

Dynamique newtonienne

October 11, 2015

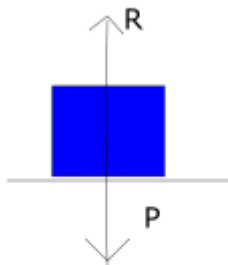
La mécanique en tant qu'étude du mouvement des objets matériels est un des domaines fondamentaux de la physique. La dynamique newtonienne relie la description du mouvement (la cinématique) aux actions qui le crée. Comme cela a été étudié en cours et en TD, relier ces deux approches permet de prévoir le mouvement d'un point matériel à partir des actions qui s'exercent sur lui.

Ce lien est réalisé par les trois principes énoncés par Newton au XVIIe siècle qui s'exercent en référentiel galiléen.

L'objectif de la séance est d'une part d'illustrer ces principes. Il s'agira d'autre part de vérifier la loi de conservation de la quantité de mouvement prévue par la théorie et enfin de déterminer expérimentalement un moment d'inertie.

Illustration des lois de Newton

Le principe d'inertie Matériel : table à coussin d'air. La table à coussin d'air permet de s'affranchir des frottements entre le mobile et la table, grâce à de l'air soufflé générant un coussin d'air sous le mobile. Sur la pointe métallique située à la base du mobile, on fait passer une impulsion électrique haute tension à intervalle de temps régulier. Ce qui permet de laisser une trace de la trajectoire



du mobile.

Remarque : compromis rigueur (points très rapprochés) et précision (distances suffisantes) à faire lors des calculs de vitesses moyennes.

Expérience :

Après avoir testé l'horizontalité de la table à l'aide d'un niveau à bulle, relier deux mobiles par des anneaux velcro par exemple. Les lancer sur la table et enregistrer la trajectoire.

Exploitation :

Relier chaque couple de points, et repérer le milieu des segments ainsi réalisés. Il s'agit du point G : centre de masse du système des deux mobiles.

La trajectoire de G est rectiligne uniforme, ce qui illustre le principe d'inertie (dans un référentiel galiléen, si un système est isolé ou pseudo isolé, alors son centre de masse est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme).

Le principe fondamental de la dynamique Matériel : table à coussin d'air incliné d'un angle α

α est donné par $\sin\alpha \sim \alpha = h/L$ dans l'approximation des petits angles

Expérience :

Lancer le mobile avec une vitesse initiale v_0

Enregistrer la trajectoire

Exploitation :

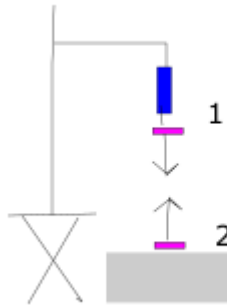
Prendre en photo la trajectoire pour faire un traitement informatique sur atelier scientifique par exemple

Tracer $y = f(t)$

y est de la forme $y(t) = \frac{1}{2}At^2 + Bt + C$ avec $A = g\sin\alpha$ d'après la théorie.

On peut ainsi remonter à g .

Le principe des actions réciproques Matériel : dynamomètre, balance, deux aimants, élévateur, potence.



Expérience : Placer l'aimant 1 sur le dynamomètre et relever la valeur de l'intensité de la force indiquée par ce dernier (sans qu'il soit soumis à l'attraction de l'aimant 2)

Mesurer la masse de l'aimant 2 (sans qu'il soit soumis à l'attraction de l'aimant 1)

Monter le dispositif, et rapprocher progressivement (grâce à l'élévateur) le dynamomètre lié à l'aimant 1.

Arrêter quelques instants avant que les aimants ne s'attirent totalement et noter la valeur indiquée par le dynamomètre, ainsi que la masse indiquée par la balance.

Exploitation:

$g\Delta m$ correspond à l'intensité de la force exercée par l'aimant 1 sur l'aimant 2.

La variation de l'indication du dynamomètre correspond à l'intensité de la force exercée par l'aimant 2 sur l'aimant 1.

Comparer ces deux valeurs : elles sont égales. Donc, les vecteurs forces sont opposés.

Illustration de la conservation de la quantité de mouvement

Matériel : table à coussin d'air

Expérience : Mobile A au repos

Lancer le mobile B vers A (choc élastique) et relever les trajectoires

Exploitation :

Avant le choc $p_{totale} = p_B$ (notation vectorielle) avec $p_B = m_B v_B$ v_B étant la vitesse moyenne donnée par $\frac{M_{n-1}M_{n+1}}{2\tau}$

Après le choc $p'_{totale} = p'_A + p'_B$ (notation vectorielle donc addition vectorielle)

Vérifier que $p_{totale} = p'_{totale}$

Détermination d'un moment d'inertie

Après avoir étudié le centre de masse d'un système, on s'intéresse au cas du solide en rotation.

Matériel : Montage du solide en rotation, oscilloscope, fourge optique

Expérience : Au départ, le système est au repos.

Lacher la masse, faire l'acquisition et repérer le temps de chaque demi tour de manière à tracer $\theta = f(t)$ sur Latispro par exemple

Exploitation:

En appliquant le principe fondamental à la masse m on a $T = mg - ma_z$

En appliquant le théorème du moment cinétique $\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{mgr}{J+mr^2} = A$ avec r le dynamètre du cylindre de l'axe de rotation

θ est de la forme $\theta(t) = \frac{1}{2}At^2 + Bt + C$ équation polynomiale du second degré

La donnée de A permet d'obtenir J

J est le moment d'inertie total, on peut faire varier par exemple la distance d entre les deux grosse masses de la tige pour faire varier J .

References

- [1] Bellier J.P, Bouloy C., Guéant D., Physique expérimentale aux concours de l'enseignement, Optique, mécanique, fluides, transferts thermiques, 3e édition, Edition DUNOD 2011
- [2] Duffait R, Expériences de Physique, CAPES de Sciences Physiques, Concours de recrutement de l'enseignement secondaire, 3e édition, BREAL 2008