



BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
Physique	B, C	Durée de l'épreuve : 3 heures Date de l'épreuve : 23 septembre 2019

### I. Benny, le beagle (15)

Un dresseur de chien souhaite que son chien Benny ( $M = 9 \text{ kg}$ ) saute pour attraper une balle de masse  $m = 55 \text{ g}$  dans l'air. Dans la suite, on admet que le chien et la balle sont assimilables à des points matériels et que les forces de frottement sont négligeables.

A l'instant  $t = 0$ , le chien saute depuis un podium  $A$  (de hauteur  $y_{0,C} = 2 \text{ m}$ ) qui est posé sur le sol horizontal. La vitesse initiale du chien a une intensité  $v_{0,C} = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  et l'angle entre  $\vec{v}_{0,C}$  et le sol horizontal vaut  $\alpha = 45^\circ$ . L'origine  $O$  du repère cartésien utilisé se situe au sol et à la verticale de  $A$ .

1. Etablir sur la base d'une figure les équations horaires de la position du chien. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire suivie par le chien (on demande les expressions littérales). (7)
2. Calculer les coordonnées du point où le chien atteint l'altitude maximale. (2)

A l'instant  $t = 0$ , la balle est lancée à partir d'une distance horizontale  $d = 1,2 \text{ m}$  de  $A$  et d'une hauteur  $h = 75 \text{ cm}$  au-dessus du sol avec une vitesse verticale  $\vec{v}_{0,B}$ .

3. Ecrire dans le repère cartésien les équations horaires (avec les valeurs numériques en unités SI) de la balle. (2)
4. Calculer  $v_{0,B}$  afin que le chien attrape la balle. (4)

### II. La sonde JUICE (10)

JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) est une sonde de l'agence spatiale européenne ESA destinée à étudier les trois satellites galiléens de Jupiter – Callisto, Europe et Ganymède. Prévus d'être lancés en 2022, la sonde devrait d'abord se trouver en orbite autour de Jupiter en janvier 2030, puis survoler à plusieurs reprises Callisto et Europe. JUICE se trouvera enfin sur des orbites circulaires de rayons différents autour de Ganymède.

Dans la suite, on considère que JUICE évolue sur une orbite circulaire à une altitude  $z_1 = 5000 \text{ km}$  au-dessus de la surface de Ganymède. On néglige l'interaction de la sonde avec Jupiter et les autres satellites naturels.

Données :

Masse $M$ de Ganymède	Diamètre de Ganymède
$1,48 \cdot 10^{23} \text{ kg}$	$5262 \text{ km}$

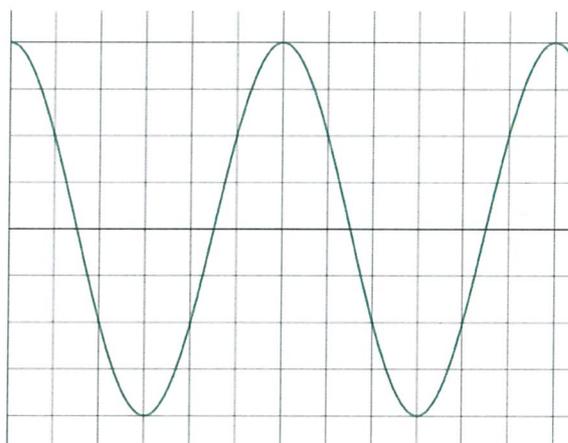
1. Etablir – à partir de la deuxième loi de Newton – l'expression de la norme de la vitesse  $v_1$  de la sonde en fonction de  $M$  et  $z_1$ . En déduire l'expression de la période de révolution de la sonde. Préciser le référentiel dans lequel l'étude est valable. (5)
2. Calculer la vitesse et la période (en heures) de la sonde. (3)

3. La sonde va également évoluer sur une orbite circulaire d'altitude  $z_2 = 500 \text{ km}$  au-dessus de Ganymède.

Commenter l'affirmation suivante : « L'intensité du champ de gravitation à l'altitude  $z_1$  est 100 fois plus faible qu'à l'altitude  $z_2$ . » (2)

### III. Oscillations électriques (10)

Un circuit est constitué d'une bobine d'inductance  $L = 57 \text{ mH}$  (de résistance négligeable) et d'un condensateur de capacité  $C$ . Il est le siège d'oscillations électriques libres relevées à l'aide d'un oscilloscope. L'évolution temporelle de la tension instantanée aux bornes du condensateur  $u_C$  est donnée par :



On donne les échelles suivantes :  $2\text{V/division}$  ;  $1\text{ms/division}$

- Déterminer la tension maximale  $U_0$  aux bornes du condensateur, la fréquence propre  $f_0$  des oscillations électriques ainsi que la capacité  $C$  du condensateur. (3)
- Calculer l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit. (1)
- Calculer l'intensité maximale du courant électrique. (1)
- Que vaut l'intensité du courant électrique lorsque la tension aux bornes du condensateur vaut  $4 \text{ V}$  ? (2)

On branche maintenant en série avec la bobine et le condensateur précédents une résistance de faible valeur ainsi qu'un générateur de tension à fréquence variable et un ampèremètre.

- Représenter schématiquement l'amplitude du courant électrique en fonction de la fréquence du générateur. Préciser le nom du phénomène observé. (3)

### IV. Ondes mécaniques (9)

Une corde élastique de masse linéique  $\mu = 5 \frac{\text{g}}{\text{m}}$  est fixée horizontalement par une de ses extrémités – notée  $S$  – à la pointe d'un vibreur qui effectue un mouvement harmonique de fréquence  $f = 20 \text{ Hz}$ . La corde est tendue par une force d'intensité  $F = 5,78 \text{ N}$ . La pointe balaye un segment vertical de longueur  $4 \text{ cm}$ .

Chaque point de la corde est repéré dans un repère cartésien  $(S, \vec{i}, \vec{j})$  par son abscisse  $x$  et son ordonnée  $y$ . On désigne par  $M_1$  et  $M_2$  les points de la corde d'abscisses  $x_1 = 1,7 \text{ m}$  respectivement  $x_2 = 2,9 \text{ m}$ .

On suppose qu'à l'instant initial,  $S$  passe par la position d'équilibre et se dirige dans le sens des  $y$  négatifs.

1. Déterminer l'équation  $y_s(t)$  gouvernant l'évolution temporelle de l'élongation de S. (2)
2. Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde qui se propage sans amortissement dans la corde. (1)
3. Ecrire – en unités SI – l'équation d'onde de l'onde qui se propage dans la corde. (1)
4. Vrai – faux (la réponse est à justifier) : (2)  
 $M_1$  et  $M_2$  sont en opposition de phase.

On reproduit maintenant avec la même corde ( $\mu = 5 \frac{g}{m}$ ) raccourcie à la longueur utile  $L' = 1,2 m$  l'expérience de Melde. Le vibreur effectue un mouvement d'amplitude  $Y_s = 1 cm$  et la fréquence est ajustée à  $f' = 100 Hz$ . La célérité de l'onde incidente – qui se propage – vaut maintenant  $c' = 48 \frac{m}{s}$ .

5. Ecrire, après justification, une relation entre  $L'$  et le nombre de fuseaux  $n$ . En déduire une relation permettant de calculer  $n$  en fonction de  $f', L'$  et  $c'$ . (2)
6. Déterminer le nombre de ventres de vibration qu'on va observer. (1)

### V. Scintigraphie osseuse (16)

La scintigraphie osseuse est un examen indiqué en cancérologie (détection de tumeurs osseuses) ou en rhumatologie. Elle consiste à injecter dans le sang d'un patient un produit radiopharmaceutique actif à base de technétium  $^{99}Tc^*$  métastable (noté par la suite  $^{99}Tc^*$ ). Le produit injecté va se fixer ensuite préférentiellement sur les zones du squelette où celui-ci se renouvelle plus rapidement. Un rayonnement  $\gamma$  émis par  $^{99}Tc^*$  possède une énergie de  $E = 141 keV$  et est détecté par une caméra. Finalement, on obtient une image reprenant la distribution du produit à l'intérieur de l'organisme.

Une infirmière injecte le produit dont l'activité initiale vaut  $A_0 = 490 MBq$  à un patient de masse  $m = 68 kg$ . On donne la constante radioactive de  $^{99}Tc^*$  :  $\lambda = 3,209 \cdot 10^{-5} s^{-1}$ .

1. Calculer le nombre de noyaux injectés  $N_0$  dans le corps du patient. (1)
2. Etablir la loi de décroissance radioactive de  $^{99}Tc^*$  faisant intervenir le nombre de noyaux injectés  $N_0$  et la constante radioactive  $\lambda$ . En déduire une relation entre la demi-vie et la constante radioactive. (7)
3. Calculer la longueur d'onde du rayonnement  $\gamma$  émis par  $^{99}Tc^*$ . (1)
4. Quelle est la durée de l'examen (en heures), sachant qu'à la fin de celui-ci, l'activité a diminué de 30% ? (3)

L'isotope  $^{99}Tc^*$  est obtenu par deux réactions successives : le molybdène 98 capte d'abord un neutron. Le produit de cette réaction fournit finalement  $^{99}Tc^*$  par décroissance radioactive.

5. Ecrire les deux réactions nucléaires permettant l'obtention de  $^{99}Tc^*$ . (2)
6. Calculer en  $MeV$  et en  $J$  l'énergie libérée lors de la désintégration radioactive de  $^{99}Mo$ . (2)

On donne :

Noyau	$^{98}Mo$	$^{99}Mo$	$^{99}Tc^*$
Masse en u	97,8824	98,8847	98,8827

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

## Formules trigonométriques

$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ $\cos^2 x = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 x} \qquad \sin^2 x = \frac{\operatorname{tg}^2 x}{1 + \operatorname{tg}^2 x} \qquad 1 + \operatorname{tg}^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$		
$\begin{aligned} \sin(\pi - x) &= \sin x \\ \cos(\pi - x) &= -\cos x \\ \operatorname{tg}(\pi - x) &= -\operatorname{tg} x \end{aligned}$	$\begin{aligned} \sin(\pi + x) &= -\sin x \\ \cos(\pi + x) &= -\cos x \\ \operatorname{tg}(\pi + x) &= \operatorname{tg} x \end{aligned}$	$\begin{aligned} \sin(-x) &= -\sin x \\ \cos(-x) &= \cos x \\ \operatorname{tg}(-x) &= -\operatorname{tg} x \end{aligned}$
$\begin{aligned} \sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) &= \cos x \\ \cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) &= \sin x \\ \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - x\right) &= \operatorname{cotg} x \end{aligned}$	$\begin{aligned} \sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) &= \cos x \\ \cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) &= -\sin x \\ \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + x\right) &= -\operatorname{cotg} x \end{aligned}$	
$\begin{aligned} \sin(x + y) &= \sin x \cos y + \cos x \sin y \\ \sin(x - y) &= \sin x \cos y - \cos x \sin y \\ \cos(x + y) &= \cos x \cos y - \sin x \sin y \\ \cos(x - y) &= \cos x \cos y + \sin x \sin y \end{aligned}$		$\begin{aligned} \operatorname{tg}(x + y) &= \frac{\operatorname{tg} x + \operatorname{tg} y}{1 - \operatorname{tg} x \operatorname{tg} y} \\ \operatorname{tg}(x - y) &= \frac{\operatorname{tg} x - \operatorname{tg} y}{1 + \operatorname{tg} x \operatorname{tg} y} \end{aligned}$
$\begin{aligned} \sin 2x &= 2 \sin x \cos x & 2 \cos^2 x &= 1 + \cos 2x \\ \cos 2x &= \cos^2 x - \sin^2 x & 2 \sin^2 x &= 1 - \cos 2x \end{aligned}$ $\sin 2x = \frac{2 \operatorname{tg} x}{1 + \operatorname{tg}^2 x} \qquad \cos 2x = \frac{1 - \operatorname{tg}^2 x}{1 + \operatorname{tg}^2 x} \qquad \operatorname{tg} 2x = \frac{2 \operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x}$		
$\sin 3x = 3 \sin x - 4 \sin^3 x$		$\cos 3x = -3 \cos x + 4 \cos^3 x$
$\begin{aligned} \sin p + \sin q &= 2 \sin \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2} \\ \sin p - \sin q &= 2 \sin \frac{p-q}{2} \cos \frac{p+q}{2} \\ \cos p + \cos q &= 2 \cos \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2} \\ \cos p - \cos q &= -2 \sin \frac{p+q}{2} \sin \frac{p-q}{2} \end{aligned}$ $\begin{aligned} \operatorname{tg} p + \operatorname{tg} q &= \frac{\sin(p+q)}{\cos p \cos q} \\ \operatorname{tg} p - \operatorname{tg} q &= \frac{\sin(p-q)}{\cos p \cos q} \end{aligned}$		
$\begin{aligned} \sin x \cos y &= \frac{1}{2} [\sin(x+y) + \sin(x-y)] \\ \cos x \cos y &= \frac{1}{2} [\cos(x+y) + \cos(x-y)] \\ \sin x \sin y &= \frac{1}{2} [\cos(x-y) - \cos(x+y)] \end{aligned}$		

# TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

PÉRIODE	GROUPE		NUMÉRO DU GROUPE RECOMMANDATIONS DE L'ITUPAC (1985)		NUMÉRO DU GROUPE CHEMICAL-ABSTRACT SERVICE (1986)		NUMÉRO DU GROUPE IUPAC (1985)		NUMÉRO DU GROUPE CHEMICAL-ABSTRACT SERVICE (1986)		NUMÉRO DU GROUPE IUPAC (1985)		NUMÉRO DU GROUPE CHEMICAL-ABSTRACT SERVICE (1986)		NUMÉRO DU GROUPE IUPAC (1985)		NUMÉRO DU GROUPE CHEMICAL-ABSTRACT SERVICE (1986)		NUMÉRO DU GROUPE IUPAC (1985)		NUMÉRO DU GROUPE CHEMICAL-ABSTRACT SERVICE (1986)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB
1	<b>H</b> 1 1.0079 HYDROGÈNE	<b>He</b> 2 4.0026 Hélium																					
2	<b>Li</b> 3 6.941 LITHIUM	<b>Be</b> 4 9.0122 BÉRYLLIUM																					
3	<b>Na</b> 11 22.990 SODIUM	<b>Mg</b> 12 24.305 MAGNÉSIIUM																					
4	<b>K</b> 19 39.098 POTASSIUM	<b>Ca</b> 20 40.078 CALCIUM	<b>Sc</b> 21 44.956 SCANDIUM	<b>Ti</b> 22 47.867 TITANE	<b>V</b> 23 50.942 VANADIUM	<b>Cr</b> 24 51.996 CHROME	<b>Mn</b> 25 54.938 MANGANÈSE	<b>Fe</b> 26 55.845 FER	<b>Co</b> 27 58.933 COBALT	<b>Ni</b> 28 58.693 NICKEL	<b>Cu</b> 29 63.546 CUIVRE	<b>Zn</b> 30 65.39 ZINC	<b>Ga</b> 31 69.723 GALLIUM	<b>Ge</b> 32 72.64 GERMANIUM	<b>As</b> 33 74.922 ARSENIC	<b>Se</b> 34 78.96 SÉLÉNIUM	<b>Br</b> 35 79.904 BROME	<b>Kr</b> 36 83.80 KRYPTON					
5	<b>Rb</b> 37 85.468 RUBIDIUM	<b>Sr</b> 38 87.62 STRONTIUM	<b>Y</b> 39 88.906 YTRIUM	<b>Zr</b> 40 91.224 ZIRCONIUM	<b>Nb</b> 41 92.906 NIوبيUM	<b>Mo</b> 42 95.94 MOLYBDÈNE	<b>Tc</b> 43 (98) TECHNÉTIUM	<b>Ru</b> 44 101.07 RUTHÉNIUM	<b>Rh</b> 45 102.91 RHODIUM	<b>Pd</b> 46 106.42 PALLADIUM	<b>Ag</b> 47 107.87 ARGENT	<b>Cd</b> 48 112.41 CADMIUM	<b>In</b> 49 114.82 INDIUM	<b>Sn</b> 50 118.71 ÉTAIN	<b>Sb</b> 51 121.76 ANTIMOINE	<b>Te</b> 52 127.60 TELLURE	<b>I</b> 53 126.90 IODE	<b>Xe</b> 54 131.29 XÉNON					
6	<b>Cs</b> 55 132.91 CÉSIIUM	<b>Ba</b> 56 137.33 BARYUM	Lanthanides		<b>La-Lu</b> 57-71	<b>Hf</b> 72 178.49 HAFNIUM	<b>Ta</b> 73 180.95 TANTALE	<b>W</b> 74 183.84 TUNGSTÈNE	<b>Re</b> 75 186.21 RHÉNIUM	<b>Os</b> 76 190.23 OSMIUM	<b>Pt</b> 77 192.22 PLATINE	<b>Au</b> 78 195.08 OR	<b>Hg</b> 79 200.59 MERCURE	<b>Tl</b> 80 204.38 THALLIUM	<b>Pb</b> 81 207.2 PLOMB	<b>Bi</b> 82 208.98 BISMUTH	<b>Po</b> 83 209 POLONIUM	<b>At</b> 84 (209) ASTATE	<b>Rn</b> 85 (210) RADON				
7	<b>Fr</b> 87 (223) FRANCIUM	<b>Ra</b> 88 (226) RADIUM	Actinides		<b>Ac-Lr</b> 89-103	<b>Rf</b> 104 (261) RUTHERFORDIUM	<b>Db</b> 105 (262) DUBNIUM	<b>Sg</b> 106 (266) SEABORGIUM	<b>Bh</b> 107 (264) BOHRIUM	<b>Hs</b> 108 (277) HASSIUM	<b>Mt</b> 109 (281) MEITNERIUM	<b>Uu</b> 110 (281) UNUNIUM	<b>Uu</b> 111 (272) UNUNIUM	<b>Uu</b> 112 (285) UNUNBIUM	<b>Uu</b> 113 (288) UNUNTRIUM	<b>Uu</b> 114 (289) UNUNQUADIUM							

18 VIII A  
2 4.0026  
He Hélium  
10 20.180  
Ne Néon  
18 39.948  
Ar Argon  
13 IIIA 14 IVA 15 VA 16 VIA 17 VIIA  
5 10.811 6 12.011 7 14.007 8 15.999 9 18.998  
B Bore 10 20.180  
C Carbone 11 22.990  
N Azote 12 24.305  
O Oxygène 13 26.982  
F Fluor 14 28.086  
Ne Néon 15 30.974  
Na Sodium 16 32.065  
Mg Magnésium 17 35.453  
Al Aluminium 18 39.948  
Si Silicium 19 40.078  
P Phosphore 20 40.78  
S Soufre 21 44.956  
Cl Chlore 22 47.867  
Ar Argon 23 50.942  
K Potassium 24 51.996  
Ca Calcium 25 54.938  
Sc Scandium 26 55.845  
Ti Titane 27 58.933  
V Vanadium 28 58.693  
Cr Chrome 29 63.546  
Mn Manganèse 30 65.39  
Fe Fer 31 69.723  
Co Cobalt 32 72.64  
Ni Nickel 33 74.922  
Cu Cuivre 34 78.96  
Zn Zinc 35 79.904  
Ga Gallium 36 83.80  
Ge Germanium 37 85.468  
As Arsenic 38 87.62  
Se Sélénium 39 88.906  
Br Brome 40 91.224  
Kr Krypton 41 92.906  
Rb Rubidium 42 95.94  
Sr Strontium 43 (98)  
Y Yttrium 44 101.07  
Zr Zirconium 45 102.91  
Nb Niobium 46 106.42  
Mo Molybdène 47 107.87  
Tc Technétium 48 112.41  
Ru Ruthénium 49 114.82  
Rh Rhodium 50 118.71  
Pd Palladium 51 121.76  
Ag Argent 52 127.60  
Cd Cadmium 53 126.90  
In Indium 54 131.29  
Sn Étain 55 132.91  
Sb Antimoine 56 137.33  
Te Tellure 57-71  
I Iode 58 138.91  
Xe Xénon 59 140.12  
Cs Césium 60 144.24  
Ba Baryum 61 (145)  
La-Lu Lanthanides 62 150.36  
Hf Hafnium 63 151.96  
Ta Tantale 64 157.25  
W Tungstène 65 158.93  
Re Rhénium 66 162.50  
Os Osmium 67 164.93  
Pt Platine 68 167.26  
Au Or 69 168.93  
Hg Mercure 70 173.04  
Tl Thallium 71 174.97  
Pb Plomb 72 178.49  
Bi Bismuth 73 180.95  
Po Polonium 74 183.84  
At Astate 75 186.21  
Rn Radon 76 190.23  
Fr Francium 77 192.22  
Ra Radium 78 195.08  
Ac-Lr Actinides 79 196.97  
Rf Rutherfordium 80 200.59  
Db Dubnium 81 204.38  
Sg Seaborgium 82 207.2  
Bh Bohrium 83 208.98  
Hs Hassium 84 (209)  
Mt Meitnerium 85 (210)  
Uu Ununquadium 86 (222)  
Uu Ununseptium 87 (223)  
Uu Ununoctium 88 (226)  
Uu Ununseptium 89-103  
Uu Ununseptium 104 (261)  
Uu Ununseptium 105 (262)  
Uu Ununseptium 106 (266)  
Uu Ununseptium 107 (264)  
Uu Ununseptium 108 (277)  
Uu Ununseptium 109 (281)  
Uu Ununseptium 110 (281)  
Uu Ununseptium 111 (272)  
Uu Ununseptium 112 (285)  
Uu Ununseptium 113 (288)  
Uu Ununseptium 114 (289)

Copyright © 1998-2002 ENIG. (enl@kfr-split.hr)

**Lanthanides**  
57 138.91  
**La** Lanthane  
58 140.12  
**Ce** Cérium  
59 140.91  
**Pr** Praseodyme  
60 144.24  
**Nd** Néodyme  
61 (145)  
**Pm** Prométhium  
62 150.36  
**Sm** Samarium  
63 151.96  
**Eu** Europium  
64 157.25  
**Gd** Gadolinium  
65 158.93  
**Tb** Terbium  
66 162.50  
**Dy** Dysprosium  
67 164.93  
**Ho** Holmium  
68 167.26  
**Er** Erbium  
69 168.93  
**Tm** Thulium  
70 173.04  
**Yb** Ytterbium  
71 174.97  
**Lu** Lutétium

**Actinides**  
89 (227)  
**Ac** Actinium  
90 232.04  
**Th** Thorium  
91 231.04  
**Pa** Protactinium  
92 238.03  
**U** Uranium  
93 (237)  
**Np** Neptunium  
94 (244)  
**Pu** Plutonium  
95 (243)  
**Am** Américium  
96 (247)  
**Cm** Curium  
97 (247)  
**Bk** Berkelium  
98 (251)  
**Cf** Californium  
99 (252)  
**Es** Einsteinium  
100 (257)  
**Fm** Fermium  
101 (258)  
**Md** Mendélévium  
102 (259)  
**No** Nobelium  
103 (262)  
**Lr** 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.