

I. Sous-marin à propulsion nucléaire**1. Connaissances et application de cours**

- 1.1. La réaction est une fission nucléaire. Un neutron est envoyé sur un noyau qui se casse en deux autres noyaux avec émission d'autres neutrons.
- 1.2. Un noyau d'uranium 235 est constitué de 92 protons, de 235 nucléons donc de $(235 - 92) = 143$ neutrons
- 1.3. Il faut utiliser les lois de conservation (ou lois de Soddy).
Le nombre de masses se conserve donc $235 + 1 = 94 + 140 + x$ soit $x = 236 - 234 = 2$
Deux neutrons sont éjectés lors de cette réaction.
- 1.4. Un noyau radioactif est un noyau instable qui se désintègre en émettant d'autres particules (α , β^- ou β^+)
- 1.5. L'interaction forte permet d'assurer la cohésion du noyau atomique (pour compenser la force électrique entre les protons).

2. Problème : Quelle est l'énergie libérée par la transformation d'un noyau d'uranium ?

- 2.1. Il faut appliquer la relation d'Einstein : $E = |\Delta m| \times c^2$ avec Δm la variation de masse

$$\Delta m = m(\text{produits}) - m(\text{réactifs}) = [m({}_{38}^{94}\text{Sr}) + m({}_{54}^{140}\text{Xe}) + 2 m({}_0^1\text{n})] - [m({}_{92}^{235}\text{U}) + m({}_0^1\text{n})]$$

$$\Delta m = [93,9154 + 139,9252 + 2 \times 1,0087] - [235,0439 + 1,0087]$$

$$\Delta m = -0,1946 \text{ u (conserver tous les chiffres significatifs)}$$

$$\Delta m = -0,1946 \times 1,66 \times 10^{-27} = -3,23 \times 10^{-28} \text{ kg (3 chiffres significatifs car la valeur de la conversion est donnée avec 3 chiffres significatifs)}$$

$$E = |\Delta m| \times c^2 = 3,23 \times 10^{-28} \times (3,00 \times 10^8)^2$$

$$E = 2,91 \times 10^{-11} \text{ J (3 chiffres significatifs)}$$

II. L'homme a marché sur la Lune**1. Etude de l'orbite d'Apollo XI**

- 1.1. La force gravitationnelle a pour expression $F = G \times \frac{m \times M_L}{d^2}$ or $d = R_L + h$ donc $F = G \times \frac{m \times M_L}{(R_L + h)^2}$

Il faut penser à convertir R_L et h en m. La masse m du vaisseau est $24 + 6,0 + 15 = 45$ tonnes = 45×10^3 kg

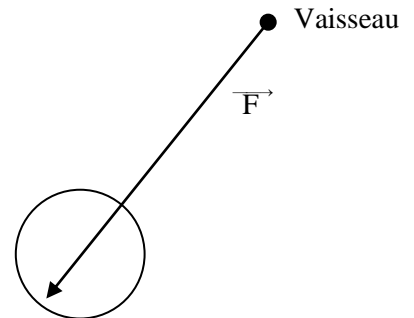
$$F = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{45 \times 10^3 \times 7,35 \times 10^{22}}{(1,74 \times 10^6 + 100 \times 10^3)^2};$$

$$F = 6,5 \times 10^4 \text{ N (2 chiffres significatifs)}$$

- 1.2. La force sera représentée par un vecteur de 6,5 cm de long. Cette force est attractive.

Sa direction passe par le centre de la Lune.

- 1.3. Le champ de gravitation ne dépend pas de la masse du vaisseau mais de la masse du centre attracteur, ici la Lune.



- 1.4. $g = \frac{F}{m} = \frac{6,5 \times 10^4}{45 \times 10^3} = 1,44 \text{ N.kg}^{-1}$ (autre solution : calcul de $g = G \times \frac{M_L}{(R_L + h)^2}$)

2. Le LEM sur la Lune

- 2.1. La valeur de g_T est de $9,80 \text{ N.kg}^{-1}$ donc l'intensité du champ de pesanteur est $g_L = \frac{g_T}{6} = \frac{9,80}{6} = 1,63 \text{ N.kg}^{-1}$

Si la valeur de g_T est de 10 N.kg^{-1} , la valeur est $g_L = \frac{g_T}{6} = \frac{10}{6} = 1,7 \text{ N.kg}^{-1}$ (2 chiffres significatifs)

- 2.2. La force qui permet au LEM de rester sur le sol lunaire est le poids : $P = m(\text{LEM}) \times g_L$

$$P = 15 \times 10^3 \times 1,63 = 2,4 \times 10^4 \text{ N (ou } 2,6 \times 10^4 \text{ N si } g_L = 1,7 \text{ N.kg}^{-1})$$

III. L'étoile Véga

- 1) D'après la loi de Wien, $T = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{\max}}$ donc $\lambda_{\max} = \frac{2,89 \times 10^6}{T}$; $\lambda_{\max} = \frac{2,89 \times 10^6}{7100} = 407 \text{ nm}$.
- 2) La valeur obtenue est en accord avec le profil spectral du **Doc. 1** car le maximum de l'intensité lumineuse se situe pour une longueur d'onde proche de 407 nm.
- 3) L'atmosphère de Véga ne contient pas du sodium car les raies situées à 445 nm et 589 nm ne sont pas présentes sur le profil spectral de Véga.
- 4) Les pics attribués à l'atome d'hydrogène sont : **c, d et e**.
- 5) Pour le pic d'absorption c de longueur d'onde $\lambda = 434 \text{ nm}$, l'énergie

$$E = h \times \nu = \frac{h \times c}{\lambda};$$

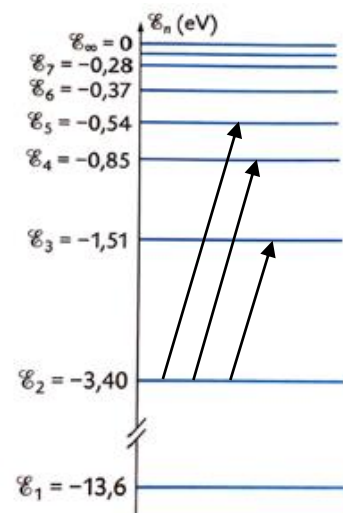
La célérité de la lumière est environ $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

$$E = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{434 \times 10^{-9}} = 4,58 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{4,58 \times 10^{-19}}{1,60 \times 10^{-19}} = 2,86 \text{ eV}$$

($E = 2,56 \text{ eV}$ pour $\lambda = 486 \text{ nm}$ et $E = 1,90 \text{ eV}$ pour $\lambda = 656 \text{ nm}$)

- 6) L'énergie $E = 2,86 \text{ eV}$ correspond à la transition de E_2 à E_5 (absorption d'un photon)
Pour $E = 2,56 \text{ eV}$, la transition va de E_2 à E_4 ; Pour $E = 1,90 \text{ eV}$, la transition va de E_2 à E_3



IV. Le traitement de l'eau

- 1) L'eau est un bon solvant pour dissoudre les solides ioniques car c'est un solvant polaire.
- 2) Les deux étapes de la dissolution d'un solide ionique sont la séparation et la dispersion.
- 3)
- 4)

équation de dissolution \longrightarrow		$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ (s)}$	\longrightarrow	$2 \text{ Al}^{3+} \text{ (aq)}$	+	$3 \text{ SO}_4^{2-} \text{ (aq)}$
Etat initial	$x = 0$	n_1		0		0
en cours	x	$n_1 - x$		$2x$		$3x$
Etat final	$x = x_{\max}$	$n_1 - x_{\max} = 0$		$2x_{\max}$		$3x_{\max}$

- La relation mathématique reliant la quantité de sulfate d'aluminium ajouté initialement dans le bassin, $n_1 = n_i(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$, et la quantité d'ion Al^{3+} présents après dissolution, $n_f(\text{Al}^{3+})$ est donc $2 \times n_1 = n_f(\text{Al}^{3+})$

- 5) On veut $[\text{Al}^{3+}] = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Or on a un volume de 2000 L. Soit $n_f(\text{Al}^{3+}) = [\text{Al}^{3+}] \times V$
 $n_f(\text{Al}^{3+}) = 4,0 \cdot 10^{-2} \times 2000 = 80 \text{ mol}$. d'après la question précédente, $n_1 = \frac{n_f(\text{Al}^{3+})}{2}$

soit $n_1 = n_i(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 40 \text{ mol}$

$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = n_i(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \times M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$ où $M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$ est la masse molaire du sulfate d'aluminium

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 2 \times M(\text{Al}^{3+}) + 3 \times M(\text{SO}_4^{2-}) = 2 \times 27 + 3 \times 91,6 = 328,8 \text{ g.mol}^{-1}$$

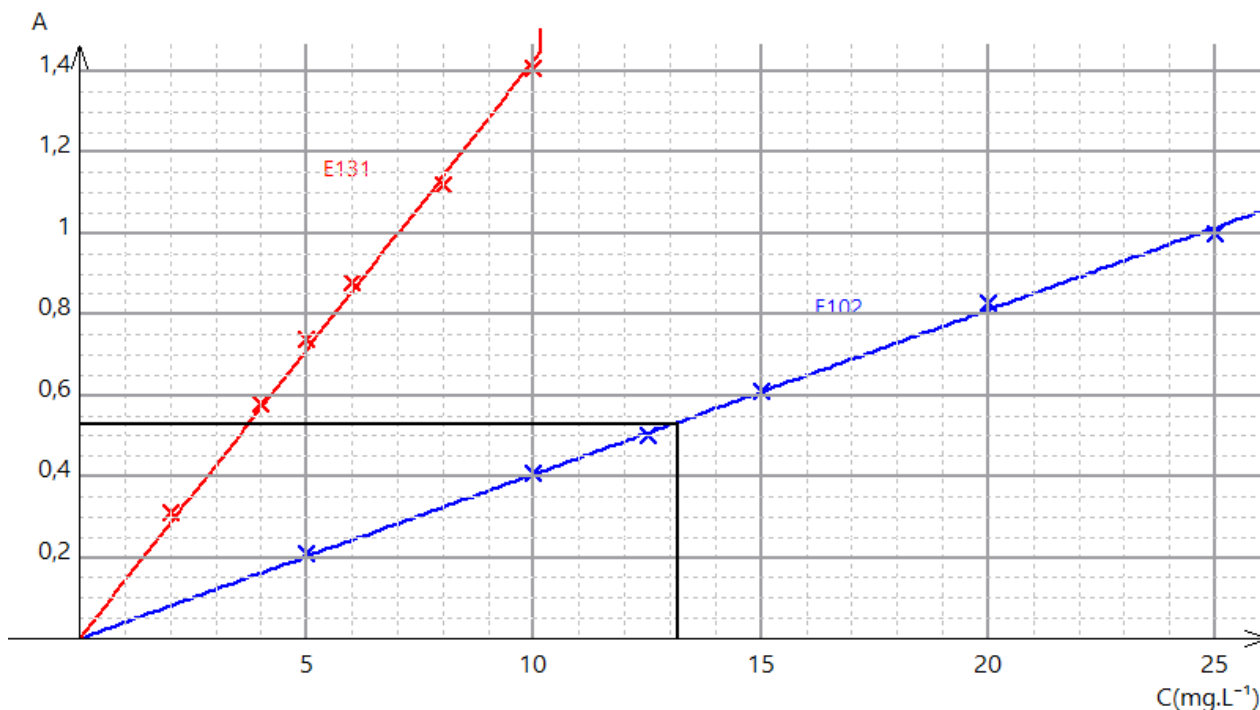
$$D'où $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = n_i(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \times M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 40 \times 328,8 = 13152 \text{ g}$$$

Il faut donc 13 kg de sulfate d'aluminium pour traiter un bassin de 2000 L dans une station d'épuration.

V. Les colorants alimentaires

- 1) L'absorption maximale de la tartrazine se situe à 450 nm, c'est à dire dans le bleu. En utilisant le cercle chromatique des couleurs, on peut dire que la tartrazine est jaune (couleur complémentaire du bleu).
Pour le bleu patenté, l'absorption maximale se situe vers 630 nm, c'est-à-dire dans le rouge.
Une solution de bleu patenté est donc cyan
- 2) Les longueurs d'onde utilisées pour réaliser les mesures d'absorbance correspondent à la longueur d'onde pour laquelle l'absorbance est maximale.

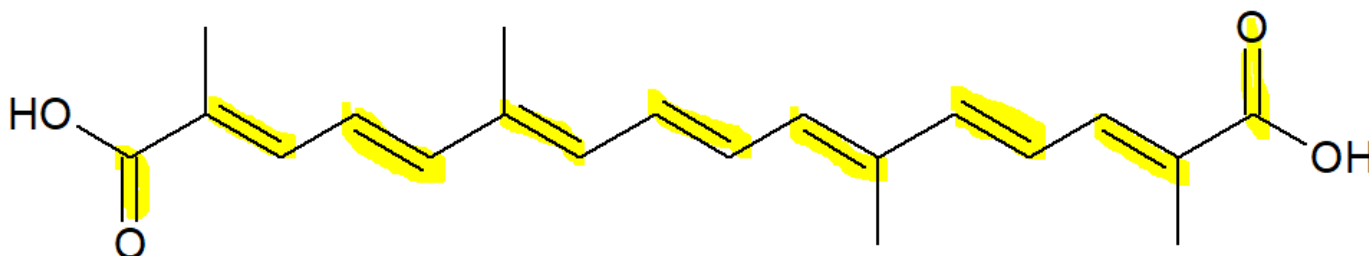
- 3) La loi de Beer- Lambert : $A = \epsilon \times \ell \times C$ ou bien $A = k \times C$ avec A : absorbance, sans unité, C : concentration molaire de l'espèce colorée en mol.L^{-1} , ℓ largeur de la cuve en cm, ϵ coefficient d'extinction molaire de l'espèce colorée en $\text{L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$, k en L.mol^{-1} .
- 4) La loi de Beer - Lambert est vérifiée pour les deux colorants l'absorbance est proportionnelle à la concentration molaire de l'espèce étudiée : les courbes sont alors des droites passant par l'origine.



- 5) Pour le point du graphe d'ordonnée $A_{450} = 0,53$, on trouve l'abscisse $C(\text{E102}) = 13 \text{ mg/L}$ dans l'échantillon de sirop dilué, $C'(\text{E102}) = 10 \times 13 = 130 \text{ mg/L}$ pour le sirop.
- 6) La DJA permet de calculer qu'un consommateur de 50 kg ne doit pas consommer, par jour, plus de $50 \times 2,5 = 125 \text{ mg}$ de colorant E102. Ceci correspond à un volume de sirop $V = \frac{125}{130} = 0,96 \text{ L}$.
- Il ne faut pas boire plus d'un litre de sirop par jour.

VI. La crocétine en met plein la vue

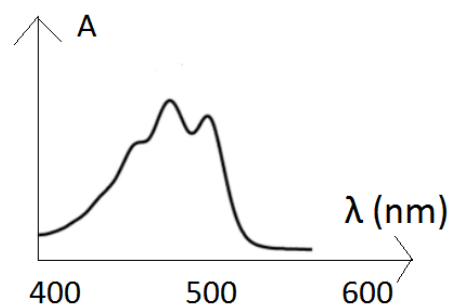
- 1) La formule brute de la crocétine est $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{O}_4$.
- 2) $N = n \times N_A = \frac{m \times N_A}{M}$; $N = \frac{10}{100} \times \frac{1 \times 10^{-3} \times 6,02 \times 10^{23}}{328,4}$; $N = 1,8 \times 10^{17} \approx 10^{17}$ molécules.
- 3) Cette molécule contient des liaisons doubles conjuguées, alternance successive de liaison simple /double. Cette molécule contient 9 liaisons doubles conjuguées.



- 4) La crocétine est colorée car elle contient plus de 7 liaisons doubles conjuguées.
- 5) La molécule absorbe la couleur complémentaire du jaune-orangé, soit le bleu-cyan à environ 480 nm.

VII. Bonus : Qui est-il ? (0,5 point)

- Le Nord



I	1.1	1	2								
	1.2	1	2								
	1.3	1	2								
	1.4	1									
	1.5	1									
	2.1	1	2	3	4					CHS-U-CV	/12
II	1.1	1	2	3	4				CHS-U-CV		
	1.2	1	2								
	1.3	1	2								
	1.4	1	2								
	2.1	1	2						CHS-U-CV		
	2.2	1	2						CHS-U-CV	/14	
III	1	1	2	3					CHS-U-CV		
	2	1	2								
	3	1	2								
	4	1	2								
	5	1	2	3	4	5			CHS-U-CV		
	6	1	2							/16	
IV	1	1	2								
	2	1	2						CHS-U-CV		
	3	1									
	4	1	2	3							
	5	1	2	3	4					/12	
V	1	1	2								
	2	1	2								
	3	1	2	3					CHS-U-CV		
	4	1	2								
	5	1	2	3					CHS-U-CV		
	6	1	2						CHS-U-CV	/14	
VI	1	1	2								
	2	1	2	3	4				CHS-U-CV		
	3	1	2	3							
	4	1									
	5	1	2							/12	
Total: /80											
Bonus : 0,5											
NOTE (Total/4 + Bonus) :/20											