

DEVOIR PERSONNALISE DU 16 SEPTEMBRE 2013

Force de gravitation et champ de gravitation

1) Etude d' texte scientifique

La pomme de NEWTON

Le physicien BIOT (1774-1862) rapporte dans « Mélanges scientifiques et littéraires » l'anecdote suivante au sujet de NEWTON.

« ainsi un jour sous un pommier que l'on montre encore, une pomme tomba devant lui, et ce hasard réveillant peut-être dans son esprit les idées de mouvements accélérés et uniformes dont il venait de faire usage dans sa méthode de fluxions (calcul infinitésimal), il se mit à réfléchir sur la nature de ce singulier pouvoir qui sollicite les corps vers le centre de la Terre, qui les y précipite avec une vitesse continuellement accéléré et qui s'exerce encore sans éprouver aucun affaiblissement appréciable sur les plus hautes tours et au sommet des montagnes les plus élevées. Aussitôt, une nouvelle idée s'offrit à son esprit, comme un trait de lumière »

- a) Quel est le phénomène physique « qui sollicite les corps vers le centre de la Terre, qui les y précipite..... » ? 0,5pt
- b) « Ce pouvoir..... s'exerce encore sans éprouver aucun affaiblissement appréciable sur les plus hautes tours et au sommet des montagnes les plus élevées. » cette affirmation est-elle toujours vraie ? Si non, préciser l'approximation correspondante. 0,75pt

2) Force de gravitation

- a) Enoncer la loi de gravitation universelle. 0,5pt
- b) Ecrire l'expression de la force exercée par un corps ponctuel A, de masse m_A , sur un corps ponctuel B, de masse m_B , situé à une distance d l'une de l'autre puis représenter cette force sur un schéma. On choisira un vecteur unitaire \vec{u} colinéaire à \overline{AB} et de même sens. 0,75pt

3) Champ de gravitation

- a) Quelles distinctions faites-vous entre force de gravitation et champ de gravitation ? 0,5pt
- b) Qu'est-ce qu'un corps à symétrie sphérique de masse ? Donner l'allure des de champ de gravitation d'un tel corps. 1pt
- c) Donner la relation entre les valeurs g_0 du champ de gravitation au niveau du sol terrestre, G la constante de gravitation universelle, M_T la masse de la Terre et R_T le rayon terrestre. Calculer la masse M_T de Terre connaissant g_0 et R_T . 1,5pt
- d) Déterminer l'altitude h pour laquelle la variation relative $\frac{g_0 - g(h)}{g_0}$ du champ de gravitation est égale à 1% 1,5pt
- e) g_0 varie à la surface de la Terre. Donner deux causes de cette variation. Citer une application de la mesure de cette variation ? 0,75pt

4) Application à la comète Hyakuataké

Le 25 mars 1996, cette comète s'est approchée à 15 milliards de kilomètres de la terre, Des mesures précises ont permis d'estimer à 40Km le diamètre de son noyau.

- a) Evaluer la valeur du champ de gravitation terrestre à la distance minimale de passage de la comète. 0,75pt
- b) En supposant le noyau de la comète sphérique et essentiellement constitué de glace de masse volumique $\rho = 1000 \text{ Kg /m}^3$, calculer la force gravitationnelle exercée par la Terre sur le noyau de la comète lors de ce passage. 1pt
- c) Reproduire la figure ci-dessous et représenter la force dont il est question en(b).

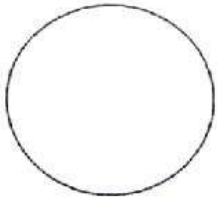
l'échelle : 1cm pour 10^4 N

0,75pt

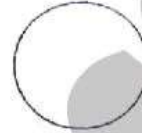
- d) Reproduire de nouveau la figure ci-dessous et représenter le vecteur champ de gravitation terrestre à la distance minimale de passage de la comète.

l'échelle : 1,5cm pour 10^{-12} N/Kg

0,75pt



Terre



comète Hyakuataké

Données : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$;

volume d'une sphère de rayon r : $V = \frac{4}{3} \pi r^3$; $g_0 = 9,80 \text{ N/Kg}$ et $R_T = 6\,380 \text{ Km}$

DEVOIR PERSONNALISE DE PHYSIQUE DU 06 MARS 2014

Exercice 1 : Phénomènes ondulatoires /6pts

A Ondes mécaniques (3pts)

Un vibreur de fréquence 20 Hz est solidaire d'une fourche portant 2 pointes qui frappent la surface de l'eau en 2 points S_1 et S_2 . Les vibrations sont sinusoïdales et transversales d'amplitude 4mm ; la distance S_1S_2 vaut $d = 5\text{cm}$. la longueur d'onde des ondes qui se propage à la surface du liquide vaut 1,8cm.

- 1) Quelles conditions doivent être vérifiées S_1 et S_2 au cours de cette expérience ? 0,5pt
- 2) Calculer la célérité des ondes à la surface de l'eau. 0,5pt
- 3) Soit un point M à la surface de l'eau situé à la distance d_1 de S_1 et d_2 de S_2
 - a) Déterminer l'état vibratoire des points : 0,75pt
 $M_1 : (d_1=10\text{ cm} ; d_2=13,6\text{cm}) ; M_2 : (d_1 = 8,1\text{ cm} ; d_2=5,4\text{cm}) ; M_3 : (d_1=14,7\text{cm} ; d_2=18,3\text{cm})$
 - b) Deux de ces points précédents appartiennent à une même frange d'interférence Lesquels? 0,25pt
 - c) Quelle est la position du point d'intersection M_4 de cette frange avec le segment S_1S_2 ? 0,5pt
- 4) Déterminer le nombre de franges d'amplitude nulle que l'on observe à la surface. 0,5pt

B/ Interférences lumineuses. (3pts)

Dans l'expérience schématisée à la figure 1, les deux sources F_1 et F_2 sont deux fentes fines éclairées par une source unique F de lumière monochromatique de longueur d'onde λ , F est située sur la médiatrice du segment F_1F_2 . On donne : $D= 4\text{m} ; a= 3,2\text{mm} ;$

- 1) Définir : lumière monochromatique 0,25pt
- 2) Expliquer pourquoi on observe sur l'écran des franges d'interférences puis préciser leur forme. 0,5pt
- 3) Pourquoi dit-on que les franges observées sont non localisées ? 0,25pt
- 4) Définir l'interfrange puis donner son expression en fonction de a , D et λ . 0,75pt
- 5) La distance entre les milieux de la frange sombre d'ordre $P= +1,5$ et la frange brillante d'ordre $P = -3$ est $L = 3,6\text{mm}$.

Calculer la longueur d'onde λ de la radiation utilisée et en déduire sa fréquence. 1,25pt

Exercice 2: solide en rotation /2pts

On tire, avec une tension de 10 N, sur une corde enroulée autour d'un cylindre plein de masse égale à 8,0 kg et de 20 cm de rayon tournant librement autour d'un axe perpendiculaire au plan de l'écran et passant par son centre de masse.

- 1) Énoncer la relation fondamentale de la dynamique pour un solide en rotation. 0,5pt
- 2) Calculer l'accélération angulaire du cylindre. 1pt
- 3) Calculer l'accélération de l'extrémité de la corde. 0,5pt

Exercice 3 : Systèmes Oscillants / 2pts

1-1) Soit la tension $u_1 = 220\sqrt{2} \sin(628,3 \times t + \frac{2\pi}{5})$. en(V) Construire son chronogramme (courbe u en fonction de t) sur la figure 3 (1 carreau pour 100 V et 1 carreau pour 2 ms). 1,25pt

1-2) Représenter avec les mêmes échelles la tension 0,75pt

$$u_2 = 110 \sqrt{2} \sin(628,3 \times t + \frac{3\pi}{5}) \text{ en(V)}$$

EPREUVE DE PHYSIQUE

Exercice 1 : Mouvements dans les champs de forces/7points

1-1-Champ de gravitation/3.5points

L'on se propose d'étudier le mouvement d'une station orbitale de masse m autour de la terre, à une altitude $h=500\text{km}$.

1-1-1-Quel est le référentiel approprié pour cette étude ? le définir. 0,5pt

1-1-2-Pourquoi ce référentiel n'est-il qu'approximativement galiléen ? 0,25pt

1-1-3-Donner l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle exercée par la terre sur la station supposée ponctuelle. Faire un schéma 0,75pt

1-1-4-Appliquer la deuxième loi de Newton pour montrer que le mouvement de la station est circulaire uniforme. 0,5pt

1-1-5-La valeur du champ de gravitation terrestre est donnée par la formule $g = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$

a) Etablir l'expression de la vitesse V de la station autour de la terre en fonction de la constante de gravitation universelle G , la masse de la terre M_T et la distance $r=R_T+h$. 0,5pt

b) En déduire l'expression de $\frac{T^2}{r^3}$ où T désigne la période de révolution de la station, puis calculer la valeur de cette période. On donne $M_T= 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ U.S.I}$; $R_T=6400 \text{ km}$. 1pt

1-2- Champ électrostatique/2,5points

La déflexion électrique des particules chargées possède de nombreuses applications théoriques et pratiques.

1-2-1-Citer deux applications de la déflexion électrique. 0,5pt

1-2-2-Un électron animé d'une vitesse horizontale \vec{V}_0 pénètre dans un champ uniforme \vec{E} au point O à la date $t=0$. Il sort du champ au point S à la date $t=2 \cdot 10^{-9} \text{ s}$, puis produit un impact sur l'écran situé à la distance D de l'extrémité des plaques (voir figure). La déflexion électrique Y_m est telle que $Y_m=O'P=50\text{mm}$. Soit d la distance entre les plaques.

a) Déterminer le signe des plaques A et B et tracer une ligne de champ. 0,25pt

b) Etablir l'équation de la trajectoire de l'électron dans le repère (O,x,y) . 0,5pt

c) Quelle est la nature du mouvement de l'électron sur l'axe (Ox) ? Déterminer alors la valeur V_0 du vecteur vitesse \vec{V}_0 avec laquelle l'électron pénètre dans le champ \vec{E} . 0,5pt

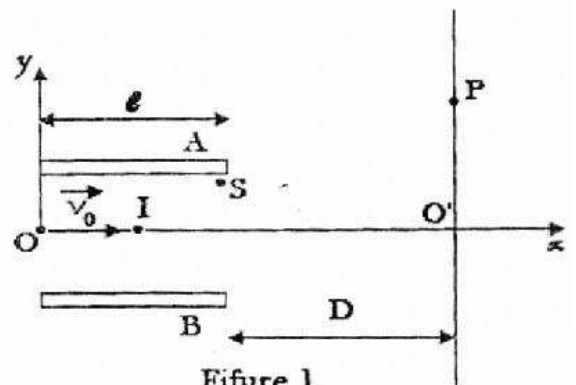


Figure 1

d) En utilisant l'expression littérale de Y_{mi} , calculer la valeur E du champ électrostatique. En déduire la valeur de la tension U_{AB} établie entre les plaques A et B. 0,75pt

On donne $d=5\text{cm}$; $l=10\text{cm}$; $D=50\text{cm}$; $m=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

N.B. : On admet que la tangente de la trajectoire au point S passe par le point I, milieu des plaques.

1-3-Champ magnétique / 1 point

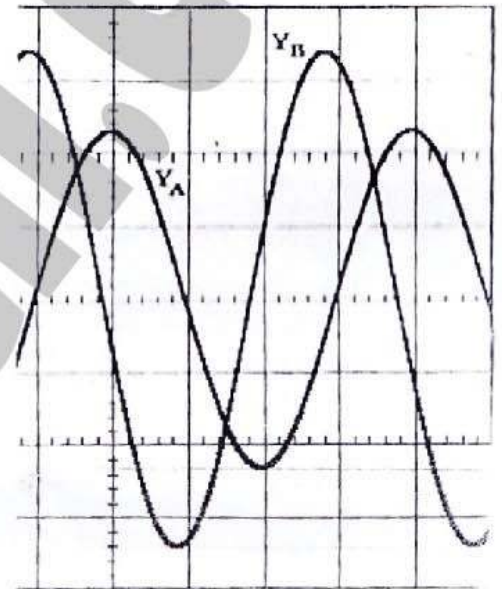
1-3-1-Rappeler l'expression de la force de Lorentz. 0,25pt

1-3-2-Montrer que la force de Laplace est un cas particulier de la force de Lorentz, pour des conducteurs l traversés par des flux d'électrons de charge q , pendant une durée t . 0,75pt

Exercice 2 : Systèmes oscillants / 5 points

Les questions 1 et 2 sont indépendantes.

1-La figure ci-contre est l'écran d'un oscilloscope bicourbe sur lequel sont visualisés deux signaux A et B à travers les voies Y_A et Y_B , avec une sensibilité verticale $s=5\text{V/div}$ pour la voie A et $s'=10\text{V/div}$ pour la voie B. Le balayage est $b=0,2\text{ms/div}$.



1-1-Définir : i) amplitude ; ii) oscillateur harmonique. 0,5pt

1-2- Quelle est l'amplitude de chaque signal ? 0,5pt

1-3-Déterminer le déphasage entre les deux signaux et leur fréquence commune. 0,5pt

1-4-Lequel des signaux est-il en avance sur l'autre ? Justifier la réponse. 0,5pt

2-Un pendule simple de longueur $L=80\text{cm}$, écarté de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_m = 9^\circ$ puis abandonné à lui-même sans vitesse initiale se met à osciller dans un plan vertical. Prendre $g=9,8\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

2-1- Décrire le pendule simple. 0,25pt

2-2-Schématiser pour θ quelconque ce pendule simple et représenter toutes les forces qui s'exercent sur le solide ponctuel. 0,5pt

2-3-A l'aide de la relation fondamentale de la dynamique, établir l'équation différentielle du mouvement. 0,75pt

2-4-En déduire l'expression de la période propre du pendule. 0,25 pt

2-5-On veut que ce pendule batte la seconde. Indiquer le(s) paramètre(s) sur le(s)quel(s) il faut agir ainsi que sa (leurs) valeur(s) finale(s). 0,5pt

2-5-En prenant comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur la position d'équilibre du pendule, montrer que l'énergie mécanique d'un tel système se conserve. 0,75pt

On rappelle que pour $\theta < 10^\circ$, $\sin \theta \approx \theta$ et $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$.

Exercice 3 : Ondes mécaniques et stroboscope/4 points

1-Définir : a) onde mécanique ; b) longueur d'onde.

1pt

2-A l'aide d'un compte-gouttes, on laisse tomber dans une cuve à onde des gouttes d'eau à raison de 1500 gouttes par minute. On néglige la réflexion des ondes sur les parois de la cuve.

2-1-Ces ondes sont-elles transversales ou longitudinales ? Justifier la réponse.

0,5pt

2-2-La distance entre la première ride et la septième donne $d=7,2\text{cm}$. Calculer la célérité V des ondes à la surface de l'eau.

1pt

2-3-On éclaire la surface de l'eau à l'aide d'un stroboscope qui émet 24 éclairs par seconde.

a) Décrire la surface libre de l'eau de la cuve.

0,5pt

b) Calculer la vitesse apparente de la propagation des ondes à la surface de l'eau.

1pt

Exercice 4 : Expérience de physique/4 points

On étudie le mouvement d'un petit chariot de masse $m=125\text{ g}$ sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 20^\circ$ sur l'horizontale. L'ensemble des forces qui s'opposent au mouvement du chariot à chaque instant a une intensité $f=0,1mg + KV_G$, où V_G est la vitesse du centre d'inertie du chariot à cet instant, $g=9,8\text{ m.s}^{-2}$ et K une constante de proportionnalité.

A l'aide d'un dispositif adéquat, on mesure la vitesse du centre d'inertie du chariot et on obtient le graphe $V_G=f(t)$ ci-dessous.

1- Faire un schéma de la situation et représenter les forces appliquées au chariot.

1pt

2- a) Énoncer le théorème du centre d'inertie.

0,5pt

b) Appliquer ce théorème au chariot et montrer que l'accélération s'annule pour une vitesse limite V_0 .

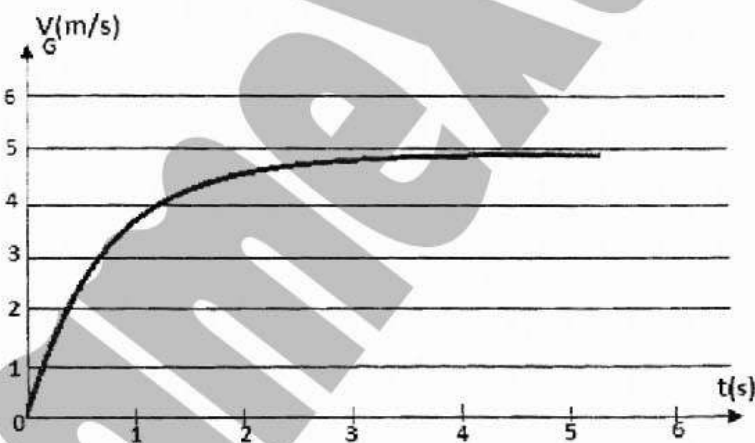
1pt

3- Lire sur le graphe la valeur de V_0 .

0,5pt

4- Déterminer la valeur de la constante de proportionnalité K et donner son unité.

1pt



SESSION INTENSIVE DE D'OCTOBRE 2013 :

EPREUVE DE PHYSIQUE

Exercice 1 : Interactions gravitationnelles / 4pts

Un vaisseau spatial de masse $m = 2,5$ tonnes décolle de la Terre pour rejoindre la Lune. On suppose que le vaisseau est un solide ponctuel décrivant une trajectoire rectiligne passant par les centres de la Terre et de la Lune. La Terre et la Lune sont considérées comme des corps à symétrie sphérique de masse.

1) On explore l'espace autour de la Lune à l'aide d'un dispositif sensible au champ de gravitation pour marquer les courbes (C_i) le long desquelles la valeur du champ de gravitation dû à la Lune a la même valeur. Faire un schéma sur lequel on représentera la Lune, quelques lignes de champ ainsi que quelques courbes (C_i) . 0,75pt

2) 2-1) Lorsque le vaisseau est à la surface de la Terre, calculer la valeur $F_{T/V}$ de la force de gravitation exercée par la Terre sur le vaisseau. 0,5pt

2-2) Lorsque le vaisseau est à la surface de la Lune, calculer la valeur $F_{L/V}$ de la force de gravitation exercée par la Lune sur le vaisseau. 0,5pt

2-3) Comparer les deux forces puis conclure. 0,5pt

3) Déterminer le sens et l'intensité de la force de gravitation \vec{F}_V que subit le vaisseau lorsqu'il est situé à équidistance entre la Terre et la Lune, puis représenter cette force sur un schéma clair et soigné (sans soucis d'échelle). 1pt

4) A quelle distance x de la Lune les champs de gravitation lunaire et terrestre s'annulent-ils ? 0,75pt

Données : Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

Masse de la terre : $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$; Masse de la lune $M_L = 7,34 \times 10^{22} \text{ kg}$;

distance Terre - lune : $D = 3,84 \times 10^5 \text{ Km}$; Rayon de la terre : $R_T = 6\,400 \text{ Km}$;

rayon de la Lune : $R_L = 1\,740 \text{ Km}$

Exercice 2 : Interaction électriques / 7 pts

1) Énoncer la loi de Coulomb. 0,5pt

2) Tracer les lignes du champ électrique régnant autour d'un doublet formé de deux charges (positive et négative), de même valeur absolue et peu éloignées. 0,5pt

3) Aux extrémités A et B d'une tige rigide de masse négligeable, de longueur $L = 10 \text{ cm}$ se trouvent deux billes de charge $q_A = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$ et $q_B = -10^{-6} \text{ C}$.

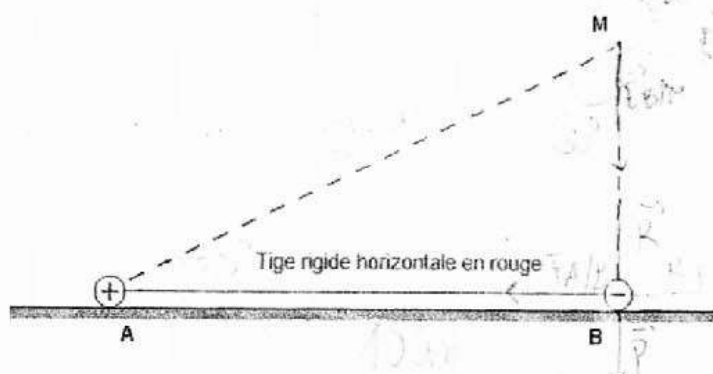
Ces deux billes, de même masse $m = 20 \text{ g}$, reposent sur le sol horizontal. Au niveau du sol, l'intensité du vecteur champ de pesanteur est $g = 9,8 \text{ N / kg}$.

– La constante diélectrique (ou permittivité) du vide est $\epsilon_0 = 1 / (36 \times \pi \times 10^9)$ soit $K = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

3-1) Représenter les quatre forces agissant sur la bille B puis calculer l'intensité de Chacune d'elle. 2pts

- 3-2) Représenter le champ électrique \vec{E} créé au point M situé à 5 cm au-dessus de B puis calculer son intensité,

1,5pt



- 3) Un pendule électrostatique est placé entre deux plateaux verticaux et parallèles A et B soumis à la tension $U = V_A - V_B > 0$. La boule, de masse $m = 2,5$ g, porte la charge $q = 0,5$ μC . Le fil s'incline de 30° par rapport à la verticale.

On prendra : $g = 10$ N/kg.

- 3-1) Schématiser la situation en indiquant les forces qui s'exercent sur la boule, quelques lignes de champ entre les plaques et les signes de chaque plaque. 1,25pt
- 3-2) Déterminer l'intensité du champ électrostatique \vec{E} qui existe entre les plateaux. 0,75pt
- 3-3) Calculer la tension U sachant que les plateaux A et B sont distants de 10 cm. 0,5pt

Exercice 3 : Interactions électromagnétiques /4pts

Un solénoïde comporte 20 spires par centimètre et renferme dans sa région centrale une aiguille aimantée, placée sur pivot vertical. Son axe horizontal est placé perpendiculairement au plan du méridien magnétique terrestre. On donne la valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre $B_H = 2 \times 10^{-5}$ T.

- 1) Indiquer sur un schéma la direction et le sens de \vec{B}_H . Représenter la position initiale de l'aiguille lorsqu'aucun courant ne traverse le solénoïde. 0,75pt
- 2) On lance dans le solénoïde un courant d'intensité $I = 5$ mA. L'aiguille dévie d'un angle α .
- a) Calculer la valeur du champ magnétique \vec{B}_S créé par la bobine en son centre. 0,5pt
- b) Représenter les vecteurs $\vec{B}_S, \vec{B}_H, \vec{B}_T = \vec{B}_S + \vec{B}_H$, puis indiquer la nouvelle position de l'aiguille aimantée. 1pt
- c) Calculer la valeur de l'angle α . 0,5pt
- 3) On désire maintenant annuler le champ horizontal total à l'intérieur du solénoïde.
- a) Faire un schéma indiquant la position à donner au solénoïde et le sens du courant I_0 qui le parcourt. 0,75pt
- b) Déterminer l'intensité I_0 de ce courant. 0,5pt

Exercice 4 : Type expérimental /4pts

On réalise une expérience afin d'étudier la force de Laplace. Une bobine de fil est placée dans un champ magnétique, généré par un aimant de manière à ce que seule

sa portion supérieure soit dans ce champ magnétique. Elle est posée sur une balance de précision dont on a fait la tare. (Voir figure 1)

La balance indique donc $m = 0$ g en début d'expérience. La bobine comporte 50 tours de fils. Elle est carrée et fait 5 cm d'arête.

On admettra que la valeur de l'intensité de la force exercée par la balance sur le système ou réaction, notée \vec{R} , avec $R = m.g$, où m est la masse indiquée par la balance. La figure 2 donne le schéma du circuit électrique employé dans cette expérience.

- 1) Quel rôle joue le rhéostat dans ce montage ? 0,25pt
- 2) On prend comme système mécanique l'ensemble, support + bobine.
Représenter et nommer les forces qui s'appliquent sur ce système. Vérifier la direction et le sens de la force de Laplace (notée \vec{F}_T pour Force de Laplace totale : celle exercée par la totalité des 50 fils). 0,5pt
3. Pourquoi a-t-on fait la tare en début d'expérience ? 0,25pt
- 4) Sachant que $F_T = R$, (F_T : intensité de la force de Laplace exercée sur la totalité des 50 portions de fil), exprimer F_1 en fonction de m , où F_1 représente l'intensité de la force de Laplace exercée sur un seul fil, puis compléter le tableau de mesure ci-dessous. 1pt

I (A)	0.5	1.0	1.2	1.5	2.0
m (g)	2.5	5.0	6.0	7.5	10
F_1 (N)					

- 5) Tracer la courbe $F_1 = f(I)$. Echelles : 1 cm pour 10^{-3} N ; 1 cm pour 0,5 A. 0,75pt
 - 6) Exprimer F_1 en fonction de I et B. 0,5pt
 - 7) Déterminer à partir de la pente du graphe précédent la valeur de l'intensité du champ magnétique B. 0,75pt
- On prendra $g = 10$ N / kg.

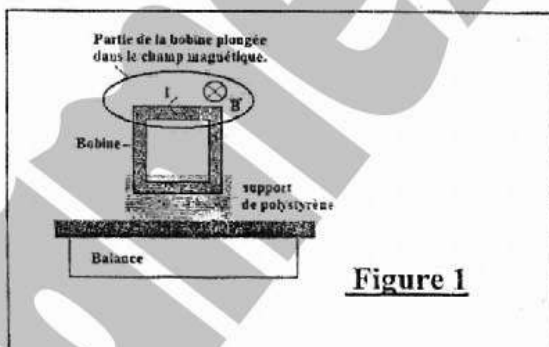


Figure 1

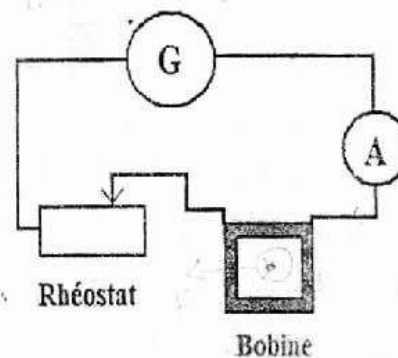


Figure 2

Examineur : M DJOKO J. E

DEVOIR HARMONISE DE PHYSIQUE 21 OCTOBRE 2013

Exercice 1 : Interactions électriques /4 pts

Instructions : dans cet exercice, on considérera toutes les charges comme étant situées dans l'air où $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$; ϵ_0 est la permittivité du vide

- 1) Deux charges ponctuelles $q_A = -9 \times 10^{-6} \text{ C}$ et $q_B = 9 \times 10^{-6} \text{ C}$ sont placées en deux points A et B distants de 20 cm.
 - 1-1) Représenter sur un schéma clair et soigné la force que B exerce sur A, puis déterminer son intensité. (0,75 pt)
 - 1-2) Représenter le vecteur champ électrique créé par les deux charges au milieu O du segment [AB] puis déterminer son intensité. (0,75pt)
 - 1-3) Soit M un point du plan tel que le triangle ABM soit équilatéral ; représenter le vecteur champ électrique créé par les deux charges en M puis déterminer son intensité. (1 pt)
 - 2) Deux plateaux métalliques A et B parallèles et horizontaux sont séparés par une mince couche d'air d'épaisseur 20 mm. On établit entre les deux plateaux une différence de potentiel de $U_{AB} = 1,2 \times 10^4 \text{ V}$. Deux ouvertures O_1 et O_2 sont créées au niveau des plaques A et B respectivement. Un noyau d'hélium He^{2+} (particule α) de charge $q = 2e$, passe pratiquement sans vitesse initiale en O_1 et arrive au niveau de l'ouverture O_2 avec une vitesse v .
 - 2-1) Montrer que l'on peut négliger le poids d'une particule α devant la force électrique. 0,5pt
 - 2-2) Calculer le travail de la force électrique qui s'exerce sur la particule α lorsqu'elle se déplace de O_1 à O_2 . 0,5pt
 - 2-2) Déterminer la valeur de la vitesse v . 0,5pt
- Données :** Accélération de la pesanteur : $g = 9,80 \text{ N/kg}$; charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masse de la particule α : $m = 6,65 \times 10^{-27} \text{ kg}$

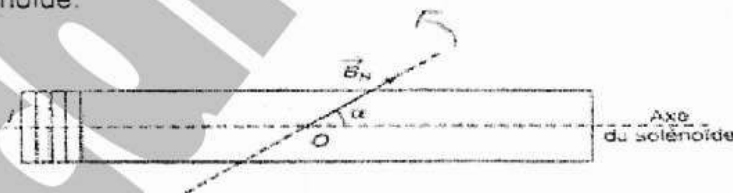
Exercice 2 : Interactions électromagnétiques / 5pts

1) Champs magnétiques /2pts

On place une aiguille aimantée en un point O, à l'intérieur d'un solénoïde de longueur $L = 50 \text{ cm}$ et comportant $N = 200$ spires.

En l'absence de courant, l'aiguille aimantée prend la direction de la composante horizontale \vec{B}_H du champ magnétique terrestre. Cette direction forme un angle $\alpha = 40^\circ$ avec l'axe du solénoïde.

Lorsque l'on fait circuler un courant d'intensité I , on constate que l'aiguille aimantée tourne dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et forme alors un angle droit avec l'axe du solénoïde.



Données :

- valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre: $B_H = 20 \mu\text{T}$.
- 1-1) Reprendre la figure ci-dessus et indiquer la direction du méridien magnétique ainsi que les pôles de la bobine. 0,5pt

DEVOIR HARMONISE DU 23 AVRIL 2014 : PHYSIQUE

EXERCICE 1 : Mouvement dans les champs de forces et applications / 5pts

1) Force de Laplace et lois de Newton

Une tige de cuivre MN, de masse $m = 20 \text{ g}$ et de section constante, est placée sur deux rails parallèles horizontaux (PQ) et (RS), perpendiculairement aux rails. Les rails sont reliés par un générateur débitar un courant électrique d'intensité $I = 3 \text{ A}$. L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme \vec{B} , vertical et descendant, d'intensité $B = 0,2 \text{ T}$. (Voir figure 1). On admettra que la tige ne peut que gliss sans frottement sur les rails. L'origine des dates est l'instant où on ferme l'interrupteur.

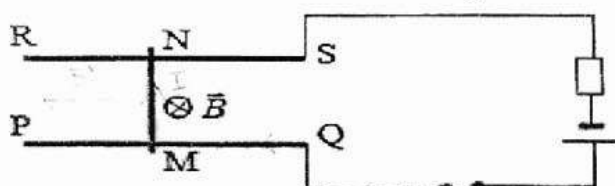


Figure 1

- 1-1) Définir : référentiel galiléen. 0,25pt
 Enoncer le théorème du centre d'inertie. 0,25pt
 1-2) Déterminer à partir du théorème du centre d'inertie, l'accélération de la tige et en déduire la nature du mouvement. 0,75pt
 1-2) Déterminer la vitesse et la distance parcourue par la tige 0.5 s après la fermeture du circuit. 1pt
 On donne : $m = 20\text{g}$; $MN = \ell = 10\text{cm}$; $B = 0,2\text{T}$; $I = 3\text{A}$; $g = 10\text{ms}^{-2}$

2) Mouvement dans un Virage

Un avion en vol subit un ensemble de forces que l'on peut modéliser simplement par :

- Le poids \vec{P} de l'avion ;
- La force motrice \vec{F} dirigée suivant l'axe longitudinal de l'avion ;
- La portance \vec{R} , supposée perpendiculaire à l'axe longitudinal et au plan des ailes ;
- La traînée \vec{T} colinéaire à l'axe longitudinal et de sens opposé à celui du mouvement.

Toutes ces forces seront rapportées au centre d'inertie du mobile.

L'avion de masse $m = 160$ tonnes, négocie un virage contenu dans un plan horizontal alors que sa vitesse de déplacement est constante et vaut $v = 2160 \text{ km/h}$. Le rayon du virage est $r = 150 \text{ km}$.

- 2-1) Montrer que si l'avion ne s'incline pas par rapport à l'horizontale, il ne peut pas virer. 0,75pt
 2-2) Quel angle d'inclinaison θ par rapport à l'horizontale doit-il posséder pour négocier ce virage ? 1,25pt
 2-3) Déterminer la valeur de la portance des ailes au cours de ce virage. 0,75pt

Exercice 2 : Phénomènes ondulatoires et corpusculaires /7pts

A/ Radioactivité /2,75pts

1. Définir : énergie de liaison d'un noyau ; période radioactive. 0,5pt
 2- Le carbone $^{14}_6\text{C}$, émetteur β^- de période (ou demi-vie) $T = 5570$ ans, apparaît dans la haute

atmosphère à la suite du choc de neutrons sur les atomes d'azote $^{14}_7N$.

- 2-1 Ecrire l'équation bilan de la réaction de formation de $^{14}_6C$ en précisant la nature de la particule émise. 0,5pt
- 2-2) Ecrire l'équation bilan de la désintégration β^- du $^{14}_6C$. 0,5pt
- 2-3) Calculer l'énergie de liaison en MeV /nucléon d'un noyau $^{14}_6C$. 0,5pt
- 3- Les plantes assimilent le dioxyde de carbone provenant de $^{14}_6C$ ou de $^{12}_6C$. La proportion des deux isotopes est la même dans l'atmosphère et dans les végétaux. Quand une plante meurt, le processus d'assimilation s'arrête et la teneur en $^{14}_6C$ diminue. Pour connaître l'époque à laquelle vécurent les hommes préhistoriques dans une caverne, on mesure l'activité d'un échantillon de charbon de bois enfoui dans le sol de la grotte. Le nombre de désintégration n'est plus que de **1,60 par minute**, alors qu'il serait de **11,6 par minute** pour un échantillon de charbon de bois « actuel » de même masse.

Combien de temps s'est-il écoulé, depuis le dernier feu, dans la grotte. 0,75pt

Données : masses des noyaux :

$m(^{14}_6C) = 14,00324u$; $m(^{12}_6C) = 12,00000u$; $m(^1_1H) = 1,00728u$; $m(^1_0n) = 1,00866u$
; $1 u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

B : Effet photoélectrique / 2,5 points

On dispose d'une cellule photoélectrique dont le seuil d'extraction est de 2,4 eV. Elle est éclairée par un faisceau polychromatique composé de deux radiations de longueurs d'ondes $\lambda_1 = 430 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 580 \text{ nm}$.

- Définir l'effet photoélectrique. 0,5pt
- On éclaire la cellule à l'aide des deux radiations.
 - Laquelle des deux radiations permet-elle l'effet photoélectrique ? Pourquoi ? 0,5pt
 - Quelle est la vitesse maximale d'émission des électrons qui sont arrachés à la photocathode ? 0,5pt
 - Définir et calculer la tension d'arrêt de la cellule. 0,75pt
- Déterminer le nombre d'électrons émis par seconde à la saturation par la photocathode sachant que l'intensité du courant de saturation vaut $5,3 \mu\text{A}$. 0,5pt

On donne : Charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; Masse de l'électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$; célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$; Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$.
 $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

C : Interférences lumineuses/ 2 points

1. On réalise une expérience d'interférences lumineuses à l'aide d'un dispositif de fentes d'Young. La distance séparant les fentes secondaires F_1 et F_2 est $a = 3,2 \text{ mm}$. La fente primaire F est éclairée par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ . Le plan vertical contenant les fentes secondaires est à une distance $D = 4 \text{ m}$ de l'écran d'observation E .

- Définir : interférence. 0,25pt
- La distance entre le milieu de la frange sombre d'ordre $K = +1,5$ et le milieu de la frange brillante d'ordre $K = -3$ est $L = 3,6 \text{ mm}$. En déduire la longueur d'onde λ en nanomètre de la radiation éclairante. 0,75pt
- La fente F est à présent éclairée par deux radiations monochromatiques de longueurs d'onde respectives $\lambda_1 = 6,4 \times 10^{-7} \text{ m}$ et $\lambda_2 = 5,6 \times 10^{-7} \text{ m}$. Déterminer à quelle distance (non nulle) de la frange centrale se produit sur l'écran la première coïncidence des franges brillantes. 0,5pt
- On reprend le dispositif de la question 1 et on interpose sur le trajet de la lumière issue de F_2 une lame de verre à faces parallèles d'indice $n=1,5$ et d'épaisseur $e = 2 \text{ mm}$. l'axe de l'écran est orienté vers le haut.

Montrer alors que le système de franges subit une translation ; déterminer le sens et l'amplitude de cette translation. 0,5pt

Exercice 3 : Systèmes oscillants/4pts

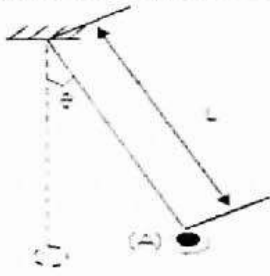


Figure 3

On prendra $g=10 \text{ m/s}^2$. La résistance de l'air est négligeable.

Une bille ponctuelle (A) de masse m est attachée à l'extrémité d'un fil inextensible de masse négligeable, de longueur L et dont l'autre extrémité est fixée en un point O. Le schéma ci-contre présente l'oscillateur :

On écarte le pendule d'un angle θ_m à partir de sa position d'équilibre stable puis on le lâche sans vitesse initiale. Un mouvement pendulaire prend alors naissance. La position du pendule à un instant t quelconque est donnée par l'angle θ que fait le fil avec la verticale.

1- Soit $\dot{\theta}$ la vitesse angulaire de la bille. Donner à un instant quelconque du mouvement, en fonction de θ , θ_m et $\dot{\theta}$ l'expression de l'énergie mécanique E_m du système « pendule-Terre ». 0,75pt

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur sera pris à l'horizontale passant par la position la plus basse de la bille.

2- En admettant que le système « pendule-Terre » est conservatif, établir, pour des oscillations de faibles amplitudes, l'équation différentielle du mouvement pris par le pendule. 0,75pt

On prendra $1 - \cos \theta = \frac{\theta^2}{2}$ (θ en radians).

3- Le graphe ci-dessous donne les variations de l'élongation θ du pendule en fonction du temps.

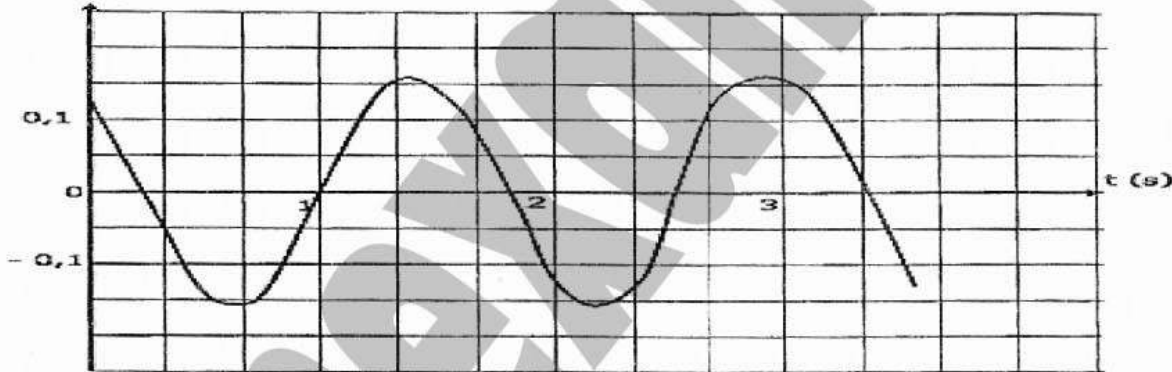
3-1) l'équation horaire $\theta = f(t)$ des élongations des élongations peut se mettre sous la forme :

$\theta = \theta_m \cos(2\frac{\pi}{T}t + \rho)$; déterminer les valeurs de θ_m et T . Que représente ρ ? 1,25pt

3-2) Calculer la longueur L du pendule. 0,75pt

3-3) Calculer la valeur de la vitesse de la bille au passage par sa position d'équilibre. 0,5pt

θ (rad)



Exercice 4 : tracé d'une sinusoïde et construction de Fresnel /4pts

Soit les tensions $u_1 = 220\sqrt{2} \sin(200\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ en(V)}$; $u_2 = 110\sqrt{2} \sin(200\pi t) \text{ en(V)}$

1. Trouver au moyen de la construction de Fresnel la loi horaire de la tension $u = u_1 + u_2$.

Echelle 1 cm pour $55\sqrt{2} \text{ V}$.

1,5pt

2. Sur le document à remettre avec la copie, on a représenté une portion de l'écran d'un oscilloscope bicourbe qui permet de visualiser les tensions $u_1 = f(t)$; $u_2 = g(t)$ définies ci-dessus.

Construire les graphes $u_1 = f(t)$; $u_2 = g(t)$. Echelle : 1 carreau pour 100 V et 1 carreau pour 2,5 ns

Indiquer sur le graphique le décalage horaire θ entre les deux tensions.

2,5pts

DEVOIR PERSONNALISE DE PHYSIQUE DU 06 MARS 2014

Exercice 1 : Phénomènes ondulatoires /6pts

A Ondes mécaniques (3pts)

Un vibreur de fréquence 20 Hz est solidaire d'une fourche portant 2 pointes qui frappent la surface de l'eau en 2 points S_1 et S_2 . Les vibrations sont sinusoïdales et transversales d'amplitude 4mm ; la distance S_1S_2 vaut $d = 5\text{cm}$. la longueur d'onde des ondes qui se propage à la surface du liquide vaut 1,8cm.

- 1) Quelles conditions doivent être vérifiées S_1 et S_2 au cours de cette expérience ? 0,5pt
- 2) Calculer la célérité des ondes à la surface de l'eau. 0,5pt
- 3) Soit un point M à la surface de l'eau situé à la distance d_1 de S_1 et d_2 de S_2
 - a) Déterminer l'état vibratoire des points : 0,75pt
 $M_1 : (d_1=10\text{ cm} ; d_2=13,6\text{cm}) ; M_2 : (d_1 = 8,1\text{ cm} ; d_2=5,4\text{cm}) ; M_3 : (d_1=14,7\text{cm} ; d_2=18,3\text{cm})$
 - b) Deux de ces points précédents appartiennent à une même frange d'interférence Lesquels? 0,25pt
 - c) Quelle est la position du point d'intersection M_4 de cette frange avec le segment S_1S_2 ? 0,5pt
- 4) Déterminer le nombre de franges d'amplitude nulle que l'on observe à la surface. 0,5pt

B/ Interférences lumineuses. (3pts)

Dans l'expérience schématisée à la figure 1, les deux sources F_1 et F_2 sont deux fentes fines éclairées par une source unique F de lumière monochromatique de longueur d'onde λ , F est située sur la médiatrice du segment F_1F_2 . On donne : $D= 4\text{m}$; $a= 3,2\text{mm}$;

- 1) Définir : lumière monochromatique 0,25pt
- 2) Expliquer pourquoi on observe sur l'écran des franges d'interférences puis préciser leur forme. 0,5pt
- 3) Pourquoi dit-on que les franges observées sont non localisées ? 0,25pt
- 4) Définir l'interfrange puis donner son expression en fonction de a , D et λ . 0,75pt
- 5) La distance entre les milieux de la frange sombre d'ordre $P= +1,5$ et la frange brillante d'ordre $P = -3$ est $L = 3,6\text{mm}$.

Calculer la longueur d'onde λ de la radiation utilisée et en déduire sa fréquence. 1,25pt

Exercice 2: solide en rotation /2pts

On tire, avec une tension de 10 N, sur une corde enroulée autour d'un cylindre plein de masse égale à 8,0 kg et de 20 cm de rayon tournant librement autour d'un axe perpendiculaire au plan de l'écran et passant par son centre de masse.

- 1) Énoncer la relation fondamentale de la dynamique pour un solide en rotation. 0,5pt
- 2) Calculer l'accélération angulaire du cylindre . 1pt
- 3) Calculer l'accélération de l'extrémité de la corde . 0,5pt

Exercice 3 :Systèmes Oscillants / 2pts

1-1) Soit la tension $u_1 = 220\sqrt{2} \sin(628,3 \times t + \frac{2\pi}{5})$. en(V) Construire son chronogramme (courbe u en fonction de t) sur la figure 3 (1 carreau pour 100 V et 1 carreau pour 2 ms). 1,25pt

1-2) Représenter avec les mêmes échelles la tension 0,75pt

$$u_2 = 110 \sqrt{2} \sin(628,3 \times t + \frac{3\pi}{5}) \text{ en (V)}$$

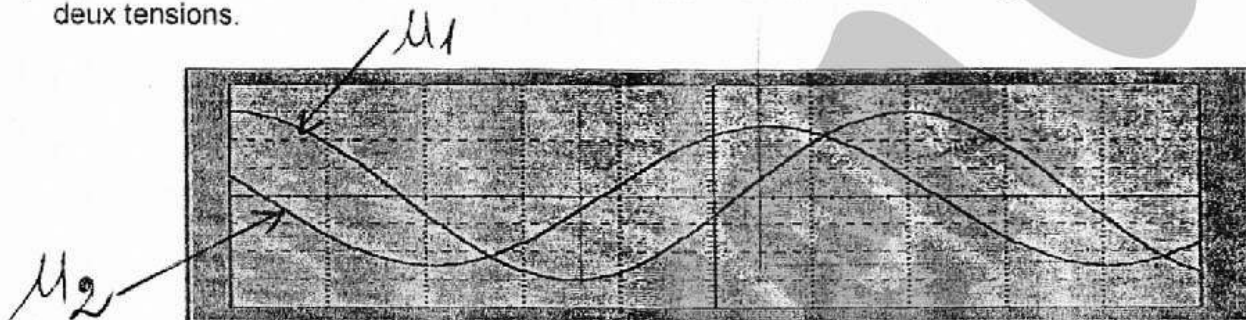
DEVOIR PERSONNALISE DE PHYSIQUE DU 03 FEVRIER 2014

Exercice 1 : Systèmes oscillants 7pts

A / Analyse d'oscillogrammes (3pts)

On a obtenu les courbes ci-dessous, avec les réglages suivants d'un oscilloscope :
 sensibilité verticale des deux voies: 100m V/division ; vitesse de balayage 0,1 ms/division

- 1) Déduire des courbes : la période des oscillations ; la valeur maximale de chacune des tensions u_1 et u_2 . 1,5pt
- 2) Laquelle des deux tensions est en avance sur l'autre? Calculer le déphasage entre ces deux tensions. 1,5pt



A/ Pendule simple. (4pts)

On constitue un pendule simple en accrochant une sphère métallique ponctuelle (S) de masse $m = 60 \text{ g}$ à l'extrémité libre d'un fil vertical, inextensible, de masse négligeable et de longueur $\ell = 40 \text{ cm}$. Ce pendule peut osciller sans frottement autour d'un axe horizontal passant par le point de suspension O du fil. On écarte le pendule de sa position d'équilibre stable, fil tendu, d'un angle θ_m , à la date $t = 0$, et le solide est abandonné sans vitesse initiale à un instant qu'on prendra comme origine des dates. On repère la position du pendule à la date t par l'angle θ qu'il fait avec la verticale. On prend pour niveau de référence de l'énergie potentielle le plan horizontal passant par la position d'équilibre stable G_0 de (S). On néglige les forces de frottements. *est la la énergie du solide à la date t*

1) Etude des oscillations de faibles amplitudes

- 1-1) Exprimer l'énergie mécanique du système (pendule simple – Terre) à la date t , en fonction de m , g , θ , v et ℓ , à la date t . 0,5pt
- 1-2) Etablir en utilisant la conservation de l'énergie mécanique, l'équation différentielle du mouvement du pendule si $\theta_m = 10^\circ$. 0,5pt
- 1-3)) Etablir l'équation horaire des élongations angulaires $\theta = f(t)$ de ce pendule. 1,5pt
- 1-4) Énoncer la loi d'isochronisme des petites oscillations 0,5pt

2) On suppose $\theta_m = 40^\circ$

- 2-1) Déterminer la valeur de la vitesse du solide au passage par sa position d'équilibre. 0,75pt
- 2-2) Déterminer la valeur de la tension du fil lorsque le solide au passage par sa position d'équilibre. 0,75pt

Exercice 2: Ondes mécaniques (3pts)

L'extrémité O d'une corde élastique OA est relié à une lame vibrante en acier effectue un mouvement vibratoire sinusoïdal. L'équation horaire du mouvement de O est $Y_0 = 5 \cos 100\pi t$ (Y_0 en mm et t en secondes). Un train d'ondes transversal se propage le long de la corde avec une célérité de 10m/s. Un tampon d'ouate est placé à l'extrémité A. On néglige l'amortissement.

- 1) définir : Onde mécanique ; onde est transversale ; 0,5pt
- 2) Quel est le rôle du tampon d'ouate ? 0,25pt
- 2) Définir longueur d'onde puis calculer sa valeur 1pt
- 3) Ecrire l'équation horaire du mouvement du point M de la corde situé à 30 cm de O puis Comparer les mouvements de M et de O. 1,25pt

DEVOIR PERSONNALISE DE PHYSIQUE DU 19 DECEMBRE 2013

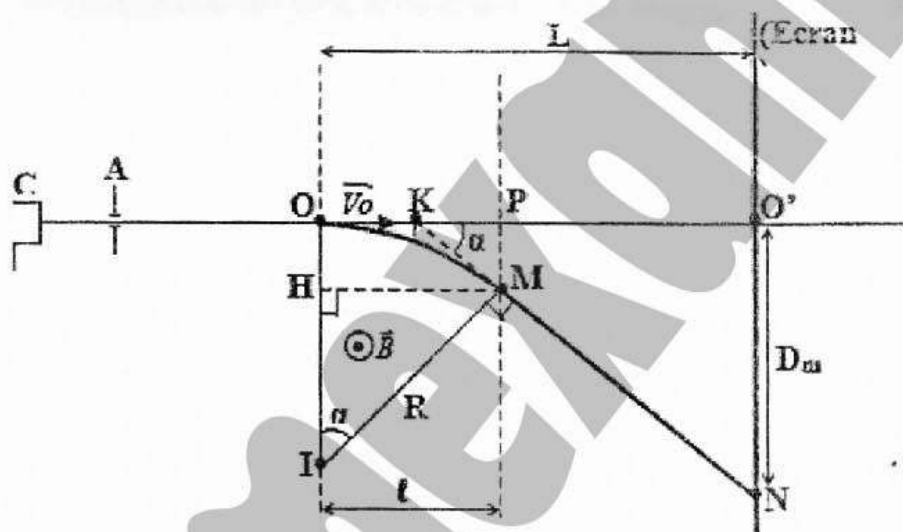
on prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$ pour valeur de l'accélération de la pesanteur.

On donne : - Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- Masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

EXERCICE 1 : Particules dans les champs. /6 points

Dans un tube cathodique, des électrons sont émis sans vitesse initiale par une cathode C et accélérés par l'anode A ; ils pénètrent en O avec une vitesse horizontale \vec{v}_0 dans un champ magnétique uniforme \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure, de largeur l. On donne $V_0 = 10^7 \text{ m.s}^{-1}$; $B = 10^{-3} \text{ T}$



- 1°) Calculer la tension accélératrice U entre l'anode et la cathode. 1pt
- 2°) Donner le sens de \vec{B} pour que les électrons soient déviés vers le bas. 0,5pt
- 3°)
 - 3.1) Quelle est la nature du mouvement des électrons dans le champ magnétique \vec{B} ? 0,5pt
 - 3.2) Calculer le rayon de courbure de la trajectoire. 1pt
- 4°) Un écran (E), placé à une distance $L = 50 \text{ cm}$ de O reçoit le faisceau d'électrons. Calculer la déviation (D_m) sur l'écran du faisceau, provoquée par le champ magnétique \vec{B} , sachant que $l = 1 \text{ cm}$ et $l \ll L$. 1pt
- 5°) Dans l'espace de longueur $l = 1 \text{ cm}$, on fait agir simultanément le champ magnétique \vec{B} précédent et un champ électrostatique \vec{E} afin que l'on n'observe plus de déviation sur l'écran (E).

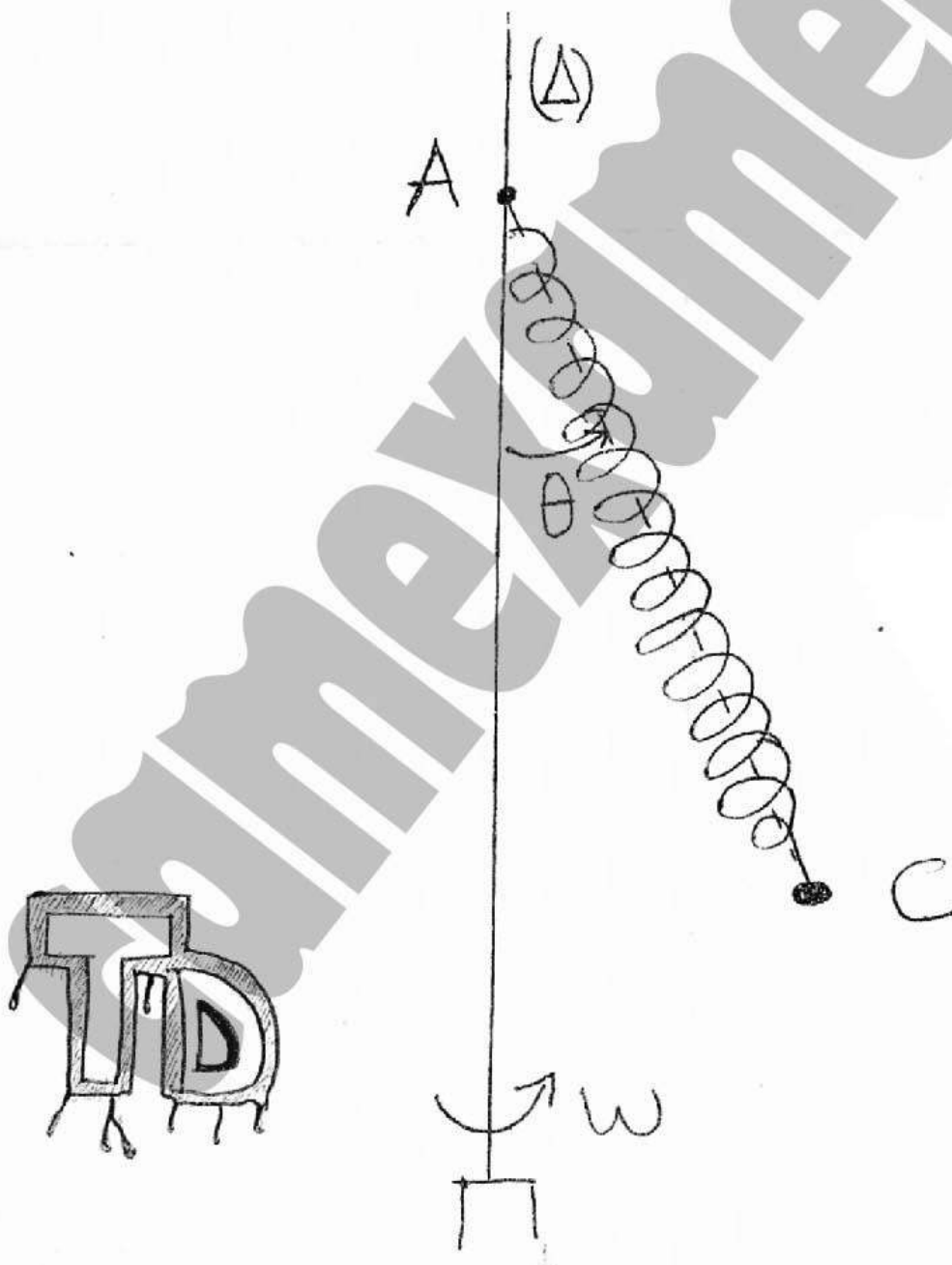
Exercice 2 : pendule conique 4 pts

On considère un solide ponctuel C de masse $m = 500\text{g}$ suspendu à un point fixe A par un ressort à spires non jointives de raideur $k = 50\text{N/m}$, et de masse négligeable, de longueur à vide $l_0 = 25\text{cm}$. Cet ensemble est mis en rotation uniforme autour d'un axe vertical Δ passant par A. Le ressort s'écarte alors de la verticale d'un angle $\theta = 60^\circ$.

1) Reproduire la figure 1, dessiner en traits interrompus la trajectoire de C puis représenter les forces extérieures s'exerçant sur ce dernier ainsi que son vecteur accélération. 1,25pt

2) Déterminer l'intensité de la tension du fil et le rayon de courbure de la trajectoire du solide C. 2pts

3) Calculer la vitesse angulaire ω de l'ensemble. 0,75pt



DEVOIR HARMONISE DU 02 DECEMBRE 2013 : EPREUVE DE PHYSIQUE.

EXERCICE 1 : Mouvement dans le champ de pesanteur uniforme / 7 pts

LE LANCER DU POIDS AUX CHAMPIONNATS DU MONDE 2003

Lors des championnats du monde d'athlétisme qui eurent lieu à Paris en août 2003, le vainqueur de l'épreuve du lancer du poids (Andrey Mikhnevich) a réussi un jet à une distance $D = 21,69$ m. L'entraîneur de l'un de ses concurrents souhaite étudier ce lancer. Pour cela il dispose pour le centre d'inertie du boulet, en plus de la valeur $21,69$ m du record, de la vitesse initiale v_0 mesurée à l'aide d'un cinémomètre et de l'altitude h .

Données: $v_0 = 13,7 \text{ m.s}^{-1}$; $h = 2,62 \text{ m}$; $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

Un logiciel informatique lui permet de réaliser une simulation de ce lancer et de déterminer la valeur de l'angle du vecteur vitesse initiale avec l'horizontale soit $\alpha = 43^\circ$.

Pour l'étude, on définit le repère d'espace (O, x, y) représenté ci-contre:

- Oy est un axe vertical ascendant passant par le centre d'inertie du boulet à l'instant où il quitte la main du lanceur.

- Ox est un axe horizontal au niveau du sol, dirigé vers la droite et dans le plan vertical de la trajectoire.

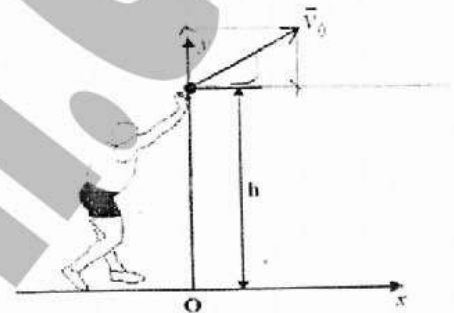
L'entraîneur a étudié le mouvement du centre d'inertie du boulet et a obtenu 3 graphes:

- le graphe de la trajectoire $y = f(x)$ du boulet en annexe à rendre avec la copie;

- les graphes de v_x et de v_y en fonction du temps

(figures 1 et 2 données ci-dessous) où v_x et v_y sont les composantes (ou coordonnées) horizontale et verticale du vecteur vitesse.

Pour chacun des graphes, les dates correspondant à deux points successifs sont séparées par le même intervalle de temps.



v_x en m.s^{-1}

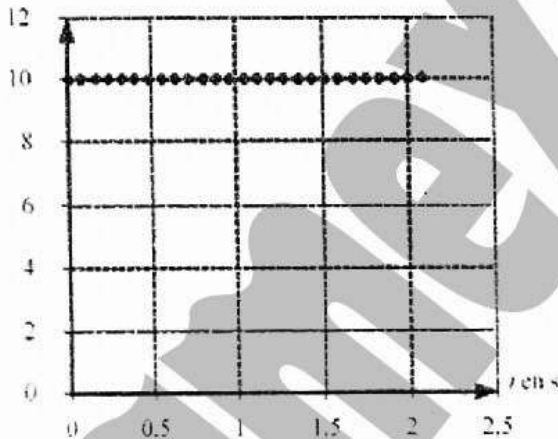


Figure 1

v_y en m.s^{-1}

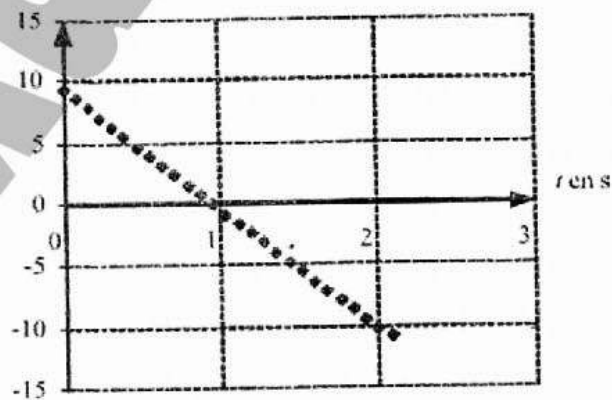


Figure 2

1. Étude des résultats de la simulation. (2,5pts)

1.1. Étude de la projection horizontale du mouvement du centre d'inertie du boulet

En utilisant la figure 1, déterminer:

- a) La composante v_{0x} du vecteur vitesse du centre d'inertie du boulet à l'instant de date $t = 0$ s. 0,25pt
 b) La nature du mouvement de la projection du centre d'inertie sur l'axe Ox en justifiant la réponse. 0,25pt
 c) La composante v_{Sx} du vecteur vitesse du centre d'inertie lorsque le boulet est au sommet S de sa trajectoire. 0,25pt

1.2. Étude des conditions initiales du lancer.

- a) En utilisant la figure 2, déterminer la composante v_{0y} du vecteur vitesse à l'instant de date $t = 0$ s. 0,25pt
 b) À partir des résultats précédents, vérifier que la valeur de la vitesse instantanée et l'angle de tir sont compatibles avec les valeurs respectives $v_0 = 13,7 \text{ ms}^{-1}$ et $\alpha = 43^\circ$ données dans le texte. 0,5pt

1.3. Étude du vecteur vitesse du centre d'inertie du boulet.

- a) Déterminer toutes les caractéristiques du vecteur vitesse du centre d'inertie du boulet au sommet de la trajectoire. 0,5pt
 b) Sur le graphe $y = f(x)$ donné en annexe à rendre avec la copie, tracer en cohérence avec les résultats des questions 1.1 et 1.2 :
 - le vecteur vitesse \vec{v}_0 du centre d'inertie du boulet à l'instant du lancer ; 0,25pt
 - le vecteur vitesse \vec{v}_S du centre d'inertie du boulet au sommet de la trajectoire (Aucune échelle n'est exigée). 0,25pt

2. Étude théorique du mouvement du centre d'inertie. (3pts)

Le boulet est une sphère de volume V et de masse volumique $\mu = 7,10 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. La masse volumique de l'air est $\mu' = 1,29 \text{ kg m}^{-3}$.

- 2.1. Soit P_A la valeur de la poussée d'Archimède exercée par l'air sur ce boulet et P la valeur de son poids. Montrer que P_A est négligeable devant P . 0,5pt
 2.2. À partir du théorème du centre d'inertie, établir les équations horaires du mouvement du centre d'inertie du poids dans le repère d'espace défini en introduction. (Négliger l'action de l'air) 1,25pt
 2.4. En déduire l'équation de la trajectoire du centre d'inertie. 0,5pt
 2.5) Déterminer en fonction de v_0 , g et α les coordonnées du sommet S de la trajectoire. 0,75pt

3. Comment améliorer la performance d'un lanceur ? (1,5pt)

L'entraîneur veut ensuite savoir sur quel(s) paramètre(s) il peut travailler pour améliorer la performance de l'athlète. Celui-ci est plus petit que le recordman du monde, sa taille est telle que l'altitude initiale de ses lancers n'est au maximum que de $h' = 2,45 \text{ m}$.

L'entraîneur décide donc d'étudier l'influence de la valeur v_0 de la vitesse initiale du lancer et de l'angle de tir α . Il réalise des séries de simulations rassemblées dans les réseaux de courbes correspondants aux figures 3 et 4. Sur la figure 3, l'angle de tir est maintenu constant soit $\alpha = 41^\circ$ et sur la figure 4, la vitesse est maintenue constante soit $v_0 = 13,8 \text{ m.s}^{-1}$.

3.1. À partir des figures 3 et 4, choisir dans le tableau de ci-dessous, la proposition correcte donnant l'évolution de la longueur du jet pour:

- l'angle α fixé ; 0,5pt
 - la valeur v_0 fixée. 0,5pt

3.2. Confronter les figures 3 et 4 pour en déduire si, parmi les combinaisons proposées, il en existe une satisfaisante pour battre le record du monde. Justifier la réponse. 0,5pt

angle α fixé	vitesse initiale v_0 fixée
Quand v_0 augmente, la distance horizontale D du jet: i) augmente ii) diminue iii) est la même iv) augmente, passe par un maximum puis diminue v) diminue, passe par un minimum puis augmente	Quand α augmente la distance horizontale D du jet: i) augmente ii) diminue iii) est la même iv) augmente, passe par un maximum puis diminue v) diminue, passe par un minimum puis augmente

Figure 3 ($\alpha = 41^\circ$)

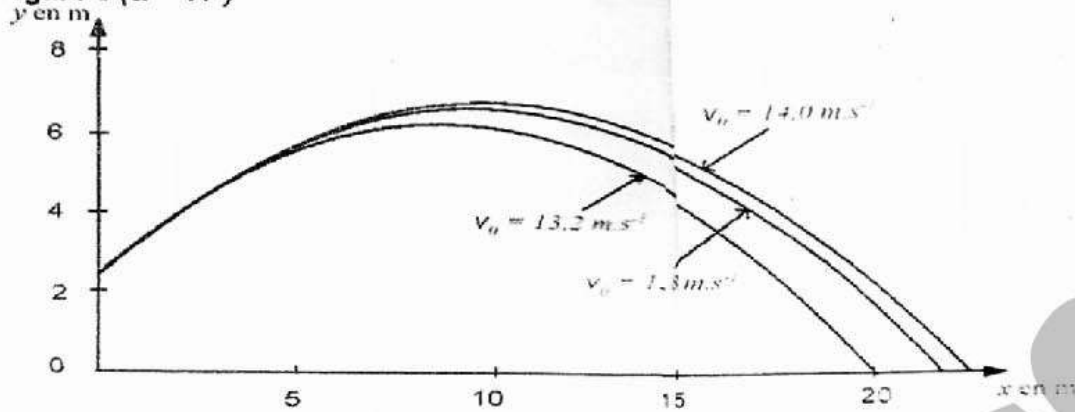
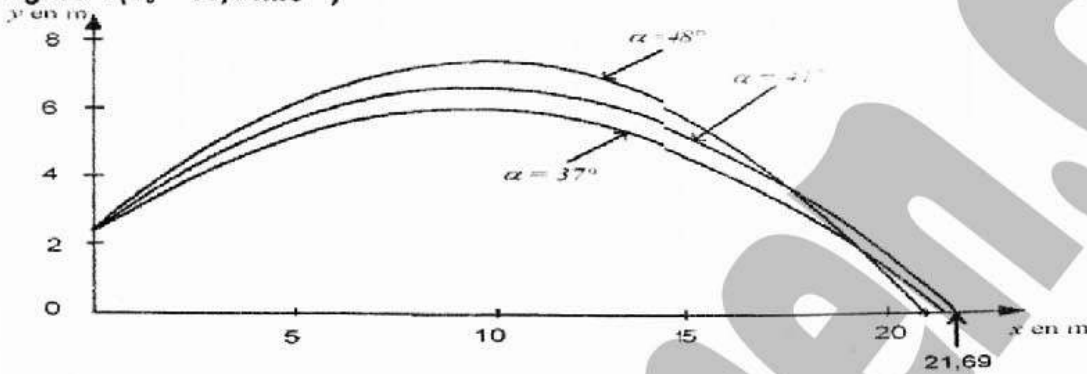


Figure 4 ($v_0 = 13,8 \text{ m.s}^{-1}$)



Exercice 2 : Satellites terrestres/ 5pts

Dans tout l'exercice, on notera :

Masse de la Terre: $M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ (répartition de masse à symétrie sphérique de centre O)

Rayon de la Terre: $R_T = 6\,380 \text{ km}$; Masse du satellite étudié: m_s

Altitude du satellite étudié: h ; vecteur unitaire lié au mouvement et centripète \vec{n} .

Constante de gravitation universelle: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

1. Satellite Hubble

Le télescope spatial Hubble, qui a permis de nombreuses découvertes en astronomie depuis son lancement en 1990, est en orbite circulaire à l'altitude h et il effectue un tour complet de la Terre en 101 minutes.

- 1.1. Exprimer vectoriellement (en fonction de m_s, G, M_T, R_T, h , et \vec{n}), la force exercée par la Terre sur Hubble supposé ponctuel ; représenter cette force sur un schéma. 0,5pt
- 1.2. L'étude se fait dans un référentiel approprié considéré comme galiléen. Indiquez ce référentiel puis en appliquant la deuxième loi de Newton établir l'expression vectorielle de l'accélération du satellite, en fonction de G, M_T, R_T, h , et \vec{n} . 0,5pt
- 1-3. En reprenant les résultats ci-dessus, montrer sans calcul que le mouvement circulaire de Hubble est uniforme. 0,5pt
- 1-4. Exprimer littéralement sa vitesse en fonction des grandeurs M_T, R_T, h et G . Exprimer la période T de son mouvement en fonction des grandeurs précédentes puis retrouver la troisième loi de Kepler appliquée à ce mouvement circulaire. 0,75pt
- 1-5. Déterminer h . 0,5pt

2. Cas d'un satellite géostationnaire

Les satellites météorologiques comme Météosat sont des appareils d'observation géostationnaires.

- 2.2.1. Qu'appelle-t-on satellite géostationnaire ? 0,25pt
- 2.2.2. On propose trois trajectoires hypothétiques de satellite en mouvement circulaire uniforme autour de la Terre.



Figure 1

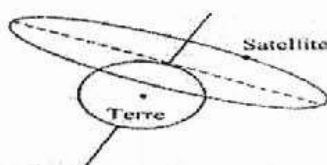


Figure 2

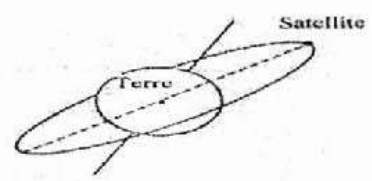


Figure 3

0,5pt

- b. Quelle est la seule trajectoire qui peut correspondre au satellite géostationnaire ? Justifier la réponse. 0,5pt
 c) Déterminer à quelle altitude h évolue Météosat ainsi que sa vitesse sur son orbite. 1pt

Exercice 3: Dynamique de translation et dynamique de rotation : 4pts

Deux solides (S_1) et (S_2) de masses m_1 et m_2 sont reliés par un fil inextensible de masse négligeable passant sur la gorge d'une poulie de rayon r tournant sans frottement autour d'un axe horizontal passant par son milieu. Le moment d'inertie de la poulie par rapport à cet axe est J . (S_1) glisse sans frottement sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontal. (voir figure ci-dessous). On abandonne le système sans vitesse initiale.

Données : $m_2 = 400 \text{ g}$; $r = 1 \text{ cm}$; $g = 9,8 \text{ N/kg}$; $J = 8 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^2$

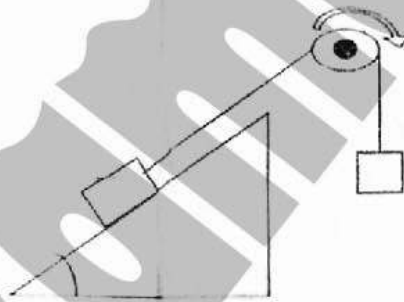
1) Expression de l'accélération « a » prise par les masses (2pts)

- 1.1) A partir du théorème du centre d'inertie (TCI), exprimer en fonction de m_1 , g , a , et α la tension T_1 du fil reliant (S_1) à la poulie. 0,5pt
 1.2) A partir du TCI, exprimer en fonction de m_2 , g , a , et la tension T_2 du fil reliant (S_2) à la poulie 0,5pt
 1-3) A partir de la relation fondamentale de la dynamique de rotation, trouver une relation entre T_1 , T_2 , r , J et a . 0,5pt
 1-4) Dédurre des relations précédentes l'expression de « a » en fonction de m_2 , m_1 , α , g , J et r . 0,5 pt

2) Etude cinématique (2pts)

On choisit la valeur de la masse m_1 pour que la valeur de l'accélération des masses soit $a = 2 \text{ m/s}^2$

- 2-1) Calculer alors la valeur numérique de la masse m_1 et la distance parcourue par (S_1) au bout de 10 s. 1 pt
 2-2) Calculer l'accélération angulaire de la poulie et le nombre de tours qu'elle effectue pendant le même temps. 1pt



Exercice 4: Mouvement dans un champ électrique uniforme. 4pts

On se propose de déterminer la vitesse d'entrée v_0 d'un faisceau homogène de particules α de charge $q = 3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$ et de masse $m = 6,68 \times 10^{-27} \text{ kg}$, à l'entrée dans un champ électrique uniforme (voir figure 5). Le faisceau pénètre en O dans l'espace rempli d'air entre deux plaques horizontales P_1 et P_2 d'un condensateur dont la distance est $d = 10 \text{ cm}$ et la longueur $l = 15 \text{ cm}$.

On admet que \vec{v}_0 est parallèle à ($x'x$) et on néglige le poids des particules α .

En l'absence de champ électrique entre les plaques, on observe sur une plaque photographique disposée perpendiculairement à $X'X$ à une distance D du centre I des plateaux une tâche en A. On donne $D = 50 \text{ cm}$.

On crée un champ électrique uniforme en appliquant entre P_1 et P_2 une différence de potentiel constante $U = 6 \times 10^4 \text{ V}$. On constate que la tâche se forme en A'.

- 1) Déterminer la direction et le sens du champ électrique \vec{E} , le représenter, puis indiquer les signes des plaques. 1pt
 2) Etudier le mouvement d'une particule α entre les plaques du condensateur dans le système d'axes (O, x, y) : équation et nature de la trajectoire. 1pt
 3) Que devient ce mouvement lorsque la particule n'est plus soumise au champ électrique \vec{E} ? 0,25pt
 4) Exprimer la vitesse V_s de sortie du champ en fonction de q , E , l , m , v_0 . 0,75pt
 5) La mesure donne $AA' = 8,5 \text{ mm}$. Calculer la vitesse initiale v_0 des particules. 1pt

Handwritten notes:
 page 3
 Exercice 3
 1-1) $T_1 = m_1(g - a \sin \alpha)$
 1-2) $T_2 = m_2(g + a)$
 1-3) $2r(T_2 - T_1) = J \alpha$
 1-4) $a = \frac{m_2 g + m_1 g \sin \alpha}{m_1 + m_2 + \frac{J}{r^2}}$