Série P_2-P_3 : BASES DE LA DYNAMIQUE ET APPLICATIONS

EXERCICE 1 **(N°74 page 74 Collection KANDIA 2015)**

EXERCICE 2 **(Extrait du Bac S2 2013)**

Dans beaucoup de moteurs, pour diminuer l'usure des pièces mécaniques, on utilise des huiles dont l'une des caractéristiques fondamentales est la viscosité.

Dans ce qui suit, on se propose de déterminer la viscosité d'une « huile moteur ». Pour cela, on étudie la chute verticale d'une bille en acier d'abord dans l'air puis dans l'huile. Dans les deux cas, la bille est lâchée sans vitesse initiale à partir d'un point O du fluide pris comme origine de l'axe (OX) vertical et orienté vers le bas et l'instant de lâcher est pris comme origine des dates t = 0.

Sur la bille s'exercent les trois forces suivantes :

- Son poids $\vec{P}$;
- La résistance $\vec{f}$ du fluide, qui est une force colinéaire et de sens opposé au vecteur vitesse instantanée de la bille, d'intensité $f = 6\pi\eta r V$, expression où η est la viscosité du fluide supposée constante, V la valeur de la vitesse instantanée de la bille et r son rayon ;
- La poussée d'Archimède $\vec{F}$ qui est une force verticale orientée vers le haut, d'intensité $F = \rho V_B g$ relation où ρ est la masse volumique du fluide, V_B le volume de la bille et g l'intensité de la pesanteur.

1. Etude du mouvement de la bille dans l'air.

1.1. Représenter les forces appliquées à la bille à une date t > 0. **(0,25 point)**

1.2. Calculer l'intensité de chacune de ces forces pour V= 5 m/s. En déduire qu'on peut négliger les intensités de $\vec{F}$ et $\vec{f}$ devant celle du poids. **(0,5 point)**

1.3. Etablir les équations horaires de la vitesse V(t) et de l'abscisse x (t) de la bille puis préciser la nature du mouvement de la bille dans l'air. **(0,5 point)**

1.4. Au bout d'un parcours de 50 cm depuis le point O, la bille acquiert une vitesse de 3,16 m/s.

. Montrer que cette information confirme l'approximation faite à la question .1.2. **(0,5 point).**

2. Etude du mouvement de la bille dans l'huile

2.1. Les intensités de $\vec{F}$ et $\vec{f}$ ne sont plus négligeables devant celle du poids.

Par application du théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation différentielle du mouvement de la bille peut s'écrire sous la forme : $\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau}V = C$ où C et τ sont des constantes. **(0,5 point)**

2.2. Donner l'expression de C en fonction de g, ρ_{ac} (masse volumique de l'acier) et ρ_h (masse volumique de « l'huile moteur ») puis exprimer τ en fonction de ρ_{ac}, r et η (viscosité de l'huile moteur). Vérifier que $C = 8,4\ m.s^{-2}$. **(0,75 point)**

2.3. Au bout d'un temps suffisamment long, l'accélération de la bille s'annule. La vitesse obtenue à partir de cet instant est appelée vitesse limite de module $V_{\ell im}$.

a) Décrire la nature du mouvement de la bille après que l'accélération s'annule puis exprimer la vitesse limite $V_{\ell im}$ en fonction de τ et C. **(0,5 point)**

b) On trouve expérimentalement que $V_{\ell im}$= 4,2 cm/s. Quelle valeur de τ peut-on en déduire ? **(0,5**

2.4. Déterminer la valeur de la viscosité η de « l'huile-moteur ». **(0,5 point)**

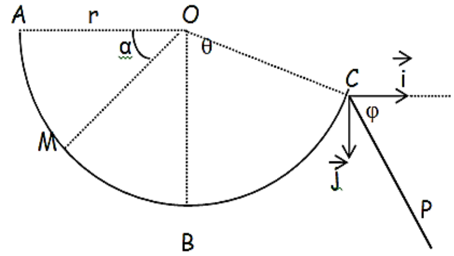
Données : Masse volumique de l'acier : $\rho_{ac} = 7,8 \times 10^3\ kg/m^3$; masse volumique de l'air : $\rho_0 = 1,3\ kg/m^3$

Masse volumique de l'huile moteur : $\rho_h = 1,26.\ 10^3\ kg/m^3$; viscosité de l'air : $\eta(air) = 1,85.10^{-5}$ SI

Rayon de la bille r= 1,5 mm : Volume de la bille $V_B = \frac{4}{3}\pi r^3$; g = 10 N/kg.

EXERCICE 3

Un solide (S) assimilable à un point matériel de masse m peut se déplacer à l'intérieur d'une glissière circulaire de centre O et de rayon r. On lance le solide à partir d'un point A avec une vitesse V_0, de sorte que le mouvement ait lieu dans le plan vertical. Sa position est repéré par l'angle α formé par l'horizontal et le rayon OM.



1. On néglige les frottements :

1.1. Exprimer la norme V du vecteur vitesse en un point M en fonction de V_0, g, r et α.

1.2. Montrer que suivant $\overrightarrow{u_t}$ l'accélération tangentielle a pour expression a_t = K cosα avec k une constante. En déduire les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}$ dans la base de Freinet.

1.3. Calculer les normes de $\vec{V}$ et de $\vec{a}$ pour les positions α_1 = 30° et α_2 = 90°. Représenter le vecteur accélération dans les deux positions. On donne : m = 100g ; r = 1m ; g = 10m/s² ; V_0 = 2m/s.

2. En réalité le solide (S) arrive au point B (α = 90°) avec une vitesse V_B = 4,4m/s. La glissière exerce donc sur lui des forces de frottement équivalentes à une force opposée à la vitesse et d'intensité f constante.

2.1. Déterminer f.

2.2. Déterminer au point M, la réaction normale R_n exercée par la glissière sur le solide (S) ; puis en déduire la valeur de la réaction. Représenter la réaction $\vec{R}$ au point B.

3. Le solide quitte la glissière en un point C repéré par l'angle θ formé par la verticale et le rayon OC. Il retombe au point P sur une piste, faisant un angle φ avec l'horizontal au point C.

3.1. En appliquant le T.E.C entre B et C, exprimer V_C en fonction de θ, f, V_B, r, m et g.

3.2. Etablir dans le repère (C, $\vec{\imath}$, $\vec{\jmath}$), l'équation de la trajectoire du solide (S) au delà du point C.

3.3. Montrer que la portée définie comme la distance CP = X_p est telle que : $X_P = \frac{2V_C{}^2 cos\theta \sin(\theta+\varphi)}{cos^2\varphi}$.

EXERCICE 4 (N°13 page 96 Collection KANDIA 2015)

EXERCICE 5 (N°14 page 76 Collection KANDIA 2015)

EXERCICE 6 (N°10 page 110 Collection KANDIA 2015)

EXERCICE 7 (extrait Bac S1-S3 – 2012)

Le premier lanceur Ariane est une fusée à trois étages qui pèse, avec sa charge utile (satellite), 208 tonnes au décollage. Le premier étage qui fonctionne pendant 145 secondes est équipé de 4 moteurs Viking V alimentés par du peroxyde d'azote N_2O_4 (masse de peroxyde emportée : 147,5 tonnes). L'intensité de la force de poussée totale $\vec{F}$ est constante pendant le fonctionnement des réacteurs et vaut F= 2445kN. Ce lanceur peut mettre en orbite circulaire basse de 200 km d'altitude un satellite de 4850 kg ; il peut également placer sur une orbite géostationnaire un satellite ; comme il peut placer en orbite héliosynchrone des satellites très utiles pour des applications météorologiques.

Etude du mouvement d'ascension de la fusée.

On étudie le mouvement de la fusée dans le référentiel terrestre qu'on suppose galiléen. Le champ de pesanteur est supposé uniforme dans le domaine étudié et son intensité est : g_0= 9,8m.s⁻². On choisit un axe Oz vertical dirigé vers le haut. On néglige les frottements et la poussée d'Archimède dans l'air ainsi que l'action des autres planètes. La fusée Ariane s'élève verticalement sous l'action de la force de poussée $\vec{F}$ due à l'éjection des gaz. Cette force est donnée par : $\vec{F}=\mu\vec{V}_E$, relation où $\vec{V}_E$ est la vitesse d'éjection des gaz par rapport à la fusée et μ le débit constant des gaz qui s'exprime par : $\mu=-\frac{dm}{dt}$ avec − dm la masse de gaz éjectée pendant la durée dt.

1.1. On désigne par m_0 la masse de la fusée à la date t = 0, début de l'ascension et m la masse de la fusée à la date t. Montrer que: $m = m_0 - \mu t$.

1.2. Calculer, à l'aide des données numériques utiles fournies en début d'énoncé, le débit des gaz μ et la norme V_E de la vitesse d'éjection des gaz.

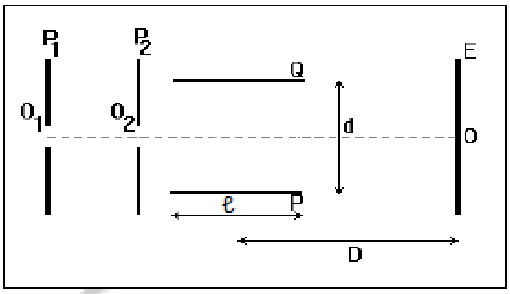
1.3. Appliquer le théorème du centre d'inertie à la fusée et en déduire l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ en fonction du poids $\vec{P}$ de la fusée, de m et de la force de poussée $\vec{F}$.

1.4. En déduire que la norme de $\vec{a}$ s'écrit $a(t) = \frac{\mu V_E}{m_0-\mu t} - g_0$. Le mouvement de la fusée est-il uniformément accéléré ? Justifiez sans calcul.

EXERCICE 8 (N°12 page 96 Collection KANDIA 2015)

EXERCICE 9 **(extrait Bac S1-S3-S2 - 2006)**

Dans tout le problème, on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable.



1. Des ions Mg^{2+}, sortant d'une chambre d'ionisation pénètrent, avec une vitesse négligeable, par un trou O_1, dans l'espace compris entre les deux plaques verticales P_1 et P_2. Lorsqu'on applique entre ces deux plaques verticales une tension U_0, les ions atteignent le trou O_2 avec la vitesse v_0.

1.1. Quelle plaque (P_1 ou P_2) doit-on porter au potentiel le plus élevé? Pourquoi?

1.2. Donner la valeur de v_0 en fonction de la charge q, de la masse m d'un ion et de U_0.

1.3. Calculer la valeur de v_0 pour les ions ${}^{24}_{12}Mg^{2+}$dans le cas où la tension U_0= 4000 V.

2. A la sortie de O_2, les ions ayant cette vitesse v_0 horizontale pénètrent entre les armatures P et Q d'un condensateur. On applique entre ces armatures une différence de potentiel positive U_{PQ} que l'on notera U, créant entre elles un champ électrique uniforme vertical.

2.1. Préciser les caractéristiques de la force électrique à laquelle chaque ion est soumis, on exprimera son intensité en fonction de q, U et de la distance d entre les plaques P et Q.

2.2. Déterminer la nature de la trajectoire d'un ion à l'intérieur de ce condensateur lorsque U garde une valeur constante.

2.3. On dispose d'un écran vertical E à la distance D du centre des plaques de longueur ℓ. Trouver en fonction de q, m, U, v_0, ℓ, D et d l'expression de la distance Z = OM, M étant le point d'impact d'un ion sur l'écran. La distance OM dépendra t-elle des caractéristiques des ions positifs utilisés? (on admet que la tangente à la trajectoire au point de sortie S du condensateur passe par le milieu de celui-ci).

2.3.1. Calculer la durée de la traversée du condensateur dans le cas où ℓ = 10 cm.

2.3.2. On applique entre P et Q une tension sinusoïdale u = Umaxsinωt, de fréquence f= 50Hz. Montrer qu'avec un pinceau d'ions, on obtient sur l'écran E un segment de droite verticale, dont on calculera la longueur dans le cas où Umax = 230 V, D = 40 cm, d = 4 cm. (On peut considérer que, durant toute la traversée du condensateur, chaque ion est soumis à une tension presque constante).

Données: m(${}^{24}_{12}Mg^{2+}$)= 24 u; u = $1,67.10^{-27}$ kg; e = $1,6.10^{-19}$C.

EXERCICE 10 **(N°30 page 101 Collection KANDIA 2015)**

EXERCICE 11 **(N°32 page 101 Collection KANDIA 2015)**

AU TRAVAIL !