E1

Contrôle de physique : (1h)

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif.

Réponses exclusivement sur le sujet. Si vous manquez de place, vous pouvez utiliser le verso des pages.

12/20

Exercice 1. Questions de cours (6 points – pas de points négatifs pour le QCM)

Choisissez la ou les bonnes réponses :

Q1. L'unité Newton est équivalente à :

a. $kg.m.s^{-2}$
b. $kg.m.s^{-1}$
c. $kg.m^2.s^{-1}$
d. $kg.s^{-1}$

Q2&3. Considérons une corde inextensible de masse négligeable tenant une masse m = 50 kg. Nous prendrons comme valeur de l'intensité du champ de pesanteur g = 10 $m.s^{-2}$. Une machine est capable d'exercer une tension afin de faire monter la masse sans frottements.

Q2. Quelle valeur doit avoir la tension si on veut que la masse reste à l'équilibre ?

a. 500 N
b. 50 N
c. 60 N
d. Aucune des valeurs précédentes

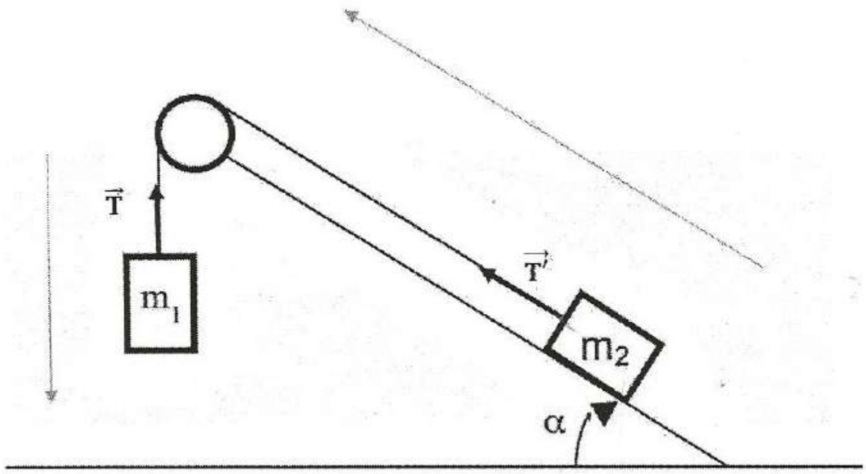
(1)

Q3. Si la norme de la tension vaut 900N, quelle est celle de l'accélération ?

a. 940 $m.s^{-2}$
b. 950 $m.s^{-2}$
c. 400 $m.s^{-2}$
d. Aucune des valeurs précédentes

Q4&5. Une corde inextensible de masse négligeable relie deux masses m_1 et m_2 en passant par une poulie de masse négligeable sur une pente d'angle α. Les flèches indiquent le sens du mouvement, qui est sans frottements. Les tensions s'appliquant aux masses m_1 et m_2 sont respectivement notées $\vec{T}$ et $\vec{T'}$.

3,5



Q4. Les relations correctes entre les tensions sont :

a. $\|\vec{T}\| = \|\vec{P_1}\|$ et $\|\vec{T}\| = \|\vec{P_2}\|$

b. $\|\vec{T}\| = \|\vec{P_1}\|$ et $\|\vec{T}\| = \|\vec{P_2}\|.|sin\alpha|$

c. $\|\vec{T}\| = \|\vec{P_2}\|.|sin\alpha|$ et $\|\vec{T}\| = \|\vec{P_1}\|$

d. $\|\vec{T}\| = \|\vec{T'}\|$

0,5

Q5. La seconde loi de Newton appliquée à la masse m_1 permet d'obtenir la relation suivante :

a. $\|\vec{T}\| = m_1(g + a)$

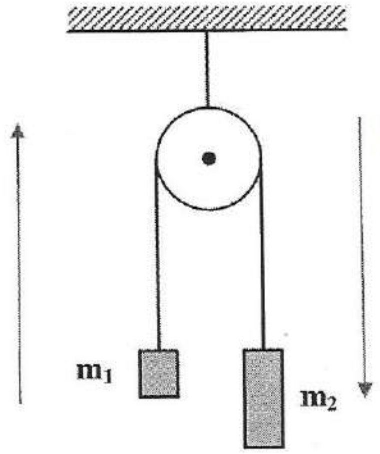
b. $\|\vec{T}\| = m_1(g - a)$

c. $\|\vec{T}\| = m_1(a - g)$

d. $\|\vec{T}\| = m_1 a$

1

Q6. Le système suivant est composé de deux masses m_1 et m_2. Elles subissent respectivement les forces de tension notées $\vec{T}$ et $\vec{T'}$. Le fil et la poulie sont idéaux (sans masse, frottements négligés, et inextensible pour le fil). Le mouvement se fait dans le sens indiqué par les flèches, et g désigne l'intensité du champ de pesanteur terrestre. La norme de l'accélération vaut :



a. $\|\vec{a}\| = g\,\frac{m_1}{m_2}$

b. $\|\vec{a}\| = g\,\frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}$

c. $\|\vec{a}\| = g\,\frac{m_1 - m_2}{m_2 + m_1}$

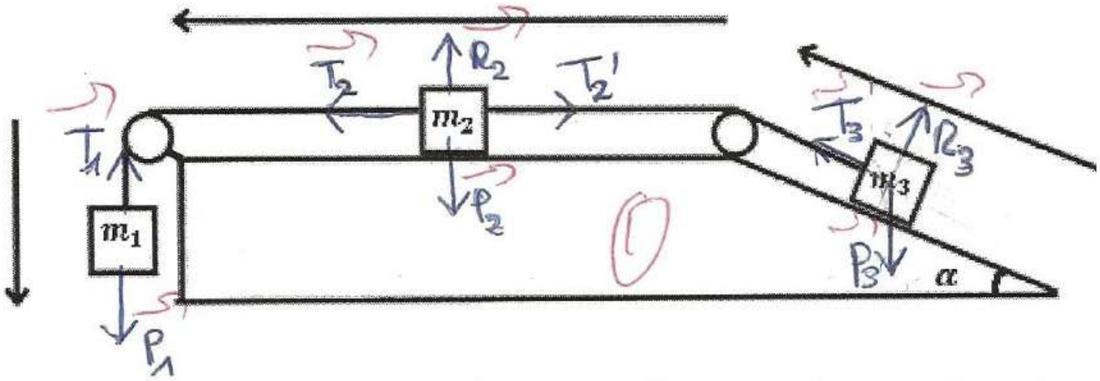
d. $\|\vec{a}\| = g\,\frac{m_1 + m_2}{m_2 - m_1}$

1

Exercice 2. Lois de Newton 1 (8 points)

Trois masses sont reliés ensemble comme indiqué sur le schéma, par des fils inextensibles et de masses négligeables. Les poulies sont supposées de masses négligeables. Les flèches correspondent aux axes du mouvement, qui est sans frottements.

Nous prendrons comme valeurs pour l'application numérique : $\boldsymbol{m_1}$ = 5kg ; $\boldsymbol{m_2}$= 10kg ; $\boldsymbol{m_3}$= 5kg ; $\boldsymbol{g}$ = 10 m.s^{-2} et $\boldsymbol{\alpha}$ = 30°.



1. Schématiser les forces s'exerçant sur les 3 masses. Nommer les forces en utilisant les symboles appropriés ($\vec{P}$ pour le poids...) et en mettant comme indice le numéro de la masse.

2. Identifier les tensions dont les normes sont égales. Justifier votre réponse.

Ici $\|T_1\| = \|T_2\|$ et $\|T_2'\| = \|T_3\|$
Car les fils et les poulies entre eux sont de masse négligeables

1

3. Appliquer la seconde loi de Newton sur chacune des masses. Ecrire les relations obtenues sous forme vectorielle.

Soit la 2ème loi de Newton, $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$
On l'applique à chacune des masses.

m_1	m_2	m_3
$\vec{T_1} + \vec{P_1} = m_1\vec{a}$	$\vec{T_2} + \vec{T_2'} + \vec{R_2} + \vec{P_2} = m_2\vec{a}$	$\vec{P_3} + \vec{T_3} + \vec{R_3} = m_3\vec{a}$

4. Projeter chacune des relations sur les axes du mouvement et obtenir trois égalités reliant les tensions aux masses $\mathbf{m_1}$, $\mathbf{m_2}$, $\mathbf{m_3}$, à l'angle $\boldsymbol{\alpha}$, $\mathbf{g}$ l'intensité du champ de pesanteur et l'accélération du système $\mathbf{a}$, ainsi que deux égalités donnant les réactions du support.

m_1	m_2	m_3
$-T_1+P_1=m_1a$ $\Rightarrow -T_1+m_1g=m_1a$ $\Rightarrow T_1=-m_1a+m_1g$ $\Rightarrow T_1=m_1(g-a)$ ok	$T_2-T_2'+R_2+P_2=m_2a$ $\vec{R_2}$ et $\vec{P_2}$ se compensent donc $R_2+P_2=0$ On se retrouve avec: $\Rightarrow T_2-T_2'=m_2a$ or On $\|T_1\|=\|T_2\|$ donc $\Rightarrow T_1-T_2'=m_2a$ ok $\Rightarrow T_2'=T_1-m_2a$ $\Rightarrow T_2'=m_1\cancel{(g-a)}-m_2a$	$-P_3+T_3+R_3=m_3a$ P_y et R_3 se compensent donc $P_y+R_3=0$ donc $\Rightarrow -P_x+T_3=m_3a$ On projete P sur l'axe x et on obtient $P_x=P_3\sin(\alpha)$ Donc $\Rightarrow -P_3\sin(\alpha)+T_3=m_3a$ $\Rightarrow T_3=m_3a+P_3\sin(\alpha)$ $\Rightarrow T_2'=m_3a+m_3g\sin(\alpha)$ ok

Donc $R_2+P_2=0$, soit $R_2=-m_2g$
et $P_y+R_3=0$, ? >0
soit $R_3=-P_3\cos(\alpha)$ ok

Nous avons donc:

$$\begin{cases} T_1=m_1(g-a) \\ T_2'=m_1(g-a)-m_2a \\ T_2'=m_3a+m_3g\sin(\alpha) \end{cases}$$

Et

$$\begin{cases} R_2=\cancel{-m_2g} \\ R_3=-m_3g\cos(\alpha) \end{cases}$$

R_2 : norme $=m_2g$.
R_3 : norme $=m_3g\cos(\alpha)$.

5. Exprimer l'accélération en fonction des différentes masses ainsi que de $\mathbf{g}$ intensité du champ de pesanteur et de l'angle $\boldsymbol{\alpha}$. Faire l'application numérique.

Nous avons donc :

(Rappelons que $\|T_1\|=\|T_2\|$ et $\|T_2'\|=\|T_3\|$)

1

$$\begin{cases} -T_1+m_1g=m_1a \\ T_1-T_2'=m_2a \\ -P_3\sin(\alpha)+T_2'=m_3a \end{cases}$$

$$\Rightarrow -T_1+m_1g+T_1-T_2'-P_3\sin(\alpha)+T_2'=m_1a+m_2a+m_3a$$

$$\Rightarrow m_1g-m_3g\sin(\alpha)=a(m_1+m_2+m_3)$$

$$\Rightarrow a=\frac{m_1g-m_3g\sin(\alpha)}{(m_1+m_2+m_3)}$$

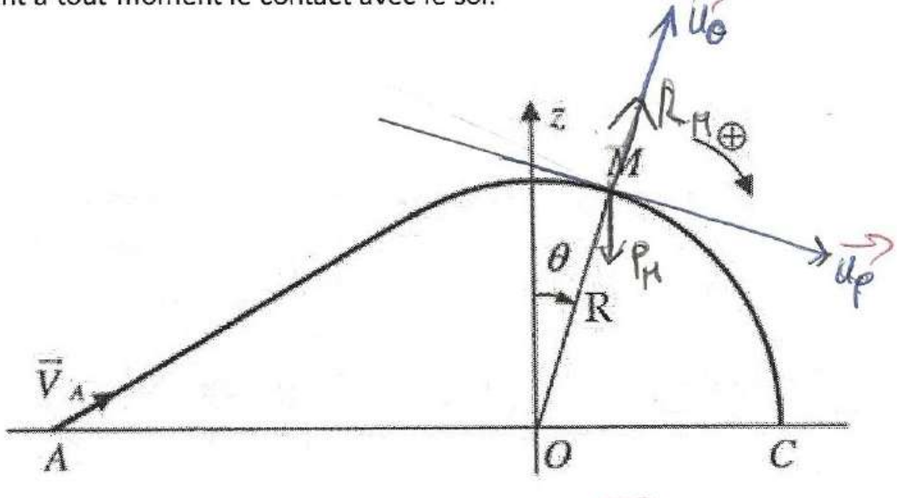
$m_1=5\text{Kg}$; $m_2=10\text{Kg}$
$m_3=5\text{Kg}$; $g=10\,m.s^{-2}$
et $\alpha=30°$

$$\text{AN}: a=\frac{5\times10-5\times10\times\sin(\frac{\pi}{6})}{(5+10+5)}=\frac{50-25}{20}=\frac{25}{20}=\frac{5}{4}m.s^{-2}=1{,}25\,m.s^{-2}$$

6. Quelle devrait être la valeur de m_3 afin que le système soit à l'équilibre statique ?

Exercice 3. Lois de Newton 2 (6 points)

On étudie le franchissement d'une bosse par une voiture de masse m et située, au temps t, au point M. Nous cherchons à déterminer les conditions nécessaires pour que la voiture franchisse la bosse en maintenant à tout moment le contact avec le sol.



1. Schématiser la base du système de coordonnées polaires. 1

2. Schématiser les forces s'exerçant sur la voiture lorsqu'elle est au point M. 1

3. Appliquer la seconde loi de Newton. Ecrire la relation obtenue sous forme vectorielle. La projeter dans la base polaire, sachant que dans ce cas l'accélération exprimée dans la base polaire vaut $\vec{a} = \begin{pmatrix} -\frac{v^2}{R} \\ R\ddot{\theta} \end{pmatrix}$.

D'après la 2ème loi de Newton, $\sum \vec{F_{ext}} = m\vec{a}$

Soit $\vec{P_M} + \vec{R_M} = m\vec{a}$

$\vec{P_M} \begin{pmatrix} P_M \sin(\theta) \\ \cancel{P_M \cos(\theta)} \end{pmatrix}$ $\cancel{\vec{R_M} \begin{pmatrix} 0 \\ R_M \end{pmatrix}}$ $\vec{R_N} \begin{pmatrix} R_N \\ 0 \end{pmatrix}_{(\vec{u_\rho}, \vec{u_\theta})}$

$\vec{a} \begin{pmatrix} -\frac{v^2}{R} \\ R\ddot{\theta} \end{pmatrix}$ Ici $R = \text{rayon} = cst$

donc

$$\vec{P_M} = \begin{pmatrix} -P\cos(\theta) \\ P\sin(\theta) \end{pmatrix}_{(\vec{u_\rho}, \vec{u_\theta})}.$$

4. A quelle condition la voiture peut-elle franchir la bosse sans décoller du sol ? Ecrire une inégalité impliquant la norme d'une des forces. En déduire une condition sur l'angle $\boldsymbol{\theta}$ tel que la voiture reste en contact avec le sol, en fonction de $\mathbf{v}$, $\mathbf{R}$, et $\boldsymbol{g}$.

Il faut que les forces se compensent

$R_N > 0$