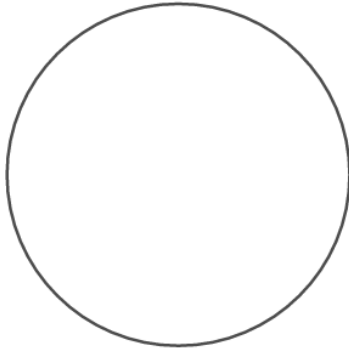


DEUXIEME LOI DE NEWTON – EXERCICES

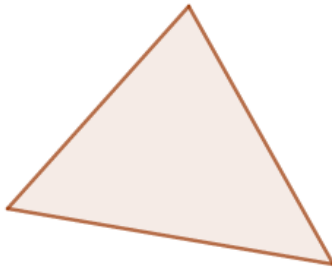
Exercice 1

Dans chaque cas, déterminer le centre de masse du système :

Une boule de pétanque :



Un chocolat en forme de triangle :



Une bassine d'eau remplie à moitié :



Exercice 2

On se propose d'étudier la chute d'une balle de ping-pong dans l'air.

Données :

masse de la balle $m = 2,3 \text{ g}$

rayon de la balle $r = 1,9 \text{ cm}$;

accélération de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

masse volumique de l'air $\rho = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$

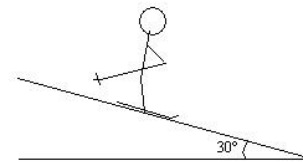
volume de la sphère : $V_s = \frac{4}{3}\pi r^3$

On modélisera les frottements par une force $\vec{f}$ avec $f = 0,00032 \times v^2$ avec v , la vitesse de la balle.

La poussée d'Archimède, notée $\vec{\pi}$ est une force qui s'exerce verticalement, du bas vers le haut et d'intensité : $\pi = V\rho g$ avec V le volume de fluide déplacé et ρ la masse volumique du fluide déplacé.

- 1) Faire un bilan des forces s'exerçant sur la balle de ping-pong. Les représenter sur un schéma, sans soucis d'échelle.
- 2) Montrer que la poussée d'Archimède est négligeable devant le poids.
- 3) Au bout d'un certain temps, le mouvement de la balle est rectiligne uniforme. Déterminer la vitesse de la balle à cet instant.

Exercice 3 :



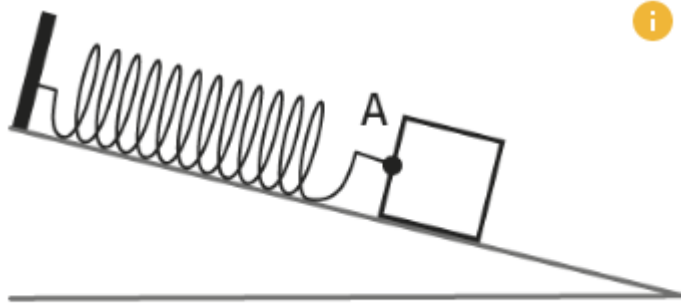
Un skieur se déplace sur une piste rectiligne à une vitesse constante. La masse du skieur est $m = 70 \text{ kg}$.

- 1) Quelle est la relation vérifiée par les forces s'exerçant sur le skieur ?
- 2) Faire un bilan des forces s'exerçant sur le skieur.
- 3) Représenter ces forces sur le schéma avec pour échelle $1 \text{ cm} = 200 \text{ N}$. En déduire la valeur des forces de frottements et de la réaction du support.

Exercice 4

Un solide de masse m , à l'équilibre, est accroché à un ressort et repose sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale.

Les trois forces qui s'exercent sur le solide sont : son poids $\vec{P}$, la tension du ressort $\vec{T}$ et la réaction normale du support $\vec{R}$.



1. Représenter les forces s'exerçant sur le solide.
2. Calculer l'angle d'inclinaison α de la pente.
3. Calculer la norme de la réaction du support.

Données

- Masse du solide : $m = 250 \text{ g}$
- Intensité de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Tension du ressort : $T = 1,25 \text{ N}$

Exercice 5

La cabine d'un ascenseur de masse $1\,200 \text{ kg}$ se trouve au rez-de-chaussée et démarre pour monter dans les étages supérieurs. Son accélération est de $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, jusqu'à ce qu'elle atteigne une vitesse constante de $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

1. Faire le bilan des forces exercées sur la cabine d'ascenseur dans le référentiel terrestre.
2. Appliquer la deuxième loi de Newton afin de déterminer la valeur de la tension T du câble qui permet à la cabine de s'élever.
3. Déterminer la valeur de la tension lorsque la vitesse devient constante.

Exercice 6

Un enfant est assis sur une luge immobile en haut d'une pente enneigée, inclinée d'un angle $\alpha = 15^\circ$.

1. Représenter sur l'image les forces qui s'exercent sur le système constitué par l'enfant et sa luge. Pour écrire sur cette photographie, veuillez cliquer sur l'image et utiliser notre outil de dessin.
2. Déterminer l'intensité de la force de frottement f exercée par la neige sur la luge afin que le système formé par l'enfant et la luge reste immobile.

Un adulte pousse l'enfant afin de lui permettre de s'élancer. Une fois que la luge glisse seule, la force de frottement s'exerçant pendant la descente a pour valeur :

$$f = k \cdot R$$

k : coefficient de frottement égal à $0,80$
 R : réaction normale de la pente (N)

- a. En considérant que la luge reste toujours en contact avec la pente, déterminer la valeur de la réaction de la pente $\vec{R}$.
- b. En déduire la valeur de la force de frottement $\vec{f}$.
- c. Déterminer les caractéristiques du vecteur accélération $\vec{a}$ du système.
- d. Préciser la nature du mouvement.

Données

- Masse de l'enfant et de la luge : $m = 38 \text{ kg}$
- Intensité de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

Exercice 7

Démunis des superpouvoirs des supers héros traditionnels, le héros de bande dessinée Rocketeer utilise un réacteur placé dans son dos pour voler.

En réalité, ce type de propulsion individuelle, appelé Jet-Pack, existe depuis plus de cinquante ans mais la puissance nécessaire interdisait une autonomie supérieure à la minute. Aujourd'hui, de nouveaux dispositifs permettent de voler durant plus d'une demi-heure.

1. Mouvement ascensionnel de Rocketeer

Tous les Jet-Packs utilisent le principe de la propulsion par réaction. Lorsqu'un moteur expulse vers l'arrière un jet de fluide, il apparaît par réaction une force de poussée dont la valeur est égale au produit du débit massique de gaz éjecté par la vitesse d'éjection de ces gaz.



<http://digital-art-gallery.com>

D'après Pour la Science – n°406 – août 2011

Afin de tester le potentiel de son nouveau Jet-Pack, Rocketeer réalise quelques essais de mouvements rectilignes ascensionnels verticaux.

Le mouvement de Rocketeer est composé de deux phases : phase 1 et phase 2.

Au cours de la phase 1, d'une durée $\Delta t_1 = 3,0$ s, il passe de l'immobilité à une vitesse v_1 , vitesse qui reste constante au cours de la phase 2.

1.1. Pour la phase 1, donner la direction et le sens du vecteur accélération $\vec{a}_G$ du système.

Que dire de l'accélération dans la phase 2 ? Justifier.

1.2. Étude de la phase 1 du mouvement ascensionnel de Rocketeer.

On assimile Rocketeer et son équipement à un système noté M dont on néglige la variation de masse (due à l'éjection des gaz) durant la phase 1 du mouvement.

1.2.1. Juste après le décollage, la force de poussée $\vec{F}$ est l'une des forces s'exerçant sur le système M. Quelle est l'autre force s'exerçant sur ce système ?

1.2.2. Trois valeurs d'intensité de force de poussée sont proposées ci-dessous (A, B et C). Justifier que seule la proposition C permet le décollage.
A. 800 N B. 1200 N C. 1600 N

1.2.3. En supposant que la force de poussée a pour valeur 1600 N, montrer que la masse de fluide consommé durant la phase 1 du mouvement est égale à 2,4 kg.

1.2.4. Après avoir déterminé l'accélération de Rocketeer en appliquant la seconde loi de Newton, estimer la valeur v_1 de sa vitesse à l'issue de la phase 1.

Données :

- vitesse du fluide éjecté supposée constante : $V_f = 2 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$;

- masse initiale du système {Rocketeer et de son équipement} : $m_R = 120 \text{ kg}$ (dont 40 kg de fluide au moment du décollage) ;

- intensité de la pesanteur sur Terre : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$;

- débit massique de fluide éjecté, considéré constant durant la phase 1 du mouvement :

$D_f = \frac{m_f}{\Delta t}$ où m_f est la masse de fluide éjecté pendant la durée Δt ;

- les forces de frottements de l'air sont supposées négligeables.

Exercice 8

Le 14 octobre 2012, Félix Baumgartner a réalisé un saut historique en inscrivant trois records à son tableau de chasse : celui de la plus haute altitude atteinte par un homme en ballon soit 39 045 m d'altitude, le record du plus haut saut en chute libre, et le record de vitesse en chute libre soit 1341,9 km.h⁻¹. Après une ascension dans un ballon gonflé à l'hélium, il a sauté vers la Terre, vêtu d'une combinaison spécifique en ouvrant son parachute au bout de 4 min et 20 s. Le saut a duré en totalité 9 min et 3 s.

Ascension du ballon

Il a fallu concevoir un ballon déformable gigantesque, faisant 100 m de hauteur et 130 m de diamètre lors de son extension maximale. En raison de la diminution de la densité de l'air avec l'altitude, le volume du ballon augmente lors de l'ascension de façon à ce que la poussée d'Archimède reste constante.

« Pour assurer une vitesse d'ascension suffisante, le volume initial d'hélium utilisé était de 5100 mètres cubes, c'est-à-dire le double du nécessaire pour la sustentation⁽¹⁾. En pratique, si l'on ajoute à la masse de l'équipage celle du ballon et de l'hélium, c'est environ 3 tonnes qu'il a fallu soulever. »

D'après un article de « Pour la Science » janvier 2013

⁽¹⁾ *Sustentation* : état d'un corps maintenu à faible distance au-dessus d'une surface, sans contact avec celle-ci.

Données :

- l'expression de la poussée d'Archimède exercée par l'air sur un corps est la suivante : $\vec{F}_A = \rho_{\text{air}} \cdot V \cdot g \cdot \vec{u}_z$ avec $\vec{u}_z$ vecteur unitaire vertical vers le haut, ρ_{air} (kg.m⁻³) masse volumique de l'air dans lequel est plongé le corps, V (m³) volume du corps placé dans l'air et g intensité du champ de pesanteur ;
- l'intensité du champ de pesanteur est considérée comme constante entre le niveau de la mer et l'altitude de 39 km : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;
- la stratosphère est la couche de l'atmosphère qui s'étend de 10 à 50 km d'altitude environ ;
- la masse volumique de la partie supérieure de la stratosphère est de l'ordre de 0,015 kg.m⁻³, celle de la troposphère au niveau du sol est 1,22 kg.m⁻³ ;

Partie 1 : ascension en ballon sonde de Félix Baumgartner

Le volume de l'équipage est négligeable par rapport au volume du ballon.

1.1. Indiquer la force qui est responsable de l'ascension du ballon.

1.2. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le système {ballon ; équipage} juste après le décollage, en négligeant les forces de frottement. Illustrer ce bilan de forces par un schéma, sans souci d'échelle mais cohérent avec la situation physique.

1.3. En utilisant les données, les informations du texte et les connaissances acquises, vérifier par un calcul que le ballon peut décoller.

1.4. Après quelques minutes d'ascension, le mouvement du système {ballon ; équipage} est considéré comme rectiligne uniforme. Déterminer alors la valeur de la force de frottement de l'air.