حسب الطبعة الجديدة للكتاب المدرسي

التمرين 01

1 – السرعة المتوسطة هي تغير شعاع الموضع في مدة زمنية ، وتغيّر شعاع الموضع هو شعاع الانتقال .

$$\vec{v}_{moy}=\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}=\frac{\left(4\vec{i}-\vec{j}-3\vec{k}\right)-\left(3\vec{i}-2\vec{j}-\vec{k}\right)}{2}=\frac{1}{2}\vec{i}+\frac{1}{2}\vec{j}-\vec{k}$$

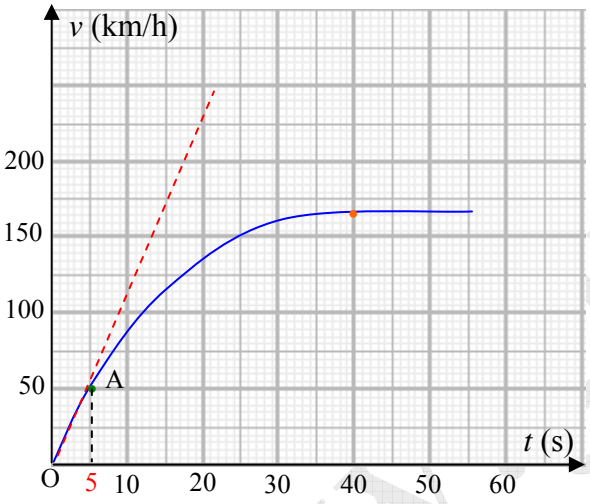
طويلة السرعة المتوسطة : $v_{moy}=\sqrt{(0,5)^2+(0,5)^2+(-1)^2}=1,22\ m/s$

2 - شعاع التسارع المتوسط : $\vec{a}_{moy}=\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}=\frac{\vec{v}_1-\vec{v}_0}{\Delta t}$

$$-7\vec{i}+2\vec{j}=\frac{\left(5\vec{i}+2\vec{k}\right)-\vec{v}_0}{5}\quad ،\text{ ومنه }\quad \vec{v}_0=40\vec{i}-10\vec{j}+2\vec{k}$$

التمرين 02 : حركة مستحيلة ... لا يمكن أن نحقق طورين متتابعين لحركتين منتظمتين .

التمرين 03



1 – تتزايد السرعة من اللحظة 0 حتى اللحظة 40 s ثم بعد ذلك تصبح ثابتة .

2 - نعلم أن التسارع يكون ثابتا إذا كانت السرعة دالة من الدرجة الأولى بالنسبة للزمن .

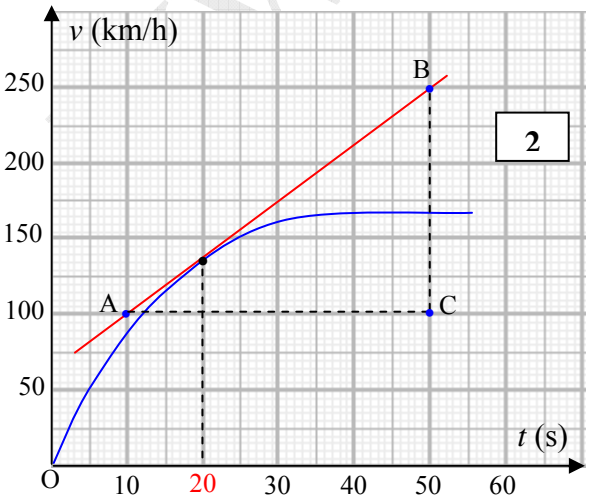
نلاحظ على البيان أن في المجال الزمني [0 , 5 s] يكون مخطط السرعة عبارة عن خط مستقيم (أي من O إلى A) . إذن في هذا المجال الزمني يكون تسارع السيارة ثابتا ، وبالتالي تكون حركة السيارة في هذا المجال متسارعة بانتظام .

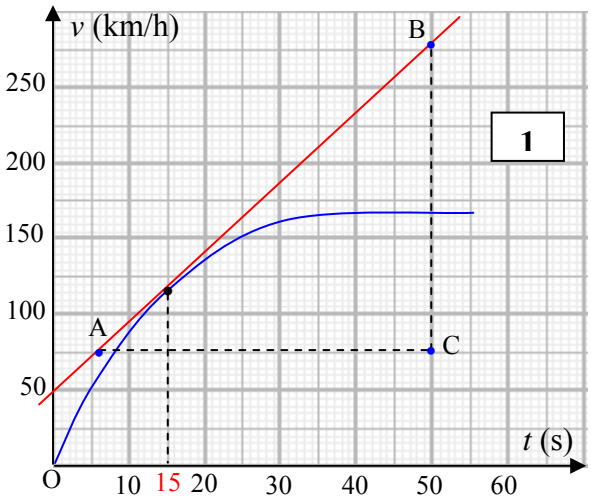
نختار دائما محورا موجها في جهة الحركة لكي نقول أن $v>0$.

بما أن ميل المستقيم OA هو تسارع السيارة وهو موجب ، إذن $a>0$ ، وهو نفسه a_t ، وبالتالي يكون لدينا : $v\ .\ a_t>0$

3 - يصبح التسارع معدوما عندما تصبح السرعة ثابتة ، ويكون هذا بعد اللحظة $t=40s$ تقريبا ، وتكون حركة السيارة منتظمة .

4 -





قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

التسارع في اللحظة t هو ميل المماس لمخطط السرعة في تلك اللحظة .

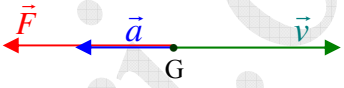
في اللحظة $t = 15\ s$:

$$a_{15} = \frac{BC}{AC} = \frac{\frac{205}{3,6}}{44} = 1,3\ m/s^2$$ (حوّلنا السرعة من km/h إلى m/s بتقسيمها على 3,6)

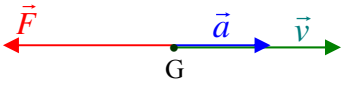
في اللحظة $t = 20\ s$:

$$a_{20} = \frac{BC}{AC} = \frac{\frac{150}{3,6}}{40} = 1,04 m/s^2$$

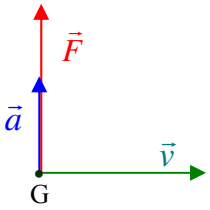
التمرين 04



الشكل - 1



الشكل - 2



الشكل - 3

الشكل – 1 :

حركة مستقيمة : لأن التسارع الناظمي معدوم .

حركة متباطئة بانتظام : لأن $\vec{v} \times \vec{a} < 0$ ، أي :

$\vec{v} \times \vec{a} = v \times a\ cos(\vec{v}, \vec{a})$ ، ولدينا الزاوية بين الشعاعين 180° ، وبالتالي $cos180 = -1$ ، إذن الجداء سالب)

الشكل – 2 : وضعية مستحيلة .

حسب القانون الثاني لنيوتن $\vec{F} = m\ \vec{a}$ ، وبما أن $m > 0$ ، إذن يجب أن يكون $\vec{F}$ و $\vec{a}$ في نفس الجهة .

الشكل – 3 :

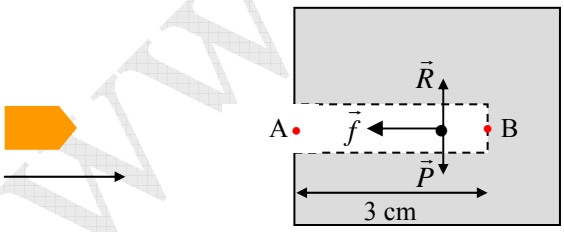
بما أن $\vec{a} \perp \vec{v}$ ، إذن التسارع المماسي معدوم ، وبالتالي الحركة دائرية منتظمة .

التمرين 5

حسب القانون الثاني لنيوتن $\vec{F} = m\ \vec{a}$ ، حيث $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ ، وبالتالي : $-\vec{i} - 2\vec{j} - 3\vec{k} + \vec{F}_2 = 2(4\vec{i} - 3\vec{j})$ ومنه

$$\vec{F}_2 = 9\vec{i} - 4\vec{j} + 3\vec{k}$$

التمرين 06



نعتبر الرصاصة نقطة مادية .

لما وصلت الرصاصة إلى النقطة A كانت سرعتها v_A ، ولما وصلت إلى النقطة B انعدمت سرعتها لأنها توقفت .

نعتبر القوة المعرقلة لحركة الرصاصة محصورة في قوة واحدة $\vec{f}$.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\vec{f} + \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$ ، وبالإسقاط على المحور الأفقي الموجّه في جهة الحركة :

$$(1) \qquad -f = ma$$

بما أن القوة ثابتة إذن الحركة متغيّرة بانتظام . نطبق العلاقة $v_B^2 - v_A^2 = 2a(AB)$ لحساب التسارع

www.suezcour.org

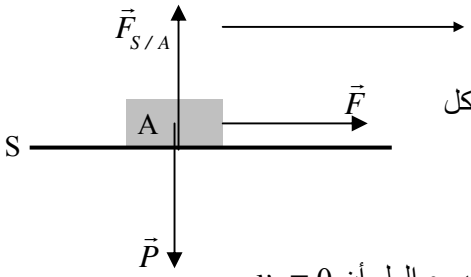
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

$$a=\frac{0-(400)^2}{2\times 0,03}=-2,7\times 10^6\ \ m.s^{-2}$$

بالتعويض في العلاقة (1) : $F=-0,01\times\left(-2,7\times 10^6\right)=2,7\times 10^4 N$

المقارنة : $\frac{F}{P}=\frac{2,7\times 10^4}{60\times 10}=45$ ، هذه القوة تكافيء وزن 45 شخص (قسم مكتظ من التلاميذ) .

التمرين 07



1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على حركة الطائرة :

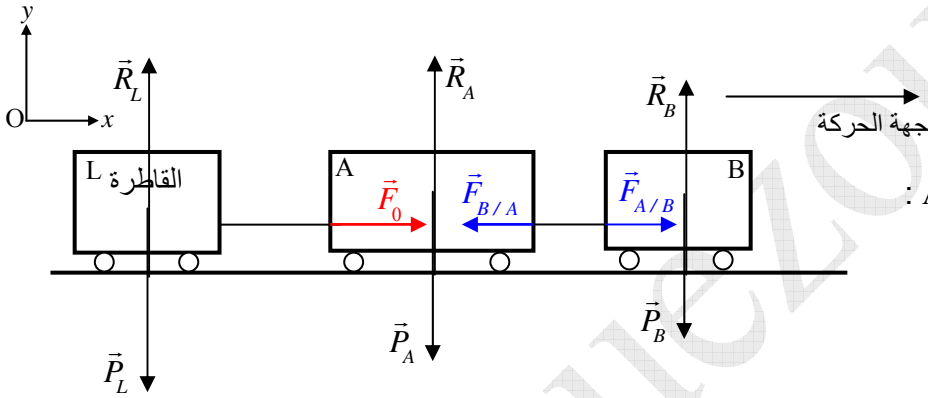
$\vec{F}+\vec{P}+\vec{F}_{S/A}=M\ \vec{a}$ ، وبإسقاط هذه العلاقة الشعاعية على المحور الموضح في الشكل

$F=Ma$. تطبيق عددي : $a=\frac{8,8\times 10^5}{3\times 10^5}=2,93\ m/s^2$

2 - بما أن الحركة متغيرة بانتظام (التسارع ثابت) يمكن تطبيق العلاقة $v_2-v_1=at$ ، مع العلم أن $v_1=0$

$v_2=2,93\times 10=29,3\ m/s$

التمرين 08



بإهمال الاحتكاك ،

1 – نطبّق نظرية مركز العطالة على العربة A :

$\vec{F}_0+\vec{F}_{B/A}+\vec{P}_A+\vec{R}_A=m_A\vec{a}$

بإسقاط هذه العلاقة على المحور Ox :

$F_0-F_{B/A}=m_A a$ (1)

نطبق النظرية على العربة B : $\vec{F}_{A/B}+\vec{P}_B+\vec{R}_B=m_B\ \vec{a}$ ، وبإسقاط هذه العلاقة على المحور Ox :

$F_{A/B}=m_B\ a$ (1)

القوّتان $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$ عبارة عن فعل متبادل ، إذن مجموعهما معدوم (القانون الثالث لنيوتن) .

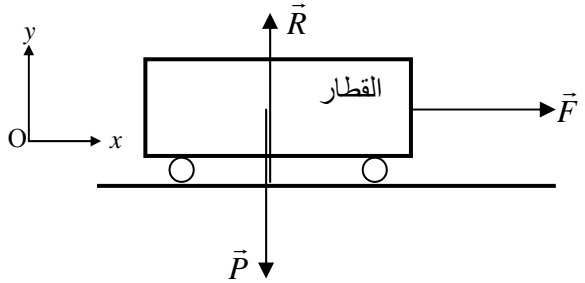
بجمع العلاقتين (1) و (2) نجد $F_0=(m_A+m_B)\ a=(1,2+0,8)\times 10^4\times 2=4\times 10^4\ N$

القوة المطبّقة على A من طرف B هي $\vec{F}_{B/A}$ ، نحسب طويلتها من العلاقة (1) أو من العلاقة (2) لأن $\vec{F}_{B/A}=\vec{F}_{A/B}$

$F_{A/B}=F_{A/B}=m_B\ a=8\times 10^3\times 2=1,6\times 10^4 N$

ملاحظة : يمكن حساب F_0 مباشرة بأخذ الجملة (m_A+m_B)

2 - القوة الأفقية المطبّقة على القاطرة من طرف السكة الحديدية مقصود بها قوة المحرك الموجود في القاطرة المطبّقة على القطار .



بتطبيق نظرية مركز العطالة على القطار باعتباره نقطة مادية :

$\vec{F}+\vec{P}+\vec{R}=\left(m_A+m_B+m_L\right)\vec{a}$

بإسقاط العلاقة على المحور Ox : $F=\left(m_A+m_B+m_L\right)a$

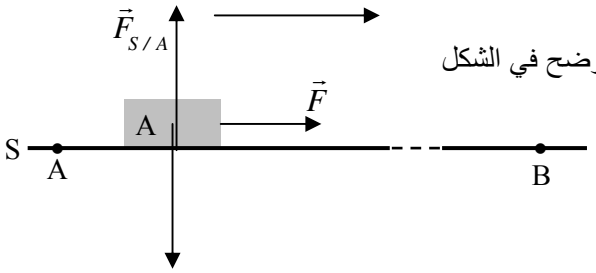
$F=(0,12+0,08+1)\times 10^5\times 2=2,4\times 10^5 N$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM
www.suezcour.org

التمرين 09

1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على حركة الطائرة :

$\vec{F}+\vec{P}+\vec{F}_{S/A}=M\ \vec{a}$ ، وبإسقاط هذه العلاقة الشعاعية على المحور الموضح في الشكل



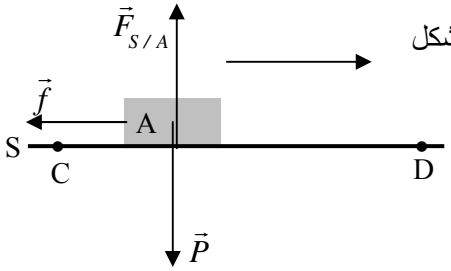
$(1)\quad F=Ma$

بما أن F ثابتة إذن الحركة متغيّرة بانتظام ، وبالتالي تسارعها

$a=\dfrac{v_B-v_A}{t_{AB}}=\dfrac{\frac{250}{3,6}}{2,2}=31,5\ m/s^2$ ، وبالتعويض في (1) : $F=12500\times 31,5=3,9\times 10^5\ N$

2 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على حركة الطائرة :

$\vec{f}+\vec{P}+\vec{F}_{S/A}=M\ \vec{a}'$ ، وبإسقاط هذه العلاقة الشعاعية على المحور الموضح في الشكل



$(2)\quad -f=Ma'$

بما أن f ثابتة إذن الحركة متغيّرة بانتظام ، وبالتالي تسارعها :

$a=\dfrac{v_B^2-v_A^2}{2(CD)}=\dfrac{0-\left(\frac{180}{3,6}\right)^2}{2\times 40}=-31,2\ m/s^2$ ، وبالتعويض في (2) : $f=-12500\times(-31,2)=3,9\times 10^5\ N$

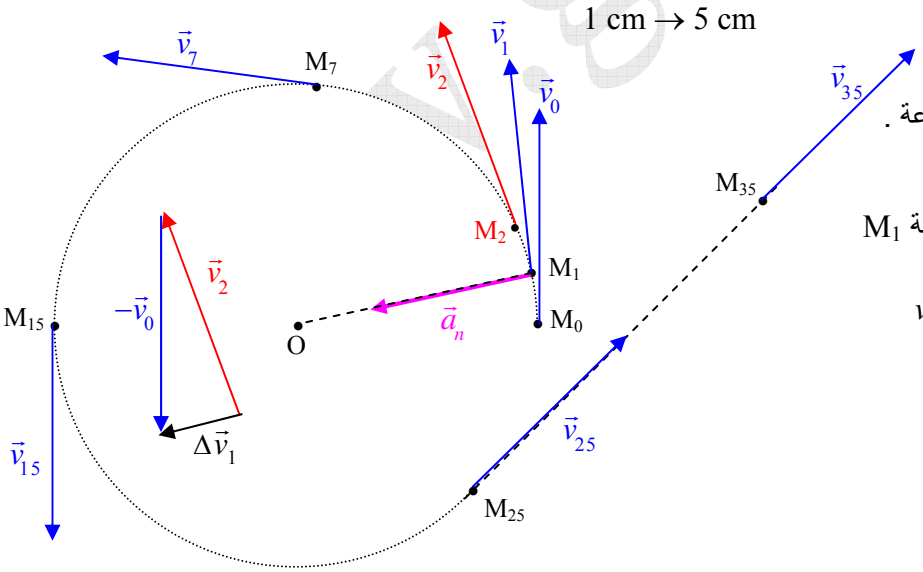
التمرين 10

1 – **وصف الحركة** :

من النقطة M_0 إلى M_{25} الحركة دائرية منتظمة ، لأن : المسافات المقطوعة في مدّد زمنية متساوية (40 ms) هي متساوية .

من النقطة M_{25} إلى النقطة M_{35} الحركة مستقيمة منتظمة ، لأن : المسافات المقطوعة في مدّد زمنية متساوية هي متساوية .

2 – **تمثيل أشعّة السرعة** :



3 – **التسارع المركزي** (الناظمي) :

التسارع المركزي يكون موازيا لشعاع تغيّر السرعة .

نحسبه مثلا في النقطة M_1 .

طويلة السرعة ثابتة في كل النقط ، فمثلا في النقطة M_1

$v_1=\dfrac{M_0M_2}{2\tau}=\dfrac{1\times 5\times 10^{-2}}{2\times 40\times 10^{-3}}=0,62\ m/s$

$a_n=\dfrac{v_1^2}{R}=\dfrac{(0,62)^2}{2,2\times 5\times 10^{-2}}=3,5\ m/s^2$.

Vaguezouri.org

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

التمرين 11

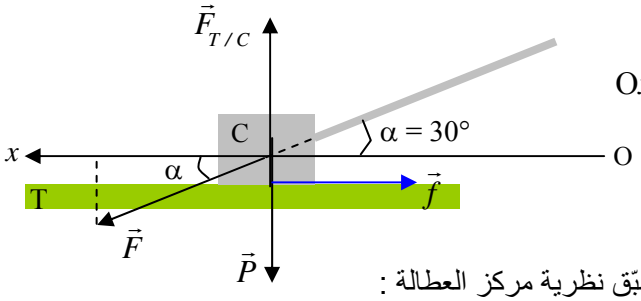
1 – بما أن حركة الرجل منتظمة ، فالجزّارة كذلك تكون حركتها منتظمة .

بتطبيق نظرية مركز العطالة على الجزارة :

$\vec{F}+\vec{f}+\vec{P}+\vec{F}_{T/C}=M\ \vec{a}$ ، وبإسقاط هذه العلاقة على المحور Ox

$F\cos\alpha-f=0$ (التسارع معدوم لأن السرعة ثابتة)

ومنه : $f=F\cos\alpha=70\times\cos 30=60,6\ N$



2 - نحتفظ بنفس الشكل مع استبدال القوة $\vec{F}$ بقوّة أخرى $\vec{F}'$ ، ونطبّق نظرية مركز العطالة :

$\vec{F}'+\vec{f}+\vec{P}+\vec{F}_{T/C}=M\ \vec{a}'$ ، وبإسقاط العلاقة على المحور Ox :

$F'\cos\alpha-f=M\ a'$ ، ومنه $F'=\dfrac{Ma'+f}{\cos\alpha}=\dfrac{20\times1+60,6}{0,86}=93,7\ N$

التمرين 12

1 – الجسمان في راحة :

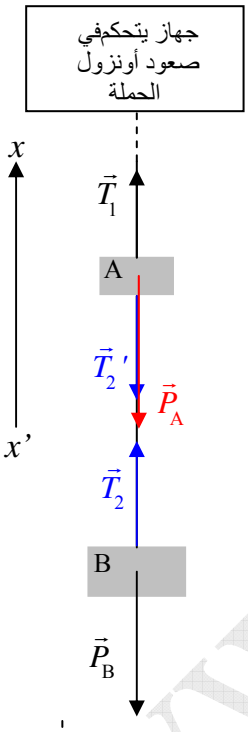
حساب T_1 : نختار الجملة (A + B) ، حيث في هذه الحالة نتخلّص من القوتين الداخليتين T_2 و T'_2 .

$\vec{T}_1+\vec{P}_A+\vec{P}_B=0$ ، وبإسقاط هذه العلاقة على المحور (اختياري) $x'x$:

$T_1-P_A-P_B=0$ ، ومنه $T_1=P_A+P_B=(m_A+m_B)g=0,5\times10=5\ N$

حساب T_2 : نختار الجملة B

$\vec{T}_2+\vec{P}_B=0$ ، وبإسقاط العلاقة على المحور $x'x$ ، نجد $T_2=P_B=m_Bg=0,3\times10=3\ N$



2 – الجسمان يصعدان بسرعة قدرها 5 m/s :

السرعة ثابتة ، إذن التسارع معدوم . نفس الحل السابق .

3 – الجسمان يتسارعان إلى الأعلى بـ $2\ m/s^2$:

حساب T_1 : نختار الجملة (A + B)

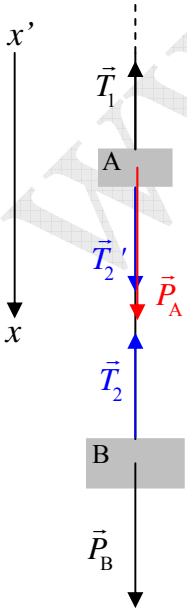
$\vec{T}_1+\vec{P}_A+\vec{P}_B=(m_A+m_B)\vec{a}$ ، وبإسقاط هذه العلاقة على المحور $x'x$:

$T_1-P_A-P_B=(m_A+m_B)a$ ، $T_1=P_A+P_B+(m_A+m_B)a=5+0,5\times2=6\ N$ (1)

حساب T_2 : نختار الجملة B

$\vec{T}_2+\vec{P}_B=m_B\vec{a}$ ، وبإسقاط العلاقة على المحور $x'x$ ، نجد $T_2-P_B=m_Ba$ ،

$T_2=P_B+m_Ba=3+0,3\times2=3,6\ N$



4 - **الجسمان يتسارعان إلى الأسفل بـ $2\ m/s^2$**

حساب T_1 : نختار الجملة (A + B)

$\vec{T}_1+\vec{P}_A+\vec{P}_B=(m_A+m_B)\vec{a}$ ، وبإسقاط هذه العلاقة على المحور $x'x$:

$P_A+P_B-T_1=(m_A+m_B)a$ ، $T_1=P_A+P_B-(m_A+m_B)a=5-0,5\times2=4\ N$

www.guezouri.org

حساب T_2 : نختار الجملة B

$\vec{T}_2 + \vec{P}_B = m_B\vec{a}$ ، وبإسقاط العلاقة على المحور $x'x$ ، نجد $P_B - T_2 = m_B a$ ،

$$T_2 = P_B - m_B a = 3 - 0{,}3 \times 2 = 2{,}4\ N$$

5 – التسارع الأقصى الممكن :

التوتر T_1 في كل الحالات أكبر من T_2 ، إذن فهو التوتر المقصود .

من العلاقة (1) ، علاقة T_1 في حالة الصعود نضع $T_1 \leq 10\ N$:

$$P_A + P_B + (m_A + m_B)a \leq 10 \quad \text{ومنه} \quad a \leq \frac{10 - (P_A + P_B)}{m_A + m_B} \quad ، \quad a \leq 10\ m/s^2$$

التسارع الأقصى الممكن هو $a = 10\ m/s^2$. لو تجاوزت الجملة هذا التسارع ينقطع الخيطان ، حيث يتجاوز توتر الخيط العلوي القيمة 10 N والخيط السفلي يتجاوز القيمة 6 N .

التمرين 13

آلة أتود (Machine d'Atood) : عبارة عن بكرة خفيفة قابلة للدوران حول محورها الأفقي .

يمرُّ على محزّها خيط مهمل الكتلة ويحمل في طرفيه أسطوانتين C_1 و C_2 كتلتاهما $M_1 = M_2 = M$ ، يمكنهما الحركة أمام مسطرة مدرّجة . هذه المسطرة ملصقة على حامل البكرة .

عندما تنزل الأسطوانة C_1 تمرّ داخل حلقة مثبّتة مع المسطرة (تسمى حلقة مُفْرغة) .

يمكن أن ندرس بواسطة آلة أتود طورين لحركة C_1 . من أجل هذا الغرض نضع فوقها جسما مجنّحا كتلته m ، بحيث لما تصل المجموعة (الجسم المجنّح و C_1) إلى الحلقة تمر C_1 ، أما الجسم المجنّح يبقى عالقا فوق الحلقة بسبب وجود الجناحين ، ولأن الخيط يمر عبر ثقب في مركز الجسم المجنّح .

لكي نجد علاقة رياضية فيها g ندرس حركة الجملة في طورها الأول ، أي أثناء الانتقال H .

تبدأ الجملة حركتها من السكون .

جهة الحركة واضحة ، أي في جهة C_1 . نفصّل الجملة لكي يتسنى لنا تمثيل القوى :

نطبّق نظرية مركز العطالة على الجزء $(M_1 + m)$:

$\vec{P}_1' + \vec{T}_1 = (M_1 + m)\vec{a}_1$ ، وباسقاط هذه العلاقة على المحور الموجه في جهة الحركة :

$$P_1' - T_1 = (M_1 + m)a_1 \qquad (1)$$

نطبّق نظرية مركز العطالة على الجزء (M_2) :

$\vec{P}_2 + \vec{T}_2 = M_2\vec{a}_2$ ، وباسقاط هذه العلاقة على المحور الموجه في جهة الحركة :

$$T_2 - P_2 = M_2 a_2 \qquad (2)$$

الجملة مترابطة ، وبالتالي $a_1 = a_2 = a$. البكرة خفيفة بالنسبة للأجسام الأخرى ، إذن $T_1 = T_2$. بجمع العلاقتين (1) و (2) نجد $g = \frac{2M + m}{m}a$ (2)

العلاقة (2) تبيّن أن التسارع ثابت ، وبالتالي حركة الجملة متغيرة بانتظام .

لتكن v_A السرعة التي تصل بها المجموعة $(M_1 + m)$ إلى الحلقة المفرّغة ، يكون بهذا : $v_A^2 - 0 = 2aH$ (بدون سرعة ابتدائية)

www.quezour.org

(3) $v_A^2 = 2aH$

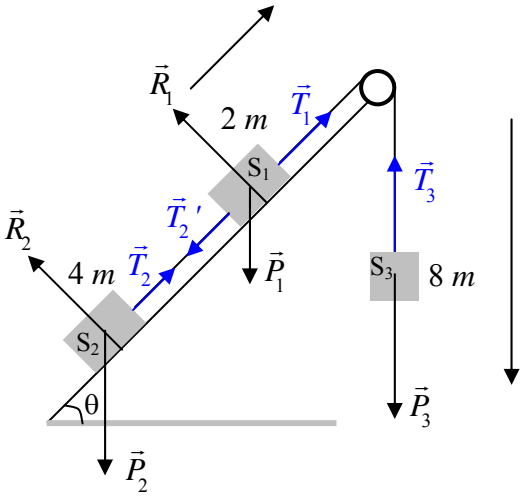
من العلاقة (2) نستخرج $a = \frac{m}{2M+m}g$ ، و بعد الحلقة المفرّغة يصبح $a = 0$ (m لا تمرّ ، فعوضناها بالصفر)

ومن هذا نستنتج أن الحركة تصبح منتظمة بعد الحلقة المفرغة ، وبالتالي (4) $D = v_A\ t$

من العلاقتين (3) و (4) نستنتج $\frac{D^2}{t^2} = 2aH$ ، ومنه $a = \frac{D^2}{2Ht^2}$ ، وبالتعويض في العلاقة (2) نجد المطلوب :

$$g = \frac{(2M+m)D^2}{2mHt^2}$$

التمرين 14



1 – نعيّن جهة الحركة ، ثم ندرس الحركة ونستنتج عبارة التسارع .

تصحيح : المقصود m (ليس M)

تعيين جهة الحركة :

نقارن بين $P_3 = 8\ mg$ و $(P_1 + P_2)\sin\theta = 6mg\ \sin\theta$

بما أن $\sin\theta \leq 1$ ، إذن $8 > 6\sin\theta$. إذن جهة الحركة هي جهة S_3 .

نطبق نظرية مركز العطالة على الجسم S_3 : تسارعه a_3

$\vec{P}_3 + \vec{T}_3 = 8m\ \vec{a}_3$ ، وبإسقاط هذه العلاقة على المحور الموجه في جهة الحركة :

(1) $P_3 - T_3 = 8m\ a_3$

نطبق نظرية مركز العطالة على الجملة $(S_1 + S_2)$: تسارعها a_1'

$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{T}_1 + \vec{R}_1 + \vec{R}_2 = 6m\ \vec{a}_1'$ ، وبإسقاط هذه العلاقة على المحور الموجه في جهة الحركة :

(2) $T_1 - P_1\sin\theta - P_2\sin\theta = 6m\ a_1'$

$T_1 = T_3$ و $a_3 = a_1' = a$

بجمع العلاقتين (1) و (2) طرفا لطرف نجد : $a = \frac{P_3 - (P_1+P_2)\sin\theta}{14m} = \frac{g}{7}(4 - 3\sin\theta)$

تصحيح : a مستقل عن m .

ملاحظة :

في حالة وجود الاحتكاك على المستوي المائل لا تكون a مستقلة عن m ، لكن التمرين لم يشير لوجود الإحتكاك ، بل أشار له فقط في السؤال - 2 أنه مهمل . نحن أهملناه في كل الأسئلة .

$$a = \frac{g}{7}(4 - 3\sin\theta) = \frac{10}{7}\left(4 - 3\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 2,7\ m/s^2$$

2 - الفرق $T_1 - T_2$ هو نفس الفرق $T_1 - T'_2$ ، لأن $T_2 = T'_2$.

من أجل إيجاد هذا الفرق نطبق نظرية مركز العطالة على الجسم S_1 ونسقط مباشرة على المحور السابق :

$T_1 - T_2 = P_1\sin\theta + 2m\ a = 20\times\frac{\sqrt{2}}{2} + 2\times 2,7 = 19,5\ N$ ، ومنه $T_1 - T_2' - P_1\sin\theta = 2m\ a$

www.guezouri.org