

Deuxième loi de Newton: deux application immédiates

On la rappellesous sa forme explicite:

$$\Sigma \mathbf{F} = m \mathbf{a}_G$$

Un point essentiel de cette loi est qu'elle confère à la force un aspect dynamique quantifié.

La masse restant alors un facteur de proportionnalité témoignant de la répugnance du système à être mis en mouvement.

Pour illustrer cet aspect on peut réaliser l'expérience dangereuse suivante:

Sur un sol horizontal, la cour du lycée par exemple, un élève sur une planche à roulette est poussé avec une force constante $F = 70 \text{ N}$ (l'équivalent de la force nécessaire pour soulever une masse de 2kg).

Quelle sera la vitesse atteinte au bout de la cour de 50m de long?

Il faut ici noter la difficulté qu'il y a à maintenir la force constante; généralement quand on demande à un élève de jouer le rôle du pousseur il se contente de pousser un bref instant jusqu'à obtenir une vitesse qui lui semble en rapport avec la sueur qu'il vient de prendre; il relâche alors son effort.

Pour opérer rigoureusement il faudrait que ce même élève ressente en permanence dans la paume de sa main la même "douleur"; sans aller jusqu'à pousser avec une pelote cloutée on peut simplement disposer dans le dos du poussé un pèse personne qui devra alors afficher en permanence 7 kg (si $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$).

L'élève touchera ainsi, du doigt et de la paume, l'accélération induite par cette poussée et du même coup la loi de Newton.

AN quelle sera la vitesse atteinte dans ces conditions?

Il suffit d'utiliser le théorème de l'énergie cinétique conséquence de la loi de Newton.

Si V_f est la vitesse finale et m la masse du système poussé en négligeant les forces de frottement:

$$\frac{1}{2} m V_f^2 = FL$$

$$V_f = \sqrt{2FL/m} \quad \text{avec } m = 60 \text{ kg} \quad V_f = 10,8 \text{ m.s}^{-1}$$

Que faut-il penser de ce résultat?

-Qu'il illustre bien l'accélération induite par la force malgré une valeur relativement faible de la force..

-Qu'il faudra impérativement disposer un matelas en fin de cour.

-Mais qu'il reste invraisemblable car le record du monde de vitesse est battu avec le handicap d'une poussée particulièrement gênante. Il suffira de prendre pour F une valeur sensiblement plus faible.

Une autre application de cette loi dans le domaine sportif, l'épreuve du 100m.

Les sprinters actuels ont en commun une masse musculaire impressionnante.

Ce n'a pas toujours été le cas et l'on se souvient du grand sprinter italien Pietro Mennea au gabarit léger qui rivalisait avec les meilleurs.

En pratique l'épreuve du sprint n'est pas une accélération continue.

Arrivé en milieu de parcours la vitesse est pratiquement constante et le sprinter se contente de la maintenir.

La phase proprement dite d'accélération se situe dans les premiers 10 à 20 m.

Il importe d'acquiescer au plus tôt la vitesse de 10 m.s^{-1} .

On comprend bien dès lors que pour ce faire la force doit être importante, mais cette force importante requiert une masse musculaire tout aussi importante et dans le même temps une masse qui s'oppose à la variation de vitesse.

Un petit gabarit sera moins handicapé par sa masse mais handicapé par ses muscles.

Une étude physiologique est nécessaire mais elle sort du cadre de l'énoncé.