

Licence 1

Sciences et Technologie

Mentions : Sciences pour l'Ingénieur – Mathématiques Informatique

ECO 113

MECANIQUE DU POINT MATERIEL

Session 1 : OUTILS ET METHODES DE BASE DE LA MECANIQUE

I. DÉFINITIONS

I.1 La Mécanique

Mécanique (science du mouvement) : discipline de la Physique où l'on étudie les **relations** entre un **système matériel** et son **environnement**, en liaison avec des forces.

I. DÉFINITIONS

I.2 Point matériel

On appelle ainsi tout solide dont les **dimensions** sont **petites** par **rapport à l'échelle** de l'étude.

I. DÉFINITIONS

I.2 Point matériel (exemples)

A l'échelle moléculaire,
mouvement d'un électron...

*Question : quelle est la vitesse de rotation de l'électron
dans l'atome de Bohr ?*

**Réponse : des centaines de milliers de mètres par
seconde.**

I. DÉFINITIONS

I.2 Point matériel (exemples)

A l'échelle d'un terrain de foot, un ballon frappé par *Kylian MBAPPE, Antoine GRIEZMANN ou Paul POGBA...*

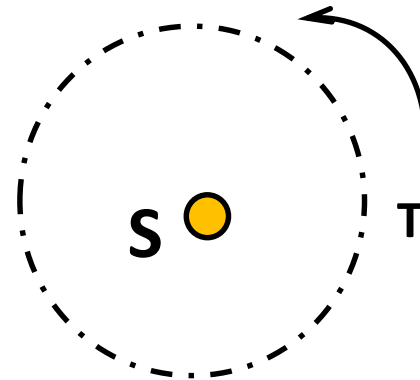
Question : *quelle vitesse peut atteindre un ballon de foot avant d'entrer dans les buts ?*

Réponse : le record, environ 45 mètres par seconde.

I. DÉFINITIONS

I.2 Point matériel (exemples)

A l'échelle du système solaire, le mouvement de la Terre est celui d'un point matériel...



Question : *A quelle vitesse tourne la Terre autour du Soleil ?*

Réponse : à fournir dans le QCM.

I. DÉFINITIONS

I.3 Système matériel

Système matériel : tout ensemble de points matériels (tout corps solide, liquide ou gazeux).

- **Système matériel déformable**, si les distances entre les points matériels constituant ce système sont variables (cas des liquides, des gaz et solides doués d'élasticité, ex. ressorts).

- **Système matériel indéformable** si la distance entre deux points matériels quelconques constituant ce système reste invariable (cas des solides en général).

Une fois défini le système matériel, son contour délimite un « extérieur » et un « intérieur ».

I. DÉFINITIONS

Différents domaines de la Mécanique

La Statique est l'étude de l'équilibre (l'état de repos).

Système matériel (ou point matériel) en équilibre → **Toutes les forces extérieures s'équilibrent, se neutralisent.**

Forme simple du Principe fondamental de la Statique :

$$\sum \overrightarrow{\text{Forces extérieures}} = \overrightarrow{0}.$$

I. DÉFINITIONS

Différents domaines de la Mécanique

La **Cinématique** est l'étude des mouvements, **sans se soucier des causes** (les forces).

En Cinématique, on étudie des **trajectoires**, on calcule des **vitesse, des accélérations**.

I. DÉFINITIONS

Différents domaines de la Mécanique

La **Dynamique** est également l'étude des mouvements, mais en liant les **causes (forces)** et les **effets (mouvements)**.

Forme la plus simple du principe fondamental de la Dynamique :

$$\sum \overrightarrow{\text{Forces extérieures}} = \text{masse} \times \overrightarrow{\text{accélération}}.$$

II. GRANDEURS SCALAIRES EN MÉCANIQUE DU POINT

Scalars : nombres **positifs**, **négatifs** ou **nuls** utilisés pour définir différentes grandeurs.

Exemples :

Masse de **20** kg ;

Température de **-3°C** ;

Energie de **25** J ;

Temps de **19** s ;

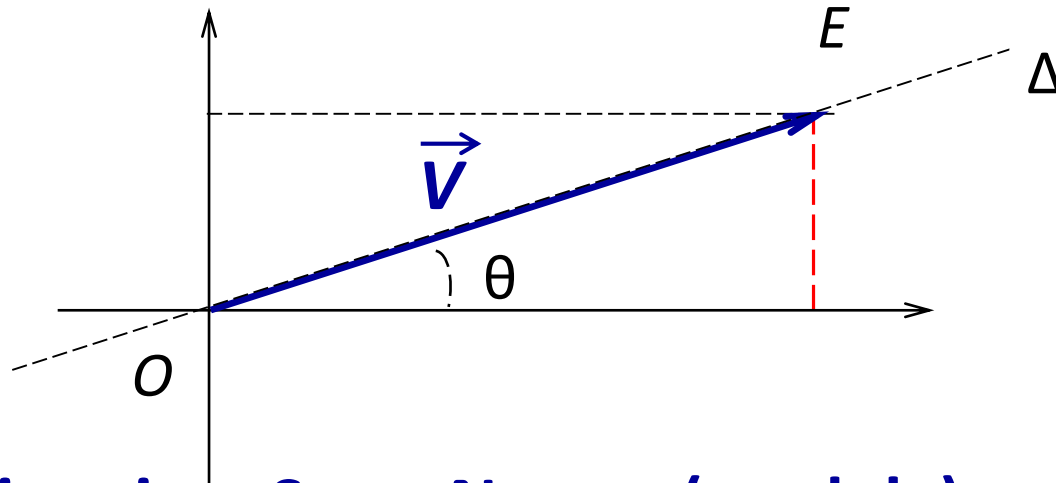
Poids de **28** N ;

Longueur de **18,21** m.

III. GRANDEURS VECTORIELLES EN MÉCANIQUE DU POINT

Forces, vitesses, accélérations : représentées par des vecteurs.

Caractéristiques d'un vecteur



Direction, Sens, Norme (module).

III. GRANDEURS VECTORIELLES EN MÉCANIQUE DU POINT

Direction

Droite d'action ou droite qui porte le vecteur (ici la droite Δ , inclinée d'un angle θ par rapport à l'horizontale).

Sens

Orientation du vecteur, de l'origine O vers l'extrémité E (à éviter, la **confusion entre direction et sens**).

Norme, module

Grandeur toujours positive, proportionnelle à la longueur du vecteur.

IV. DIFFERENCES ENTRE SCALAIRES ET VECTEURS

Scalaires : nombres **positifs**, **négatifs** ou **nuls** utilisés pour définir diverses grandeurs (temps, longueur, masse...).

Vecteurs : définis par une **direction (droite d'action)**, un **sens (orientation)** et une **norme** (ou **module**, qui est un **scalaire positif**).

Dans un système d'axes, un vecteur peut être **décomposé** en composantes scalaires (coordonnées cartésiennes, par exemple V_x et V_y), qui sont des **scalaires positifs** ou négatifs).

Règle n°1 : « *On ne mélange pas des torchons et des serviettes* ».

Addition possible de scalaires entre eux, s'ils sont **de même nature** (exemple : $20 + 30 = 50$, donc une masse de 20 kg et une masse de 30 kg donnent une masse de 50 kg, mais additionner une masse de 20 kg et un temps de 30 s n'a aucun sens !).

Règle n°1 : « *On ne mélange pas des torchons et des serviettes* ».

Addition possible de vecteurs entre eux, s'ils sont de même nature (**vecteurs-forces avec vecteurs-forces**, **vecteurs-vitesses avec vecteurs-vitesses**, **vecteurs-accélérations avec vecteurs-accélérations**),

MAIS on n'additionne pas **des scalaires avec des vecteurs** et on **n'additionne pas des vecteurs de nature différente**.

Conséquence, la notation suivante est
INCORRECTE :

$$\vec{} \quad F = 30 \, N$$

A la gauche du signe =, on a un vecteur, on doit également avoir un vecteur à sa droite.

Corrections possibles de cette notation :

$$F = 30 \, N$$

ou

$$\vec{F} = 30 \, \vec{i} \quad (\text{en } N)$$

Conséquence, la notation suivante est **INCORRECTE** :

$$\begin{array}{c} \rightarrow \quad \rightarrow \\ V_1 + V_2 = 0 \end{array}$$

On a **deux vecteurs à gauche du signe =**, mais **un scalaire à droite**.

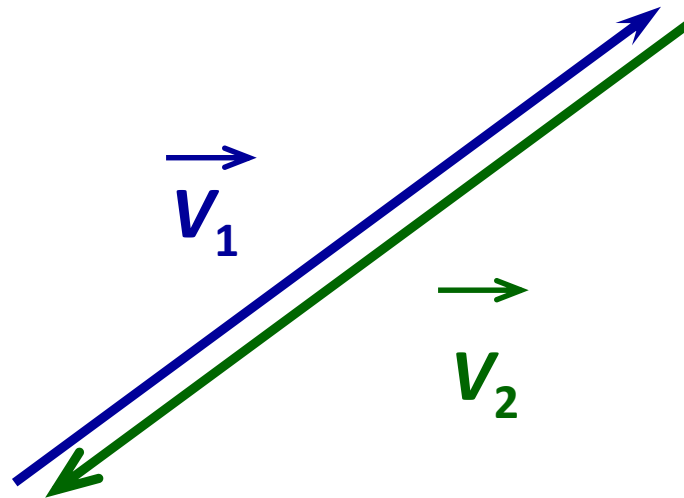
Correction possible de cette notation :

$$\begin{array}{c} \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \\ V_1 + V_2 = 0 \end{array}$$

Par contre, la notation suivante est **CORRECTE** :

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 = \vec{0} \quad \Longrightarrow \quad V_1 = V_2$$

En effet, on voit que ces deux vecteurs ont la même longueur ou la même norme désignée par V_1 et V_2).

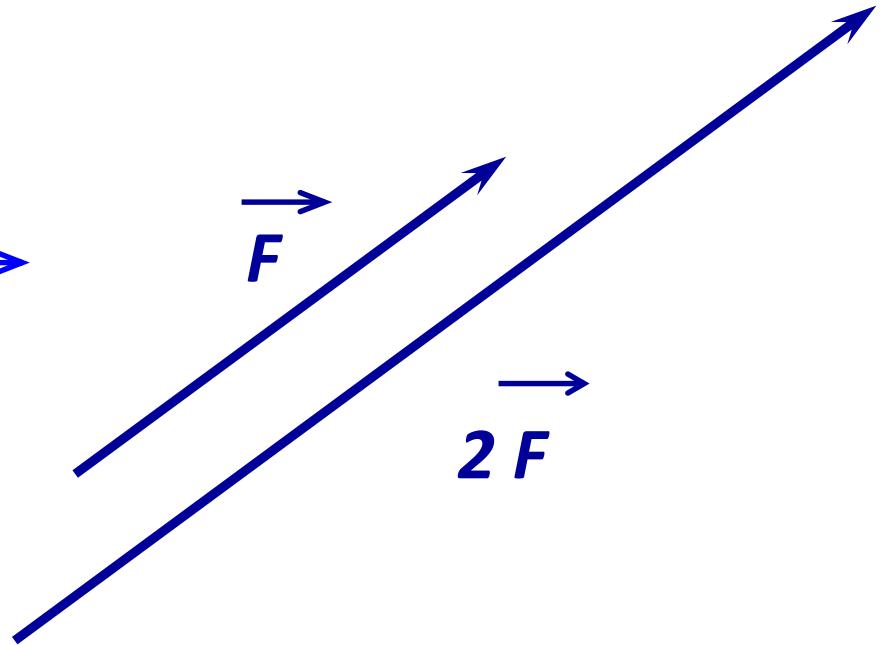


Règle n°2 :

Multiplication possible d'un scalaire par un vecteur.

Exemple :

$$2. \vec{F} = 2 \times \vec{F} = \vec{F} + \vec{F}$$



V . L' ANALYSE DIMENSIONNELLE ET SES APPLICATIONS

V.1 Unités essentielles du système international

	Unités	Dimensions
Distance	m	L
Masse	kg	M
Temps	s	T

L : longueur - M : masse - T : temps

V . ANALYSE DIMENSIONNELLE ET APPLICATIONS

V.2 Autres unités du système international

	Unités	Dimensions
Vitesse	m/s	$L.T^{-1}$
Surface	m^2	L^2
Accélération	m/s^2	$L.T^{-2}$
Volume	m^3	L^3
Masse volumique	kg/m^3	$M.L^{-3}$
Force	N	$M.L.T^{-2}$
Energie	J	$M.L^2.T^{-2}$

V . ANALYSE DIMENSIONNELLE ET APPLICATIONS

V.3 Avantages de l'analyse dimensionnelle

Retrouver la bonne formule (éliminer la mauvaise).

Ex. n°1 : *Rotation de la Terre autour du Soleil en une année, mouvement considéré comme circulaire (rayon du cercle, distance Terre-Soleil r).*

Calcul de la distance L parcourue par la Terre (circonférence du cercle). Entre les deux formules, laquelle utiliser ???

$$L = 2 \pi R$$

$$\text{ou} \quad L = \pi R^2$$

V . ANALYSE DIMENSIONNELLE ET APPLICATIONS

V.3 Avantages de l'analyse dimensionnelle

Retrouver la bonne formule (éliminer la mauvaise).

Ex. n°2 : *Je sais que l'unité de vitesse est le mètre par seconde. Je veux calculer la vitesse de rotation de la Terre autour du Soleil. Soit d la distance et t le temps.*

Calcul de la vitesse de rotation de la terre autour du Soleil. Entre les deux formules, laquelle utiliser ???

$$v = d/t \quad \text{ou} \quad v = d \cdot t$$

VI. UTILISATION DES PUISSANCES DE 10

Conseil : exprimer toute grandeur (ou tout résultat de Physique), sous la forme :

$$A = B \times 10^m$$

B : nombre compris entre 1 (inclus) et 10

m : nombre entier relatif.

Exemples : 1763 s'écrit : $1,763 \times 10^3$

852 s'écrit : $8,52 \times 10^2$

Tableau 3 : Multiples et sous-multiples des unités

MULTIPLES DE L'UNITE			SOUS-MULTIPLES DE L'UNITE		
PRÉFIXE	SYMBOLE	VALEUR	PRÉFIXE	SYMBOLE	VALEUR
déca	da	10	déci	d	10 ⁻¹
hecto	h	10 ²	centi	c	10 ⁻²
kilo	k	10 ³	milli	m	10 ⁻³
méga	M	10 ⁶	micro	μ	10 ⁻⁶
giga	G	10 ⁹	nano	n	10 ⁻⁹
téra	T	10 ¹²	pico	p	10 ⁻¹²

VII . DEMARCHE DE RESOLUTION D'UN PROBLEME DE PHYSIQUE

- 1°) **Poser le problème** en identifiant les inconnues recherchées.
- 2°) **Reformuler les données** (en écrivant, par exemple, certaines données dans les bonnes unités) et les hypothèses.
- 3°) Chercher les **relations** qui existent entre les grandeurs indiquées et les inconnues.
- 4°) Etablir **l'expression littérale** des inconnues recherchées.
- 5°) Faire **l'application numérique**, en utilisant la notation scientifique conseillée au paragraphe précédent (simplification des puissances de 10).

VII . DEMARCHE DE RESOLUTION D'UN PROBLEME DE PHYSIQUE.

Exercice d'application :

Le 12 novembre 2014, la sonde *ROSETTA*, située au voisinage sur la comète *Churyumov-Gerasimenko* (à 510 millions de kilomètres de la Terre) a émis un signal lumineux à destination de la Terre (à la vitesse constante de 300 000 km/s).

Calculer le temps t mis par le signal pour nous parvenir.

VII . DEMARCHE DE RESOLUTION D'UN PROBLEME DE PHYSIQUE

Résolution

1°) **Problème** : on veut calculer le temps t (c'est l'inconnue recherchée).

2°) **Reformulation des données** (dans les bonnes unités et en utilisant les notations scientifiques) :

Distance $d = 5,1 \times 10^8 \text{ km}$ - Vitesse $v = 3 \times 10^5 \text{ km.s}^{-1}$.

3°) **Relation** entre **grandeurs indiquées** et **l'inconnue du problème** :

La relation entre la distance d , la vitesse v (supposée constante) et le temps est : $d = v \times t$.

VII . DEMARCHE DE RESOLUTION D'UN PROBLEME DE PHYSIQUE

4°) **Expression littérale** de l'inconnue :

De la relation précédente, on déduit l'expression de l'inconnue t :

$$t = d/v.$$

5°) **Application numérique** :

$$t = d/v = t = (5,1.10^8 \text{ km}) / (3.10^5 \text{ km.s}^{-1}).$$

Passage du s^{-1} au numérateur (devient s) et on élimine les km : .
Simplification des puissances de 10.

Alors, on trouve : **$t = 1,7.10^3 \text{ s} = 1700 \text{ s}$** .

MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

- *Thank you for your attention !*
- *Obrigado !*
- *Danke schoen !*
- *Grazie mille !*
- *Arigato*