

EXAMEN SUISSE DE MATURITE ETE 2008
OS: Physique et application des mathématiques

Durée: 3 heures

NOM : **PRENOM:** **Groupe:**

L'épreuve comporte **84** points pour le contenu et **6** points pour la qualité de la présentation, la lisibilité, la correction de la langue

Qcm :/ 20
Problème 1 :/ 26
Problème 2 :/ 18
Problème 3 **ou** 4 :/ 20

Présentation, lisibilité, correction de la langue :/ 6

Total :/ 90

Le

Correcteur 1 :

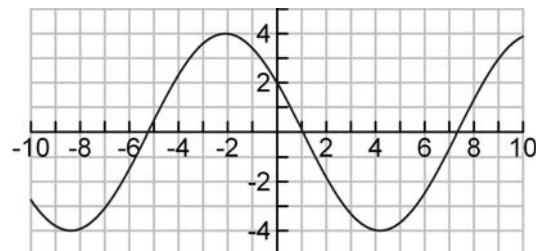
Le

Correcteur 2 :

Première partie : qcm (20 points) Cocher chaque fois la seule réponse correcte

1. Le graphique ci-contre représente la fonction :

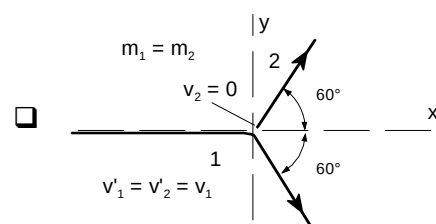
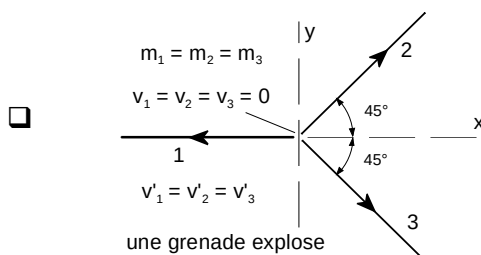
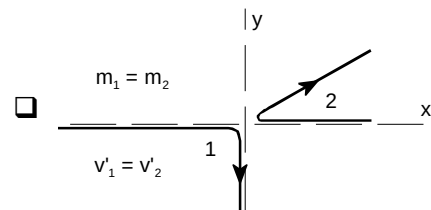
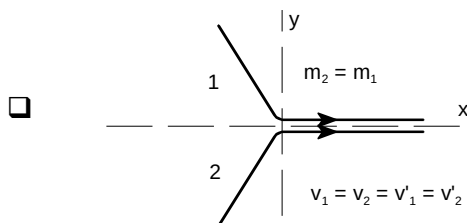
- ☐ $y = 4 \cdot \sin\left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{6}\right)$
- ☐ $y = -4 \cdot \sin\left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{6}\right)$
- ☐ $y = -4 \cdot \sin\left(\frac{x}{2} - \frac{\pi}{6}\right)$
- ☐ $y = 4 \cdot \sin\left(2 \cdot x + \frac{\pi}{6}\right)$



2. Une corde tendue avec une tension (=force) F_0 produit lorsqu'elle vibre (mode fondamental) une onde de fréquence ν_0 . Si l'on désire doubler la fréquence fondamentale produite, il faut :

- ☐ doubler la tension
- ☐ quadrupler la tension
- ☐ multiplier la tension par $\sqrt{2}$
- ☐ diviser la tension par deux

3. 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
4. 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 vaille :
- ☐ 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
5. Parmi ces quatre situations qui correspondent à l'interaction de 2 ou 3 particules (masses m_1 , m_2 et m_3 toujours égales, vitesses v_1 , v_2 et v_3 avant l'interaction, v'_1 , v'_2 et v'_3 après l'interaction), cocher celle qui représente une situation où les particules constituent un système isolé.



6. A la fin de son programme libre, une patineuse enclenche une pirouette, puis regroupe toute sa masse le plus près possible de l'axe (vertical) de rotation, ce qui a pour effet d'augmenter considérablement sa vitesse de rotation.

Les grandeurs conservées au cours de ce regroupement de masse sont :

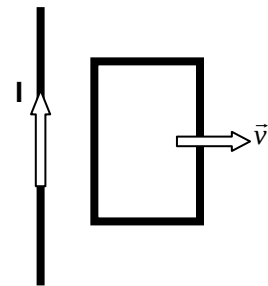
- ☐ la quantité de mouvement et l'énergie cinétique de rotation
- ☐ le moment cinétique
- ☐ le moment d'inertie et l'énergie cinétique de rotation
- ☐ l'énergie cinétique de rotation et le moment cinétique

7. Lorsque la température d'un gaz (considéré comme parfait) passe de 20°C à 80°C :
- ☐ la température du gaz quadruple
 - ☐ la vitesse moyenne des molécules qui le constituent augmente de 11%
 - ☐ la vitesse moyenne des molécules qui le constituent augmente de 20%
 - ☐ la vitesse moyenne des molécules qui le constituent augmente de 44%
8. Un échantillon contient un gramme d'un élément radioactif dont la demi-vie est de 7,5 jours. Un mois plus tard, il reste de cet élément radioactif :

- ☐ 0,0625 gramme
- ☐ 0,125 gramme
- ☐ 0,133 gramme
- ☐ 0,250 gramme

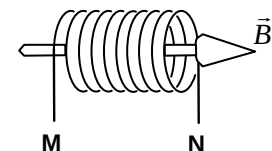
9. Placé à côté d'une spire conductrice rectangulaire, un fil conducteur (rectiligne, "infini", et qui se trouve dans le plan de la spire) est parcouru par un courant constant I . Lorsque l'on éloigne à vitesse constante la spire comme le suggère le croquis, on peut déceler dans la spire :

- ☐ un courant induit constant dans le sens horaire
- ☐ un courant induit constant dans le sens anti-horaire
- ☐ un courant induit décroissant
- ☐ aucun courant induit



10. Une bobine de cuivre est plongée dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme extérieur, parallèle à son axe. A partir du temps $t = 0$, ce champ commence à décroître linéairement au cours du temps. Durant cette décroissance, on observe aux bornes de la bobine :

- ☐ une tension constante, borne M + et borne N -
- ☐ une tension constante, borne M - et borne N +
- ☐ une tension qui décroît linéairement
- ☐ une tension qui croît linéairement



Deuxième partie : problèmes (64 points)

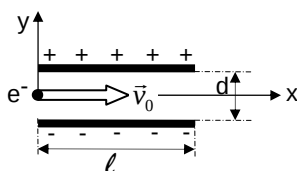
Problème 1 (26 points)

Obligatoire

Electromagnétisme

Dans tout ce problème, on négligera l'influence de la pesanteur terrestre

Note : Les questions 1.2 1.3 et 1.4 peuvent être traitées indépendamment les unes des autres.



- 1.1** Deux plaques métalliques parallèles à l'axe x , longues de $\ell = 4,5 \text{ cm}$ et distantes de $d = 1,5 \text{ cm}$, sont soumises à une tension $U = 20 \text{ V}$.

On peut considérer ces plaques comme "proches" l'une de l'autre.

- 1.1.1** Calculer le champ électrique E qui règne entre ces plaques.

- 1.2** Un électron animé d'une vitesse de $\vec{v}_0 = \langle 6000; 0 \rangle \frac{\text{km}}{\text{s}}$ pénètre entre les plaques.

- 1.2.1** Calculer le temps que met l'électron pour passer entre les plaques.

- 1.2.2** Calculer la force que le champ $\vec{E}$ exerce sur l'électron.

N.B. : En cas de non-réponse en 1.1.1, prendre pour E la valeur $E = 1500 \text{ V/m}$ pour toute la suite du problème (1.2, 1.3 et 1.4).

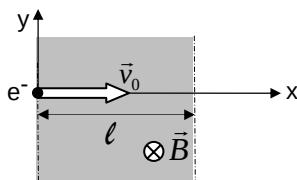
Dessiner (échelle quelconque) cette force au début, au milieu et à la fin du passage de l'électron entre les plaques.

- 1.2.3** Calculer l'accélération que subit l'électron.

- 1.2.4** Calculer les composantes $\langle v_x; v_y \rangle$ de la vitesse de l'électron à la sortie des plaques.

- 1.2.5** Calculer la position (y_1) par rapport à l'axe x que l'électron occupe à sa sortie des plaques.

- 1.3**



Un électron animé d'une vitesse de $\vec{v}_0 = \langle 6000; 0 \rangle \frac{\text{km}}{\text{s}}$ pénètre

dans une zone où règne un champ magnétique uniforme $B = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ T}$, horizontal, perpendiculaire à $\vec{v}$. (Sur le dessin ci-contre, $\vec{B}$ plonge dans la page).

Selon x , la zone où règne $\vec{B}$ mesure $4,5 \text{ cm}$.

- 1.3.1** Calculer la force que le champ $\vec{B}$ exerce sur l'électron.

Dessiner (échelle quelconque) cette force au début, au milieu et à la fin du passage dans la zone où règne $\vec{B}$.

- 1.3.2** Calculer le rayon de courbure de la trajectoire de l'électron.

- 1.3.3** Calculer la position (y_2) par rapport à l'axe x que l'électron occupe à sa sortie de la zone où règne $\vec{B}$.

- 1.3.4** Calculer les composantes $\langle v_x; v_y \rangle$ de la vitesse de l'électron à la sortie de la zone où règne $\vec{B}$.

- 1.4** Un électron animé d'une vitesse de $\vec{v}_0 = \langle 6000; 0 \rangle \frac{\text{km}}{\text{s}}$ pénètre dans une zone où règnent à la

fois le champ électrique $\vec{E}$ de 1.1.1 et un champ magnétique $\vec{B}$, tous deux uniformes, orientés comme ceux des questions 1.2 et 1.3.

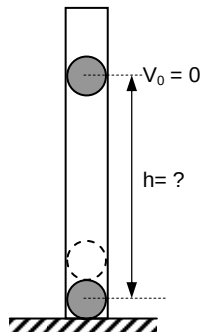
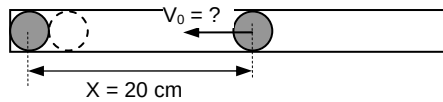
- 1.4.1** Quelle valeur faut-il donner à B pour que l'électron ne soit pas dévié ?

Problème 2 (18 points)

Obligatoire

**Propriétés de l'espace &
lois de conservation**

Note : Les questions 2.1 et 2.2 peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.



2.1 Une petite boule de masse $m = 0,1$ gramme et de 1 cm de diamètre porte une charge $q_1 = +1 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. Elle glisse librement dans un tube horizontal et se dirige vers une autre boule, identique, chargée de $q_2 = +4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, placée au fond du tube.

2.1.1 Lorsqu'elle se trouve à 20 cm du fond du tube, quelle doit être la vitesse de la première boule pour qu'elle parvienne de justesse au contact de la 2^e boule (position dessinée en traitillés) ?

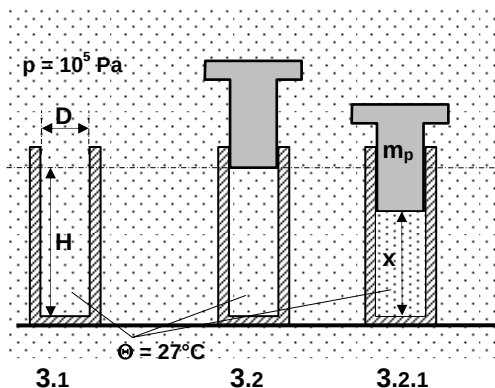
2.2 On envisage maintenant le même tube, contenant les mêmes boules, mais il est disposé verticalement. On prendra $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

2.2.1 De quelle hauteur (h) faut-il lâcher la première boule pour qu'elle parvienne de justesse au contact de la deuxième ?

Problème 3 (20 points) **A choix avec le problème N° 4**

**Modèles
statistiques**

3.1



Un cylindre vertical de 12 cm de diamètre intérieur est ouvert dans un local où la température est de 27°C et la pression de l'air atmosphérique vaut 10^5 Pa .

On admet que la compression est isotherme.

On prendra $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Rappel : la masse molaire de l'air vaut $28,8 \text{ g/mole}$.

3.1.1 Quelle quantité (masse et nombre de moles) d'air le cylindre contient-il sur une hauteur (H) de 50 cm ?

3.2 On ferme le cylindre avec un piston de masse $m_p = 80 \text{ kg}$ qui peut coulisser librement dans le cylindre tout en assurant une étanchéité parfaite (!...), puis on lâche progressivement le piston.

3.2.1 Calculer la pression p' qui règne alors dans le gaz enfermé sous le piston.

3.2.2 Calculer la hauteur x à laquelle le piston se stabilise.

N.B. : En cas de non-réponse en **3.2.1**, prendre pour p' la valeur $p' = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ pour toute la suite du problème (**3.2** et **3.3**).

3.3 On chauffe maintenant le cylindre et l'air qu'il contient : le piston remonte.

3.3.1 Calculer la température de l'air dans le cylindre lorsque le piston est revenu à la hauteur H.

3.3.2 Calculer le travail effectué par le gaz lors de la remontée du piston.

3.3.3 Calculer l'énergie totale qu'il a fallu fournir à l'air pour faire remonter le piston.

Problème 4 (20 points) **A choix avec le problème N° 3**

**Modèles
statistiques**

4.1 On considère un échantillon contenant N_0 noyaux d'argent 108 (radioactif) à l'instant $t = 0$. $N(t)$ est le nombre de noyaux d'argent 108 restant à l'instant t dans l'échantillon.

4.1.1 Donner l'expression algébrique de $N(t)$ en fonction de N_0 , t et λ (λ = constante radioactive de l'argent 108).

4.1.2 Etablir la relation existant entre λ et le temps de demi-vie $t_{1/2}$ de cet isotope.

4.2 On détermine l'activité en mesurant (en valeur absolue) le nombre $|\Delta N|$ de désintégrations qui se produisent pendant une durée Δt supposée petite devant le temps de demi-vie $t_{1/2}$.

4.2.1 Exprimer $\ln(|\Delta N|)$ en fonction de Δt , N_0 , $t_{1/2}$ et λ .

4.3 On se propose de déterminer expérimentalement la période de l'isotope 108 de l'argent. On mesure pour cela le nombre $|\Delta N|$ de désintégrations de tous types qui se produisent durant $\Delta t = 0,5 \text{ s}$. Cette mesure se répète toutes les 40 secondes; les résultats sont relevés dans le tableau ci-après.

t(s)	20	60	100	140	180	220
$ \Delta N $	542	462	390	327	273	230
$\ln(\Delta N)$						

4.3.1 Après avoir calculé les valeurs manquantes dans le tableau, reporter les couples $\langle t; \ln(|\Delta N|) \rangle$ sur le graphe proposé ci-dessous et relier intelligemment les points.

4.3.2 Utiliser le graphique construit pour déterminer successivement les valeurs de λ , $t_{1/2}$ et N_0 .

