

D.1 Généralités:

a. Types de force: Les physiciens ont identifié 4 forces qui régissent l'univers.

{4 forces fondamentales}

- Force de gravité (F_g)
- Forces électromagnétiques
- Forces nucléaires faibles
- Forces nucléaires fortes

b. Dans la vie de tous les jours, on a donné des noms plus simple à certaines manifestations de ces forces.

{types de forces}

- Force motrice (F_m): Nom général donné à une force qui produit un mouvement.
- Force de soutien (F_s): Nom général donné à une force qui soutient quelque chose.
- Force de friction (F_f): Force qui agit entre deux surfaces en contact.
- Force de tension (F_T): Force présente lorsqu'un objet est étiré.
- Force de compression (F_c): Force présente lorsqu'un objet est écrasé.
- Force nette (F_n): **Attention!** il ne s'agit pas vraiment d'une force. Il s'agit plutôt de l'addition de toutes les forces.

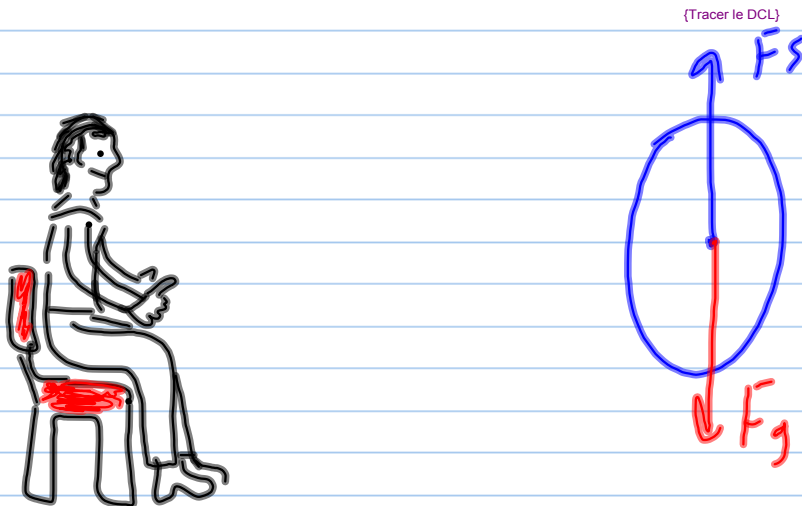
Remarque: les symboles utilisés pour chacune des forces peuvent être différents selon les livres, les enseignants ou les écoles.

c. Les forces sont des quantités vectorielles; la direction est importante.

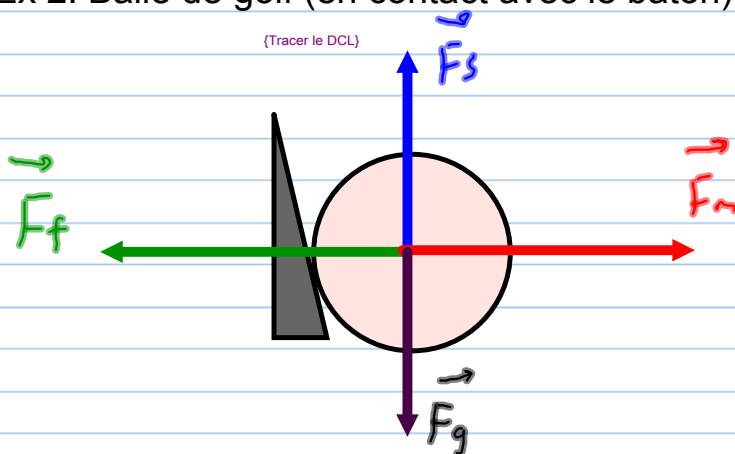
d. Les forces sont mesurées en Newtons (N) en l'honneur de Isaac Newton.

D.2 Diagrammes de forces: Lorsque plusieurs forces agissent sur un objet, il est souvent utile de tracer un diagramme de corps libre (DCL) pour illustrer chacune des forces.

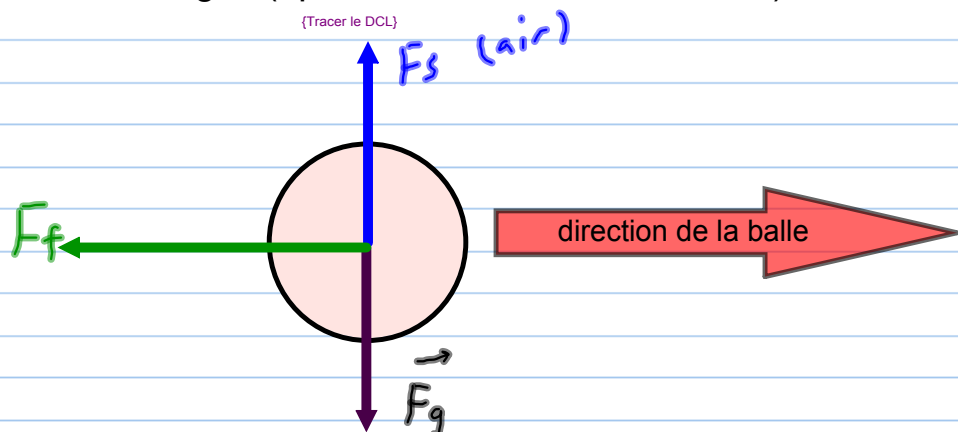
Ex 1: Tracez un DCL de vous sur votre chaise.



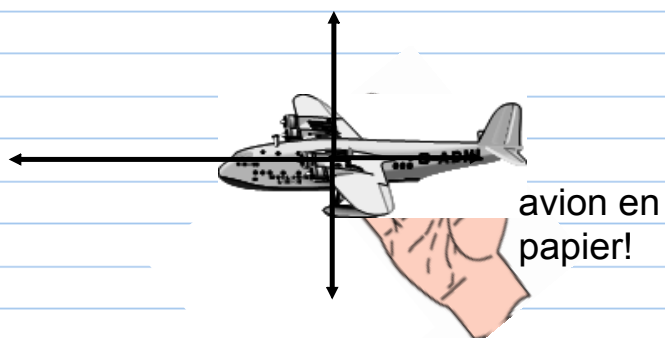
Ex 2: Balle de golf (en contact avec le bâton)



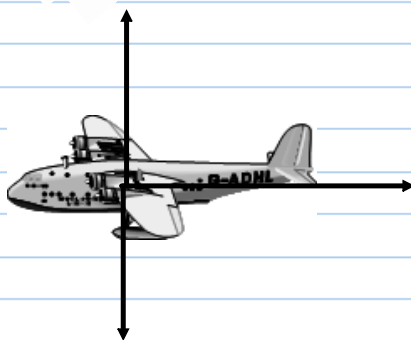
Ex 3: Balle de golf (après le contact avec le bâton)



Ex 3: avion (en contact avec la main) {Tracer le DCL}

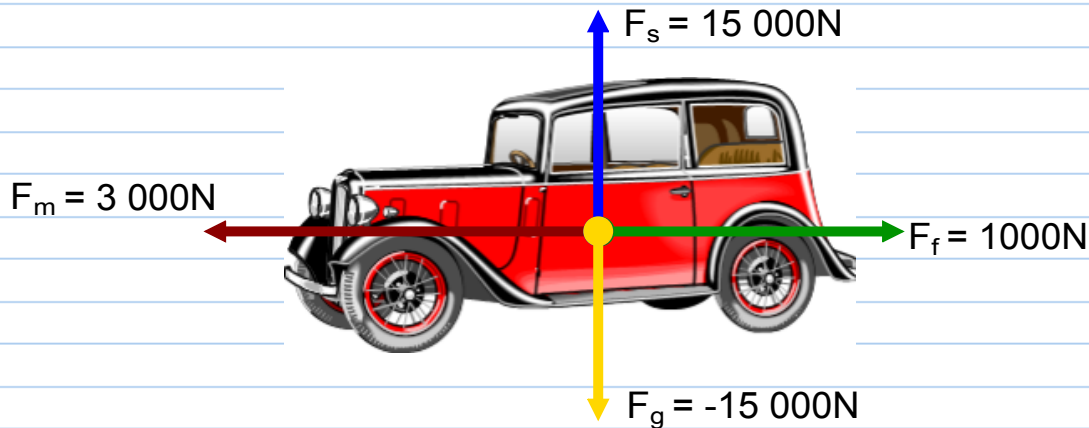


Ex 4: avion (après le contact avec la main) {Tracer le DCL}



D.3 Addition de forces: lorsque plusieurs forces agissent sur un objet, on doit les additionner pour déterminer quel sera le résultat de toutes ces forces.

Ex 1: Calculez la force nette agissant sur la voiture.



Horizontalement: (Calcul de la force nette)

$$\vec{F}_n = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_p$$

$$\vec{F}_n = \vec{F}_m + \vec{F}_f$$

$$F_n = -3000\text{ N} + 1000\text{ N}$$

$$\therefore \vec{F}_n = -2000\text{ N}$$

gauche

Verticalement: (Calcul de la force nette)

$$\vec{F}_n = \vec{F}_s + \vec{F}_g$$

$$\vec{F}_n = 15000\text{ N} - 15000\text{ N}$$

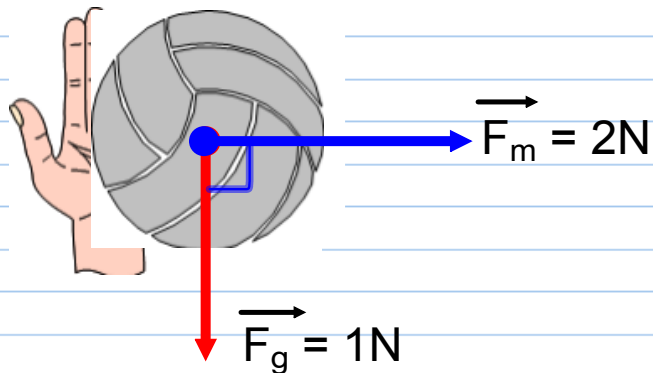
$$\vec{F}_n = 0$$

{Remarque: problèmes où mouvement selon un sens seulement}



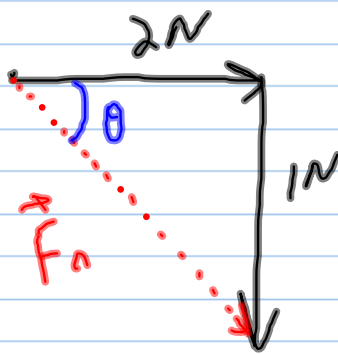
Remarque: Pour les problèmes où tout se passe à l'horizontal, vous pouvez ignorer les forces qui agissent à la verticale.

ex 2: les forces suivantes sont exercées sur un ballon:



Calculez la force nette exercée sur le ballon: (Faire le problème)

$$\vec{F}_n = \vec{F}_m + \vec{F}_g$$



$$|\vec{F}_n| = \sqrt{(1)^2 + (2)^2}$$

$$|\vec{F}_n| = 2,24 \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$$

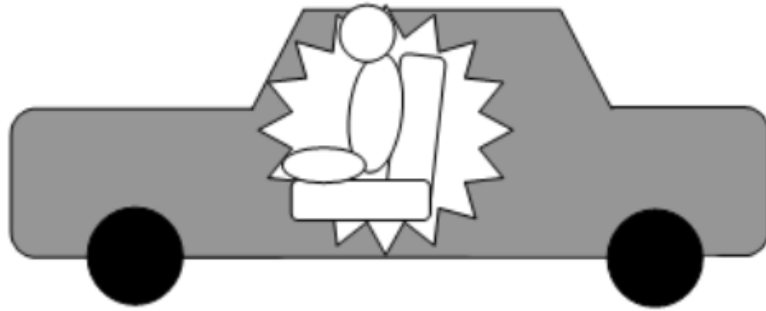
$$\theta = 26,6^\circ$$

D.4 Première loi de Newton:

{1ère loi de Newton}

- Un objet en mouvement "veut" conserver une vitesse constante en ligne droite
- un objet immobile "veut" demeurer immobile.

Ex 1: Quel danger est représenté par la situation suivante?
(conducteur d'une voiture qui ne s'est pas attaché)



{réponse}

Le conducteur continuera à aller à vitesse constante dans la voiture même si la voiture freine ou arrête.

a. Inertie: la capacité de résister au changement s'appelle l'inertie. L'inertie dépend de la masse. Plus un objet est massif et plus il a d'inertie.

b. Exemples:

Ex 1: Que se passe-t-il lorsqu'une voiture prend une courbe en conservant une vitesse dont la grandeur est constante.
(Répondez du point de vue des passagers?)



{Réponse}

Vous avez l'impression d'être projeté vers l'extérieur de la courbe. Réellement, ce qui se passe est que vous "voulez" continuer à aller en ligne droite. C'est la voiture qui se met dans votre chemin.

D.5 Deuxième loi de Newton:

Rappel: Si la force nette est nulle, l'accélération est nulle.

La deuxième loi de Newton prédit que:

(2ième loi de Newton)

s'il y a une force nette non nulle, il y aura une accélération.

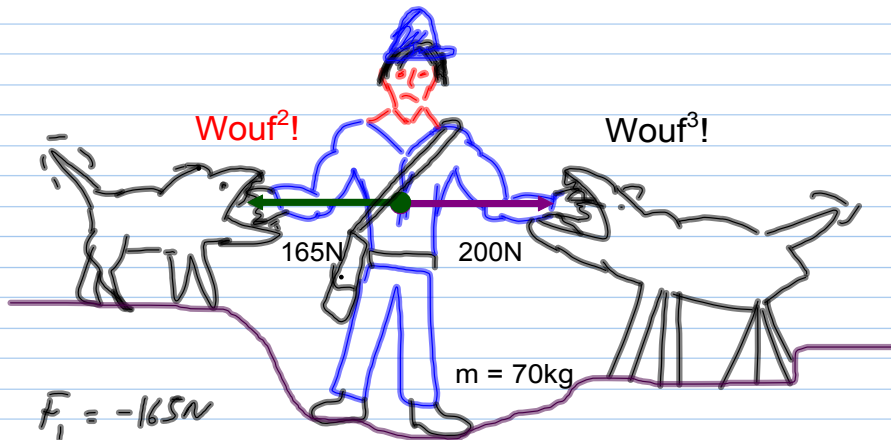
(modèle mathématique)

$$\vec{F}_n = m\vec{a}$$

(description des termes)

F_n = Force nette (N)
 m = masse (kg)
 a = accélération (m/s^2)

Ex: calculez l'accélération du facteur.



$$F_1 = -165N$$

(Faire le problème)

$$F_2 = 200N$$

$$m = 70kg$$

$$a = ?$$

$$F_n = m \times a$$

$$F_n = 70kg \times a$$

$$\hookrightarrow F_n = F_1 + F_2 + \dots + F_p$$

$$F_n = -165N + 200N$$

$$F_n = 35N$$

$$\hookrightarrow \frac{35N}{70kg} = \frac{70kg \cdot a}{70kg}$$

$$0,5 \frac{m}{s^2} = a$$

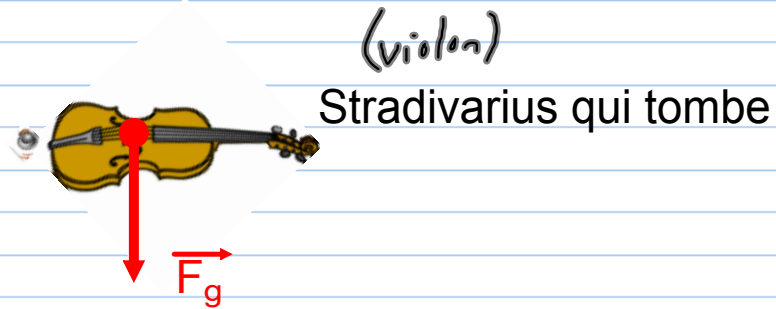
Remarque: (Remarque sur les unités)

selon $F_n = m \times a$

on a que:

$$1N = 1kg \times \frac{1m}{s^2}$$

D.6 Force de gravité (F_g): Appliquons la deuxième loi de Newton à un objet qui tomberait dans le vide.



{Faire la preuve de la formule; souligner le cas de l'accélération gravitationnelle}

$$F_n = F_g$$

mais $F_n = m \times a$

Et l'accélération est $[-9,8\text{m/s}^2 = g]$

∴

$$F_g = m \times g$$

{distinction poids, masse}

Remarque: la masse n'est pas la même chose que le poids (force de gravité).

La masse est constante partout.

Le poids est différent selon l'endroit où vous êtes.

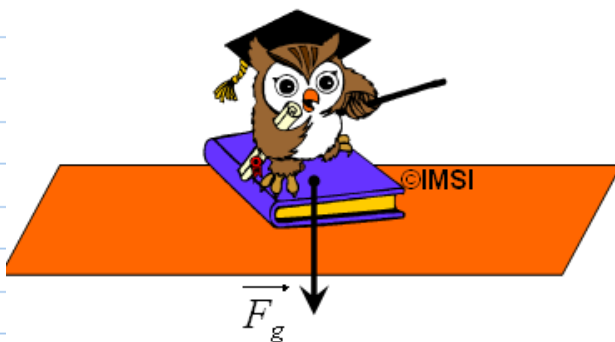
D.7 Force de friction:

a. Origine de la force de friction: Lorsque deux surfaces sont en contact, il existe des forces d'attraction entre les deux surfaces. Pour bouger un objet, il faut se battre contre ces forces. Ces forces constituent la force de friction.

b. Facteurs qui influencent la friction:

{force normale}

- La force normale (perpendiculaire) qui met les surfaces en contact. Dans le cadre du cours de SPH 4C, il s'agit presque toujours de la force de gravité.



{ $F_N = F_g$ }

la gravité est responsable du contact.



{ $F_N = F_s$ }

La force exercée par les bras est responsable du contact.

{type}

- Le type de surface: différentes surfaces donnent différentes forces de friction. La variable qui représente le type de surface est " μ " et porte le nom de coefficient de friction.

{ $A \neq$ facteur}

- Curieusement, la grandeur de la surface n'est pas un facteur.
- D'autres facteurs influencent la friction mais nous n'en tiendront pas compte en SPH 4C.

c. Modèle mathématique:

$$\vec{F}_f = \mu \vec{F}_N \quad \text{où } F_N = \text{force normale}$$

Remarque, en SPH 4C, la force normale est presque toujours la force de gravité. On obtient donc:

$$F_f = \mu F_g = \mu mg$$

d. Direction de la force: la force de friction agit toujours dans la direction opposée au mouvement. {Réponse}

e. La force de friction est toujours plus grande lorsqu'un objet est immobile. C'est pourquoi il y a deux coefficients de friction différents:

- Le coefficient de friction statique (μ_s) lorsque l'objet est immobile.

- Le coefficient de friction cinétique (μ_k) lorsque l'objet est en mouvement.

f. La force de friction de l'air est trop compliquée pour qu'on l'étudie dans ce cours. Cependant, elle dépend de la vitesse à laquelle un objet se déplace. Plus vous allez vite et plus il y a de la friction de l'air.

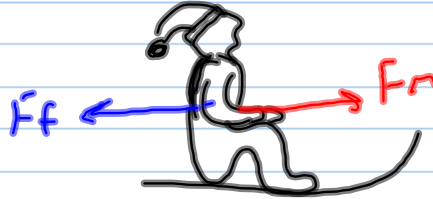
g. Exemples de problèmes:

Ex 1: Calculez la force minimum nécessaire pour mettre un traîneau en mouvement. La masse du traîneau est de 120kg et le coefficient de friction entre la neige et le traîneau est de 0,22.

$$m = 120 \text{ kg}$$

$$\mu = 0,22$$

$$F_m = ?$$



(Faire le problème)

$$F_n = F_1 + F_2 + \dots$$

$$\vec{F}_n = \vec{F}_m + \vec{F}_f$$

Puisqu'on recherche la force minimum:

$$F_n \approx 0 \quad (\text{presque } \emptyset \text{ N})$$

$$\circledast 0 = F_m + F_f$$

$$\hookrightarrow F_f = \mu mg$$

$$F_f = 0,22 \times 120 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

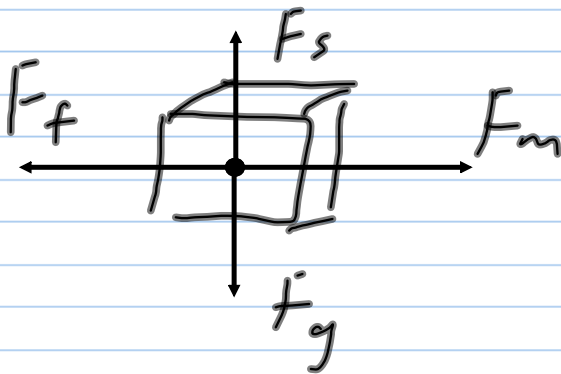
$$= -258,72 \text{ N}$$

vers la gauche

$$\circledast 0 = F_m + (-258,72 \text{ N})$$

$$\circledast 258,72 \text{ N} = F_m$$

Ex 2: Vous essayez de faire glisser un bloc de béton dont la masse est de 100kg sur le pavé. Le coefficient de friction statique est de 0,9. Vous poussez avec une force de 800N. Calculez la force de friction. Le bloc est immobile.



$$m = 100 \text{ kg}$$

$$\mu = 0,9$$

$$F_m = 800 \text{ N}$$

$$F_f = ?$$

$$F_f = \mu F_N \quad \leftarrow F_N = F_g = m \times g$$

$$F_f = \mu m g$$

$$= 0,9 \times 100 \times 9,8$$

$$= -882 \text{ N}$$

(mise en garde sur l'utilisation du modèle mathématique pour la force de friction)

Attention! la formule pour la friction vous permet de calculer la force maximum que peut exercer la friction. Cependant, la friction ne peut pas mettre des objets en mouvement.

$$\therefore F_f = -800 \text{ N}$$

800N est suffisant pour se "battre" contre la force motrice

Ex 3: Le moteur d'une voiture exerce une force de 10 000N pour accélérer une voiture dont la masse est de 1,75t. Des forces de friction de 1000N agissent sur la voiture.

a. Calculez l'accélération de la voiture.

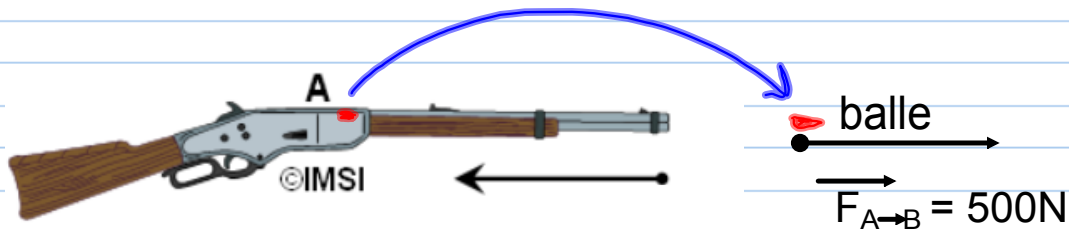
b. Par la suite, la voiture continue à avancer à vitesse constante. Calculez la force motrice que le moteur doit exercer. Les forces de friction sont toujours de l'ordre de 1000N.

c. Pourquoi les voitures consomment-elles plus d'essence en ville que sur l'autoroute?

{Faire le problème}

D.8 Troisième loi de Newton : Pour chaque force d'action, il y a une force de réaction d'égale grandeur mais de direction opposée.

Ex 1: Un chasseur utilise une arme à feu dont la masse est de 5kg. L'arme à feu exerce une force de 500N sur une balle de fusil dont la masse est de 50g. Calculez leur accélération respective.



{Faire le problème}

3^e Newton

$$F_{B \rightarrow A} = -F_{A \rightarrow B}$$

$$\therefore -500\text{N} = 5\text{kg} \cdot a$$

$$\frac{-500\text{N}}{5\text{kg}} = -100 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = a$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{500\text{N}}{0,05\text{kg}}$$

$$a = 10\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ex 2: Les moteurs à réaction sont une application concrète de la 3^{ième} loi de Newton.



(Faire le dessin et expliquer)

