

UNIVERSITÉ HASSAN II

**ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
D'ÉLECTRICITÉ ET DE MÉCANIQUE**

CONCOURS D'ENTRÉE EN 1 ÈRE ANNÉE ENSEM

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

(Durée : 3 heures, sans documents)

N.B : L'épreuve comprend deux parties : Électricité et Mécanique, qui doivent être rédigées sur copies séparées.

Année Universitaire : 2016-2017

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h30

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ

Problème 1

Un disque de rayon r tourne uniformément autour de son axe, à la vitesse angulaire ω , dans le sens indiqué sur la figure 1. Son centre C se déplace sur la droite horizontale $z = r$ du plan vertical (Ozx) du référentiel $R = (Oxyz)$. On appelle R^* le référentiel $Cxyz$, en translation par rapport à R , d'origine C , et on note θ l'angle que fait un rayon $\vec{CA}$ du disque avec Cz : $\theta \equiv (Cz, \vec{CA})$.

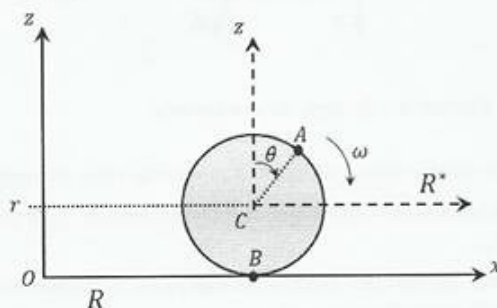


FIGURE 1 -

- 1.1 Exprimer, dans la base de R , la vitesse et l'accélération de A par rapport à R^* .
- 1.2 Quelle vitesse par rapport à R , doit-on donner à C pour que la vitesse $\vec{v}_{B/R}$ du point le plus bas du disque soit nulle ?
- 1.3 Trouver les équations $x = x(\theta)$ et $z = z(\theta)$, sachant que pour $\theta = 0$ on a $x = 0$ et $z = r$.

Problème 2

On considère un système constitué de deux masses et deux ressorts, plongé dans un champ de pesanteur $\vec{g}$ (Fig. 2). La masse m liée au support fixe via un ressort horizontal de raideur k et de longueur au repos l_0 , est susceptible de se déplacer sans frottement sur le support (S). Cette masse m est liée à une autre masse $2m$ via un autre ressort de mêmes caractéristiques mécaniques que celui horizontal.

En perturbant la masse m d'un déplacement très petit x_0 , le système commence à bouger suivant trois fonctions temporelles (déplacements) appelées degrés de liberté, $x = x(t)$, $r = r(t)$ et $\theta = \theta(t)$, avec t présente la variable temps.

(A, x, y) est le repère fixe lié à la position d'équilibre du centre de la masse m , tandis que $(B, \vec{e}_r, \vec{e}_\theta)$ est la base polaire locale liée au centre de la masse $2m$.

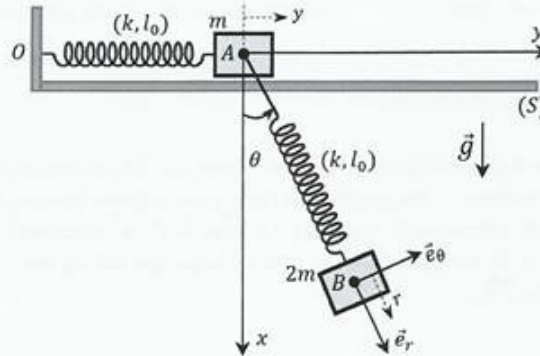


FIGURE 2 – Système masses-ressorts

- 2.1 Écrire l'expression du vecteur vitesse du point A et calculer celui du point B.
- 2.2 Sachant que les deux ressorts sont considérés sans masse, calculer l'énergie cinétique totale du système E_{cT} .
- 2.3 Calculer la somme E_{pe} des énergies potentielles élastiques. *L'énergie potentielle de chaque ressort est nulle lorsqu'il est au repos.*
- 2.4 Calculer l'énergie potentielle de pesanteur E_{pg} .
- 2.5 Calculer l'énergie mécanique totale E_T du système étudié.
- 2.6 Maintenant, on pose $r = 0$, c'est à dire, le ressort suspendu deviendra un fil de longueur l_0 et de masse négligeable.
 - 2.6.1 Trouver l'équation de mouvement.
 - 2.6.2 Que devienne cette équation si l'on pose $y = 0$.

EPREUVE D'ÉLECTRICITE

Durée : 1h30, sans documents

Note préliminaire : L'étudiant doit rédiger cette épreuve sur une copie séparée. L'épreuve contient trois parties indépendantes A, B et C.

A. ÉLECTROSTATIQUE

On considère une sphère conductrice S de rayon R.

1° Calculer la densité superficielle σ et la charge électrique totale prises par la sphère S portée au potentiel V.

2° Un petit disque métallique de rayon r, de masse m, et d'épaisseur négligeable, est appliqué sur le point le plus haut de la sphère. Calculer le potentiel V lorsque ce disque se soulève.

A.N : $R=50\text{cm}$; $r=1\text{cm}$; $m=0,1\text{g}$; $g=9,81\text{m.s}^{-2}$.

3° La sphère est portée au potentiel $U=5,1 \cdot 10^5 \text{ V}$. Montrer que le disque se soulève.
Montrer qu'il a une position d'équilibre à une certaine distance z ($z > R$) du centre de S. Calculer z ; Cet équilibre est-il stable ?

4° Le disque est maintenu dans la position précédente. Calculer les densités superficielles et les charges portées par les 2 faces du disque. On supposera que la densité est uniforme sur chaque face (on calculera le champ au centre géométrique du disque et on remarquera qu'il constitue un conducteur en équilibre).

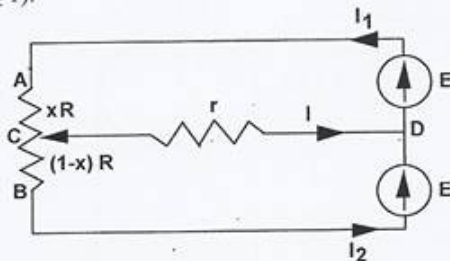
5° Calculer, dans les conditions précédentes, le champ au voisinage de chacune des 2 faces du disque ; le résultat est-il en accord avec le théorème de Coulomb ?

6° Calculer le potentiel du disque. On rappelle que le potentiel créé par une distribution uniforme de densité σ sur un disque de rayon r est au voisinage du centre $\frac{\sigma \cdot r}{2 \cdot \epsilon_0}$.

Note : On supposera que la présence du disque ne perturbe pas l'état électrique de la sphère S.

B. ÉLECTRODYNAMIQUE

On considère le montage représenté ci-dessous, les 2 générateurs ont la même f.e.m E et une résistance interne négligeable. Une résistance fixe r est intercalée entre C et D. Un curseur C, mobile sur le conducteur AB de résistance totale R, délimite une fraction xR de la résistance R entre les points A et C ($0 \leq x \leq 1$).



1° Calculer en fonction de E, r, R et x :

1.1 La valeur du courant I circulant dans la résistance r à l'aide du théorème de Thevenin.

1.2 Les intensités des courants I_1 et I_2 .

2° Pour quelle valeur de x , exprimée en fonction de r et de R :

2.1 L'intensité I_1 est-elle minimale ?

2.2 L'intensité I_2 est-elle minimale ?

3° On donne $E = 15 \text{ V}$; $r = 2 \Omega$ et $R = 5 \Omega$.

3.1 Tracer les courbes $I_1(x)$ et $I_2(x)$ sur un même graphe.

3.2 Calculer la puissance dissipée dans la branche AC et celle dissipée dans la branche CB lorsque I_1 est minimale.

3.3 Calculer le rapport de ces deux puissances.

C. ÉLECTROMAGNÉTISME

On considère un condensateur plan dont les armatures sont des disques de rayon R . L'écartement des armatures est d . On suppose que la charge du condensateur est une fonction du temps $Q = Q(t)$.

1° W_e désignant l'énergie du condensateur calculer $\frac{dW_e}{dt}$.

2° La variation de $Q(t)$ produit un champ $\vec{E}(t)$ qui induit un champ $\vec{B}(t)$.

2.1 Calculer le champ $\vec{E}(t)$ en tout point.

2.2 Calculer le champ $\vec{B}(t)$ en tout point.

2.3 Calculer le produit vectoriel : $\vec{P} = \frac{1}{\mu_0} (\vec{E} \times \vec{B})$.

2.4 Calculer le flux de ce vecteur à travers la surface délimitant le condensateur.

2.5 Comparer ce flux à $\frac{dW_e}{dt}$.

Note : On néglige les effets de bord.

