

EXAMEN SUISSE DE MATURITE HIVER 2009

OS: Physique et application des mathématiques

Durée: 3 heures

NOM : **Prénom :** **Groupe :**

L'épreuve comporte **68** 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 :	/ 16	
Problème 2 :	/ 16	
Problème 3 ou 4 :	/ 16	
Présentation, lisibilité, correction de la langue :	/ 4	
Total :	/ 72	Correcteur 1 : Le
		Correcteur 2 : Le

Première partie : QUESTIONS

Question 1 (4 points)

On considère la période T_1 d'un pendule mathématique constitué d'un fil de longueur L et d'une masse suspendue M , et la période d'oscillation T_2 d'une masse M , suspendue à un ressort de raideur k . Dans les deux cas, les frottements sont négligeables.

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ?

Il vous est demandé de justifier chaque réponse donnée.

T_1 est la même qu'on la mesure aux pôles ou à l'équateur. VRAI FAUX

T_2 est la même qu'on la mesure aux pôles ou à l'équateur. VRAI FAUX

La fréquence du pendule mathématique est diminuée de moitié si on remplace le fil par un autre de longueur $2L$. VRAI FAUX

Soit f_2 la fréquence d'oscillation de la masse M suspendue au ressort. Si on remplace M par une masse $2M$, la nouvelle fréquence d'oscillation est divisée par $\sqrt{2}$. VRAI FAUX

Question 2 (2 points)

Une boule pleine A, une boule creuse B et un cylindre C partent en même temps, à vitesse nulle au sommet d'un plan incliné d'angle α . Les 3 corps ont les mêmes masses et les mêmes rayons. Ils arrivent en bas du plan incliné dans l'ordre suivant :

- A. En même temps
- B. A B C
- C. A C B
- D. B A C
- E. B C A
- F. C A B
- G. C B A

Question 3 (4 points)

On veut remplacer le Système International d'Unités par un autre système, dans lequel les unités fondamentales seraient le mètre, le kilogramme, la seconde et la valeur absolue de la charge de l'électron e . Remplir le tableau ci-dessous avec les exposants des kg ; m ; s ; e selon le modèle de la charge $e = e^1$ donc exposant 1 dans la colonne e et 0 dans les autres colonnes :

GRANDEUR	NOM	UNITÉ	Kg	M	S	e
charge	E	électron [e]	0	0	0	1
Intensité	I	ampères [A]				
tension	U	volt [V]				
Capacité du cond.	C	farad [F]				
champ d'induction	B	tesla [T]				

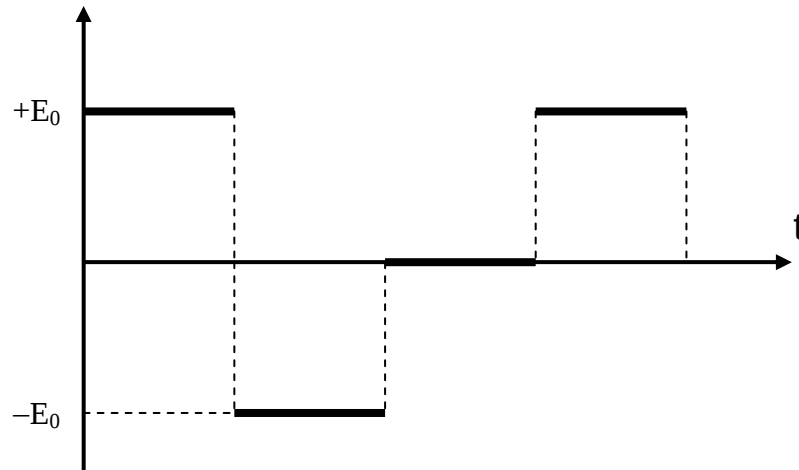
Question 4 (2 points)

On veut dater les restes d'un arbre grâce à la méthode du carbone 14 et l'on trouve 9500 ans. La proportion de carbone 14 est de :

- A. 9,1 %
- B. 19,1 %
- C. 31,7 %
- D. 41,9 %
- E. 65,8 %

Question 5 (4 points)

Une particule chargée positivement est immobile en $t = 0$ [s] dans un champ électrique de direction constante, dont l'évolution temporelle est représentée par le schéma ci-dessous.

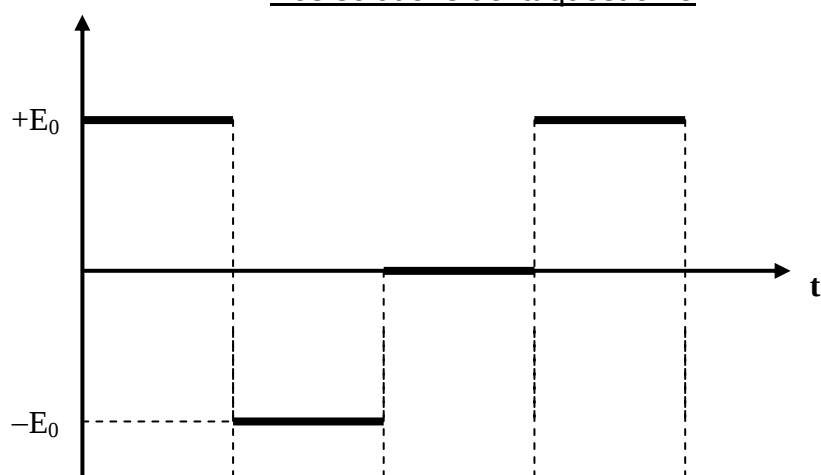


Le changement de signe signifie un changement de sens. Les intervalles de temps sont les mêmes.

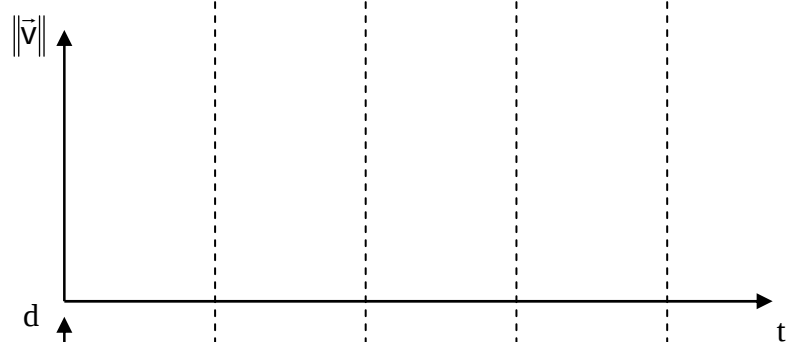
Pour répondre à cette question,
utilisez exclusivement la page suivante de cet énoncé prévue à cet effet (page 4).

- a) Esquisser, à la page suivante, deux schémas cohérents, le premier donnant l'évolution de la norme de la vitesse en fonction du temps et le second donnant la distance parcourue en fonction du temps.
- b) On donnera, à la page suivante, de plus un schéma cohérent donnant l'évolution de la norme de la vitesse en fonction du temps si la particule a une vitesse initiale de même sens que $\vec{E}$.
- c) Mêmes questions que a) et b), si l'on remplace le champ électrique par un champ magnétique.

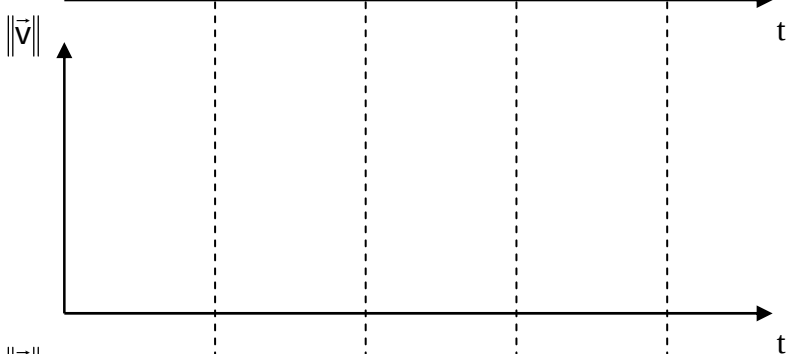
Vos solutions de la question 5



a)



b)



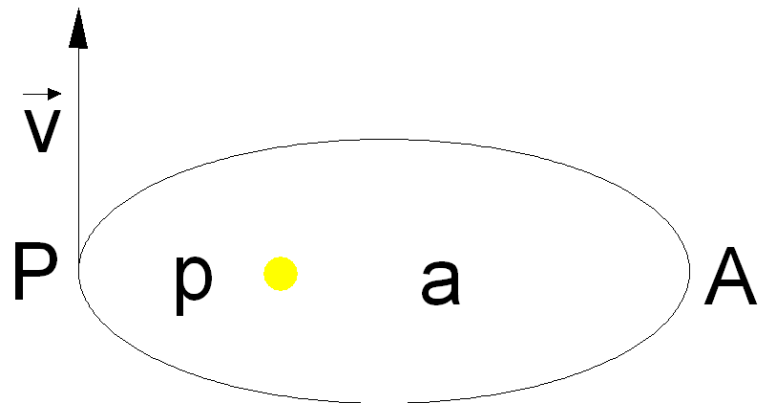
c)



Question 6 (4 points)

Une planète de masse m parcourt une orbite elliptique autour d'un astre de masse M . La distance la plus courte entre la planète et l'astre est de $p = 1,5 \text{ UA}$ et la plus longue est $a = 2p = 3 \text{ UA}$.

- a) Démontrer la loi de Kepler des aires.



- b) Déterminer les vitesses maximale et minimale de la planète.

PROBLEMES

1. Oscillations et ondes (16 points)

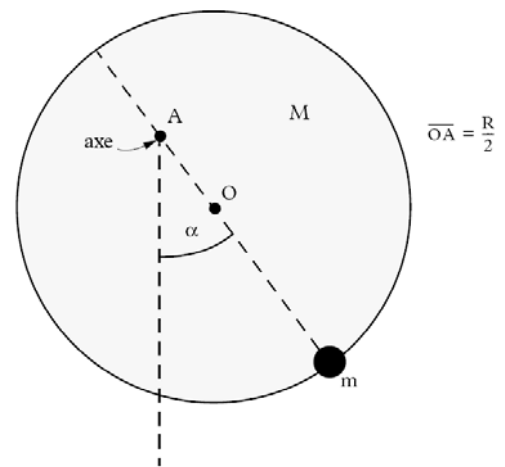
Une bille de masse m est fixée sur le bord d'un disque de masse M et de rayon R .

Le disque peut tourner librement autour d'un axe horizontal passant par A .

On écarte le disque d'un petit angle α de sa position d'équilibre, puis on le lâche.

Par la suite, on peut considérer la bille comme ponctuelle.

- a) Ecrire l'équation différentielle du système en partant de cette position.



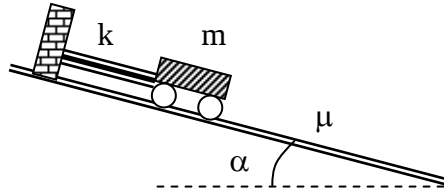
- b) Déterminer à quelle vitesse la bille va repasser par la verticale de A .

- c) Combien de temps s'écoule entre le départ et le premier passage de la bille à la verticale de A ?

2. Lois de conservation (16 points)

Un wagonnet de masse $m = 600 \text{ g}$ est lié à un ressort de rigidité $k = 5,6 \text{ N/m}$, attaché au haut d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 40^\circ$ par rapport à l'horizontale.

Lorsqu'on lâche le wagonnet, le ressort est complètement détendu, ne subissant aucune contrainte.



Le contact entre le wagonnet et la surface est caractérisé par le coefficient de frottement $\mu = 0,3$. On considère qu'il n'y a pas d'autres frottements.

- Calculer la distance parcourue par le wagonnet lorsqu'il se trouve au point le plus bas de sa trajectoire.
- A quel endroit de sa trajectoire atteint-il sa vitesse maximale ? Justifier.
Calculer cette vitesse.

3. Electromagnétisme (à choix avec le problème 4, 16 points)

Une spire de cuivre, fermée sur elle-même, est constituée de deux côtés (KL et MN) en forme d'arcs de cercles et de deux côtés radiaux (LM et NK, longueur $d = R_2 - R_1$)

Les arcs KL et MN couvrent un secteur angulaire de 15° . La résistance de la spire vaut R .

La spire est fixée sur une tige isolante et tourne à la vitesse angulaire constante ω dans un plan horizontal.

Sur un secteur de 30° , la spire passe à l'intérieur d'un champ d'induction magnétique homogène et vertical.

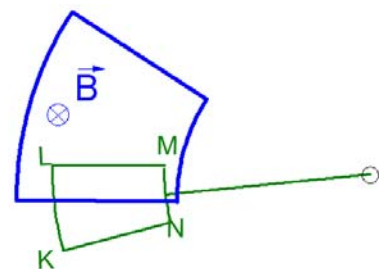
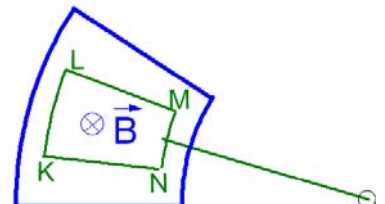
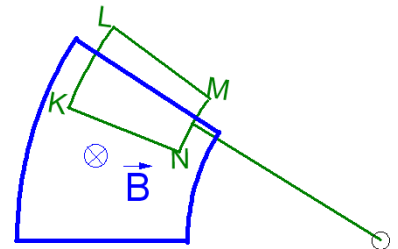
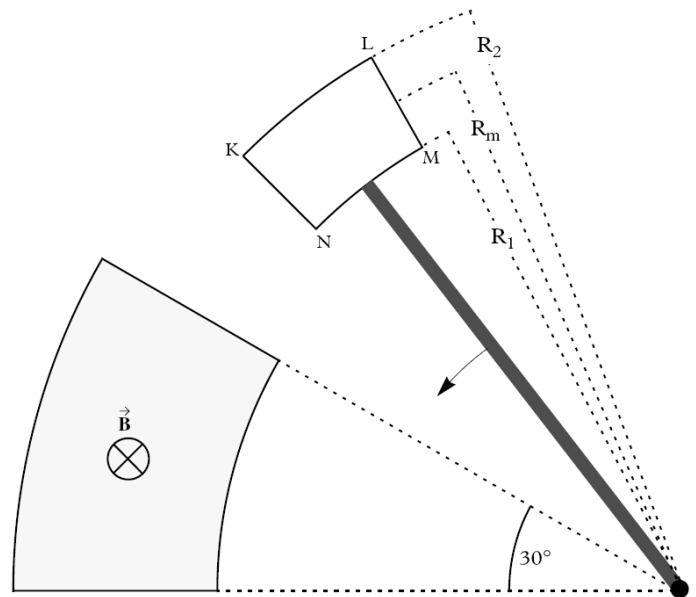
a) Compléter les 3 dessins ci-dessous avec le sens du courant induit dans la spire et les forces subies par les différents côtés KL ; LM ; MN et NK de la spire :

a₁) la spire est en train de pénétrer dans le champ B.

a₂) la spire est complètement immergée dans le champ B.

a₃) la spire est en train de sortir du champ B.

b) Etablir l'expression de la valeur absolue du courant induit en fonction du rayon moyen R_m . Tenir compte des 3 cas a₁ à a₃.

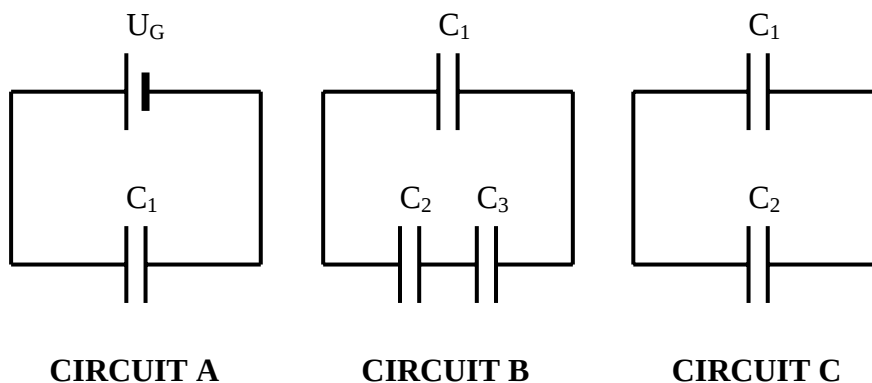


4. Electromagnétisme (à choix avec le problème 3, 16 points)

Un condensateur plan de capacité $C_1 = 1,5 \mu\text{F}$ est relié aux bornes d'un générateur de tension continue $U_G = 50 \text{ V}$ (cf. figure ci-dessous - circuit A).

Une fois chargé, on le déconnecte du générateur et on le relie, comme indiqué sur la figure (circuit B), aux condensateurs de capacités respectives $C_2 = 2,5 \mu\text{F}$ et $C_3 = 6 \mu\text{F}$ initialement déchargés.

Pendant le transfert de C_1 du circuit A au circuit B, les bornes du condensateur sont restées parfaitement isolées de tout contact avec des conducteurs extérieurs.



a) Calculer la charge portée par chaque condensateur dans le circuit B.

b) Comment évolue l'énergie du circuit lors du passage du circuit A au circuit B ?
Expliquer cette évolution.

On supprime, dans le circuit B, le condensateur C_3 (cf. figure ci-dessous - circuit C).

Lors du retrait de C_3 du circuit C (supposé instantané), les bornes des condensateurs sont restées parfaitement isolées de tout contact avec des conducteurs extérieurs.

c) Calculer la charge portée par les deux condensateurs du circuit C.