

Partie I : Spectrométrie et radioactivité

Données :

Masse de ^{131}I : $m_1 = 130,83 \text{ u}$

Masse de ^{133}I : $m_2 = 132,78 \text{ u}$

Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Tension entre les plaques P_1 et P_2 : $U = 4,0 \times 10^3 \text{ V}$

Intensité du champ magnétique : $B = 0,20 \text{ T}$

Charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Période radioactive de l'iode 131 : $T_1 = 8,0 \text{ jours}$

Période radioactive de l'iode 133 : $T_2 = 1,1 \text{ jour}$

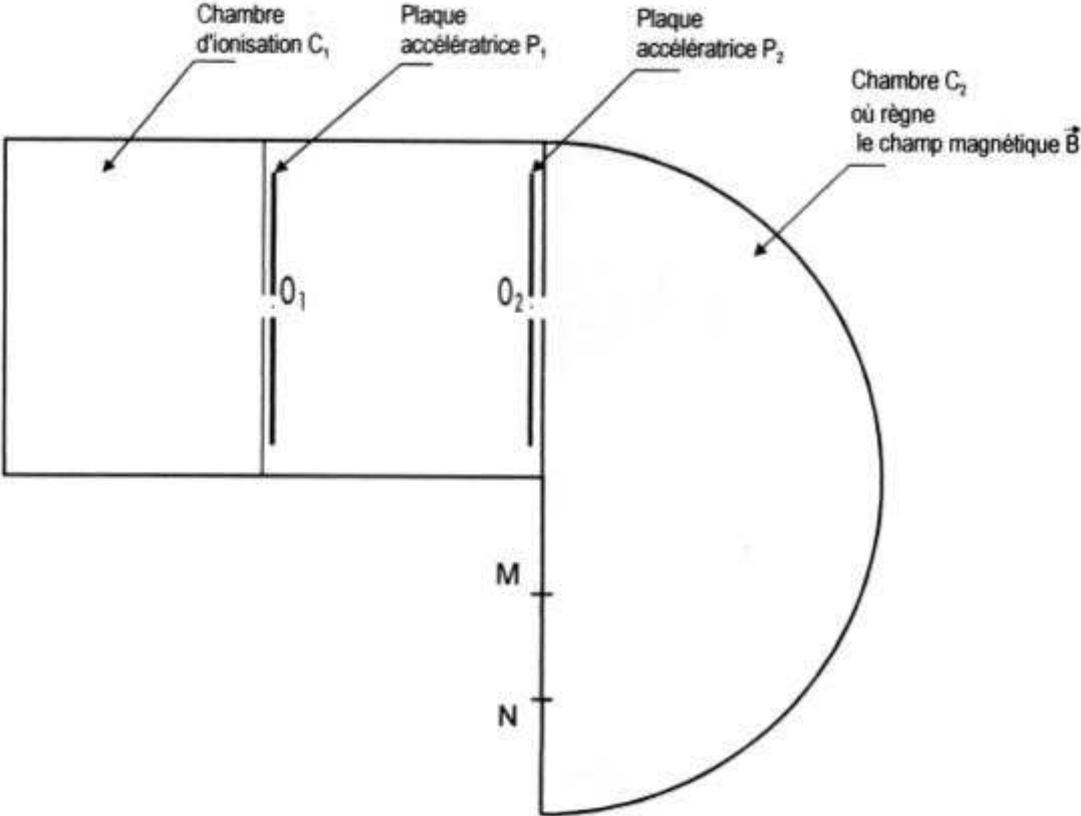
Numéro atomique de l'iode : $Z = 53$

I. Un spectrographe de masse, schématisé en annexe, permet de séparer les isotopes ^{131}I et ^{133}I de l'iode. Les atomes d'iode sont ionisés dans la chambre d'ionisation C_1 et perdent alors un électron, pour former les ions $^{131}\text{I}^+$ et $^{133}\text{I}^+$. Ces ions qui arrivent en O_1 avec une vitesse négligeable, sont accélérés dans le vide par une tension U appliquée entre les plaques parallèles entre elles, P_1 et P_2 , orthogonales au plan de la figure, portées aux potentiels V_1 et V_2 .

- I.1.a. Préciser qualitativement laquelle de ces deux plaques a le potentiel le plus élevé.
- I.1.b. Indiquer, sur le schéma fourni en annexe, la direction et le sens du champ électrique.
- I.1.c. Etablir, en fonction de la charge des ions, de leurs masses m_1 et m_2 et de la tension U entre les plaques P_1 et P_2 , les expressions littérales des vitesses v_1 et v_2 des ions $^{131}\text{I}^+$ et $^{133}\text{I}^+$ quand ils passent en O_2 . Calculer v_1 et v_2 .
- I.2.. Les ions $^{131}\text{I}^+$ et $^{133}\text{I}^+$, pénètrent ensuite dans la chambre C_2 où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} .
- I.2.a. Déterminer les caractéristiques de \vec{B} (direction et sens) pour que les trajectoires de $^{131}\text{I}^+$ et $^{133}\text{I}^+$, soient dans le plan de figure, et passent par M et N. Justifier.
- I.2.b. Montrer que le mouvement d'un ion de charge q et de masse m est uniforme dans la chambre C_2 .
- I.2.c. Montrer que la trajectoire d'un ion dans la chambre C_2 est circulaire de rayon
- $$R = \frac{mv}{|qB|}$$
- I.2.d. Calculer la distance entre les points d'impact M et N des isotopes, en précisant quels sont les ions qui parviennent en M et quels sont ceux qui parviennent en N
Représenter sur la feuille annexe les trajectoires des ions $^{131}\text{I}^+$ et $^{133}\text{I}^+$ (le schéma n'est pas à l'échelle 1/1).

- II.** Dans cet exercice, on appelle $n(^{131}\text{I})$ le nombre d'atomes d'iode ^{131}I et $n(^{133}\text{I})$ le nombre d'atomes d'iode ^{133}I .
Dans un réacteur nucléaire de type REP en régime permanent, le rapport $n(^{131}\text{I}) / n(^{133}\text{I})$ a une valeur constante, égale à 2,14. Ce rapport décroît après l'arrêt du réacteur.
- II.1.. L'iode 131 et l'iode 133 sont radioactifs β^- . Ecrire les équations de ces désintégrations. Calculer les constantes de désintégration λ_1 et λ_2 .
- II.2.. Indiquer qualitativement, quelle sera l'évolution du rapport $n(^{131}\text{I}) / n(^{133}\text{I})$ après l'arrêt du réacteur.
- II.3.. Le 1^{er} mai 1986 vers 9 h, un laboratoire suédois détectait un nuage radioactif dans lequel le rapport $n(^{131}\text{I}) / n(^{133}\text{I})$ était de 2,00 %.
En déduire le jour de l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl.

Annexes :



CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

1 H 1,0079																	2
3 Li 6,941	4 Be 9,012											5 B 10,81	6 C 12,0111	7 N 14,0067	8 O 15,9994	9 F 18,9984	10 Ne 20,1797
11 Na 22,9898	12 Mg 24,305											13 Al 26,9815	14 Si 28,086	15 P 30,9738	16 S 32,064	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
19 K 39,098	20 Ca 40,08	21 Sc 44,956	22 Ti 47,90	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,847	27 Co 58,9332	28 Ni 58,70	29 Cu 63,54	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,9216	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,905	40 Zr 91,22	41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc (97)	44 Ru 101,07	45 Rh 102,905	46 Pd 106,4	47 Ag 107,870	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,69	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,9044	54 Xe 131,29
55 Cs 132,905	56 Ba 137,34	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,948	74 W 183,85	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,09	79 Au 196,967	80 Hg 200,59	81 Tl 204,37	82 Pb 207,19	83 Bi 208,980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226,02	89 Ac 227,03															
Lanthanoides			58 Ce 140,12	59 Pr 140,907	60 Nd 144,24	61 Pm (145)	62 Sm 150,35	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,924	66 Dy 162,50	67 Ho 164,930	68 Er 167,26	69 Tm 168,934	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97	
Actinoides			90 Th 232,038	91 Pa 231,03	92 U 238,03	93 Np 237,05	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)	

Partie II : Etude du cycle théorique du moteur à explosion : cycle Beau de Rochas

Données :

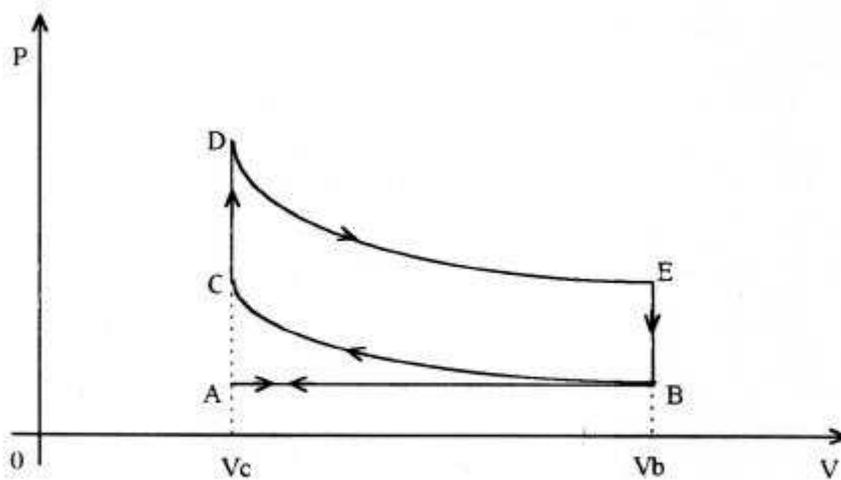
Masse molaire du fluide : $M = 29 \text{ g. mol}^{-1}$

$R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

$\gamma = 1,4$

Capacité thermique massique : $C_p = 1,0 \text{ kJ. K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

Le cycle théorique du moteur à explosion, supposé réversible, peut être assimilé au cycle schématisé de la façon suivante :



AB : admission du mélange air-essence

$$T_B = 350 \text{ K}, P_B = 1,00 \times 10^5 \text{ Pa et } V_B = 2,00 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

BC : compression adiabatique. On appelle taux de compression : $\epsilon = V_B / V_C = 8,4$

CD: combustion du mélange gazeux à volume constant

$$T_D = T_C + 2000 \text{ (} T_C, T_D \text{ températures en C et en D du mélange mesurées en Kelvin)}$$

DE : détente adiabatique

EB : refroidissement à volume constant

BA : échappement.

Un cycle représente donc 2 tours du moteur.

On admet qu'au cours du cycle BCDEB, le fluide est **assimilable à un gaz parfait dont le nombre de moles reste constant** au cours des transformations (combustion comprise).

1. Calculer la masse du mélange gazeux.

2. Reproduire et compléter ce tableau, après avoir effectué les calculs nécessaires :

	En B	En C	En D	En E
P(Pa)				
V(m ³)				
T(K)				

3. Bilan thermodynamique :

a) Donner les expressions littérales puis calculer les travaux et les quantités de chaleur échangés au cours de chaque transformation.

b) Calculer le travail mis en jeu au cours d'un cycle.

c) Le moteur tourne à 3000 tr.min⁻¹ (soit 1500 admissions). Calculer la puissance théorique correspondante.

d) Rendement :

Préciser la quantité de chaleur reçue par le mélange gazeux au cours d'un cycle.
Calculer le rendement.