

TP : deux expériences de mécanique

→ Consacrer tout le temps nécessaire au pendule (partie I). La seconde expérience (partie II) est moins importante.

I Étude du pendule simple

Matériel (par groupe) : masse de 100 g ou de 200 g, ficelle, potence, réglet, chronomètre.

Objectif : étudier expérimentalement le pendule simple. Voir si les résultats théoriques du cours permettent de décrire les mesures. En déduire une mesure de g .

Côté théorie : Nous avons montré en exercice que la période T d'un pendule simple de longueur L est donnée par la formule :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}. \quad (1)$$

Cette modélisation est valide sous les hypothèses suivantes : faible amplitude d'oscillation, ficelle de masse négligeable et inextensible, masse accrochée au bout de la ficelle supposée ponctuelle.

Côté expérience

1 - Réaliser des mesures de la période T du pendule pour plusieurs longueurs L de ficelle (faire des mesures pour une dizaine de longueurs différentes). Attention, essayer d'optimiser votre précision :

- Pour T , mesurer la période d'une dizaine d'oscillations à chaque fois.
- Pour la longueur L , il s'agit de la distance entre le point où pivote la corde en haut (vous pouvez faire une marque au feutre) et le milieu de la masse. Attention à ce que la ficelle ne se déroule pas...

Exploitation 1 : test de la loi du pendule simple

2 - Réécrire la loi théorique donnant T sous la forme $y = ax + b$: que faut-il poser pour y (en fonction de L ou de T) et pour x (en fonction de L ou de T) ?

Tracer alors, avec vos données, y en fonction de x , afin de dire si oui ou non la loi (1) est une bonne description du pendule simple. (sous Capytale : 7bfa-5428873)

Exploitation 2 : mesure de la pesanteur

3 - Pour chaque couple de vos mesures (T_i, L_i) , calculer la valeur de la pesanteur, g_i .

En déduire votre mesure de g (prendre la moyenne \bar{g} des g_i), ainsi que son incertitude-type $u(\bar{g})$ (fiche incertitude). Tester la compatibilité de votre résultat avec la valeur de référence.

4 - On procédera aussi à une mise en commun des valeurs de la classe, avec le même traitement (moyenne, incertitude-type).

II Balle rebondissante

Matériel : une balle rebondissante, un micro (du B1), Latis Pro, un mètre, de quoi repérer la hauteur du lâcher de la balle.

Rebond et coefficient de restitution

Lorsqu'une balle rebondit sur le sol, son énergie cinétique se transforme en énergie potentielle élastique (la balle se tasse) qui est ensuite libérée à nouveau sous forme d'énergie cinétique dans la direction opposée (la balle se détend et décolle vers le haut).

On parle de rebond élastique si l'énergie cinétique E'_c juste après impact est identique à l'énergie cinétique E_c juste avant impact.

Un rebond n'est jamais parfaitement élastique : une partie de l'énergie cinétique incidente est perdue sous forme d'échauffement de la balle et du support, ou sous forme d'ondes sonores, ou encore en vibrations du support non restituées à la balle.

On définit alors le coefficient de restitution $\alpha = \frac{E'_c}{E_c}$. On supposera en première approximation que α ne dépend pas de la vitesse incidente et est donc constant.

L'objectif de ce TP est de mesurer ce coefficient de restitution d'une balle rebondissante, de vérifier son caractère constant et d'en profiter pour mesurer la pesanteur terrestre g .

Étude théorique

On définit T_n comme la durée qui s'écoule entre l'impact au sol numéro n et l'impact numéro $n + 1$. On peut montrer, sous les hypothèses où α est constant, où on néglige tout frottement dû à l'air, où les mouvements sont strictement verticaux, et où on néglige toute rotation de la balle sur elle-même, qu'on a la relation suivante :

$$T_n = 2\alpha^{n/2}t_0, \quad (2)$$

avec $t_0 = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$ la durée de la chute initiale, h_0 la hauteur initiale du lâcher, et g la pesanteur.

Proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de vérifier si la relation ci-dessus donnant T_n est bien valide ou non. Si elle est validée, en déduire une mesure de g et de α . En particulier :

- On fera attention à mesurer précisément la hauteur initiale du lâcher, qui est à repérer à partir de la partie **inférieure** de la balle et non pas de son centre.
- On utilisera le logiciel Latis Pro pour exploiter un enregistrement audio.