

P^r. ABD-LEFDIL P^r. ERROUGANI

**Université Mohammed V-Agdal
Département de Physique
Faculté des Sciences -Rabat
Année Universitaire 2013-2014
SVT-STU**

1

**chapitre II
Dynamique du point**

C'est la partie de la mécanique qui s'intéresse à l'étude des forces et de leurs effets sur le mouvement des objets.

2

Elle n'est pas applicable :

- Aux **objets** de taille **microscopiques** (< échelle atomique) : c'est le domaine de la **mécanique quantique**.
- Aux **objets** ayant une **vitesse proche** de celle de la **lumière** : c'est la **relativité d'Einstein**.

3

1. Le système étudié:

On appelle **système** l'objet ou le **point** dont on étudie le **mouvement**

2. Le référentiel:

Un **référentiel** est un **solide indéformable** de référence, par rapport auquel on étudie le **mouvement d'autres corps**.

Un référentiel est constitué :

d' un repère d'espace

d'une horloge

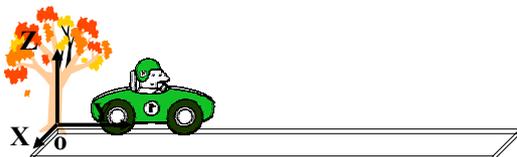
Un référentiel d'inertie (appelé aussi **galiléen**) est un référentiel **fixe** ou en translation **rectiligne uniforme** par rapport au référentiel de **Copernic**

Référentiel de Copernic

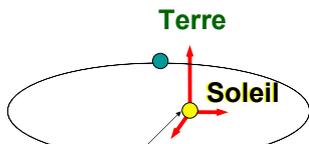
On appelle référentiel de Copernic, un référentiel ayant pour **origine** le **centre de masse du système solaire** et dont les **axes pointent vers des étoiles éloignées**.

Exemples de référentiel galiléen

1 Référentiel terrestre

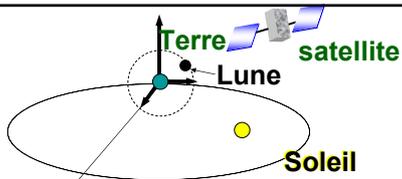


C'est le référentiel **constitué** à partir de n'importe quel solide de référence fixe par rapport à la Terre. C'est un référentiel adapté à l'étude des mouvements de courtes durées sur Terre. Le référentiel que l'on appelle couramment "laboratoire" en fait partie.



2. Référentiel héliocentrique

Étude du mouvement des planètes autour du soleil



3. Référentiel géocentrique

Étude du mouvement des satellites autour de la Terre

I- Lois de Newton

• Première loi :

Si aucune force n'agit sur un objet ou si la somme des forces (résultante des forces) est nulle, alors:

a- Un objet au repos reste au repos.

b- Un objet en mouvement continue à se mouvoir de manière rectiligne et uniforme (à vitesse constante).

Deuxième loi:

L'accélération d'un objet en mouvement est **proportionnelle à la résultante des forces qui lui sont appliquées** et **inversement proportionnelle à sa masse**. L'objet est **accélééré** dans la même direction que \vec{F}

$$\vec{F} \propto \vec{a} \quad \text{D'où} \quad \vec{F} = m\vec{a}$$

$\frac{1}{m} \propto a$

Troisième loi :

Si un objet 1 exerce une force sur un second objet 2, le second objet exerce, sur le premier, une force égale mais opposée : C'est le principe de l'action et de la réaction.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Remarque: Les lois de Newton sont valables seulement dans un référentiel **dit référentiel d'inertie ou galiléen**.

11

II- Masse volumique et densité

1) Si un corps a une masse m et un volume V , sa masse volumique ρ est définie par:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{en } \text{kg/m}^3$$

Exemples :

Eau (à 0°C et P = 1 atm) : $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$
Hg (mercure) : $\rho = 13600 \text{ kg m}^{-3}$
Sang (complet) : $\rho = 1059.5 \text{ kg m}^{-3}$

Constante de gravitation universelle (Cavendish):

$$G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2\text{kg}^{-2} \text{ (S.I)}$$

Le point d'application de la force $\vec{F}_{A/B}$ est le centre de gravité C_B du corps B

Remarques:

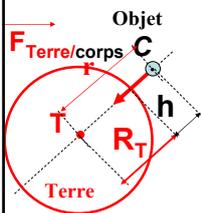
- Force est toujours attractive
- Force est proportionnelle aux masses
- Force est inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare

16

Si $m_2=M_T$ (la masse de la Terre) et $m_1=m$ la masse de l'objet, r est la distance qui sépare l'objet du centre de la Terre.

$$r = R_T + h$$

R_T est le rayon de la Terre ($R_T \approx 6400 \text{ km}$) et h l'altitude (hauteur par rapport au sol)



Une direction: la droite (CT);
Un sens: de C vers T
Une valeur:

$$F_{\text{Terre/C}} = \frac{G \cdot M_T \cdot m}{r^2} = \frac{G \cdot M_T \cdot m}{(R_T + h)^2}$$

17

A partir de la 2^{ème} loi de Newton, l'accélération résultant de cette force est généralement notée g et elle est donnée par:

$$m \times a = F_{\text{Terre/C}} = m \times g = \frac{G \cdot M_T \cdot m}{r^2}$$

$$\Leftrightarrow g_T = \frac{G M_T}{r^2}$$

On voit que g est indépendante de la masse m de l'objet.

18

Soit g_0 : accélération de la pesanteur pour $r = R_T$ ($h = 0$ Km) ($g_0 = 9,81$ m/s²)

g_3 : accélération de la pesanteur à la hauteur $h = 3$ km.

$$\frac{g_3}{g_0} = \left[\frac{6400}{6403} \right]^2 \approx 1 \rightarrow g_3 \approx g_0$$

Remarque:

La masse est la propriété intrinsèque d'un objet: quel que soit l'endroit où vous êtes, votre masse sera toujours la même alors que le poids dépend du lieu.

19

Données :

$G = 6,67 \times 10^{-11}$ m² . Kg⁻² . N; $g_0 = 9,81$ m/s²

Masse de la Lune : $m_L = 7,35 \times 10^{22}$ kg

Rayon de la Lune : $R_L = 1740$ km

$$g_L = G \frac{M_L}{(R_L + h)^2}$$

Sur la lune, l'accélération de la pesanteur g_L est de 1.67 ms⁻².

$$\frac{g_0}{g_L} = \frac{9,81}{1,67} = 5,87 \rightarrow g_{0T} \approx 6 \times g_{0L}$$

20

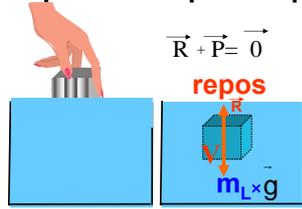
2) Poids apparent ou effectif

Pour bien comprendre cette notion de poids effectif, nous allons l'introduire à l'aide de deux exemples.

21

Rappel **Poussée d'Archimède**

La poussée d'Archimède est égale au poids du liquide déplacé.



$$\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$$

$$m_L = \rho_L \times V$$

Équilibre $\rightarrow R = m_L g = \rho_L V g$

R est la Poussée d'Archimède $= -\rho_L V \vec{g}$

V : volume du solide immergé

22

Soit un tube contenant un liquide et dans lequel on place une suspension de particules de masse m et de masse volumique ρ . Le poids apparent (poids effectif) d'une particule est le poids relatif de cette particule immergée et soumise à la poussée d'Archimède.

$P_{\text{eff}} = \text{Poids} - \text{Poussée d'Archimède}$

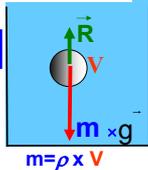
$\text{Poids} = m \times g = \rho \times V \times g$

$\text{Poussée d'Archimède} = m_L g$

$= \rho_L \times V g$

$\text{Poids} = m \times g$

$P_{\text{eff}} = mg - V\rho_L g = V(\rho - \rho_L) g$



23

m est la masse d'une particule de volume V .
 ρ est la masse volumique de la particule et ρ_L la masse volumique du liquide.

P_{eff} est une force verticale descendante si $(\rho - \rho_L)$ est positive.
 Elle peut être suffisante ou non pour la sédimentation.

24

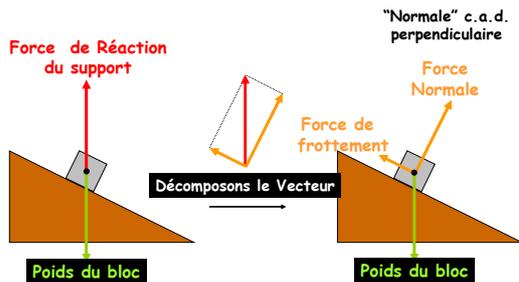
IV- Frottement

Le frottement est une force qui s'oppose au mouvement. Ses caractéristiques sont:

- Direction parallèle à la surface,
- Pratiquement indépendante de la surface de contact,
- Le coefficient de frottement μ dépend de la nature de la surface en contact.

25

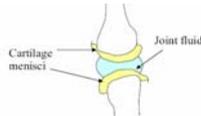
"Forces Normales et Forces de Frottement"



26

Lubrifiants naturels

- le liquide synovial s'écoule à travers les cartilages qui tapissent les articulations.



la salive qui se mélange aux aliments lorsque nous mâchons.

le mucus qui tapisse le cœur, les poumons et les intestins sert à minimiser les frottements associés au fonctionnement de ces organes.

27

Statique

- La statique concerne l'étude des forces qui s'exercent sur un objet en équilibre et au repos. C'est une partie très importante de la physique.

Même en l'absence de mouvement, différents problèmes intéressants peuvent être résolus concernant les forces en présence.

28

Notre étude sera brève et axée sur un solide rigide. Un solide rigide est un objet dont le volume, la forme et les dimensions ne varient pas lorsqu'il est soumis à des forces.

Exemples:

Equilibre d'un pont, forces musculaires (voir TD 2)

29

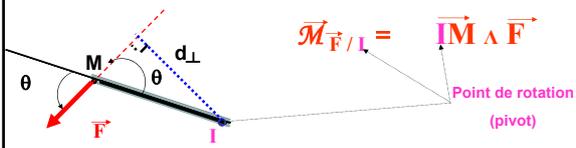
Un solide rigide est en équilibre



$$\sum \vec{F}_{\text{appliquées}} = 0$$
$$\sum \vec{\mathcal{M}}_{\vec{F}_{\text{appliquées}}} = 0$$

30

Moment d'une force par rapport à un point



$$\vec{\mathcal{M}}_{\vec{F}/I} = \vec{IM} \wedge \vec{F}$$

$$\left\| \vec{\mathcal{M}}_{\vec{F}/I} \right\| = IM F \sin\theta$$
