

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2016

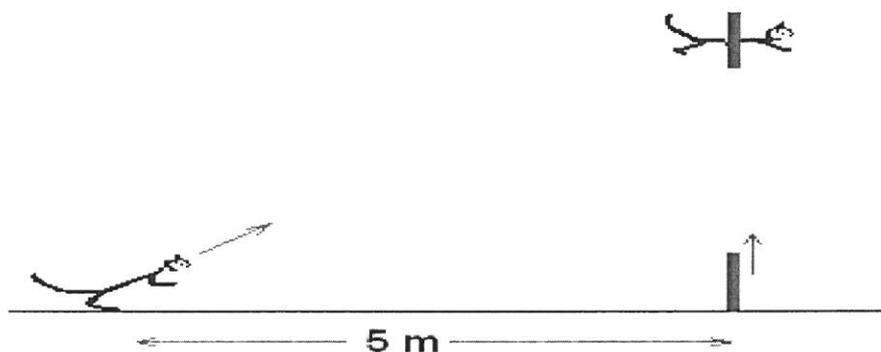
Section: BC

Branche: Physique

DATE ÉPREUVE : 16. 09. 2016

Numéro d'ordre du candidat

I. Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme (11 points)



Dans un numéro de cirque, un jaguar prend un élan pour sauter à travers un cerceau qui est lancé verticalement vers le haut avec une vitesse initiale de $9,0 \text{ m/s}$. Dans la suite, on assimilera le jaguar et le cerceau à des masses ponctuelles situées en leurs centres d'inertie respectifs. Au moment du décollage, les deux centres d'inertie se trouvent à la hauteur de $0,5 \text{ m}$ par rapport au sol et sont distants de 5 m . Les deux ont partir au même instant. Lorsque le cerceau se trouve au sommet de sa trajectoire, le jaguar passe par celui-ci avec une vitesse horizontale. On néglige les frottements.

1. Indiquer, sur une figure soignée, la trajectoire du jaguar, son vecteur vitesse au sommet et les vecteurs vitesses initiales du jaguar et du cerceau. Établir les équations horaires du jaguar et du cerceau. (7)
2. Calculer la hauteur (au-dessus du sol) atteinte par le cerceau ainsi que le temps nécessaire pour atteindre cette hauteur. (2)
3. En déduire le temps que le jaguar met pour atteindre le sommet de sa trajectoire et sa vitesse au sommet. (2)

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2016

Section: BC

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

II. Cyclotron (13 points)

1. Dessiner la trajectoire (quelques tours) suivie par un ion positif dans un cyclotron et représenter les vecteurs champs et forces qui influencent sur le mouvement. Expliquer ensuite le principe de fonctionnement du cyclotron. (4)
2. On veut construire un cyclotron dont le champ magnétique a une intensité de 2,0 T et dont le champ électrique est produit par une tension de 30 kV.
 - a. Un proton entre avec une vitesse de $5 \cdot 10^6$ m/s dans l'un des dés (« dees »).
Calculer (3)
 - i. le rayon de sa trajectoire ;
 - ii. l'augmentation de sa vitesse lorsqu'il passe dans l'autre dé.
 - b. Expliquer pourquoi la fréquence d'alternance du champ électrique ne varie pas si le rayon de la trajectoire augmente. Calculer cette fréquence. (4)
 - c. Le but de ce cyclotron est d'accélérer des protons pour qu'ils sortent avec une énergie cinétique de 1 MeV. Calculer le rayon maximal de leur trajectoire. (2)

III. Oscillateur mécanique harmonique (14 points)

1. Etablir l'équation différentielle du mouvement d'un pendule élastique horizontal. (5)
2. Montrer qu'une fonction sinusoïdale est solution de cette équation différentielle. (2)
3. Un solide de masse $m = 300$ g est relié à un ressort à spires non jointives de raideur $k = 0,474 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.
A l'instant initial, le centre d'inertie G est relâché à partir de la position $x = 10$ cm. L'axe des abscisses a la direction du ressort. L'origine des abscisses est la position du centre d'inertie G du solide lorsque celui-ci est au repos. Les oscillations se font sans le moindre frottement.
 - a. Déterminer l'équation horaire du solide. (2)
 - b. Calculer la vitesse maximale. (2)
 - c. Calculer la date du premier passage à l'abscisse $x = -4$ cm. (3)

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2016

Section: BC

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

IV. Ondes progressives (12 points)

On considère un vibreur S_1 de fréquence 2 Hz et d'amplitude 2 mm qui effectue un mouvement harmonique vertical dans l'eau. A l'origine des temps, le vibreur se trouve à 2 mm sous le plan d'eau.

1. Déterminer l'équation horaire du vibreur. (3)

Dans l'eau on observe une onde progressive dont la longueur d'onde mesure 5 cm. On considère un point M qui se trouve à 7,5 cm du vibreur.

2. Calculer la célérité de l'onde et le retard avec lequel le point M reproduit le mouvement de la source S_1 . (1)
3. Déterminer l'équation horaire du point M. Comparer le mouvement de M et S_1 . (4)
4. Vrai ou faux ? Justifier. (1)
« Si on double la fréquence du vibreur, alors la longueur d'onde diminue de moitié. »
5. Un deuxième vibreur S_2 vibrant en opposition de phase avec le premier se trouve aussi à 7,5 cm du point M (mais à un autre endroit que le premier).
 - a. Expliquer pourquoi on peut observer des interférences à la surface d'eau. (1)
 - b. L'interférence en M est-elle destructive ou constructive ? Justifier. (2)

V. Radioactivité (10 points)

1. Définir : radioactivité. (1)
2. Etablir la loi de la décroissance radioactive. (4)
3. Le radium 226 est un émetteur α et a une constante de désintégration de $1,36 \cdot 10^{-11} \frac{1}{s}$.
 - a. Ecrire la réaction de désintégration du radium 226. (1)
 - b. Calculer sa demi-vie en années. (2)
 - c. Sachant que Pierre et Marie Curie possédaient environ 200 g de radium en 1898, calculer combien il y en reste après 118 ans. (2)

Relevé des principales constantes physiques

Grandeur physique	Symbole usuel	Valeur numérique	Unité
Constante d'Avogadro	N_A (ou L)	$6,022 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
Constante molaire des gaz parfaits	R	8,314	$\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
Constante de gravitation	K (ou G)	$6,673 \cdot 10^{-11}$	$\text{N m}^2 \text{kg}^{-2}$
Constante électrique pour le vide	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	$8,988 \cdot 10^9$	$\text{N m}^2 \text{C}^{-2}$
Célérité de la lumière dans le vide	c	$2,998 \cdot 10^8$	m s^{-1}
Perméabilité du vide	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$	H m^{-1}
Permittivité du vide	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$	$8,854 \cdot 10^{-12}$	F m^{-1}
Charge élémentaire	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
Masse au repos de l'électron	m_e	$9,1094 \cdot 10^{-31}$ $5,4858 \cdot 10^{-4}$ 0,5110	kg u MeV/c^2
Masse au repos du proton	m_p	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ 1,0073 938,27	kg u MeV/c^2
Masse au repos du neutron	m_n	$1,6749 \cdot 10^{-27}$ 1,0087 939,57	kg u MeV/c^2
Masse au repos d'une particule α	m_α	$6,6447 \cdot 10^{-27}$ 4,0015 3727,4	kg u MeV/c^2
Constante de Planck	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	J s
Constante de Rydberg de l'atome d'hydrogène	R_H	$1,097 \cdot 10^7$	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	-13,59	eV

Grandeurs liées à la Terre et au Soleil (elles peuvent dépendre du lieu ou du temps)		Valeur utilisée sauf indication contraire	
Composante horizontale du champ magnétique terrestre	B_h	$2 \cdot 10^{-5}$	T
Accélération de la pesanteur à la surface terrestre	g	9,81	m s^{-2}
Rayon moyen de la Terre	R	6370	km
Jour sidéral	T	86164	s
Masse de la Terre	M_T	$5,98 \cdot 10^{24}$	kg
Masse du Soleil	M_S	$1,99 \cdot 10^{30}$	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	$= 1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,49 \text{ MeV}/c^2$

Formules trigonométriques

$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ $\cos^2 x = \frac{1}{1 + \tan^2 x}$	$\sin^2 x = \frac{\tan^2 x}{1 + \tan^2 x}$	$1 + \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$
$\sin(\pi - x) = \sin x$ $\cos(\pi - x) = -\cos x$ $\tan(\pi - x) = -\tan x$	$\sin(\pi + x) = -\sin x$ $\cos(\pi + x) = -\cos x$ $\tan(\pi + x) = \tan x$	$\sin(-x) = -\sin x$ $\cos(-x) = \cos x$ $\tan(-x) = -\tan x$
$\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos x$ $\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin x$ $\tan\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cotan x$	$\sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \cos x$ $\cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\sin x$ $\tan\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\cotan x$	
$\sin(x + y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$ $\sin(x - y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$	$\tan(x + y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y}$	$\cos(x + y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$ $\cos(x - y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$
$\sin 2x = 2 \sin x \cos x$ $\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x$	$2 \cos^2 x = 1 + \cos 2x$ $2 \sin^2 x = 1 - \cos 2x$	$\tan 2x = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x}$
$\sin 2x = \frac{2 \tan x}{1 + \tan^2 x}$	$\cos 2x = \frac{1 - \tan^2 x}{1 + \tan^2 x}$	$\tan 2x = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x}$
$\sin 3x = 3 \sin x - 4 \sin^3 x$	$\cos 3x = -3 \cos x + 4 \cos^3 x$	
$\sin p + \sin q = 2 \sin \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$ $\sin p - \sin q = 2 \sin \frac{p-q}{2} \cos \frac{p+q}{2}$ $\cos p + \cos q = 2 \cos \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$ $\cos p - \cos q = -2 \sin \frac{p+q}{2} \sin \frac{p-q}{2}$	$\tan p + \tan q = \frac{\sin(p+q)}{\cos p \cos q}$ $\tan p - \tan q = \frac{\sin(p-q)}{\cos p \cos q}$	
$\sin x \cos y = \frac{1}{2} [\sin(x+y) + \sin(x-y)]$ $\cos x \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x+y) + \cos(x-y)]$ $\sin x \sin y = \frac{1}{2} [\cos(x-y) - \cos(x+y)]$		

