

1) Dessiner le portrait de phase et donner une classification de tous les types d'orbites possibles pour les systèmes décrits par les Hamiltoniens suivants :

(a) $H = p^2/(2m) - x^2 + x^6$.

(c) $H = p^2/(2m) + x^2 + x^3$.

(b) $H = p^2/(2m) - x^2$.

(d) $H = p^2/(2m) + (1 + \sin(x))^2$.

(e) Définir les concepts suivants : (i) point d'équilibre stable, (ii) point d'équilibre instable, (iii) séparatrice.

(f) Donner la classification de tous les types de trajectoires possibles dans un système Hamiltonien à un degré de liberté de la forme énergie cinétique plus énergie potentielle.

2) Montrer que pour un système Hamiltonien l'énergie est toujours conservée.

3) Répondre aux questions suivantes :

(a) Décrire l'expérience de Michelson et Morley et l'interprétation des résultats observés.

(b) Formuler les postulats de la théorie de la relativité restreinte.

(c) Qu'est-ce qu'une transformation de Galilée ? et une transformation de Lorentz ?

(d) Décrire la notion de temps propre et de dilatation du temps.

(e) Décrire la notion de longueur propre et de contraction de l'espace.

(f) Décrire la relation entre la variation de masse et l'énergie cinétique produite lors d'une réaction nucléaire.

(g) Comment se transforme le quadrivecteur impulsion-énergie par rapport à un changement entre deux repères inertiels ?

4) a) Montrer que pour deux événements séparés par un intervalle de type temps il existe un référentiel dans lequel ils ont lieu à la même position.

b) Montrer que pour deux événements séparés par un intervalle de type espace il existe un référentiel dans lequel ils sont simultanés.

5) Une fusée A lancée à l'instant $t = t' = 0$ se déplace à une vitesse uniforme v_A (t est le temps mesuré avec une horloge H_{terre} qui reste sur terre, et t' celui mesuré dans la fusée). Après un intervalle T_B (mesuré par H_{terre}) on lance une deuxième fusée B qui se déplace avec vitesse uniforme v_B dans la même direction que la première. Si $v_B > v_A$, la fusée B rattrape la fusée A à un instant T_r .

a) Déterminer T_r mesuré par l'horloge H_{terre} .

b) Quel est l'instant de départ de la fusée B mesuré par l'horloge H_A qui est dans la fusée A ?

c) Quel est l'instant de la rencontre des deux fusées, mesuré par H_A ?

d) Par rapport au référentiel de la fusée A , à quelle distance de la terre se trouvait-elle à l'instant du lancement de B ?

e) Calculer la vitesse de la fusée B , mesurée dans le référentiel de A .