

Noms: \_\_\_\_\_

groupe \_\_\_ Montage # \_\_\_

# *Rapport du laboratoire synthèse*

Prenez  $g = 9,80$  N/kg pour vos calculs.

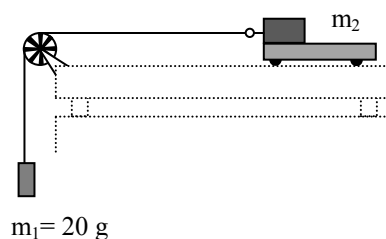
Gardez au moins **4 chiffres** dans vos calculs afin de ne pas perdre de précision sur les calculs ultérieurs et donnez vos réponses avec **3 chiffres** «significatifs» (notez cependant que le troisième chiffre n'est pas nécessairement vraiment significatif).

Toutes vos réponses doivent être données en **unités standard** (kg , m , m/s , m/s<sup>2</sup> , N , J etc...).

## *Plan à l'horizontale*

### *1. Frottement*

Selon la méthode de résolution des problèmes de dynamique vue en classe, choisissez un (ou plusieurs) système(s) sur lequel (ou lesquels) vous placerez les forces; dessinez un (ou des) système(s) d'axes, écrivez les équations pertinentes de la deuxième loi de Newton et obtenez la grandeur de la force de frottement ainsi que le coefficient de frottement à partir de vos valeurs expérimentales.

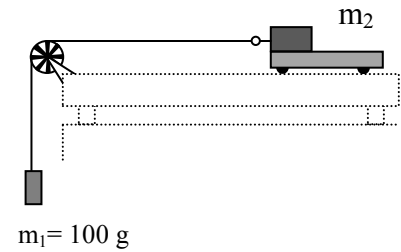


Inscrivez sur la feuille de *résumé des données*, au #16, la valeur de la *force de frottement*.

Inscrivez sur la feuille de *résumé des données*, au #17, la valeur du *coefficient de frottement*.

## 2. Accélération et tension

a) Selon la méthode de résolution des problèmes de dynamique vue en classe, choisissez un (ou plusieurs) système(s) sur lequel (ou lesquels) vous placerez les forces; dessinez un (ou des) système(s) d'axes, écrivez les équations pertinentes de la deuxième loi de Newton et obtenez la grandeur de l'accélération «théorique»  $a_t$  ainsi que la grandeur de la tension «théorique»  $T_t$  à partir de la valeur de la force de frottement obtenue précédemment et des valeurs numériques de  $m_1$  et de  $m_2$  (les termes théoriques sont entre guillemets puisqu'une partie des valeurs, notamment la force de frottement, sont évidemment des valeurs mesurées).



b) Comparez ces deux valeurs précédentes avec celles mesurées expérimentalement ( $a_e$  et  $T_e$ ) en calculant le pourcentage d'écart et concluez.

L'écart entre les deux valeurs semble: acceptable  non acceptable

Inscrivez sur la feuille de résumé des données au #18 la valeur de l'accélération théorique.

Inscrivez sur la feuille de résumé des données au #19 la valeur de la tension théorique.

### 3. Accélération expérimentale

L'accélération expérimentale  $a_e$  a déjà été calculée par le logiciel sur le graphique *Vitesse* de la feuille imprimée. Vérifiez cette valeur en traçant la bonne droite sur le graphique, en indiquant les repères pertinents et en calculant la pente.

Inscrivez sur la feuille de *résumé des données* (dernière page du rapport), au #20, la valeur de l'accélération expérimentale calculée.

### 4. Temps de chute

a) À partir de l'accélération théorique  $a_t$  obtenue à la section 2 a) et de la hauteur de chute  $h$ , écrivez les équations de cinématique pertinentes (en lettres et en chiffres) et obtenez le temps de chute théorique  $t_t$ .

Inscrivez sur la feuille de *résumé des données* au #21 la valeur du *temps de chute théorique*.

b) Que vaut le temps de chute expérimental ( $t_e$ )? Revoyez les explications à la section **D2** sur la façon de mesurer le temps de chute écoulé à partir du moment où le chariot avait une vitesse nulle.

Inscrivez sur la feuille de *résumé des données* au #22 la valeur du *temps de chute expérimental*.

c) Comparez les deux valeurs précédentes en calculant le pourcentage d'écart et concluez.

L'écart entre les deux valeurs semble: acceptable  non acceptable

### 5. *Vitesse finale par cinématique*

a) À partir de l'accélération théorique  $a_t$  et du temps de chute théorique  $t_t$  obtenus précédemment, écrivez les équations de cinématique pertinentes (en lettres et en chiffres) et obtenez la vitesse finale.

**Inscrivez sur la feuille de résumé des données au #23 la valeur de la *vitesse finale par cinématique*.**

b) Comparez la valeur précédente avec celle mesurée expérimentalement en calculant le pourcentage d'écart et concluez.

L'écart entre les deux valeurs semble: acceptable  non acceptable

### 6. *Vitesse finale par énergie*

a) À partir de la hauteur de chute  $h$ , de la force de frottement  $f$  écrivez les équations de travail-énergie pertinentes (en lettres et en chiffres) et obtenez la vitesse finale.

**Inscrivez sur la feuille de résumé des données au #24 la valeur de la *vitesse finale par énergie*.**

b) Comparez la valeur précédente avec celle mesurée expérimentalement (lue sur votre graphique) en calculant le pourcentage d'écart et concluez.

L'écart entre les deux valeurs semble: acceptable  non acceptable

### 7. *Hauteur de chute par graphique*

a) À partir du graphique *Vitesse*, obtenez **graphiquement** la hauteur de chute  $h_g$ .

Inscrivez sur la feuille de résumé des données au #25 la valeur de la *hauteur de chute par graphique*.

b) Comparez la valeur précédente ( $h_g$ ) avec celle mesurée expérimentalement ( $h_e$ ). Calculez le pourcentage d'écart et concluez.

L'écart entre les deux valeurs semble: acceptable  non acceptable

## *Plan incliné*

### *8. Constante de rappel du ressort*

Vous remarquerez que le graphique  $F(\Delta x)$  donne une droite mais qui ne passe pas par  $(0, 0)$ , contrairement aux prédictions de la loi de Hooke ( $|F| = k \Delta x$ ). La masse non nulle du ressort permet d'expliquer en partie ce résultat (quand l'étirement est nul le senseur de force mesure notamment le poids du ressort). La constante de rappel du ressort peut quand même être évaluée à partir de la pente du graphique.

a) À partir du graphique  $F(\Delta x)$ , déterminez la constante de rappel du ressort.

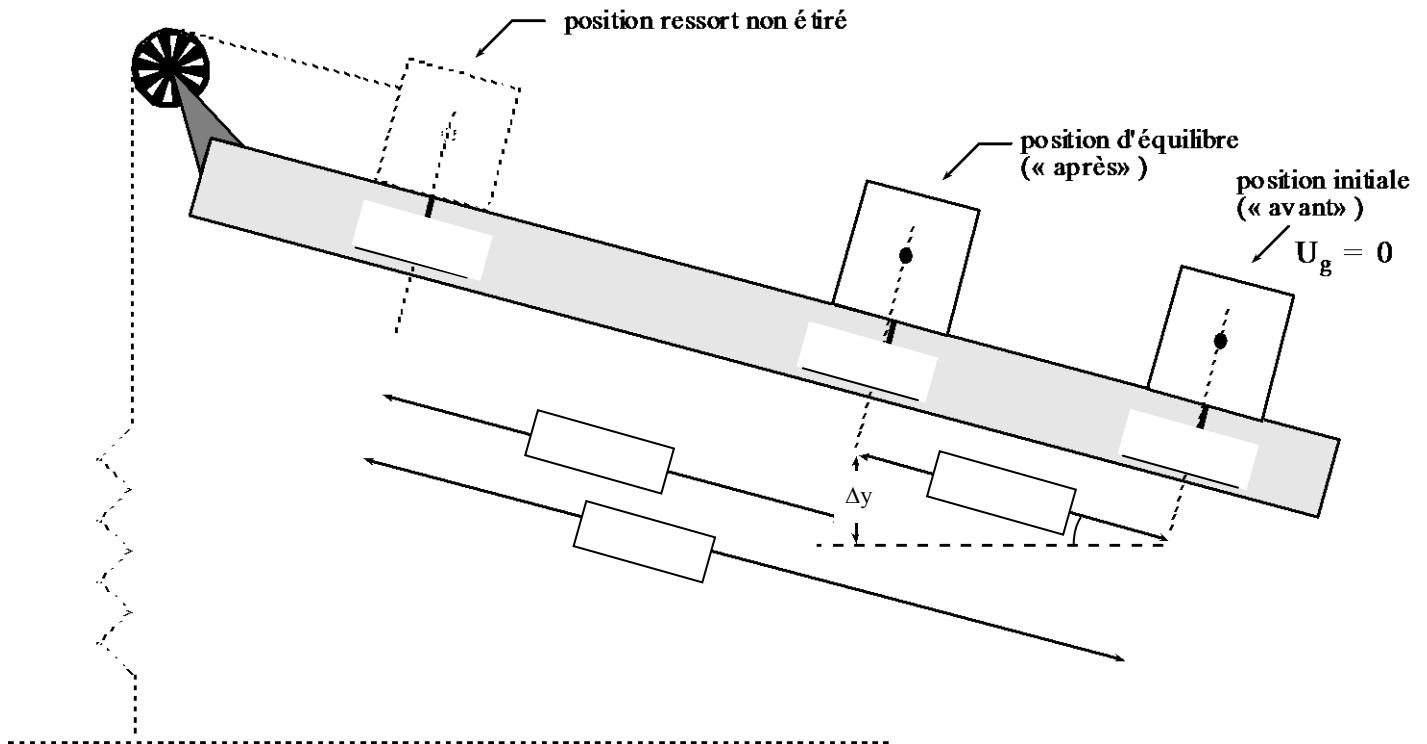
b) Quelle est la valeur de la force pour  $\Delta x = 0$  ?

Inscrivez sur la feuille de résumé des données au #10 la valeur de la *constante du ressort*, au #11 la *valeur de la force pour  $\Delta x = 0$* .

### *9. Bilan des énergies*

Dans ce qui suivra vous effectuerez, à partir de vos résultats expérimentaux, les calculs afin d'obtenir un bilan des énergies. Vous calculerez les différentes formes d'énergie (énergie potentielle du ressort, énergie cinétique, énergie potentielle gravitationnelle, travail dû à la force de frottement). Vous effectuerez ce calcul d'abord lorsque le ressort est initialement étiré et que l'on relâche la masse sans vitesse initiale (par la suite nous parlerons de la situation «avant»); puis vous comparerez à la situation où la masse passe par son point d'équilibre avec une certaine vitesse (par la suite nous parlerons de la situation «après»). Nous négligerons la masse du ressort dans les calculs d'énergie potentielle gravitationnelle.

a) Avant d'effectuer les calculs d'énergie vous allez préalablement indiquer sur le schéma de la page suivante les 3 valeurs lues sur la règle correspondant aux positions du ressort non étiré, de la position d'équilibre de la masse ainsi que la position initiale de la masse avant de la laisser aller. Le point noir sur la masse représente le repère utilisé pour la mesure de la position (nous avons placé arbitrairement ce point au centre de la masse mais vous l'avez probablement pris à un autre endroit). Placez aussi aux endroits appropriés les 3 valeurs de distances représentées par les 3 doubles-flèches. **En tout, vous devriez écrire six valeurs (sept si vous écrivez l'angle) sur le schéma.**



Calculez la hauteur  $\Delta y$  (voir schéma) entre les positions « avant » et « après » à partir du déplacement entre ces deux positions et de l'angle d'inclinaison du rail.

### ***Énergie potentielle gravitationnelle***

b) Posons arbitrairement le zéro de l'énergie potentielle gravitationnelle à la position initiale de la masse («avant»).

Calculez l'énergie potentielle gravitationnelle «après».

### ***Énergie cinétique***

c) Que vaut l'énergie cinétique «avant»?

Calculez l'énergie cinétique «après» (voir la feuille de données ou le graphique #2).

### ***Énergie potentielle élastique (du ressort)***

d) L'énergie potentielle du ressort ne peut pas être calculée simplement avec la formule  $U_r = 1/2 k r^2$  avec  $r = \Delta x$ . En effet, rappelons que cette équation a été obtenue pour un ressort dont la force en fonction de l'étirement est donnée par la loi de Hooke ( $F = k \Delta x$ ). Or, comme vous l'avez constaté précédemment, le graphique  $F (\Delta x)$  de votre expérience donne une droite qui ne passe pas par  $(0, 0)$ . La force en fonction de l'étirement du ressort est de la forme  $F = k \Delta x + F_0$ , où  $F_0$  est la force exercée par le ressort lorsque l'étirement est nul.

Pour le calcul de l'énergie potentielle on pourrait développer une nouvelle formule, mais nous allons plutôt procéder à l'aide d'une méthode graphique. Lorsque l'on étire un ressort on fait un travail qui se traduit par une augmentation de son énergie potentielle. Or, nous avons déjà vu que le travail peut s'évaluer graphiquement par la surface sous la courbe du graphique  $F (\Delta x)$ .

À partir du graphique  $F (\Delta x)$  et tout en montrant vos calculs, utilisez la surface sous la courbe pour calculer le travail fait pour amener le ressort de sa position non étirée ( $x_0$ ) à sa position «avant», celle où le ressort est étiré à son maximum. Cette valeur sera l'énergie potentielle du ressort «avant».

À partir du graphique  $F (\Delta x)$  et tout en montrant vos calculs, utilisez la surface sous la courbe pour calculer le travail fait pour amener le ressort de sa position non étirée ( $x_0$ ) à sa position «après», celle où le ressort est à sa position d'équilibre. Cette valeur sera l'énergie potentielle du ressort «après».



e) À partir du coefficient de frottement obtenu dans l'expérience à l'horizontale, calculez le travail fait par la force de frottement entre le moment où la masse part d'en bas puis atteint le point d'équilibre pour la première fois. (Montrez un schéma de forces **clair** pour le calcul de la normale et donnez toutes les étapes pour arriver à la valeur du travail fait par la frottement.)

Inscrivez sur la feuille de résumé des données au #26 la valeur du *travail fait par la force de frottement*.

f) À partir des valeurs calculées précédemment, complétez le tableau ci-dessous et faites la somme de l'énergie mécanique totale ( $E_{\text{totale}}$ ) «avant» et «après».

Énergies (J)	$U_g$	$U_r$	K	$E_{\text{totale}}$
«avant»	0			
«après»				

g) Évidemment on ne peut pas comparer immédiatement les énergies totales puisqu'il y a de la frottement. En utilisant la formule

$$E_{\text{avant}} + W_{\text{nc}} = E_{\text{après}}$$

et les résultats obtenus précédemment

1) calculez la valeur du terme de gauche ( $E_{\text{avant}} + W_{\text{nc}}$ ).  $E_{\text{avant}} + W_{\text{nc}} =$

2) comparez avec le terme de droite  $E_{\text{après}}$  du tableau en calculant le pourcentage d'écart (par rapport à  $E_{\text{avant}} + W_{\text{nc}}$ ):

L'écart entre les deux valeurs semble: acceptable  non acceptable

Retranscrivez sur la feuille de résumé des données le tableau précédent et les 3 résultats précédents sous *plan incliné*.

**Complétez la feuille de la page suivante à partir de votre feuille de données, de la première feuille imprimée et de votre rapport, ce qui nous permettra de vérifier vos calculs.**

**Pour alléger, ne mettez que les valeurs numériques en unités standard, sans les unités.**

**Assurez-vous de ne pas faire d'erreurs de transcription (qui seront pénalisées, malheureusement).**

<p><b>Les deux nombres entre crochets { } donnent la fourchette entre laquelle doit être comprise votre valeur. Si votre valeur n'est pas comprise entre ces deux nombres <u>vous avez probablement fait une erreur et vous devez la corriger.</u></b></p>
--

**Brochez la page R-11 à la fin du rapport**

**Résumé des données (en unités standard)**

Noms \_\_\_\_\_

**Plan à l'horizontale**

- 1 \_\_\_\_\_ Masse  $m_2$  {0,650 ; 0,700}
- 2 \_\_\_\_\_ Accélération expérimentale avec  $m_1 = 100$  g (lue sur la feuille imprimée) {1,08 ; 1,28}
- 3 \_\_\_\_\_ Accélération avec  $m_1 = 20$  g {0,140 ; 0,290}
- 4 \_\_\_\_\_ Tension dans la corde (lue sur la feuille imprimée) {0,760 ; 0,960}
- 5 \_\_\_\_\_ Hauteur de chute de la masse  $m_1$  {0,700 ; 0,900}
- 6 \_\_\_\_\_ Temps  $t_1$  où la vitesse initiale est 0 (lue sur la feuille imprimée) {0 ; 2,00}
- 7 \_\_\_\_\_ Temps  $t_2$  où la masse  $m_1$  touche le sol (lue sur la feuille imprimée) {1,00 ; 3,00}
- 8 \_\_\_\_\_ Vitesse quand la masse  $m_1$  touche le sol (lue sur la feuille imprimée) {1,20 ; 1,60}

**Plan incliné**

- 9 \_\_\_\_\_ Angle d'inclinaison {7,00 ; 16,0}
- 10 \_\_\_\_\_ Constante du ressort {2,80 ; 3,40}
- 11 \_\_\_\_\_ Force pour  $\Delta x = 0$  {0,020 ; 0,250}
- 12 \_\_\_\_\_ Position lorsque le ressort n'est pas étiré (en m)
- 13 \_\_\_\_\_ Position d'équilibre (en m)
- 14 \_\_\_\_\_ Position quand le ressort est étiré (en m)
- 15 \_\_\_\_\_ Vitesse maximum {0,300 ; 0,850}

**Résumé des résultats**

- 16 \_\_\_\_\_ Force de frottement {0,008 ; 0,110}
- 17 \_\_\_\_\_ Coefficient de frottement {0,0005 ; 0,016}
- 18 \_\_\_\_\_ Accélération théorique {1,08 ; 1,28}
- 19 \_\_\_\_\_ Tension théorique {0,760 ; 0,960}
- 20 \_\_\_\_\_ Accélération expérimentale calculée {1,08 ; 1,28}
- 21 \_\_\_\_\_ Temps de chute théorique de la masse  $m_1$  {0,90 ; 1,30}
- 22 \_\_\_\_\_ Temps de chute expérimental de la masse  $m_1$  {0,90 ; 1,30}
- 23 \_\_\_\_\_ Vitesse finale par cinématique {1,10 ; 1,50}
- 24 \_\_\_\_\_ Vitesse finale par énergie {1,10 ; 1,50}
- 25 \_\_\_\_\_ Hauteur de chute par graphique {0,700 ; 0,900}
- 26 \_\_\_\_\_ Travail fait par la force de frottement

Énergies (J)	$U_g$	$U_r$	K	$E_{totale}$
«avant»	0			
«après»				

$$E_{avant} + W_{nc} = \underline{\hspace{2cm}} \quad E_{après} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \% \text{ écart (par rapport au terme de gauche): } \underline{\hspace{2cm}}$$

