

Quelques remarques/recettes pour être un « bon physicien »

➤ Quelques questions à se poser en physique devant une formule mathématique :

○ D'où vient cette formule ?

- Elle peut être posée comme **principe**. C'est une formule qui n'est pas déduite d'une autre formule. Elle est **postulée** comme vraie, et permet d'obtenir des lois, des théorèmes par le calcul. Les principes d'une théorie en constituent les fondements. Ces principes sont considérés comme vrais si leurs conséquences sont vérifiées par l'expérience.

Ex : Relation Fondamentale de la Dynamique (2^e loi Newton)

- Une formule peut être **déduite** d'autres formules par le calcul.

Ex : Théorème de l'énergie cinétique, déductible des lois de Newton

- Une formule peut être directement issue de mesures **expérimentales**. Selon le degré d'approfondissement des connaissances, elle peut aussi être **déduite** d'autres formules grâce à une théorie / un modèle.

Ex : Loi des gaz parfait, loi d'Ohm

Il est important de connaître « la place » qu'occupe une formule dans une théorie physique. Toutes les formules n'ont pas la même importance. Un **principe** est une **loi fondamentale** de la nature, et la découverte de ces lois constitue « le graal » de la recherche fondamentale.

○ Quelle(s) information(s) cette formule donne-t-elle ?

- Une formule mathématique peut permettre de **définir** une grandeur. Si c'est son unique rôle, elle ne contient généralement aucune information physique intéressante.

Ex : Définition du symbole « E_c », notation pour « énergie cinétique » : $E_c \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{2}mv^2$

- Elle peut aussi constituer une **relation** entre grandeurs définies par ailleurs. Elle donne nécessairement **une information physique intéressante**. C'est ce que l'on appelle **une loi physique**.

Ex : Loi des mailles dans les circuits électriques (additivité des tensions)

Ex : Théorème de l'énergie cinétique

- Une formule peut être les deux. Elle peut être une **loi physique**, contenant une information physique intéressante, et être utilisée pour **définir** une grandeur.

Ex : Loi d'Ohm $U = RI$, elle exprime le fait que pour certains composants U et I sont proportionnels. Et elle définit du même coup la notion de « résistance » R , comme étant ce coefficient de proportionnalité.

Ne pas être « aveuglé » par le formalisme mathématique est la première difficulté à franchir.
Il faut apprendre à **extraire l'information pertinente / comprendre la signification** d'une formule.

○ Quelles sont les conditions d'application de cette formule ?

- Moins ces conditions sont restrictives, plus la loi est générale ! Certaines lois sont qualifiées **d'universelles** car elles ne dépendent quasiment de rien.

Ex : Loi de la gravitation, cette force s'applique entre deux corps massifs, indépendamment de la nature de ces corps

Ex : Loi des gaz parfait, cette loi est vérifiée pour tous les gaz *dilués*, indépendamment de la nature du gaz

- Certaines formules ont un domaine d'application très restreint, on parle parfois de **relations constitutives**, car elles dépendent de la nature (de la constitution) de l'objet étudié.

Ex : Loi d'Ohm, valable seulement pour les résistors (en électronique). Un condensateur ou une bobine ne suivent pas cette loi.

➤ Les 3 langages complémentaires de la physique

Ces trois langages sont complémentaires, il faut savoir les maîtriser tous les 3 simultanément, pour pouvoir comprendre et expliquer efficacement les idées / les concepts / les raisonnements en physique. Chacun de ces langages possède ses avantages et ses difficultés.

○ **Les formules mathématiques**

C'est le langage le plus synthétique, on peut dire beaucoup de choses en peu de place. C'est aussi le plus précis, le moins ambigu. Il permet de ramener certains raisonnements à de « simples » calculs. Mais c'est aussi le plus difficile à manier !

○ **Le langage usuel, avec des mots**

C'est le langage que l'on manie le plus facilement. Il permet d'énoncer rapidement des idées qualitatives, intuitives. Mais il peut être parfois ambigu, peu rigoureux. La signification de certains mots n'est pas la même en physique et dans le langage courant. Se contenter du langage usuel peut mener rapidement à des erreurs. Il est par contre très utile lorsqu'il *accompagne le langage mathématique*.

○ **Les schémas**

C'est le langage le plus visuel, le plus « automatique ». On peut collecter beaucoup d'information en un seul coup d'œil. Très utile pour décrire des tendances (hausse, baisse, maximum d'une courbe etc..), et pour décrire des situations de manière concise et précise, qui nécessiteraient de nombreuses phrases sinon (schéma de circuit électrique, schéma en optique, en méca).

Exemple tiré des math : Énoncer dans les 3 langages ce qu'est « la variation d'une fonction $f(t)$ entre t_1 et t_2 ».

➤ Représentation mathématique d'une grandeur physique

Toutes les grandeurs ne sont pas représentées par les mêmes objets mathématiques :

- la masse est représentée par un *scalaire* (un nombre) **positif**
- l'intensité électrique est généralement représentée par un *scalaire algébrique* (peut être positif ou négatif)
- la force est représentée par un *vecteur*

A chaque aspect d'un objet mathématique est associée une *information physique*.

- quelle information physique se cache derrière le *signe* d'un scalaire algébrique ?
Ex : que signifie « $i = -20 \text{ mA}$ » ?
- quelle information physique se cache derrière la *direction*, le *sens* et la *norme* d'un vecteur ?
Ex : que représentent la direction, le sens et la norme du 'moment d'une force' par rapport à un point ?

➤ Qu'est-ce que « l'interprétation physique » d'une formule mathématique ?

« Interprétez physiquement le résultat mathématique établi. » est une phrase que l'on rencontre souvent dans les énoncés de concours. L'idée clef qui se cache derrière cette question est la suivante : *il s'agit de « mettre des mots physiques » sur un résultat mathématique établi par le calcul.*

Ex : Si l'on trouve que l'angle θ , formé par un pendule avec la verticale, vérifie l'évolution temporelle suivante :

$$\theta(t) = \theta_0 \cos(\omega t)$$

il faut être capable de décrire avec des mots et des schémas le mouvement du pendule à partir de cette formule, en *expliquant la signification des différents termes* θ_0 et ω .

➤ Quelques « points méthode » pour résoudre un problème de physique

- Repérer les grandeurs physiques que l'on peut considérer comme *connues*, d'après l'énoncé
- Repérer celles que l'on peut considérer comme *inconnues*, d'après l'énoncé
- Si possible, *s'imaginer concrètement* la situation étudiée (on fait de la physique, pas des math abstraites)
- Bien distinguer les grandeurs *variables*, et les grandeurs *considérées fixes* par l'énoncé
- Parfois une grandeur *fixée* peut tout de même *varier* lorsque l'on change de situation (Ex : Inclinaison d'un plan incliné). On appelle cela un *paramètre*.