

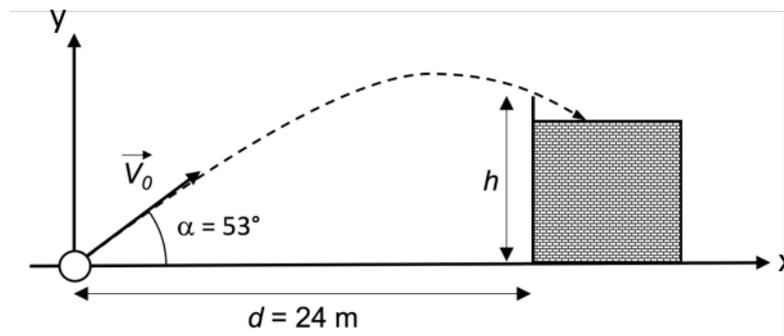


BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
Physique	B, C	Durée de l'épreuve : 3 heures Date de l'épreuve : 11 juin 2018

A. Tir oblique

(12)

Un terrain de football est situé sur le toit plat d'un bâtiment. Une clôture de 1,80 m de hauteur est construite autour du terrain de manière à ce que la hauteur totale $h = 7,80$ m. Le ballon étant tombé dans la rue, un passant le renvoie en le lançant sous un angle de 53° avec l'horizontale. Le passant se trouve à une distance d de 24,0 m du bâtiment. Après 2,20 s le ballon passe au-dessus de la clôture.



- 1) Établir l'expression de l'accélération du ballon et établir les équations paramétriques du mouvement du ballon. (6)
- 2) Déterminer la vitesse avec laquelle le passant a lancé le ballon. (1)
- 3) Déterminer la distance verticale entre le ballon et la clôture lorsqu'il passe au-dessus de celle-ci. (2)
- 4) Déterminer la distance horizontale entre la clôture et le point d'impact sur le toit où le ballon atterrit. (3)

B. Oscillations mécaniques

(13)

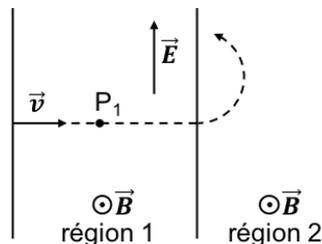
Un pendule élastique horizontal est constitué d'un solide ponctuel S de masse m et d'un ressort de raideur k. On écarte le solide S de sa position d'équilibre dans le sens des x positifs, puis on le relâche à $t = 0$ s sans vitesse initiale. Les frottements sont à négliger.

- 1) Établir l'équation différentielle qui régit le mouvement du solide ponctuel S. (6)
- 2) Vérifier qu'une fonction sinusoïdale de période T_0 est une solution de l'équation différentielle. Sous quelle condition cette solution est-elle valable ? (2)
- 3) Sachant que la coordonnée de la vitesse selon x à l'instant $t = \frac{2T_0}{5}$ est de -15,0 cm/s et que l'accélération maximale est de $35,0 \text{ cm/s}^2$, déterminer la phase initiale, l'amplitude et la fréquence propre des oscillations mécaniques. (5)

C. Champ électrique et magnétique

(11)

Un ion de masse m et de charge q pénètre avec une vitesse \vec{v} dans une première région 1 où coexistent un champ électrique \vec{E} et un champ magnétique \vec{B} (comme indiqué sur la figure ci-dessous). Puis, la particule entre dans une deuxième région 2 où règne le même champ magnétique que dans la région 1, mais où le champ électrique est nul. La trajectoire est indiquée sur la figure.



- 1) L'ion est-il chargé positivement ou négativement ? Donner une justification. (2)
- 2) Dessiner sur un schéma les forces agissant sur l'ion au point P_1 (dans la région 1) et préciser leurs origines. (2)
- 3) Montrer que le mouvement de la particule dans la région 2 est plan, uniforme et circulaire. (5)
- 4) Exprimer la masse de la particule en fonction de B, q, E et du rayon R de la trajectoire. (2)

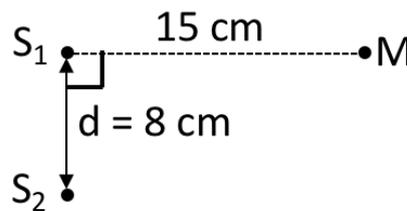
D. Relativité (11)

- 1) Établir, à partir d'une expérience par la pensée, l'expression mathématique de la dilatation du temps. (6)
- 2) Proxima Centauri est l'étoile la plus proche de la Terre après le Soleil. Elle se trouve à une distance de 4,24 a.l. dans le référentiel terrestre (a.l. est la distance parcourue par la lumière dans le vide en une année).

Des jumeaux A et B se séparent. B part pour un voyage vers cette étoile à bord d'un vaisseau qui navigue à une vitesse constante de 0,95 c par rapport à la Terre.

- i. De combien d'années l'astronaute B a-t-il vieilli, selon sa propre montre, entre son départ et son arrivée ? Justifier par un calcul. (3)
- ii. Calculer la différence d'âge dû à ce voyage spatial entre les jumeaux. (2)

E. Interférence d'ondes (13)



On réalise des interférences à la surface de l'eau à l'aide de deux sources cohérentes notées S_1 et S_2 . Ces sources sont distantes de $d = 8,0$ cm, elles vibrent en phase, ont même amplitude $a = 3$ mm et émettent chacune une onde progressive.

- 1) Établir les conditions sur la différence de marche δ pour les points où une interférence constructive a lieu. (4)
- 2)
 - Indiquer l'état vibratoire d'un point appartenant à la médiatrice de S_1S_2 . Donner une justification.
 - Sur le segment S_1S_2 , la distance entre deux points de deux franges d'interférence constructives voisines est de 0,5 cm. En sachant que les sources vibrent avec une fréquence de 40 Hz, déterminer la célérité des ondes.
 - Calculer l'amplitude du mouvement d'un point M, se trouvant à une distance de 15,0 cm de S_1 comme indiqué sur la figure. (5)
- 3) Déterminer l'expression de l'équation de l'onde issue de la source S_1 au point M, sachant que la source a une équation de la forme : $y = y_m \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$ (2)
- 4) Pourrait-on obtenir une interférence destructive au point M en changeant la phase d'une des deux sources ? Expliquer ! (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

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

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

<http://www.kfj-splh.hr/periodic/>

GROUPE		PÉRIODE		NUMÉRO DU GROUPE		RECOMMANDATIONS DE IUPAC		NUMÉRO DU GROUPE		CHEMICAL ABSTRACT SERVICE													
1 IA		2 IIA		13 IIIA		14 IVA		15 VA		16 VIA													
1 H		2 He		5 B		6 C		7 N		8 O													
3 Na		4 Mg		10 Ti		11 V		12 Cr		13 Mn													
19 K		20 Ca		21 Sc		22 Ti		23 V		24 Cr													
37 Rb		38 Sr		39 Y		40 Zr		41 Nb		42 Mo													
55 Cs		56 Ba		57 La-Lu		72 Hf		73 Ta		74 W													
87 Fr		88 Ra		89-103 Actinides		104 Rf		105 Db		106 Sg													
112 Hg		113 In		114 Sn		115 Sb		116 Te		117 I													
18 Ar		19 K		20 Ca		21 Sc		22 Ti		23 V													
36 Kr		37 Rb		38 Sr		39 Y		40 Zr		41 Nb													
54 Xe		55 Cs		56 Ba		57 La-Lu		72 Hf		73 Ta													
86 Rn		87 Fr		88 Ra		89-103 Actinides		104 Rf		105 Db													
13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10.811	12.011	14.007	15.999	18.998	20.180	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
B	C	N	O	F	Ne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
BORE	CARBONE	AZOTE	OXYGÈNE	FLUOR	NEON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
26.982	12.011	14.007	15.999	18.998	20.180	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Al	Si	P	S	Cl	Ar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ALUMINIUM	SILICIUM	PHOSPHORE	SOUFRE	CHLORE	ARGON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
26.982	28.086	30.974	32.065	35.453	39.948	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Al	Si	P	S	Cl	Ar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ALUMINIUM	SILICIUM	PHOSPHORE	SOUFRE	CHLORE	ARGON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
26.982	28.086	30.974	32.065	35.453	39.948	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

(1) Pure Appl. Chem., 73, No. 4, 667-683 (2001)

La masse atomique relative est donnée avec cinq chiffres significatifs. Pour les éléments qui n'ont pas de nucléides stables, la valeur entre parenthèses indique le nombre de masse de l'isotope de l'élément ayant la durée de vie la plus grande.

Toujours, pour les trois éléments Th, Pa et U qui ont une composition isotopique terrestre connue, une masse atomique est indiquée.

Editor: Michal Džitka

Copyright © 1999-2002 EriG, em@kfj-splh.hr

Lanthanides		Actinides	
57 138.91	58 140.12	59 140.91	60 144.24
La	Ce	Pr	Nd
LANTHANE	CERUM	PRASEODYME	NEODYME
61 (145)	62 150.36	63 151.96	64 157.25
Pm	Sm	Eu	Gd
PROMETHIUM	SAMARIUM	EUROPIUM	GADOLINIUM
65 158.93	66 162.50	67 164.93	68 167.26
Tb	Dy	Ho	Er
TERBIUM	DYSPROSIUM	HOLIUM	ERBIUM
69 168.93	70 173.04	71 174.97	72 178.49
Tm	Yb	Lu	
THULIUM	YTERBIUM	LUTETIUM	
89 (227)	90 232.04	91 231.04	92 238.03
Ac	Th	Pa	U
ACTINIUM	THORIUM	PROTACTINIUM	URANIUM
93 (237)	94 (244)	95 (243)	96 (247)
Np	Pu	Am	Cm
NEPTUNIUM	PLUTONIUM	AMERICIUM	CURIUM
97 (247)	98 (251)	99 (252)	100 (257)
Bk	Cf	Es	Fm
BERKELIUM	CALIFORNIUM	EINSTEINIUM	FERMILIUM
101 (258)	102 (259)	103 (262)	
Md	No	Lr	
MENDELÉVIUM	NOBELIUM	LAVRENCIUM	