

*Conformément à l'usage typographique international, les vecteurs sont représentés en gras*

### Questions de cours

1. En utilisant le théorème de Pythagore et le deuxième postulat de la relativité restreinte, proposer une expérience de pensée permettant de mettre en évidence la dilatation des durées. On définira toutes les grandeurs physiques utilisées avec schémas à l'appuie.
2. Discuter le traitement non relativiste de cette expérience et montrer qu'il conduit à l'invariance temporelle des durées.

### Transitions isobariques

1. Etablir la relation qui doit exister entre les masses des atomes neutres "père" et "fils" pour que le noyau "père" initial puisse donner un noyau "fils" isobare :
  - (a) par émission  $\beta^-$ ,
  - (b) par émission  $\beta^+$ ,
  - (c) par capture électronique sur la couche K.

Sachant que l'énergie de liaison d'un électron K dans les atomes les plus lourds n'excède jamais 150 keV, montrer que lorsque l'émission  $\beta^+$  est énergétiquement permise, la capture électronique l'est également, mais que l'inverse n'est pas toujours vrai.

### 2. Applications numériques

- (a) Les  $\beta^-$  de désintégration du  $^{141}_{58}\text{Ce}$  se répartissent sur deux spectres dont les énergies cinétiques maximales sont respectivement 0,435 et 0,58 MeV. l'expérience montre d'autre part que 30 pourcents environ des  $\beta^-$  sont émis en coïncidence avec des photons  $\gamma$  d'énergie 0,145 MeV, *et qu'il n'existe pas d'autre émission  $\gamma$* . Sachant, en outre, que la masse de l'atome neutre  $^{141}_{59}\text{Pr}$  est de 140,907596 u, calculer celle de  $^{141}_{58}\text{Ce}$  et faire le diagramme énergétique de la désintégration. Calculer également pour la désintégration  $\beta^-$  précédente, l'énergie cinétique du noyau de recul associé à l'émission d'un  $\beta^-$  d'énergie cinétique 0,58 MeV.
- (b) Quels modes de désintégration peut subir le noyau  $^{64}_{29}\text{Cu}$  ? Donner l'énergie maximale des rayonnements qui peuvent être émis.

On donne les masses atomiques suivantes en unités u (1 u = 931,48 MeV) :

$$M(^{64}_{28}\text{Ni}) = 63,927958 \text{ u}, M(^{64}_{29}\text{Cu}) = 63,929759 \text{ u}, M(^{64}_{30}\text{Zn}) = 63,929145 \text{ u},$$

ainsi que l'énergie de liaison d'un électron K dans l'atome  $Z = 28$  :

$$B_K (Z = 28) \simeq 8,34 \text{ keV}.$$

### Lois de la réflexion sur un miroir en mouvement

Une onde lumineuse subit une réflexion sur un miroir plan d'un référentiel  $R$ , en translation rectiligne uniforme, à la vitesse  $\mathbf{u} = u \mathbf{e}_x$  par rapport au référentiel du laboratoire  $R$ . Le plan du miroir coïncide avec le plan  $Oyz$ . Un rayon lumineux, contenu dans le plan  $Oxy$ , tombe sur le miroir en  $O$  en venant d'une source placée dans la région des  $y$  négatifs, et subit une réflexion. On désigne par  $i$  et  $r$  les valeurs absolues des angles incident et réfléchi.

1. Rappeler la relation entre  $i$  et  $r$ . En déduire les composantes de la vitesse de la lumière dans  $R$ .
2. Quelles sont les composantes de la vitesse de la lumière dans  $R$  ? En déduire les valeurs absolues des angles incident  $i$  et réfléchi  $r$  dans  $R$  en fonction de  $i$  et  $\beta_e = u/c$ . Conclure.
3. Montrer que l'on a

$$\beta_e = \frac{\sin r \cos i - \cos r \sin i}{\sin i + \sin r}.$$

Calculer  $\beta_e$  dans le cas où  $i = \pi/6$  et  $r = \pi/4$ .

4. Sachant que la longueur d'onde du rayon lumineux dans  $R$  est  $\lambda = 632,8$  nm, que devient cette longueur dans  $R$  ?