

Deuxième loi de Newton

TP de sciences physiques - niveau 1re

Un chariot sur un rail, relié par un fil à une petite masse qui tombe : plus la masse est grande, plus le chariot démarre vite. Dans ce TP sur la loi de Newton, tu vas mesurer l'accélération du chariot pour plusieurs forces motrices et vérifier que a est proportionnelle à ΣF , avec une pente égale à $1 \div M$.

Ce TP est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Objectif du TP sur la loi de Newton

Vérifier expérimentalement la deuxième loi de Newton $\Sigma F = M \times a$ pour un système de masse constante M , en mesurant l'accélération a pour différentes forces résultantes, puis déterminer la masse M à partir de la pente du graphique.

Matériel

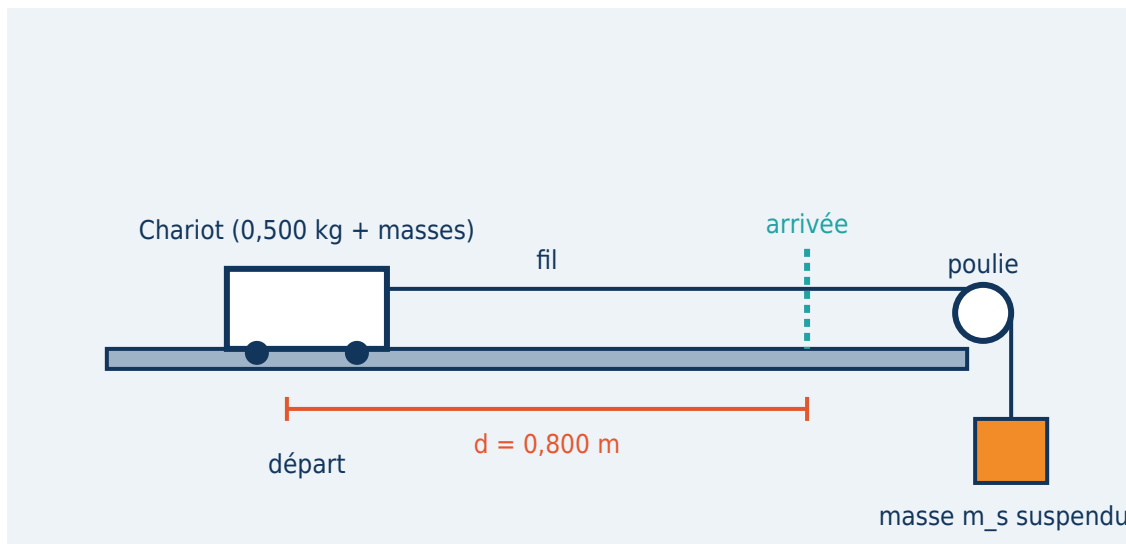
- Un rail à coussin d'air (ou, à défaut, un rail horizontal avec chariot à roulettes à faible frottement)
- Un chariot de masse 0,500 kg
- Cinq masses marquées de 10 g, un porte-masse de masse négligeable
- Un fil fin et une poulie légère à l'extrémité du rail
- Un mètre ruban et un chronomètre (ou la chronométrie d'une vidéo de smartphone)
- Une balance, du papier millimétré ou un tableur

Sécurité

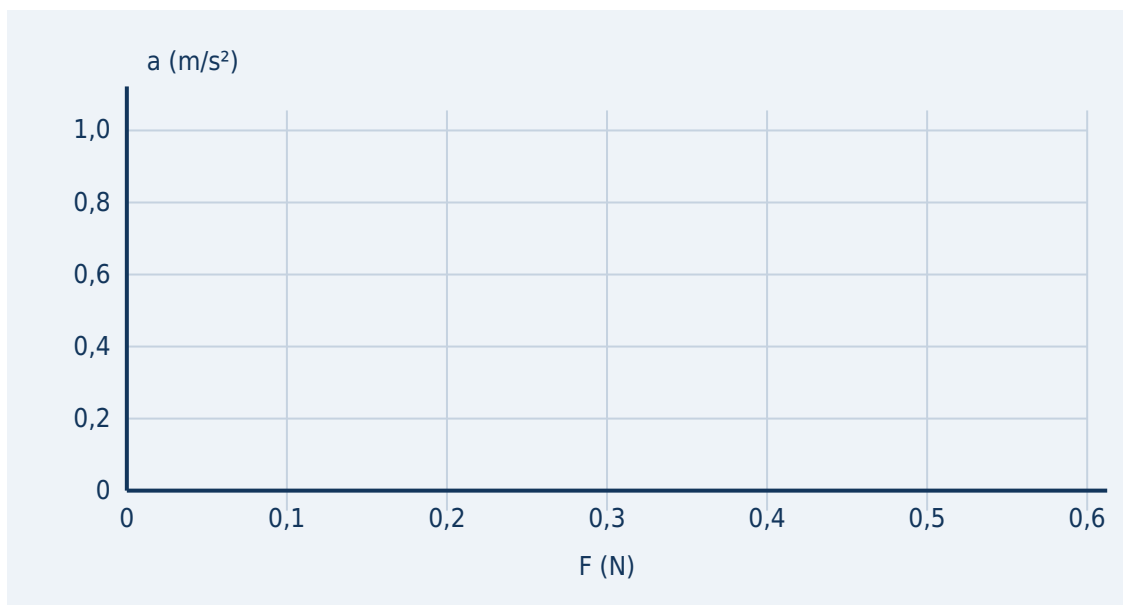
SÉCURITÉ

Place un butoir et un coussin à l'extrémité du rail pour arrêter le chariot, et un bac sous les masses suspendues pour éviter qu'elles ne tombent sur les pieds. Ne dirige jamais le flux d'air du rail vers le visage. Ne laisse pas le fil se détendre et fouetter.

Protocole



Montage : la masse suspendue entraîne le chariot sur la distance $d = 0,800 \text{ m}$, de la ligne de départ à la ligne d'arrivée.



Grille à compléter : porte les points (F ; a) obtenus pour les cinq masses suspendues.

1. Mesure la masse du chariot et des masses marquées. La masse totale du système vaut $M = 0,500 + 0,050 = 0,550 \text{ kg}$: elle restera **constante** pendant tout le TP.
2. Place la ligne de départ et la ligne d'arrivée à $d = 0,800 \text{ m}$ l'une de l'autre sur le rail horizontal. Règle la poulie pour que le fil soit horizontal.
3. Mets les cinq masses marquées sur le chariot. Prends une masse de 10 g sur le chariot et accroche-la au porte-masse : $m_s = 10 \text{ g}$, la masse totale de l'ensemble ne change pas.
4. Lâche le chariot sans vitesse initiale et mesure la durée t de parcours entre les deux lignes. Répète trois fois.
5. Passe une masse de plus du chariot au porte-masse ($m_s = 20 \text{ g}$, puis $30, 40, 50 \text{ g}$) et recommence les mesures chaque fois.
6. Calcule pour chaque cas la force motrice $F = m_s \times g$ avec $g = 9,8 \text{ N/kg}$, la durée moyenne t et l'accélération $a = 2d \div t^2$.
7. Trace a en fonction de F sur la grille et trace la droite moyenne passant au plus près des points.

Mesures à relever

m_s (g)	$F = m_s \times g$ (N)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t moyen (s)	$a = 2d \div t^2$ (m/s ²)
10	...	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...	...

Questions

1. Calcule les cinq forces F . Justifie que, pour le système {chariot + masses + masse suspendue}, la force motrice est le poids de la masse suspendue (la tension du fil est une force intérieure).
2. Justifie la formule $a = 2d \div t^2$ pour un mouvement parti du repos avec une accélération constante.
3. Complète le tableau et trace a en fonction de F . Quelle est la forme du graphique ? Que peux-tu en conclure ?
4. Détermine le coefficient directeur de la droite et donne son unité. À quelle grandeur physique correspond-il ?
5. Déduis-en la masse M du système et compare-la à la valeur mesurée à la balance (écart relatif).
6. Pourquoi déplace-t-on les masses du chariot vers le porte-masse au lieu d'ajouter des masses au porte-masse seulement ?
7. Pourquoi la droite ne passe-t-elle pas exactement par l'origine et par tous les points ? Cite deux causes d'erreur.
8. Comment pourrais-tu vérifier maintenant que, à force constante, a est inversement proportionnelle à la masse ?

Pour aller plus loin

- Refais l'expérience avec le rail incliné de quelques degrés : quelle force supplémentaire intervient et comment modifie-t-elle la pente du graphique ?
- Mesure la tension du fil avec un dynamomètre pendant le mouvement : est-elle égale à $m_s \times g$? Compare les deux valeurs.