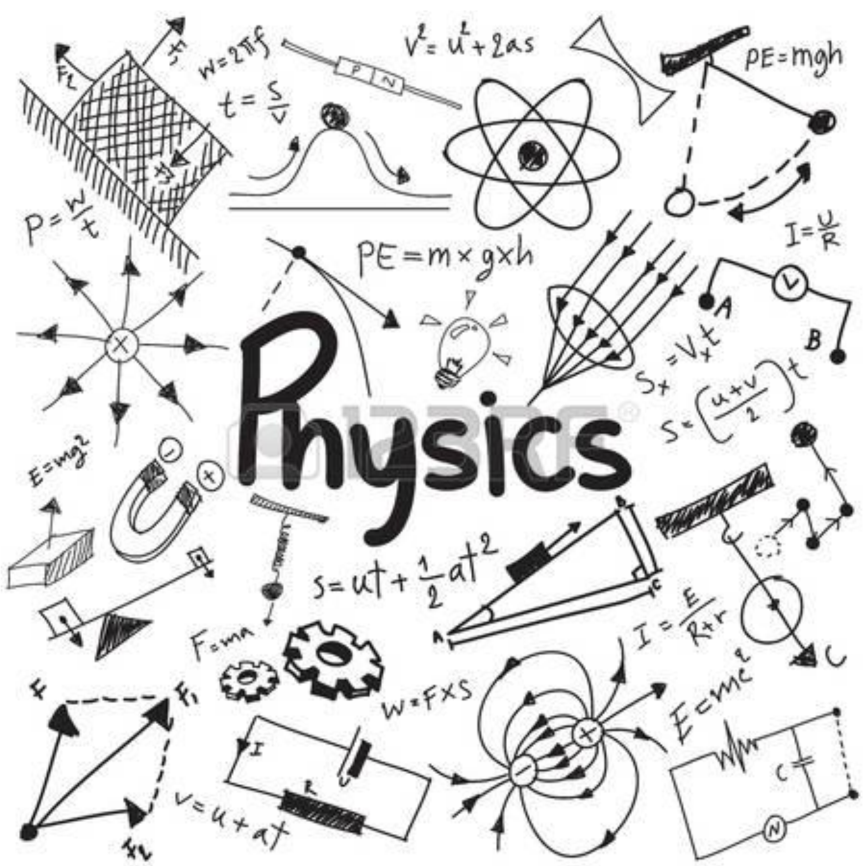
CÉGEP
TROIS-RIVIÈRES

Physique mécanique
(203-2W5-RI)

Édition H-2023



Département de physique

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES
(suite)

MODULE 1

INTRODUCTION

Chute libre

1.1 LES UNITÉS

A) Unités fondamentales : Les valeurs des grandeurs physiques s'expriment en fonction des unités de base ou étalon.

Grandeurs physiques	**Système International (S.I.)**	**Système Anglais (S.A.)**
Longueur	m	pi
Masse	kg	lb
Temps	s	s

B) Unités dérivées : Les valeurs des grandeurs physiques autres que les unités fondamentales.

Grandeurs physiques	**Unités**
Vitesse	m/s
Force	N ou kg m /s^2
Puissance	J/s ou W

C) Conversion d'unités : Exprimer une valeur de grandeur physique en utilisant différentes unités.

Pour les facteurs de conversion, voir le Supplément #1 sur le site web du cours.

Exemple : Transformer 5,0 mi/h en m/s.

1.2 SCALAIRES ET VECTEURS

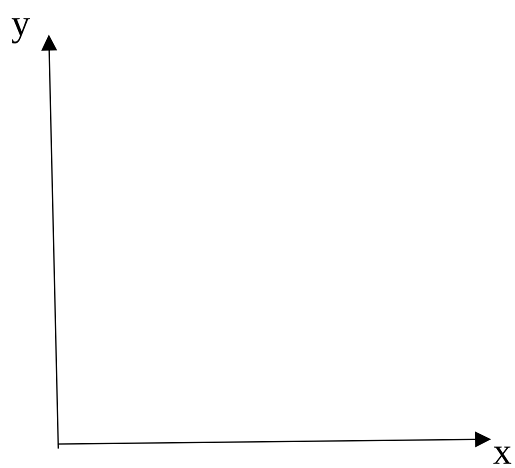
A) Scalaires : Grandeurs physiques définies uniquement par un nombre et une unité.

Grandeurs physiques	Exemples
Température	25 °C
Masse	4 kg
Temps	12 s
Énergie	150 J

B) Vecteurs : Grandeurs physiques définies par un nombre, une unité et une direction dans l'espace.

Grandeurs physiques	Exemples
Vitesse	100 km/h vers Québec
Vitesse	100 km/h vers Montréal
Force	50 N vers la gauche
Force	50 N à 45°

C) Position, déplacement et distance parcourue



1. Position (Vecteur)

   $\vec{A} = (1 ; 3)$ m

   $\vec{B} = (4 ; 6)$ m

2. Déplacement (Vecteur)

   Déplacement = Position finale – Position initiale

   $\overrightarrow{AB} = \vec{B} - \vec{A} = (4 ; 6) - (1 ; 3) = (3 ; 3)$

   $\overrightarrow{AB} = (3 ; 3)$ m

3. Distance parcourue (Scalaire)

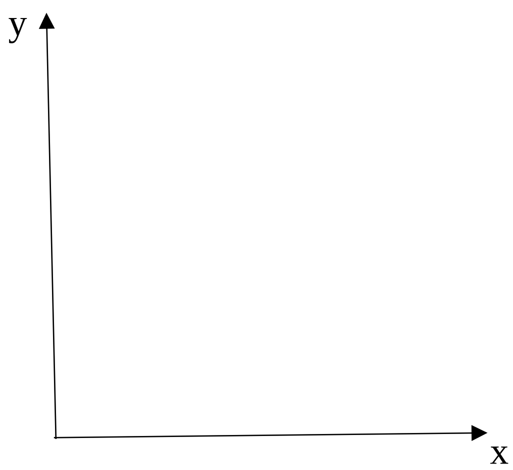
   Exemple : $d_1 = 4,24$ m et $d_2 = 12,5$ m

   Note : La distance parcourue (d) est toujours plus grande ou égale à la grandeur du déplacement ($|\vec{D}|$).

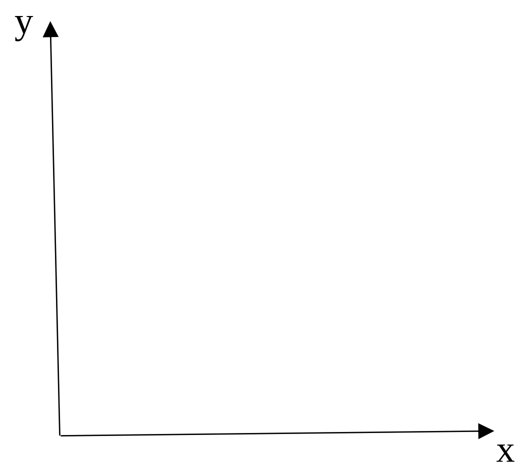
$$d \geq |\vec{D}|$$

1.3 SYSTÈMES DE COORDONNÉES

A) Coordonnées cartésiennes :



B Coordonnées polaires :



C) Liens entre les 2 systèmes :

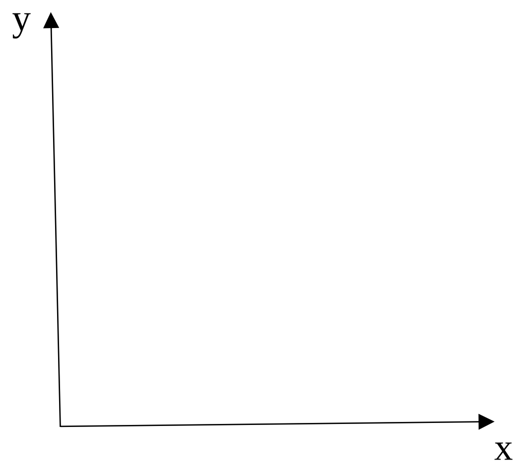
Polaires à Cartésiennes	**Cartésiennes à Polaires**
x = R cos θ	R = $\sqrt{x^2 + y^2}$
y = R sin θ	θ = arctan (y/x)

1.4 ADDITION DE VECTEURS

A) <u>Méthode des composantes</u> (Analytique)

$$\vec{A} = (A_x\,; A_y)$$

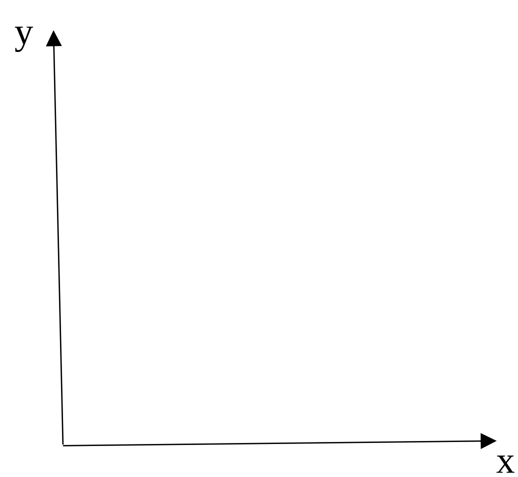
1. $A_x = A \cos \theta$
2. $A_y = A \sin \theta$
3. $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$
4. $\theta = \arctan (A_y/A_x)$



Exemple :

$$\begin{array}{rl} & \vec{D} = (2\,;\,4)\ \text{m} \\ + & \vec{C} = (-1\,;\,3)\ \text{m} \\ & \underline{\vec{E} = (6\,;\,-4)\ \text{m}} \\ & \vec{R} = (7\,;\,3)\ \text{m} \end{array}$$

B) <u>Méthode graphique</u> : À l'aide de papier millimétrique et en commençant à l'origine d'un plan cartésien, il s'agit d'y représenter chacun des vecteurs à additionner en les plaçant bout-à-bout. À la fin, on relie l'origine à l'extrémité du dernier vecteur pour former la résultante, soit la somme de tous les vecteurs.



1.5 LE CALCULS D’INCERTITUDE

Voir l’annexe B sur le site web du cours (les deux premières pages seulement).

1.6 CINÉMATIQUE DE LA PARTICULE

A) Cinématique : Discipline qui étudie la manière dont un corps se déplace dans l’espace et le temps.

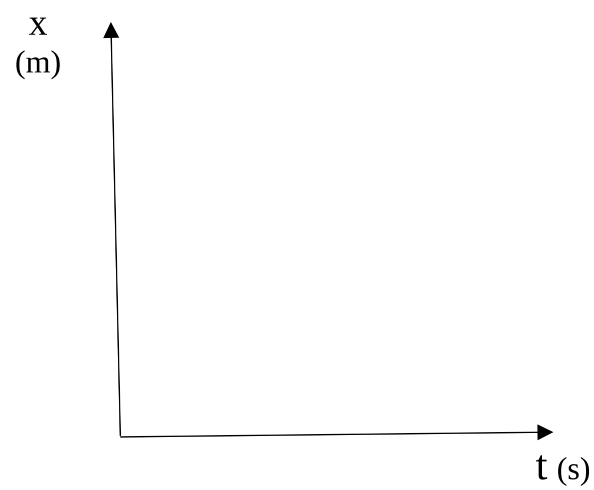
B) Tableau de quantités physiques

#	**Quantités physiques**	**Équations**
1	Position	x
2	Déplacement	$\Delta x = x_f - x_i$
3	Vitesse scalaire moyenne	$v_s = d/t$
4	Vitesse moyenne	$\bar{v} = \Delta x / \Delta t$
5	Accélération moyenne	$\bar{a} = \Delta v / \Delta t$
6	Vitesse instantanée	$v = dx/dt$
7	Accélération instantanée	$a = dv/dt$

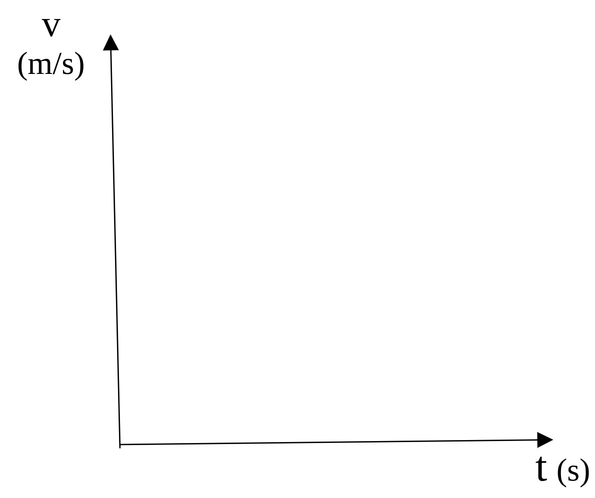
C) Exemples

1.7 INTERPRÉTATION GRAPHIQUE

A) Position en fonction du temps



B) Vitesse en fonction du temps



1.8 ÉQUATIONS DE LA CINÉMATIQUE

1. $v = v_o + a\,t$
2. $x = x_o + ½\,(v_o + v\,)\,t$
3. $x = x_o + v_o\,t + ½\,a\,t^2$
4. $v^2 = v_o^2 + 2\,a\,(x - x_o)$

Exemple #1 : Un cycliste roule initialement à 12 m/s. Il parcourt 32 m durant les 4 s suivantes. Déterminer : a) son accélération, b) sa vitesse après 4 s.

Exemple #2 : Une balle qui est lancée vers le bas d'un balcon arrive au sol en 0,8 s à la vitesse de 13 m/s. Déterminer : a) sa vitesse initiale, b) la hauteur du balcon, c) le temps pour toucher le sol si elle était lancée avec la même vitesse initiale, mais vers le haut.

MODULE 2

DYNAMIQUE DE TRANSLATION

Décollage de la navette spatiale

2.1 NOTIONS DE BASE

Cinématique : Discipline qui décrit la manière dont un corps se déplace dans l'espace et le temps.

Dynamique : Discipline qui explique la manière dont un corps se déplace dans l'espace et le temps.

A) Force

-
-
-
-

Forces de contact: Elles nécessitent un contact physique entre les objets pour s'appliquer.

Exemples :
- Tension dans une corde
- Force dans un ressort
- Force de frottement

Forces d'action-à-distance : Elles ne nécessitent pas un contact physique entre les objets pour s'appliquer.

Exemples :
- Force électrique
- Force gravitationnelle

B) 1ère loi de Newton (L'inertie)

« Tout corps étant au repos ou se déplaçant à vitesse constante, demeure dans cet état à moins qu'une force supplémentaire ne vienne changer cet état. »

Inertie : Résistance aux variations de vitesse.

Masse : Mesure de l'inertie. Plus un objet est massif, plus il s'oppose à un changement d'état.

C) 2ème loi de Newton ($\sum \vec{F} = m\,\vec{a}$)

« La sommation des forces (force résultante) agissant sur un objet est égale à la masse de l'objet multipliée par son accélération. »

Poids : Force gravitationnelle qui agit sur un objet.

$$\boxed{F = G\frac{m_1 m_2}{r^2},} \quad G = 6{,}67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$$

Q1 : Quelle est la valeur du champ gravitationnel sur la Lune ($M_L = 7{,}36 \times 10^{22}$ kg, $R_L = 1{,}74 \times 10^{6}$ m) ?

Q2 : Quel est le poids sur la Lune d'un véhicule lunaire de masse égale à 1300 kg sur la Terre ?

D) Différences entre Masse et Poids

Masse	Poids
Notion scalaire (kg)	Notion vectorielle (N)
Indépendante du lieu où se trouve l'objet	Dépendant du lieu où se trouve l'objet

E) 3ème loi de Newton (Action-Réaction)

« La force exercée sur A par B est de même grandeur mais de direction opposée à la force exercée sur B par A. »

$$\boxed{\overrightarrow{F_{AB}} = -\overrightarrow{F_{BA}}}$$

Ex. :

2.2 APPLICATIONS

Exemple #1 : On tire vers la droite un chariot de 20 kg à l'aide d'une force constante de 12 N orientée à 40˚ avec l'horizontale. Une deuxième force de 10 N est appliquée vers la gauche avec un angle de 10˚ avec l'horizontale. Déterminer : a) son accélération, b) son poids apparent.

Exemple #2 : Un bloc de 3 kg est suspendu par deux cordes (voir schéma). Déterminer la tension dans chaque corde.

Exemple #3 : Déterminer l'accélération des blocs de la figure suivante si les forces de frottement sont négligeables. Quelle est la tension dans la corde qui les relie ?

Exemple #4 : Un bloc de masse 1 kg placé sur un plan incliné à 37˚ (sans frottement), est soumis à une force horizontale de 5 N. Déterminer : a) son accélération, b) son poids apparent, c) son déplacement au bout de 2 s, s'il se déplace initialement vers le haut du plan incliné à 4 m/s.

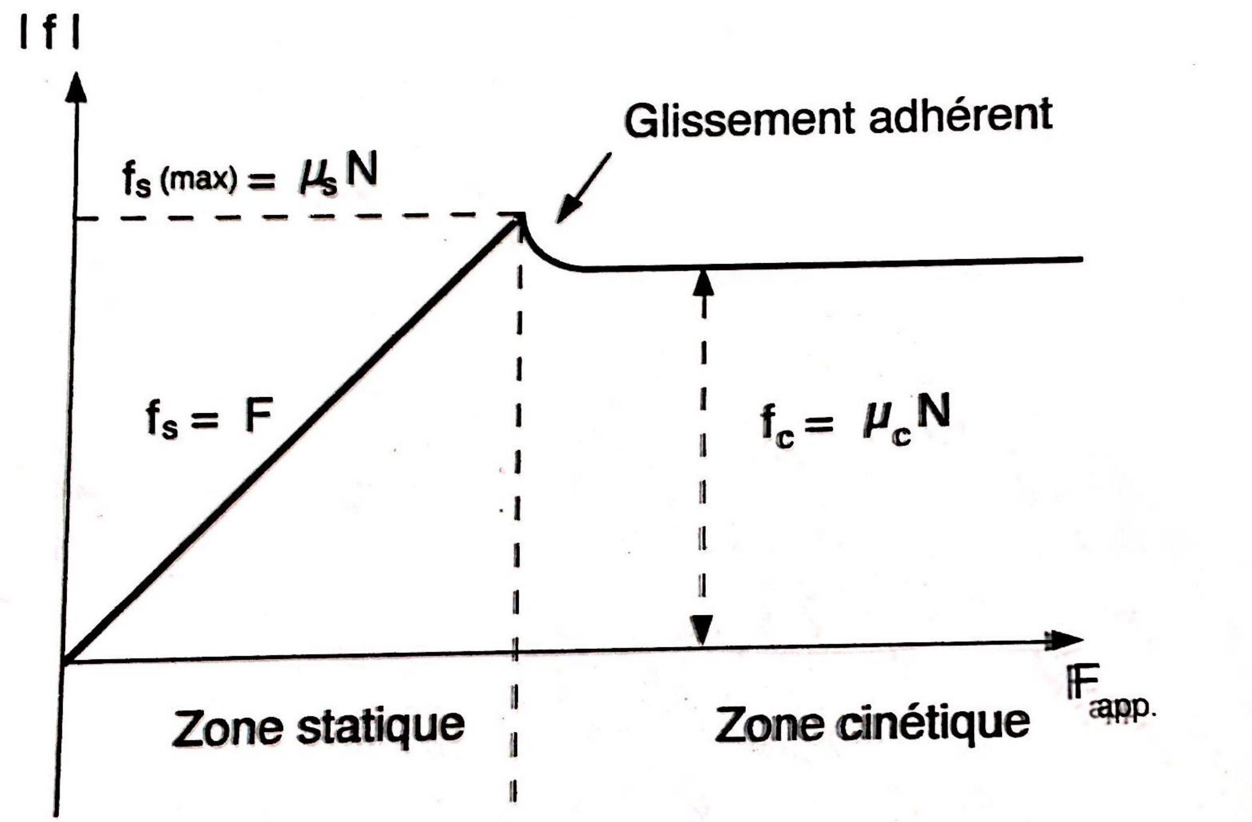
2.3 FROTTEMENT

Le frottement est : - une force
- qui agit habituellement dans le sens contraire au mouvement
- qui cause l'abrasion (usure par frottement)
- qui convertit en chaleur d'autres formes d'énergie
- très utile, puisqu'il permet de marcher, courir, rouler en voiture, etc…

Frottement : Force de contact qui s'oppose au mouvement relatif de deux corps.

Frottement statique : Force s'exerçant entre deux surfaces au repos l'une par rapport à l'autre.

Frottement cinétique : Force s'exerçant entre deux surfaces en mouvement relatif.



Les coefficients de frottement sont des constantes sans dimension ($0{,}01 \le \mu \le 1{,}5$). Généralement, le coefficient de frottement cinétique est plus petit que le coefficient de frottement statique ($\mu_c < \mu_s$).

Exemple #1 : Un bloc de 5 kg repose sur un plan incliné de 30˚. Le coefficient de frottement statique entre le bloc et le plan incliné est de 0,20. Quelle doit être l'intensité d'une force horizontale poussant sur le bloc si celui-ci est sur le point de glisser a) vers le haut du plan et b) vers le bas du plan ?

2.4 MOUVEMENT CIRCULAIRE

A) <u>Accélération</u> : Il y a accélération ($\vec{a} = \Delta\vec{v}/\Delta t$), si :

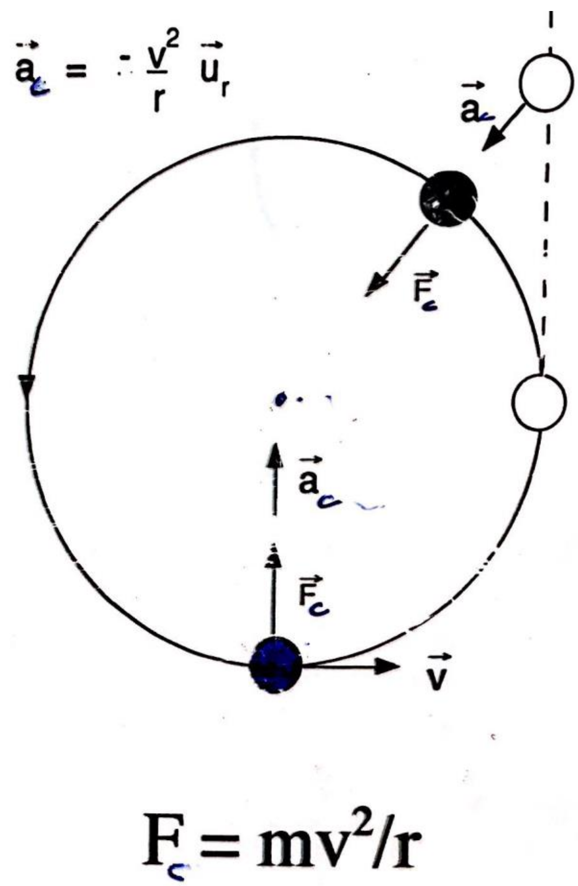
Ex :

MRUA 1) - la direction de la vitesse est constante
- le module de la vitesse est variable

MCU 2) - la direction de la vitesse est variable
- le module de la vitesse est constant

MCA 3) - la direction de la vitesse est variable
- le module de la vitesse est variable

B) <u>Mouvement circulaire</u> :



C) Force centripète vs Force centrifuge :

Force centripète	**Force centrifuge**
Force réelle	Pseudo-force
Agit dans un référentiel inertiel	Agit dans un référentiel accéléré

D) Exemples : On fait tourner une roche au bout d'une corde verticalement. Déterminer la tension dans la corde a) au sommet de la trajectoire, b) en son point le plus bas.

Exemple #1 : Un bouton est posé au bord du plateau d'un tourne-disque de rayon 15 cm qui tourne à 45 tr/min. Quel est le coefficient de frottement minimal requis pour que le bouton reste sur le plateau ?

Exemple #2 : La grande boucle verticale d'un parc d'attraction (montagne russe) a un rayon de courbure de 6,5 m à son point le plus élevé. Quel est le module de la **vitesse minimale** que doit avoir le train pour ne pas quitter les rails à ce point ?

MODULE 3

TRAVAIL ET ÉNERGIE

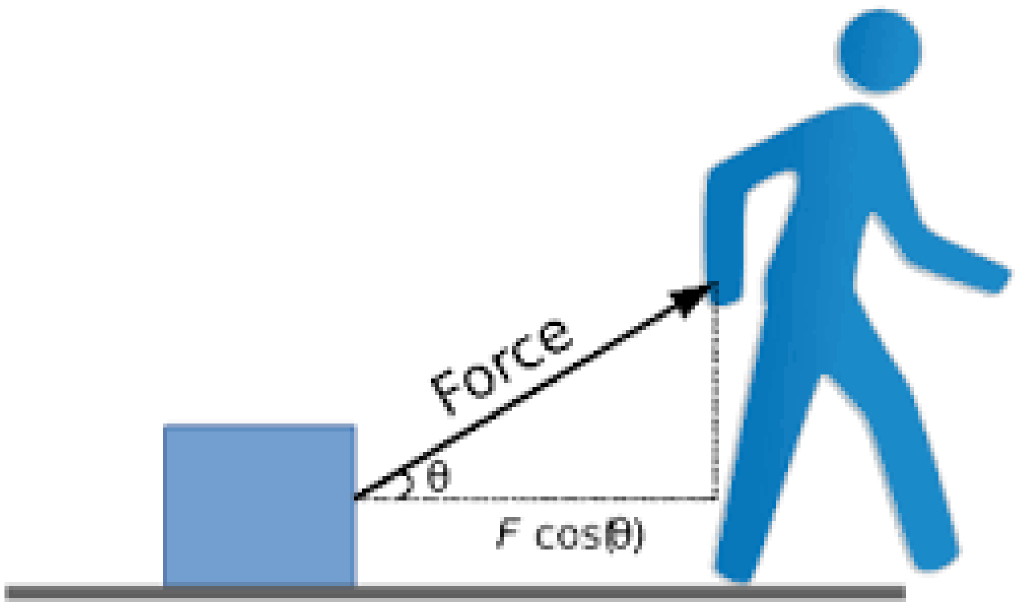


Illustration du travail fait par une force constante

3.1 TRAVAIL FAIT PAR UNE FORCE CONSTANTE

A) <u>Travail</u> : Quantité d'énergie nécessaire pour déplacer un objet d'une distance S avec une force F.

$$W = (F \cos \theta)\,(S)$$

où : W = travail (J) (joule)

F = module de la force appliquée (N) (newton)

S = module du déplacement (m) (mètre)

θ = angle entre $\vec{F}$ et $\vec{S}$ (˚) (degré)

B) <u>Conditions</u> : (Pour qu'une force $\vec{F}$ fasse un travail sur un objet)

- L'objet doit subir un déplacement.
- La composante de la force orientée selon le déplacement $\vec{S}$ ne doit pas être nulle.

C) <u>Exemples</u> :

3.2 TRAVAIL FAIT PAR UNE FORCE VARIABLE

A) Loi de Hooke :

$$F_{res} = -\,k\,x$$

où : F_{res} = force dans le ressort (N)

k = constante de rappel du ressort (N/m)

x = position par rapport à l'équilibre (m)

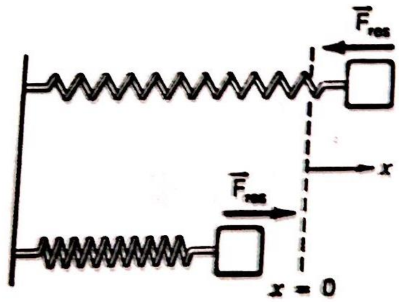


FIGURE 7.9 La force exercée par un ressort idéal est donnée par la loi de Hooke: $F_{res} = -kx$, x étant l'allongement ou la compression du ressort.

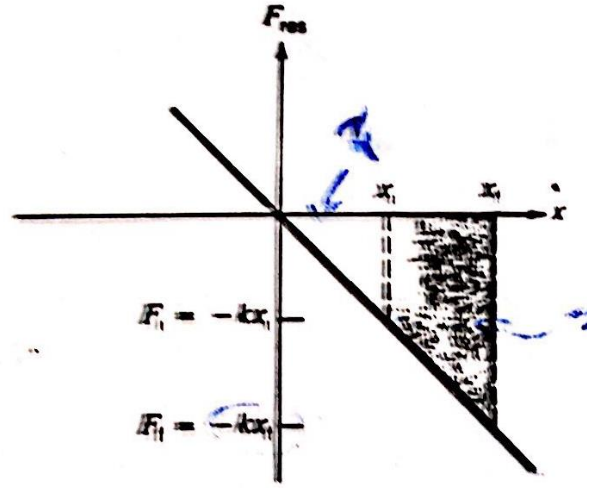


FIGURE 7.10 Le travail effectué par le ressort lorsque le déplacement de son extrémité libre varie de x_i à x_f est égal à l'aire du trapèze $W_{res} = -\frac{1}{2}k(x_f^2 - x_i^2)$.

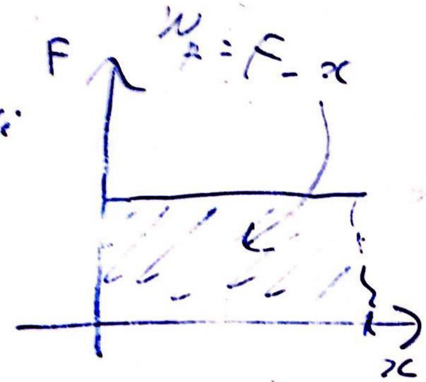
$$W_{res} = A_1 - A_2$$

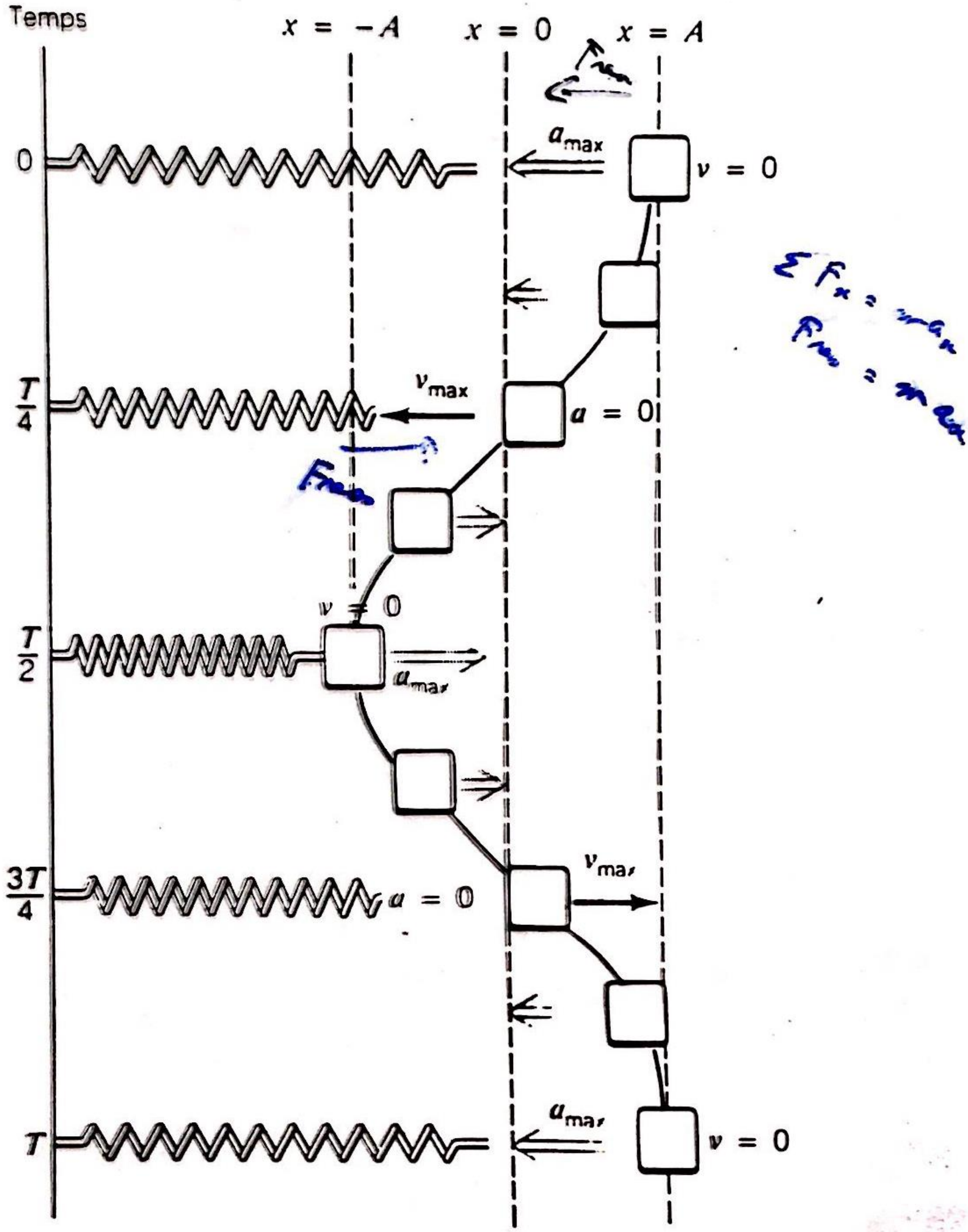
$$= \frac{1}{2} F_f x_f - \frac{1}{2} F_i x_i$$

$$= \frac{1}{2}(-k x_f) x_f - \frac{1}{2}(-k x_i) x_i$$

$$= -\frac{1}{2} k x_f^2 + \frac{1}{2} k x_i^2$$

$$\boxed{W_{res} = -\frac{1}{2} k (x_f^2 - x_i^2)}$$




Temps
x = −A
x = 0
x = A
0
a_max
v = 0
T/4
v_max
a = 0
T/2
v = 0
a_max
3T/4
a = 0
v_max
T
a_max
v = 0

3.3 TYPES D'ÉNERGIE

A) Énergie cinétique : Énergie associée au mouvement d'un objet.

$$\boxed{K = \tfrac{1}{2}\, m\, v^2}$$

où : K = énergie cinétique (J)

m = masse (kg)

v = vitesse de l'objet (m/s)

B) Énergie potentielle (gravitationnelle) : Énergie associée à la position d'un objet par rapport à un référentiel donné.

$$\boxed{U_g = m\, g\, h}$$

où : U_g = énergie potentielle gravitationnelle (J)

m = masse (kg)

g = champ gravitationnel (9,81 m/s^2)

h = hauteur de l'objet par rapport au référentiel (m)

C) Énergie potentielle (élastique) : Énergie associée à la position d'un objet par rapport à un référentiel donné (pour un ressort).

$$\boxed{U_{res} = \tfrac{1}{2}\, k\, x^2}$$

où : U_{res} = énergie potentielle élastique (J)

k = constante de rappel du ressort (N/m)

x = position par rapport à l'équilibre (m)

3.4 THÉORÈME DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE

$$\boxed{W_{net} = \Delta K}$$

où : W_{net} = travail fait par l'ensemble des forces (J)

ΔK = variation de l'énergie cinétique (J)

Exemple #1 : Un bloc de 6 kg initialement au repos est soumis à une force constante de 12 N orientée horizontalement vers la droite. Il glisse sur une surface lisse et horizontale. a) Déterminer la vitesse du bloc lorsqu'il aura parcouru une distance de 3 m. b) On place le bloc sur une surface rugueuse dont le coefficient de frottement cinétique est de 0,15. Déterminer la vitesse du bloc lorsqu'il aura parcouru une distance de 3 m.

3.5 PRINCIPE DE CONSERVATION

$$\boxed{E_i = E_f}$$

où : E_i = énergie initiale (J)

E_f = énergie finale (J)

Exemple #1 : La voiture d'une montagne russe a une masse de 600 kg, y compris la masse des passagers. Au point A, à une hauteur de 30 m, sa vitesse est de 12 m/s. Déterminer le module de la vitesse a) au point B (à 12 m du sol), b) au point C (à 25 m du sol). On néglige les pertes par frottement et l'énergie associée à la rotation des roues.

Exemple #2 : Considérons le pendule représenté à la figure suivante (longueur de la corde est égale à 75 cm). a) Si on le libère à partir du point A (hauteur maximale), quelle sera la vitesse de la balle en passant au point C (hauteur minimale) ? b) Quelle sera la vitesse de la balle au point B (la corde fait un angle de 37˚ par rapport à la verticale ?

Exemple #3 : À partir du repos, une voiture de 1200 kg descend une pente inclinée à 20˚ par rapport à l'horizontale. La longueur de la pente est de 15m. Quelle est la vitesse de la voiture au bas de la pente si a) le frottement est négligeable et b) la force de frottement s'opposant au mouvement est de 3000 N ?

3.6 PUISSANCE ET RENDEMENT

A) Puissance : Quantité de travail ou d'énergie par unité de temps.

$$P_{moy} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

où : P_{moy} = puissance moyenne (W) (watt) (1 W = 1 J/s)

W = travail (J) (joule)

ΔE = variation d'énergie (J) (joule)

Δt = intervalle de temps (s)

B) Rendement : Rapport entre la puissance produite (P_s) par une machine et celle qui lui est appliquée (P_e) pour fonctionner. Il nous renseigne sur l'efficacité de la machine. Plus le rendement est élevé, moins il y a de perte d'énergie dans le processus.

$$R = \frac{P_s}{P_e} = \frac{W_p}{W_a}$$

où : R = rendement (sans unité)

P_s = puissance de sortie (W)

P_e = puissance d'entrée (W)

W_p = travail produit (J)

W_a = travail appliqué (J)

Exemple #1 : L’énergie contenue dans l’essence est de 3,4 x 10^7 J/L. On considère une automobile dont le taux moyen de consommation est de 12 km/L à 100 km/h. Si la puissance mécanique produite à cette vitesse est de 25 hp, quel est le rendement du moteur?

MODULE 4

ROTATION

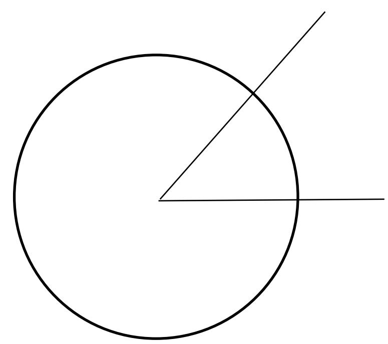
Roue en rotation

4.1 CINÉMATIQUE DE ROTATION

A) <u>Introduction</u> :

- position angulaire (θ) (Ex. : $\theta = 2\pi$ rad)
- vitesse angulaire (ω) (Ex. : $\omega = 3{,}14$ rad/s , $\omega = 33$ tr/min , $\omega = 2000$ RPM)
- accélération angulaire (α) (Ex. : $\alpha = 12$ rad/s^2)

<u>Système combiné</u> (translation-rotation)



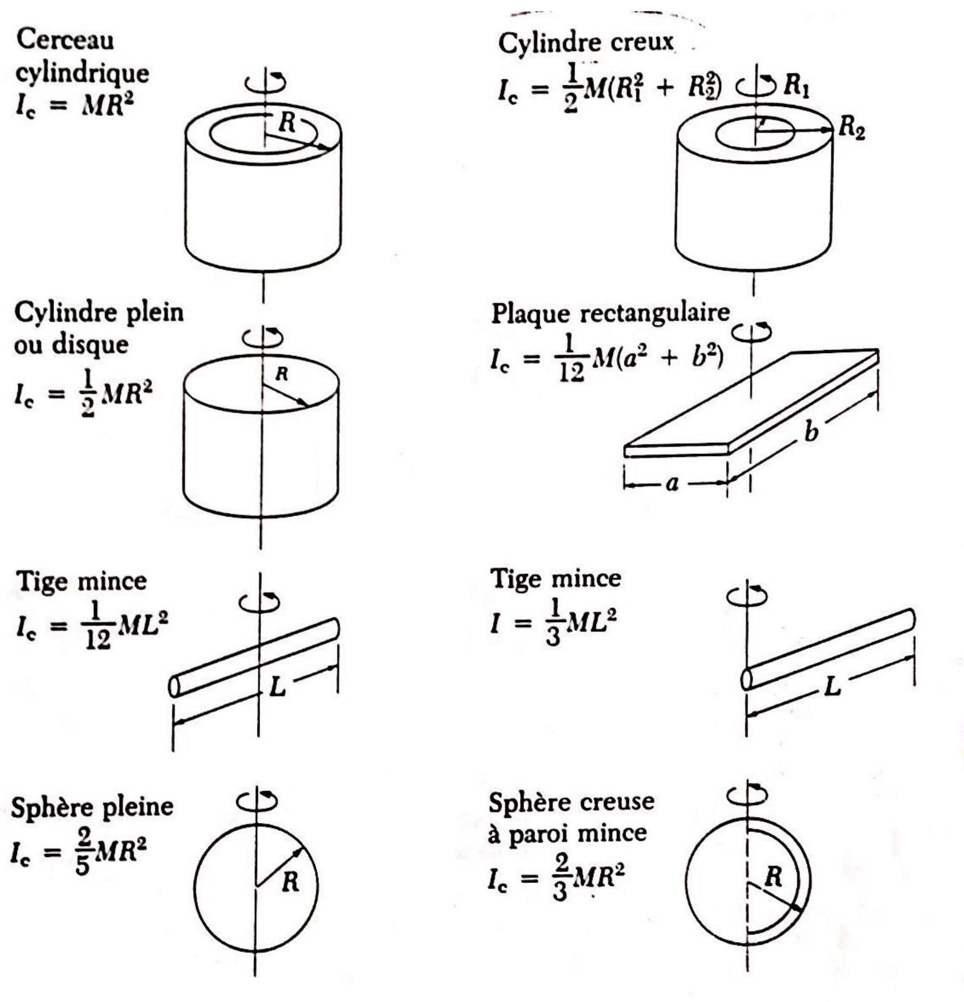
B) <u>Tableau comparatif</u> : Translation vs Rotation

	Translation	**Rotation**
Cinématique	$v = v_o + a\,t$ $x = x_o + ½\,(v_o + v)\,t$ $x = x_o + v_o\,t + ½\,a\,t^2$ $v^2 = v_o^2 + 2\,a\,(x - x_o)$	$\omega = \omega_o + \alpha\,t$ $\theta = \theta_o + ½\,(\omega_o + \omega)\,t$ $\theta = \theta_o + \omega_o\,t + ½\,\alpha\,t^2$ $\omega^2 = \omega_o^2 + 2\,\alpha\,(\theta - \theta_o)$
	S v a	$= R\theta$ $= R\omega$ $= R\alpha$
Énergie	$W = (F \cos\theta)\,(S)$ $K = ½\,mv^2$ $P = F\,v$	$W = \tau\,\theta$ $K_{rot} = ½\,I\omega^2$ $P = \tau\,\omega$
Dynamique	$\sum \vec{F} = m\,\vec{a}$ $\vec{P} = m\,\vec{v}$	$\sum \vec{\tau} = I\,\vec{\alpha}$ $\vec{L} = I\,\vec{\omega}$

Exemple #1 : Une roue effectue 40 tours en 5 secondes et tourne à 100 tr/min à la fin de cette période. Quelle est l'accélération angulaire, si on la suppose constante ?

4.2 ÉNERGIE CINÉTIQUE DE ROTATION

A) <u>Moment d'inertie</u> : Mesure de l'inertie de rotation, donc de la résistance aux variations de vitesse angulaire.



<u>Théorème des axes parallèles</u>

$$I = I_z = I_c + Md^2$$

B) Énergie cinétique de rotation :

$$\boxed{K_{rot} = \tfrac{1}{2} I\omega^2}$$

où : K_{rot} = énergie cinétique de rotation (J) (joule)

I = moment d'inertie (kg m^2)

ω = vitesse angulaire (rad/s)

Exemple #1 : Un cylindre plein et une sphère pleine de même masse (0,150 kg) et de même rayon (0,05 m) sont maintenus initialement à une hauteur H sur un plan incliné. Considérant aucune perte par frottement,

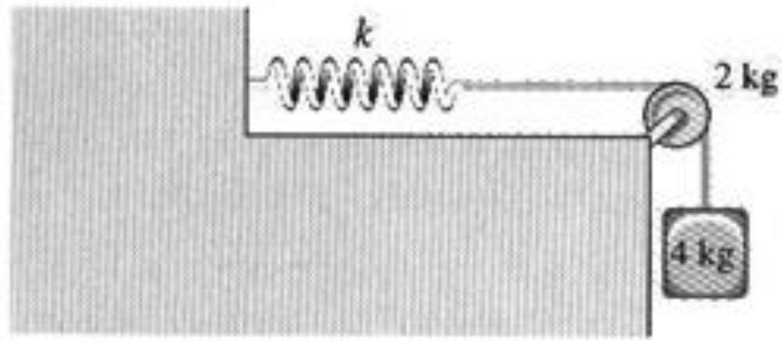
a) Quelle est la hauteur H si la vitesse du cylindre est de 5,11 m/s au bas du plan incliné ?

b) Lequel des 2 objets va arriver en bas le premier ?

c) Calculer l’énergie cinétique de rotation de la sphère au bas du plan incliné ?

d) Quelle est l’énergie cinétique totale du cylindre au bas du plan incliné ?

Exemple #2 : La figure suivante illustre un ressort initialement non tendu de constante de rappel égale à 80 N/m relié à un bloc de masse 4 kg par une corde passant par une poulie de masse 2 kg et de rayon 5 cm ($I = ½ MR^2$). a) Si on lâche le bloc à partir du repos, quel est l'allongement maximal du ressort ? b) Quel est le module de la vitesse du bloc lorsqu'il est tombé de 20 cm ?



Exemple #3 : Deux sphères de masse m et de rayon R sont fixées aux extrémités d'une tige mince de masse m et de longueur 3R. Déterminer le moment d'inertie du système par rapport à un axe perpendiculaire à la tige et passant par son milieu.

4.3 DYNAMIQUE DE ROTATION

A) Moment de force : Mesure de la capacité qu'à une force d'engendrer un mouvement de rotation autour d'un axe.

$$\boxed{\tau = R_{\perp} F}$$

où : τ = moment de force (N m)

$R_{\perp}$ = bras de levier (m)

F = force appliquée (N)

- Bras de levier : Distance entre le prolongement de la force et le pivot.
- Exemples :

B) 2ème loi de Newton :

$$\boxed{\sum \tau = I\alpha}$$

où : τ = moment de force (N m)

I = moment d'inertie (kg m^2)

α = accélération angulaire (rad/s^2)

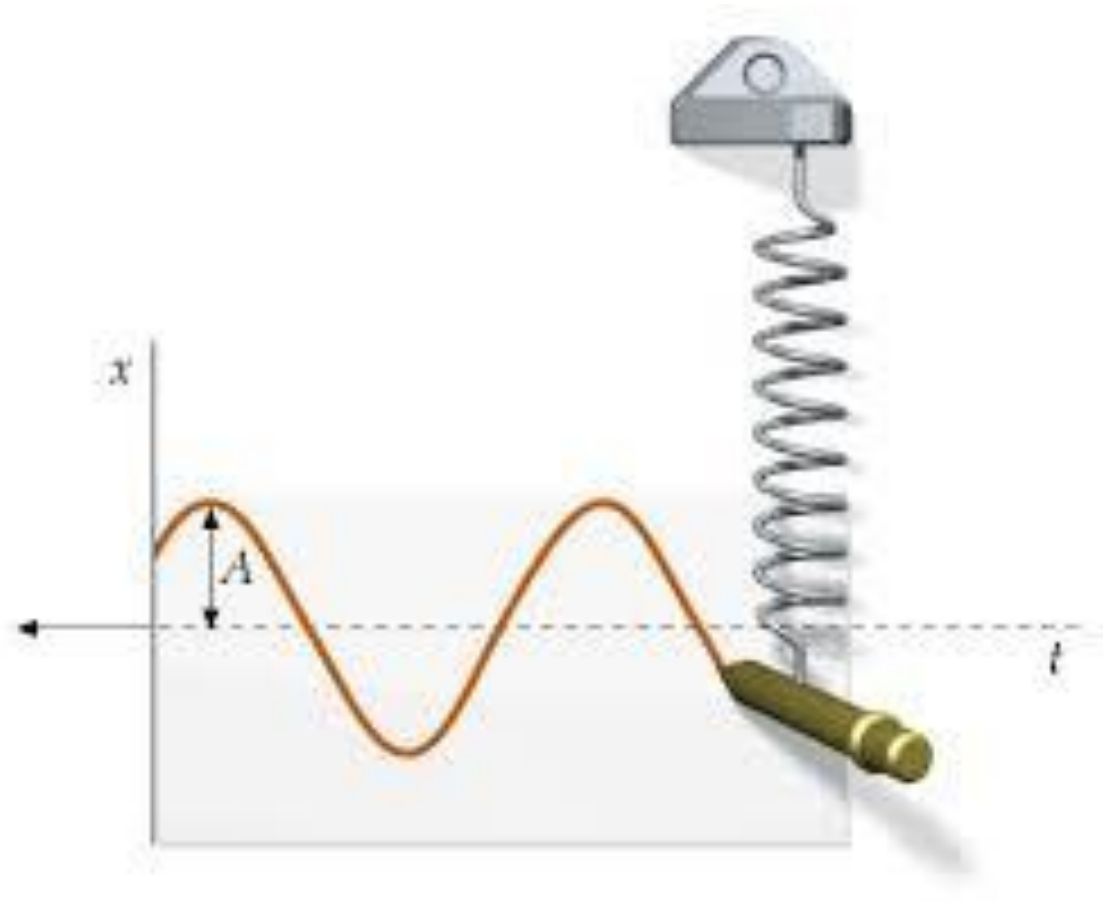
Exemple #1 : Pour chacune des forces représentées à la figure suivante, déterminer a) le moment de force par rapport au pivot et b) l'accélération angulaire de la tige, sachant que sa masse est de 2 kg ($I_{tige} = 1/12\ ML^2$). On donne $F_1 = 10$ N, $F_2 = 15$ N, $F_3 = 8$ N et $L = 8$ m.

Exemple #2 : Une roue de 500 g ayant un moment d'inertie de 0,015 kg m^2 tourne initialement à 30 tr/s. Elle s'immobilise après 163 tours. Déterminer le couple (moment de force) qui l'a ralenti.

Exemple #3 : Un bloc de masse m = 2 kg peut glisser vers le bas d'un plan incliné de 53° (sans frottement), mais il est relié à une poulie de masse M = 4 kg et de rayon R = 0,5 m. Déterminer l'accélération angulaire de la poulie, l'accélération linéaire du bloc et la tension dans la corde.

MODULE 5

MOUVEMENT DES CORPS OSCILLANTS



Mouvement harmonique simple

5.1 NOTIONS GÉNÉRALES

A) Onde sinusoïdale :

Longueur d'onde (λ) : Distance entre 2 points identiques de l'onde. (Ex. 700 nm pour le rouge)

Fréquence d'oscillation (f) : Nombre d'oscillations par intervalle de temps. (Ex. 60 Hz, 60 oscillations/s)

Amplitude (A) : Valeur maximale de la déformation.

Période (T) : Temps nécessaire pour une oscillation.

Fréquence angulaire (ω) : Similaire à la vitesse angulaire, mais pour les systèmes qui ne sont pas vraiment en rotation, bien que leur mouvement puisse s'exprimer à l'aide d'une équation sinusoïdale. (Ex. 300 rad/s)

B) Équations :

$$\boxed{\begin{aligned} x(t) &= A \sin(\omega t) \\ v(t) &= \omega A \cos(\omega t) \\ a(t) &= -\,\omega^2 A \sin(\omega t) \end{aligned}}$$

$$\boxed{\omega = \sqrt{k/m}}$$

$$\boxed{\omega = 2\pi f}$$

$$\boxed{f = 1/T}$$

$$v_{max} = A\,\omega = A\sqrt{k/m}$$

$$a_{max} = -\,A\,\omega^2 = -\,A\,k/m = -\,A\,4\pi^2/T^2$$

$$T = 2\pi\sqrt{m/k}$$

5.2 APPLICATIONS

Exemple #1 : Une masse de 200 g oscille horizontalement au bout d'un ressort ayant une constante de rappel k = 7,0 N/m. La masse est déplacée à 5,0 cm de sa position d'équilibre puis relâchée. Calculer a) sa vitesse maximale, b) sa vitesse lorsqu'elle est à 3,0 cm de sa position d'équilibre et c) son accélération dans chacun des cas précédents.

Exemple #2 : Une masse de 50 g est soumise à un mouvement harmonique simple dont l'amplitude est de 12 cm et la période est de 1,70 secondes. Déterminer a) la fréquence d'oscillation, b) la constante de rappel du ressort, c) la vitesse maximale de la masse, d) l'accélération maximale de la masse, e) la vitesse quand le ressort est étiré de 6,0 cm et f) l'accélération quand le ressort est comprimé de 6,0 cm

MODULE 6

FLUIDES

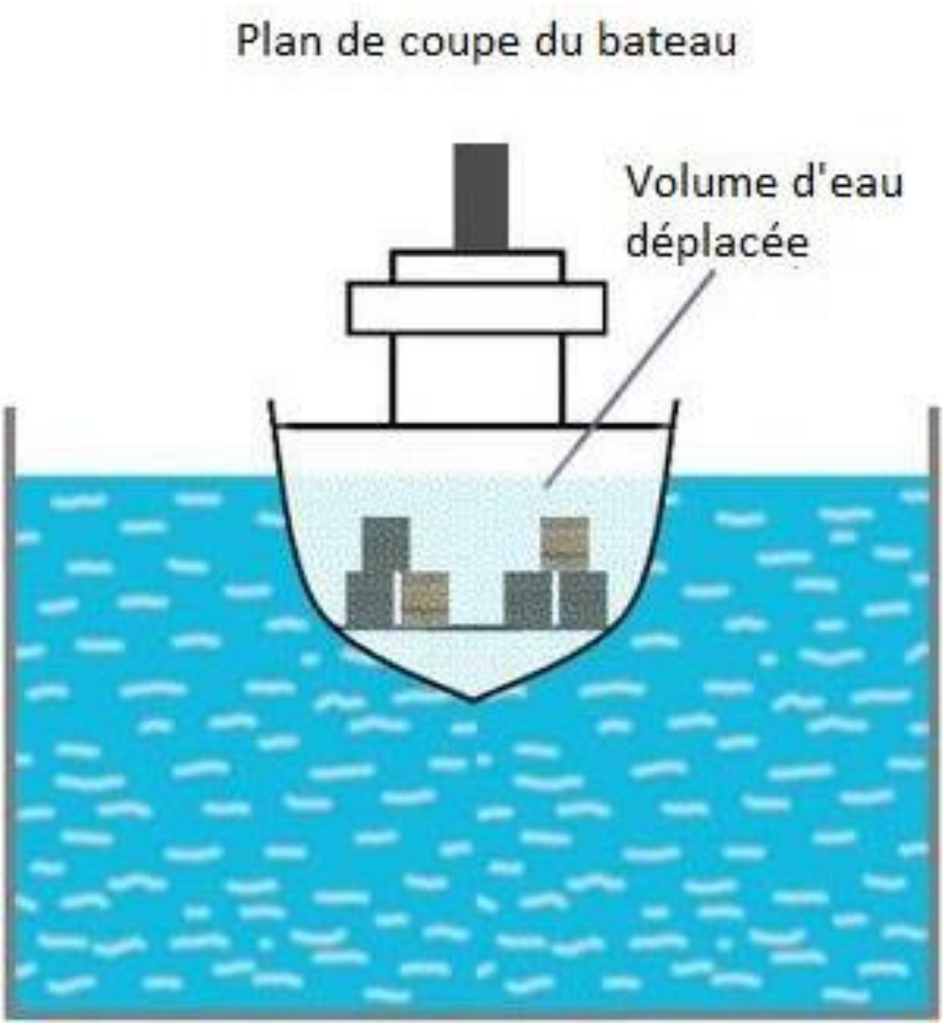


Illustration du principe d'Archimède

6.1 NOTIONS DE BASE

A) Densité de masse volumique : Masse par unité de volume d'un corps.

$$\rho = M / V$$ **Densité de masse volumique (6.1)**

où : ρ = densité de masse volumique (kg/m^3)

M = masse (kg)

V = volume (m^3)

ρ_{eau} = 1 g/cm^3 = 1000 kg/m^3

B) Pression : Rapport de la force exercée perpendiculairement à une surface sur l'aire de celle-ci.

$$P = F / A$$ **Pression (6.2)**

où : P = pression (pascal) (Pa) (N/m^2)

F = force perpendiculaire à la surface (N)

A = aire (m^2)

C) Pression hydrostatique : Pression exercée sur un corps par un fluide au repos.

$$P_{hydro} = \rho\, g\, h$$ **Pression hydrostatique (6.3)**

où : P_{hydro} = pression hydrostatique (pascal) (Pa) (N/m^2)

ρ = densité de masse volumique du fluide (kg/m^3)

g = champ gravitationnel terrestre (9,81 m/s^2)

h = hauteur de la colonne du fluide (m)

6.2 HYDROSTATIQUE

A) <u>Principe d'Archimède</u> : Tout corps plongé dans un fluide reçoit une poussée verticale égale au poids du fluide déplacé.

$$F_p = \rho_f V_f g$$ **Force de poussée (6.4)**

où : F_p = force de poussée (N)

ρ_f = densité de masse volumique du fluide (kg/m^3)

V_f = volume du fluide déplacé (m)

g = champ gravitationnel terrestre (9,81 m/s^2)

6.3 HYDRODYNAMIQUE

A) Débit : Quantité de matière (en volume) s'écoulant à un endroit donné par intervalle de temps.

$$D = A\,v = V / t$$ **Débit (6.5)**

où : D = débit (m^3/s)

A = aire de la section considérée (m^2)

v = vitesse du fluide (m/s)

V = volume du fluide (m)

t = temps (s)

B) Équation de continuité : Si un fluide incompressible s'écoule dans un tube dont la section est variable, le débit demeure malgré tout constant.

$$D_1 = D_2$$ **Équation de continuité (6.6)**

où : D_1 = débit au point 1 du tube (m^3/s)

D_2 = débit au point 2 du tube (m^3/s)

Il doit passer le même volume de matière à chaque section du tuyau dans un même laps de temps. Si la section diminue, il faut que la vitesse augmente.

C) <u>Équation de Bernoulli</u> : Correspond à une variante du théorème de l'énergie cinétique, mais appliquée aux concepts de la physique des fluides. Valide pour un fluide incompressible et non-visqueux avec écoulement laminaire (pas turbulent).

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$ **Équation de Bernoulli (6.7)**

où : P_1 = pression au point 1 (Pa)

P_2 = pression au point 2 (Pa)

ρ = densité de masse volumique du fluide (kg/m^3)

v_1 = vitesse du fluide au point 1 (m/s)

v_2 = vitesse du fluide au point 2 (m/s)

g = champ gravitationnel terrestre (9,81 m/s^2)

h_1 = hauteur du point 1 (m)

h_2 = hauteur du point 2 (m)