

# Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2012

Section: B / C

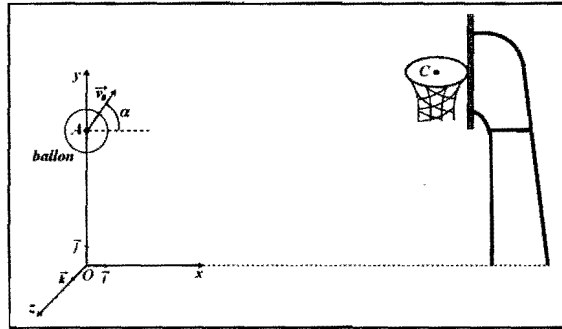
Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

---

page 1/2

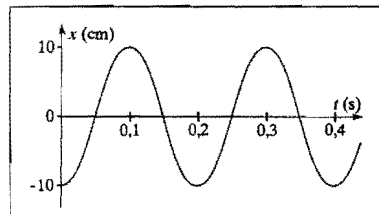
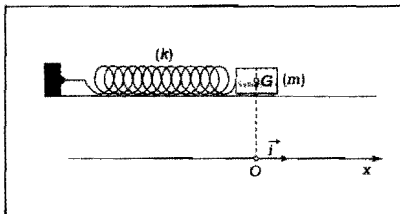
## Question 1 Mouvement parabolique d'un ballon de basket [6 + 3 + 1 + 2 = 12 pts]



Un basketteur tire au panier à partir de la ligne des trois points. Dans ces conditions, la distance entre la verticale passant par le centre C du panier et la verticale passant par le centre d'inertie G du ballon est de 6,25 m. Au moment où le joueur lance la balle, G est situé en A à 2,10 m du sol et sa vitesse  $\vec{v}_0$  fait un angle  $\alpha = 51^\circ$  avec l'horizontale. Le centre C du panier est à 3,05 m du sol et tous les frottements sont négligeables.

- 1) Établir l'équation de la trajectoire de son centre d'inertie G dans le repère représenté sur la figure.
- 2) Quelle doit être la valeur de  $\vec{v}_0$  pour que le panier soit réussi (donc que G passe par C) ?
- 3) Déterminer la hauteur atteinte par le ballon au sommet de sa trajectoire.
- 4) À quelle hauteur un défenseur, placé dans le plan de la trajectoire du ballon à 1 m en avant du centre C du panier aurait-il dû placer l'extrémité de sa main pour toucher le ballon ? (rayon du ballon :  $r = 12$  cm)

## Question 2 Le pendule élastique horizontal [4 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 = 14 pts]



Un dispositif d'acquisition permet d'enregistrer la position en fonction du temps du centre d'inertie G d'un pendule élastique horizontal. Le solide, de masse m, est lâché à l'instant  $t = 0$  s et on admet qu'il se déplace sans frottements sur un banc à coussin d'air.

- 1) Établir, à partir d'une considération énergétique, l'équation différentielle caractérisant le mouvement.
- 2) Dédire du graphique l'amplitude  $x_m$  et la période propre  $T_0$  et calculer la pulsation propre  $\omega_0$ .
- 3) Dédire également du graphique les conditions initiales du mouvement. Quelle est son équation horaire ?
- 4) Sachant qu'à l'instant initial l'énergie mécanique du système oscillant est égale à 1,75 J, déterminer la constante de raideur k du ressort.
- 5) Quelle est la masse m du solide oscillant ?
- 6) Que vaut la vitesse du solide oscillant lorsqu'il passe par sa position d'équilibre ?

Si l'on diminue l'intensité du courant d'air produit par la soufflerie, les frottements ne sont plus négligeables et le mouvement de l'oscillateur est dit amorti.

- 7) Décrire et expliquer brièvement l'influence d'un frottement.
- 8) Quelle différence y a-t-il entre un frottement fluide et un frottement solide ?

1/2

**Question 3 Petites questions / Ondes stationnaires [6(3·2) + 5(2+1+1+1) = 11 pts]**

a) Les affirmations suivantes sont elles vraies ou fausses? Motiver les réponses!

- 1) Deux planètes ayant même champ de gravitation à leur surface ont même masse.
- 2) Lorsqu'on double la vitesse d'injection d'électrons dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B} \perp \vec{v}_0$ , leur vitesse angulaire double aussi.
- 3) Deux explosions ayant lieu au même endroit à des instants différents dans un premier référentiel d'inertie peuvent être observées simultanément dans un deuxième référentiel en mouvement rectiligne uniforme par rapport au premier.

b) Expliquer brièvement la formation d'ondes stationnaires dans une corde. Qu'appelle-t-on alors ventre respectivement nœud? Quelle condition doit être réalisée pour que de telles ondes se produisent dans une corde de longueur  $l$ ? De quels facteurs dépend l'aspect de la corde?

**Question 4 Effet photoélectrique [1 + 2 + 1 + 2 + 3 = 9 pts]**

La cathode de césium ( $W_S = 1,88 \text{ eV}$ ) d'une cellule photoélectrique est éclairée avec un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 550 \text{ nm}$  et de puissance  $\mathcal{P} = 75 \text{ mW}$ .

- 1) Quelle est, en J, l'énergie transportée par chaque photon du faisceau incident?
- 2) Combien de photons sont émis en chaque seconde par la source de lumière?
- 3) À partir de quelle fréquence seuil l'effet photoélectrique est-il observable?
- 4) Calculer la vitesse d'expulsion d'un électron du métal de la cathode.
- 5) On augmente l'intensité de la lumière incidente. Quelle influence cette augmentation a-t-elle sur le nombre des électrons extraits par seconde et sur leur vitesse? Justifier les réponses!

**Question 5 Radioactivité [5 + 9(3+4+2) = 14 pts]**

a) Établir la loi de décroissance radioactive, en précisant toutes les grandeurs qui interviennent dans la relation établie!

b) Un stimulateur cardiaque contient une masse  $m = 125 \text{ mg}$  de l'isotope 238 du plutonium, émetteur  $\alpha$ , de demi-vie  $t_{1/2} = 87,8 \text{ ans}$ . La source de plutonium, très petite, est hermétiquement scellée dans un récipient. À partir de l'énergie libérée le stimulateur produit une puissance électrique.

- 1) Sachant que la désintégration du Pu-238 s'accompagne parfois de l'émission d'un rayonnement  $\gamma$ , écrire l'équation complète de sa désintégration. Quelles sont la cause et la nature du rayonnement  $\gamma$  émis?
- 2) Calculer le nombre de noyaux  $N_0$  initialement présents dans le stimulateur. En déduire l'activité initiale  $A_0$  du stimulateur cardiaque.
- 3) On considère que le stimulateur cardiaque fonctionne de façon satisfaisante jusqu'à une diminution de 25 % de son activité. Quelle est, dans ces conditions, sa durée de fonctionnement satisfaisante?

extrait du tableau périodique :  ${}_{90}\text{Th}$  ;  ${}_{91}\text{Pa}$  ;  ${}_{92}\text{U}$  ;  ${}_{93}\text{Np}$  ;  ${}_{94}\text{Pu}$   
 masse molaire du plutonium :  $M = 238 \text{ g/mol}$

## Relevé des principales constantes physiques

Grandeur physique	Symbole usuel	Valeur numérique	Unité
Constante d'Avogadro	$N_A$ (ou L)	$6,022 \cdot 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$
Constante molaire des gaz parfaits	R	8,314	$\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$
Constante de gravitation	K (ou G)	$6,673 \cdot 10^{-11}$	$\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$
Célérité de la lumière dans le vide	c	$2,998 \cdot 10^8$	$\text{ms}^{-1}$
Perméabilité du vide	$\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$\text{Hm}^{-1}$
Permittivité du vide	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$	$8,854 \cdot 10^{-12}$	$\text{Fm}^{-1}$
Charge élémentaire	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
Masse au repos de l'électron	$m_e$	$9,109 \cdot 10^{-31}$ $0,549 \cdot 10^{-3}$ 0,511	kg u $\text{MeV}/c^2$
Masse au repos du proton	$m_p$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ 1,0073 938,27	kg u $\text{MeV}/c^2$
Masse au repos du neutron	$m_n$	$1,6749 \cdot 10^{-27}$ 1,0087 939,57	kg u $\text{MeV}/c^2$
Masse au repos d'une particule $\alpha$	$m_\alpha$	$6,6447 \cdot 10^{-27}$ 4,0015 3727,4	kg u $\text{MeV}/c^2$
Constante de Planck	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	Js
Constante de Rydberg	$R_\infty$	$1,097 \cdot 10^7$	$\text{m}^{-1}$
Rayon de Bohr	$r_1$ (ou $a_0$ )	$5,292 \cdot 10^{-11}$	m
Energie de l'atome d'hydrogène dans l'état fondamental	$E_1$	-13,6	eV

Grandeurs terrestres qui peuvent dépendre du lieu ou du temps		Valeur utilisée sauf indication contraire	
Accélération de la pesanteur à la surface terrestre	g	9,81	$\text{ms}^{-2}$
Composante horizontale du champ magnétique terrestre	$B_h$	$2 \cdot 10^{-5}$	T
Rayon de la Terre	R	6370	km
Masse de la Terre	M	$5,98 \cdot 10^{24}$	kg

## Conversion d'unités en usage avec le SI

1 angström  $= 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$   
 1 électronvolt  $= 1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$   
 1 unité de masse atomique  $= 1 \text{ u} = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,49 \text{ MeV}/c^2$

