

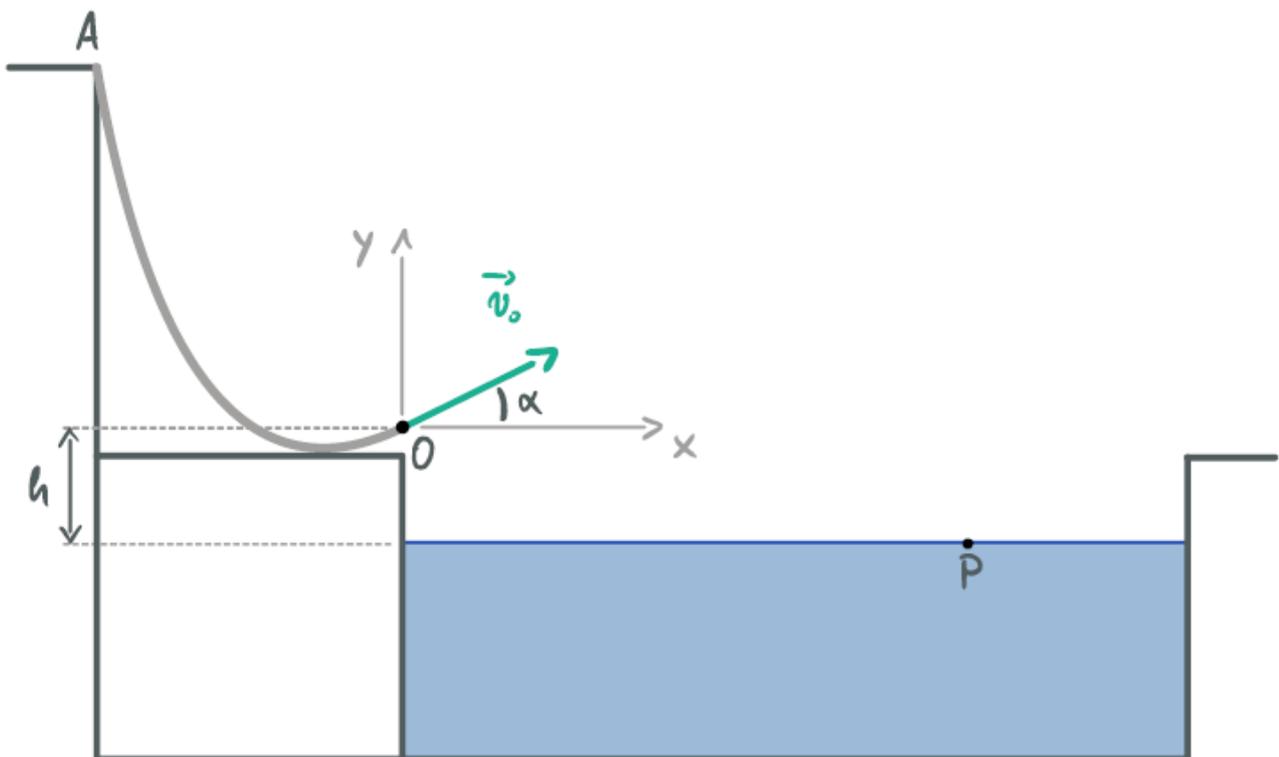


BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
Physique	B, C	Durée de l'épreuve : Date de l'épreuve :

### A. Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme (13 pts)

Un enfant de masse  $m = 32 \text{ kg}$  glisse à partir du point A le long d'un toboggan de piscine dans le référentiel terrestre supposé galiléen vers **le point O que l'on prendra comme origine** pour étudier la trajectoire de l'enfant jusqu'au point d'impact P au niveau de l'eau comme indiqué sur le schéma. Arrivé au point O, l'enfant quitte le toboggan avec un vecteur vitesse  $\vec{v}_0$  faisant un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'horizontale et de norme  $v_0 = 7 \text{ m/s}$ . On assimilera l'enfant à un point matériel G et on négligera les frottements.

On donne  $h = 80 \text{ cm}$  ;  $g = 9,81 \text{ N/kg}$ .



1. Dans le référentiel  $(O ; x, y)$ , établir les équations horaires du mouvement de l'enfant entre le point O et le point d'impact P. En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire. **(4 + 1 pts)**
2. Calculer la hauteur maximale atteinte. **(2 pts)**
3. Calculer l'abscisse  $x_p$  du point d'impact P. **(2 pts)**
4. Calculer la norme de la vitesse d'impact  $v_p$  lorsque l'enfant arrive au point P ainsi que l'angle  $\beta$  que forme au point P le vecteur vitesse avec l'horizontale. **(3 + 1 pts)**

### B. Oscillations (13 pts)

Une source S oscille verticalement selon l'équation horaire suivante :  $y_s(t) = Y_0 \sin(\omega t + \varphi)$ .  
L'onde issue de la source S se propage sans amortissement le long de l'axe des abscisses dans le sens des  $x$  positifs.

1. Établir l'équation d'onde donnant l'élongation  $y(x;t)$  d'un point M, se situant à la distance  $x$  de la source, en fonction du temps. **(4 pts)**

Application : L'équation d'onde au point M est donnée par  $y(x;t) = 0,03 \sin(4t - 5x)$  en unité S.I.

2. En déduire les valeurs de  $Y_0$ , de  $\omega$  et de  $\varphi$ . **(1,5 pts)**

3. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  et la célérité  $c$  de l'onde progressive. **(1,5 pts)**

4. Calculer l'élongation et la vitesse du point M d'abscisse  $x = 0,4$  m à la date  $t = 6$  s. **(2 + 2 pts)**

5. Déterminer les abscisses des deux points P et Q les plus proches de la source S qui sont en opposition de phase avec celle-ci. **(2 pts)**

### C. Ondes lumineuses (10 pts)

Un laser envoie un faisceau lumineux de couleur verte et de longueur d'onde  $\lambda = 550$  nm vers 2 fentes parallèles séparées d'une distance  $a$ . Un écran est placé perpendiculairement au faisceau lumineux à une distance  $D$  du plan des fentes.

1. Faire un schéma du montage de l'expérience en précisant les lieux de diffraction et la zone d'interférence. **(2 pts)**

2. Établir, en fonction de  $a$  et  $D$ , l'expression de la différence de marche en un même point M d'abscisse  $x$  sur l'écran. En déduire les positions des franges brillantes. **(4 + 2 pts)**

3. Application : Calculer la valeur de l'interfrange  $i$  (en mm) sachant que la distance entre les deux fentes est  $a = 0,5$  mm et que la distance des fentes à l'écran est  $D = 3$  m. **(2 pts)**

### D. Effet photoélectrique (12 pts)

1. Définir l'effet photoélectrique.

Pourquoi le modèle ondulatoire de la lumière ne permet-il pas d'expliquer l'effet photoélectrique ?

Utiliser l'hypothèse d'Einstein pour expliquer l'effet photoélectrique. **(1 + 2 + 3 pts)**

Application : Une plaque de sodium dont le travail d'extraction est de 2,18 eV est éclairée avec une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 540$  nm.

2. En déduire la vitesse maximale des électrons émis. **(3 pts)**

3. Calculer l'énergie et la quantité de mouvement d'un photon absorbé par la plaque. **(2 pts)**

4. On double l'intensité de la lumière, ce qui ne modifie pas la longueur d'onde de la lumière. Expliquer ce qui change au niveau des électrons émis. **(1 pts)**

**E. Réactions nucléaires (12 pts)**

La centrale nucléaire de Fessenheim, dans le sud de l'Alsace, utilise la fission de l'uranium 235.

1. Définir la fission nucléaire. **(1 pt)**

Une réaction de fission peut s'écrire :  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0n \rightarrow {}^{139}_{53}\text{I} + {}^{94}_x\text{Y} + y {}^1_0n$

2. Est-ce que la fission de l'uranium 235 est une réaction spontanée ? Justifier **(1 pt)**

3. Déterminer  $x$  et  $y$  en spécifiant les lois utilisées. **(1 + 1 pts)**

4. Calculer l'énergie libérée en MeV lors la réaction de fission ci-dessus. On donne les masses des noyaux et particules en unité de masse atomique. **(3 pts)**

${}^{235}\text{U}$	${}^{139}\text{I}$	${}^{94}\text{Y}$	${}^1_0n$
234,9935 u	138,8970 u	93,8902 u	1,0087 u

Le noyau d'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$  peut aussi se désintégrer spontanément en un noyau inconnu avec émission d'une particule  $\alpha$ . Sa décroissance radioactive est l'une des plus lentes que l'on connaisse, ce qui fait que sa demi-vie est extrêmement élevée.

5. Écrire l'équation de désintégration spontanée et définir la particule  $\alpha$ . **(1 + 1 pts)**

6. Calculer sa demi-vie (en millions d'années) sachant que 1% de  ${}^{235}_{92}\text{U}$  se désintègre spontanément en 10,2 millions années. **(3 pts)**

## 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	$e$	$1,602 \cdot 10^{-19}$	$\text{C}$
Masse au repos de l'électron	$m_e$	$9,1094 \cdot 10^{-31}$ $5,4858 \cdot 10^{-4}$ 0,5110	$\text{kg}$ $u$ $\text{MeV}/c^2$
Masse au repos du proton	$m_p$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ 1,0073 938,27	$\text{kg}$ $u$ $\text{MeV}/c^2$
Masse au repos du neutron	$m_n$	$1,6749 \cdot 10^{-27}$ 1,0087 939,57	$\text{kg}$ $u$ $\text{MeV}/c^2$
Masse au repos d'une particule $\alpha$	$m_\alpha$	$6,6447 \cdot 10^{-27}$ 4,0015 3727,4	$\text{kg}$ $u$ $\text{MeV}/c^2$
Constante de Planck	$h$	$6,626 \cdot 10^{-34}$	$\text{J s}$
Constante de Rydberg de l'atome d'hydrogène	$R_H$	$1,097 \cdot 10^7$	$\text{m}^{-1}$
Rayon de Bohr	$r_1$ (ou $a_0$ )	$5,292 \cdot 10^{-11}$	$\text{m}$
Energie de l'atome d'hydrogène dans l'état fondamental	$E_1$	-13,59	$\text{eV}$

Grandeurs liées à la Terre et au Soleil (elles peuvent dépendre du lieu ou du temps)	Symbole	Valeur utilisée sauf indication contraire	
Composante horizontale du champ magnétique terrestre	$B_h$	$2 \cdot 10^{-5}$	$\text{T}$
Accélération de la pesanteur à la surface terrestre	$g$	9,81	$\text{m s}^{-2}$
Rayon moyen de la Terre	$R$	6370	$\text{km}$
Jour sidéral	$T$	86164	$\text{s}$
Masse de la Terre	$M_T$	$5,98 \cdot 10^{24}$	$\text{kg}$
Masse du Soleil	$M_S$	$1,99 \cdot 10^{30}$	$\text{kg}$

## Conversion d'unités en usage avec le SI

$$\begin{aligned}
 1 \text{ angström} &= 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} \\
 1 \text{ électronvolt} &= 1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} \\
 1 \text{ unité de masse atomique} &= 1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,49 \text{ MeV}/c^2
 \end{aligned}$$

Formules trigonométriques

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

$$\cos^2 x = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 x}$$

$$\sin^2 x = \frac{\operatorname{tg}^2 x}{1 + \operatorname{tg}^2 x}$$

$$1 + \operatorname{tg}^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$\begin{aligned} \sin(\pi - x) &= \sin x \\ \cos(\pi - x) &= -\cos x \\ \operatorname{tg}(\pi - x) &= -\operatorname{tg} x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin(\pi + x) &= -\sin x \\ \cos(\pi + x) &= -\cos x \\ \operatorname{tg}(\pi + x) &= \operatorname{tg} x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin(-x) &= -\sin x \\ \cos(-x) &= \cos x \\ \operatorname{tg}(-x) &= -\operatorname{tg} x \end{aligned}$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos x$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin x$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \operatorname{cotg} x$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \cos x$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\sin x$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\operatorname{cotg} x$$

$$\begin{aligned} \sin(x + y) &= \sin x \cos y + \cos x \sin y \\ \sin(x - y) &= \sin x \cos y - \cos x \sin y \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg}(x + y) = \frac{\operatorname{tg} x + \operatorname{tg} y}{1 - \operatorname{tg} x \operatorname{tg} y}$$

$$\begin{aligned} \cos(x + y) &= \cos x \cos y - \sin x \sin y \\ \cos(x - y) &= \cos x \cos y + \sin x \sin y \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg}(x - y) = \frac{\operatorname{tg} x - \operatorname{tg} y}{1 + \operatorname{tg} x \operatorname{tg} y}$$

$$\begin{aligned} \sin 2x &= 2 \sin x \cos x \\ \cos 2x &= \cos^2 x - \sin^2 x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 \cos^2 x &= 1 + \cos 2x \\ 2 \sin^2 x &= 1 - \cos 2x \end{aligned}$$

$$\sin 2x = \frac{2 \operatorname{tg} x}{1 + \operatorname{tg}^2 x}$$

$$\cos 2x = \frac{1 - \operatorname{tg}^2 x}{1 + \operatorname{tg}^2 x}$$

$$\operatorname{tg} 2x = \frac{2 \operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x}$$

$$\sin 3x = 3 \sin x - 4 \sin^3 x$$

$$\cos 3x = -3 \cos x + 4 \cos^3 x$$

$$\sin p + \sin q = 2 \sin \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$$

$$\sin p - \sin q = 2 \sin \frac{p-q}{2} \cos \frac{p+q}{2}$$

$$\cos p + \cos q = 2 \cos \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$$

$$\cos p - \cos q = -2 \sin \frac{p+q}{2} \sin \frac{p-q}{2}$$

$$\operatorname{tg} p + \operatorname{tg} q = \frac{\sin(p+q)}{\cos p \cos q}$$

$$\operatorname{tg} p - \operatorname{tg} q = \frac{\sin(p-q)}{\cos p \cos q}$$

$$\sin x \cos y = \frac{1}{2} [\sin(x+y) + \sin(x-y)]$$

$$\cos x \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x+y) + \cos(x-y)]$$

$$\sin x \sin y = \frac{1}{2} [\cos(x-y) - \cos(x+y)]$$

# Tableau périodique des éléments chimiques

Groupe	I A	II A	VIII										III B	IV B	V B	VI B	VII B	O
Période	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Hydrogène 1 H 1,00794	Béryllium 4 Be 9,0121831	Lithium 3 Li 6,939	Scandium 21 Sc 44,955908(5)	Vanadium 23 V 50,9415(1)	Chrome 24 Cr 51,9961(6)	Manganèse 25 Mn 54,938044	Fer 26 Fe 55,845(2)	Cobalt 27 Co 58,933194	Nickel 28 Ni 58,6934(4)	Cuivre 29 Cu 63,546(3)	Zinc 30 Zn 65,38(2)	Bore 5 B 10,8135	Carbone 6 C 12,0106	Azote 7 N 14,006432	Oxygène 8 O 15,9994	Fluor 9 F 18,99840316	Hélium 2 He 4,002602
2	Lithium 3 Li 6,939	Béryllium 4 Be 9,0121831	Sodium 11 Na 22,98976928	Titane 22 Ti 47,867(1)	Vanadium 23 V 50,9415(1)	Chrome 24 Cr 51,9961(6)	Manganèse 25 Mn 54,938044	Fer 26 Fe 55,845(2)	Cobalt 27 Co 58,933194	Nickel 28 Ni 58,6934(4)	Cuivre 29 Cu 63,546(3)	Zinc 30 Zn 65,38(2)	Aluminium 13 Al 26,9815385	Silicium 14 Si 28,085(1)	Phosphore 15 P 30,97376200	Soufre 16 S 32,0675	Chlore 17 Cl 35,4515	Neon 10 Ne 20,1797(6)
3	Sodium 11 Na 22,98976928	Magnésium 12 Mg 24,3055	Scandium 21 Sc 44,955908(5)	Titane 22 Ti 47,867(1)	Vanadium 23 V 50,9415(1)	Chrome 24 Cr 51,9961(6)	Manganèse 25 Mn 54,938044	Fer 26 Fe 55,845(2)	Cobalt 27 Co 58,933194	Nickel 28 Ni 58,6934(4)	Cuivre 29 Cu 63,546(3)	Zinc 30 Zn 65,38(2)	Aluminium 13 Al 26,9815385	Silicium 14 Si 28,085(1)	Phosphore 15 P 30,97376200	Soufre 16 S 32,0675	Chlore 17 Cl 35,4515	Argon 18 Ar 39,948(1)
4	Potassium 19 K 39,0983(1)	Calcium 20 Ca 40,078(4)	Scandium 21 Sc 44,955908(5)	Titane 22 Ti 47,867(1)	Vanadium 23 V 50,9415(1)	Chrome 24 Cr 51,9961(6)	Manganèse 25 Mn 54,938044	Fer 26 Fe 55,845(2)	Cobalt 27 Co 58,933194	Nickel 28 Ni 58,6934(4)	Cuivre 29 Cu 63,546(3)	Zinc 30 Zn 65,38(2)	Aluminium 13 Al 26,9815385	Silicium 14 Si 28,085(1)	Phosphore 15 P 30,97376200	Soufre 16 S 32,0675	Chlore 17 Cl 35,4515	Argon 18 Ar 39,948(1)
5	Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Strontium 38 Sr 87,62(1)	Yttrium 39 Y 88,90584	Zirconium 40 Zr 91,224(2)	Niobium 41 Nb 92,90637	Molybdène 42 Mo 95,95(1)	Téchnétium 43 Tc [98]	Ruthénium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90550	Palladium 46 Pd 106,42(1)	Argent 47 Ag 107,8682(2)	Cadmium 48 Cd 112,414(4)	Indium 49 In 114,818(1)	Étain 50 Sn 118,710(7)	Antimoine 51 Sb 121,760(1)	Tellure 52 Te 127,60(3)	Iode 53 I 126,90447	Xénon 54 Xe 131,293(6)
6	Césium 55 Cs 132,905452	Baryum 56 Ba 137,327(7)	Lanthanides 57-71	Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantale 73 Ta 180,94788	Tungstène 74 W 183,84(1)	Rhénium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,217(3)	Platine 78 Pt 195,084(8)	Or 79 Au 196,966569	Mercur 80 Hg 200,592(3)	Thallium 81 Tl 204,3835	Plomb 82 Pb 207,2(1)	Bismuth 83 Bi 208,98040	Polonium 84 Po [209]	Astato 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]
7	Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Actinides 89-103	Rutherfordium 104 Rf [267]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [269]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [277]	Meitnerium 109 Mt [278]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [282]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [286]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [289]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennesse 117 Ts [294]	Oganeson 118 Og [294]
				Lanthane 57 La 138,90547	Cérium 58 Ce 140,116(1)	Praséodyme 59 Pr 140,90766	Néodyme 60 Nd 144,242(3)	Prométhium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150,36(2)	Europium 63 Eu 151,964(1)	Gadolinium 64 Gd 157,25(3)	Terbium 65 Tb 158,92535	Dysprosium 66 Dy 162,500(1)	Holmium 67 Ho 164,93033	Erbium 68 Er 167,259(3)	Thulium 69 Tm 168,93422	Ytterbium 70 Yb 173,045	Lutécium 71 Lu 174,9668
				Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232,0377	Protactinium 91 Pa 231,03588	Uranium 92 U 238,02891	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Americium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkélium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendelevium 101 Md [258]	Nobelium 102 No [259]	Lawrencium 103 Lr [266]

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tableau\\_périodique\\_des\\_éléments.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tableau_périodique_des_éléments.svg)