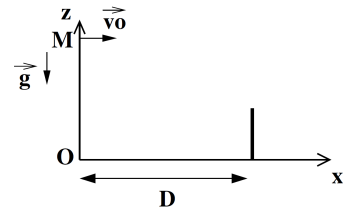


TD Mécanique 02 : Dynamique newtonienne

Exercice 1 – Attaque d'un château fort

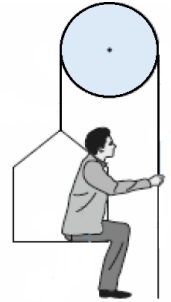
Lors des sièges de châteaux forts, il n'était pas rare que les assaillants utilisent des tours de siège. Celles-ci permettaient d'amener les assaillants au niveau des fortifications les plus basses afin qu'ils puissent envahir le château. Un archer posté sur les remparts de hauteur H tente de viser un assaillant au sommet d'une tour de siège de hauteur h . Il tire une flèche de masse m en lui communiquant une vitesse initiale v_0 horizontale.



1. Déterminez les équations horaires de la flèche en négligeant les frottements de l'air et la poussée d'Archimède.
2. Quelle est la distance minimale D entre la muraille et la tour de siège pour que l'archer puisse atteindre l'assaillant ?

Exercice 2 – Peintre en bâtiment

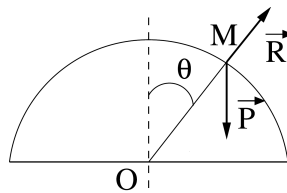
Un peintre en bâtiment de 90 kg est assis sur une chaise le long d'un mur qu'il doit peindre. Sa chaise est suspendue à une corde reliée à une poulie. Pour grimper, le peintre tire sur l'autre extrémité de la corde avec une force $F = 680$ N. La masse de la chaise est de 15 kg.



1. Déterminez l'accélération du peintre et de sa chaise. Commentez son signe.
2. Quelle force le peintre exerce-t-il sur la chaise ?
3. Quelle quantité de peinture peut-il hisser avec lui ?

Exercice 3 – L'esquimau et l'igloo

Un esquimau de masse m est assis au sommet d'un igloo, que l'on assimile à une demi sphère de rayon R_0 . Il commence à glisser en partant du sommet de l'igloo, jusqu'à la rupture de contact entre lui et la surface de l'igloo. Nous cherchons à déterminer pour quel angle l'esquimau quitte l'igloo. On négligera les frottements solides entre l'igloo et l'esquimau.



1. Grâce à l'application de la seconde loi de Newton, exprimez la réaction normale du support R en fonction de m , g , θ et de la dérivée de θ par rapport au temps.
2. Grâce à la seconde équation obtenue par projection du PFD, montrez la relation suivante. Vous pourrez vous aider d'une multiplication de chacun des membres de cette équation par $\dot{\theta}$.

$$\dot{\theta}^2 = \frac{2g}{R_0}(1 - \cos(\theta))$$

3. Déterminez une expression de R ne dépendant que de θ .
4. Pour quel angle θ_0 l'esquimau quitte-t-il l'igloo ?

Exercice 5 – Descente à ski

Un skieur de masse $m = 80$ kg descend une piste de ski à 45° . L'air exerce une force de frottement fluide à faible vitesse, de coefficient $\lambda = 1,0 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$, et la neige une force de frottement solide de coefficient 0,90. La vitesse initiale du skieur est négligeable.

1. Déterminez la valeur de la vitesse limite atteinte par le skieur.
2. Déterminez l'évolution de la position du skieur au cours du temps.

Exercice 4 – Effet d'arc-boutement

L'effet d'arc-boutement est le phénomène de blocage d'un solide en liaison glissière sur un axe avec un . Afin de pouvoir visser des éléments au plafond d'une pièce, il faut que le filetage des vis utilisées soit adapté au matériau constituant le plafond. Si l'angle du filetage n'est pas adapté, on peut observer un glissement de la vis, phénomène qu'il faut éviter à tout prix. On dispose des coefficients de frottement statique : $\mu_S \text{ métal-bois} \approx 0,36$ et $\mu_S \text{ métal-métal} \approx 0,14$.

1. Solide sur un plan incliné

Afin d'étudier le problème de manière simplifiée, on considère un solide de masse m posé sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. Le coefficient de frottement statique entre les deux solide est μ_S .

1.1 En supposant ce solide à l'équilibre, déterminez les expressions de la réaction normale et de la réaction tangentielle du support en fonction de m , g et α .

1.2 À quelle condition sur l'angle α et le coefficient de frottement statique μ_S y-a-t-il adhérence entre le solide et le support ? On observe alors le phénomène d'arc-boutement.

2. Détermination de l'angle du filetage des vis

Lorsque l'on fixe une vis dans un plafond, on souhaite éviter le glissement entre la surface métallique de la vis et la surface du matériau constituant le plafond.

2.1 Montrez à l'aide d'un schéma que l'angle α de la situation précédente peut être défini comme l'angle de filetage de la vis.

2.2 Justifiez que l'angle du filetage des vis à bois est de l'ordre de 20° et celui des vis à métaux de 8° .

Exercice 6 – Étude de frottements à forte vitesse

1. Sphère en position d'équilibre

Une sphère en plomb de rayon $r = 1,00 \text{ cm}$ et de masse volumique $\rho = 11,34 \text{ g.cm}^{-3}$ est suspendue à un point fixe O par un fil et se trouve placée dans une soufflerie. La vitesse du vent, horizontale a pour valeur $v_0 = 10,0 \text{ m.s}^{-1}$. Le fil forme alors un angle $\alpha = 1,68.10^{-2} \text{ rad}$ avec la verticale. Sachant que la résistance de l'air est de la forme $f = k \pi r^2 v_0^2$, déterminez le coefficient k et précisez son unité dans le système international.

2. Sphère en mouvement

Cette sphère est maintenant lâchée sans vitesse initiale dans l'air. La résistance de l'air est alors $f = k \pi r^2 v^2$ avec v la vitesse de la sphère.

2.1 Déterminez la loi de vitesse de la chute en faisant apparaître une vitesse limite v_l et un temps caractéristique τ

2.2 Déduisez-de la question précédente la loi horaire $z(t)$. Comment varie $z(t)$ pour $t \gg \tau$?

2.3 Représentez graphiquement $v(t)$ et $z(t)$.