

29) F W P sont des "flux" d'uranium (235 et 238), ce sont donc des nombres par seconde.

Imaginons $F = 100$
(par seconde)

$P = 70$

$P = 70$

$F = 100$

$N_F = 0,7$ de 235
 $1 - N_F = 99,3$ de 238

$N_P = P$ de 235
 $(1 - N_P)P$ de 238

$W = 30$

$N_W = W$ de 235
 $(1 - N_W)W$ de 238

La conservation des (235 + 238):

$$F = P + W$$

La conservation des 235 unique:

$$N_F F = N_P P + N_W W$$

Combinées: $N_F F = N_P P + N_W (F - P)$

$$\rightarrow F = \frac{(N_P - N_W) P}{N_F - N_W} \quad (OK)$$

$$30) P_{el} = \frac{1}{3} P_{th}$$

$$\varphi_v = \frac{P_{th}}{V_{UO_2}}$$

$$\rho_{UO_2} = \frac{m_{UO_2}}{V_{UO_2}}$$

$$\alpha = \frac{m_U}{m_{UO_2}}$$

$$\Rightarrow m_U = \alpha \rho_{UO_2} V_{UO_2} = \alpha \rho_{UO_2} \frac{P_{th}}{\varphi_v}$$

$$m_U = \frac{\alpha \rho_{UO_2} P_{th}}{\varphi_v} \quad \text{masse totale d'uranium utilisée}$$

Enoncé: "dont $\frac{1}{4}$ enrichi à N_P est changé"

$$\text{donc } P = \frac{1}{4} m_U = \frac{1}{4} \frac{\alpha \rho_{UO_2} P_{th}}{\varphi_v} \quad (1)$$

$$m_U = \frac{0,88 \times 10 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^9}{330} = 80 \text{ tonnes}$$

$$m_{CU} = \frac{80}{4} = 20 \text{ tonnes}$$

$$F = \frac{3,7 - 0,3}{0,7 - 0,3} \times 20 = 170 \text{ tonnes}$$

31) PFD à l'électron : $-m_e \frac{v^2}{r} \vec{e}_r = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$

$$\Rightarrow \vec{v} = v \vec{e}_\theta = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 r m_e}} \vec{e}_\theta$$

32) $E = E_c + E_p = \frac{1}{2} m_e v^2 - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$

$$E = \frac{1}{2} m_e v^2 - m_e v^2 = -\frac{1}{2} m_e v^2 = -E_c$$

$$E = -E_c = -\frac{p^2}{2m_e} \quad E < 0 \text{ état lié}$$

33) $\vec{L} = m_e \vec{r} \wedge \vec{v} = m_e r v \vec{e}_z$

$$L = m_e r v = n \hbar$$

Or $m_e v^2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$ d'où $r v = \frac{e^2}{m_e v 4\pi\epsilon_0}$

d'où $L = \frac{e^2}{v 4\pi\epsilon_0} = n \hbar$

d'où $v = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 n \hbar}$

d'où $E = -\frac{1}{2} m_e v^2 = -\frac{1}{2} m_e \frac{e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 \hbar^2 n^2}$

qu'on peut écrire $E = -\frac{E_0}{n^2}$ avec

$$E_0 = \frac{m_e e^4}{2(4\pi\epsilon_0)^2 \hbar^2}$$

AN : $E_0 = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^4}{2(4\pi)^2 \cdot \frac{6,6^2 \times 10^{-34 \times 2}}{4\pi^2} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV}$

$$E_0 = \frac{9,1 \times 1,6^3 \times (36\pi)^2 \times 10^{-2}}{2 \times 4 \cdot 6,6^2} \text{ eV}$$

$$E_0 = 13,7 \text{ eV}$$

34) $|E|$ est l'énergie d'ionisation de l'atome ou l'énergie nécessaire pour en faire H^+ ou l'ion chargé +.
 $|E| \propto \frac{1}{n^2}$ si $n \uparrow$ puisque l' e^- est

moins lié au noyau.

35) $|\Delta E| = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

$$|E_f - E_i| = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{|E_f - E_i|}{hc} = \frac{E_0}{hc} \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$$

$$R = \frac{E_0}{hc}$$

Unité de R : m^{-1} puisque $R \sim \frac{1}{\lambda}$

36) AN : $\frac{1}{\lambda_\alpha} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right)$

$$\frac{1}{\lambda_\alpha} = \frac{1}{R} \cdot \frac{36}{5} = \frac{10^{-7} \times 36}{1,1 \cdot 5} = 0,65 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$$

longueur d'onde optique

37) $E_D = -\mu_D \frac{E_0}{m_e} \frac{1}{n^2}$

$$E_H = -\mu_H \frac{E_0}{m_e} \frac{1}{n^2}$$

$$\rightarrow E_D - E_H = (\mu_H - \mu_D) \frac{E_0}{m_e} \frac{1}{n^2}$$

$$\mu_H - \mu_D = \frac{m_e}{1 + \frac{m_e}{m_p}} - \frac{m_e}{1 + \frac{m_e}{m_d}} = m_e \frac{\left(\frac{1}{m_d} - \frac{1}{m_p} \right)}{\left(1 + \frac{m_e}{m_p} \right) \left(1 + \frac{m_e}{m_d} \right)}$$

$$\rightarrow E_D - E_H = \frac{m_e E_0}{n^2} \left(\frac{1}{m_d} - \frac{1}{m_p} \right) \text{ si } m_e \ll m_p, m_e \ll m_d$$

soit $E_D - E_H = \left(\frac{1}{m_p} - \frac{1}{m_d} \right) m_e E$ (car $E = -\frac{E_0}{n^2}$ en 33) (OK)

AN : $E_D - E_H = -(5,4 - 2,7) \cdot 10^{-4} \times 13,7 \text{ (n=1)}$

$$E_D - E_H = -0,37 \cdot 10^{-2} \text{ eV}$$

38) $\frac{1}{\lambda_{\alpha H}} = R_H \times \beta$ où $\beta = \frac{1}{4} - \frac{1}{9}$

$$\frac{1}{\lambda_{\alpha D}} = R_D \times \beta$$

donc $\frac{\lambda_{\alpha H}}{\lambda_{\alpha D}} = 1 - \frac{\lambda_{\alpha D}}{\lambda_{\alpha H}} = 1 - \frac{R_H}{R_D}$

Or $\frac{R_H}{R_D} = \frac{\mu_D}{\mu_H} = \frac{1 + \frac{m_e}{m_d}}{1 + \frac{m_e}{m_p}} = 1 + 2,7 \cdot 10^{-4}$

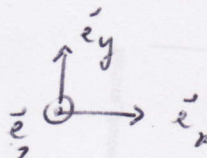
$$1 - \frac{R_H}{R_D} = 1 - \frac{1 + \frac{m_e}{m_d}}{1 + \frac{m_e}{m_p}} = m_e \frac{\frac{1}{m_p} - \frac{1}{m_d}}{1 + \frac{m_e}{m_p}} \approx m_e \left(\frac{1}{m_p} - \frac{1}{m_d} \right)$$

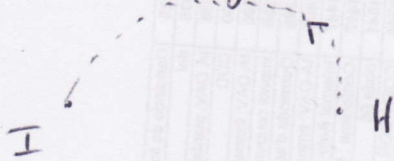
(2)

$$\frac{\lambda_{\alpha H} - \lambda_{\alpha D}}{\lambda_{\alpha H}} = (5,4 - 2,7) \cdot 10^{-4} = 1,7 \cdot 10^{-4}$$

Ecart relatif faible mais notable

CCP 1 PC 17 extraits

33)  les électrons sortent en H et doivent avoir cette trajectoire circulaire



Il faut donc une force magnétique vers la gauche, c-à-d $\vec{F}_{\text{en H}} \parallel -\vec{e}_x$

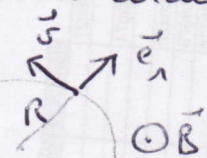
$$\vec{F}_{\text{en H}} = -e \vec{v}_H \wedge \vec{B}$$

$$= -e v_H \vec{e}_y \wedge B \vec{e}_z = -e v_H B \vec{e}_x$$

Il faut $B > 0$ pour $\vec{B} = B \vec{e}_z$
c-à-d $\vec{B} \odot$

PFD : $m_e \frac{d\vec{v}}{dt} = -e \vec{v} \wedge \vec{B}$

Trajectoire circulaire $\Rightarrow \frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{v^2}{R} \vec{e}_r$



$$\vec{v} \wedge \vec{B} = v B \vec{e}_x$$

d'où $m_e \frac{v^2}{R} = e v B$

soit $\boxed{R = \frac{m_e v}{e B} = \frac{m_e v_H}{e B}}$

Rappel : $v = \text{cte}$ car $\vec{B}$ n'accélère pas les charges (en norme)
puisque $\delta W_{q \vec{v} \wedge \vec{B}} = 0$

40) Énoncé : "les électrons vaporisent l'uranium"

L'uranium est à sa T° de vaporisation $T_{\text{vap}} = 3858 \text{ K}$ et est vaporisé à un débit $\dot{m} = 10 \text{ kg/heure}$,
l'enthalpie massique de vaporisation

est $l_v = 2,0 \text{ J.kg}^{-1}$. Le creuset est adiabatique".
Ainsi l'énergie des e^- est convertie intégralement pour vaporiser U.

$$E_e = \frac{1}{2} m_e v_H^2 \quad (v_{\text{I}} = v_H)$$

$$\boxed{P_e = \frac{W}{\Delta t} = \dot{m} l_v} = 10 \times 2 \times 10^6 \times 360$$

$$P_e = 7,2 \cdot 10^{10} \text{ W}$$

41) Énoncé "pour ioniser U_{235} il faut $6,180 \text{ eV}$ "

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6,18 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$\lambda = 0,2 \mu\text{m} < \lambda_{\text{optique}}$$

$$\frac{U \cdot V}{\lambda_{U_{235}}} = 200,24 \text{ nm}$$

42) Pour ioniser U_{238} , il faudrait

$$\lambda_{U_{238}} = 200,24 \times \frac{6,18}{6,194} = 199,79 \text{ nm}$$

Il faut donc un laser dont la largeur du λ ne dépasse pas $|\lambda_{U_{238}} - \lambda_{U_{235}}|$ c-à-d + fin que $0,50 \text{ nm}$

43) L'uranium ionisé est + donc attiré par les plaques -