École de technologie supérieure **Session H21**
Introduction à la physique du génie
PHY 144-05 Prof :Baune

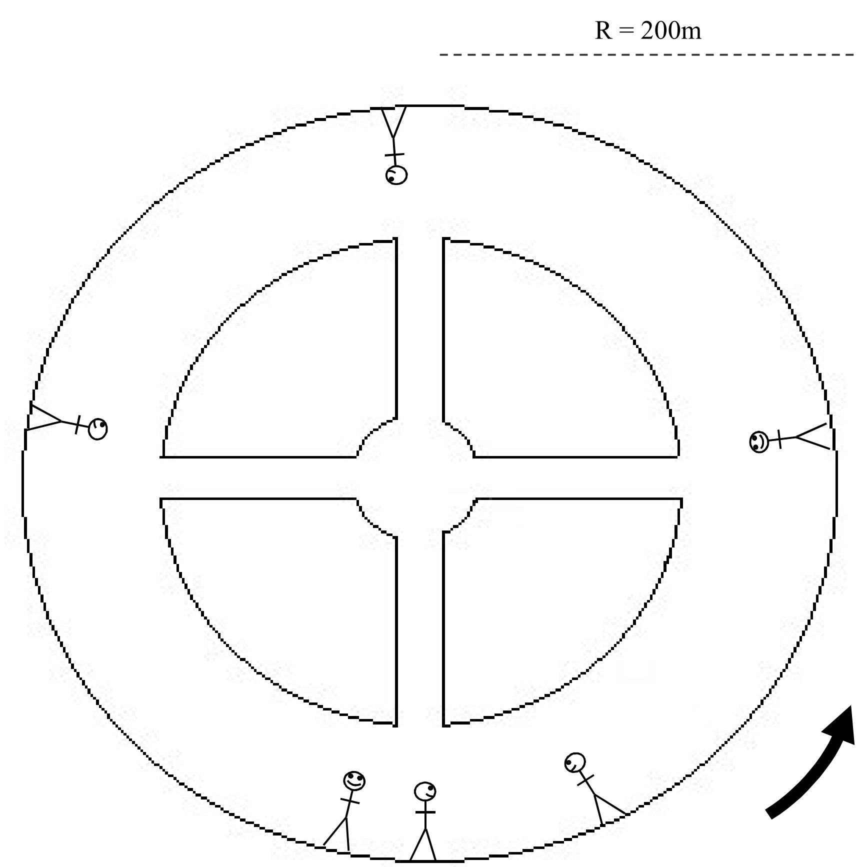
<u>Devoir 3</u>

Indiquez CLAIREMENT <u>vos démarches</u> et <u>réponses</u> car il y a attribution de points pour la présentation. Ce devoir contient 3 questions et peut être fait en équipe de 3 maximum. Il vaut 8 pts de la note finale. Date de remise : **Vendredi le 9 avril à 19h.**

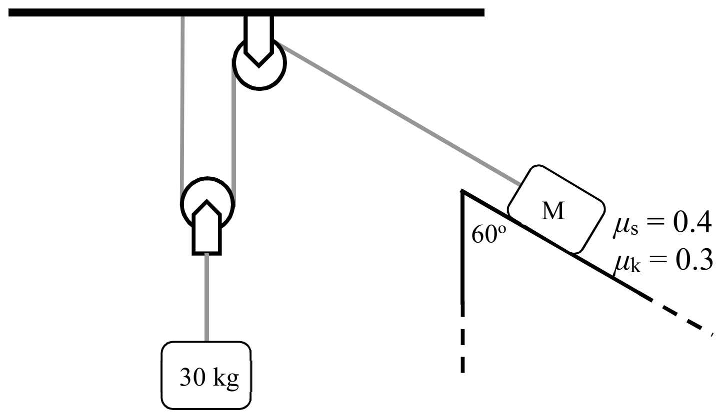
<u>*Question 1*</u>

La figure ci-jointe représente une station spatiale flottant loin dans l'espace, avec ses habitants vivant sur la paroi interne. La masse de la station est de 400 Tonnes (métrique) et son rayon vaut 200 m. Partant du repos, cette station est animée d'un mouvement circulaire uniformément accéléré (MCUA) pour atteindre une vitesse angulaire constante.

a) Que doit valoir cette vitesse angulaire constante (en RPM) pour que les habitants y ressentent une « force gravitationnelle » équivalente à 1 g ?
b) Si cela a pris 9 heures pour que la station atteigne sa vitesse angulaire constante, alors que valait son accélération tangentielle en m/sec^2 ?



Question 2 Consultez la figure ci-jointe.



a) Nous requerrons que ce système soit statique. Quelles sont alors les valeurs possibles pour la masse M?
b) Si M = 100 kg alors quelle sera l'accélération (et le sens) du bloc M et du bloc de 30 kg ? (Attention aux accélérations!)

Question 3

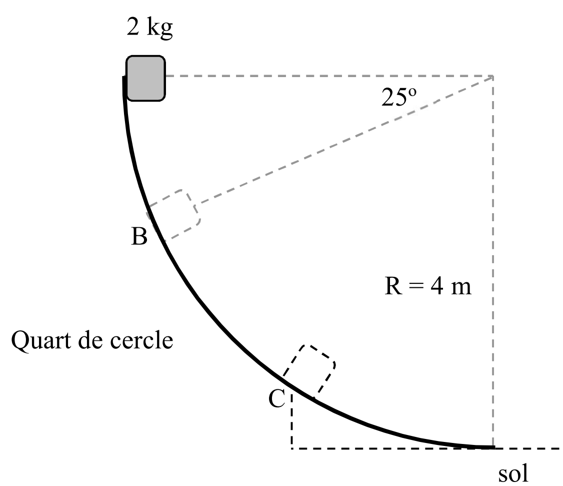
Un petit bloc de masse 2 kg est relâché de la position suivante. Dû à la nature du frottement, le frottement arrêtera le bloc (point C) avant qu'il n'arrive au sol. Supposons que le frottement est constant et vaut 13 N. Attention ! L'accélération *le long de la trajectoire* n'est pas un MRUA.

Après une chute de 25° (position B),

a) Quelle sera la hauteur du bloc?
b) Quelle sera la vitesse du bloc?
c) Quelle sera la force normale que subit le bloc?
d) Quelle sera son accélération tangentielle?

Le bloc continue son chemin…

e) À quelle hauteur du sol s'arrêtera le bloc?

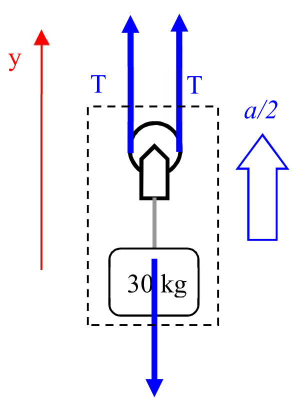


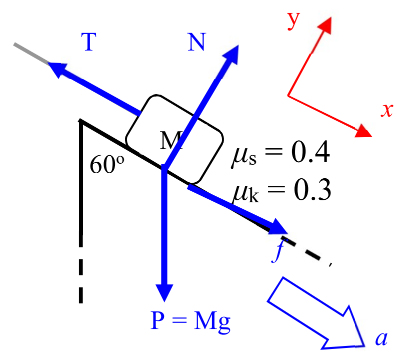
Solution de la question 1

a) On veut que $a_c = g$. Donc $v^2/R = 9.81$. $v^2/200 = 9.81$, donc $v = 44.29$ m/s. De $v = R\,\omega$, $\omega = 0.2215$ rad/s. Multiplies par 60 et divise par 2π donne $\omega = 2.1$ RPM.
b) 9h = 32400 sec. L'accélération $a_t = \Delta v/ \Delta t = 44.29/32400 = 0.00137$ m/s^2.

Solution de la question 2

Voici les DCL des deux systèmes. Axes en rouge. Forces et accélérations en bleue. Remarque : si M glisse sur une distance *d* alors le bloc de gauche bouge de *d*/2; Le mouvement du bloc de gauche sera la moitié de de celui du bloc de droite, d'où le « a/2 » pour le bloc de gauche. g = 9.81 m/s^2.





a) Soit M inconnue mais <u>sur le point de glisser</u>. Alors le tout est statique ($a = 0$). On a alors :

Bloc gauche : $\Sigma F_y = ma_y$: $2T - 294.3 = 30*(0/2)$

Bloc droite :

$\Sigma F_x = ma_x$: $\pm f + Mg*\cos(60) - T = M(0)$
$\Sigma F_y = ma_y$: $N - Mg*\sin(60) = 0$
$f = \mu N$: $f = f_{Max} = 0.4*N$

Le ± signifie deux cas à vérifier, selon le sens du frottement (selon le sens potentiel de glissement).
Un solve en prenant le « + » donne : T = 147.15 N, f = 60.22 N, M = 17.72 kg, N = 150.56 N.
Un solve en prenant le « - » donne : T = 147.15 N, f = 331.89 N, M = 97.66 kg, N = 829.71 N.

En d'autres mots, Pourvue que M = 17.72 kg à 97.66 kg, tout demeurera statique.

b) De a), si M = 100 kg, alors M > 97.66 et glissera donc vers le bas du plan; l'autre bloc montera (voir vecteurs accélérations sur la figure.)

En reprenant les équations en a), en remplaçant M = 100 kg , a = inconnue, f = 0.3*N, et que le frottement sera dans le sens inverse de nos axes (frottement « vers le haut » car le bloc descend), on obtient

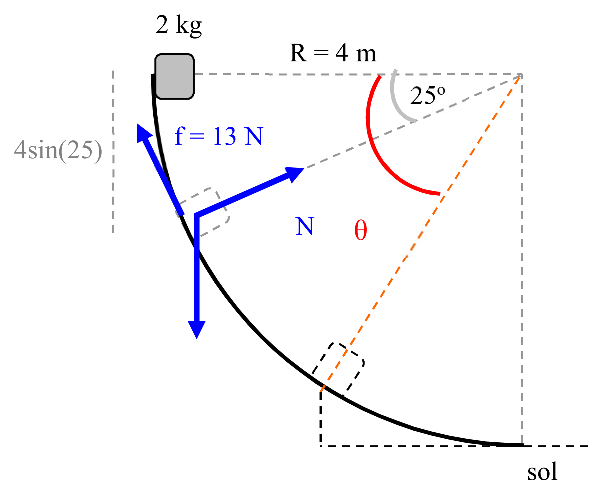
Bloc gauche : $2T - 294.3 = 30*(a/2)$ [pourquoi $a/2$?]

Bloc droite :

x : $-f + 100g*\cos(60) - T = 100a$
y : $N - 100g*\sin(60) = 0$
$f = 0.3*N$

Un solve donne: T = 153.32N, $a = 0.823$ m/s^2 (donc glisse bien vers le bas) , f = 254.9N, N = 849.6 N.

Solution de la question 3



a) Il tombe d'une hauteur de 4sin(25) donc sa nouvelle hauteur est de 4 – 4sin(25) = 2.3095 m.

b) La longueur de l'arc de cercle de 25° est $s = R\theta = 4*(25*\pi/180) = 5\pi/9$ m =1.745 m. Le travail fait par le frottement est alors $13*(5\pi/9) = 22.69$ J.

De la conservation d'énergie :
$mgh + K \pm W_{ext} = mgh + K$ (pas de ressorts ici).
$2g*4 + ½*2*(0)^2 - 13*(5\pi/9) = 2g*2.3095 + ½*2*v^2$

Un solve pour v donne v = 3.23 m/s

c) Selon l'axe radiale (centripète) , $\Sigma Fc = ma_c \rightarrow N - 19.62\sin(25) = 2*(v^2/R)$, où v a été trouvé en b), et R = 4. Isolant N on trouve que N = 13.53 N.

d) Selon l'axe tangentiel, $\Sigma F_t = ma_t \rightarrow 19.62\cos(25) - 13 = 2*a_t$. Donc $a_t = 2.39$ m/s^2

e) Soit le point initial = le sommet de départ. Soit **θ** l'angle d'arrêt (en rad). Donc la hauteur finale est $4 - 4\sin(\theta) = 4(1-\sin(\theta))$. La longueur d'arc vaut ***s*** $= 4\theta$ et le travail effectué par le frottement est alors $13*(4\theta)$. Par la conservation d'énergie, $mgh + K \pm W_{ext} = mgh + K$, et les K = 0 car la vitesse initiale et finale sont zéro. Ceci nous donne :

$2g*4 + 0 - 13*4\theta = 2g*4(1-\sin(\theta))$. Un solve (calculatrice doit être en rad ici car on utilise $s = R\,\theta$) pour θ entre $[0, \pi/2]$ donne θ = 1.506 rad = 86.29°. Donc la hauteur finale vaut 4(1-sin(1.506)) = 0.00838 m = 0.838 cm su sol.

Autre façon plus rapide : toute l'énergie potentielle gravitationnelle a été perdue en frottement : Soit ***s*** la longueur de l'arc du déplacement.
$Mg\Delta h = 13\boldsymbol{s} \rightarrow 2*9.81*4\sin(\theta) = 13*(4\theta)$. Solve pour θ et on obtient la même réponse!