

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

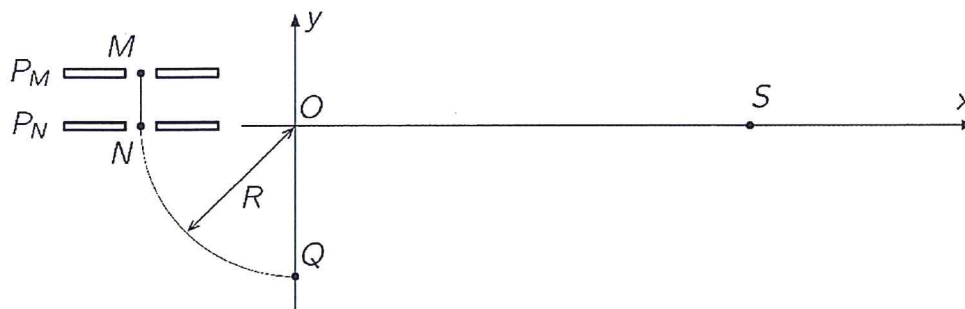
Section B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

A. Champ magnétique et champ électrique

(15 points)



Un électron, émis en M sans vitesse initiale, est accéléré entre M et N par une tension U_{MN} qui existe entre les plaques parallèles P_M et P_N .

En N l'électron pénètre dans une région où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure. Dans ce champ l'électron décrit un quart de cercle de rayon R .

En Q , l'électron quitte la région où existe le champ \vec{B} et entre dans une région où règne un champ électrique uniforme \vec{E} parallèle à l'axe (Oy) .

Dans tout le problème on supposera que le mouvement de l'électron a lieu dans le vide et que son poids est négligeable devant les autres forces auxquelles il est soumis.

1. Déterminez la tension U_{MN} sachant que l'électron passe en N avec la vitesse $v_N = 8,0 \cdot 10^6$ m/s! (2)
2. Déterminez les caractéristiques de \vec{B} (direction, sens et intensité) pour que $R = 10,0$ mm!
Faites une figure! (4)
3. Établissez les équations horaires et l'équation cartésienne de l'électron entre les points Q et S ! (6)
4. Déterminez les caractéristiques de \vec{E} (sens et intensité) sachant que les coordonnées de S sont $x_S = 3 \cdot R$ et $y_S = 0$! Indiquez le champ \vec{E} dans une figure! (3)

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

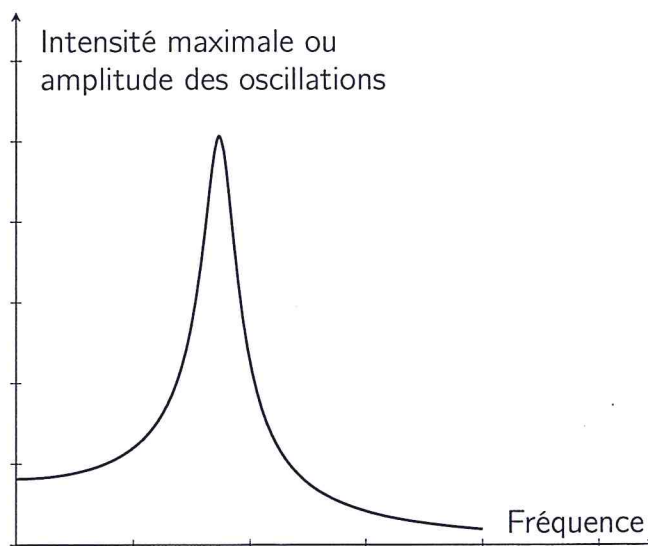
Section B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

B. Etude des oscillations libres électriques dans un dipôle RLC (15 points)

1. Etablissez l'équation différentielle du circuit LC ($R = 0$) par une considération énergétique! (4)
2. Vérifiez qu'une fonction sinusoïdale du temps est solution de l'équation différentielle!
Déduisez-en l'expression de la période propre! (4)
3. Montrez que la tension aux bornes du condensateur est une tension alternative sinusoïdale. (1)
4. Représentez un montage par lequel on peut observer les oscillations électriques dans le cas d'un circuit RLC ! (2)
5. La courbe de résonance du circuit RLC est représentée ci-après. Montrez chaque fois dans une nouvelle figure comment change l'allure de la courbe dans les cas suivants : (4)
 - 5.1. on diminue la capacité;
 - 5.2. on augmente l'inductance;
 - 5.3. on augmente la résistance!



Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

C. Expérience des fentes de Young

(15 points)

L'expérience des fentes de Young est réalisée dans le vide avec une source de lumière de fréquence $f = 6,1 \cdot 10^{14}$ Hz placée devant une plaque opaque percée de deux fentes parallèles. Les centres S_1 et S_2 des deux fentes sont espacés d'une distance a . Un écran est placé parallèlement à la plaque opaque à une distance $D = 3,0$ m de celle-ci. Un point M de l'écran est repéré à l'aide de son abscisse x , l'origine de l'axe (Ox) étant le point d'intersection de la médiatrice de S_1S_2 avec l'écran.

1. Etablissez l'expression de la différence de marche δ en fonction de la distance a , la distance D et l'abscisse x du point M sachant que $D \gg a$ et $D \gg x$! (6)
2. Déterminez la position des maxima et des minima sur l'écran et déduisez-en l'expression pour l'interfrange i ! (5)
3. Expliquez pourquoi l'expérience des fentes de Young démontre la nature ondulatoire de la lumière! (2)
4. Sur l'écran, on mesure une distance de 6,0 mm entre les centres des deux franges brillantes extrêmes d'une série de 6 franges brillantes consécutives. Déterminez la distance a entre S_1 et S_2 ! (2)

D. Radioactivité

(15 points)

Dans les calculs, on pourra négliger l'énergie du neutrino ou de l'antineutrino.

1. Le zirconium ${}^{99}_{40}\text{Zr}$ est émetteur β^- de temps de demi-vie 2,1 s. Ecrivez l'équation de désintégration! (1)
2. Expliquez d'où provient l'énergie dégagée lors de cette réaction et montrez par le calcul qu'elle vaut approximativement 4,6 MeV! (4)
3. Sur l'énergie dégagée lors de cette réaction, seuls 3,5 MeV sont emportés par la particule β^- . Expliquez où est passé le reste! (1)
4. Calculez la vitesse relativiste de la particule β^- émise! (4)
5. Calculez en J l'énergie produite par 1,0 mg de zirconium ${}^{99}_{40}\text{Zr}$ en 10,0 secondes! On ne tient pas compte de l'énergie émise par les substances « filles », c.-à-d. les éléments radioactifs qui résultent des désintégrations successives. (5)

On donne les masses nucléaires suivantes :

Noyau	${}^{99}_{40}\text{Zr}$	${}^{99}_{41}\text{Nb}$	${}^{99}_{39}\text{Y}$
Masse (u)	98,8946	98,8891	98,9032

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

Formules trigonométriques

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

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

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 = $1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,49 \text{ MeV}/c^2$

Numéro d'ordre du candidat:

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Branche: Physique

Section B et C

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

NUMÉRO DU GROUPE
RECOMMANDATIONS DE L'IUPAC
(1986)

NUMÉRO DU GROUPE
CHEMICAL ABSTRACT SERVICE
(1986)

NOMBRE ATOMIQUE Z 10 811 818 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

SYMBOLISME B BORE

MAISSE ATOMIQUE RELATIVE (1)

NOM DE L'ÉLÉMENT

PÉRIODE	GROUPE IA	IIA	III A III B										IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA					
1	H HYDROGÈNE 1 1.0079																He Hélium 2 4.0026					
2	Li LITHIUM 3 6.941	Be BÉRYLLIUM 4 9.0122													B BORE 5 10.811	C CARBONE 6 12.011	N AZOTE 7 14.007	O OXYGÈNE 8 15.999	F FLUOR 9 18.998	Ne NÉON 10 20.180		
3	Na SODIUM 11 22.990	Mg MAGNÉSIUM 12 24.305	Al ALUMINIUM 13 26.982	Si SILICIUM 14 28.086	P PHOSPHORE 15 30.974	S SOUFRE 16 32.065	Cl CHLORE 17 35.453	Ar ARGON 18 39.948														
4	K POTASSIUM 19 39.098	Ca CALCIUM 20 40.078	Sc SCANDIUM 21 44.956	Ti TITANE 22 47.867	V VANADIUM 23 50.942	Cr CHROME 24 51.996	Mn MANGANÈSE 25 54.938	Fe FER 26 55.845	Co COBALT 27 58.933	Ni NICKEL 28 58.693	Cu CUIVRE 29 63.546	Zn ZINC 30 65.39	Ga GALLIUM 31 69.723	Ge GERMANIUM 32 72.64	As ARSENIC 33 74.922	Se SÉLÉNIUM 34 78.96	Br BROME 35 79.904	Kr KRYPTON 36 83.80				
5	Rb RUBIDIUM 37 85.468	Sr STRONTIUM 38 87.62	Y YTRIUM 39 88.906	Zr ZIRCONIUM 40 91.224	Nb NIOBIUM 41 92.906	Mo MOLYBDÈNE 42 95.94	Tc TECHNÉTUM 43 (98)	Ru RUTHÈNIUM 44 101.07	Rh RHODIUM 45 102.91	Pd PALLADIUM 46 106.42	Ag ARGENT 47 107.87	Cd CADMIUM 48 112.41	In INDIUM 49 114.82	Sn ÉTAIN 50 118.71	Sb ANTIMOINE 51 121.76	Te TELLURE 52 127.60	I IODE 53 126.90	Xe XÉNON 54 131.29				
6	Cs CÉSIUM 55 132.91	Ba BARYUM 56 137.33	La-Lu Lanthanides 57-71	Hf HAFNIUM 72 178.49	Ta TANTALE 73 180.95	W TUNGSTÈNE 74 183.84	Re RHÉNIUM 75 186.21	Os OSMIUM 76 190.23	Ir IRIDIUM 77 192.22	Pt PLATINE 78 195.08	Au OR 79 196.97	Hg MERCURE 80 200.59	Tl THALLIUM 81 204.38	Pb PLOMB 82 207.2	Bi BISMUTH 83 208.98	Po POLONIUM 84 (209)	At ASTATE 85 (210)	Rn RADON 86 (222)				
7	Fr FRANCIUM 87 (223)	Ra RADIUM 88 (226)	Ac-Lr Actinides 89-103	Rf RUTHÉRFORDIUM 104 (261)	Db DUBNIUM 105 (262)	Sg SEABORGIUM 106 (266)	Bh BOHRIUM 107 (264)	Hs HASSIUM 108 (277)	Mt MEITNERIUM 109 (281)	Uuu UNUNUNIUM 110 (285)	Uuu UNUNUNIUM 111 (272)	Uub UNUNBIIUM 112 (285)	Uuq UNUNQUADIUM 114 (289)									

Lanthanides

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

Actinides

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

(1) Pure Appl. Chem., 73, No. 4, 687-693 (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.

7

Editeur: Michel Dilla