



Examen suisse de maturité, session d'été 2009

OS: Physique et application des mathématiques

Durée: 3 heures

NOM : Prénom : Groupe :

L'épreuve comporte **66** points pour le contenu et **4** points pour la qualité de la présentation, la lisibilité, la correction de la langue. Ecrire SVP tous les raisonnements et résultats sur ces feuilles. Merci et bonne chance.

Questions :	 / 20
Problème 1 :	 / 14
Problème 2 :	 / 14
Problème 3 :	 / 10
Problème 4 ou 5 :	 / 8
Présentation, lisibilité, correction de la langue	 / 4
Total :	 / 70

Correcteur 1 : Le

Correcteur 2 : Le

Première partie : QCM Une seule réponse correcte par question
--

Question 1 (2 points)

La solution particulière $f(x)$ de l'équation différentielle $y'' + 4y = 0$ telle que $f(0) = 0$ et $f(\pi/2) = -1$

- ☐ n'existe pas
- ☐ est la fonction f définie sur l'ensemble des nombres réels par $f(x) = \sin(2x)$
- ☐ est la fonction f définie sur l'ensemble des nombres réels par $f(x) = \cos(2x)$
- ☐ est la fonction f définie sur l'ensemble des nombres réels par $f(x) = \sin(2x) - \cos(2x)$
- ☐ aucune de réponses ci-dessus

Question 2 (2 points)

Un objet est lancé dans un fluide avec une vitesse initiale non nulle. Si la seule force qui agit sur lui est la force de frottement en écoulement turbulent, alors l'équation différentielle déterminant sa vitesse est, avec la constante k positive,

- ☐ $v' = k v^2$
- ☐ $v' = -k v^2$
- ☐ $v' = k + v^2$
- ☐ $v' = k - v^2$
- ☐ aucune des réponses ci-dessus

Question 3 (2 points)

Un objet est lâché dans un fluide et subit la force de pesanteur ainsi qu'une force de frottement. L'équation différentielle déterminant sa vitesse est $v' + 860 v + 10 = 0$. La fonction du temps t qui décrit la vitesse v de cet objet est, avec la constante réelle a ,

- ☐ $v(t) = a e^{-t/860} - 10/860$
- ☐ $v(t) = a e^{-t/860} + 10/860$
- ☐ $v(t) = a e^{-t/860} + 10 \times 860$
- ☐ $v(t) = a e^{-t} + 10$
- ☐ aucune des réponses ci-dessus

Question 4 (2 points)

On considère un oscillateur mécanique à ressort (constante de ressort k , masse m) et un pendule à fil (longueur l). Laquelle des affirmations suivantes est correcte ?

- ☐ Plus la constante de ressort est grande, plus la période de l'oscillateur mécanique est grande.
- ☐ Le pendule à fil a une fréquence d'oscillation plus grande sur la Lune que sur la Terre.
- ☐ L'oscillateur à ressort a une fréquence d'oscillation plus petite sur la Lune que sur la Terre.
- ☐ L'oscillation du pendule à fil est exactement harmonique.
- ☐ Les deux pendules ont en bonne approximation les mêmes périodes d'oscillation si $k \cdot l = m \cdot g$

Question 5 (2 points)

Deux sources ponctuelles qui oscillent à la même fréquence et en phase produisent des vaguelettes dans une cuve à ondes. Pour pouvoir observer des interférences destructives, il faut que la distance entre les deux sources soit :

- ☐ au moins une demi-longueur d'onde
- ☐ au moins une longueur d'onde
- ☐ un nombre impair de demi-longueurs d'onde (au moins 3)
- ☐ moins qu'une longueur d'onde

Question 6 (2 points)

Lorsque la lumière passe d'un milieu à un autre (avec un indice de réfraction différent), la/les grandeur(s) suivante(s) change(nt):

- ☐ la fréquence et la vitesse de propagation de la lumière
- ☐ la longueur d'onde et la vitesse de propagation de la lumière
- ☐ la fréquence et la longueur d'onde de la lumière
- ☐ la fréquence, la longueur d'onde et la vitesse de la lumière
- ☐ seulement la vitesse de la lumière

Question 7 (2 points)

Lorsque l'on perçoit des battements sonores, ils sont dus aux interférences de deux sources qui produisent des sons :

- ☐ d'amplitudes voisines
- ☐ d'amplitudes variables
- ☐ qui se propagent en sens opposés
- ☐ de fréquences proches

Question 8 (2 points)

La demi-vie d'une substance radioactive est de 4 jours.

Si on a au départ 10 grammes de cette substance radioactive, combien en restera-t-il après 12 jours ?

- ☐ 0,125 gramme.
- ☐ 0,625 gramme.
- ☐ 1,25 gramme.
- ☐ 2,5 grammes
- ☐ 4 grammes.

Question 9 (2 points)

La particule qui manque dans la réaction ci-contre est : ${}^2_1\text{D} + {}^{199}_{80}\text{Hg} \rightarrow {}^{197}_{79}\text{Au} + ?$

- ☐ un gamma
- ☐ un alpha
- ☐ un neutron
- ☐ un proton
- ☐ un électron

Question 10 (2 points)

L'énergie de liaison d'un noyau :

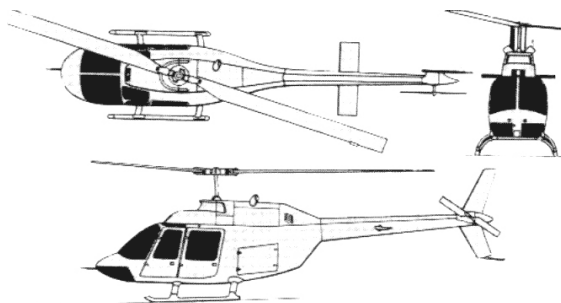
- ☐ dépend de la masse m du noyau
- ☐ dépend de l'inverse de la vitesse de la lumière
- ☐ est maximum pour l'uranium, ce qui favorise la fission nucléaire
- ☐ est maximum pour l'hydrogène, ce qui favorise la fusion nucléaire
- ☐ se calcule grâce au défaut de masse du noyau.

Deuxième partie : PROBLEMES

Problème 1 (14 points)

Un hélicoptère a une masse de 2000 kg. Son rotor, que l'on peut assimiler à une barre cylindrique pleine de 100 kg et de 12 m de longueur, tourne à la fréquence de 400 tours par minute.

- a) Quel est le moment de force (couple) appliqué au rotor, lorsque celui-ci passe, au démarrage, de l'arrêt à 400 tours par minute en une minute.



- b) Que vaut la vitesse linéaire de translation maximale de l'hélicoptère pour que les extrémités des pales ne dépassent jamais 90 % de la vitesse du son dans l'air à 0°C.

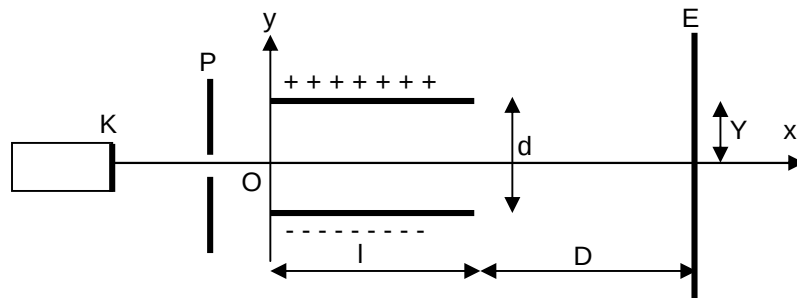
c) Quelle masse d'essence est nécessaire pour lancer le rotor, compte tenu d'un rendement du moteur de 30% ?

d) La distance entre l'axe du rotor de queue et l'axe du rotor principal est de 7 m. En vol stationnaire, le couple nécessaire à maintenir une vitesse constante au rotor est de 8800 Nm. Quelle est alors la force que doit appliquer l'hélice de queue ? Représenter schématiquement la situation.

Problème 2 (14 points)

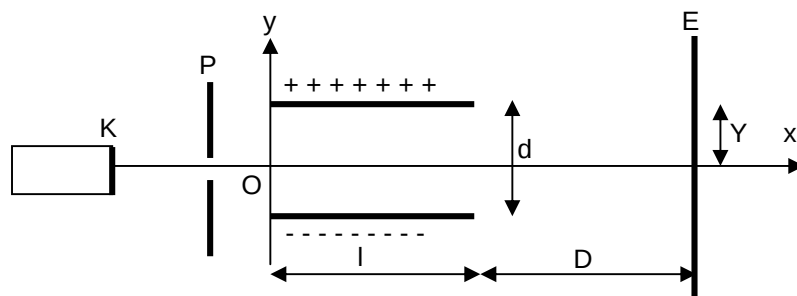
Dans un tube où l'on a fait le vide, un faisceau d'électrons, émis sans vitesse initiale par une cathode, est accéléré par une tension U_1 positive, appliquée entre une plaque P et la cathode K.

La plaque P est percée d'un trou et le faisceau entre ensuite suivant l'axe horizontal Ox avec la vitesse v entre les armatures de forme carrée d'un condensateur plan ; l'axe Ox est équidistant des armatures A et B. On donne la distance entre les armatures $d = 2.8 \text{ cm}$, la longueur des armatures $l = 10 \text{ cm}$, la distance du bord du condensateur à un écran fluorescent E $D = 30 \text{ cm}$, la tension entre les armatures $U = 100 \text{ V}$. Le poids d'un électron est négligé devant la force électrique.



- a) Calculer U_1 pour que la vitesse des électrons arrivant sur la plaque soit de $30'000 \text{ km/s}$. On négligera la variation de masse de l'électron en fonction de la vitesse.

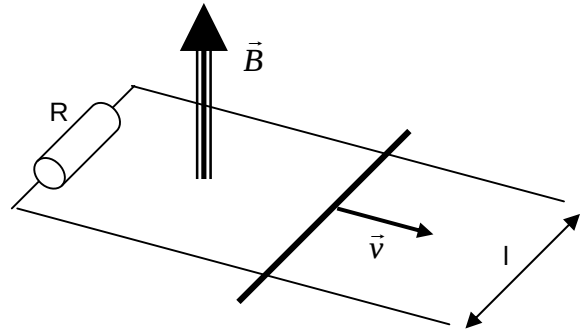
- b) Représenter la trajectoire du faisceau d'électrons



c) Calculer la déviation Y de l'électron sur l'écran.

Problème 3 (10 points)

Une tige se déplace à vitesse constante $v = 10 \text{ m/s}$ sur deux rails parallèles entre lesquels elle établit un contact électrique (cf. dessin). Les rails, distants de 0.5 m , sont situés dans un plan horizontal et reliés à l'une de leurs extrémités par une résistance R . En revanche les résistances propres des rails, de la tige et des contacts réalisés par la tige sont négligeables. Un champ magnétique vertical et uniforme de 0.2 T , baigne l'ensemble du dispositif.



- a) On observe un courant d'intensité constante égale à 0.05 A à travers la résistance R . Déterminer la valeur de R . Dessiner le sens du courant dans la résistance.

- b) Quelle est l'intensité de la force due au champ magnétique, qui s'exerce sur la tige? Représenter sa direction et son sens.

- c) Calculer le travail de la force lorsque la tige se déplace de 3 m .

- d) Quelle est l'énergie électrique dissipée dans la résistance R pendant le déplacement de la tige ?

- e) Y a-t-il une relation entre les valeurs obtenues sous lettre c) et d) ? Justifier la réponse

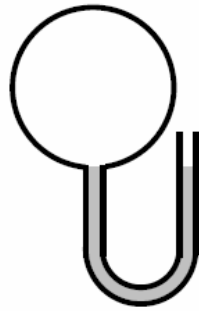
Troisième partie : PROBLEMES à CHOIX

Problème 4 à choix (8 points)

Une boule creuse en verre contient un volume $V_1 = 6.5 \text{ dm}^3$ d'oxygène à la température $\theta_1 = 25,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Du point le plus bas de la boule descend la branche de gauche d'un tube en U rempli de mercure. Ce tube en U possède une section constante $S = 8,3 \text{ cm}^2$.

Au début, le mercure est au même niveau dans les deux parties du tube en U. Ce niveau correspond aussi au bas de la boule. La pression extérieure est $p_{\text{atm}} = 995 \text{ mbar}$.

On réchauffe maintenant l'oxygène contenu dans la boule jusqu'au moment où le mercure est monté d'une hauteur $h = 6,0 \text{ mm}$ dans la branche de droite du tube en U. On assimilera l'oxygène enfermé à un gaz parfait.



a) Quelle est la température de l'air contenu dans la boule après l'échauffement ?

b) Quelle est la masse d'oxygène contenu dans la boule ?

Problème 5 à choix (8 points)

Un chauffe-eau porte les indications suivantes : 230 V – 500 W.

a) Que vaut sa résistance ?

b) On le branche à une source de tension de 230 V et on le trempe dans un calorimètre contenant 600 g d'eau et 400 g de glace en équilibre thermique. Combien faut-il de temps pour amener le contenu du calorimètre à la température de 50 °C, le rendement étant de 80% (on considère alors que la capacité thermique du calorimètre est négligeable).