

Programme de colle 1

S. Benhajlahsen → PCSI₁



Semaine du lundi 18 septembre 2023

Sommaire

I Introduction à la physique et analyse dimensionnelle

1

Notes pour les colleurs : Les deux premières semaines doivent être le moment pour vérifier l'apprentissage du cours par les étudiants.

Au programme cette semaine :

I Introduction à la physique et analyse dimensionnelle

1. Qu'est-ce que la physique ?

- (a) une petite définition
- (b) les branches de la physique classique
- (c) les théories non classiques
- (d) les domaines de recherche actuels

2. Unités et dimensions

- (a) grandeurs mesurables et repérables

Capacité exigible : Citer des exemples de grandeur mesurables et de grandeurs repérables pour une même dimension.

- (b) le système international d'unités (SI)

Capacité exigible : Citer le nom des sept unités du système international avec leur symbole et la dimension associée.

- (c) définition légale des 7 unités fondamentales

- (d) unités dérivées

Capacité exigible : Donner la définition du mètre par seconde ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), du mètre par seconde carrée ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$), du newton (N), du joule (J), du watt (W), du pascal (Pa), du hertz (Hz), du coulomb (C) et du volt (V).

- (e) autres unités

- (f) notion de dimension

- (g) équation aux dimensions

Capacité exigible : Établir ou donner l'équation aux dimensions (et/ou l'équations aux unités) de la force, de la pression, de l'énergie et de la puissance.

Capacité exigible : À partir d'une loi physique connue ou donnée, retrouvée la dimension d'une grandeur puis l'unité dans le système international.

Exemple : Une résistance électrique R traversé par un courant d'intensité I et soumise une tension électrique U dissipe, par effet Joule, une puissance \mathcal{P} telle que :

$$\mathcal{P} = R I^2 = \frac{U^2}{R}$$

On rappelle que l'unité, dans le système international, de la résistance électrique est le ohm, de symbole Ω .

Écrire l'équation aux dimensions de la résistance électrique puis donner l'expression du ohm (symbole Ω) en fonction des sept unités fondamentales.

Solution : On part de la relation proposée qui peut se réécrire :

$$R = \frac{\mathcal{P}}{I^2}$$

Une puissance est homogène à une énergie sur un temps donc :

$$[\mathcal{P}] = M L^2 T^{-3}$$

puis

$$[R] = M L^2 T^{-3} I^{-2} \quad \text{équation aux dimensions}$$

Autrement dit,

$$1 \Omega = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$$

(h) homogénéité d'une expression

- i. règles d'homogénéité
- ii. mise en application

Capacité exigible : Déterminer la dépendance d'une grandeur inconnues en fonction d'autres grandeurs. On pourra s'appuyer sur l'exemple ci-dessous.

Exemple : La vitesse v de propagation d'une petite vibration transversale le long d'une corde dépend de la "tension" F de la corde (force appliquée à chacune des deux extrémités de la corde), de la longueur ℓ de la corde et de sa masse m . Par analyse dimensionnelle, déterminer la loi donnant v en fonction de m , ℓ et F .

Solution : On pose :

$$v = C m^\alpha \ell^\beta F^\gamma$$

où C est une constante sans dimension et α , β et γ trois nombres sans dimension. Il faut trouver les valeurs des 3 exposants α , β et γ . L'équation aux dimensions correspondante s'écrit :

$$L T^{-1} = (M^\alpha) (L^\beta) (M^\gamma) (L^\gamma T^{-2\gamma})$$

Soit encore : $L T^{-1} = M^{\alpha+\gamma} L^{\beta+\gamma} T^{-2\gamma}$. Puisque les 3 dimensions sont indépendantes, il vient alors :

$$\begin{cases} \alpha + \gamma = 0 \\ \beta + \gamma = 1 \\ -2\gamma = -1 \end{cases} \iff \begin{cases} \alpha = -1/2 \\ \beta = 1/2 \\ \gamma = 1/2 \end{cases}$$

Finalement, il vient :

$$v = C \sqrt{\frac{F \ell}{m}}$$

(i) Analyse dimensionnelle

3. Résultat, A.N. et ordre de grandeur, sens physique

- (a) notation scientifique
- (b) chiffres significatifs
- (c) sens physique