

Physique du Point matériel (PHY 106)

Travaux Dirigés

Exercice N°1 : Mouvement curviligne

On étudie dans un espace $\mathcal{E}$, le mouvement d'un point M dont le vecteur accélération est :

$$\vec{\Gamma} = k \frac{\overrightarrow{OM} \wedge \vec{V}}{r^3}$$

où est k une constante positive donnée, O un point fixe, $\vec{V}$ le vecteur vitesse de M , r la distance OM supposée non nulle.

A l'instant initiale, le vecteur vitesse $\vec{V}_0$ est perpendiculaire à $\overrightarrow{OM}_0$. On pose $OM_0 = a$, la valeur initiale de r .

1. Exprimer en fonction de t , l'abscisse curviligne de M sur sa trajectoire, en prenant pour origine la position initiale et comme sens positif le sens croissant du temps (t).
2. Calculer la dérivée par rapport au temps du produit scalaire $\overrightarrow{OM} \cdot \vec{V}$
En déduire l'expression de r en fonction du temps
3. On appelle α l'angle entre $\overrightarrow{OM}$ et $\vec{V}$ et compris entre 0 et π . Calculer $r \cos \alpha$ et $r \sin \alpha$ à l'instant t .
4. En déduire que r est une fonction strictement monotone du temps t .
5. Calculer en fonction de α le module du vecteur accélération Γ de M et le rayon de courbure de la trajectoire M .

Exercice N°2 : Mouvement de suivi d'un chien

Un homme partant du point O décrit l'axe Oy avec la vitesse constante $\vec{v}$. Son chien part d'un point A sur Ox perpendiculaire à Oy ($\overrightarrow{OA} = a$) et se dirige constamment vers lui à la vitesse $2v$.

1. Quelle est la trajectoire du chien ?
2. Combien de temps mettra-t-il pour rattraper son maître ?

Exercice N°3 : Mouvement d'un bateau influencé le courant du fleuve

On considère un fleuve dont les berges sont parallèles et distant de l . Le courant de l'eau à une vitesse constante et égale à $\vec{u}$. Un bateau quitte un point A situé sur une berge et veut atteindre l'autre berge au point B situé exactement en face de A . Pour ce faire, il part de A avec une vitesse relative $\vec{V}$ faisant un certain angle φ avec la berge. Il atteint B au bout d'un temps t .

Déterminer la vitesse relative $\vec{V}$ et l'angle φ .

Application numérique : $u = 2 \text{ m/s}$; $l = 400 \text{ m}$; $t = 25 \text{ min}$.

Exercice N°4 : Composition de mouvement (double rotation)

On considère un cercle de centre O placé dans un plan vertical. Ce cercle est animé d'un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe vertical (OZ) à la vitesse angulaire ω . Un point M du cercle est animé d'un mouvement circulaire uniforme de vitesse angulaire ω' .

1. Déterminer les modules de la vitesse absolue de M par rapport au repère fixe.
2. Déterminer les modules de l'accélération absolue de M par rapport au repère fixe.

Exercice N°5 : Dynamique d'une fusée en mouvement vertical

Une fusée qui n'est uniquement soumise qu'à l'action de la pesanteur est lancée verticalement vers l'espace. A l'instant initial sa masse est m_0 et sa vitesse est nulle. Les gaz sont éjectés avec une vitesse $\vec{u}$ également verticale, par rapport à la fusée et avec un débit massique constant.

1. Trouver l'équation différentielle permettant de calculer la vitesse $\vec{v}$ de la fusée par rapport à un référentiel terrestre supposé galiléen.
2. Calculer $\vec{v}$ à un instant t .
3. Calculer la distance parcourue par la fusée à un instant t .
4. La masse de carburant étant m , trouver la vitesse et la distance parcourue lorsque la combustion s'arrête.

Exercice N°6 : Aspects énergétiques (calcul du travail)

- A. Calculer le travail de la force de composantes $F_x = x^2 - y^2$; $F_y = xy$; $F_z = xz$, entre les points $O(0,0,0)$ et $A(2,4,4)$ le long de la courbe (C) d'équations paramétriques $x = t$, $y = t^2$, $z = t^2$. Les unités sont celles du système international.
- B. Calculer le travail effectué par les forces $\vec{F}_1 = y^2 x \vec{i} + x^2 y \vec{j}$ et $\vec{F}_2 = y^2 x \vec{i} + x^2 y \vec{j}$, entre l'origine $O(0,0)$ et le point le plus élevé du cercle de centre $\Omega(1, 0)$ et de rayon 1, le point mobile se déplace sur le cercle.

Exercice N°7 : Aspects énergétiques (Positions d'équilibre et de stabilité)

Un point matériel est soumis à la force de composantes cartésiennes $F_x = x - 2x^3$; $F_y = y$; $F_z = z$

1. Montrer que ce champ de forces dérive d'une fonction qu'on déterminera.
2. Déterminer les positions d'équilibre et leur stabilité.

Exercice N°8 : Moment cinétique et le modèle de Bohr

Soit un proton de charge $+e$ fixe et un électron de $-e$ animé d'un mouvement circulaire uniforme autour du proton. L'expérience montre que l'énergie totale du système est "quantifiée", c'est-à-dire qu'elle peut s'écrire sous la forme $\varepsilon = -\frac{k}{n^2}$, où n est un nombre entier positif, k une constante positive caractéristique du système (charge, masse).

Montrer que le moment cinétique de l'électron par rapport au proton est aussi quantifié (*hypothèse de Bohr*).