universite libanaise
Faculte des science 1

Exemples d'examens

première année
Semestre -1-

P1100

MISPCE

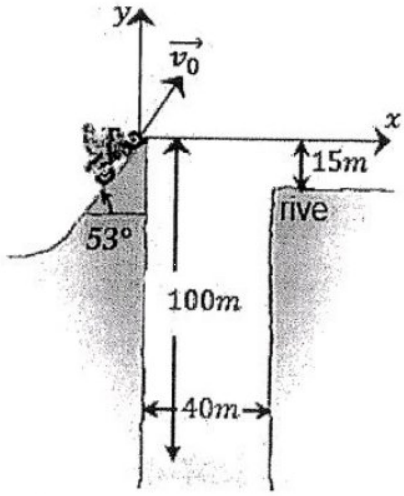
مجلس طلاب الفرع

2022

(Prendre $g = 10$ m/s²)

Problème 1 (10 Points)

Un étudiant en physique aimerait franchir une rivière à moto, voir la figure ci-contre. La rampe de décollage était inclinée à 53° avec l'horizontale, la rivière est large de 40 m et la rive la plus éloignée était 15 m plus basse que le sommet de la rampe. La rivière elle-même était à 100 m sous ce sommet. Vous pouvez ignorer la résistance de l'air.



a) Quel doit être le module de sa vitesse initiale $\vec{v_0}$ au sommet de la rampe pour arriver **juste** au bord de la rive opposée et quel est le temps nécessaire de ce vol de moto?
b) Si sa vitesse initiale était juste la moitié de la valeur trouvée dans la partie précédente (a) (c.à.d. $v_0/2$), où va-t-il atterrir et avec quelle vitesse (en notation vectorielle) ?

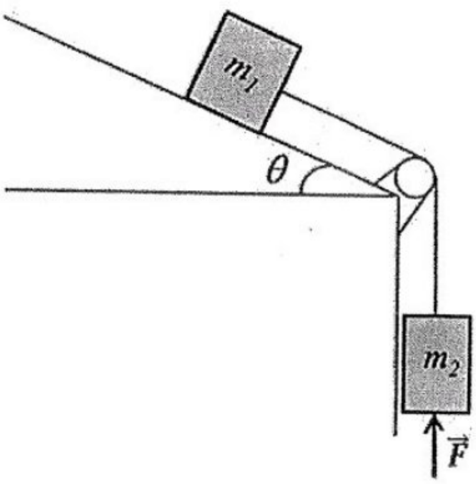
Problème 2 (8 Points)

Après avoir volé pendant 15 minutes dans un vent soufflant à 42 km/h à un angle de 20° Sud par rapport à l'Est, le pilote se trouve au-dessus d'une ville située à 55 km au nord du point de départ.

a) Ecrire en notation vectorielle les trois vecteurs vitesses : $\vec{v}_{vs}$ (vent par rapport au sol), $\vec{v}_{as}$ (avion par rapport au sol) et $\vec{v}_{av}$ (avion par rapport au vent).
b) Dessiner ces trois vecteurs ($\vec{v}_{vs}$, $\vec{v}_{as}$ et $\vec{v}_{av}$) dans le plan (x, y) en utilisant les axes x et y positifs respectivement dans les directions Est et Nord.

Problème 3 (12 Points)

Un bloc de masse $m_1 = 1{,}5\ kg$ est placé sur un plan incliné d'angle $\theta = 30°$. Ce bloc est attaché à un second bloc de masse $m_2 = 2\ kg$ par une corde inextensible, de masse négligeable, passant à travers une poulie sans masse et sans frottement (voir la figure ci-contre).



Le bloc m_2 est poussé vers le haut par une force verticale $\vec{F}$ ($F = 16\ N$), voir figure, (la corde reste tendue même après l'application de cette force). Le plan incliné est rugueux, de coefficients de frottement statique μ_s(à déterminer dans la partie (b)) et cinétique $\mu_c = 0{,}3$.

a) Tracer le diagramme de forces sur chaque bloc.
b) Trouvez la valeur minimale de μ_s afin de maintenir le système (m_1, m_2 et la poulie) immobile.
c) Dans cette partie, on supprime la force $\vec{F}$. Utilisez le théorème de l'énergie cinétique pour trouver la vitesse des blocs (m_1 et m_2) après que le bloc m_2 descende, du repos, d'une distance $d = 1m$.

Solution Examen
2019_2020 P1100

Exercice 1 (10 points)

a) $y = \dfrac{-g\,x^2}{2V_0^2\cos^2\theta_0} + x\,tg\,\theta_0$ (1pt)

$\left.\begin{array}{l} x = 40\,m \\ y = -15\,m \\ \theta_0 = 53^\circ \end{array}\right\} \Longrightarrow V_0 = 18\ m/s$ (2 pt)

a) $x = V_0 \cos\theta_0\, t \Rightarrow t = 3{,}69\ sec$ (2pt)

b) $y = -\frac{1}{2} g t^2 + \frac{V_0}{2} \sin\theta_0\, t$ (1pt)

$\left.\begin{array}{l} y = -100\,m \\ V_0 = 18\ m/s \\ \theta_0 = 53^\circ \end{array}\right\} \Rightarrow t = 5{,}25$ (1pt)

$x = \frac{V_0}{2} \cos\theta_0\, t \Rightarrow x = 28{,}4\,m$ (1pt)

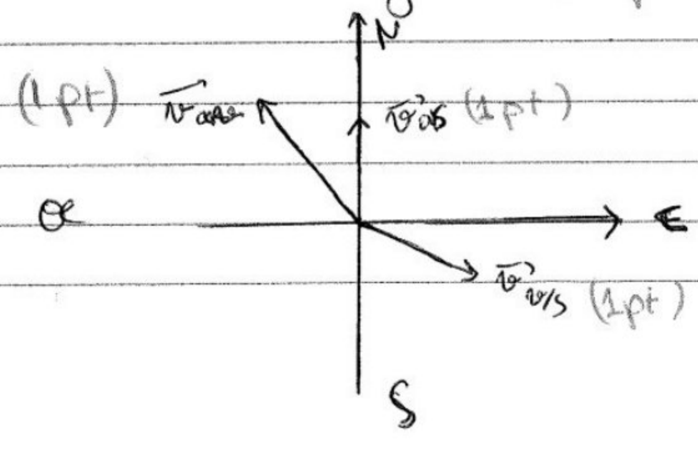
$V_x = \dfrac{V_0 \cos\theta_0}{2} = 5{,}42\ m/s$ $\quad V_y = -gt + \frac{V_0}{2}\sin\theta_0 = -45{,}31\ m/s$ (1pt)

Exercice 2 (9pts)

a) $\vec{v}_{a/s} = \frac{55}{0{,}25}\,\vec{j} = 220\,\vec{j}$ (Km/h) 1pt

$\vec{v}_{v/s} = 42(\cos 20\, \vec{i} - \sin 20\, \vec{j}) = 39\,\vec{i} - 14\,\vec{j}$ (Km/h) 2 pts

b) $\vec{v}_{a/v} = \vec{v}_{a/s} - \vec{v}_{v/s}$
$= 220\,\vec{j} - (39\,\vec{i} - 14\,\vec{j})$
$= 39\,\vec{i} + 23\,\vec{j}$ (Km/h) 2pts



Exercice 3 (12 pts)

b) Système m_1 : $\vec{T} + m_1\vec{g} + \vec{N} + \vec{f_s} = 0$ (1/2 pt)

(eq1) projeter sur ↘ : $T + m_1 g \sin\theta - f_s = 0$ (1/2 pt)

(eq2) projeter sur ↗ : $N - m_1 g \cos\theta = 0$ (1/2 pt)

Système m_2 : $\vec{T} + m_2\vec{g} + \vec{F} = 0$ (1/2 pt)

(eq3) $T - m_2 g + F = 0$ (1/2 pt)

3 dans 1

$m_2 g - F + m_2 g \sin\theta \, f_s = 0$ 1/2 pt

$m_2 g - F + m_1 g \sin\theta = f_s$ 1/2 pt

Or $f_s \leq \mu_s N = \mu_s m_1 g \cos\theta$ (d'après éq2) 1 pt

$\Rightarrow \mu_s \geqslant 0{,}885$ (1 pt) donc $\mu_{s_{min}} = 0{,}885$ (1/2 pt)

c) Système $m_1 + m_2$: Théorème de l'Ec

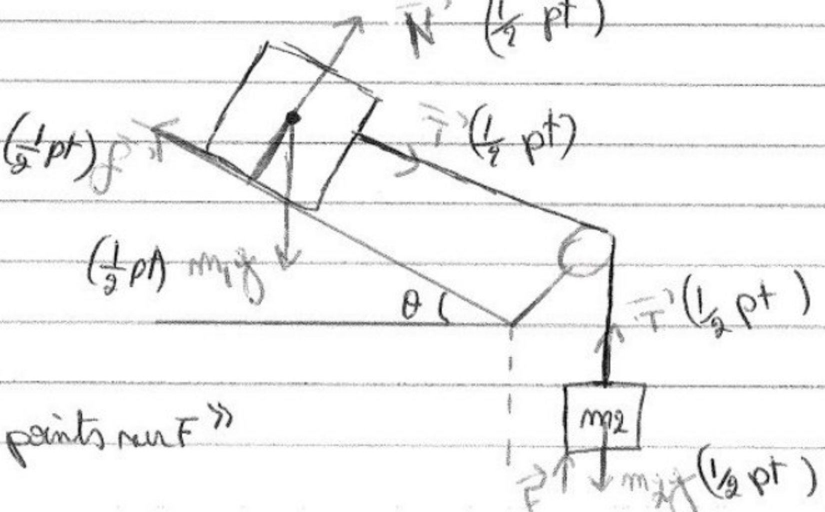
$Ec_f - Ec_i = W(m_1\vec{g}) + W(m_2\vec{g}) + W(\vec{f_c})$ 1 pt

$\frac{1}{2}(m_1+m_2)V^2 - 0 = m_1 g \sin(\theta) + m_2 g + \mu_c m_1 g \cos\theta$ 1 pt

$\Rightarrow \boxed{V = 3{,}67\ m/s}$

6

a)

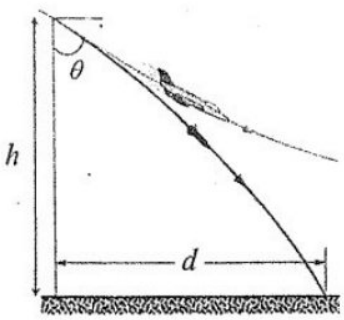


« pas de points sur F »

(Prendre $g = 10$ m/s^2)

Problème I (8 Points)

La figure adjacente montre un avion volant à un angle $\theta = 53°$ avec la verticale lorsque le pilote lance un projectile d'une hauteur $h = 730\ m$. Le projectile touche le sol après un temps $t = 5\ s$ de son lancement.

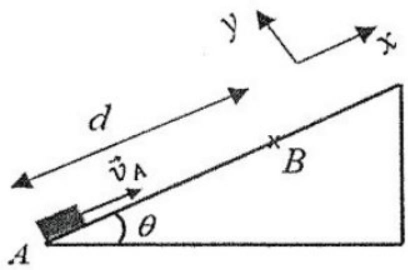


a) Quelle est le module de la vitesse de l'avion v_0 au moment de lancement ? (c.à.d. celui de la vitesse initiale du projectile).
b) Quelle est la distance horizontale d parcourue par le projectile?
c) Quelles étaient les composantes horizontale et verticale de la vitesse du projectile juste avant qu'il touche le sol ?

Problème II (8 Points)

Un petit bloc est lancé du point A avec une vitesse initiale $v_A = 20\ m/s$, le long d'un plan incliné d'un angle $\theta = 30°$ avec l'horizontale, (figure ci-contre). Entre les surfaces du bloc et du plan incliné, le coefficient de frottement cinétique est $\mu_c = 0{,}3$ et le coefficient de frottement statique est $\mu_s = 0{,}5$.

a) Tracer le bilan des forces agissant sur le bloc.
b) Utiliser la loi de Newton pour déterminer l'accélération $\vec{a}$ du bloc (en fonction des vecteurs unitaires).
c) Trouver le déplacement maximum d atteint par ce bloc (point B).
d) Le bloc glisse-t-il vers le bas après avoir atteint le point B ?



Problème III (6 Points)

Un avion vole vers l'Ouest avec une vitesse par rapport au vent $v_{A/V} = 220\ Km/h$. Après une demi-heure (0,5 h) de vol, le pilote d'avion se trouve au-dessus d'une ville située à 120 Km à l'Ouest et à 20 Km au sud du point de départ du vol.

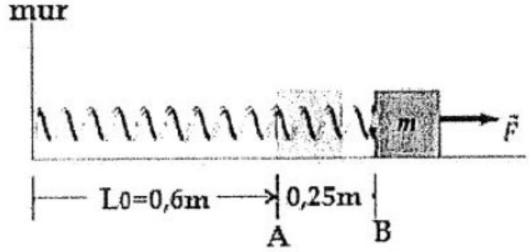
a) Trouver les composantes de la vitesse d'avion par rapport à la terre ($\vec{v}_{A/T}$) .
b) Trouver le module et la direction de la vitesse du vent par rapport à la terre ($\vec{v}_{V/T}$).

(Choisir le système des coordonnées dont l'axe des x vers l'Est et l'axe des y vers le Nord)

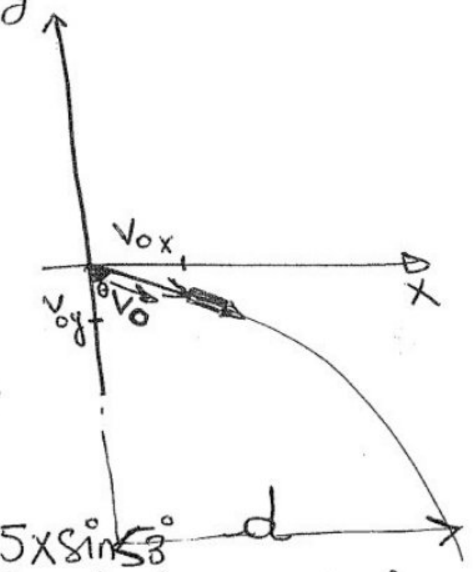
Problème IV (8 Points)

Un bloc de masse $m = 0{,}5\ kg$ est attaché à l'extrémité libre A d'un ressort ($x_A = 0\ m$) de masse négligeable, de longueur initiale $L_0 = 0{,}6\ m$ et de constante de raideur $K = 40\ N/m$. Ce bloc est, initialement, au repos sur une table horizontale sans frottement. On le tire vers la droite avec une force constante $F = 20\ N$ (voir figure). **Utiliser le théorème d'énergie cinétique pour résoudre ce problème.**

a) Quelle est la vitesse du bloc quand son bord atteint le point B, où $x_B = 0{,}25m$?
b) On relâche le bloc au point B ($F = 0$), alors le bloc se déplace vers la gauche. Trouver la distance entre son bord et le mur quand le bloc sera momentanément immobile.



P1100_partiel 2018-2019.



pb I → 8

a) $V_{oy} = -v_0 \cos\theta$ et $V_{ox} = V_0 \sin\theta$

(1) $y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_{oy} t + \cancel{y_0}^{0} = -\frac{1}{2} g t^2 - v_0 \cos\theta t$

on a : $y = -h = -730\,m$. et $t = 5\,s$ et $\theta = 53°$

$-730 = -\frac{1}{2} \times 10 \times (5)^2 - v_0 \cos 53 \times 5 \Rightarrow$

(1)

$v_0 = \frac{-730 + 125}{-5 \times \cos 53°} \Rightarrow \boxed{v_0 = 201{,}1\, m/s}$

(1)

b) $d = ?$ $x = v_{ox} t + x_0 = v_0 \sin\theta\, t = 201{,}1 \times 5 \times \sin 53°$

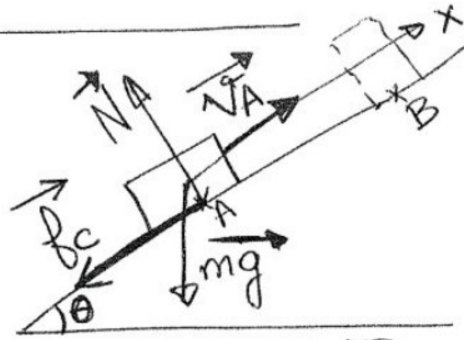
$\Rightarrow$ (1) $x \equiv d = 803\,m$ c'est la distance horizontale parcourue par le projectile.

(1)

c) $v_x = v_{ox} = v_0 \cos(\frac{\pi}{2} - \theta) = v_0 \sin\theta = 201{,}1 \times \sin 53° = 160{,}6\, m/s$ (1)

$v_y = -gt + v_{oy} = -gt - v_0 \cos\theta = -10(5) - 201{,}1 \times \cos 53 = -17\, m/s$ (1) (1)

$\Rightarrow v : (160{,}6\, m/s ; -17\, m/s)$.



pb II $v_A = 20\, m/s$

a) $\vec{N} + m\vec{g} + \vec{f_c} = m\vec{a}$ (1)

proj sur ox : $-mg\sin\theta - f_c = m a_x$ (1/2)

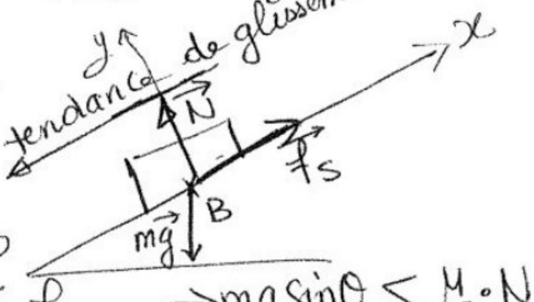
$\Rightarrow a_x = \frac{-mg\sin\theta}{m} - \frac{f_c}{m}$ mais $f_c = \mu_c \cdot N = \mu_c \cdot mg \cdot \cos\theta$ (1/2)

$\Rightarrow a_x = -g\sin\theta - \mu_c \cdot g \cdot \cos\theta = -10 \sin 30 - 0{,}3 \times 10 \times \cos 30° = -7{,}6\, m/s^2$ (1/2)

$\Rightarrow \boxed{\vec{a} = -7{,}6\, \vec{i}}$ Rq : a_x et v_x ont de signes opposés $\Rightarrow$ MVt décéléré

b) d : max. deplacement $\Rightarrow v_B = 0 \Rightarrow v_B^2 - v_A^2 = 2 \cdot a \cdot d$.

$\Rightarrow d = -\frac{v_A^2}{2a} = -\frac{(20)^2}{2(-7{,}6)} = 26{,}3\, m$.



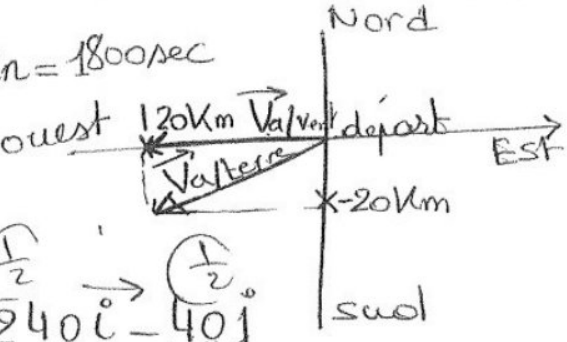
c) au pt B : $v_B = 0 \Rightarrow \sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f_s} = \vec{0} \Rightarrow$ proj sur ox : $+ f_s - mg\sin\theta = 0$

$\boxed{f_s = mg\sin\theta}$; le bloc ne glisse pas si $f_s \leq f_{s\,max} \Rightarrow mg\sin\theta \leq \mu_s \cdot N$

$\Rightarrow mg\sin\theta \leq \mu_c \cdot mg\cos\theta \Rightarrow \sin 30 \leq 0{,}5 \cos 30°$ faux $\Rightarrow$ Le bloc glisse vers le pb III → 6

$\vec{v}_{avion/vent} = 220\,Km/h$ et $t = \frac{1}{2}h = 30min = 1800sec$



$\vec{v}_{avion/terre} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\vec{j}$ (1/2) (1/2)

$= \frac{-120\,Km}{0,5h}\vec{i} + \frac{(-20Km)}{0,5h}\vec{j} = -240\vec{i} - 40\vec{j}$ (1/2) (1/2) Km/h Km/h

b) Loi de composition de vitesses :

$\vec{v}_{abs} = \vec{v}_{rel} + \vec{v}_{ent.}$

avion : particule ; vent : réf. relative ; terre : réf. absolue

$\vec{v}_{a/terre} = \vec{v}_{a/vent} + \vec{v}_{vent/terre} \Rightarrow \vec{v}_{vent/terre} = \vec{v}_{a/terre} - \vec{v}_{a/vent}$ (1)

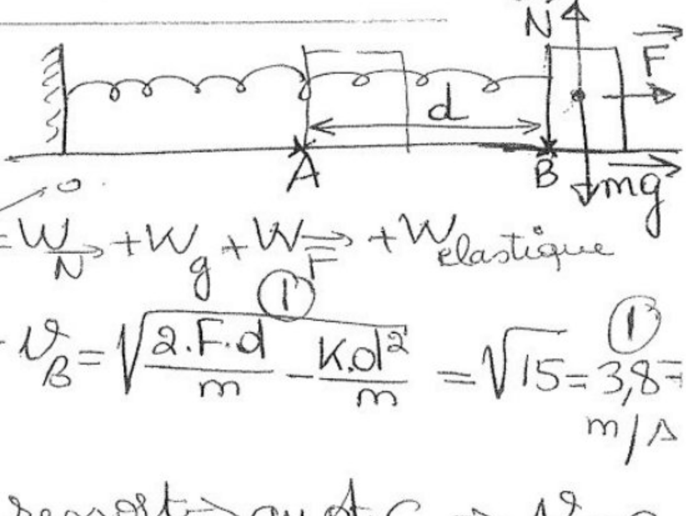
$\Rightarrow \vec{v}_{vent/terre} = -240\vec{i} - 40\vec{j} + 220\vec{i} = -20\vec{i} - 40\vec{j}$ (1)

$v_{vent/terre} = \sqrt{(-20)^2 + (-40)^2} = 44,7\,Km/h$ (1)

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_y}{v_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-40}{-20}\right) = 63,4°$ faux $\Rightarrow \theta = 63,4 + 180° = 243,$ (1)

---

pb IV → (4) $L_0 = 0,6m$; $K = 40N/m$;
$m = 0,5Kg$; $v_A = 0$; $F = 20N$.



a) $\Delta E_c = W_{net}$ (1) $\Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - \cancel{\frac{1}{2}mv_A^2} = W_{\vec{N}} + W_g + W_{\vec{F}} + W_{elastique}$ (1)

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = F.d - \frac{1}{2}Kd^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{\frac{2.F.d}{m} - \frac{K.d^2}{m}} = \sqrt{15} = 3,87\,m/s$ (1) (1) (1)

b) Compression maximale du ressort $\Rightarrow$ au pt C $\Rightarrow v_C = 0$

$\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}Kx_B^2 - \frac{1}{2}Kx_C^2 \Rightarrow Kx_C^2 = Kx_B^2 + mv_B^2$ (1)

$\Rightarrow x_C^2 = x_B^2 + \frac{mv_B^2}{K} \Rightarrow x_C = -\sqrt{(0,25)^2 + \frac{0,5\times(3,87)^2}{40}} = 0,5m$ (1)

la distance de l'extrémité libre du ressort au mur

$0,6 - 0,5 = 0,1m$ (1)

Université Libanaise
Faculté des Sciences I
Département de physique

Cours : Phys 1100 (Mécanique)
Examen : Partiel, année 2017-2018
Durée : 1 heure

(Prendre $g = 10\ m/s^2$)

Problème 1 (6 Points)

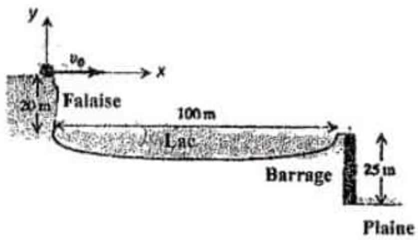
Dans l'aéroport, un tapis roulant de 35 m de long se déplace à une vitesse $v_{t/s} = 1\ m/s$ par rapport au sol. Une dame prend ce tapis à partir de l'une de ses extrémités et marche par rapport à lui avec une vitesse $v_{d/t} = 1{,}5\ m/s$. Combien de temps faut-il à la dame pour atteindre l'extrémité opposée du tapis si elle marche:

a) Dans le même sens que le tapis roulant?
b) Dans le sens opposé que le tapis roulant?

Problème 2 (8 Points)

Une roche se déplace horizontalement en haut d'une falaise verticale qui se trouve à 20 m au-dessus de la surface d'un lac (voir figure ci-contre). A 100 m du pied de la falaise se trouve un barrage vertical de hauteur 25m et en bas de ce barrage il y a une plaine.

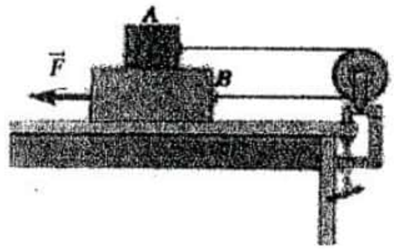
a) Quel doit être le module de la vitesse v_0 de la roche juste au moment où elle quitte la falaise pour qu'elle touche le sommet du barrage?
b) A quelle distance du pied du barrage la roche atteint-elle la plaine si le module de la vitesse initiale v_0 devient 60 m/s?



Problème 3 (8 Points)

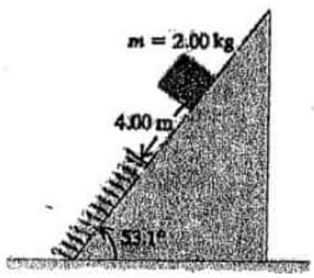
Un bloc A de poids 1,4 N est placé au-dessus d'un bloc B de poids 4,2 N. Le coefficient de frottement cinétique μ_c entre les surfaces A-B et B-table est de 0,3. Les blocs A et B sont reliés par une corde légère, flexible et inextensible, qui passe autour d'une poulie fixe, sans masse et sans frottement (voir figure ci-contre).

a) Tracer le diagramme des forces de chaque bloc.
b) Trouver le module de la force horizontale $\vec{F}$ nécessaire pour faire glisser le bloc B vers la gauche à une vitesse constante.



Problème 4 (8 Points)

Un bloc de masse m = 2 kg est placé sur un plan incliné d'un angle 53,1°, et il est libéré à une distance L = 4 m de l'extrémité libre d'un ressort sans masse et de constante de raideur k = 120 N/m. Le ressort est attaché au bas du plan incliné comme l'indique la figure ci-contre. Le coefficient du frottement cinétique entre le bloc et le plan incliné est μ_c = 0,2.



a) Quelle est la vitesse du bloc juste avant qu'il atteigne le ressort ?
b) Quelle est la compression maximale du ressort ?

Bon travail

Lebanese University	**Course: Phys 1100 (Mechanics)**
Faculty of Sciences I	**Exam: Partial, Fall 2017-2018**
Department of Physics	**Duration 1 hour**

(Take $g = 10$ m/s^2)

Problem 1 (6 Points)

A moving sidewalk in airport terminal building moves at a speed with respect to the ground $v_{sg} = 1\ m/s$ and is 35 m long. A woman steps on at one end and she walks with a speed of $v_{ws} = 1.5\ m/s$ relative to the moving sidewalk. How much time is needed to reach the opposite end if she walks:

a) In the same direction of the motion of the sidewalk?
b) In the opposite direction of the motion of the sidewalk?

Solution

IDENTIFY: Relative velocity problem. The time to walk the length of the moving sidewalk is the length divided by the velocity of the woman relative to the ground.

SET UP: Let W stand for the woman, G for the ground, and S for the sidewalk. Take the positive direction to be the direction in which the sidewalk is moving.

The velocities are $v_{W/G}$ (woman relative to the ground), $v_{W/S}$ (woman relative to the sidewalk), and $v_{S/G}$ (sidewalk relative to the ground).

Eq.(3.33) becomes $v_{W/G} = v_{W/S} + v_{S/G}$.

The time to reach the other end is given by $t = \dfrac{\text{distance traveled relative to ground}}{v_{W/G}}$

EXECUTE: **(a)** $v_{S/G} = 1.0$ m/s

$v_{W/S} = +1.5$ m/s

$v_{W/G} = v_{W/S} + v_{S/G} = 1.5 \text{ m/s} + 1.0 \text{ m/s} = 2.5 \text{ m/s}.$

$$t = \frac{35.0 \text{ m}}{v_{W/G}} = \frac{35.0 \text{ m}}{2.5 \text{ m/s}} = 14 \text{ s}.$$

(b) $v_{S/G} = 1.0$ m/s

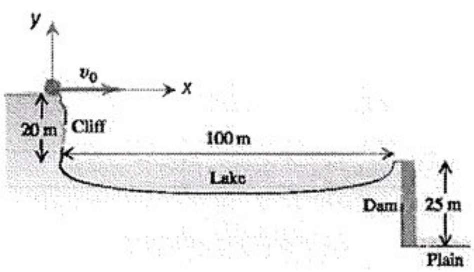
$v_{W/S} = -1.5$ m/s

$v_{W/G} = v_{W/S} + v_{S/G} = -1.5 \text{ m/s} + 1.0 \text{ m/s} = -0.5 \text{ m/s}.$ (Since $v_{W/G}$ now is negative, she must get on the moving sidewalk at the opposite end from in part (a).)

$$t = \frac{-35.0 \text{ m}}{v_{W/G}} = \frac{-35.0 \text{ m}}{-0.5 \text{ m/s}} = 70 \text{ s}.$$

Problem 2 (8 Points)

A rock is moving horizontally at the top of a vertical cliff that is 20 m above the surface of a lake, as shown in the figure. The top of the vertical face of a dam is located of 100 m from the foot of the cliff, with the top the dam level. A level plain is 25 m below the top of the dam.



a) What must be the **minimum** speed $\boldsymbol{v_0}$ of the rock just as it leaves the cliff so it will travel to the plain without striking the dam?
b) How far from the foot of the dam does the rock hit the plain if the initial speed $\boldsymbol{v_0}$ becomes 60 m/s?

Solution

IDENTIFY: The boulder moves in projectile motion.

SET UP: Take $+y$ downward. $v_{0x} = v_0$, $v_{0y} = 0$. $a_x = 0$, $a_y = +9.80\ \text{m/s}^2$.

EXECUTE: **(a)** Use the vertical motion to find the time for the boulder to reach the level of the lake:

$y - y_0 = v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2$ with $y - y_0 = +20\ \text{m}$ gives $t = \sqrt{\dfrac{2(y-y_0)}{a_y}} = \sqrt{\dfrac{2(20\ \text{m})}{9.80\ \text{m/s}^2}} = 2.02\ \text{s}$. The rock must travel horizontally 100 m during this time. $x - x_0 = v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2$ gives $v_0 = v_{0x} = \dfrac{x - x_0}{t} = \dfrac{100\ \text{m}}{2.02\ \text{s}} = 49.5\ \text{m/s}$

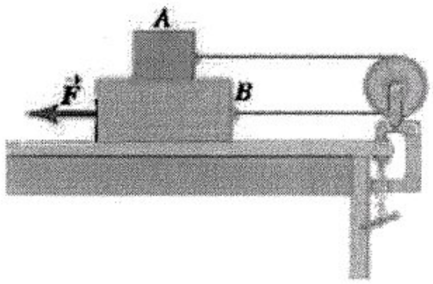
(b) In going from the edge of the cliff to the plain, the boulder travels downward a distance of $y - y_0 = 45\ \text{m}$.

$t = \sqrt{\dfrac{2(y-y_0)}{a_y}} = \sqrt{\dfrac{2(45\ \text{m})}{9.80\ \text{m/s}^2}} = 3.03\ \text{s}$ and $x - x_0 = v_{0x}t = (49.5\ \text{m/s})(3.03\ \text{s}) = 150\ \text{m}$. The rock lands $150\ \text{m} - 100\ \text{m} = 50\ \text{m}$ beyond the foot of the dam.

Problem 3 (8 Points)

A block A of weight 1.4 N is placed on the top of a block B of weight 4.2 N. The coefficient of kinetic friction μ_k between the surfaces A-B and B-table is 0.3. The blocks A and B are connected by a light, flexible cord passing around a fixed, massless and frictionless pulley.

a) Sketch the force diagram of each block.
b) Find the magnitude of the horizontal force $\vec{F}$ necessary to drag block B to the left at constant speed.



Solution

IDENTIFY: Apply $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ to each block. Forces between the blocks are related by Newton's 3rd law. The target variable is the force F. Block B is pulled to the left at constant speed, so block A moves to the right at constant speed and $a = 0$ for each block.

SET UP: The free-body diagram for block A is given in Figure 5.83a. n_{BA} is the normal force that B exerts on A. $f_{BA} = \mu_k n_{BA}$ is the kinetic friction force that B exerts on A. Block A moves to the right relative to B, and f_{BA} opposes this motion, so f_{BA} is to the left.

Note also that F acts just on B, not on A.

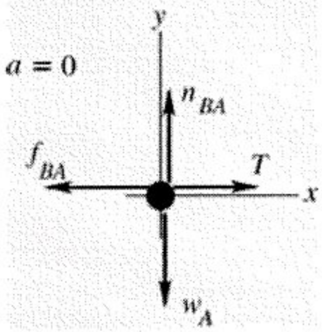


Figure 5.83a

EXECUTE:

$\sum F_y = ma_y$

$n_{BA} - w_A = 0$

$n_{BA} = 1.40\ \text{N}$

$f_{BA} = \mu_k n_{BA} = (0.30)(1.40\ \text{N}) = 0.420\ \text{N}$

$\sum F_x = ma_x$

$T - f_{BA} = 0$

$T = f_{BA} = 0.420\ \text{N}$

SET UP: The free-body diagram for block B is given in Figure 5.83b.

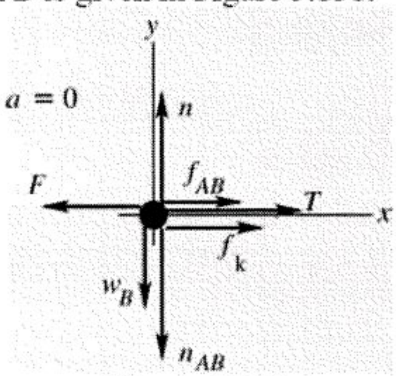


Figure 5.83b

EXECUTE: n_{AB} is the normal force that block A exerts on block B. By Newton's third law n_{AB} and n_{BA} are equal in magnitude and opposite in direction, so $n_{AB} = 1.40\ \text{N}$. f_{AB} is the kinetic friction force that A exerts on B. Block B moves to the left relative to A and f_{AB} opposes this motion, so f_{AB} is to the right.

$f_{AB} = \mu_k n_{AB} = (0.30)(1.40\ \text{N}) = 0.420\ \text{N}.$

n and f_k are the normal and friction force exerted by the floor on block B; $f_k = \mu_k n$. Note that block B moves to the left relative to the floor and f_k opposes this motion, so f_k is to the right.

$\sum F_y = ma_y$

$n - w_B - n_{AB} = 0$

$n = w_B + n_{AB} = 4.20\ \text{N} + 1.40\ \text{N} = 5.60\ \text{N}$

Then $f_k = \mu_k n = (0.30)(5.60\ \text{N}) = 1.68\ \text{N}.$

$\sum F_x = ma_x$

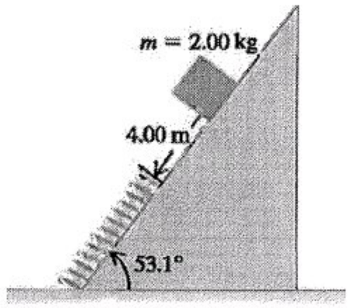
$f_{AB} + T + f_k - F = 0$

$F = T + f_{AB} + f_k = 0.420\ \text{N} + 0.420\ \text{N} + 1.68\ \text{N} = 2.52\ \text{N}$

Problem 4 (8 Points)

A package of mass m = 2 kg is placed on an inclined plane of 53.1° and then released at a distance L = 4 m from the top of a massless spring of force constant k = 120 N/m. The spring is attached at the bottom of the inclined plane as shown in the figure. The coefficient of kinetic friction between the package and the incline is $\mu_k = 0.2$.

a) What is the speed of the package just before it reaches the spring?
b) What is the maximum compression of the spring?



Solution

IDENTIFY: Apply Eq.(7.14) to the motion of the package. $W_{other} = W_{f_k}$, the work done by the kinetic friction force.

SET UP: $f_k = \mu_k n = \mu_k mg\cos\theta$, with $\theta = 53.1°$. Let $L = 4.00$ m, the distance the package moves before reaching the spring and let d be the maximum compression of the spring. Let point 1 be the initial position of the package, point 2 be just as it contacts the spring, point 3 be at the maximum compression of the spring, and point 4 be the final position of the package after it rebounds.

EXECUTE: (a) $K_1 = 0$, $U_2 = 0$, $W_{other} = -f_k L = -\mu_k L\cos\theta$. $U_1 = mgL\sin\theta$. $K_2 = \frac{1}{2}mv^2$, where v is the speed before the block hits the spring. Eq.(7.14) applied to points 1 and 2, with $y_2 = 0$, gives $U_1 + W_{other} = K_2$. Solving for v,

$v = \sqrt{2gL(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)} = \sqrt{2(9.80\text{ m/s}^2)(4.00\text{ m})(\sin 53.1° - (0.20)\cos 53.1°)} = 7.30$ m/s.

(b) Apply Eq.(7.14) to points 1 and 3. Let $y_3 = 0$. $K_1 = K_3 = 0$. $U_1 = mg(L+d)\sin\theta$. $U_2 = \frac{1}{2}kd^2$.

$W_{other} = -f_k(L+d)$. Eq.(7.14) gives $mg(L+d)\sin\theta - \mu_k mg\cos\theta(L+d) = \frac{1}{2}kd^2$. This can be written as

$d^2\dfrac{k}{2mg(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)} - d - L = 0$. The factor multiplying d^2 is 4.504 m^{-1}, and use of the quadratic formula gives $d = 1.06$ m.

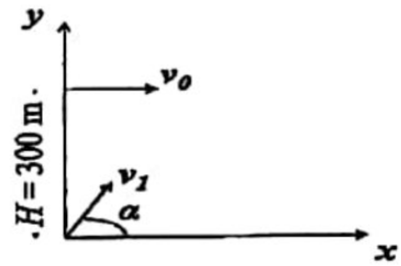
Université Libanaise
Faculté des Sciences I
Département de Physique

Cours: Phys100 (Mécanique)
Examen: Partiel 2016-2017
Durée: 1 heure

(Prendre $g = 10\ m/s^2$)

Problème I (8 Points)

Une bombe est lancée d'une hauteur H=300m avec une vitesse $v_0 = 60\ m/s$ horizontalement. Un missile est envoyé pour intercepter et détruire cette bombe. La vitesse du missile est v_1 et l'angle du tir est α ($\cos\alpha = 4/5$ et $\sin\alpha = 3/5$).



a) Déterminer le module de la vitesse $\vec{v_1}$ pour que le missile intercepte la bombe.
b) Quel est le temps nécessaire, après leur lancement, pour que le missile intercepte la bombe ?
c) Déterminer les coordonnées (x, y) du point d'interception.

Problème II (6 Points)

Un avion léger atteint une vitesse dans l'air $\vec{v}_{avion/air}$ de 500 Km/h. le pilote se déplace vers une destination située à 800 Km au Nord, il découvre que l'avion doit être dirigé de 70° Nord par rapport à l'Est pour arriver à sa destination. Alors l'avion arrive à sa destination dans 2 heures. (Astuce : vous pouvez choisir l'axe des x le long de la direction Est et l'axe des y le long de la direction Nord).

a) Quels sont le module et l'orientation de la vitesse de l'avion par rapport à la terre $\vec{v}_{avion/terre}$?
b) Quels sont le module et l'orientation de la vitesse de l'air $\vec{v}_{air/terre}$?

Problème III (10 Points)

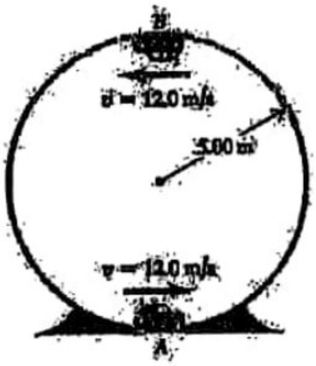
Pour éviter le glissement d'un bloc vers le bas d'un plan incliné, un étudiant A pousse le bloc dans une direction parallèle au plan incliné de sorte que le bloc reste en équilibre. Dans une situation identique, un autre étudiant B pousse le bloc avec une force horizontale. Soient m la masse du bloc, μ_s le coefficient de frottement statique entre le bloc et le plan incliné et θ l'angle d'inclinaison du plan.

a) Tracer le diagramme des forces agissant sur le bloc dans chaque situation.
b) Déterminer les modules des forces $\vec{F}_A$ et $\vec{F}_B$.
c) Prenons $m = 2$ kg, $\theta = 25°$ et $\mu_s = 0,16$, déterminer lequel de deux étudiants (A ou B) a effectué un effort plus facile.

Problème IV (6 Points)

Une voiture télécommandée de masse 1,6 Kg se déplace à une vitesse constante $v = 12$ m/s en décrivant un mouvement circulaire vertical à l'intérieur d'un cylindre métallique creux de rayon $R = 5$ m (voir figure). Quelle est le module de la force normale exercée par la paroi du cylindre sur la voiture au:

a) Point A (au fond du cercle vertical)?
b) Point B (au sommet du cercle vertical) ?



Lebanese University
Faculty of Sciences I
Department of Physics

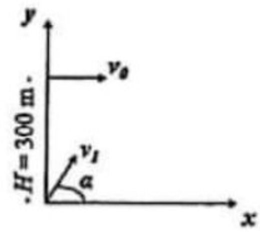
Course: Phys 1100 (Mechanics)
Exam: Partial, Fall 2016-2017
Duration 1 hour

(Take $g = 10$ m/s^2)

Problem 1 (8 Points)

A bomb is launched horizontally from a height $H = 300$ m with an initial speed $v_0 = 60$ m/s. At the same time, a missile is launched (in the same vertical plane) in order to intercept this bomb and explode it in air. The speed of the missile is v_1 and its angle of launching is α, such that: $\cos\alpha = 4/5$ and $\sin\alpha = 3/5$. The initial positions of the bomb and the missile are shown in the figure.

a) Determine the speed v_1 with which the missile can reach the bomb.
b) At what time after launching them, the bomb and the missile do they intercept?
c) What are the coordinates (x, y) of the point of interception?



Solution:

We shall find first the coordinates of the two projectiles separately:

Bomb: $\theta_0 = 0$, so $x_B = v_0t$, $y_B = -1/2gt^2 + H$

Missile: $\theta_0 = \alpha$, so $x_M = v_1*\cos\alpha*t$, $y_M = -1/2gt^2 + v_1*\sin\alpha*t$

At the point of interception: $x_B = x_M$ and $y_B = y_M$

a) From $x_B = x_M$, $v_0t = v_1*\cos\alpha*t$, so $v_1 = v_0/(\cos\alpha) = (5/4)*60 = 75$ m/s.
b) From $y_B = y_M$, $-1/2gt^2 + H = -1/2gt^2 + v_1*\sin\alpha*t$, so $t = H/(v_1*\sin\alpha) = 300/(3/5*75) = 6.67$ s.
c) $x_B = x_M = v_0t = 60*6.67 = 400$ m. $y_B = y_M = -1/2gt^2 + H = -1/2*9.8*(6.67)^2 + 300 = 77.6$ m.

Problem 2 (6 Points)

A light plane attains a wind-speed (i.e. the speed of the plane relative to the wind is v_{pw}) of 500 km/h. The pilot sets out for a destination 800 km due north but discovers that the plane must be headed 70° north of east in order to get to his destination. The plane arrives in 2 hours. (Hint: You may choose the x-axis along the east direction and the y-axis along the north direction)

a) What is the magnitude and direction of the velocity of the plane with respect to ground (v_{pg})?
b) What are the magnitude and direction of the wind velocity (v_{wg})?

<u>**Solution:**</u>

a) The destination is $\vec{D} = 800 \text{ km}\,\hat{j}$ where we orient axes so that $+y$ points north and $+x$ points east. This takes two hours, so the (constant) velocity of the plane (relative to the ground) is $\vec{v}_{pg} = (800/2 \text{ km/h})\,\hat{j} = (400 \text{ km/h})\,\hat{j}$. Therefore, $v_{pg} = 400$ km/h and $\theta_{pg} = 90°$.

b) This must be the vector sum of the plane's velocity with respect to the air which has (x,y) components (500cos70°, 500sin70°) and the velocity of the air (*wind*) relative to the ground . Thus,

$$\vec{v}_{pg} = \vec{v}_{pw} + \vec{v}_{wg}$$

$$(400 \text{ km/h})\,\hat{j} = (500 \text{ km/h}) \cos 70°\,\hat{i} + (500 \text{ km/h}) \sin 70°\,\hat{j} + \vec{v}_{wg}$$

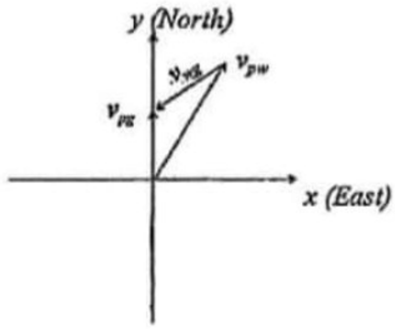
which yields

$$\vec{v}_{wg} = (-171 \text{ km/h})\hat{i} - (70.0 \text{ km/h})\hat{j}\,.$$

The magnitude of $\vec{v}_{wg}$ is $|\vec{v}_{wg}| = \sqrt{(-171\ km/h)^2 + (-70\ km/h)^2} = 185\ km/h.$

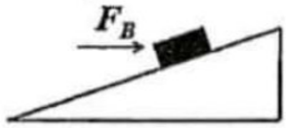
The direction of $\vec{v}_{wg}$ is

$$\theta_{wg} = tan^{-1}\left(\frac{-70}{-171}\right) = (180 + 22.3)^\circ = 202.3^\circ \text{ or } 22.3° \text{ south of west.}$$



Problem 3 (10 Points)

To prevent a box from sliding down an inclined plane, student A pushes on the box in the direction parallel to the incline, just hard enough to hold the box stationary. In an identical situation student B pushes on the box horizontally. Regard as known the mass m of the box, the coefficient of static friction μ_s between box and incline, and the inclination angle θ.



a) Sketch the force diagram in each situation.
b) Determine the magnitudes of the forces F_A and F_B.
c) Now take $m = 2$ kg, $\theta = 25°$ and $\mu_s = 0.16$ and determine which student has the easier job (A or B).

<u>**Solution:**</u>

(a) Situation A

$$\sum F_x = ma_x: \quad F_A + \mu_s n - mg\sin\theta = 0$$
$$\sum F_y = ma_y: \quad +n - mg\cos\theta = 0$$

Eliminate $n = mg\cos\theta$ to solve for

$$\boxed{F_A = mg(\sin\theta - \mu_s\cos\theta)}.$$

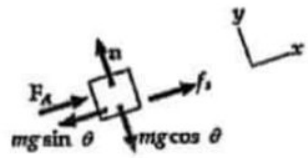


FIG. P5.53(a)

(b) Situation B

$$\sum F_x = ma_x: \quad F_B\cos\theta + \mu_s n - mg\sin\theta = 0$$
$$\sum F_y = ma_y: \quad -F_B\sin\theta + n - mg\cos\theta = 0$$

Substitute $n = mg\cos\theta + F_B\sin\theta$ to find

$$F_B\cos\theta + \mu_s mg\cos\theta + \mu_s F_B\sin\theta - mg\sin\theta = 0$$
$$\boxed{F_B = \frac{mg(\sin\theta - \mu_s\cos\theta)}{\cos\theta + \mu_s\sin\theta}}$$

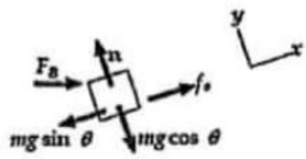


FIG. P5.53(b)

(c) $F_A = 2*10*(\sin 25° - 0.16\cos 25°) = 5.55$ N

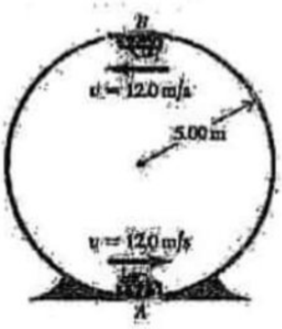
$$F_B = \frac{2*10*0.278}{\cos 25° + 0.16\sin 25°} = 5.70 \text{ N}$$

Student $\boxed{A}$ need exert less force.

Problem 4 (6 Points)

A small remote-control car with mass 1.6 kg moves at a constant speed of $v = 12$ m/s in a vertical circle inside a hollow metal cylinder that has a radius of $R = 5$ m, as shown in the figure. What is the magnitude of the normal force exerted on the car by the walls of the cylinder at:

a) Point A (at the bottom of the vertical circle)?
b) Point B (at the top of the vertical circle)?



__Solution:__

Take the positive y-axis upward:

a) $N_A - mg = mv^2/R$, so $N_A = m(g + v^2/R) = 62$ N.
b) $-N_B - mg = -mv^2/R$, so $N_B = m(v^2/R - g) = 30$ N.

We conclude that if the speed of the car changes N_A is always greater than the weight mg but N_B could be positive (the car stays in contact with the cylinder and pushes upward), zero (the car is about to fall down) and negative (the car falls down).