

Lab 5. Deuxième loi de Newton

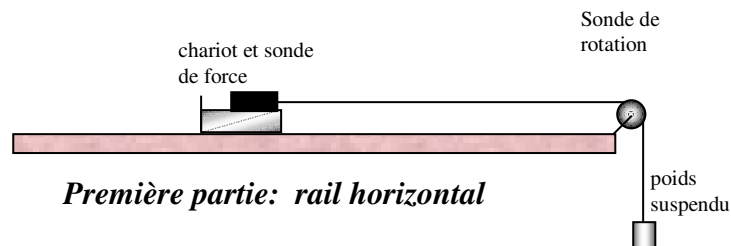
But

- Se familiariser avec le système de sondes pour la force et le mouvement.
- Utiliser les possibilités de Data Studio pour l'analyse des données.
- Vérifier la deuxième loi de Newton pour un cas simple où la seule force est la tension dans la corde (rail horizontal).
- Vérifier la deuxième loi de Newton pour un cas plus complexe où deux forces s'additionnent (rail incliné).

Matériel

- Rail à coussin d'air et chariot
- Systèmes de poulies et ficelles
- Ensemble de pesées
- Ensemble Pasco avec détecteurs de force et sonde de rotation.

Théorie



À cause du coussin d'air, le chariot glisse sans frottement sur un rail horizontal. Dans la direction horizontale, la seule force qui agit sur lui est la force de tension dans la corde. Nous allons mesurer directement cette tension avec la sonde de force et mesurer aussi l'accélération avec une sonde-poulie. Nous pourrions ainsi vérifier directement la deuxième loi de Newton.

$$T = m_c a$$

T est la tension dans la corde

m_c est la masse du chariot (incluant la sonde)

a est l'accélération du chariot

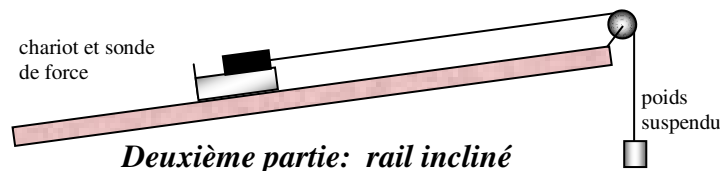
Au cours théorique nous allons faire l'analyse du système composé du chariot relié à la masse suspendue et nous allons voir que l'accélération du chariot et la tension dans la corde sont reliées à l'accélération gravitationnelle de cette façon:

$$a_{th} = \frac{m_s}{m_s + m_c} g \quad (*1)$$

$$T_{th} = \frac{m_c m_s}{m_s + m_c} g \quad (*2)$$

Ces deux équations sont déduites de la théorie de Newton et d'un DDF.

où m_s est la masse suspendue
 m_c la masse du chariot (incluant la sonde)
 a_{th} l'accélération (théorique) du chariot
 g l'accélération gravitationnelle terrestre
 T_{th} la tension (théorique) dans la corde



$$a_{th} = f(m_s, m_c, g \text{ et } \theta) \quad (*3) ? \quad T_{th} = f(m_s, m_c, g \text{ et } \theta) \quad (*4) ?$$

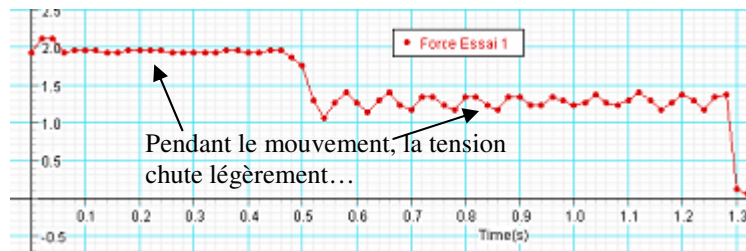
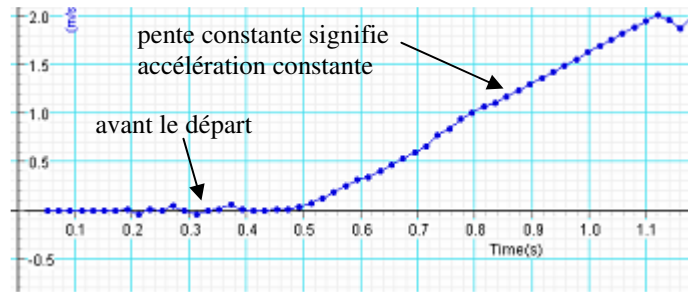
Cette fois, c'est à vous de trouver ces fonctions en travail préparatoire au labo.

Manipulation

Première partie: rail horizontal

1. Assurez-vous que le rail soit bien horizontal.
2. Pesez le chariot avec la sonde; vous obtiendrez une valeur différente selon que vous tenez le fil électrique plus haut ou plus bas. Prenez note des deux valeurs, vous les utiliserez pour connaître l'incertitude (max ... min).
3. Ajustez la sonde de rotation sur «grande poulie à gorge» et la fréquence à 50 Hz. Réglez l'onglet «mesure» pour que la sonde mesure **la vitesse** (linéaire en m/s).
4. Calibrez la sonde de force (tare et masse suspendue) et ajustez sa fréquence à 50 Hz. **IMPORTANT:** il faut recalibrer la sonde de force à chaque essai.
5. Faites un enregistrement du mouvement avec un poids suspendu d'environ 100 g. Commencez l'enregistrement une ou deux secondes avant le début du mouvement.

Pour un essai réussi, on reconnaît facilement sur le graphique de la vitesse en fonction du temps les deux zones, une à vitesse nulle et l'autre à accélération constante. Sur le graphique de la force on voit bien qu'elle était constante juste **avant** le mouvement et qu'elle est à peu près constante mais avec une valeur plus petite **pendant** le mouvement.



6. Quand vous avez un essai bien réussi, utilisez la calculatrice pour faire un calcul de lissage sur la force dans lequel vous lisserez vos données sur 7 à 10 points (pour enlever l'effet de vibration dû à l'élasticité de la corde).

Deuxième partie: rail incliné

7. Inclinez le rail de façon bien prononcée et mesurez les hauteurs pour trouver l'angle d'inclinaison (le plus précisément possible) à deux endroits différents et calculez cet angle θ tout de suite pour vous assurer que vous avez la bonne valeur. Notez tout ceci attentivement, vous aurez un calcul d'incertitude à faire sur la résultante.
8. Recalibrez maintenant la sonde de force avec un poids suspendu d'environ 150 g.
9. Enregistrez un mouvement avec le rail incliné.
10. Utilisez la calculatrice pour faire un calcul de lissage dans lequel vous lisserez vos données sur 7 à 10 points.
11. Sauvegardez vos données dans votre espace-mémoire (et échangez-les entre vous)!

Travail demandé

Graphique de Force pour le rail horizontal

1. En examinant les graphiques de vitesse et de force, voyez les deux zones: avant et pendant le mouvement.
2. La courbe de force devrait être lissée. Faites afficher par Data Studio la valeur moyenne de la force pour l'intervalle de temps avant le début du mouvement. Comparez avec le poids suspendu.
3. Trouvez de la même façon la valeur moyenne de la force pendant le mouvement. Affichez cette valeur lorsque vous imprimerez le graphique.

- Faites afficher par Data Studio la pente moyenne de la courbe de la vitesse pendant le MRUA. Utilisez une régression linéaire et choisissez l'étendue de points voulue. Gardez cet affichage pour l'impression.

AVANT D'IMPRIMER vos graphiques, vérifiez les points suivants:

- Mettez l'imprimante en mode paysage.
- Donnez un titre au graphique (inspirez-vous du nom du phénomène plutôt que du nom des axes).
- Vérifiez si vous devez inclure un autre affichage par Data Studio, la pente d'une droite, une valeur moyenne, etc.
- Quand vous êtes certain que votre graphique est fin prêt (c'est peut-être mieux de vérifier avec le prof), imprimez-en une copie pour chaque coéquipier. Découpez-le et fixez-le dans votre cahier de lab (à partir de maintenant, toutes les pièces doivent être **bien fixées dans le cahier**).

- Selon Newton, la tension devrait être égale au produit de la masse du chariot par son accélération. Avec vos données, est-ce qu'elles sont effectivement égales? Si elles ne sont pas tout à fait égales, quel pourcentage d'écart trouvez-vous ?

Tension mesurée	$m * a_{\text{mesurée}}$	écart %

- Quel pourcentage d'écart trouvez-vous entre l'accélération que vous mesurez et celle prévue par l'analyse théorique du système des deux masses avec la poulie (*1) ?

accélération mesurée	accélération calculée	écart %

- Quel pourcentage d'écart trouvez-vous entre la tension que vous mesurez dans la corde et celle prévue par l'analyse théorique (*2) ?

Tension mesurée	Tension calculée	écart %

Rail incliné

8. Dans cette partie, la comparaison ne se fait pas entre la tension et le produit de la masse par l'accélération puisqu'il faut maintenant tenir compte de l'inclinaison du rail. Ce que nous allons comparer, c'est la **résultante des forces**, c'est-à-dire la tension moins la composante du poids parallèle au plan incliné d'une part, avec le produit $m * a$ d'autre part. Vous devrez faire un calcul d'incertitude pour la première valeur et votre conclusion doit s'appuyer sur ce calcul.

Résultante mesurée	$m * a_{\text{mesurée}}$	écart %

9. et 10 : faites comme dans les parties 6 et 7, une comparaison avec les accélérations (*3) mesurées et calculées, et les Tensions mesurées et calculées (*4) avec % d'écart.

accélération mesurée	accélération calculée	écart %

Tension mesurée	Tension calculée	écart %

À retrouver dans le cahier de labo

- Les buts de ce labo.
- Les données mesurées: masse du chariot, masse suspendue, angle etc.
- Les deux graphiques pour le cas de force constante.
- Les calculs et les comparaisons (5) (6) et (7) avec % d'écart.
- Le graphique comprenant les deux courbes pour la deuxième partie avec rail incliné.
- Les calculs et les comparaisons (8) (9) et (10) avec % d'écart. .
- Un texte de conclusion résumant ce que vous avez vérifié expérimentalement avec cette manipulation. Ne vous contentez pas de dire si ça arrive bien, dites aussi ce que ces nombres signifient. Autrement dit, parlez-moi de la loi de Newton elle-même. Et tentez de répondre à la question : qu'est-ce que cette manipulation vous a permis de démontrer ?