

Quelques infos pratiques

Qui? Dr Fabio Ricci

Accent? italien

Où? Bâtiment B5a (physique), bureau 3/8

Mail fabio.ricci@uliege.be

N'hésitez jamais:

- à poser des questions
- à m'interrompre pour poser des questions si je ne suis pas assez clair
- à venir dans mon bureau (ou celui de M. Verstraete - B5a 3/7) pour des clarifications/questions

Critères de réussite:

- interagir/discuter
- pour chaque exercice/problème il est fondamental de:
 - lire et comprendre l'énoncé
 - réaliser un schéma/dessin
 - décrire en quelques mots la situation physique
 - indiquer en quelques mots la raison/objectif d'un passage mathématique

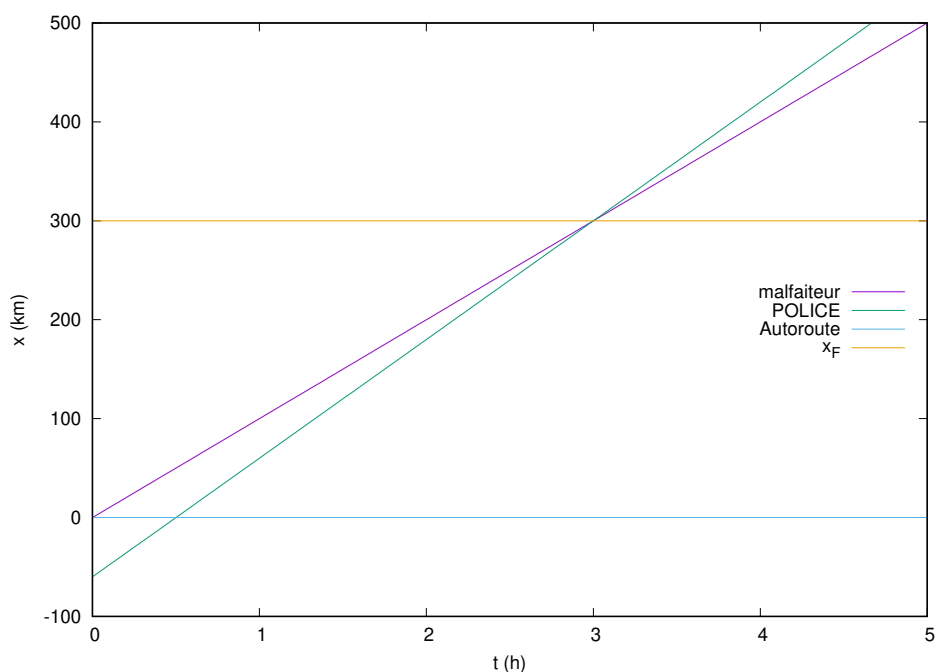
Mouvement 1D et 2D (Chapitres 1 et 2)

(★) La vitesse du son dans l'air (à 0° C) est constante et vaut $v_s = 330 \text{ m/s}$, tandis que celle de la lumière vaut $v_l = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Si vous entendez le tonnerre 5 s après avoir vu l'éclair, à quelle distance la foudre est-elle tombée?

Rép. : $d = 1650.00181500 \text{ m}$; $d = 1650.00000000 \text{ m}$ si $v_l \rightarrow \infty$

(★) Un malfaiteur prend l'autoroute, au volant d'une voiture volée, à la vitesse constante de 100 km/h en direction de la frontière qui se trouve à une distance de 300 km . La police, avertie, arrive à l'entrée de l'autoroute une demie heure après. Quelle doit être la vitesse minimale de la voiture de la police pour arrêter le malfaiteur avant qu'il n'atteigne la frontière?

Rép. : $v_{\min} = 120 \text{ km/h}$



(★) Un robot se déplace à la vitesse de 1.5 m/s . Brusquement, il subit une accélération uniforme de 1.0 m/s^2 vers un mur situé à une distance de 10 m . A quelle vitesse frappe-t-il le mur?

Rép. : $v_{\min} = 4.7 \text{ m/s}$

Le conducteur d'une Cadillac rose roule sur l'autoroute à une vitesse constante de 96.5 km/h dans une zone où la vitesse limite est 88.0 km/h . Une voiture de police est à 20 m derrière lui et roule à la même vitesse. La voiture de la police accélère alors et atteint le contrevenant

après 2 s. Quelle était l'accélération de la voiture de police en supposant cette dernière constante?

Rép. : $a = 10 \text{ m/s}^2$

(★) Un jeune enfant joue tout seul en jetant une balle verticalement vers le haut. A quelle vitesse doit-il la lancer pour qu'elle revienne dans ses mains exactement une seconde plus tard? La résistance de l'air est négligée.

Rép. : $v = 4.9 \text{ m/s}$

(★) Un politicien de votre choix se trouve en haut d'une falaise de hauteur $h = 50 \text{ m}$ et vous vous trouvez à distance $d = 100 \text{ m}$ du bas de la falaise. Votre canon tire un boulet à une vitesse initiale de $v_0 = 50 \text{ m/s}$. A quel angle θ par rapport au sol devez-vous orienter le canon pour améliorer la vie politique belge?

Indice: pour obtenir des formules simples, exprimer le tout en fonction de la tangente de θ plutôt que θ .

Rép. : $\theta_1 = 39.8^\circ$ et $\theta_2 = 76.8^\circ$

Les lois de Newton (Chapitre 3)

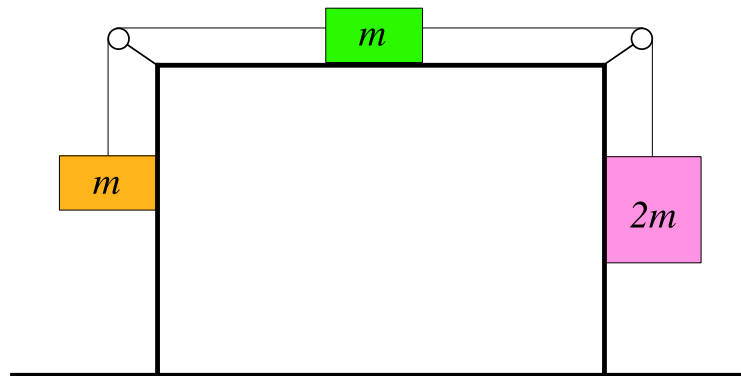
(★) Une balle de tennis, de masse 0.058 kg , est initialement au repos. Elle est servie avec une vitesse 45 m/s .

- Si la raquette est en contact avec la balle pendant 0.004 s , quelle est la force résultante qui agit sur la balle durant le service?
- Le/La tennis man/woman frappe maintenant la balle à la descente, alors qu'elle a une vitesse verticale de 1 m/s , et avec un angle de 12° sous l'horizontale. Si la force impartie à la balle est la même, quelle sera maintenant sa vitesse?
- Que se passe-t-il si la balle est frappée à la montée plutôt qu'à la descente?

Rép. : (a) $F = 652.5 \text{ N}$; (b) $\mathbf{v}_f = (44.017; -10.356) \text{ m/s}$; (c) $\mathbf{v}_f = (44.017; -8.356) \text{ m/s}$

(★) Dans la figure ci-dessous les ficelles et les poulies ont des masses négligeables et il n'y a pas de frottement. Évaluer:

- les tensions des ficelles.
- l'accélération du système.



Rép. : (a) $T_{12} = T_{21} = \frac{5}{4} mg$ et $T_{23} = T_{32} = \frac{3}{2} mg$; (b) $a = \frac{g}{4}$

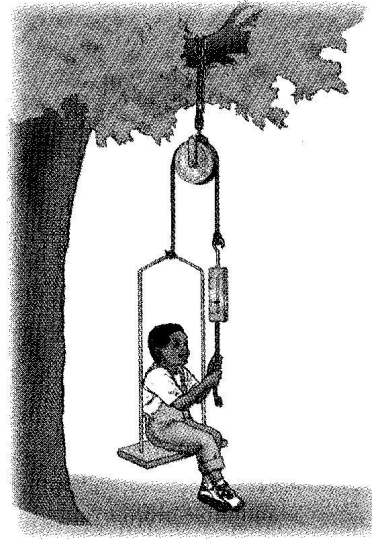
Un corps de masse m repose sur un plan incliné d'un angle θ par rapport à l'horizontale. Le coefficient de frottement est μ .

- Sous quelle condition est-il en équilibre statique? Faire un schéma des forces agissant sur ce corps, en indiquant la valeur de leur norme.
- Déterminer la force à appliquer pour lui faire gravir le plan avec une vitesse constante.

Rép. : (a) $\tan \theta \leq \mu_s$; (b) $F_m = mg (\sin \theta + \mu_c \cos \theta)$

Pirlouit veut monter dans un arbre sans grimper. Il est assis sur une balançoire attachée par une poulie à l'arbre. Il tire sur l'extrémité libre de la corde de telle manière que le dynamomètre y indique 250 N . Sachant que le poids de Pirlouit est de 320 N et celui de la balançoire et de 160 N , calculez l'accélération de Pirlouit. Quelle est l'intensité de la force que ce dernier exerce sur la balançoire?

Rép. : $a = 0.4088 \text{ m/s}^2$; $F_N = 250/3 \text{ N}$



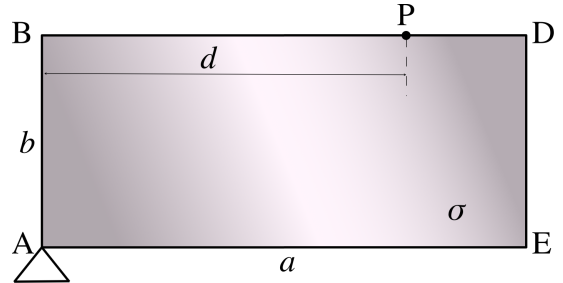
Un réfrigérateur dont la masse est de 120 kg est au repos sur le sol d'une cuisine ($\mu_s = 0.4$ et $\mu_c = 0.2$).

- (a) Si personne ne touche le réfrigérateur, quelle est la force de frottement exercée par le sol?
- (b) Un garçon dont la masse est de 40 kg s'appuie sur le réfrigérateur et exerce ainsi une force horizontale qui vaut la moitié de son poids. Quelle est la force de frottement exercée par le sol sur le réfrigérateur?

Rép. : $F_F = 0 \text{ N}$; $F_F = mg/2 = 196.2 \text{ N}$

La statique (Chapitre 4)

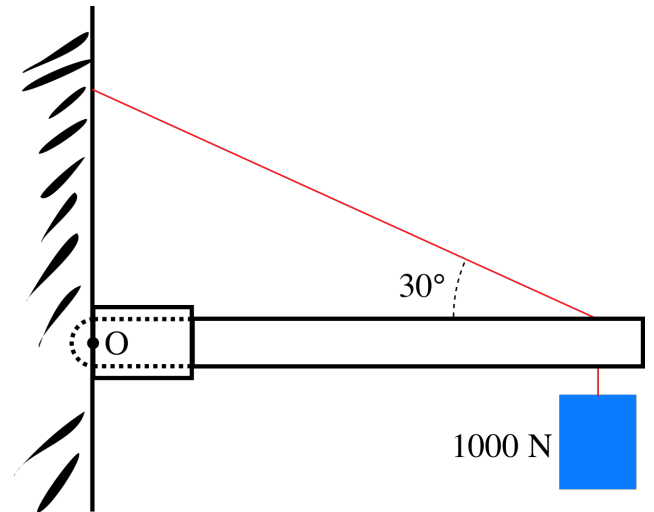
Une plaque plane, rigide et homogène, avec densité superficielle σ , est de forme rectangulaire avec dimensions a et b . Elle est posée sur un plan vertical avec son sommet inférieur A sur un support fixe, comme montré dans la figure ci-contre. Si au point P du côté BD, à une distance d du sommet B, est appliquée une force verticale, on obtient l'équilibre statique de la plaque avec le côté BD horizontal. Obtenir l'expression de la norme de cette force F et l'expression de la réaction normale au point A.



$$\text{Rép. : } F = \frac{\sigma a^2 b g}{2d}; N = \sigma a b g \left(1 - \frac{a}{2d}\right)$$

Dans la figure ci-contre, un poids est attaché à une barre de masse négligeable. La barre est fixée à un pivot (O) et elle est maintenue par un câble. En sachant que le système est en équilibre statique, déterminer la tension dans le câble et la force exercée par le pivot.

$$\text{Rép. : } F_T = 2000 \text{ N}; \vec{F}_O = (1732; 0) \text{ N}$$

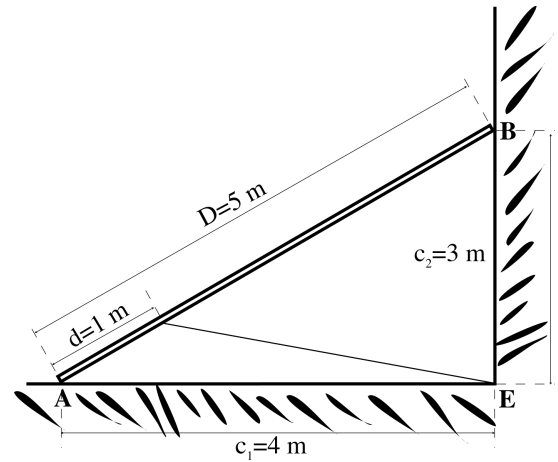


Une grande boîte de céréales a pour dimension $6\text{ cm} \times 35\text{ cm} \times 46\text{ cm}$ et une masse totale de 1 kg . Le contenu est supposé être homogène. La boîte est à proximité d'une fenêtre ouverte. Quelle est la vitesse du vent, frappant sa grande surface, nécessaire pour la renverser? La force exercée par un vent de vitesse v sur une surface perpendiculaire de 1 m^2 est donnée par $0.6v^2\text{ N}$, où v est exprimée en m/s .

Rép. : $v = 3.64\text{ m/s}$

La planche homogène de la figure ci-contre a une longueur de 5 m et pèse 100 N . La corde, attachée à la planche à 1 m de son extrémité inférieure, l'empêche de glisser sur le sol, où le frottement est négligeable. Déterminer la tension dans la corde.

Rép. : $T = 90.4\text{ N}$



Le mouvement circulaire (Chapitre 5)

Une voiture parcourt une circonférence à vitesse constante, de rayon $R = 6 \text{ m}$, en 8 s . Déterminer:

- (a) la norme de la vitesse et la vitesse angulaire de la voiture;
- (b) la norme de l'accélération centripète.

Rép. : (a) $v = 4.7 \text{ m/s}$; (b) $a_c = \frac{v^2}{R} = 3.7 \text{ m/s}^2$

Les lames d'une hélice mesurent 200 cm chacune. Sachant que la norme de la vitesse à l'extrémité d'une lame est 250 m/s , déterminer:

- (a) la vitesse d'un point qui se trouve à 75 cm de distance de l'axe de rotation;
- (b) la vitesse angulaire de l'extrémité et du point (a).

Rép. : (a) $v_A = 93.75 \text{ m/s}$; (b) $\omega = 125.00 \text{ rad/s}$

Un corps ponctuel se déplace en mouvement circulaire uniformément accéléré sur une circonférence de rayon $R = 2.5 \text{ m}$. A l'instant $t = 0 \text{ s}$ le corps passe par le point A de la circonférence, avec une vitesse angulaire ω_0 et accélération angulaire $\alpha = -0.05 \text{ rad/s}^2$. En sachant qu'à l'instant $t_1 = 4 \text{ s}$ le corps a une vitesse angulaire nulle, déterminer:

- (a) la valeur de la vitesse angulaire initiale ω_0 ;
- (b) en quel instant t_2 le corps passe une deuxième fois au point A;
- (c) la norme de l'accélération a_2 du corps au temps t_2 .

Rép. : (a) $v_A = 0.2 \text{ rad/s}$; (b) $t_2 = 8 \text{ s}$; (c) $a_2 = 0.16 \text{ m/s}^2$

Le rayon de l'orbite lunaire vaut $3.84 \cdot 10^5 \text{ km}$ et la période de la Lune est de 27.3 jours.

- (a) déterminer l'accélération de la Lune a_L .
- (b) L'accélération gravitationnelle à la surface de la Terre vaut $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. Le rayon terrestre vaut 6380 km . En utilisant la dépendance en $1/r^2$ de la force gravitationnelle, quelle serait l'accélération gravitationnelle g' à une distance égale au rayon de l'orbite lunaire?
- (c) Comparer a_L et g' . Ceci a permis à Newton de vérifier l'universalité de la loi de la gravitation .

Rép. : (a) $a_L = 2.72 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$. (b) $g' = 2.72 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$. (c) $a_L = g'$

Une roue de rayon R a une épaisseur a entre $r = 0$ et $r = R/2$, et $2a$ entre $r = R/2$ et $r = R$. Si la masse volumique vaut ρ , que vaut le moment d'inertie de cette roue?

Rép. : $I = \frac{15}{16} \pi a \rho R^4$