

## Epreuve écrite

**Examen de fin d'études secondaires 2009**

**Section: BC**

**Branche: physique**

**Numéro d'ordre du candidat**

---

### **1. Satellites**

(4+2+2+2+2=12 points)

Un satellite de masse  $m$  effectue un mouvement circulaire sans frottement autour d'une planète homogène de masse  $M$ . La distance entre le satellite et le centre de la planète vaut  $r$ .

- a. Montrer que la vitesse du satellite est uniforme et s'écrit  $v = \sqrt{K \frac{M}{r}}$
- b. Vérifier que l'unité de  $\sqrt{K \frac{M}{r}}$  est bien celle d'une vitesse.
- c. À partir de la relation établie en (a), établir l'expression de la 3ème loi de Kepler.
- d. Sachant que la Lune tourne autour de la Terre sur une orbite quasi-circulaire et que sa période de révolution vaut 27,32 jours, trouver la distance moyenne Terre-Lune.
- e. Commentez l'affirmation suivante : « Pour les satellites en orbite circulaire autour d'une planète, le carré de la vitesse angulaire est inversement proportionnel au cube du rayon de l'orbite ».

### **2. Oscillateurs électriques**

(3+3+3+3=12 points)

- a. Décrire à l'aide d'une figure, une expérience montrant qu'une bobine parcourue par un courant emmagasine de l'énergie magnétique.
- b. Établir l'expression de l'énergie magnétique emmagasinée dans une bobine d'inductance  $L$  parcourue par un courant d'intensité  $I$ .
- c. Établir l'équation différentielle d'un circuit LC à partir d'une considération énergétique.
- d. On considère maintenant un circuit RLC. Représenter schématiquement l'intensité en fonction du temps pour différentes valeurs de la résistance  $R$  : résistance nulle, résistance faible, résistance élevée.

### **3. Relativité restreinte**

(2+3+1+2+2+2=12 points)

- a. Commenter l'affirmation suivante : « La théorie de la relativité restreinte montre que tout ce que l'on peut mesurer dépend de l'observateur : tout est relatif »
- b. Établir l'expression entre l'énergie totale et la quantité de mouvement d'une particule relativiste. Un proton initialement au repos est accéléré par une tension de 202 MV.
- c. Calculer son énergie cinétique en MeV.
- d. Calculer l'énergie totale du proton, en MeV et en J.
- e. Calculer sa quantité de mouvement.
- f. Quelle est la vitesse du proton ?

## Epreuve écrite

**Examen de fin d'études secondaires 2009**

**Section: BC**

**Branche: physique**

**Numéro d'ordre du candidat**

---

### **4. Effet photoélectrique**

(3+2+2+3=10 points)

- a. Expliquer pourquoi les résultats de l'expérience de Hertz sont en contradiction avec la théorie ondulatoire de la lumière.
- b. Commenter l'affirmation suivante : « La vitesse maximale des électrons émis lors de l'effet photoélectrique est proportionnelle à la fréquence de la lumière incidente. »

Une plaque de tungstène est éclairée par de la lumière monochromatique. Le travail d'extraction du tungstène vaut 4,57 eV.

- c. Une lumière jaune de longueur d'onde 589 nm peut-elle produire un effet photoélectrique ?
- d. Quelle est la vitesse maximale des électrons émis, lorsque la plaque est éclairée par de la lumière ultraviolette ayant une longueur d'onde de 236 nm ?

### **5. Physique nucléaire**

(5+1+3+3+2=14 points)

- a. Établir la loi de la décroissance radioactive.

L'isotope du thorium  ${}^{227}_{90}\text{Th}$  est radioactif émetteur  $\alpha$ . Sa période radioactive vaut 18.3 jours, et sa masse molaire vaut 227,0277 g/mol. À l'instant  $t = 0$ , on dispose d'un échantillon de masse 1 mg.

- b. Écrire l'équation bilan de la désintégration du thorium 227.
- c. Calculer, en unité de masse atomique, la masse du noyau-fils, sachant que la masse du noyau de thorium vaut 226.978 u et que l'énergie libérée lors d'une désintégration vaut  $9.83 \cdot 10^{-13}$  J.
- d. Calculer l'activité initiale  $A_0$  de l'échantillon de thorium.
- e. Calculer la masse de thorium 227 qui a disparu au bout de 36 heures.

## Relevé des principales constantes physiques

Grandeur physique	Symbole usuel	Valeur numérique	Unité
Constante d'Avogadro	$N_A$ (ou L)	$6,022 \cdot 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$
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	$2,998 \cdot 10^8$	$\text{m s}^{-1}$
Perméabilité du vide	$\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	$\text{H m}^{-1}$
Permittivité du vide	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$	$8,854 \cdot 10^{-12}$	$\text{F m}^{-1}$
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 $\text{MeV}/c^2$
Masse au repos du proton	$m_p$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ 1,0073 938,27	kg u $\text{MeV}/c^2$
Masse au repos du neutron	$m_n$	$1,6749 \cdot 10^{-27}$ 1,0087 939,57	kg u $\text{MeV}/c^2$
Masse au repos d'une particule $\alpha$	$m_\alpha$	$6,6447 \cdot 10^{-27}$ 4,0015 3727,4	kg u $\text{MeV}/c^2$
Constante de Planck	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	J s
Constante de Rydberg de l'atome d'hydrogène	$R_H$	$1,097 \cdot 10^7$	$\text{m}^{-1}$
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	$\text{m s}^{-2}$
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 <b>H</b> 1															4,0 <b>He</b> 2	
6,9 <b>Li</b> 3	9,0 <b>Be</b> 4														20,2 <b>Ne</b> 10	
23,0 <b>Na</b> 11	24,3 <b>Mg</b> 12														35,5 <b>Cl</b> 17	
39,1 <b>K</b> 19	40,1 <b>Ca</b> 20	45,0 <b>Sc</b> 21	47,9 <b>Ti</b> 22	50,9 <b>V</b> 23	52,0 <b>Cr</b> 24	54,9 <b>Mn</b> 25	55,8 <b>Fe</b> 26	58,7 <b>Ni</b> 28	63,5 <b>Cu</b> 29	65,4 <b>Zn</b> 30	69,7 <b>Ga</b> 31	72,6 <b>Ge</b> 32	74,9 <b>As</b> 33	79,9 <b>Br</b> 35	83,8 <b>Kr</b> 36	
85,5 <b>Rb</b> 37	87,6 <b>Sr</b> 38	88,9 <b>Y</b> 39	91,2 <b>Zr</b> 40	92,9 <b>Nb</b> 41	95,9 <b>Mo</b> 42	(97) <b>Tc</b> 43	101,1 <b>Ru</b> 44	102,9 <b>Rh</b> 45	107,9 <b>Ag</b> 47	112,4 <b>Cd</b> 48	114,8 <b>In</b> 49	118,7 <b>Sn</b> 50	121,8 <b>Sb</b> 51	126,9 <b>I</b> 53	131,3 <b>Xe</b> 54	
132,9 <b>Cs</b> 55	137,3 <b>Ba</b> 56	175,0 <b>Lu</b> 71	178,5 <b>Hf</b> 72	180,9 <b>Ta</b> 73	183,9 <b>W</b> 74	186,2 <b>Re</b> 75	190,2 <b>Os</b> 76	192,2 <b>Ir</b> 77	197,0 <b>Au</b> 79	200,6 <b>Hg</b> 80	204,4 <b>Tl</b> 81	207,2 <b>Pb</b> 82	209,0 <b>Bi</b> 83	(210) <b>Po</b> 84	(222) <b>Rn</b> 86	
(223) <b>Fr</b> 87	226,0 <b>Ra</b> 88	(260) <b>Lr</b> 103	(261) <b>Rf</b> 104	(262) <b>Db</b> 105	(266) <b>Sg</b> 106	(264) <b>Bh</b> 107	(269) <b>Hs</b> 108	(268) <b>Mt</b> 109								
lanthanides		138,9 <b>La</b> 57	140,1 <b>Ce</b> 58	140,9 <b>Pr</b> 59	144,2 <b>Nd</b> 60	(145) <b>Pm</b> 61	150,4 <b>Sm</b> 62	152,0 <b>Eu</b> 63	157,3 <b>Gd</b> 64	158,9 <b>Tb</b> 65	162,5 <b>Dy</b> 66	164,9 <b>Ho</b> 67	167,3 <b>Er</b> 68	168,9 <b>Tm</b> 69	173,0 <b>Yb</b> 70	
actinides		227,0 <b>Ac</b> 89	232,0 <b>Th</b> 90	231,0 <b>Pa</b> 91	238,0 <b>U</b> 92	237,0 <b>Np</b> 93	(244) <b>Pu</b> 94	(243) <b>Am</b> 95	(247) <b>Cm</b> 96	(247) <b>Bk</b> 97	(251) <b>Cf</b> 98	(254) <b>Es</b> 99	(257) <b>Fm</b> 100	(258) <b>Md</b> 101	(259) <b>No</b> 102	