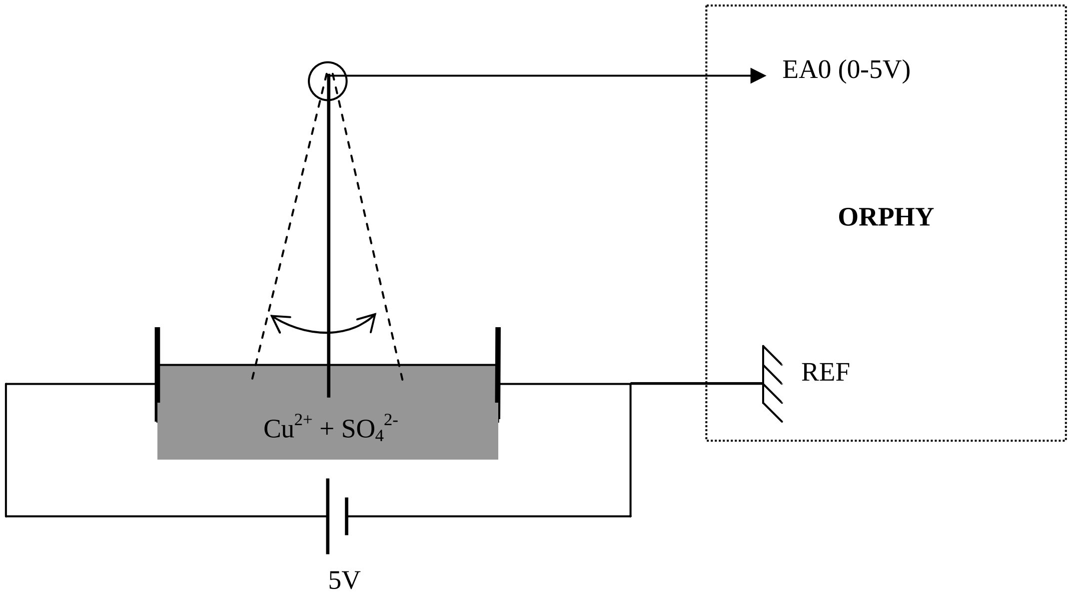
TP de physique n°14	**Oscillateurs mécaniques**	**Terminale**

I/ le pendule pesant: *étude d'un dispositif permettant l'enregistrement du mouvement d'un système oscillant*

1) <u>Dispositif expérimental</u>



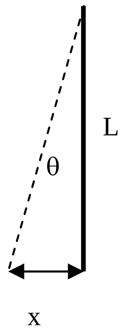
- mettre le module ORPHY sous tension (interrupteur sur la façade arrière)
- positionner la REF sur 0V (interrupteur rouge sur la façade avant)
- ouvrir REGRESSI
- ouvrir WIN-GTS
- ouvrir le TP n°39 pendule pesant (configurations préenregistrées):

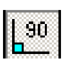
entrée analogique EAo voltmètre 0/5V
autres entrées non utilisées
synchronisation aucune
référence 0V
abscisse temps
une mesure toutes les 10 ms
temps total d'acquisition 5,0 s
500 points de mesures

- régler la tension délivrée par le générateur (~5V) pour obtenir 2,5V quand le pendule pesant est dans sa position d'équilibre
- écarter le pendule de sa position d'équilibre et lancer l'acquisition: on visualise à l'écran la courbe U(t)

2) <u>Exploitation éventuelle</u>

- si on veut tracer θ(t) il faut transférer la page courante vers REGRESSI et ajouter les grandeurs calculées suivantes:



x= (U-2,5)/5*0,11 la longueur de la cuve 11 cm correspond à une tension de 5V
θ =ATAN(x/0,20) la longueur du pendule L= 20 cm
penser à cliquer sur l'icône  pour travailler en degré.

Conclusions: On observe des oscillations périodiques (pseudopériodiques si on augmente les frottements). Mesurer la période (pseudopériode).

II/ le pendule simple: « *rappels de seconde* »

1) <u>isochronisme des petites oscillations</u>

- écarter le pendule de sa position d'équilibre d'un angle θ, le lâcher sans vitesse initiale et mesurer la période des oscillations.
- Expliquer pourquoi il est préférable de mesurer la durée de 10 oscillations plutôt que celle d'une seule.
- Expliquer pourquoi il est préférable de déclencher le chronomètre quand le pendule passe par une position extrême plutôt que par sa position d'équilibre.
- Vérifier que tant que θ reste faible la période des oscillations est indépendante de l'amplitude des oscillations.

θ(°)	5	10	15	30	60
Δt (s)					
T(s)					

2) <u>période propre</u>

a. vérifier que la période des oscillations est indépendante de la masse du pendule pour des oscillations de faible amplitude.

m (g)					
Δt (s)					
T(s)					

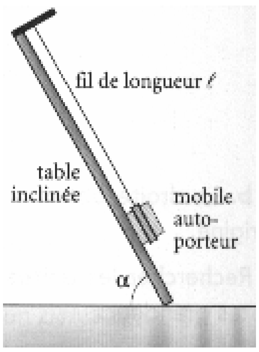
b. vérifier que la période des oscillations varie comme la racine carrée de la longueur ℓ

ℓ (10^{-2}m)					
Δt (s)					
T(s)					

- A l'aide du tableur REGRESSI, tracer la représentation T=f($\sqrt{\ell}$), modéliser par une droite d'équation T=a$\sqrt{\ell}$.
- Valeur du coefficient directeur: a =………
- Vérifier que a = $\frac{2\pi}{\sqrt{g}}$ avec g = 9,8 m s^{-2}

c. vérifier que la période des oscillations varie comme l'inverse de la racine carrée de l'accélération g de pesanteur.

On ne peut pas modifier la valeur g du champ de pesanteur. Toutefois, grâce au dispositif suivant, tout se passe comme si le pendule était vertical et placé dans un champ de pesanteur de valeur g' = g sinα.



Pour différentes valeurs de l'angle α, on mesure la durée Δt de 20 oscillations de faible amplitude.
La table DIGWIN étant actuellement in opérationnelle, on fournit les mesures suivantes obtenues avec un mobile autoporteur de masse m = 125 g, pour un fil de longueur ℓ = 24,4 cm.

α (°)	90	70	50	30	20	10
Δt (s)	19,9	20,6	22,6	28,2	33,9	46,5

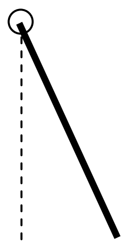
- à l'aide du tableur REGRESSI tracer la représentation graphique T = f($\frac{1}{\sqrt{g'}}$)
- donner l'équation de cette courbe.
- Vérifier que le coefficient directeur a' = 2π $\sqrt{\ell}$

Conclusions :

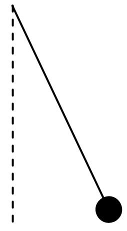
- Vérifier que les résultats des paragraphes b. et c. sont en accord avec l'expression $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$
- Vérifier que $\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ a bien les dimensions d'un temps.

3) <u>modélisation du pendule pesant</u>

- Représenter les forces extérieures appliquées au système {pendule pesant} étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen (on négligera la poussée d'Archimède et les forces de frottement)



- Représenter les forces extérieures appliquées au système {pendule simple} étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen (on négligera la poussée d'Archimède et les forces de frottement)



- Déterminer la longueur du pendule simple ayant la même période que le pendule pesant étudié au I.

Conclusions :

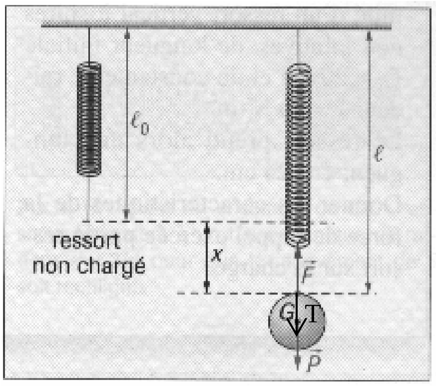
- un pendule pesant peut être modélisé par un pendule simple où toute la masse est concentrée au centre d'inertie.
- En l'absence de frottement, le pendule simple à un mouvement d'oscillations périodiques
- La période propre est indépendante de la masse du pendule et de l'amplitude des oscillations pour des faibles amplitudes.
- La période propre des oscillations $To = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

avec ℓ la longueur du pendule exprimée en m. et g l'intensité de pesanteur en m. s^{-2}.

III/ dispositif solide-ressort

1) <u>force de rappel</u>

a . mise en évidence



Force exercée sur le ressort : la tension $\vec{T}$ tq T = P = mg

Force exercée par le ressort : la force de rappel $\vec{F}$ tq $\vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$

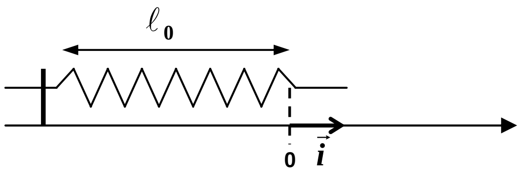
- Mesurer l'allongement du ressort après avoir accroché différentes masses marquées.
  ATTENTION à ne pas dépasser la limite d'élasticité du ressort.

Masse m(kg)	0	
Longueur ℓ (m)		
Allongement $\Delta\ell = \ell - \ell_0$ (m)		
Force de rappel F = mg (N)		

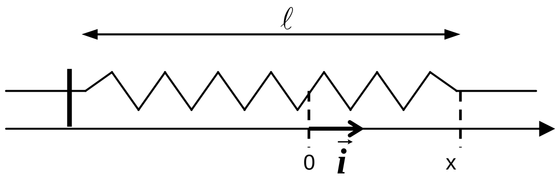
- A l'aide du tableur REGRESSI, tracer la représentation graphique F = f($\Delta\ell$)
- Déterminer le coefficient de proportionnalité noté k, appelé constante de raideur du ressort et exprimé en $N.m^{-1}$.

b. expression vectorielle

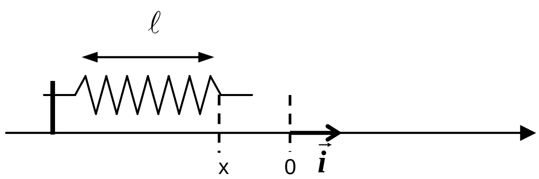
ressort au repos



ressort étiré : x > 0



ressort comprimé: x < 0



- Représenter la force de rappel $\vec{F}$ dans les 2 cas.
- Vérifier que l'expression vectorielle suivante est compatible dans les 2 cas $\vec{F} = -k\, x\, \vec{i}$

où x représente la valeur algébrique de l'allongement exprimée en m. et k la raideur du ressort exprimé en Nm^{-1}.

Conclusion : $\vec{F}$ $\begin{cases} \text{direction : celle du ressort} \\ \text{sens : opposé à la déformation du ressort} \\ \text{valeur : } F = k\,|x| \end{cases}$

2) étude expérimentale du système {solide} soumis à un ressort

ouvrir le simulateur **"pendule élastique"** du logiciel Hatier TS

a) nature du mouvement : influence de l'amortissement

- Dans l'onglet « Paramètres », choisir un solide de masse m = 128 grammes accroché à l'extrémité d'un ressort de constante de raideur de valeur $k = 5$ N · m^{-1}. Négliger les frottements (coefficient de frottement h = 0 N s m^{-1})
- Choisir une position 5 cm pour la position initiale.
- Dans l'onglet « Affichage », afficher, pour l'animation, l'axe et la règle.
- Dans l'onglet « Enregistrement », choisir une durée d'enregistrement de 5 s
- Lancer le simulateur puis appuyer sur la touche « Pause » lorsque les 5 secondes sont achevées.

1. Quelle est la nature du mouvement ?
2. Mesurer la période du mouvement.
3. Quelle est l'amplitude du mouvement ?

- Augmenter les frottements (h = 0,1 puis 0,2 N s m^{-1})

1. Quelle est la nature du mouvement ?
2. Mesurer la pseudopériode du mouvement.

- Augmenter encore les frottements (h = 1,5 puis 3 N s m^{-1}) Que devient le mouvement?

b) isochronisme des oscillations: absence d'influence de l'amplitude

En l'absence de frottements, une masse oscillante de valeur m = 128 g est soumise à un ressort de constante de raideur de valeur $k = 5$ N · m^{-1}.

- Mesurer la période des oscillations pour différentes positions initiales (penser à prendre également des valeurs négatives). Conclure.

c) période des oscillations

1. influence de la masse m

- En l'absence de frottements, une masse oscillante de valeur m = 200 g, de position initiale invariable

x_0 = - 10 m, est soumise à un ressort de constante de raideur de valeur k = 7,5 N · m^{-1}.

- Mesurer la période des oscillations.
- Que devient la valeur de la période si la valeur de la masse oscillante est divisée par 4 ?
- En déduire parmi les expressions suivantes lesquelles sont compatibles avec le résultat de vos mesures.

- ❑ $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$;
- ❑ $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$;
- ❑ $T = 2\pi\sqrt{mk}$

2. influence de la constante de raideur k

- En l'absence de frottements, pour une masse oscillante de valeur m = 100 g et une position initiale invariable

x_0 = - 10 cm ; mesurer la période des oscillations pour différentes valeurs de la constante de raideur du ressort.

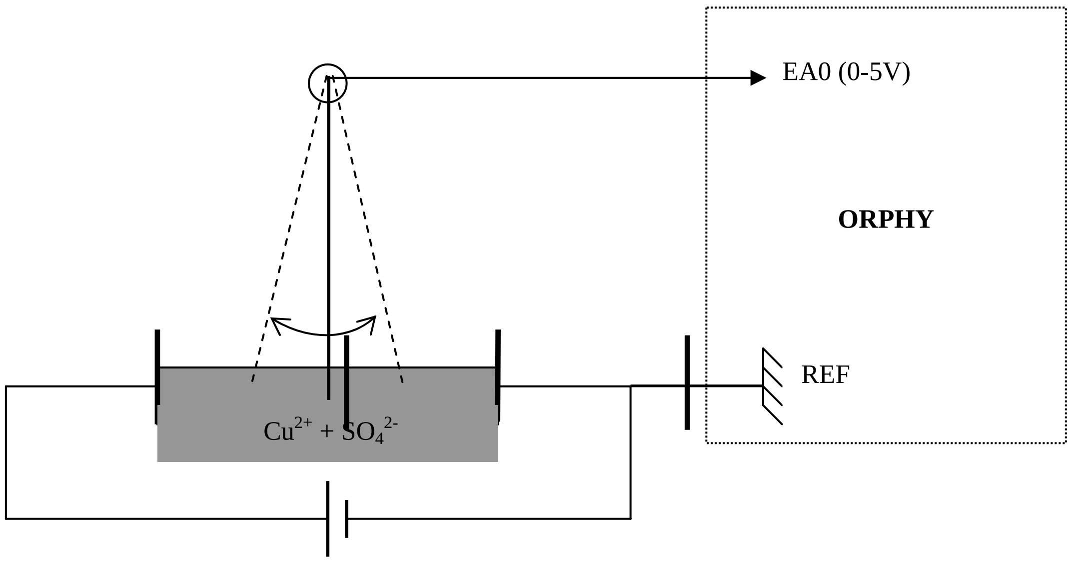
(Faire des essais pour k = 1, 4, et 16 N · m^{-1}).

- Que devient la valeur de la période si la valeur de la constante de raideur est multipliée par 4 ?
- En déduire parmi les expressions suivantes laquelle est compatible avec le résultat de vos mesures 1. et 2.

- ❑ $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$;
- ❑ $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$;
- ❑ $T = 2\pi\sqrt{mk}$

MATERIEL AU BUREAU:

- **pendule pesant**

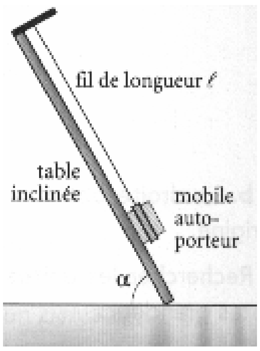


- mettre le module ORPHY sous tension (interrupteur sur la façade arrière)
- positionner la REF sur 0V (interrupteur rouge sur la façade avant)
- ouvrir REGRESSI
- ouvrir WIN-GTS
- ouvrir le TP n°39 pendule pesant (configurations préenregistrées):

entrée analogique EAo voltmètre 0/5V
autres entrées non utilisées
synchronisation aucune
référence 0V
abscisse temps
une mesure toutes les 10 ms
temps total d'acquisition 5,0 s
500 points de mesures

- régler la tension délivrée par le générateur (~5V) pour obtenir 2,5V quand le pendule pesant est dans sa position d'équilibre
- écarter le pendule de sa position d'équilibre et lancer l'acquisition: on visualise à l'écran la courbe U(t)

- **table DIGWIN inclinée**



MATERIEL PAR GROUPE:

- **potence**
- **Pendule simple (il faut pouvoir régler la longueur du pendule)**
- **Rapporteur**
- **Règle 30 cm**
- **Masses marquées pouvant être accrochées**
- **Pendule élastique verticale (ressort de différentes raideur)**