

Banc de mécanique à lévitation magnétique

Réf. BLEVMAG

1. PRINCIPE

Ce banc est une excellente alternative aux bancs à coussins d'air classiques. En effet, les frottements naturels des mobiles en déplacement sont fortement réduits par lévitation magnétique des mobiles.

Des aimants sont fixés sur toute la longueur du banc. Les mobiles possèdent également de chaque côté une semelle magnétique dont le champ magnétique est orienté à l'opposé de manière à être repoussé verticalement par le banc. Les erreurs causées par les forces de frottement sont donc considérablement réduites et les résultats des expériences sont proches des valeurs théoriques. Cela permet ainsi de comprendre plus facilement le théorème de l'énergie cinétique.

Ce banc à coussin d'air permet de réaliser différents types d'expériences pour étudier la vitesse, l'accélération, la quantité de mouvement, les collisions, la cinétique, etc...

2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

L'ensemble est composé de :

- 1 banc en aluminium de longueur 2 m
- 1 réglé au mm sur toute la longueur du banc
- 2 mobiles équipés d'aimants leur permettant de léviter sur le banc
- 2 supports de masses à positionner sur les mobiles.
- 6 masses additionnelles métalliques en anneau
- 3 butées d'arrêt : 1 à chaque extrémité du banc et 1 amovible pour étudier les oscillations sur une longueur réduite
- 2 ressorts avec boucles aux extrémités pour étudier les oscillations
- 2 bases avec crochets à fixer sur les butées ou les mobiles pour accrocher les ressorts
- 6 boucles ressorts acryliques avec système d'accroche pour étudier les chocs élastiques

3. MATERIEL COMPLEMENTAIRE

Afin de réaliser les différentes expériences, il sera nécessaire d'utiliser un système de mesure comme les fourches optiques numériques (réf. BEESPI) ainsi que leur support (réf. SUPBEESPI).

D'autres systèmes de mesures peuvent aussi être utilisés (webcam associée à un logiciel de pointage des données, autre type de fourche optique, etc)

4. INSTALLATION

Le banc à lévitation doit être installé sur une table stable, correctement mise à niveau.

Une parfaite horizontalité du banc vous donnera de meilleurs résultats.

Pour s'assurer de l'horizontalité du banc, positionner un mobile et vérifier qu'il ne se déplace pas.

Placer le long du banc deux fourches optiques numériques à l'aide des supports. Elles permettront d'effectuer des mesures quantitatives.

Positionner sur le mobile un support de masse qui permettra aux fourches optiques de détecter le passage du mobile

5. EXEMPLES D'APPLICATIONS

a. Mouvement rectiligne uniforme

Positionner le mobile à une extrémité du banc et placer 2 fourches optiques le long du banc.

Régler les fourches optiques numériques de manière à ce qu'elles indiquent les vitesses instantanées du mobile en m/s.

Appuyer sur « start » sur les deux fourches pour déclencher les mesures.

Donner une impulsion au mobile de manière à ce qu'il se dirige vers l'autre extrémité.

Le mobile passe alors entre les deux fourches qui indiquent les vitesses instantanées.

Vérifier que les mesures des deux fourches sont égales ou à peu près égales.

Il s'agit d'une manière très simple de vérifier la première loi de Newton ou Principe d'inertie :

Dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures qui s'exercent sur un système est nulle si et seulement si le centre d'inertie G du système a un mouvement rectiligne uniforme :

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{V}_G = \overline{cte}$$

Dans notre cas, le système est le mobile en lévitation et les forces extérieures sont le poids du mobile et la réaction du banc (force causée par le champ magnétique qui repousse le mobile). Ces deux forces sont parfaitement opposées et la somme des forces extérieures est donc nulle.

La vitesse du mobile est donc constante.

La même expérience peut être réitérée en ajoutant des masses au mobile. On obtient le même résultat.

b. Mouvement rectiligne uniformément varié

Incliner légèrement le banc à lévitation magnétique.

Positionner dans un premier temps le mobile au niveau de l'extrémité haute et l'abandonner.

Relever les mesures de vitesse sur les fourches optiques numériques.

Cette fois-ci, elles ne sont pas égales : le mobile prend de la vitesse au cours de son parcours (la valeur de vitesse sur la deuxième fourche est supérieure à la première fourche).

Dans un deuxième temps, positionner le mobile au niveau de l'extrémité basse et donner une impulsion au mobile.

Cette fois-ci, la vitesse diminue.

c. Approche énergétique

Il est possible de vérifier le principe de conservation d'énergie mécanique.

Incliner le banc de lévitation magnétique et positionner les fourches optiques numériques à deux endroits.

Mesurer la différence de hauteur Dh entre les deux fourches optiques.

Positionner un mobile avec une masse au niveau de l'extrémité haute du banc.

Appuyer sur « start » sur les deux fourches pour déclencher les mesures et abandonner le mobile.

Relever les mesures de vitesses V1 et V2 sur les deux fourches optiques numériques.

Noter la masse M du système mobile + masse

Vérifier alors l'énergie mécanique E se conserve entre les deux points de mesure : DE = 0

L'énergie mécanique E se décompose entre l'énergie cinétique Ec et l'énergie potentielle de pesanteur Epp.

On sait que $E_c = \frac{1}{2}.M.V^2$ et que $E_{pp} = M.g.h$

Donc $DE = DE_c + DE_{pp}$

D'où $DE = \frac{1}{2}.M.(V_2^2 - V_1^2) + M.g.Dh$

Vérifier que le principe de conservation d'énergie est toujours vérifié en faisant varier la masse ou la position des fourches optiques.