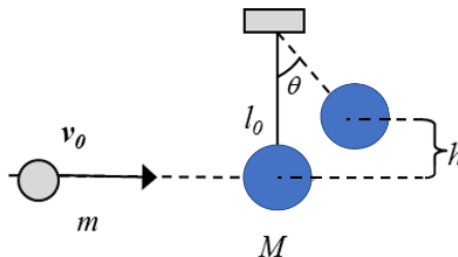
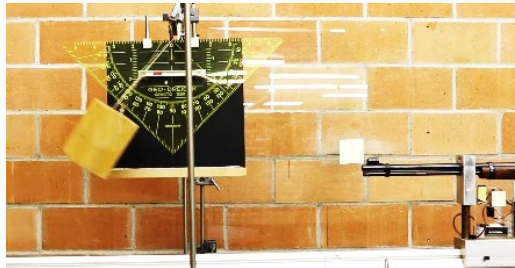


Série 8

Exercice S8E1* (10 min) : Le pendule balistique



La police scientifique cherche à mesurer la vitesse v_0 d'une balle tirée d'un fusil à une distance de 20 cm. Pour cela, on place un bloc en bois suspendu à un fil non extensible. La balle, une fois tirée, se loge dans le bloc, qui sous l'effet du choc remonte à la hauteur maximum h . L'angle θ que forme alors le fil avec la verticale permet de mesurer la vitesse de la balle (on suppose la trajectoire de la balle horizontale). La masse du bloc est M et celle de la balle m . La longueur du fil est l_0 . On considèrera les objets comme des points matériels.



- Trouvez la vitesse \vec{v}_b du système « bloc + projectile » juste après le choc.
- Calculez la hauteur h à laquelle le système « bloc + projectile » remonte en fonction de v_0 .
- Exprimez la vitesse initiale v_0 de la balle en fonction de l'angle θ .

Exercice S8E2** (35 min) : Carreaux sur deux palets (Examen 2018)

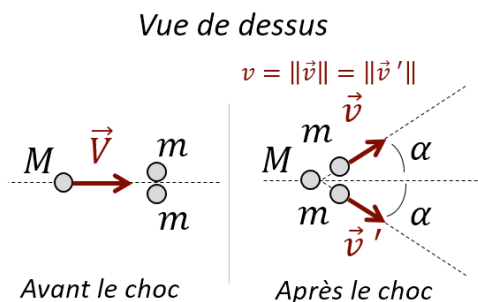
Dans ce problème, on cherche des conditions de «carreau» lors d'un choc. On dit qu'il y a «carreau» lorsqu'un palet lancé contre un (ou plusieurs) palets reste immobile après le choc.

*Difficulté des exercices : * facile ; ** moyen (niveau examen) ; *** difficile*

Le temps est indicatif et correspond au temps considéré en conditions d'examen

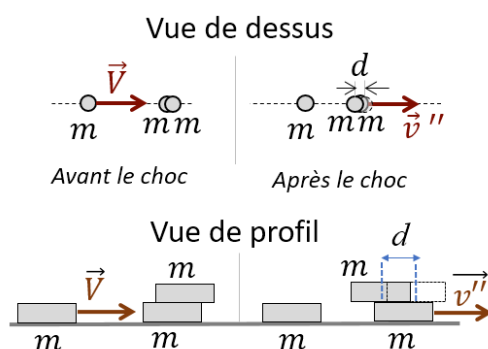
On fait les expériences sur une table à coussin d'air parfaitement horizontale ; les palets (des cylindres plats) y glissent sans aucun frottement. Le champ de gravitation est g . On considère les palets comme des objets solides sans rotation.

a) « Carreau » sur deux palets



On lance un palet de masse M contre deux palets de même masse m . Ces deux palets sont disposés symétriquement, de sorte qu'après le choc, ils partent de chaque côté avec une vitesse de même norme v et faisant le même angle α avec la direction du lancer (schéma ci-contre). Le choc étant élastique, quelle est la valeur de la masse m pour qu'il y ait « carreau » ? On exprimera m en fonction des données du problème.

b) « Carreau » sur deux palets superposés

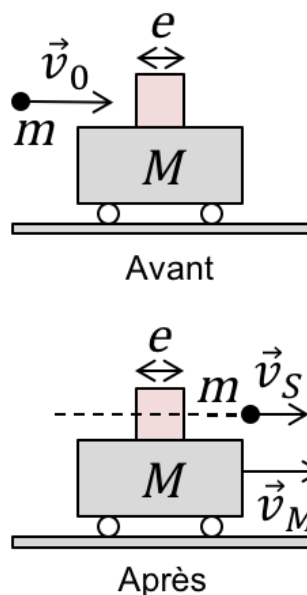


On empile maintenant les palets cibles, de même masse m , comme indiqué sur le schéma ci-contre : avant le choc, le palet supérieur est légèrement décalé sur la droite par rapport à celui du dessous. Il y a un frottement solide entre ces deux palets, avec μ_d le coefficient de frottement dynamique. On lance contre l'empilement un palet de masse m à la vitesse \vec{V} et on constate que c'est à nouveau un « carreau ». Après le choc, les deux palets cibles sont toujours empilés et se déplacent tous les deux à la vitesse v'' dans la direction du

lancer. On observe aussi que le palet supérieur s'est décalé vers la gauche d'une distance d par rapport à sa position initiale sur le palet inférieur.

- i. Exprimez v'' en fonction des données du problème.
- ii. Le choc est-il élastique ? Quelle est l'énergie dissipée ΔE ? ΔE sera exprimée en fonction des données du problème.
- iii. Déterminez le coefficient de frottement dynamique μ_d en fonction des données du problème.

Exercice S8E3**(*) (40 min) : Étude du coefficient de viscosité (extrait examen)



On souhaite mesurer le coefficient de viscosité η d'un matériau lorsque ce dernier est traversé par une balle (de facteur de forme K connu). Pour ce faire, on imagine un système constitué d'un bloc de ce matériau fixé sur un chariot roulant sans frottement (voir schéma). L'idée est de déduire le coefficient de viscosité à partir de la mesure de la vitesse du chariot, ce qui est plus facile que de déterminer la vitesse de la balle à la sortie du bloc. L'ensemble bloc + chariot est de masse M . Le bloc a une épaisseur d . La balle arrive avec une vitesse v_0 qui est horizontale par rapport au sol. La balle a une masse m . La force de frottement fluide en régime laminaire s'écrit $\vec{F}_f = -K\eta\vec{v}$. On néglige la pesanteur dans ce problème.

- a) On cherche tout d'abord à calculer la vitesse de la balle à la sortie du bloc. On fait l'approximation que la vitesse du chariot est négligeable devant celle de la balle (le chariot



est considéré comme fixe dans ce cas). Exprimez la vitesse v_S de la balle à la sortie du bloc sachant qu'elle subit à l'intérieur de celui-ci un frottement fluide laminaire de type $\vec{F}_f = -K\eta\vec{v}$.

- b) La vitesse v_M du chariot, bien que faible, peut être mesurée précisément. Déterminez v_M en fonction de v_0, v_S, m et M .
- c) Trouvez l'expression du coefficient de viscosité η en fonction de v_M, K, d et M .

Exercice S8E4* (25 min) : Ressort oscillant vertical

On considère le montage suivant : une masse m est accrochée à un ressort, lui-même suspendu au plafond. Le ressort a une constante de raideur k et une longueur au repos l_0 .

On prendra un repère avec un axe orienté vers le bas, l'origine étant fixée à l'extrémité libre du ressort (sans la masse).

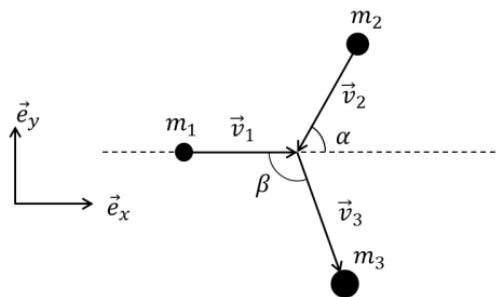


- a) On accroche la masse. Quel est l'allongement d_0 du ressort quand il est immobile ?
- b) Maintenant, on tire la masse vers le bas d'une distance x_0 par rapport à sa position d'équilibre et on la lâche sans vitesse.
 - i. Déterminez l'équation différentielle de mouvement de deux manières différentes
 - 1. En utilisant les forces
 - 2. En considérant l'énergie mécanique du système.
 - ii. Résolvez l'équation différentielle du mouvement et montrez que le système oscille autour de la position d'équilibre d_0 .

* * * * *

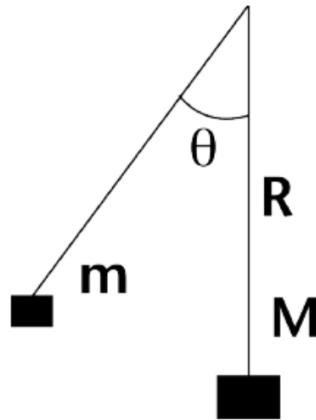
Exercices supplémentaires

Exercice S8ES1*(*) (20 min) : Lutte suisse



Soient deux lutteurs suisses de masse m_1 et m_2 . Les deux combattants se percutent avec des vitesses \vec{v}_1 et \vec{v}_2 et restent accrochés l'un à l'autre après le choc (schéma ci-dessous).

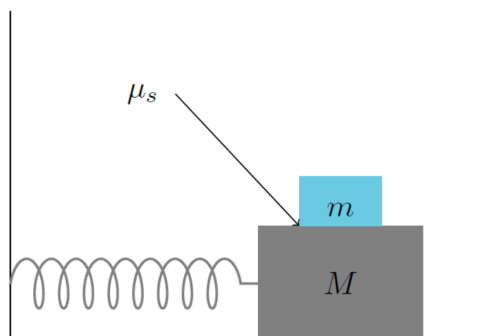
- Déterminez la quantité de mouvement des deux lutteurs avant le choc.
- Déterminez la vitesse \vec{v}_3 (norme et angle β) des deux lutteurs après le choc.
- Calculez l'énergie dissipée lors du choc. Pour quelle valeur de α l'énergie dissipée est-elle maximale ?

Exercice S8ES2 (20 min) : Choc entre deux pendules**

Deux masses (M et $m = \frac{M}{2}$) sont accrochées à des fils de longueur $R = 30$ cm. On lâche m lorsque le fil fait un angle de 60° avec la verticale.

Le choc est élastique. Que se passe-t-il?

- À quelle hauteur arrive M ? De quel côté?
- À quelle hauteur arrive m ? De quel côté?

Exercice S8ES3 (15 min) : Condition de stabilité**

Une masse M est fixée à un ressort et peut glisser sans frottement sur le sol horizontal. Elle effectue donc des oscillations harmoniques simples à une fréquence f . Au-dessus, un bloc de masse m est posé et des frottements secs sont présents entre les masses m et M avec un coefficient de frottements statique μ_s .

Quelle est l'amplitude maximale des oscillations que le système peut avoir pour que le bloc de masse m ne glisse pas sur le bloc de masse M ?