

Examen de fin d'études secondaires 2010

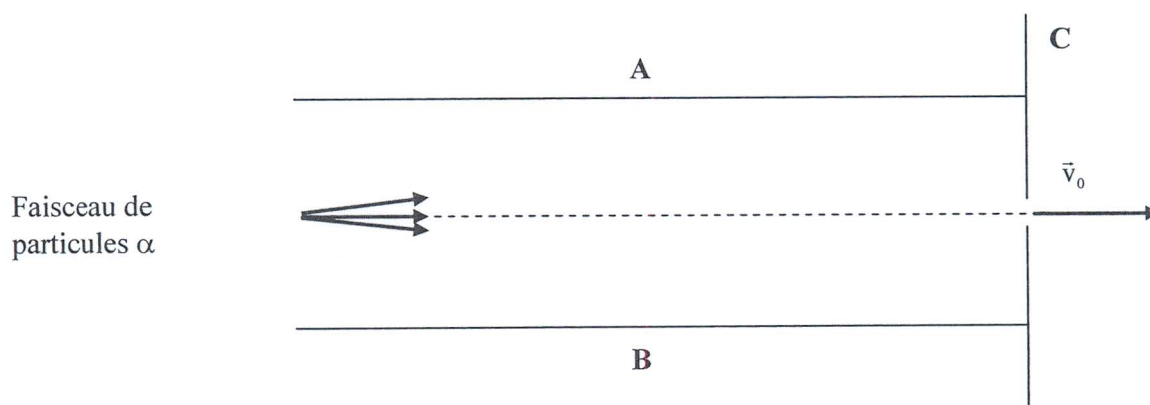
Section: BC

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

1. MOUVEMENT DE PARTICULES CHARGÉES.

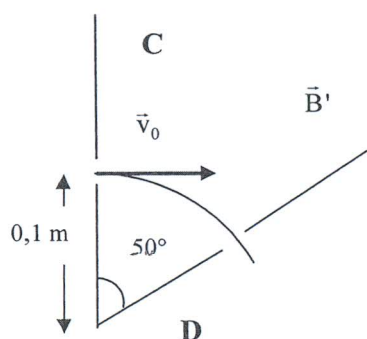
Des particules α (${}^4_2\text{He}^{2+}$) entrent avec différentes vitesses \vec{v} dans une région de l'espace entre deux plaques parallèles A et B où règnent un champ électrique \vec{E} et un champ magnétique \vec{B} .



- La tension U_{AB} est positive. Indiquer sur une figure la polarité des plaques, le vecteur champ électrique ainsi que quelques lignes de champ électrique entre les plaques.
- Donner l'expression vectorielle des forces électrique et magnétique agissant sur les particules.
- Montrer que si le champ magnétique satisfait la condition $v_0 = \frac{E}{B}$ seules les particules ayant la vitesse \vec{v}_0 traverseront la fente en C.

Faire un schéma des forces et préciser la direction et le sens du vecteur champ magnétique \vec{B} .

Les particules α pénètrent dans un deuxième champ magnétique \vec{B}' entre deux plaques C et D et elles sont déviées d'un angle de 50° . Leur vitesse est égale à $8,8 \cdot 10^5$ m/s.



- Etablir l'expression pour le rayon de leur trajectoire.
- Calculer l'intensité du champ magnétique \vec{B}' .
- Calculer le temps de vol entre C et D.
- Montrer par un calcul que le poids est négligeable comparé à la force exercée par le champ magnétique.

(2 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 1 = 15)

2. RADIOACTIVITÉ.

Le technetium-99, $^{99}_{43}\text{Tc}$, est un traceur radioactif utilisé en médecine pour la détection de tumeurs.

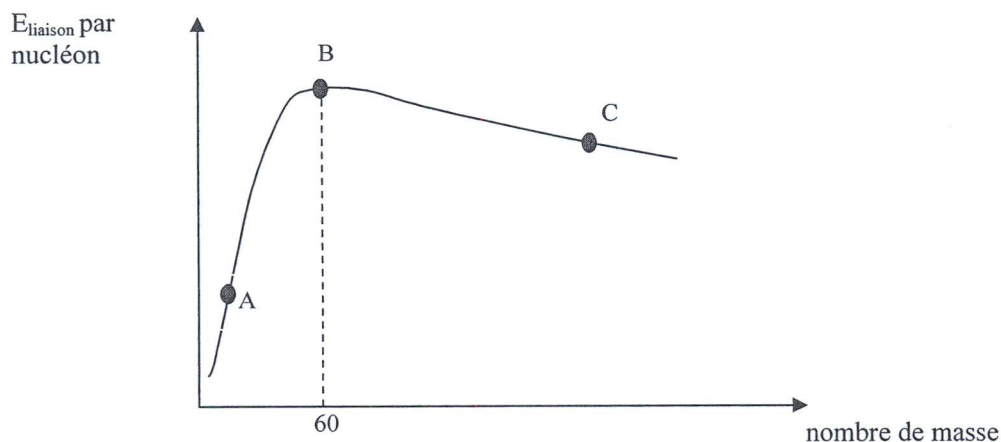
- a) Le Tc-99 est obtenu par désintégration d'un isotope du molybdène (Mo).
Compléter l'équation de désintégration en expliquant comment vous avez procédé et en donnant le nom de chaque particule intervenant dans l'équation .
- b) Le Tc-99 ainsi produit se trouve dans un état excité et se désintègre en émettant un photon gamma qui a une énergie de 140 keV.
Calculer la diminution de masse du Tc-99 et la fréquence du photon gamma.
- c) L'activité initiale d'une dose de Tc-99 injectée dans le sang d'un patient est égale à 400 MBq.
(i) Définir l'activité d'une source radioactive.
(ii) Montrer que l'activité diminue selon une loi exponentielle.
(iii) La demi-vie du Tc-99 (état excité) est égale à 6 heures.
Calculer au bout de combien de temps l'activité aura diminué de $\frac{3}{4}$.

$$(4 + \underline{3} + (1 + 3 + \underline{3}) = 14)$$

3. FUSION ET FISSION NUCLÉAIRES.

De nombreux laboratoires de recherche poursuivent des études sur la fission et la fusion nucléaires afin de pallier aux besoins croissants en énergie de la population mondiale.

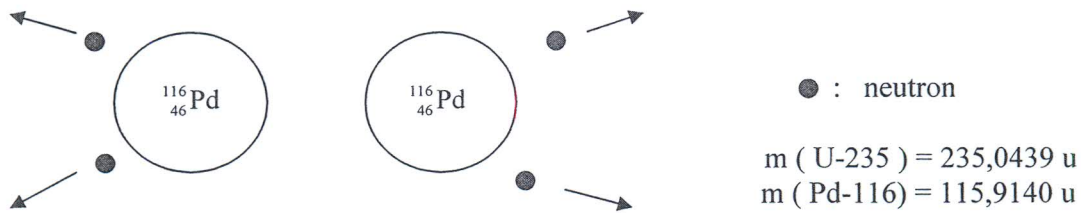
Le graphique ci-dessous montre l'énergie de liaison par nucléon des éléments en fonction du nombre de masse :



- a) Dans quelle partie du graphique trouve-t-on les éléments les plus stables ?
Laquelle des trois régions A, B, C permet d'expliquer la libération d'énergie par fission respectivement par fusion ?
Expliquer .
- b) Expliquer la notion d'isotope et donner un exemple.

Dans les centrales nucléaires l'énergie est obtenue par fission.

La figure ci – dessous montre les produits obtenus par absorption d'un neutron par un noyau d'U-235 :



- c) Ecrire l'équation correspondante et calculez l'énergie libérée en MeV et en Joules.
 d) Expliquer pourquoi il faut plus d'un neutron libéré par fission d'un noyau d'uranium pour entretenir une réaction en chaîne.

$$(4 + 2 + (2 + \underline{4}) + 3) = 15$$

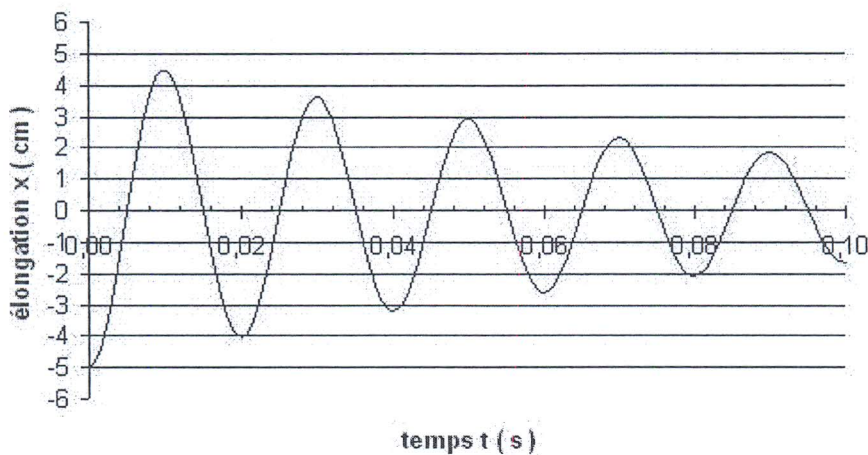
4. OSCILLATIONS MÉCANIQUES.

Un oscillateur horizontal de masse 1 g, d'amplitude 5 cm et de fréquence 50 Hz est lâché sans vitesse initiale de sa position -5 cm . L'axe positif est orienté dans le sens des x positifs.

Les frottements sont négligeables.

- a) Trouver l'équation horaire pour l'élongation de l'oscillateur (avec valeurs numériques).
 b) Donner l'équation différentielle pour le système et montrer que l'équation trouvée précédemment vérifie cette équation différentielle.
 c) A quels instants l'accélération est-elle maximale ? Expliquer.
 d) A quels instants l'énergie cinétique est-elle maximale ? Expliquer.

En réalité il y a toujours des pertes d'énergie dues aux frottements. Le graphique ci-dessous montre l'élongation de l'oscillateur en fonction du temps t :



- e) Calculer la perte d'énergie durant la première oscillation. Expliquer.

$$((\underline{4} + 3 + 3 + 3) + \underline{3}) = 16$$

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	$\text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$
Constante de gravitation	K (ou G)	$6,673 \cdot 10^{-11}$	$\text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$
Célérité de la lumière dans le vide	c	$2,998 \cdot 10^8$	ms^{-1}
Perméabilité du vide	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$	Hm^{-1}
Permittivité du vide	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$	$8,854 \cdot 10^{-12}$	Fm^{-1}
Charge élémentaire	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
Masse au repos de l'électron	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$ $0,549 \cdot 10^{-3}$ 0,511	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	$6,626 \cdot 10^{-34}$	Js
Constante de Rydberg	R_∞	$1,097 \cdot 10^7$	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	-13,6	eV

Grandeurs terrestres qui peuvent dépendre du lieu ou du temps		Valeur utilisée sauf indication contraire	
Accélération de la pesanteur à la surface terrestre	g	9,81	ms^{-2}
Composante horizontale du champ magnétique terrestre	B_h	$2 \cdot 10^{-5}$	T
Rayon de la Terre	R	6370	km
Masse de la Terre	M	$5,98 \cdot 10^{24}$	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 = $1 \text{ u} = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,49 \text{ MeV}/c^2$

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	58,9 Co 27	58,7 Ni 28	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 71	178,5 Hf 72	180,9 Ta 73	183,9 W 74	186,2 Re 75	190,2 Os 76	192,2 Ir 77	165,1 Pt 78	197,0 Au 79	200,6 Hg 80	204,4 Tl 81	207,2 Pb 82	209,0 Bi 83	(210) Po 84	(222) Rn 86			
(223) Fr 87	226,0 Ra 88		(261) Rf 104	(262) Db 105	(266) Sg 106	(264) Bh 107	(269) Hs 108	(268) Mt 109											
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 64	158,9 Tb 65	162,5 Dy 66	164,9 Ho 67	167,3 Er 68	168,9 Tm 69	173,0 Yb 70				
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				