$ .

الحركة مستقيمية والتسارع ثابت ،إذن الحركة مستقيمية متغيرة بانتظام .

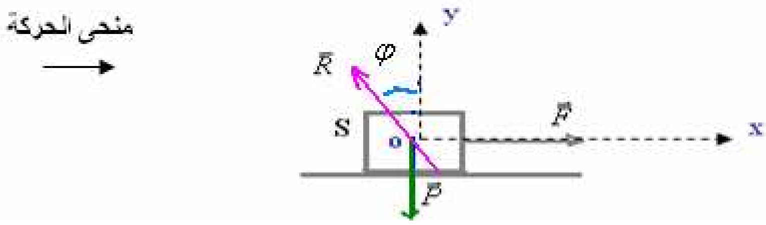
2) بحذف تأثير الخيط : يصبح لدينا : $a_x = 0$ و $a_y = 0 \quad \Leftarrow \quad a = o$ أي: السرعة $v = C^{te}$ وبالتالي الحركة مستقيمية منتظمة.

### ب)حركة إزاحة باحتكاك:

نعتبر الجسم السابق موضوعا فوق مستوى أفقي حيث يتم التماس باحتكاك .نطبق على الجسم قوة جر شدتها $F = 5N$
كما يبينه الشكل السابق ويصبح تسارع الجسم مساويا ل: $6m/s^2$
أ) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد شدة القوة المقرونة بتأثير سطح التماس.
ب) اوجد قيمة معامل الاحتكاك واستنتج زاوية الاحتكاك.

------------------------------------------------------------------------------------------ أ)

في هذه الحالة القوة المقرونة بتأثير سطح التماس لا تكون عمودية على السطح بل مائلة في عكس منحى الحركة وتكون مع المنظمي على سطح التماس زاوية $\varphi$ تسمى بزاوية الإحتكاك.



$\vec{F}+\vec{P}+\vec{R}=m.\vec{a}$ $\Leftarrow$ $\Sigma\vec{F}=m.\vec{a}$ : العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن

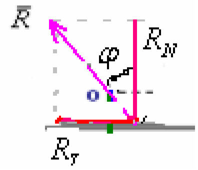
يمكن تفكيك القوة $\vec{R}$ إلى مركبتين $\vec{R}_N$ و $\vec{R}_T$

$R_T = F - m.a_x = 5-0,5\times 6 = 2N$ $\Leftarrow$ $+F+O-R_T = m.a_x$ : $ox$ إسقاط هذه العلاقة على المحور

$R_N = P = mg = 0,5\times 10 = 5N$ $\Leftarrow$ $O-P+R_N = O$ : $oy$ إسقاط ها على المحور

$$R=\sqrt{{R_T}^2+{R_N}^2}=\sqrt{4+25}\approx 5,4N$$

ب)




$\varphi = 21,8°$ $\Leftarrow$ $K = tg\varphi = \dfrac{R_T}{R_N} = \dfrac{2}{5} = 0,4$ : معامل الإحتكاك

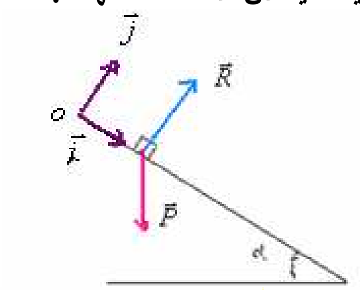
## 2)تطبيق رقم 2: حركة جسم صلب فوق مستوى مائل:

### أ)الحركة بدون احتكاك:

نحرر جسما صلبا $S$ ، كتلته $m = 80Kg$ فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha = 12°$ فينزلق بدون احتكاك نحو الأسفل.
بتطبيق القانون الثاني لنيوتن اوجد تسارع الجسم.نعطي $g = 10m/s^2$
وشدة القوة المطبقة من طرف سطح التماس.

---

* نعتبر معلما $(o,\vec{i},\vec{j},)$ مرتبطا مرتبطا بالمسوى المائل .
* المجموعة المدروسة{الجسمS}
* جرد القوى: الجسم S يخضع التالية :
$\vec{P}$ : وزنه
$\vec{R}$: القوة المقرونة بتأثير سطح التماس.وهي عمودية عليه لأن الاحتكاكات مهملة.




$\vec{P}+\vec{R}=m.\vec{a}$ $\Leftarrow$ $\Sigma\vec{F}=m.\vec{a}$ : العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن

-إسقاط هذه العلاقة على المحور $ox$

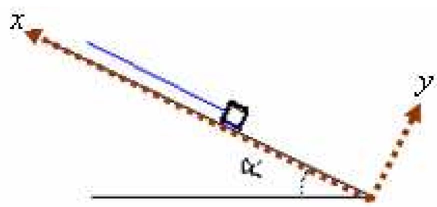
$a_x = g\sin\alpha = 10\sin 12 = 2m/s^2$ $\Leftarrow$ $+P\sin\alpha + o = m.a_x$

-اسقاط هذه العلاقة على المحور $oy$

$R = P\cos\alpha = mg\cos\alpha = 80\times 10\cos 12 = 782N$ $\Leftarrow$ $+P\cos\alpha + R = O$

### ب )الحركة تتم باحتكاك :

نجر جسما صلبا كتلته $m = 80Kg$ فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha = 12°$ بواسطة حبل يطبق عليه قوة $\vec{F}$ كما يبينه الشكل التالي:




التماس يتم باحتكاك ، ومعامل الاحتكاك $k = 0,25$ وتسارع الجسم $a = 2m/s^2$.

1)بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد قيمة شدة المركبة المماسية لتأثير سطح التماس $\vec{R}_N$ ثم استنتج قيمة شدة $\vec{R}_T$.

2)احسب شدة القوة $\vec{F}$

3)اكتب بدلالة الزمن،المعادلة الزمنية $x(t)$ لحركة مركز قصور الجسم $S$ باعتبار النقطة 0 هي موضع $G$ عند اللحظة $t = o$ وسرعته

البدئية منعدمة.

نعطي: $g = 9{,}8 s/s^2$

---

1)المجموعة المدروسة{ الجسم S }

* جرد القوى: الجسم Sيخضع التالية :

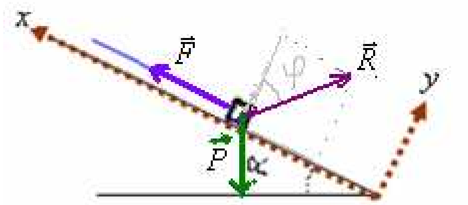
$\vec{P}$ : وزنه

$\vec{R}$: القوة المقرونة بتأثير سطح التماس.وهي مائلة في عكس منحى الحركة بزاوية $\varphi$ بالنسبة للمظمي.

$\vec{F}$ : قوة الجر.

العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن : $\Sigma\vec{F} = m.\vec{a}$ $\Leftarrow$ $\vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}$

يمكن تفكيك القوة $\vec{R}$ إلى مركبتين $\vec{R}_N$ و $\vec{R}_T$




إسقاط هذه العلاقة على المحور $ox$: $+F - R_T - P\sin\alpha = ma_x$ $\Leftarrow$ $F = ma + mg\sin\alpha + R_T$

إسقاط هذه العلاقة على المحور $oy$ : $0 + R_N - P\cos\alpha = 0$ $\Leftarrow$ $R_N = mg\cos\alpha == 80\times 9{,}8\cos 12 \approx 767N$

(2

من خلال العلاقة التي تربط $R_N$ و $R_T$ : $tg\varphi = k = \dfrac{R_T}{R_N}$ $\Leftarrow$ $R_T = kR_N = 0{,}25\times 767 \approx 192N$

وبالتالي: $F = ma + mg\sin\alpha + R_T = 80\times 2 + 80\times 9{,}8\sin 12 + 192 = 515N$

3)بما أن التسارع ثابت فإن حركة الجسم $S$ مستقيمية متغيرة بإنتظام.

المعادلة الزمنية لحركته : $x = \dfrac{1}{2}at^2 + v_o t + x_o$ البدئية لدينا: وباعتبار الشروط $x_o = 0$ و $v_o = 0$. ولدينا $a = 2m/s^2$

وبالتالي: $x = t^2$.



بقدر الكد تكتسب المعالي *** ومن طلب العلا سهر الليالي