

Sujets proposés aux concurrents de la XIII^e Olympiade Internationale de Physique de Malente (RFA)

REMARQUES PRELIMINAIRES CONCERNANT TOUS LES ENONCES DE PROBLEMES

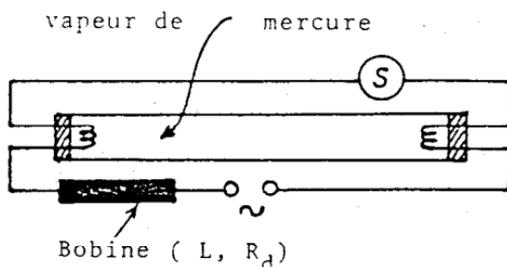
a) Dans la mesure où vous introduisez une grandeur physique non mentionnée dans l'énoncé d'un problème, vous devez définir la nouvelle grandeur introduite et en expliquer le rapport avec le problème.

N'employez aucune lettre ou abréviation dont la signification doit être devinée.

b) Veiller à une précision judicieuse lors de l'indication de résultats numériques.

1^{er} problème : LE TUBE LUMINESCENT.

Il s'agit d'un tube lumineux monté dans le circuit représenté ci-après ; la fréquence de la tension sinusoïdale appliquée étant de 50 Hz.



Les mesures ont donné :

Tension efficace totale (tension secteur) : $U = 228,5 \text{ V}$.

Intensité efficace du courant : $I = 0,600 \text{ A}$.

Tension efficace aux bornes du tube lumineux en fonctionnement : $U' = 84,0 \text{ V}$.

Résistance ohmique de la bobine additionnelle :
 $R_d = 26,3 \text{ ohms}$.

Pour le calcul, le tube lumineux en lui-même peut être considéré comme résistance ohmique.

- a) Quelle est l'inductance L de la bobine additionnelle ?
 b) Quel est le déphasage entre la tension et l'intensité du courant ?
 c) Quelle est la puissance active P_w consommée dans le circuit ?
 d) Outre la limitation du courant, la bobine additionnelle remplit une autre fonction importante. Nommer et indiquer cette fonction.

Remarque :

L'électrode d'amorçage — s — comprend un contact qui se ferme rapidement après mise sous tension du tube lumineux, s'ouvre à nouveau et reste ouvert.

e) Faites un graphique de l'évolution dans le temps de l'intensité de la lumière émise par le tube, l'axe des temps aura une échelle graduée que l'on choisira.

f) Pourquoi le tube doit-il être uniquement amorcé une fois bien que la tension sinusoïdale appliquée passe par zéro périodiquement ?

g) Pour ce qui est des tubes lumineux du type décrit ici, un condensateur d'environ $4,7 \mu\text{F}$ peut être monté en série avec la bobine additionnelle, selon les indications fournies par le fabricant. Quelle en est la conséquence sur le fonctionnement du tube et à quelle fin cette possibilité est-elle prévue ?

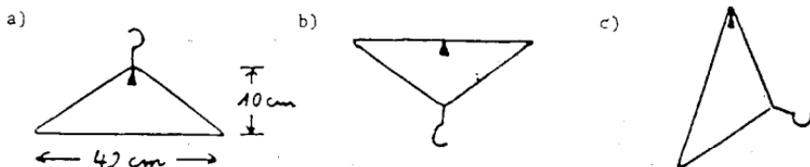
h) Observer la partie avec et la partie sans enduit du tube de démonstration exposé, à l'aide du spectroscopie fourni. Expliquer la différence entre les deux spectres.

Vous pouvez vous rapprocher du tube lumineux.

Vous pouvez conserver le spectroscopie en souvenir.

2^e problème : CINTRE OSCILLANT.

Soit un cintre en fil de fer oscillant à faible amplitude dans le plan de figure autour des positions d'équilibre indiquées. Dans les positions d'équilibre a) et b), le grand côté est horizontal. Les deux autres côtés sont de même longueur. Dans les trois cas,



il en résulte la même période d'oscillation. Où se trouve le centre de gravité et quelle est la durée de la période d'oscillation ?

Outre les dimensions, aucune autre donnée ne peut être tirée du croquis. La répartition des masses du cintre n'est pas connue dans le détail.

3^e problème : MONTGOLFIÈRE.

Soit une montgolfière (ouverte vers le bas) de volume constant $V_B = 1,10 \text{ m}^3$. La masse de l'enveloppe dont le volume peut être négligé par rapport à V_B vaut $m_H = 0,187 \text{ kg}$.

L'air ambiant étant à la température $\theta_3 = 20,0^\circ\text{C}$ sous la pression atmosphérique normale $P_0 = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ou Pascals. Dans ces conditions, la masse volumique de l'air est $\theta_1 = 1,20 \text{ kg/m}^3$.

Question a) :

Quelle température θ_2 doit avoir l'air réchauffé à l'intérieur de la montgolfière pour que cette montgolfière puisse être en équilibre dans l'air ?

Question, b) :

Dans la montgolfière tout d'abord retenue, l'air intérieur est amené à une température constante $\theta_3 = 110^\circ\text{C}$.

La montgolfière est amarrée à une corde. Calculer la force qui s'exerce sur la corde.

Question c) :

On suppose, maintenant, que la montgolfière est fermée dans le bas.

La température de l'air intérieur reste $\theta_3 = 110^\circ\text{C}$ (la masse volumique de l'air intérieur reste constant), l'atmosphère est à la température de $20,0^\circ\text{C}$, la pression au bas de la montgolfière est $P_0 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pascals}$.

Dans ces conditions, quelle est la hauteur h atteinte par la montgolfière ?

Question d) :

Supposons que la montgolfière (fermée, question c du problème) soit écartée de sa position d'équilibre d'une hauteur Δh égale 10 m puis à nouveau relâchée. Discuter de manière *qualitative* le mouvement qui en résulte.

Remarque sur les deux problèmes.

Décrivez votre méthode expérimentale. Le correcteur de votre compte rendu doit pouvoir suivre votre raisonnement et connaître les différentes étapes de vos progressions expérimentales. On ne fera pas de calculs d'erreur.

4^e problème : ETUDE D'UNE LENTILLE.

Nous fournissons une lentille biconvexe symétrique, un miroir plan, de l'eau, une règle graduée ainsi qu'un crayon et un support

avec noix coulissante. Seuls, ces objets doivent être utilisés pour l'expérience.

1. Déterminez la distance focale de la lentille avec une tolérance maximale de $\pm 1\%$.

2. Déterminez l'indice de réfraction du verre, à partir duquel la lentille a été fabriquée.

L'indice de réfraction de l'eau est $n_w = 1,33$.

Pour la distance focale d'une lentille mince, plongée dans l'air, on a la relation suivante :

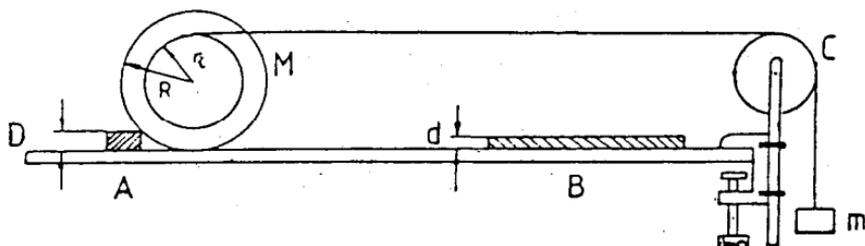
$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Ici, n représente l'indice de réfraction de la lentille et r_1 et r_2 sont les rayons de courbure des deux surfaces réfringentes. Pour une lentille symétrique biconvexe, $r_1 = -r_2 = r$. Pour une lentille symétrique biconcave, $r_1 = -r_2 = -r$.

5^e problème : MOUVEMENT D'UN CYLINDRE ROULANT (sans glissement sur un plan horizontal).

Le mouvement de roulement (sans glissement) d'un cylindre sur un plan horizontal peut être considéré comme composé d'un mouvement de rotation autour de son axe de symétrie et d'un mouvement de translation horizontale de son centre de gravité. Dans ce problème, seules l'accélération de translation et les forces la créant seront à déterminer.

Sur le cylindre de rayon R et de masse M , placé sur un plan horizontal, une force s'applique à une distance r_i ($i = 1, 2, \dots, 6$) de l'axe du cylindre (voir croquis).



Après avoir abandonné le cylindre à lui-même, ce cylindre prend une accélération constante.

Avant de commencer l'expérience, ajustez la plaque plane à l'horizontale (à l'aide de cales carton). Il suffit que la position horizontale soit réalisée avec une tolérance de ± 1 mm sur une longueur de 1 m ; ceci correspond à l'écartement entre deux repères du niveau d'eau.

a) Déterminez à partir d'expériences, les accélérations linéaires a_i de l'axe du cylindre pour les différentes valeurs de r_i ($i = 1 \dots 6$).

b) A partir des accélérations a_i et des valeurs numériques indiquées plus loin, calculez les forces de réaction horizontales \vec{F}_i au contact du cylindre et du plan horizontal.

c) Représentez graphiquement, les intensités des forces \vec{F}_i en fonction de r_i . Discutez le résultat.

d) Quelle serait la conséquence d'une position *non* horizontale de la plaque ?

e) Indiquez les différents autres réglages ; justifiez-les et précisez pourquoi ils s'avèrent nécessaires dans le cas du mouvement étudié ici.

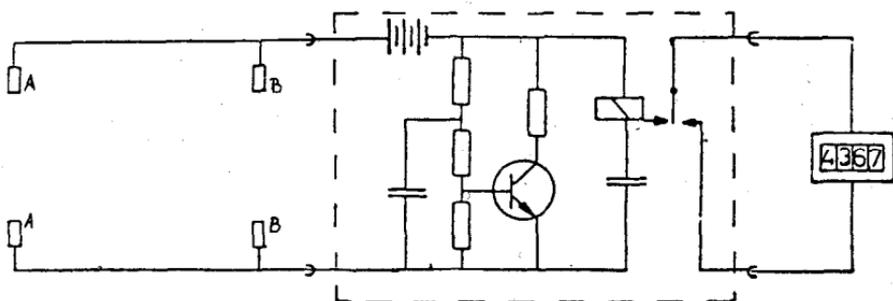
Les valeurs numériques suivantes sont données :

$R = 5,00$ cm	$r_1 = 0,75$ cm
$M = 3,275$ kg	$r_2 = 1,50$ cm
$m = 2 \times 50,0$ g	$r_3 = 2,25$ cm
$D = 1,50$ cm	$r_4 = 3,00$ cm
$d = 0,10$ mm	$r_5 = 3,75$ cm
	$r_6 = 4,50$ cm.

Pour les calculs théoriques, les masses des poulies C et les frottements de ces poulies sur leur axe peuvent être négligés.

Les fils sont accrochés dans les trous du cylindre, en faisant un nœud à leur extrémité. Introduisez les fils le plus profondément possible dans les trous. Pour ce faire, utilisez, si vous le jugez nécessaire, le trombone joint.

Les distances seront mesurées avec la règle graduée. Branchez le chronomètre comme indiqué sur le croquis ci-joint ; ce chronomètre se déclenche alors lorsque le contact s'ouvre sur les points A et il s'arrête lorsque le contact se ferme sur les points B, grâce à un boîtier électronique (ce que justifie le montage ci-après).



Le but du montage à transistor est de maintenir la position du relais après fermeture des contacts B, même si les contacts sont interrompus par la suite, pour quelques millisecondes, en raison de rebondissements du cylindre.

Commande du chronomètre :

1. Branchez le chronomètre : commutateur à gauche sur ON, commutateur à droite sur ADDITION.
2. Placez et maintenez le rouleau sur les contacts A.
3. Mettez le chronomètre à zéro ; enfoncez la touche rouge RESET.
4. Lâchez le rouleau ; le chronomètre se déclenche et s'arrête lorsque les contacts B ont été atteints. Notez la durée de l'expérience.
5. Pour répéter votre mesure, reprenez au point 2.



Photographie du dispositif expérimental et du matériel mis à la disposition de chaque concurrent.
