

## Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2013

Section: B , C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

---

### 1. Mouvement d'une particule dans le champ de pesanteur uniforme de la Terre (10)

- a) Etablir les équations paramétriques et cartésienne d'une masse ponctuelle pénétrant avec une vitesse initiale, faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale, dans un champ de pesanteur uniforme. (5)
- b) Lors d'une compétition de tir à l'arc, la flèche part d'une hauteur de 1,8 m au-dessus du sol horizontal. La flèche touche le centre de la cible à une hauteur de 1,3 m au-dessus du sol. La cible se trouve à 70 m du tireur à l'arc.  
Calculer la vitesse initiale que l'archer doit communiquer à la flèche, qu'il tire vers le haut avec un angle de  $5^\circ$  avec l'horizontale, pour qu'elle heurte la cible au centre. (3)  
Calculer le temps de vol si la vitesse est 60,5 m/s. (2)  
On néglige tout frottement;  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

### 2. Les oscillations électriques (10)

- a) Etudier les oscillations libres électriques dans un circuit RLC.  
Etablir l'équation différentielle du circuit.  
Vérifier qu'une fonction sinusoïdale du temps est solution de l'équation différentielle. (4)  
En déduire la période des oscillations.
- b) On veut réaliser un circuit oscillant électrique de fréquence 10 kilohertz, avec une bobine d'inductance 0,1 mH. Calculer la capacité du condensateur qu'on doit utiliser. (2)  
Les oscillations de tension ont une amplitude de 5 V. Calculer l'énergie totale, si la capacité vaut  $2,53 \mu\text{F}$ . (2)  
Calculer la charge maximale. (1)
- c) Vrai ou faux? Justifier! Pour augmenter la fréquence des oscillations, on doit augmenter la capacité du condensateur ou l'inductance de la bobine (1)

### 3. Interférences lumineuses (10)

- a) Décrire l'expérience des fentes de Young en lumière monochromatique. (2)
- b) Etablir une expression pour la différence de marche des deux ondes provenant des deux fentes de Young et déterminer la position des maxima d'interférence sur un écran. (5)  
Définir l'interfrange.
- c) Calculer la distance entre les deux fentes, si on veut que sur un écran se trouvant à une distance de 5 m des fentes, une distance entre franges claires de 10 mm. On travaille en lumière monochromatique d'un laser He-Ne de 632,8 nm. (2)
- d) Vrai ou faux? Justifier! Pour augmenter l'interfrange, on doit augmenter la distance entre les deux fentes. (1)

#### 4. Relativité restreinte de Einstein (10)

- a) Énoncer les postulats d'Einstein. (2)
- b) Définir les temps propre et impropre et établir l'expression de la dilatation du temps. (3)
- c) Établir l'expression de la contraction des longueurs. (2)
- d) Un vaisseau spatial a une longueur au repos de 10 m. Il se déplace par rapport à un observateur terrestre avec une vitesse de 86,6% de  $c$ .  
Calculer le temps de passage du vaisseau devant l'observateur terrestre. (3)

#### 5. Effet photoélectrique (10)

- a) Expliquer l'effet photoélectrique et donner la condition pour que l'effet a lieu. (2)
- b) Formuler l'hypothèse d'Einstein. (2)
- c) Définir le travail d'extraction d'un électron et obtenir une expression pour l'énergie cinétique de l'électron. (2)
- d) La longueur d'onde seuil pour extraire des électrons d'un certain métal est 800 nm.  
Calculer le travail d'extraction des électrons.  
Calculer l'énergie cinétique des électrons en eV, si on illumine la plaque métallique avec une radiation de 400 nm. (4)

#### 6. Physique nucléaire(10)

- 6.1 Écrire la loi de la décroissance radioactive. Définir  
la demi-vie et établir la relation entre la demi-vie et la constante radioactive. Définir  
l'activité d'une source radioactive. (3)
- 6.2. Des sources radioactives de cobalt-60 étaient beaucoup utilisées en radiothérapie pour traiter certains cancers. La demi-vie du Co-60 est de 5,3 années. Le cobalt-60, en se désintégrant, émet un électron avec une énergie cinétique maximale de 310 keV et ensuite deux photons d'énergie 1,17 MeV et de 1,33 MeV.
- a) Écrire l'équation bilan de la désintégration du Co-60. (1)
- b) Calculer l'activité d'une source de Co-60, construite en 1960, dont l'activité aujourd'hui (en 2013) vaut 36 GBq. (2)
- c) Calculer l'énergie totale d'un électron émis avec une énergie cinétique de 310 keV et calculer ensuite sa vitesse. (2)
- 6.3. Un neutron libre n'est pas stable et se désintègre. De la décomposition résulte un proton stable. Écrire l'équation bilan de la désintégration d'un neutron.  
Comparer la masse au repos d'un neutron à celle du proton. Calculer le défaut de masse en  $\text{MeV}/c^2$ . Expliquez comment se manifeste cette différence de masse lors de la désintégration du neutron. (2)

M: méga;  $10^6$   
G: giga;  $10^9$

## 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                           | $m_e$                              | $9,1094 \cdot 10^{-31}$<br>$5,4858 \cdot 10^{-4}$<br>0,5110 | kg<br>u<br>$\text{MeV}/c^2$       |
| Masse au repos du proton                               | $m_p$                              | $1,6726 \cdot 10^{-27}$<br>1,0073<br>938,27                 | kg<br>u<br>$\text{MeV}/c^2$       |
| Masse au repos du neutron                              | $m_n$                              | $1,6749 \cdot 10^{-27}$<br>1,0087<br>939,57                 | kg<br>u<br>$\text{MeV}/c^2$       |
| Masse au repos d'une particule $\alpha$                | $m_\alpha$                         | $6,6447 \cdot 10^{-27}$<br>4,0015<br>3727,4                 | kg<br>u<br>$\text{MeV}/c^2$       |
| 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<br>(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                | $= 1 \overset{\circ}{\text{A}} = 10^{-10} \text{ m}$                        |
| 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 PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

18 VIIIA

<http://www.kjf-split.hr/periodni/ft/>

| PERIODE | 1                               | 2                                      | 3                                     | 4  | 5                                    | 6                                      | 7                                       | 8                                      | 9                                     | 10                                     | 11                                   | 12                                      | 13                                      | 14                                    | 15                                     | 16                                   | 17                                  | 18                                  |  |
|---------|---------------------------------|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------|--|---|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------|---|---|---------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
|         | IA                              | IIA                                    | IIIB                                  | IVB                                      | VB                                   | VIB                                    | VII B                                   | VIII B                                 | 9                                     | 10                                     | 11                                   | 12                                      | IIIB                                    | IVA                                   | IVA                                    | VIA                                  | VIA                                 | VIIA                                |  |
| 1       | 1.0079<br><b>H</b><br>HYDROGÈNE | 2<br>4.0026<br><b>He</b><br>Hélium     | 3<br>6.941<br><b>Li</b><br>LITHIUM    | 4<br>9.0122<br><b>Be</b><br>BÉRYLLIUM    | 5<br>10.811<br><b>B</b><br>BORE      | 6<br>12.011<br><b>C</b><br>CARBONE     | 7<br>14.007<br><b>N</b><br>AZOTE        | 8<br>15.999<br><b>O</b><br>OXYGÈNE     | 9<br>18.998<br><b>F</b><br>FLUOR      | 10<br>20.180<br><b>Ne</b><br>NÉON      | 11<br>22.990<br><b>Na</b><br>SODIUM  | 12<br>24.305<br><b>Mg</b><br>MAGNÉSIIUM | 13<br>26.982<br><b>Al</b><br>ALUMINIUM  | 14<br>28.086<br><b>Si</b><br>SILICIUM | 15<br>30.974<br><b>P</b><br>PHOSPHORE  | 16<br>32.065<br><b>S</b><br>SOUFRE   | 17<br>35.453<br><b>Cl</b><br>CHLORE | 18<br>39.948<br><b>Ar</b><br>ARGON  |  |
| 19      | 39.098<br><b>K</b><br>POTASSIUM | 40<br>39.098<br><b>Ca</b><br>CALCIUM   | 21<br>44.956<br><b>Sc</b><br>SCANDIUM | 22<br>47.867<br><b>Ti</b><br>TITANE      | 23<br>50.942<br><b>V</b><br>VANADIUM | 24<br>51.996<br><b>Cr</b><br>CHROME    | 25<br>54.938<br><b>Mn</b><br>MANGANÈSE  | 26<br>55.845<br><b>Fe</b><br>FER       | 27<br>58.933<br><b>Co</b><br>COBALT   | 28<br>58.693<br><b>Ni</b><br>NICKEL    | 29<br>63.546<br><b>Cu</b><br>CUIVRE  | 30<br>65.39<br><b>Zn</b><br>ZINC        | 31<br>69.723<br><b>Ga</b><br>GALLIUM    | 32<br>72.64<br><b>Ge</b><br>GERMANIUM | 33<br>74.922<br><b>As</b><br>ARSENIC   | 34<br>78.96<br><b>Se</b><br>SÉLÉNIUM | 35<br>79.904<br><b>Br</b><br>BROME  | 36<br>83.80<br><b>Kr</b><br>KRYPTON |  |
| 37      | 85.468<br><b>Rb</b><br>RUBIDIUM | 87<br>85.468<br><b>Sr</b><br>STRONTIUM | 39<br>88.906<br><b>Y</b><br>YTRIUM    | 40<br>91.224<br><b>Zr</b><br>ZIRCONIUM   | 41<br>92.906<br><b>Nb</b><br>NIوبيUM | 42<br>95.94<br><b>Mo</b><br>MOLYBDÈNE  | 43<br>98<br><b>Tc</b><br>TECHNÉTIUM     | 44<br>101.07<br><b>Ru</b><br>RUTHÉNIUM | 45<br>102.91<br><b>Rh</b><br>RHODIUM  | 46<br>106.42<br><b>Pd</b><br>PALLADIUM | 47<br>107.87<br><b>Ag</b><br>ARGENT  | 48<br>112.41<br><b>Cd</b><br>CADMIUM    | 49<br>114.82<br><b>In</b><br>INDIUM     | 50<br>118.71<br><b>Sn</b><br>ÉTAIN    | 51<br>121.76<br><b>Sb</b><br>ANTIMOINE | 52<br>127.60<br><b>Te</b><br>TELLURE | 53<br>126.90<br><b>I</b><br>IODE    | 54<br>131.29<br><b>Xe</b><br>XÉNON  |  |
| 55      | 132.91<br><b>Cs</b><br>CÉSIIUM  | 56<br>137.33<br><b>Ba</b><br>BARYUM    | 57-71<br><b>La-Lu</b><br>Lanthanides  | 72<br>178.49<br><b>Zr</b><br>ZIRCONIUM   | 73<br>180.95<br><b>Nb</b><br>NIوبيUM | 74<br>183.84<br><b>Mo</b><br>MOLYBDÈNE | 75<br>186.21<br><b>Tc</b><br>TECHNÉTIUM | 76<br>190.23<br><b>Ru</b><br>RUTHÉNIUM | 77<br>192.22<br><b>Rh</b><br>RHODIUM  | 78<br>195.08<br><b>Pd</b><br>PALLADIUM | 79<br>196.97<br><b>Ag</b><br>ARGENT  | 80<br>200.59<br><b>Hg</b><br>MERCURE    | 81<br>204.38<br><b>Tl</b><br>THALLIUM   | 82<br>207.2<br><b>Pb</b><br>PLOMB     | 83<br>208.98<br><b>Bi</b><br>BISMUTH   | 84<br>209<br><b>Po</b><br>POLONIUM   | 85<br>210<br><b>At</b><br>ASTATE    | 86<br>222<br><b>Rn</b><br>RADON     |  |
| 87      | 223<br><b>Fr</b><br>FRANCIUM    | 226<br><b>Ra</b><br>RADIUM             | 89-103<br><b>Ac-Lr</b><br>Actinides   | 104<br>261<br><b>Rf</b><br>RUTHERFORDIUM | 105<br>262<br><b>Db</b><br>DUBNIUM   | 106<br>266<br><b>Sg</b><br>SEABORGIUM  | 107<br>264<br><b>Bh</b><br>BOHRIUM      | 108<br>277<br><b>Hs</b><br>HASSIUM     | 109<br>268<br><b>Mt</b><br>MEITNERIUM | 110<br>281<br><b>Uu</b><br>UNUNILLIUM  | 111<br>272<br><b>Uu</b><br>UNUNUNIUM | 112<br>285<br><b>Uub</b><br>UNUNBIUM    | 114<br>289<br><b>Uuq</b><br>UNUNQUADIUM |                                       |  |                                      |                                     |                                     |  |

Copyright © 1998-2002 EniG. (eni@kf-split.hr)

## Lanthanides

|    |                                 |    |                               |    |                                   |    |                                |    |                                  |    |                                 |    |                                 |    |                                   |    |                                |    |                                   |    |                                |    |                               |    |                                |    |                                 |    |                                 |
|----|---------------------------------|----|-------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|----|----------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|----|-------------------------------|----|--------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|
| 57 | 138.91<br><b>La</b><br>LANTHANE | 58 | 140.12<br><b>Ce</b><br>CÉRIUM | 59 | 140.91<br><b>Pr</b><br>PRASÉODYME | 60 | 144.24<br><b>Nd</b><br>NÉODYME | 61 | (145)<br><b>Pm</b><br>PROMÉTHIUM | 62 | 150.36<br><b>Sm</b><br>SAMARIUM | 63 | 151.96<br><b>Eu</b><br>EUROPIUM | 64 | 157.25<br><b>Gd</b><br>GADOLINIUM | 65 | 158.93<br><b>Tb</b><br>TERBIUM | 66 | 162.50<br><b>Dy</b><br>DYSPROSIUM | 67 | 164.93<br><b>Ho</b><br>HOLMIUM | 68 | 167.26<br><b>Er</b><br>ERBIUM | 69 | 168.93<br><b>Tm</b><br>THULIUM | 70 | 173.04<br><b>Yb</b><br>YTTÉRIUM | 71 | 174.97<br><b>Lu</b><br>LUTÉTIUM |
|----|---------------------------------|----|-------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|----|----------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|----|-------------------------------|----|--------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|

## Actinides

|    |                                |    |                                |    |                                     |    |                               |    |                                 |    |                                 |    |                                 |    |                              |    |                                 |    |                                   |    |                                   |     |                               |     |                                   |     |                                |     |                                  |
|----|--------------------------------|----|--------------------------------|----|-------------------------------------|----|-------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|------------------------------|----|---------------------------------|----|-----------------------------------|----|-----------------------------------|-----|-------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|--------------------------------|-----|----------------------------------|
| 89 | (227)<br><b>Ac</b><br>ACTINIUM | 90 | 232.04<br><b>Th</b><br>THORIUM | 91 | 231.04<br><b>Pa</b><br>PROTACTINIUM | 92 | 238.03<br><b>U</b><br>URANIUM | 93 | (237)<br><b>Np</b><br>NEPTUNIUM | 94 | (244)<br><b>Pu</b><br>PLUTONIUM | 95 | (243)<br><b>Am</b><br>AMÉRICIUM | 96 | (247)<br><b>Cm</b><br>CURIUM | 97 | (247)<br><b>Bk</b><br>BERKÉLIUM | 98 | (251)<br><b>Cf</b><br>CALIFORNIUM | 99 | (252)<br><b>Es</b><br>EINSTEINIUM | 100 | (257)<br><b>Fm</b><br>FERMIUM | 101 | (258)<br><b>Md</b><br>MENDELÉVIUM | 102 | (259)<br><b>No</b><br>NOBÉLIUM | 103 | (262)<br><b>Lr</b><br>LAWRENCIUM |
|----|--------------------------------|----|--------------------------------|----|-------------------------------------|----|-------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|------------------------------|----|---------------------------------|----|-----------------------------------|----|-----------------------------------|-----|-------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|--------------------------------|-----|----------------------------------|

(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 masse 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.