

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section B et C

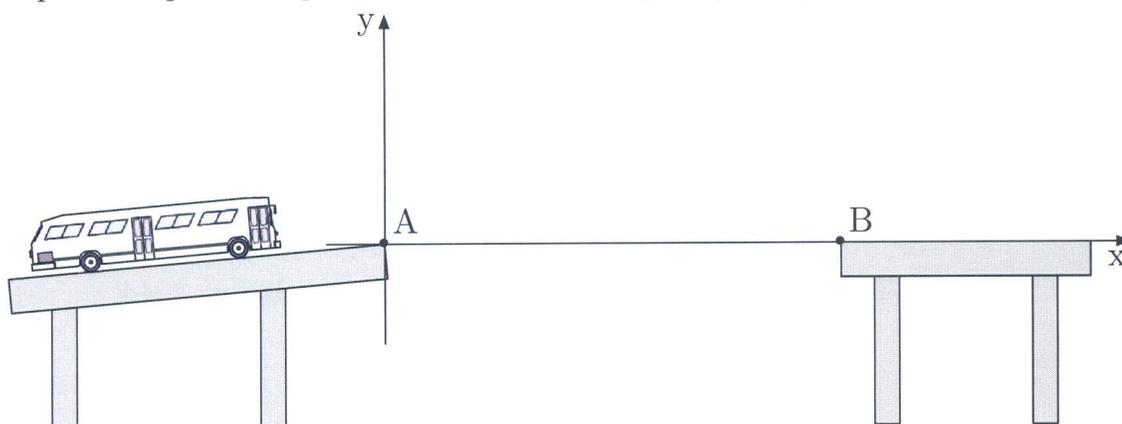
Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

A. Mouvement dans un champ de pesanteur

(16 points)

Dans le film d'action « Speed » un bus, dont la vitesse est de 108 km/h, doit passer un pont en construction. La partie non achevée du pont a une largeur de $AB = 15,2$ m. La première partie du pont est inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale.



1. Faites l'étude dynamique et cinématique du mouvement du bus, traité comme masse ponctuelle, et établissez ses équations horaires générales. (6)
2. Déduisez l'équation cartésienne de la trajectoire. (1)
3. Expliquez pourquoi la première partie du pont doit être inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Justifiez sans calcul! (3)
4. Montrez que, pour une cascade réussie, il faut que :

$$\sin 2\alpha = \frac{g \cdot AB}{v_0^2}$$

et calculez la valeur de α . (4)

5. Déterminez l'intensité de la vitesse en B. (2)

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

B. Oscillations électriques

(17 points)

1. Établissez l'équation différentielle des oscillations libres électriques dans un circuit comprenant un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance L , de résistance négligeable. (5)
2. Démontrez sous quelle condition $q(t) = Q_m \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi)$ est une solution de l'équation différentielle. (2)
3. La fréquence d'oscillations d'un circuit LC (sans pertes) est égale à 300 kHz. L'inductance de la bobine est égale à 0,6 mH. La tension maximale aux bornes du condensateur est égale à 400 V.
 - a) Calculez la capacité C du condensateur ainsi que la charge maximale du condensateur. (3)
 - b) Calculez l'énergie totale dans le circuit ainsi que la valeur maximale du courant qui circule. (3)
 - c) Déduisez l'équation horaire $i(t)$ du courant électrique dans le circuit à partir de la solution de l'équation différentielle. Indiquez les valeurs numériques des grandeurs physiques intervenant dans $i(t)$, sachant qu'à l'instant initial la tension aux bornes du condensateur est maximale. (4)

C. Dualité onde-corpuscule

(13 points)

1. Expliquez pourquoi les résultats de l'expérience de Hertz sont en contradiction avec la théorie ondulatoire de la lumière. (3)
2. Énoncez l'hypothèse qui est la base du modèle corpusculaire de la lumière. Utilisez ce modèle pour donner une interprétation de l'effet photoélectrique. (4)
3. Le travail d'extraction pour le cuivre vaut 4,4 eV.
 - a) Discutez si la lumière visible est capable d'extraire des électrons du cuivre. (spectre visible : 400 nm à 750 nm) (3)
 - b) Déterminez la quantité de mouvement des photons capables d'extraire des électrons, ayant après l'extraction une vitesse de 600 km/s. (3)

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section B et C

Branche: Physique

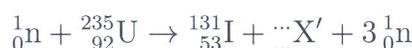
Numéro d'ordre du candidat:

D. Physique nucléaire

(14 points)

1. À l'instant $t = 0$ on dispose de N_0 noyaux radioactifs d'un même isotope. En admettant que le nombre de désintégrations radioactives par unité de temps est proportionnel au nombre de noyaux radioactifs encore présents, établissez la loi de décroissance radioactive. (5)
2. 20 jours après le tremblement de terre du 11 mars 2011 au Japon, la centrale nucléaire Fukushima Daiichi reste dans un état critique. Les substances radioactives créées auparavant lors de la réaction de fission ne sont plus confinées dans les barreaux de combustibles et se dégagent dans l'environnement.

Voici deux réactions qui ont lieu lors de la fission de l'uranium ^{235}U dans les barreaux :



- a) Complétez les équations bilan et donnez le nom des éléments inconnus. Justifiez en indiquant les lois physiques sur lesquelles vous vous basez. (2)
- b) La désintégration radioactive du césium ^{137}Cs produit du baryum. Écrivez l'équation bilan de la désintégration. Justifiez! (2)
- c) Au Luxembourg, le service de radioprotection a mesuré le 25 mars 2011 une concentration d'iode ^{131}I dans l'air de $0,49 \text{ mBq/m}^3$. Calculez la masse de l'iode radioactif contenue dans l'air d'une salle d'un volume de 200 m^3 . (4)
- d) Pourquoi les experts du service de radioprotection luxembourgeois savaient-ils que la contamination d'iode ^{131}I mesurée le 25 mars 2011 au Luxembourg ne pouvait pas provenir de l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl du 26 avril 1986? En effet, la retombée du césium ^{137}Cs de Tchernobyl est encore mesurable aujourd'hui. Expliquez! (1)

${}^A_Z\text{X}$	${}^{137}_{55}\text{Cs}$	${}^{131}_{53}\text{I}$
M en u	136,8769	130,8770
demi-vie	30,17 ans	8 jours

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

Formules trigonométriques

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

$$\cos^2 x = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 x}$$

$$\sin^2 x = \frac{\operatorname{tg}^2 x}{1 + \operatorname{tg}^2 x}$$

$$1 + \operatorname{tg}^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$\begin{aligned} \sin(\pi - x) &= \sin x \\ \cos(\pi - x) &= -\cos x \\ \operatorname{tg}(\pi - x) &= -\operatorname{tg} x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin(\pi + x) &= -\sin x \\ \cos(\pi + x) &= -\cos x \\ \operatorname{tg}(\pi + x) &= \operatorname{tg} x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin(-x) &= -\sin x \\ \cos(-x) &= \cos x \\ \operatorname{tg}(-x) &= -\operatorname{tg} x \end{aligned}$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos x$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin x$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \operatorname{cotg} x$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \cos x$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\sin x$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\operatorname{cotg} x$$

$$\begin{aligned} \sin(x + y) &= \sin x \cos y + \cos x \sin y \\ \sin(x - y) &= \sin x \cos y - \cos x \sin y \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg}(x + y) = \frac{\operatorname{tg} x + \operatorname{tg} y}{1 - \operatorname{tg} x \operatorname{tg} y}$$

$$\begin{aligned} \cos(x + y) &= \cos x \cos y - \sin x \sin y \\ \cos(x - y) &= \cos x \cos y + \sin x \sin y \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg}(x - y) = \frac{\operatorname{tg} x - \operatorname{tg} y}{1 + \operatorname{tg} x \operatorname{tg} y}$$

$$\begin{aligned} \sin 2x &= 2 \sin x \cos x \\ \cos 2x &= \cos^2 x - \sin^2 x \end{aligned}$$

$$2 \cos^2 x = 1 + \cos 2x$$

$$2 \sin^2 x = 1 - \cos 2x$$

$$\sin 2x = \frac{2 \operatorname{tg} x}{1 + \operatorname{tg}^2 x}$$

$$\cos 2x = \frac{1 - \operatorname{tg}^2 x}{1 + \operatorname{tg}^2 x}$$

$$\operatorname{tg} 2x = \frac{2 \operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x}$$

$$\sin 3x = 3 \sin x - 4 \sin^3 x$$

$$\cos 3x = -3 \cos x + 4 \cos^3 x$$

$$\sin p + \sin q = 2 \sin \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$$

$$\sin p - \sin q = 2 \sin \frac{p-q}{2} \cos \frac{p+q}{2}$$

$$\cos p + \cos q = 2 \cos \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$$

$$\cos p - \cos q = -2 \sin \frac{p+q}{2} \sin \frac{p-q}{2}$$

$$\operatorname{tg} p + \operatorname{tg} q = \frac{\sin(p+q)}{\cos p \cos q}$$

$$\operatorname{tg} p - \operatorname{tg} q = \frac{\sin(p-q)}{\cos p \cos q}$$

$$\sin x \cos y = \frac{1}{2} [\sin(x+y) + \sin(x-y)]$$

$$\cos x \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x+y) + \cos(x-y)]$$

$$\sin x \sin y = \frac{1}{2} [\cos(x-y) - \cos(x+y)]$$

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2014

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

Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

<http://www.kit-spl.it/hr/periodicity/>

GROUPE		PÉRIODE		NUMÉRO DU GROUPE		RECOMMANDATIONS DE L'IUPAC		NUMÉRO DU GROUPE		CHEMICAL ABSTRACT SERVICE																																		
1	1A	2	10	13	14	15	16	17	18	VIIIA	VIIIA																																	
1	H 1 1.0079	2	He 2 4.0026	3	Li 3 6.941	4	Be 4 9.0122	5	B 5 10.811	6	C 6 12.011	7	N 7 14.007	8	O 8 15.999	9	F 9 18.998	10	Ne 10 20.180																									
2	Li 7 6.941	Be 9 9.0122	B 10 10.811	C 12 12.011	N 14 14.007	O 16 15.999	F 18 18.998	Ne 20 20.180	Na 11 22.990	Mg 12 24.305	Al 13 26.982	Si 14 28.086	P 15 30.974	S 16 32.065	Cl 17 35.453	Ar 18 39.948	K 19 39.098	Ca 20 40.078	Sc 21 44.956	Ti 22 47.867	V 23 50.942	Cr 24 51.996	Mn 25 54.938	Fe 26 55.845	Co 27 58.933	Ni 28 58.693	Cu 29 63.546	Zn 30 65.39	Ga 31 69.723	Ge 32 72.64	As 33 74.922	Se 34 78.96	Br 35 79.904	Kr 36 83.80										
3	Na 11 22.990	Mg 12 24.305	Al 13 26.982	Si 14 28.086	P 15 30.974	S 16 32.065	Cl 17 35.453	Ar 18 39.948	K 19 39.098	Ca 20 40.078	Sc 21 44.956	Ti 22 47.867	V 23 50.942	Cr 24 51.996	Mn 25 54.938	Fe 26 55.845	Co 27 58.933	Ni 28 58.693	Cu 29 63.546	Zn 30 65.39	Ga 31 69.723	Ge 32 72.64	As 33 74.922	Se 34 78.96	Br 35 79.904	Kr 36 83.80	Rb 37 85.468	Sr 38 87.62	Y 39 88.906	Zr 40 91.224	Nb 41 92.906	Mo 42 95.94	Tc 43 (98)	Ru 44 101.07	Rh 45 102.91	Pd 46 106.42	Ag 47 107.87	Cd 48 112.41	In 49 114.82	Sn 50 118.71	Sb 51 121.76	Te 52 127.60	I 53 126.90	Xe 54 131.29
4	K 39 39.098	Ca 40 40.078	Sc 21 44.956	Ti 22 47.867	V 23 50.942	Cr 24 51.996	Mn 25 54.938	Fe 26 55.845	Co 27 58.933	Ni 28 58.693	Cu 29 63.546	Zn 30 65.39	Ga 31 69.723	Ge 32 72.64	As 33 74.922	Se 34 78.96	Br 35 79.904	Kr 36 83.80	Rb 37 85.468	Sr 38 87.62	Y 39 88.906	Zr 40 91.224	Nb 41 92.906	Mo 42 95.94	Tc 43 (98)	Ru 44 101.07	Rh 45 102.91	Pd 46 106.42	Ag 47 107.87	Cd 48 112.41	In 49 114.82	Sn 50 118.71	Sb 51 121.76	Te 52 127.60	I 53 126.90	Xe 54 131.29								
5	Rb 37 85.468	Sr 38 87.62	Y 39 88.906	Zr 40 91.224	Nb 41 92.906	Mo 42 95.94	Tc 43 (98)	Ru 44 101.07	Rh 45 102.91	Pd 46 106.42	Ag 47 107.87	Cd 48 112.41	In 49 114.82	Sn 50 118.71	Sb 51 121.76	Te 52 127.60	I 53 126.90	Xe 54 131.29	Rb 37 85.468	Sr 38 87.62	Y 39 88.906	Zr 40 91.224	Nb 41 92.906	Mo 42 95.94	Tc 43 (98)	Ru 44 101.07	Rh 45 102.91	Pd 46 106.42	Ag 47 107.87	Cd 48 112.41	In 49 114.82	Sn 50 118.71	Sb 51 121.76	Te 52 127.60	I 53 126.90	Xe 54 131.29								
6	Cs 55 132.91	Ba 56 137.33	La-Lu 57-71	Hf 72 178.49	Ta 73 180.95	W 74 183.84	Re 75 186.21	Os 76 190.23	Ir 77 192.22	Pt 78 195.08	Au 79 196.97	Hg 80 200.59	Tl 81 204.38	Pb 82 207.2	Bi 83 208.98	Po 84 (209)	At 85 (210)	Rn 86 (222)	Cs 55 132.91	Ba 56 137.33	La-Lu 57-71	Hf 72 178.49	Ta 73 180.95	W 74 183.84	Re 75 186.21	Os 76 190.23	Ir 77 192.22	Pt 78 195.08	Au 79 196.97	Hg 80 200.59	Tl 81 204.38	Pb 82 207.2	Bi 83 208.98	Po 84 (209)	At 85 (210)	Rn 86 (222)								
7	Fr 87 (223)	Ra 88 (226)	Ac-Lr 89-103	Rf 104 (261)	Db 105 (262)	Sg 106 (266)	Bh 107 (264)	Hs 108 (277)	Mt 109 (268)	Uu 110 (281)	Uu 111 (272)	Uub 112 (285)	Uuq 114 (289)	Fr 87 (223)	Ra 88 (226)	Ac-Lr 89-103	Rf 104 (261)	Db 105 (262)	Sg 106 (266)	Bh 107 (264)	Hs 108 (277)	Mt 109 (268)	Uu 110 (281)	Uu 111 (272)	Uub 112 (285)	Uuq 114 (289)																		

(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 masses 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.
 Editor: Michael Dineen

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
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
LANTHANE	CÉRIUM	PRASEODYME	NÉODYME	PROMÉTHIUM	SAMARIUM	EUROPIUM	GADOLINIUM	TERBIUM	DYSPROSIUM	HOLMIUM	ERBIUM	THULIUM	YTBERIUM	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)
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
ACTINIUM	THORIUM	PROCTACTINIUM	URANIUM	NEPTUNIUM	PLUTONIUM	AMÉRICIUM	CURIUM	BERKÉLIUM	CALIFORNIUM	ENSTÉNIUM	FÉRMICIUM	MÉNDELÉVIUM	NOBELIUM	LAVRENCIUM