

I TP N° 02 : La deuxième loi de Newton

1. Les objectifs

1. Comprendre le concept fondamental de la deuxième loi de Newton et son rôle dans la description du mouvement des objets soumis à des forces.
2. Appliquer la deuxième loi de Newton pour prédire le mouvement d'un objet en réponse à des forces connues ou pour résoudre des problèmes de dynamique.
3. Concevoir des expériences pour étudier le mouvement d'un objet soumis à l'action d'une force constante.
4. Vérifier expérimentalement la validité de la deuxième loi de Newton* (principe fondamental de la dynamique* classique (PFDC)*) dans le cas simple d'une force constante.

2. Introduction :

La dynamique classique de Newton (DCN*) introduit les notions de force et de masse pour expliquer l'état de mouvement ou d'équilibre d'un objet ou un ensemble d'objets, constituant le système à étudier, qui Interagit avec son environnement, justement par l'intermédiaire de ces forces.

La force est introduite dans le deuxième et troisième principe de Newton : principe fondamental de la dynamique* (PFD*) et principe de l'action et la réaction.

Le principe fondamental de la dynamique* (PFD*) réelle l'accélération \vec{y} d'un objet (qui est une caractéristique cinématique) aux forces (cause de mouvement) \vec{F}_i auxquelles il est soumis, par l'équation suivante [4]* :

$$\sum_i \vec{F}_i = m \vec{y}$$

Ou m est la masse de l'objet, qui exprime la quantité de matière que cet objet contient.

Le principe de l'action, et de la réaction (troisième loi de Newton) énonce qu'un objet exerçant une force sur un autre subit de la part de ce dernier une force de même intensité mais de sens contraire. Autrement dit, si un solide 1 exerce sur un solide 2 une force \vec{F}_{12} le solide 2 exercera sur le solide 1 une force \vec{F}_{21} telle que soit vérifiée la relation, suivant :

$$\vec{F}_{12} + \vec{F}_{21} = 0$$

Dans ce TP, on veut vérifier la deuxième loi de Newton* dans le cas d'une force constante. Pour cela, on procède en deux étapes : dans la première on étudie le mouvement sous l'action d'une force constante, dans la deuxième on vérifie l'équation :

Il y a deux méthodes pour vérifier expérimentalement une équation $A=B$:

1. Une méthode directe qui consiste à mesurer séparément A et B puis vérifier leur égalité.
2. Une méthode indirecte qui consiste à vérifier les conséquences de cette équation, car on ne peut pas déterminer par l'expérience l'un des membres de l'équation (A ou B).

C'est la deuxième méthode qu'on va suivre puisqu'on ne peut mesurer pratiquement la force sans utiliser l'accélération.

On applique la deuxième loi de Newton* au système formé par le chariot de masse M_{Chariot} , qui se déplace horizontalement sur le coussin d'air, lié à une masse suspendue m' par un fil inextensible et de masse négligeable :

2.1. Chariot :

- Forces appliquées ; poids, tension du fil T et l'action de l'air R qui équilibre. Puisque le mouvement est horizontal.
- Équation du mouvement :

$$T = M_{\text{Chariot}} \cdot \gamma$$

2.2. Masse suspendue m' :

- a. Forces, appliquées : le poids p et la tension T.
- b. Équation du mouvement:

$$p - T = m' \gamma$$

Ces deux équations permettent de déduire l'accélération γ qui découle donc de la deuxième loi de Newton* et qu'on appellera accélération théorique, On trouve finalement :

$$\gamma_{th} = \frac{m'}{m' + M_{\text{Chariot}}}$$

On essayera donc de déterminer expérimentalement l'accélération puis la comparer avec sa valeur théorique. L'écart entre les deux valeurs dans les meilleurs cas doit être inférieur à l'incertitude de mesure de l'accélération.

3. Exercice : Questionnaire du TP N° 02 : La deuxième loi de Newton Resolution n°1 p.7]

Exercice : 1

1- Schéma du dispositif :



Fig.1

2- Matériels utilisés :

Banc a coussin d'air	Chariot
Surcharge	Electro-aimant
Fil d'attache	Soufflerie
Chronomètre	Barrière lumineuse
Source de tension	Interrupteur de MORSE

3- Vérification de la 2ème loi:

Dans cette partie du TP, on fait varier donc la masse du chariot en plaçant dessus des masses de surcharge m .

- Place la masse m de surcharge sur le chariot.
- Fixer X à la valeur $0,70$ m.
- Déterminer pour charge valeur de m l'accélération du chariot.
- Remplir le tableau suivant.
- Répondre au questionnaire. Donner votre conclusion.

Cf. "védo2 loi de Newton"

$m(g)$	$t_1(s)$	$t_2(s)$	$t_3(s)$	$t_{moy}(s)$	$t_{moy}^2 (s^2)$	γ	γ_{th}
0							
50							
100							
150							
200							

Exercice : 2

1. Recherche de l'accélération

X(m)	t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	t _{moy} (s)	t ² _{moy} (s ²)
0,4					
0,6					
0,8					
1					

Exercice : 3

2. Tracer le graphe $X=f(t^2)$.
3. Dédire la nature du mouvement dû a une force constante.
4. Donner l'expression de l'accélération γ en fonction des grandeurs mesurées X et t, Ainsi que celle de l'incertitude relative $\Delta\gamma/\gamma$.

Exercice : 4

1- Remplir le tableau suivant

m(g)	t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	t _{moy} (s)	t ² _{moy} (s ²)	t _{moy}	γ_{th}
0							
20							
40							
60							
100							

Exercice : 5

2- Comparer les valeurs expérimentale et théorique de l'accélération.

m(g)	γ	γ_{th}	$ \gamma-\gamma_{th} $
0			
20			
40			
60			
100			

Exercice : 6

Conclure quant à la validité de la 2ième loi de Newton dans notre cas.