



BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
Physique	B et C	Durée de l'épreuve
		3 heures
		Date de l'épreuve
		01. 06. 2017
		Numéro du candidat

### I Champs électrique et magnétique (6+1+4+2=13P)

Une particule  $\alpha$  pénètre avec un vecteur vitesse horizontal de norme 100 km/s dans un champ électrique uniforme vertical de norme 720 V/m qui est créé par un condensateur plan. Les armatures du condensateur ont une longueur de 12 cm et sont distantes de 6 cm. Le point d'entrée O, origine d'un repère cartésien, est équidistant des armatures. La particule  $\alpha$  quitte le condensateur en un point S qui est situé plus bas que le point d'entrée O.

- Établir les équations horaires du mouvement ainsi que l'équation cartésienne de la trajectoire.
- Calculer le temps que la particule met pour traverser le condensateur.
- Déterminer l'ordonnée du point S et la vitesse de la particule en ce point.
- Le champ magnétique terrestre a une intensité de  $48 \mu\text{T}$ . Calculer le rapport de la force électrique et de la force magnétique maximale en O.

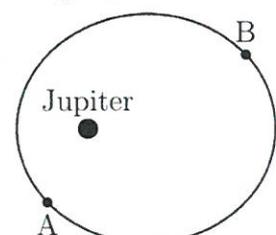
### II Satellites (4+2+3+3=12P)

Jupiter possède 67 lunes, dont les quatre les plus grandes ont été découvertes par Galilée en 1610. Les orbites des quatre lunes galiléennes sont en bonne approximation circulaires et possèdent les rayons suivants:

Lune	Io	Europa	Ganymède	Callisto
rayon de l'orbite (en km)	421 700	671 034	1 070 412	1 882 709

- Établir les expressions des intensités du vecteur accélération et du vecteur vitesse du centre de gravité des lunes galiléennes en fonction de la masse  $M_J$  de Jupiter et de la distance  $r$  qui les sépare du centre de gravité de Jupiter.
- Sachant que la masse de Jupiter est égale à 318 fois la masse de la Terre, calculer l'accélération et la vitesse linéaire du centre de gravité de Callisto.
- Énoncer la troisième loi de Kepler pour les lunes de Jupiter. L'utiliser pour montrer que les périodes de révolution des lunes Ganymède, Europa et Io obéissent à la relation  $T_G = 2T_E = 4T_I$ .
- La lune Carpo se déplace autour de Jupiter sur une trajectoire elliptique (voir figure).

Énoncer la deuxième loi de Kepler pour le système Jupiter-Carpo et en déduire en quel point (A ou B) la vitesse linéaire du centre de gravité de la lune Carpo est plus grande.



### III Ondes (4+2+4+2=12P)

1. Établir l'équation d'une onde qui se propage dans le sens positif de l'axe des abscisses dans le cas où l'élongation de la source est une fonction sinusoïdale du temps.
2. On considère une onde progressive d'équation  $y(x,t)=0,1 \cdot \sin[10\pi (t-0,2x)]$ , toutes les grandeurs étant données en unités SI. Calculer la célérité de l'onde ainsi que la vitesse maximale d'un point du milieu de propagation.
3. Faire un schéma du dispositif expérimental de l'expérience de Melde. Comment peut-on interpréter la formation de l'onde stationnaire et plus particulièrement celle des nœuds et des ventres de vibration?
4. Une corde de guitare devrait vibrer avec une fréquence fondamentale de 196 Hz. La tension de la corde est mal réglée et elle vibre avec une fréquence de 200 Hz. Faut-il augmenter ou diminuer la tension de la corde pour qu'elle vibre correctement ? Justifier.

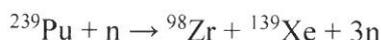
### IV Effet photoélectrique (2+4+(3+2+2)=13P)

1. Définir ce que l'on entend par effet photoélectrique et par travail d'extraction.
2. Formuler l'hypothèse d'Einstein quant à la nature corpusculaire de la lumière. Quel autre modèle de la lumière connaît-on? Indiquer, pour chacun des modèles de la lumière, le nom d'une expérience historique qui le confirme.
3. Une cellule photoélectrique au potassium est éclairée par un laser bleu de puissance 1 mW et de longueur d'onde 400 nm. Le travail d'extraction du potassium vaut 2,25 eV.
  - a) Calculer la vitesse maximale des électrons émis.
  - b) En supposant que seulement 20 % des photons arrivant sur la plaque produisent un effet photoélectrique, calculer le nombre d'électrons qui sont émis par seconde.
  - c) Le travail d'extraction ou la vitesse des électrons expulsés vont-ils varier si on échange le laser bleu contre un laser rouge? Justifier à chaque fois.

### V Physique nucléaire (2+2+(3+3)=10P)

Le plutonium 239 est un émetteur  $\alpha$  qui peut subir une fission nucléaire sous l'effet d'un bombardement de neutrons.

1. Expliquer ce que l'on entend par radioactivité et par fission nucléaire.
2. Écrire l'équation de désintégration  $\alpha$  du plutonium 239 et préciser les lois de conservation qui ont été utilisées pour trouver l'équation.
3. La fission nucléaire du plutonium 239 peut se produire suivant la réaction :



- a) À l'aide des données du tableau ci-après, calculer en MeV l'énergie libérée lors de cette réaction.

Noyau	${}^{239}\text{Pu}$	${}^{98}\text{Zr}$	${}^{139}\text{Xe}$
Énergie de liaison par nucléon (en keV)	7560,310	8581,507	8311,590

- b) En supposant que le neutron qui induit la fission nucléaire possède une énergie cinétique de 15,00 MeV, déterminer sa vitesse par un calcul relativiste.

# TABEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

18 VIIA

1	IA	1 1.0079 <b>H</b> HYDROGÈNE	2	IIA	4 9.0122 <b>Be</b> BÉRYLLIUM	13	IIIA	14	IVA	15	VA	16	VIA	17	VIIA	2 4.0026 <b>He</b> HELIUM
3		3 6.941 <b>Li</b> LITHIUM	4		12 24.305 <b>Mg</b> MAGNÉSIE	5		6		7		8		9		10 20.180 <b>Ne</b> NÉON
11		11 22.990 <b>Na</b> SODIUM	12		12 24.305 <b>Mg</b> MAGNÉSIE	13		14		15		16		17		18 39.948 <b>Ar</b> ARGON
19		19 39.098 <b>K</b> POTASSIUM	20		20 40.078 <b>Ca</b> CALCIUM	21		22		23		24		25		36 83.80 <b>Kr</b> KRYPTON
37		37 85.468 <b>Rb</b> RUBIDIUM	38		38 87.62 <b>Sr</b> STRONTIUM	39		40		41		42		43		54 131.29 <b>Xe</b> XÉNON
55		55 132.91 <b>Cs</b> CÉSIE	56		56 137.33 <b>Ba</b> BARYUM	57-71		72		73		74		75		86 (222) <b>Rn</b> RADON
87		87 (223) <b>Fr</b> FRANCIUM	88		88 (226) <b>Ra</b> RADIUM	89-103		104		105		106		107		

http://www.kjf-split.hr/periodni/fr/

NUMÉRO DU GROUPE  
RECOMMANDATIONS DE L'IUPAC  
(1985)

NUMÉRO DU GROUPE  
CHEMICAL ABSTRACT SERVICE  
(1986)

NOMBRE ATOMIQUE  
SYMBOLE

MASSÉ ATOMIQUE RELATIVE (1)

NOM DE L'ÉLÉMENT

Copyright © 1998-2002 EriG. (enl@kjf-split.hr)

## Lanthanides

57	138.91	58	140.12	59	140.91	60	144.24	61	(145)	62	150.36	63	151.96	64	157.25	65	158.93	66	162.50	67	164.93	68	167.26	69	168.93	70	173.04	71	174.97
<b>La</b>		<b>Ce</b>		<b>Pr</b>		<b>Nd</b>		<b>Pm</b>		<b>Sm</b>		<b>Eu</b>		<b>Gd</b>		<b>Tb</b>		<b>Dy</b>		<b>Ho</b>		<b>Er</b>		<b>Tm</b>		<b>Yb</b>		<b>Lu</b>	
LANTHANE		CÉRIUM		PRASÉODYME		NÉODYME		PROMÉTHIUM		SAMARIUM		EUROPIUM		GADOLINIUM		TERBIUM		DYSPROSIUM		HOLMIUM		ERBIUM		THULIUM		YTTÉRIUM		LUTÉTIUM	

## Actinides

89	(227)	90	232.04	91	231.04	92	238.03	93	(237)	94	(244)	95	(243)	96	(247)	97	(247)	98	(251)	99	(252)	100	(257)	101	(258)	102	(259)	103	(262)
<b>Ac</b>		<b>Th</b>		<b>Pa</b>		<b>U</b>		<b>Np</b>		<b>Pu</b>		<b>Am</b>		<b>Cm</b>		<b>Bk</b>		<b>Cf</b>		<b>Es</b>		<b>Fm</b>		<b>Md</b>		<b>No</b>		<b>Lr</b>	
ACTINIUM		THORIUM		PROTACTINIUM		URANIUM		NEPTUNIUM		PLUTONIUM		AMÉRICIUM		CURIUM		BERKÉLIUM		CALIFORNIUM		EINSTEINIUM		FERMIIUM		MENDELÉVIUM		NOBÉLIUM		LAWRENCIUM	

(1) Pure Appl. Chem., 73, No. 4, 667-663 (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.  
Toutefois, pour les trois éléments Th, Pa et U qui ont une composition isotopique terrestre connue, une masse atomique est indiquée.

## Formules trigonométriques

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

## 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	$\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
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	$2,998 \cdot 10^8$	$\text{m s}^{-1}$
Perméabilité du vide	$\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$\text{H m}^{-1}$
Permittivité du vide	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$	$8,854 \cdot 10^{-12}$	$\text{F m}^{-1}$
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 $\text{MeV}/c^2$
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	$6,626 \cdot 10^{-34}$	J s
Constante de Rydberg de l'atome d'hydrogène	$R_H$	$1,097 \cdot 10^7$	$\text{m}^{-1}$
Rayon de Bohr	$r_1$ (ou $a_0$ )	$5,292 \cdot 10^{-11}$	m
Energie de l'atome d'hydrogène dans l'état fondamental	$E_1$	-13,59	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	$\text{m s}^{-2}$
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	$= 1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,49 \text{ MeV}/c^2$