

Corrigé type

Rép. Question(4pts) :

Différentes régions de fonctionnement d'un détecteur à gaz :

- **Zone de recombinaison** : Collection partielle $N_c(\text{charges collectées}) < N(\text{créée})$ (01)
- **Chambre d'ionisation** : Collection totale (saturation) ; $N_c(\text{charges collectées}) = N(\text{créée})$ (01)
- **Région proportionnelle (Compteur proportionnel)** : $N_c(\text{charges collectées}) = M * N(\text{créée})$ (01)
- Région proportionnalité limitée (moins important pour la détection)
- **Région Geiger-muller** : grande que des décharges se produisent dans le gaz (multiplication très rapide) (01)

Exercice 01(4pts) :

- 1- Charge électrique créé par une seule particule α : $Q = \frac{e \cdot E}{W} = \frac{1.6 \cdot 10^{-19} * 5.1 * 10^6}{34} = 2.4 * 10^{-14} C$ (01)
- 2- Hauteur de l'impulsion : $V_{max} = \frac{Q}{C} = \frac{2.4 * 10^{-14}}{8 * 10^{-12}} = 3 mV$ (01)
- 3- Courant électrique moyen : $I = \frac{Q_T}{t} = a * Q = 3.5 * 10^6 * 2.4 * 10^{-14} = 84 nA$ (01)
- 4- Courant de fuite entre les électrodes de la chambre : $I_f = \frac{U}{R} = \frac{150}{1.5 * 10^{14}} = 10^{-12} A = 1 pA$ (01)

Exercice 02(6pts) :

1. L'angle solide (+démonstration) :

$$\Omega = 2\pi \left(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2 + R^2}}\right) = 6.28 \left(1 - \frac{10}{\sqrt{100+9}}\right) = 0.2649 \text{ sr} \quad (02)$$

2. La proportion : ε_{goe} des photons γ :

$$\text{on a } \frac{N_d}{N_s} = \varepsilon_{goe} = \frac{\Omega}{\Omega_{total}} = \frac{0.2649}{4 * 3.14} = 2.11 \% \quad (01)$$

3. l'activité a de la source :

$$\text{on a } a = \frac{N_s}{\Delta t} \quad \text{et} \quad N_s = \frac{N_d}{\varepsilon_{goe}} \quad \text{et} \quad N_d = \frac{N_e}{\varepsilon_{int}}$$

$$\rightarrow N_s = \frac{N_e}{\varepsilon_{int} * \varepsilon_{goe}} \quad (01)$$

$$\text{Donc : } a = \frac{N_e}{\varepsilon_{int} * \varepsilon_{goe} * \Delta t}$$

$$\text{A } t=0 \quad : \quad a_0 = \frac{70000}{0.25 * 0.0211 * 60} = 221 \, 169 \text{ Bq} \quad (0.5)$$

$$\text{Après 2h : } a = \frac{20000}{0.25 * 0.0211 * 60} = 63 \, 191 \text{ Bq} \quad (0.5)$$

4- la période T de la source radioactive :

$$\text{on a : } a = a_0 \exp\left(-\frac{\ln(2) \cdot t}{T}\right) \quad \rightarrow \quad T = t * \frac{\ln(2)}{\ln\left(\frac{a_0}{a}\right)} = 1.107h = 3984 \text{ s} \quad (01)$$

Exercice 03(6pts) :

1. L'énergie nécessaire pour créer un photoélectron primaire (c-à-d $n_{pe} = 1$) :

$$\text{On a } r = \frac{E_S}{E_a} \text{ et } \eta = \frac{n_{pe}}{n_{ps}}$$

01

Le nombre de photon de scintillation absorbé : $n_{ps} = \frac{E_S}{E_{ph}}$

01

$$E_{a(\min.)} = \frac{n_{pe} \cdot E_{ph}}{r \cdot \eta} = \frac{1 \cdot 3.2}{0.16 \cdot 0.10} = 200 \text{ eV}$$

01

2. L'amplitude de l'impulsion à la sortie du détecteur :

$$\text{Photoélectron primaire : } N_{pe} = \frac{r \cdot \eta \cdot E_a}{E_{ph}} = \frac{0.16 \cdot 0.10 \cdot 0.50 \cdot 10^6}{3.2} = 2500 \text{ electrons}$$

01

$$\underline{\text{Ou bien :}} \quad \begin{array}{l} n_{pe} = 1 \rightarrow E_{a(\min.)} = 200 \text{ eV} \\ N_{pe} \rightarrow E_a = 0.5 \cdot 10^6 \text{ eV} \end{array} \quad \left| \quad N_{pe} = \frac{n_{pe} \cdot E_a}{E_{a(\min.)}}$$

Le gain total du photomultiplicateur est ainsi : $G = \delta^n = 10^8$

0.5

$$\text{charge totale } Q = N_T \cdot e = G \cdot n_{pe} \cdot e = 4.0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

0.5

$$\text{L'amplitude de l'impulsion } V = \frac{Q}{C} = \frac{4.0 \cdot 10^{-8}}{20 \cdot 10^{-9}} = 2 \text{ Volt}$$

01