

D.S. de PHYSIQUE n°1
(3 pages)2ème Année de 1^{er} Cycle

Date du DS: Mercredi 15 Novembre 1995

Durée: 4h

Documents autorisés: AUCUN

Consignes générales.

Avant toute chose, prenez la peine de lire l'ensemble des questions d'un problème. Réfléchissez et efforcez vous de bien comprendre le contexte physique et le sens des questions posées (il ne s'agit pas forcément de régurgiter des pages de cours ou des exercices traités en TD !).

Présentez **lisiblement** votre copie (aucune surcharge ou rature ambiguë ne sera prise en compte). Rédigez au propre les questions et les problèmes dans l'ordre proposé.

Faites impérativement figurer les unités des résultats numériques. (Attention à la cohésion des unités lorsque vous effectuez un calcul !).

Problème n°1 : Simultanéité en relativité. (3 points)

Dans un repère [S] on considère un segment, fixe par rapport à ce repère, défini par les points A d'abscisse x_A et B d'abscisse x_B . Soit M (x_M) le milieu de ce segment. Au temps t_M , un top lumineux est émis de M en direction de A et B où il parvient aux temps t_A et t_B respectivement, les temps t_A , t_B et t_M étant mesurés dans le repère [S]. on note : $\Delta t_A = t_A - t_M$ et $\Delta t_B = t_B - t_M$.

Exprimer dans un repère [S'], animé d'un mouvement de translation de vitesse v par rapport à [S], les intervalles de temps $\Delta t'_A$ et $\Delta t'_B$ au bout desquels le signal est perçu arriver en A et B. Qu'en concluez-vous?

Problème n°2 : Dosage par double dilution. (3 points)

On dilue une masse m (10 μg) d'un corps radioactif (tritium ^3H) de période T (12,5 années) dans un volume V (5 cm^3) d'eau. Quelle est l'activité I par cm^3 de la solution ainsi formée?

On dispose de deux solutions obtenues en diluant la même masse m d'un corps radioactif dans deux volumes connus d'eau (V_1 et V_2). De la mesure des activités I_1 et I_2 par cm^3 de ces solutions déterminer l'activité I par gramme du corps initial.

Problème n°3 : Interaction de particules chargées (4 points).

On considère l'interaction coulombienne d'un faisceau d'électrons d'énergie cinétique E_{∞} (10 keV) avec des ions négatifs de charge $Z = (-e)$.

La trajectoire d'un électron est une hyperbole. On appelle Θ l'angle de déviation de l'électron et b le paramètre d'impact. On peut établir entre Θ et b la relation suivante

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\Theta}{2}\right) = \frac{D}{2b}$$

où D est la distance minimale d'approche dans le cas d'un choc frontal.

- 1) Exprimer et calculer D pour un électron du faisceau.
- 2) On envoie un flux d'électrons $\Phi = 10^{12}$ électrons ($\text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$) sur une lame de matériau d'épaisseur $l = 0,2 \mu\text{m}$, dont la densité volumique d'atomes est $n_a = 6 \cdot 10^{22}$ atomes cm^{-3} .
 - a) Définir la section efficace différentielle d'interaction en fonction de b .
 - b) Par un raisonnement simple, déduire et calculer le nombre d'électrons rétrodiffusés sous un angle $\Theta > 170^\circ$ par unité de surface de matériau.

Problème n°4 : Désintégration radioactive (10 points).

Le $^{210}_{83}\text{Bi}$ donne par désintégration β^- du Po qui donne à son tour, par désintégration α , du Pb stable.

- 1) Ecrire les réactions de désintégration.
- 2) Quelle est l'énergie cinétique maximale des particules β^- émises. Quelle est celle des noyaux α . Quelles approximations pouvez vous légitimement faire?
Les masses atomiques des différents corps sont respectivement : Bi (209,98413 u) ; Po (209,98288 u) ; Pb (205,97447 u) ; He (4,00260 u).
- 3) Quelles sont les vitesses respectives des particules α et β ? Quelle différence fondamentale doit-on faire entre ces vitesses?
- 4) Dans l'enchainement de réactions qui conduit à la formation de Pb, à quel moment l'activité de Po est-elle maximale? On donne les périodes respectives de désintégration :
 $T_{\text{Bi}} = 5,01$ jours pour la désintégration β du Bi et $T_{\text{Po}} = 138,4$ jours pour la désintégration α du Po.

DOCUMENTS ANNEXES

a) Constantes Physiques

vitesse de la lumière :	$c = 2,997924 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
charge de l'électron	$e = 1,602189 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
constante diélectrique du vide	$\epsilon_0 = (4\pi \times 9 \cdot 10^9)^{-1} \text{ F.m}^{-1}$
nombre d'Avogadro	$N = 6,022169 \cdot 10^{23} \text{ mole}^{-1}$
masse de l'électron	$m_0 = 0,511 \text{ MeV./c}^2$
1 u.m.a.	$u = 931,4812 \text{ MeV/c}^2$

b) Mécanique relativiste:

$$\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$m = \gamma \cdot m_0$$

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$T = (\gamma - 1)m_0c^2 = \text{énergie cinétique}$$

$$E = m_0c^2 + T = \left(p^2c^2 + m_0^2c^4\right)^{\frac{1}{2}} = \text{énergie totale}$$

transformation de Lorentz

$$t' = \gamma \left(t - v \frac{x}{c^2} \right)$$

$$t = \gamma \left(t' + v \frac{x'}{c^2} \right)$$