



**ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS**



BP A10 Thiès Sénégal www.ept.sn Tel : 77 808 52 23

**BUREAU DES ÉLÈVES 2017- 2018 - Ecole Polytechnique de Thiès**



# **Concours Junior Polytech**

**SESSION 2018**

## **ÉPREUVE DE PHYSIQUE**

**(Classe de Premières  $S_1 - S_2 - S_3$ )**

**DURÉE : 04 heures**

*La présentation, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*

*Les candidats sont invités à encadrer dans la mesure du possible les résultats de leurs calculs.*

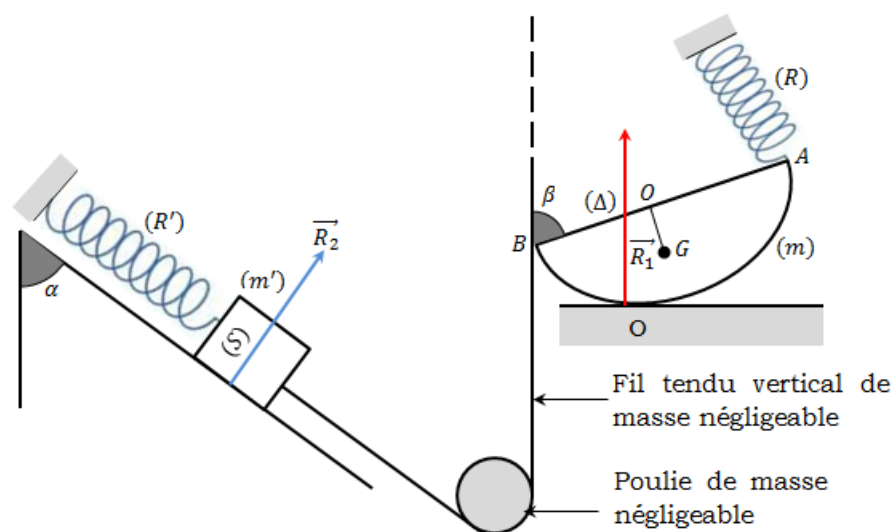
*Ils ne doivent faire usage d'aucun document : seule l'utilisation d'une calculatrice est autorisée.*

**EXERCICE 1 :** (2,5pts)

1. Donnez la masse et la charge d'un électron ?
2. De quoi dépendent les forces d'attraction et de répulsion entre deux corps chargés électriquement ?
3. Donnez l'expression de ces forces et l'expression du champ électrique ?

**EXERCICE 2 :** (3pts)**Première partie**

On considère le dispositif ci-contre :



Le demi-cylindre de masse  $m$  a pour diamètre  $AB$  et son rayon est  $r$ , son centre d'inertie  $G$  est tel que ; il peut tourner autour de l'axe  $(\Delta)$  horizontal passant par  $O$ .  $(R)$  et  $(R')$  sont des ressorts de constantes de raideurs respectives  $K$  et  $K'$ . L'axe de  $(R)$  est perpendiculaire à  $AB$ .  $(S)$  est un solide de masse  $m'$ . On néglige les frottements.

On donne :

$K$ (N/m)	$K'$ (N/m)	$m$ (Kg)	$m'$ (Kg)	$\alpha$ (en degré)	$\beta$ (en degré)	$g$ (N/Kg)
80	80	7	7	60	45	10

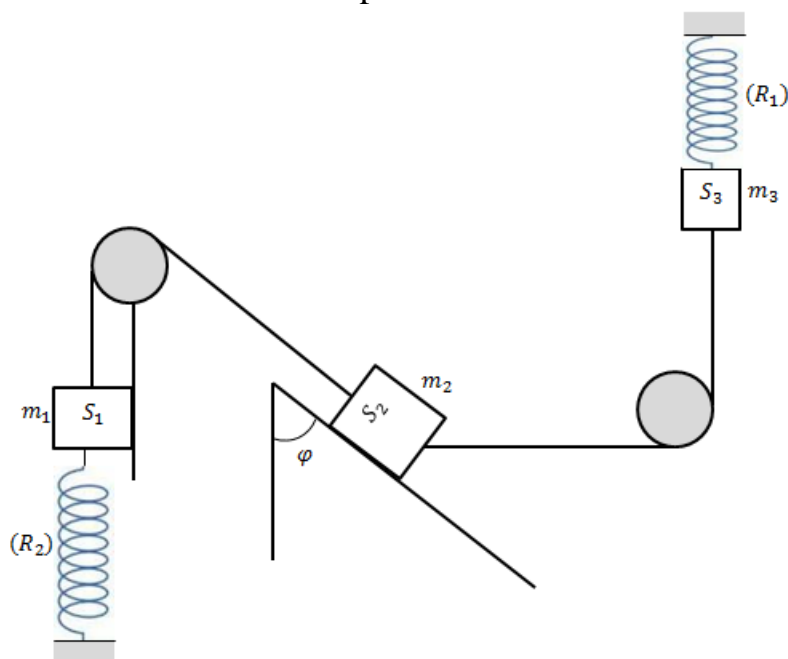
- 1) Reproduire le schéma en représentant toutes les forces qui agissent sur le système. La direction  $OD$  de  $\vec{R}_1$  est verticale. (0.5point)
- 2) Exprimer puis calculer les allongements  $x_1$  et  $x_2$  respectifs des ressorts  $(R)$  et  $(R')$  à l'équilibre du système en supposant que :  $\|\vec{R}_1\| = \|\vec{R}_2\|$ . (1point)

**Deuxième partie :**

Soit le montage ci-contre :

Les cordes sont tendues.

Leurs masses ainsi que celles des poulies sont négligeables. Les ressorts (R1) et (R2) ont pour constantes de raideur respectives  $K_1$  et  $K_2$ .

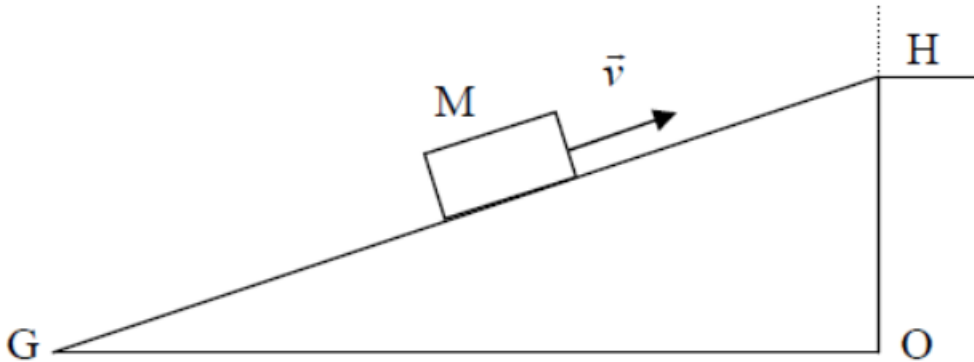


1) Reproduire le schéma en représentant toutes les forces qui agissent sur le système. On néglige les frottements. (0.5point)

2) Exprimer puis calculer les allongements  $y_1$  et  $y_2$  respectifs des ressorts (R1) et (R2) si  $\|\vec{R}\| = 7 \text{ N}$ , à l'équilibre du système. (1point)

On donne :

$K_1 \text{ (N/m)}$	$K_2 \text{ (N/m)}$	$m_1 \text{ (Kg)}$	$m_2 \text{ (Kg)}$	$m_3 \text{ (Kg)}$	$\varphi \text{ (en degré)}$
80	60	2	2,5	1,5	50

**EXERCICE 2 ; (2.5pts)**

Lors de déménagements, il est fréquent de voir l'utilisation d'un monte-meubles, sorte de tapis roulant incliné qui entraîne meubles et cartons à la hauteur voulue.

Ainsi, afin d'équiper un appartement situé au 3ème étage d'un immeuble récent, on peut utiliser un tapis roulant de 20,10 m de long dont le sommet se trouvera à 9,30 m de hauteur, au bord d'une fenêtre de l'appartement.

La situation est schématisée par la figure ci-dessous. Un carton de livres de masse  $M = 40,00$  kg, qu'on assimilera à son centre de gravité, est entraîné par le tapis roulant à vitesse constante  $v$ .

La valeur du champ de pesanteur est  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

La vitesse de montée du tapis est  $v = 0,50 \text{ m.s}^{-1}$ .

I-1- Donner les longueurs des segments GH et OH. En déduire la distance GO, distance nécessaire entre le bas du monte-meubles et l'immeuble.

I-2- Montrer que l'angle d'inclinaison du tapis avec le sol est de  $27,56^\circ$ .

I-3- Evaluer l'énergie cinétique de la masse M au point G et au point H.

Le point G est considéré à l'altitude nulle et l'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est choisie à cette altitude. Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de la masse M au point H.

I-4- Donner les expressions et les valeurs de l'énergie mécanique  $E_m$  de la masse M au point G et au point H.

I-5- Calculer la variation de l'énergie mécanique de la masse M lors de son déplacement entre G et H. Cette variation d'énergie correspond-elle à un travail moteur ou à un travail résistant ou ne peut-elle pas être attribuée au travail d'une force ?

I-6- Justifier que la somme des forces s'exerçant sur M est nulle.

I-7- Deux forces s'appliquent à la masse M, son poids  $P$  et la force due au tapis  $F$ . Représenter ces forces sur le schéma.

I-8- Montrer, par construction, que la force  $F$  est la somme d'une force  $R$  perpendiculaire au tapis et d'une force  $T$  parallèle au tapis dont les modules sont donnés par

$R = M g \cos (27,56^\circ)$  et  $T = M g \sin (27,56^\circ)$ . Calculer les modules de ces forces.

I-9- Donner les expressions du travail des forces  $P$ ,  $R$  et  $T$  au cours du déplacement de la masse  $M$  de  $G$  à  $H$ . Calculer leurs valeurs numériques.

I-10- Comparer la variation d'énergie mécanique de la masse  $M$  entre  $G$  et  $H$  aux résultats trouvés à la question 9. Conclusion

### **EXERCICE 3** : (2.5points)

On va étudier quelques mouvements d'une motocyclette (moto) et de son conducteur. On suppose l'existence d'un référentiel galiléen auquel est associé un repère orthonormé direct  $Oxyz$  ; la direction  $Ox$  est supposée horizontale. L'accélération due à la pesanteur est notée  $g$  (pour simplifier les calculs, on pourra prendre  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ).

L'ensemble moto + conducteur est de masse  $M = 300 \text{ kg}$ , la position du barycentre de cet ensemble est caractérisée par les distances  $d_1 = 0.7 \text{ m}$ ,  $d_2 = 0.4 \text{ m}$  et  $h = 1 \text{ m}$  (voir figure 1). La roue avant, pneu inclus, de centre  $O_1$  possède un rayon  $r_1 = 0.5 \text{ m}$  et un moment d'inertie,  $j_1 = 6 \text{ kg.m}^2$

La roue arrière, pneu inclus, de centre  $O_2$ , possède un rayon  $r_2 = 0.52 \text{ m}$  et un moment d'inertie,  $j_2 = 10 \text{ kg.m}^2$ . Lorsque la moto se déplace, les deux roues en contact avec la chaussée supposée horizontale, les points de contact des roues avant et arrière sont notés  $I_1$  et  $I_2$ . Les réactions du sol sur les roues sont respectivement  $R_1$  et  $R_2$ . Le coefficient de frottement des roues sur le sol est  $f = 0,8$  ; il ne sera pas fait de distinction entre le coefficient de frottement statique et le coefficient de frottement dynamique. A un instant donné quelconque, la vitesse instantanée de l'ensemble est  $\vec{v} = v \vec{e}_x$ . (on se limitera au cas  $v < 0$ ). De même, on note  $w_1 \vec{e}_z$  et  $w_2 \vec{e}_z$ , les vitesses de rotation instantanées des roues avant et arrière.

On supposera toujours que les roues roulent sans glisser sur le sol. De plus, pour les questions allant de 1.1 à 1.14, on négligera l'action de l'air ambiant sur la moto et son conducteur (il peut s'agir, par exemple, d'une phase de démarrage pour laquelle la vitesse n'est pas élevée).

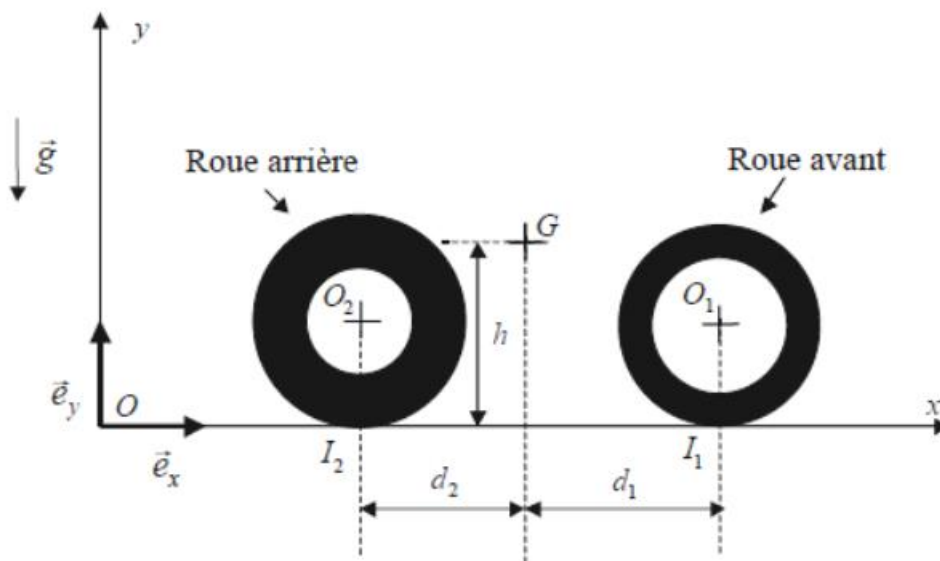


Figure 1 : vue dans le plan vertical  $xOy$

1. Ecrire les relations de non glissement des roues sur le sol ; en déduire les expressions de  $w_1$  et  $w_2$  en fonction de  $v$ ,  $r_1$  et  $r_2$
2. On note  $\partial_1(O_1)$  et  $\partial_2(O_2)$ , les moments cinétiques en  $O_1$  et  $O_2$  des roues avant et arrière (il s'agit de moments pour un observateur du repère  $Oxyz$ ). Donner les expressions de  $\partial_1(O_1)$  et  $\partial_2(O_2)$  en fonction de  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $w_1$  et  $w_2$ .
3. Montrer que le moment cinétique  $\partial(G)$  de l'ensemble moto + conducteur relativement au point G, moment pour un observateur du repère  $Oxyz$ , se limite à la somme des moments précédents (on pourra utiliser le théorème de Koenig faisant référence au repère barycentrique).

#### **EXERCICE 4 :** (2.5pts)

Une piscine rectangulaire a les dimensions suivantes :

Longueur  $L = 25\text{m}$

Largeur  $l = 10\text{m}$

Profondeur  $H = 4\text{m}$ .

1. Quelle est la quantité de chaleur  $Q_1$  reçue par l'eau de cette piscine pour une élévation de température  $\Delta T = 2^\circ\text{C}$  ?
2. Pendant le jour, l'eau de la piscine reçoit du soleil une puissance  $P_1 = 450\text{W/m}^2$ . En fait, l'eau n'absorbe que les 50% de cette puissance.
  - Calculer la quantité de chaleur fournie par le soleil pour une durée de 12 h.
  - En déduire l'augmentation de température qui en résulte.
3. Pendant la nuit, l'eau de la piscine libère une puissance  $P_2 = 150\text{W/m}^2$ , pendant une durée de 12 h.

- Calculer la quantité de chaleur perdue par l'eau pendant la nuit.
- En déduire la diminution de température qui en résulte.

### **EXERCICE5 :** (7pts)

A. On utilise dans certaines zones l'énergie solaire pour le pompage d'eau d'un puits ou d'un forage. Le système associe le générateur photovoltaïque (conversion de l'énergie solaire en énergie électrique) à une pompe spécialement conçue à cet effet. Le fonctionnement s'effectue grâce au soleil sans batterie. L'eau ainsi pompée peut-être directement utilisée ou stockée dans un réservoir. Le volume journalier d'eau obtenue dépend de l'éclairement du générateur photovoltaïque, de sa surface, de la hauteur de relèvement (profondeur du puits ou du forage) et des caractéristiques du moteur de la pompe.

1. Le débit de la pompe est de 345L d'eau par heure et l'eau est prélevée à une profondeur de 61m. Calculer dans ce cas la puissance mécanique utile fournie par la pompe. Prendre  $g = 9,8\text{SI}$ .
2. Dans cet état de fonctionnement la tension délivrée à la pompe est de 24V et l'intensité du courant traversant le circuit de la pompe est de 3,8A. Calculer la puissance électrique consommée par la pompe.
3. Calculer le rendement de la pompe.
4. Sachant que le rendement du panneau est de 14%, déterminer le rendement global de la chaîne.

B. Une éolienne est un dispositif qui transforme l'énergie cinétique du vent (déplacement d'une masse d'air) en énergie mécanique ou électrique. L'énergie éolienne implique de nombreuses applications allant du chargeur de batteries d'un phare ou d'une habitation isolée à des machines de taille industrielle capables d'alimenter en électricité tout un village.

L'énergie fournie par le vent est une énergie cinétique, elle est fonction de la masse et de la vitesse de l'air. Si on considère que la masse volumique d'air est constante, on peut dire que l'énergie fournie par le vent est fonction de sa vitesse.

L'énergie cinétique de la masse  $m$  d'air est :  $\frac{1}{2} mV^2$  où  $V$  est la vitesse du vent ;  $m$  la masse du volume d'air en kg.

1. Considérons un dispositif de récupération de cette énergie tel qu'il soit de surface  $S$  et dans l'hypothèse d'une vitesse du vent constante ; montrer que la masse d'air récupérée par seconde sur la surface  $S$  est de :  $\rho_0 VS$  où  $\rho_0$  est la masse volumique de l'air.
2. Montrer que l'énergie théorique récupérable en une seconde (puissance) est :  
$$P = \frac{1}{2} (\rho_0 VS) V^2.$$
3. Sous quelle forme d'énergie une éolienne récupère-t-elle l'énergie cinétique du vent ?
4. On utilise directement l'éolienne pour l'exhaure de l'eau d'un puits ; sous quelle forme l'énergie récupérée par cette éolienne est-elle transformée ?
5. Le théorème de Betz montre que le maximum d'énergie récupérable est égale à  $\frac{16}{27}$  de l'énergie totale, soit approximativement 60% de l'énergie totale. En prenant  $\rho_0 = 1,25 \text{ kg/m}^3$ , montrer que la puissance récupérable est  $P_{Betz} = 0,37SV^3$ .

**Qui cherche trouve. N'abandonnez point ! Bonne Chance !!**