

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section B et C

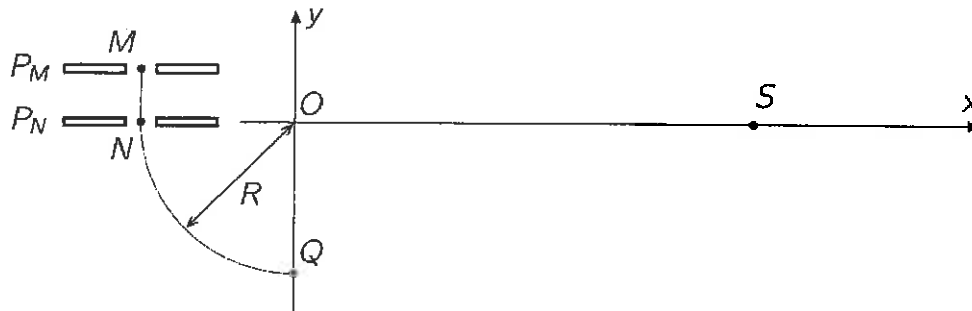
Branche: Physique

2015-2

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

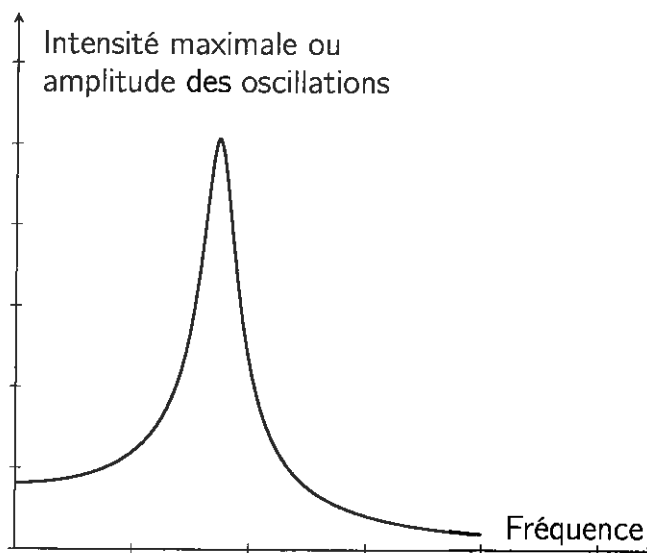
Section B et C

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

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

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

