I. Mécanique

Cette partie de la physique étudie les mouvements et leurs causes. Elle se fonde sur les trois principes de Newton (1687). Elle trouve son application tant à l'échelle humaine (fonctionnement de machines ou statique des constructions) qu'à l'échelle astronomique (ils ont permis d'expliquer le mouvement des planètes).

1. Unités de base du système S.I.

En mécanique on utilise 3 **grandeurs et unités fondamentales** :

Espace: Un mouvement peut se faire selon les 3 dimensions de l'espace (gauche-droite, haut-bas, avant-arrière). Pour déterminer une position ou un déplacement on mesure des distances en **mètres**.

Temps: Un certain événement à lieu avant, après ou en même temps qu'un autre. La mesure du temps se fait à l'aide d'une horloge et s'exprime en **secondes**.

Masse: Chaque corps est formé de "petits morceaux de matière" tels les atomes et les molécules. La masse d'un corps est une mesure de la quantité de matière qu'il renferme. L'unité de masse est le **kilogramme**. C'est la masse du kilogramme-étalon en platine-irridié conservé à Paris. Elle est approximativement égale à la masse de 1 dm^3 d'eau pure à 4°C.

Les unités qui correspondent aux autres grandeurs tels volumes, masse volumique, … sont appelés des **unités dérivées.**

Exemple 1: *Déterminer la surface du tableau et écrire correctement et indiquer grandeur, symbole, valeur, unité.*

2. Vitesse et accélération

Lorsqu'un mobile parcourt de manière uniforme (gleichförmig) une distance x pendant une durée t, sa vitesse vaut v=x/t. L'unité S.I. de vitesse est le mètre par seconde (m/s).

Exercice 2: Calculer v en m/s pour x=80km et t=1h.

Si un corps effectue un **mouvement uniforme**, sa **vitesse** reste **constante**.

p.ex. v=1m/s à t=0s; v=1m/s à t=1s; v=1m/s à t=2s ....

Si par contre la **vitesse augmente** au cours du temps, on parle d'un **mouvement accéléré**.

p.ex. v=0m/s à t=0s; v=2m/s à t=1s; .v=4m/s à t=2s ...

Ici la vitesse augmente de 2m/s par seconde ce qui donne une accélération $a=2m/s^2$.

Rem: On dit que le **mouvement** est **décéléré** si la **vitesse diminue.**

Exercice 3: Représenter la vitesse en fonction du temps v(t) pour les exemples de mouvements cité ci-dessus. Esquisser une courbe lors d'un démarrage et d'un arrêt.

Application 4: Calculer la vitesse moyenne sur votre chemin de l'école. Chronométrer le départ à domicile jusqu'à la porte du Lycée.

3. Rappels sur les forces

3.1. Effets d'une force

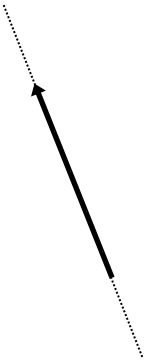
Définition: Une force est une cause capable de:

1. changer la nature du mouvement d'un corps (effet dynamique)
   - mettre en mouvement ou accélérer ex. :
   - arrêter ou décélérer ex. :
   - dévier l'orientation du mouvement ex. :
2. déformer un corps (effet statique)
   - étirer ex. :
   - comprimer ex. :

Rem: Si le corps reste déformé après l'action de la force on parle d'une déformation plastique, s'il reprend sa forme initiale, il s'agit d'une déformation élastique.

Exercice 5: *Donne pour chacun des 5 types d'effets d'une force un exemple concret qui fait intervenir ta force musculaire.*

3.2. Vecteur force



On représente une force qui agit sur un corps par une "flèche". Les caractéristiques du vecteur force $\vec{F}$ sont:

- origine = point d'application de la force sur le corps
- norme = intensité de la force
- direction = droite d'action de la force
- sens = sens dans lequel tire/pousse la force

Pour mesurer l'intensité d'une force on peut utiliser un dynamomètre (Kraftmesser).

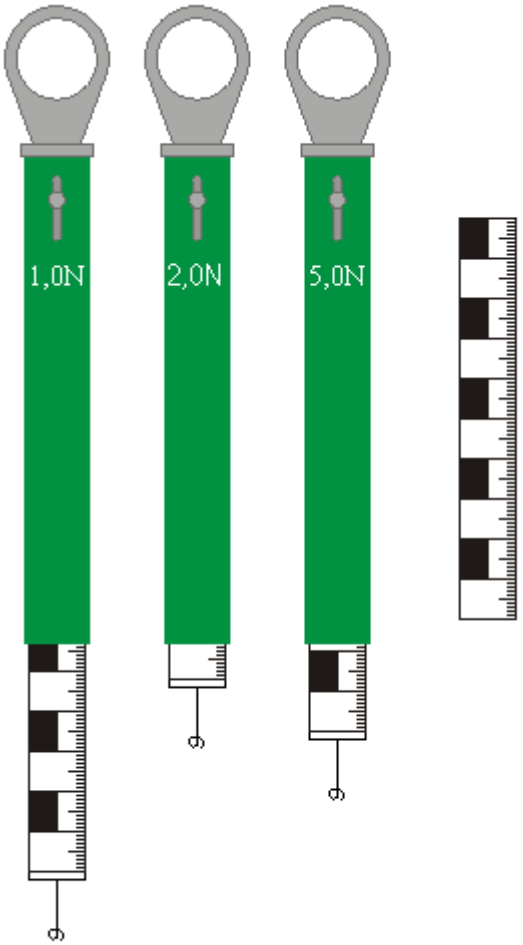
En hommage à Isaac Newton l'unité de force est le N (Newton). Si on représente les vecteurs forces, on doit fixer une échelle convenable. P.ex. 10N => 1cm.

Une force peut avoir différentes origines et on distingue :

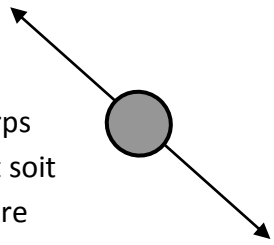
- forces de contact : pression d'un gaz, action de contact d'un objet sur un autre (appuyer, tirer), frottement, élasticité d'un ressort
- forces à distance : poids (attraction gravitationnelle), force électrostatique, attraction magnétique, frottement, attraction gravitationnelle, élasticité d'un ressort

Toutes ses forces sont représentées par des vecteurs et on peut combiner différents vecteurs forces.

Exercice 6: Lire les indications du dynamomètre et représenter les forces à l'échelle 1N=>5cm. La valeur en blanc représente la valeur maximale correspondant aux dix divisions de l'échelle



3.3. Equilibre de forces et principe d'inertie



Lorsqu'un corps est soumis à deux forces opposées de même intensité, la nature de son mouvement ne varie pas. De manière générale on dit qu'un corps soumis à plusieurs forces dont les effets se compensent est en équilibre. Il est soit immobile (équilibre statique), soit en mouvement rectiligne uniforme (équilibre dynamique).

Principe d'inertie (1ere loi de Newton) :

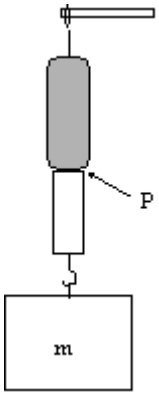
Un corps qui n'est soumis à aucune force (=corps isolé) ou à des forces qui se compensent (=corps pseudo-isolé) garde une vitesse et une direction constante. S'il est immobile il restera immobile. S'il est en mouvement, il suivra un mouvement rectiligne uniforme (= à vitesse constante).

***Exercice7** : Cherche les forces qui expliquent les phénomènes suivants :*

1) *Rotation de la Terre autour du Soleil*
2) *Chute d'une pomme*
3) *Lancer une balle (lancement, vol libre)*
4) *Une bille de fer dévié par un aimant*
5) *Un avion qui vole*
6) *Une voiture qui démarre*
7) *Un panier qui est porté*
8) *Un chariot sur coussin d'air*

***Exercice 8:** Cherche des exemples de corps isolés ou pseudo-isolés qui se déplacent selon un mouvement rectiligne uniforme.*

3.4. Poids = force d'attraction terrestre



On appelle poids, la force avec laquelle la Terre, la Lune ou une autre planète attirent un corps à leur surface. Le poids d'un corps augmente avec sa masse.

Le poids du même corps (p.ex. une tablette de chocolat) sur la Lune est 6 fois plus faible que sur la Terre. **Le poids P d'un corps dépend du lieu.**

Bien-sûr la masse (=quantité de chocolat) n'est pas modifiée. **La masse m d'un corps est indépendante du lieu.**

Le quotient $\frac{P}{m}$ est une constante du lieu. On l'appelle intensité de pesanteur g.

L'intensité de pesanteur terrestre vaut: g=9,81 N/kg (en moyenne)

g est différent pour d'autres corps célestes.

On peut calculer le poids d'une masse m sur une planète quelconque si l'intensité de pesanteur g est connue: P=m·g

D'après P=m·g, l'unité légale 1N correspond à la force d'attraction terrestre (poids) qui s'exerce sur $\frac{1}{9,8}$ kg=0,102kg. Avec une précision de 2% on peut donc dire qu'une masse de 100g subit un poids de 1N.

NE JAMAIS ECRIRE 100g=1N mais P=0,100kg * 9,81 N/kg = 0,981N≈1N

***Exercice 9** : Pour les trois planètes voisines: Mercure, Vénus et Mars, rechercher sur internet l'intensité de pesanteur à la surface. Calculer votre poids sur chaque planète.*

3.5. Masse volumique

Expérience: On prend différents matériaux (eau, alcool, fer, aluminium) et on mesure d'abord pour chaque fois 1cm^3 et ensuite pour au moins 2 volumes V différents la masse correspondante.

Pour des matériaux différents, le même volume représente une masse différente. Ceci dépend de la nature et de la densité des atomes qui forment le corps.

Pour des corps fabriqués du même matériau, la masse est proportionnelle au volume. Le rapport masse sur volume est une constante qui est caractéristique de la nature du corps. On l'appelle masse volumique. L'unité S.I. pour ρ est le kg/m3.

Tableau: ρ pour solides, liquides et gaz

Solide	ρ (kg/m^3)	liquide	ρ (kg/m^3)	gaz	ρ (kg/m^3)
Fer	7860	Eau	1000	Air	1,29
Aluminium	2700	Mercure	13600	Helium	0,178
Argent	10500	Gazoil	860	Hydrogène	0,0899
Béton	2300	Essence	740	CO_2	1,98
Cuivre	8920	Ethanol	790		
Plomb	11300	Miel	1400		
Granit	2600	Glycérine	1260		
Bois de Sapin	500	Eau de mer	1030		
Glace	917				
Verre	2600				

Conversion:
$$1\frac{g}{cm^3}=\frac{10^{-3}kg}{10^{-6}m^3}=1000\frac{kg}{m^3}$$
$$1\frac{kg}{dm^3}=\frac{1kg}{10^{-3}m^3}=1000\frac{kg}{m^3}$$
$$1\frac{g}{dm^3}=\frac{10^{-3}kg}{10^{-3}m^3}=1\frac{kg}{m^3}$$

Définition: masse volumique

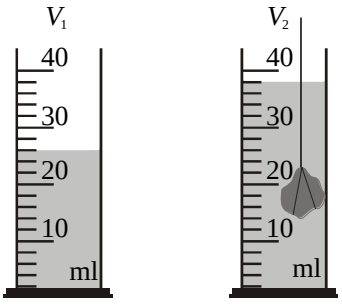
$$\rho=\frac{m}{V}$$

m: masse (kg)

V: volume (m^3)

ρ: masse volumique (kg/m^3)

Exercice 10: *On doit déterminer la masse volumique d'un corps irrégulier.*
a) Comment doit-on procéder si on utilise la méthode illustrée à droite?
b) Calcule ρ si m=32g.



Exercice 11: *Déterminer la masse de 2 corps en Al.*
a) Parallélépipède de dimensions 3x4x7 cm.
b) Sphère de rayon r=5cm.

Expérience: *Déterminer la masse d'1 litre d'air en faisant le vide.*

3.6. Force et mouvement

Si une force constante s'applique sur un chariot, il devient de plus en plus rapide : il accélère. Plus la masse d'un corps est élevé, plus il sera difficile de l'accélérer. Cette propriété de la matière à s'opposer à un changement de vitesse s'appelle inertie (Trägheit).

Pour un corps de 1kg soumis à une force de 1N on a le mouvement suivant:

Définition: Une force de 1N fait que la vitesse d'un corps de masse 1kg augmente de 1m/s à chaque seconde (accélération a=1m/s^2).

Exercice 11 *: Lorsque deux bateaux rentrent en collision, les dégâts sont énormes même si les vitesses sont assez faibles. Pourquoi ?*

Exercice 12 *: Vrai – faux (justifier la réponse) :Lorsque j'arrête de pédaler au vélo, le vélo n'est soumis à aucune force.*

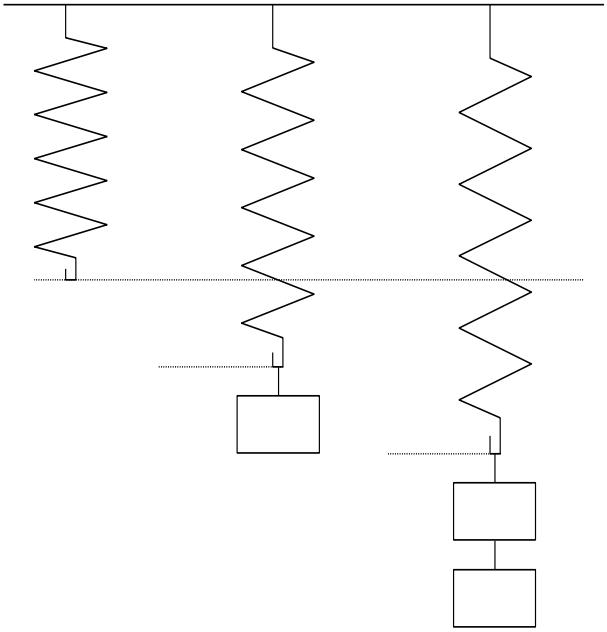
Exercice 13 *:* Un ascenseur ayant un poids de 5000 N (poids des voyageurs compris) est soumis pendant son mouvement à une force motrice verticale constante, vers le haut, de 6000 N.

a. Représenter la situation en choisissant une échelle de force adaptée.
b. Que peut-on dire sur le mouvement de l'ascenseur ? On néglige la force de frottement.
c. Que devraient être les caractéristiques de la force de frottement pour qu'il y ait un mouvement à vitesse constante vers le haut ? Représenter la situation.
d. Calculer la masse de l'ascenseur.

3.7.Force et déformation. Loi de Hooke

Si on applique une force à un corps élastique il subit une déformation. La déformation augmente avec la force. Un corps parfaitement élastique reprend sa forme initiale dès que la force appliquée disparait.

Si on accroche des objets à un ressort, la déformation augmente sous l'effet du poids $\vec{P}$. L'équilibre se fait parce que la tendance du ressort à reprendre sa forme initiale donne lieu a une force de rappel $\vec{F}$ qui compense $\vec{P}$.



Dessiner $\vec{F}$ et $\vec{P}$ dans la figure.

Cahier: *Faire un tableau de mesure. Avec représentation graphique F=f(x)*

On constate qu'il y a une relation de proportionnalité entre l'allongement x du ressort et l'intensité de la force P=F qui s'y applique.

La constante de proportionnalité : $k = \frac{F}{x}$ en N/m est appelé raideur k du ressort

Loi de Hooke:

$$F = k \cdot x$$

force (N) raideur (N/m) allongement (m)

Exercice 14 *:* Un ressort à boudin, qui vérifie la loi de Hooke, s'allonge de 14,5cm si on applique une force de 8N.

a. Faites la représentation graphique de la force en fonction de l'allongement de ce ressort.
b. Déterminez la constante de raideur de ce ressort.
c. De quelle longueur, le ressort s'allonge-t-il, si on accroche une masse m=500g ? (Calcul et vérification sur le graphique).
d. Un autre ressort à boudin possède une constante de raideur de 80N/m. Représentez l'allure de la courbe sur le graphique précédent.
e. Le deuxième ressort est-il plus ou moins raide que le premier ressort ? Justifier votre réponse.