Université Abdelmalek Essaâdi
Faculté des Sciences de Tétouan

CC2 du module M21 de Physique
Filière SVT, semestre 2. Mai 2015
J Diouri

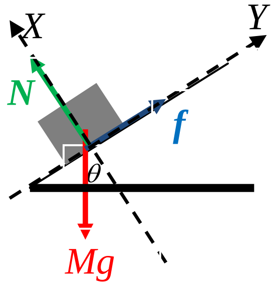
Corrigé Mécanique

Mécanique générale

1. En marchant normalement à vitesse constante, une personne exerce une force d'environ 0,32 N pour surmonter la résistance de l'air. Calculer le travail que doit fournir cette personne pour vaincre la résistance de l'air en parcourant une piste circulaire de rayon 0,25 km ?

Solution

$W = F * d = 0.32 * 2\pi R = 0.32 * 2\pi * 250 = \mathbf{503\ J}$



2. Une boite de masse M repose en équilibre sur un plan incliné d'un angle θ par rapport au plan horizontal fixe comme indiqué sur la figure. Le coefficient de frottement entre la boite et le plan est $\mu = \text{tg}\alpha$
   a. Dessinez les forces appliquées à la boite
   b. Trouvez la condition d'équilibre de la boite soumise à ces seules forces. (on exprimera cette condition par une relation entre α et θ).

Solution

a. Les forces : Le poids (rouge) $\vec{P}$, la force de frottement $\vec{f}$ (opposée au glissement de la boite donc dirigée vers le haut du plan incliné, bleu), et la réaction normale $\vec{N}$ (perpendiculaire au plan, vert).

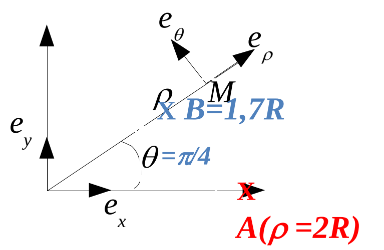
b. On écrit la condition d'équilibre, relation entre vecteurs : $\vec{P} + \vec{f} + \vec{N} = \vec{0}$.
On projette ensuite sur les deux axes (X, Y) :

$$\text{Sur } X : f - Mgsin\theta = 0$$
$$\text{Sur Y} : N - Mgcos\theta = 0$$

Ces deux relations donnent : $\frac{f}{N} = tg\theta$,

Mais par définition du coefficient de frottement : $\mu = tg\alpha = \frac{f}{N}$,

D'où la relation cherchée $tg\theta = tg\alpha \rightarrow \boldsymbol{\alpha = \theta}$



3. Dans le repère plan $\mathcal{R}(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$, le point matériel M de masse m a pour coordonnées polaires ρ et θ liées à chaque instant t par les relations :
$\rho = R(1 + cos\theta)$; $\theta = \omega t$ où R et ω sont deux constantes positives.
   a. Calculer ρ aux points A($t = 0$) et $B\left(t = \frac{\pi}{4\omega}\right)$. Montrez ces points dans le repère (Oxy)
   b. Donner l'expression du carré de la vitesse $V^2(M)$ en fonction de R, θ et ω.
   c. En déduire par application du théorème de l'énergie cinétique, le travail de la force appliquée lorsque le point se déplace de A à B

Solution

a. Pour A (en rouge sur le dessin) t=0 ; θ=0 et donc cosθ = 1, d'où : $\rho = R(1 + 1) = 2R$; de même pour B (en bleu) t=π/4ω ; θ=π/4 et donc $cos\theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$ d'où $\rho = R\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 1{,}7R$

b. Vitesse : $\overrightarrow{OM} = \rho\vec{u}_\rho$; $\vec{V} = \dot{\rho}\vec{u}_\rho + \rho\omega\vec{u}_\theta \rightarrow V^2 = \dot{\rho}^2 + \rho^2\omega^2$; avec $\dot{\rho} = -R\omega sin\theta$

c. $W = E_c(B) - E_c(A) = \frac{1}{2}m(V_B^2 - V_A^2)$.
En A, θ=0, $\rho = 2R$ et $\dot{\rho} = 0$ donc $V_A^2 = 4R^2\omega^2$
En B, θ=π/4, $\rho = R(1 + \frac{\sqrt{2}}{2})$ et $\dot{\rho} = R\omega\frac{\sqrt{2}}{2}$; $\dot{\rho}^2 = \frac{1}{2}R^2\omega^2$
donc $V_B^2 = R^2\omega^2\left[\frac{1}{2} + (1 + \frac{\sqrt{2}}{2})^2\right] = R^2\omega^2(2 + \sqrt{2})$
Et le travail enfin : $\boldsymbol{W = \frac{1}{2}m\left(V_B^2 - V_A^2\right) = \frac{1}{2}mR^2\omega^2\left(\sqrt{2} - 2\right) = -0{,}3mR^2\omega^2}$

Mécanique des fluides

4. Donnez la valeur de la pression atmosphérique terrestre normale au niveau du sol : en Pascals, en atmosphères puis en mm de mercure (Hg). En déduire la pression en Pa équivalente à 1 mm Hg. Lorsque l'on s'élève en hauteur, est ce que cette pression augmente ou diminue ?

   Solution

   $\mathbf{P_0 = 101\ 000\ Pa}$ (ou 10^5 Pa) = 1 atm $\mathbf{= 760\ mm\ Hg}$

   d'où $\mathbf{1\ mm\ Hg = \frac{101000}{760} = 133\ Pa}$

   La pression **diminue** lorsqu'on s'élève en hauteur

5. Rappeler la relation de définition du débit volumique d'un fluide. Exprimer ce débit en fonction de la vitesse d'écoulement du fluide et de la section *s* du tube dans le cas d'un fluide incompressible

   Solution

   Définition du débit volumique : $\boldsymbol{Q_v = \frac{d(Volume)}{dt} = s * Vitesse}$

6. Une personne est allongée horizontalement au repos, la pression sanguine relative moyenne au niveau du cœur est approximativement égale à +100 mm Hg.
   Que peut-on dire de la pression aux différents points du corps ?
   Cette personne se met brusquement debout. En supposant que la pression au niveau du cœur n'a pas varié, calculer (en mm de Hg) la pression au niveau du cerveau puis au niveau des pieds. Quelles sont les conséquences de ce mouvement brusque sur les sensations de la personne ?
   On donne la masse volumique du sang $\rho = 1050\, kg.m^{-3}$. Distance cœur-cerveau : 40 cm et distance cœur-pieds : 130 cm.

   Solution

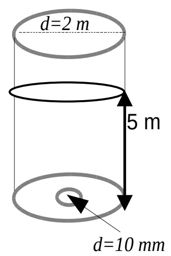
   Le corps est horizontal donc la pression est approximativement égale en tous les points.
   A la station debout :

   $$\mathbf{P_{cerveau} = P_{coeur} - \rho gh = 100 - \frac{1050*10*0{,}40}{133} = 100-31{,}6 = 68{,}4\ mm\ Hg}$$

   $$\mathbf{P_{pieds} = P_{coeur} + \rho gH = 100 + \frac{1050*10*1{,}30}{133} = 100 + 102{,}6 = 202{,}6\ mm\ Hg}$$

   Conséquences : au niveau de la tête manque d'oxygène, vertige. Au niveau des membres inférieurs : accumulation du sang, accumulation du sang, lourdeur

7. Un réservoir cylindrique droit de diamètre intérieur 2 m, ouvert à l'air libre où règne la pression atmosphérique, contient de l'eau à hauteur de 5 m qui s'écoule par le bas du réservoir à l'air libre à travers un orifice (trou) de diamètre 10 mm.

   a. Rappelez l'équation de Bernoulli
   b. Calculez la vitesse au niveau de la sortie.

   Solution

a) Équation de Bernoulli : $\boldsymbol{P + \rho g z + \frac{1}{2}\rho V^2 = Cte}$

b) On écrit l'équation entre la surface supérieure du réservoir (Pression P_0) et la sortie de l'orifice (même pression P_0) en négligeant la vitesse supérieure (section trop grande), il reste $\boldsymbol{V = \sqrt{2gH} = 10\ m.s^{-1}}$