

Smart cart 8 Coefficient de frottement statique et dynamique

Mots clés : Dynamique, force de frottement dynamique et statique, capteur de force



Dans cette expérience nous utiliserons une Smart Cart équipée d'un capteur de force (sur le pare-chocs), qui pourra mesurer force et position, et un livre.

L'expérience consiste à pousser le livre avec le capteur de force au début très doucement (sans le déplacer) puis de plus en plus fort. Lorsque le livre se met à bouger, faire en sorte que la Smart Cart continue à pousser le livre mais en le déplaçant à vitesse constante sur 40 cm environ.

Avant l'expérience

1. Demander aux élèves et pour un référentiel orienté dans le sens du rail :
 - de prévoir l'allure du graphique de $F(x)$ de la Smart Cart qui pousse par le livre.

Mise en place de l'expérience

2. Sortir et déposer la Smart Cart sur la table. Avoir à disposition 2 ou 3 livres épais.
3. Sortir et déposer la Smart Cart sur le rail, ouvrir le logiciel Capstone (ou SPARKvue), puis allumer la Smart Cart.
4. Attendre que la Smart Cart se connecte au logiciel choisi.
5. Paramétrer un graphique $F(x)$: force en fonction de la position. (Dans Capstone: fichier => nouvelle mesure
 - i. Ouvrir un graphique ;
 - ii. Sélectionner les mesures de forces sur l'axe y ;
 - iii. Sélectionner les mesures de positions sur l'axe x ;
6. Après s'être assuré que le capteur de force de la Smart Cart ne touche aucun objet, initialiser à zéro le capteur de force : dans le panneau de contrôle de capteurs (réglage interface) mettre à zéro le capteur force.
7. Placer le pare-chocs magnétique contre le livre. Lancer l'acquisition de données. Pousser très lentement et de plus en plus fort le livre jusqu'à ce que le livre se mette à bouger et continuer ensuite à le pousser sur 40 cm environ mais à vitesse constante. Arrêter ensuite l'enregistrement.

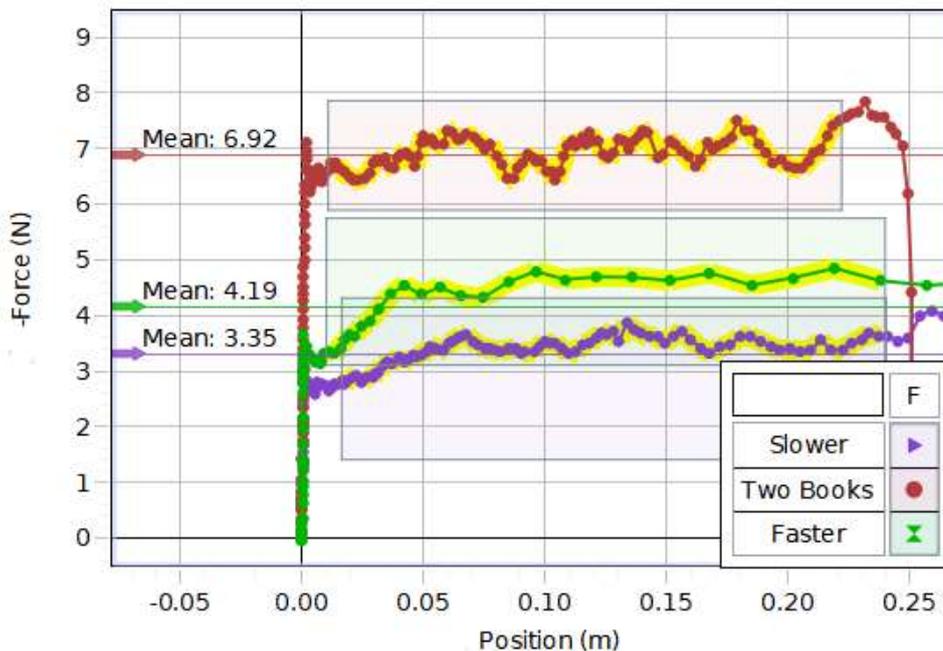
Smart Cart Physics ou Physique avec un Chariot Intelligent

8. Effectuer ensuite une deuxième série de mesure de la même façon, mais dès que le livre se met en mouvement le pousser sur 40 cm à une vitesse constante plus élevée.
9. Effectuer ensuite une troisième série de mesure, en posant un 2^{ème} livre sur le 1^{er}.
10. Effectuer ensuite une quatrième série de mesure en superposant 3 livres.

Analyse de mesures

1. Pour chaque série de mesures, enregistre la force maximale appliquée avant que le livre se mette en mouvement. Ceci donne la force de frottement statique maximale.
En mesurant la masse du livre il est alors possible de calculer le coefficient de frottement statique du livre sur la table.
2. Pour chaque série de mesures note la force moyenne appliquée lorsque le livre se déplace à vitesse constante, c'est la force de frottement dynamique.
En mesurant la masse du livre il est alors possible de calculer le coefficient de frottement dynamique du livre sur la table.
3. Quel effet à l'augmentation de la vitesse sur le coefficient de frottement dynamique ?
4. Quels sont les changements observables lorsque des livres sont ajoutés sur le 1^{er} livre en contact avec la table ? Est-ce que les coefficients de frottements statiques et dynamiques sont modifiés.

Exemple d'analyse de mesures



La force de frottement dynamique est pour les 2 livres superposés d'environ 6,92 N

La force de frottement dynamique pour 1 livre qui se déplace lentement à vitesse constante est de 3,35 N, alors qu'elle est de 4,19 N si le livre se déplace à une vitesse constante élevée. La vitesse a donc peu d'effet sur le coefficient de frottement dynamique.

Masse du 1^{er} livre = 1.56 kg

Masse du 2^{ème} livre = 1.58 kg

Pour un livre :

$$\mu_s = F/mg = 3,30 \text{ N} / (1,56 \cdot 9,8) = 0,216$$

$$\mu_k = F/mg = 3,35 \text{ N} / (1,56 \cdot 9,8) = 0,220$$

Pour 2 livres :

$$\mu_s = F/mg = 7,11 \text{ N} / ((1,56 + 1,58) \cdot (9,8)) = 0,23$$

$$\mu_k = F/mg = 6,92 \text{ N} / ((1,56 + 1,58) \cdot (9,8)) = 0,225$$

Remarque : il est facile d'obtenir des mesures où $\mu_s > \mu_k$