

---

# **LABORATOIRE 5**

## **LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE**

### **But**

Vérifier le principe de conservation de l'énergie mécanique

### **THÉORIE**

Pour un système isolé où interviennent seulement des forces conservatrices, l'énergie mécanique totale est conservée lors d'un processus de transformation.

L'énergie mécanique du système peut se retrouver sous deux formes : cinétique et potentielle.

Le principe de conservation de l'énergie mécanique peut s'exprimer par l'équation

$$\text{Énergie cinétique} + \text{Énergie potentielle} = \text{constante} \quad (1)$$

S'il s'agit, comme dans notre expérience, d'un système composé de deux masses et d'un ressort, on a alors

$$E = \frac{1}{2} M_1 v^2 + M_1 g h_1 + \frac{1}{2} M_2 v^2 + M_2 g h_2 + \frac{1}{2} k x^2 = \text{constante} \quad (2)$$

où  $g$  est une constante qui vaut  $9,81 \pm 0,01 \text{ m/s}^2$  à Québec.

## 5 - LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

### MÉTHODE UTILISÉE

Pour vérifier l'énergie, nous allons attacher une masse suspendue ainsi qu'un ressort à notre rondelle. Lorsque la masse suspendue baissera sous l'effet de la gravité, son énergie potentielle baissera, ce qui impliquera une augmentation de l'énergie cinétique de la rondelle, de l'énergie potentielle du ressort et de l'énergie cinétique de la masse suspendue. Donc, l'énergie perdue par la masse suspendue sera gagnée par la rondelle et le ressort. En mesurant les énergies initiale et finale, nous pourrions vérifier la conservation de l'énergie.

Toutefois, pour que l'énergie mécanique soit conservée, il faut éliminer toute friction. Ainsi en utilisant la table à coussin d'air, nous aurons plus de chance d'obtenir de bons résultats. De plus, en utilisant le générateur d'étincelles, nous pourrions marquer le déplacement de la rondelle.

### APPAREILS

- Table à coussin d'air
- Compresseur
- Générateur d'étincelles
  - Incertitude sur la période :  $\pm 0,5 \%$
  - Incertitude sur la position des étincelles :  $\pm 1 \text{ mm}$   
(ne compte pas l'incertitude sur la règle)
- Rondelle
- Masses
- Ressort
- Corde
- Papier
- Balance
  - Incertitude  $\pm 0,1 \text{ g}$

## 5 - LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

### MANIPULATIONS

#### Mesure de la constante du ressort

Nous devons premièrement mesurer la constante de ressort. Pour y arriver, nous allons utiliser le fait que la période d'oscillation d'un système masse-ressort dépend de la constante du ressort selon

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

où  $m$  est la masse de l'objet attaché au ressort.

- Suspendez une masse de 100 g au ressort.

$$m : \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{1cm}} .$$

- Donnez un mouvement d'oscillation de 5 cm environ.
- À l'aide du chronomètre, mesurez la période de 50 oscillations

$$\text{Temps: } \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{1cm}} .$$

#### La conservation de l'énergie

- Mesurez la masse de la rondelle.

$$M_1 = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{1cm}} .$$

- Prenez la masse que vous allez attacher à la rondelle et mesurez sa masse

$$M_2 = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{1cm}} .$$

- Attachez votre masse à la rondelle.

## 5 - LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

- Attachez le ressort sur la rondelle et sur la table de telle façon que le ressort allonge lorsque la masse suspendue sera lâchée.
- Sélectionnez la période de 10 ms sur le générateur d'étincelle.
- Enregistrez le mouvement lorsque la masse est lâchée. Assurez-vous que le ressort est légèrement étiré lorsque la rondelle est lâchée. De cette façon, comme il est très peu étiré, nous pourrions considérer qu'il n'y a pas d'énergie dans le ressort.

### INDICATIONS SUR LES MESURES À FAIRE

On doit déterminer lequel des points marqués par des étincelles est notre point de départ et lequel est notre point final. Pour la position initiale, on prendra tout simplement le premier point marqué par la rondelle. Pour la position finale, nous prendrons l'avant-dernier point. On fait ce choix puisqu'il faut déterminer la vitesse de la rondelle à la position finale et que pour y arriver, nous devons prendre la distance entre le point suivant le point final et le point précédant le point final. Cela nous donnera la vitesse moyenne dans l'intervalle entre ces deux points situés de part et d'autre du point final, ce qui correspond environ à la vitesse au point final.

Pour les calculs de l'énergie potentielle, il faut connaître la hauteur initiale de la masse suspendue. Si on pose que  $y = 0$  à la position finale de la masse suspendue, sa hauteur initiale correspond tout simplement à la distance entre la position initiale et finale de la rondelle. Cette distance ( $L$ ) donnera également l'étirement du ressort.

Pour le calcul de la vitesse finale, il faut connaître la distance ( $d$ ) et les temps ( $t$ ) entre un point précédant le point final et un point suivant le point final.

### RÉSULTATS

Donnez les valeurs suivantes :

- La masse rattachée au ressort ( $m$ )
- Le temps nécessaire pour faire 50 oscillations
- La masse de la rondelle ( $M_1$ )
- La masse suspendue ( $M_2$ )
- La distance entre le point de départ et le point final ( $L$ )
- La distance entre le point précédant le point final et le point suivant le point final ( $d$ ).
- Le temps entre le point précédant le point final et le point suivant le point final ( $t$ ).

## 5 - LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

### Calculs

#### Énergie initiale

L'énergie est

$$E = \frac{1}{2}M_1v^2 + M_1gh_1 + \frac{1}{2}M_2v^2 + M_2gh_2 + \frac{1}{2}kx^2$$

Comme la rondelle et la masse suspendue ne se déplacent pas au départ, les énergies cinétiques sont nulles. Comme on va mettre le  $y_1 = 0$  de la rondelle ( $M_1$ ) à sa position initiale, l'énergie potentielle de la rondelle est nulle. Comme le ressort n'est pas étiré au départ, l'énergie potentielle du ressort est nulle. Il ne reste donc que l'énergie potentielle de la masse suspendue.

$$E_{\text{initiale}} = M_2gh_2$$

Comme nous avons posé que  $y_2 = 0$  se situe à la position finale de la masse suspendue, sa hauteur initiale correspond à la distance de chute, donc à la distance entre le point de départ et le point final de la trajectoire ( $L$ ). On a alors

$$E_{\text{initiale}} = M_2gL$$

- Calculez la valeur de l'énergie initiale. N'oubliez pas l'incertitude sur  $g$  ( $9,81 \pm 0,01 \text{ m/s}^2$ ).

#### Énergie finale

L'énergie est

$$E = \frac{1}{2}M_1v^2 + M_1gh_1 + \frac{1}{2}M_2v^2 + M_2gh_2 + \frac{1}{2}kx^2$$

Comme la rondelle est restée à la même hauteur, elle est toujours à  $y_1 = 0$  et son énergie potentielle est donc nulle. Comme la rondelle est maintenant à sa position finale et qu'on a stipulé que le  $y_2 = 0$  de la masse suspendue est à la position finale, l'énergie potentielle de la masse suspendue est maintenant nulle. Il reste donc

## 5 - LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

$$E_{\text{finale}} = \frac{1}{2}M_1v^2 + \frac{1}{2}M_2v^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

On voit que pour calculer l'énergie finale, on doit avoir la vitesse des masses et la constante du ressort

### Vitesse des masses

- Calculez la vitesse finale du système masse-rondelle en utilisant la distance entre le point précédant le point final et le point suivant le point final ( $d$ ).

### Constante du ressort

- Calculez la période d'une oscillation.
- Calculez la constante du ressort à l'aide de la formule

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

On peut maintenant calculer l'énergie finale. Puisque le ressort n'était presque pas étiré au départ, l'étirement du ressort correspond au déplacement de la rondelle, donc à la distance entre le premier point et le point final ( $L$ ). On a donc

$$E_{\text{finale}} = \frac{1}{2}M_1v^2 + \frac{1}{2}M_2v^2 + \frac{1}{2}kL^2$$

- Calculez la valeur de l'énergie finale.

## ANALYSE DES RÉSULTATS

- Comparez les valeurs de l'énergie totale initiale et finale.

Annexer la grande feuille faite au laboratoire au rapport.

## 5 - LA CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

### RÉSULTATS

Noms des membres de l'équipe: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$m =$  \_\_\_\_\_

Temps de 50 oscillations = \_\_\_\_\_

$M_1 =$  \_\_\_\_\_

$M_2 =$  \_\_\_\_\_

$L =$  \_\_\_\_\_

$d =$  \_\_\_\_\_

Temps entre les points pour la vitesse = \_\_\_\_\_