

Epreuve écrite

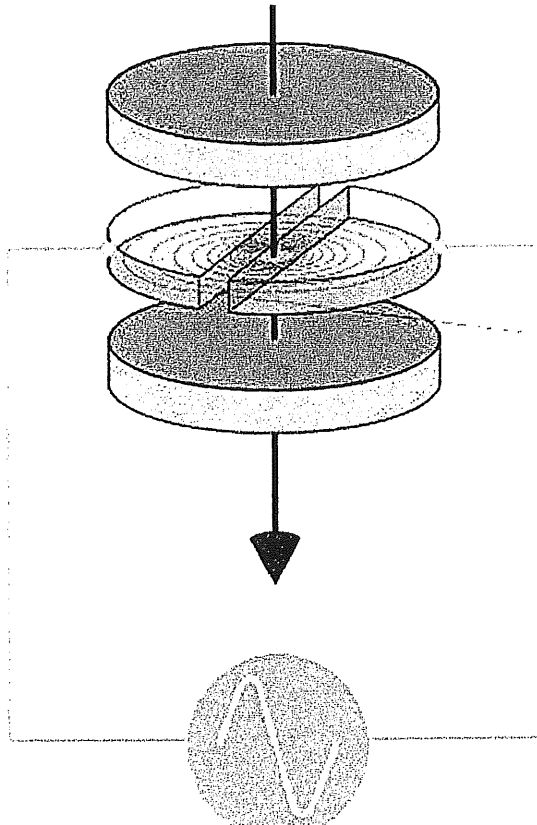
Examen de fin d'études secondaires 2008

Sections B et C

Branche: physique

Numéro du (de la) candidat(e):

A – Accélérateur de particules. (13p)



Voici le schéma simplifié d'un cyclotron.

- 1) On supposera que le mouvement d'une particule chargée dans chaque dé est plan et uniforme. Etablissez l'expression du rayon de sa trajectoire. (5p)
- 2) A quoi sert la tension alternative appliquée ? (2p)
- 3) Déduisez-en le principe de fonctionnement du cyclotron. (4p)
- 4) Le cyclotron est un accélérateur de particules. Mais où l'accélération a-t-elle lieu ? (2p)

(figure : <http://universe-review.ca/115-27-cyclotron.jpg>)

Epreuve écrite

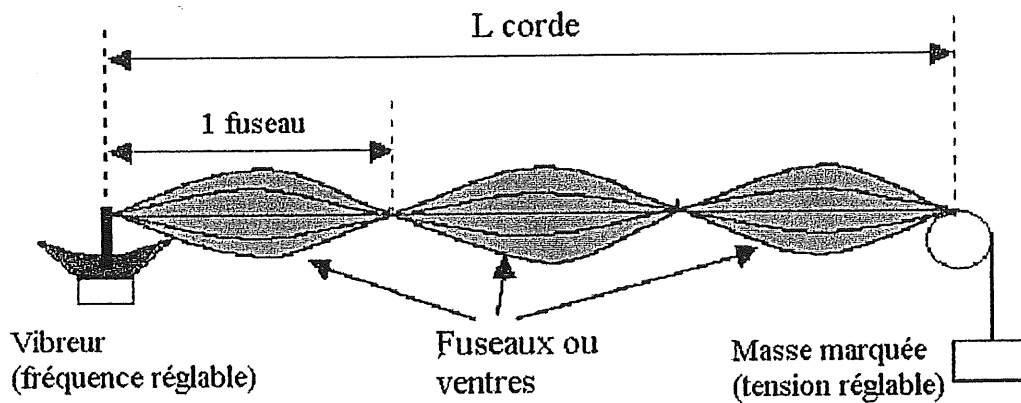
Examen de fin d'études secondaires 2008

Sections B et C

Branche: physique

Numéro du (de la) candidat(e):

B – Ondes stationnaires – expérience de Melde (17p)



(figure : <http://tpe.harmoniques.free.fr/Melde.htm>)

Un vibreur anime l'extrémité d'une corde tendue d'un mouvement vibratoire sinusoïdal d'équation $y_s(t) = Y_m \sin(\omega t + \varphi)$. À l'autre extrémité, la corde bute sur une poulie, ce qui donne naissance à une onde réfléchie qui se propage en sens inverse.

- 1) Expliquez pourquoi les conditions permettant d'obtenir des interférences sont remplies. (2p)
- 2) Comment les interférences se manifestent-elles dans ce cas précis ? (2p)
- 3) Établissez l'expression de l'amplitude résultante obtenue par la superposition de l'onde incidente et de l'onde réfléchie et déduisez-en la position des ventres et des noeuds de vibration. (10p)
- 4) Calculez la masse linéaire de la corde de longueur 1,75 m lestée d'une masse de 600 g, sachant qu'on observe 4 fuseaux lorsque la fréquence du vibreur est 62 Hz. (3p)

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2008

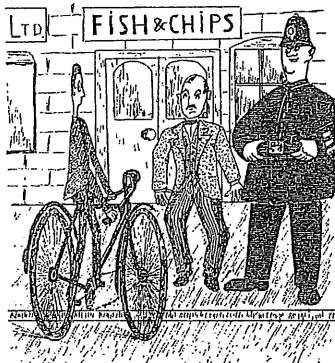
Sections B et C

Branche: physique

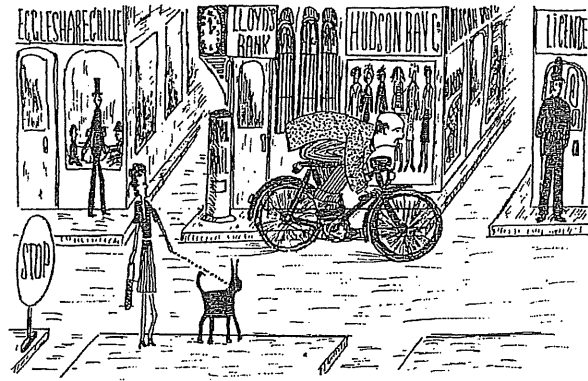
Numéro du (de la) candidat(e):

C – Relativité restreinte (14p)

- 1) Voici comment le physicien George Gamow imaginait la contraction des longueurs dans le livre 'Mr. Tompkins in Wonderland'. Ceci est possible parce que la vitesse de la lumière dans ce monde particulier est très faible. Interprétez les deux images en utilisant les notions de 'longueur au repos' et 'longueur en mouvement'. Sur les deux images, c'est le même policeman et le même Mr Tompkins sur la bicyclette. (4p)



Vue du policeman (resp. d'une personne immobile p.r.au policeman)



Vue de Mr Tompkins (resp. d'une personne qui avance à la même vitesse que lui)

- 2) Le policeman voit la bicyclette rétrécie à 50 % de sa longueur au repos, alors que Mr Tompkins avance à 13 km/h. Quelle est la vitesse de la lumière dans ce monde imaginaire ? (3p)
- 3) Quelles sont l'énergie totale et l'énergie cinétique de Mr Tompkins dans le référentiel lié au policeman, si sa masse (cycliste + bicyclette) au repos vaut 80 kg ? (4p)
- 4) Voici un extrait du livre 'Mr Tompkins in Wonderland'. M. Tompkins, sur sa bicyclette, décide de rattraper un jeune cycliste qui se trouve quelques mètres devant lui.

« Il était bon cycliste et faisait de son mieux pour rattraper le jeune homme. Mais il découvrit qu'il n'était pas facile du tout de prendre de la vitesse sur cette bicyclette. Il avait beau peser le plus possible sur les pédales, l'augmentation de vitesse était à peu près négligeable. (...) Tous ses efforts pour aller plus vite semblaient voués à l'insuccès. »

Comment cela est-il possible ? Interprétez ces lignes et expliquez ce qui se passe au niveau physique. (3p)

Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2008

Sections B et C

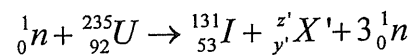
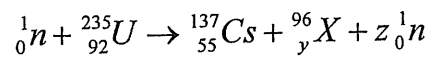
Branche: physique

Numéro du (de la) candidat(e):

D – Physique nucléaire (16p)

Le 26 avril 1986 à 1h23, un accident grave survient à la centrale nucléaire de Tchernobyl, dégageant de grandes quantités de substances radioactives qui se répartissent sur une grande partie de l'Europe dans ce qu'on a appelé 'le nuage de Tchernobyl'.

Voici deux réactions qui se sont produites lors de cette catastrophe :



- 1) Complétez les équations. Précisez quelles lois de conservation vous utilisez. (3p)
- 2) Calculez en J et en MeV l'énergie produite par la première réaction. (4p)
- 3) Le césium ${}_{55}^{137}\text{Cs}$ est émetteur β^- . Ecrivez l'équation de désintégration. (1p)
- 4) Au Luxembourg, peu après l'accident, la contamination des sols due au Césium 137 était de l'ordre de 1000 Bq/m². En supposant que le Césium se soit réparti uniformément sur toute la surface du Luxembourg (2586 km²), calculez la masse de Césium qui s'est déposée sur nos sols. (5p)
- 5) Quelle est aujourd'hui l'activité résiduelle du Césium 137 ? (2p)
- 6) Pourquoi ne parle-t-on plus aujourd'hui de l'iode 131 radioactif, pourtant présent en quantités bien plus élevées dans le nuage radioactif de Tchernobyl ? (1p)

On donne les masses nucléaires et demi-vies suivantes :

Noyau	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{55}^{137}\text{Cs}$	${}_{53}^{131}\text{I}$	${}_y^96\text{X}$	${}_0^1n$
Masse (u)	234,9935	136,8769	130,8770	95,9141	1,0087
Demi-vie		30,17 ans	8 jours		

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

TABLEAU PERIODIQUE DES ELEMENTS

groupes principaux		groupes secondaires										groupes principaux					
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1,0 H 1															4,0 He 2		
6,9 Li 3	9,0 Be 4													19,0 F 9	20,2 Ne 10		
23,0 Na 11	24,3 Mg 12													35,5 Cl 17	39,9 Ar 18		
39,1 K 19	40,1 Ca 20	45,0 Sc 21	47,9 Ti 22	50,9 V 23	52,0 Cr 24	54,9 Mn 25	55,8 Fe 26	58,7 Ni 28	58,9 Co 27	63,5 Cu 29	65,4 Zn 30	69,7 Ga 31	72,6 Ge 32	74,9 As 33	79,0 Se 34	83,8 Kr 36	
85,5 Rb 37	87,6 Sr 38	88,9 Y 39	91,2 Zr 40	92,9 Nb 41	95,9 Mo 42	(97) Tc 43	101,1 Ru 44	102,9 Rh 45	106,4 Pd 46	107,9 Ag 47	112,4 Cd 48	114,8 In 49	118,7 Sn 50	121,8 Sb 51	126,9 Te 52	131,3 Xe 54	
132,9 Cs 55	137,3 Ba 56	175,0 Lu (260)	178,5 Hf (261)	180,9 Ta (262)	183,9 W (266)	186,2 Re (264)	190,2 Os (269)	192,2 Ir (268)	192,2 Pt (268)	197,0 Au 79	200,6 Hg 80	204,4 Tl 81	207,2 Pb 82	209,0 Bi 83	(209) Po 84	(210) At 85	(222) Rn 86
(223) Fr 87	226,0 Ra 88																
lanthanides		138,9 La 57	140,1 Ce 58	140,9 Pr 59	144,2 Nd 60	(145) Pm 61	150,4 Sm 62	152,0 Eu 63	157,3 Gd (247)	158,9 Tb (247)	162,5 Dy (251)	164,9 Ho (254)	167,3 Er (257)	168,9 Tm (258)	173,0 Yb (259)		
actinides		227,0 Ac 89	232,0 Th 90	231,0 Pa 91	238,0 U 92	237,0 Np 93	(244) Pu 94	(243) Am 95	(247) Cm 96	(247) Bk 97	(251) Cf 98	(254) Es 99	(257) Fm 100	(258) Md 101	(259) No 102		