

Module : Physique Moderne
« SP 303 »

Chapitre 1

Transformations Galiléennes

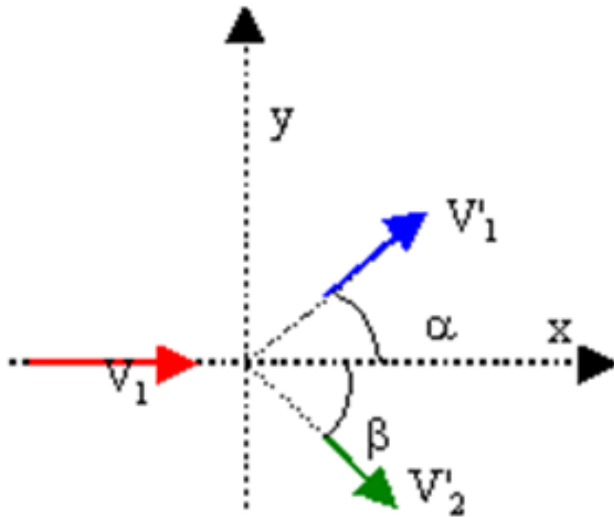
On donne $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

- 1- Déterminer la force gravitationnelle entre la terre et une personne de masse 100 Kg. Sachant que la masse de la terre est $m_{\text{terr}} = 6 \times 10^{24} \text{ Kg}$ et le rayon $R_{\text{terr}} = 6,4 \times 10^3 \text{ Km}$.
- 2- Utiliser la loi d'interaction gravitationnelle pour calculer la masse du soleil. On donne : la distance entre terre et soleil est égale $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$, vitesse de rotation de la terre sur son orbite autour du soleil est: $v_T = 3 \times 10^4 \text{ m/s}$.
- 3- Un train roulant à une vitesse constante v_1 passe dans une gare sans s'arrêter à l'instant $t = t' = 0$; t et t' étant les mesures des temps dans les référentiels de la gare et du train respectivement.
 - a- Un passager court dans le train dans la direction du mouvement avec la vitesse constante v_2 . Ecrire l'équation du mouvement du passager dans les deux référentiels.
 - b- Un autre passager laisse tomber un objet dans le même train à $t' = t = 0$. Ecrire l'équation du mouvement de l'objet dans les deux référentiels.
- 4- Un noyau radioactif au repos dans un laboratoire, émet deux électrons A et B dans les sens opposés avec des vitesses de $0.6c$ et $0.7c$ respectivement, mesurées par un observateur du laboratoire. Calculer la vitesse classique d'un électron par rapport à l'autre
- 5- Un ion se déplace dans un accélérateur à une vitesse $v = 5 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ et émet un photon dans la direction et le sens de déplacement de l'ion calculer la vitesse classique du photon par rapport au référentiel du laboratoire.

- 6- Un observateur immobile dans un référentiel O de la terre observe la collision élastique entre une masse $m_1 = 3 \text{ kg}$ se déplaçant le long de Ox avec une vitesse $v_1 = 4 \text{ m/s}$ et une masse $m_2 = 1 \text{ kg}$ se déplaçant le long du même axe à la vitesse $v_2 = -3 \text{ m/s}$. Calculer la vitesse de m_1 après le choc dans le référentiel O de la Terre et dans celui d'un observateur O' ayant une vitesse v_0 de 2 m/s par rapport à la terre dans la direction Ox .

Exercice supplémentaire

- 7- Un point matériel M_1 de masse $m_1 = 50 \text{ kg}$ est animé avant le choc d'une vitesse $V_1 = 20 \text{ m/s}$. Le point matériel M_2 de masse $m_2 = 30 \text{ kg}$ est au repos. Le choc est supposé élastique. Après le choc les vitesses de M_1 et M_2 sont V'_1 et V'_2 et font des angles $\alpha = 30^\circ$ et $\beta = 60^\circ$ avec la direction de V_1 . En utilisant les principes de conservation de la quantité de mouvement et d'énergie, exprimer V'_2 en fonction de V_1 , m_1 , m_2 et β , et trouvez sa valeur.



Module : SP 303

Chapitre 2

Transformations de Lorentz

- 1- Un noyau radioactif au repos dans un laboratoire, émet deux électrons A et B dans les sens opposés avec des vitesses de $0.6c$ et $0.7c$ respectivement, mesurées par un observateur du laboratoire. Calculer la vitesse relativiste d'un électron par rapport à l'autre
- 2- Un ion se déplace dans un accélérateur à une vitesse $v=5.10^4$ m/s et émet un photon dans la direction et le sens de déplacement de l'ion calculer la vitesse relativiste du photon par rapport au référentiel du laboratoire.
- 3- Le facteur relativiste γ d'un électron est 1,25. Déterminer la vitesse v en m/s de l'électron.
- 4- La taille de la statue de Liberté mesurée par un observateur terrestre (référentiel O) est égale à 93 m. Que vaut la taille de cette statue par rapport à un référentiel O' situé dans une fusée ayant un facteur de relativiste $\gamma = 1,3$.
- 5- Deux évènements A et B sont perçus séparés par une distance égale à 600 m et un intervalle de temps de 8.10^{-7} s dans un référentiel inertiel O.
 - a- Existe-t-il un référentiel inertiel O' dans lequel les deux évènements apparaissent simultanés ?
 - b- Dans l'affirmative, calculer la vitesse relative de O' par rapport à O.
- 6- Un vaisseau spatial de longueur propre $L = 120$ m dépasse en 4 ms un observateur O situé sur une plateforme spatiale.
 - a- Calculer sa vitesse par rapport à cet observateur O.

- b- A ce moment précis, un laser situé à l'arrière du vaisseau, émet un signal vers l'avant, calculer l'intervalle de temps Δt séparant l'émission du signal de sa réception par un observateur O' situé à l'avant de la fusée tel que perçue par O et O' .

Module : SP 303

Chapitre 3

Dynamique relativiste

On donne : $1 \text{ uma} = 939 \frac{\text{MeV}}{c^2}$; $m_0 = 0.511 \frac{\text{MeV}}{c^2}$

- 1- La période propre de désintégration d'un muon est $T_0 = 1.5 \mu\text{s}$. Sa masse au repos est $m_0 = 207 m_e$, où m_e est la masse au repos de l'électron. Calculer la masse du muon si sa période au laboratoire est de $7 \mu\text{s}$.
- 2- Une particule possède une énergie totale $E = 6 \text{ GeV}$ et une impulsion $p = 3 \text{ GeV}/c$. Calculer sa masse au repos en u.m.a.
- 3- Calculer la vitesse d'une particule dont l'énergie vaut le double de son énergie au repos.
- 4- Calculer l'impulsion, l'énergie totale et l'énergie cinétique d'un électron de vitesse $0.8c$,
 - a- Dans le repère du laboratoire
 - b- Dans son repère propre.

Module : SP 303

Chapitre 4

Les bases expérimentales de la théorie quantique

On donne : $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$; $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$; $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ Kg}$.

1- La longueur d'onde du maximum d'intensité du rayonnement émis par le soleil se situe aux environs de 500 nm.

- a- En supposant que le soleil peut être assimilé à un corps noir idéal, calculer la température de sa surface.
- b- Calculer la puissance émise par unité de surface
- c- Trouver la puissance totale rayonnée par le soleil
- d- Calculer l'énergie reçue par jours sur terre sous forme de rayonnement solaire.

2- On envoie de la lumière de 400 nm de longueur d'onde sur du lithium dont le travail d'extraction est de 2.93 eV.

- a- Calculer l'énergie des photons incidents
- b- Calculer le potentiel d'arrêt V_0 .

3- Quelle fréquence lumineuse est nécessaire pour produire des électrons d'énergie cinétique 3.0 eV en éclairant une photocathode de lithium dont le travail d'extraction est de 2.93 eV.

4- Un faisceau lumineux de longueur d'onde 350 nm a une intensité de $1.0 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$. Calculer le nombre de photons par unité de surface et par unité de temps dans le faisceau lumineux.

5- Un rayon X de longueur d'onde 0.05 nm est diffusé par une cible d'or.

- a- Ce Rayon X peut-il subir une diffusion Compton sur un électron ayant une énergie de liaison de 62000 eV ?
- b- Quelle est la plus grande longueur d'onde que l'on peut observer sur le photon diffusé ?
- c- Quelle est l'énergie cinétique de l'électron ayant subi le recul le plus important ?

6- Des rayons X de longueur d'onde $\lambda = 100\text{pm}$ subissent une diffusion à partir d'un bloc de carbone. Le rayonnement diffusé est alors observé à 90° du rayon incident.

- a- Quel est le décalage de Compton entre le rayon diffusé et le rayon incident ?
- b- Quelle est l'énergie cinétique transférée aux électrons de recul ?

7- Le seuil photoélectrique d'une cathode en césium est situé à une longueur d'onde $\lambda_0 = 0.6 \mu\text{m}$. On dirige sur la photocathode un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$. Calculer l'énergie cinétique maximal des photoélectrons émis.

8- Si l'énergie d'extraction d'un métal est de 1.8 eV, quel serait le potentiel d'arrêt pour une lumière ayant une longueur d'onde de 400 nm ? Quelle serait la vitesse maximale des photoélectrons émis à la surface du métal ?

9- Un électron est accéléré à une énergie cinétique égale à 54 eV. Trouver la longueur d'onde associée à cet électron.

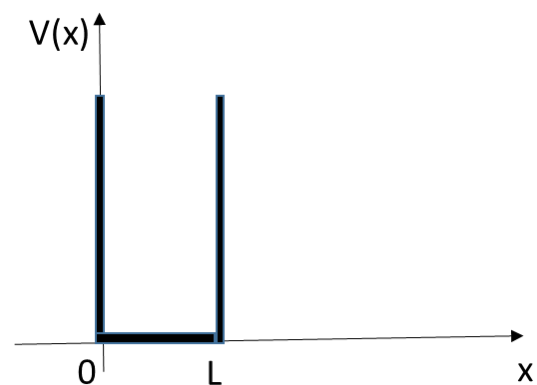
10- Calculer la longueur d'onde de de Broglie d'un électron de vitesse $v = 2 \times 10^5 \text{ m/s}$.

Chapitre 5

Introduction à la mécanique quantique

On considère une particule confinée dans un puit de potentiel carré infini unidimensionnel

$$V(x) = \begin{cases} \infty & x \leq 0, x \geq L \\ 0 & 0 < x < L \end{cases}$$



- 1 – Donner l'équation de Schrödinger indépendante du temps.
- 2- Déterminer la fonction d'onde $\Psi(x)$ pour la région $x \leq 0$ et $x \geq L$.
- 3- Déterminer la fonction d'onde $\Psi(x)$ pour la région $0 < x < L$.
- 4- Dans la continuité de la fonction d'onde en $x=0$ et $x=L$, montrer que $\Psi(x) = A \cdot \sin\left(\frac{n\pi}{L}\right)x$
- 5- A partir de la normalisation de la fonction d'onde, déterminer la constante A.
- 6- Donner la forme générale des fonction d'onde normalisé.
- 7- Donner les valeurs propres E_n
- 8- Déterminer et représenter les fonctions d'ondes $\Psi_n(x)$ et les énergies E_n de trois premiers états (état fondamental $n=1$, $n=2$ et $n=3$).

9- Déterminer la valeur moyenne de x pour la particule se trouve dans le premier état excité.

10-Determiner : $\langle x^2 \rangle$ et $\langle p \rangle$