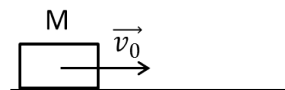
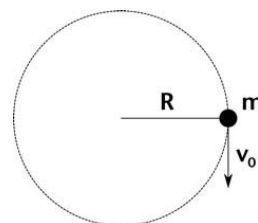


Exercice 1* (5 min) : **Frottement sec et Energie**

Un carton de masse M est lancé sur le sol à une vitesse v_0 et s'arrête au bout d'une longueur L . Déterminez le coefficient de frottement cinétique μ_d .

**Exercice 2*** (15 min) : **Masse et fil**

Une masse m est accrochée à un fil. On veut la faire tourner dans un plan vertical (mouvement circulaire de rayon R). Pour cela, on lance la masse vers le bas avec une vitesse v_0 lorsque le fil est tendu et à l'horizontale (schéma ci-contre). On néglige la masse du fil.

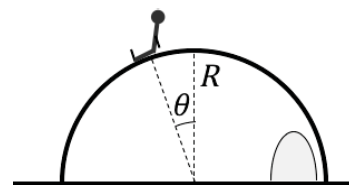


Quelle est la valeur minimale de v_0 pour que la masse décrive un cercle complet

- On considère que le fil est rigide ;
- le fil est souple.

Exercice 3** (30 min) : **L'igloo**

Un esquimau fait des glissades sur le toit de son igloo. L'igloo est représenté comme une demi-sphère de rayon R posée sur un sol horizontal. La position de l'esquimau sur l'igloo est repérée par son angle θ défini comme sur le schéma ci-contre. L'esquimau glisse sans frottement sur la glace du toit. Vous noterez m la masse de l'esquimau, représenté comme un point matériel, et g l'accélération de la pesanteur.

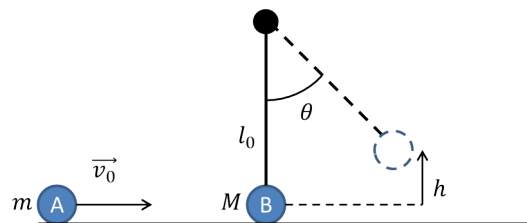


L'esquimau se laisse glisser depuis le sommet de l'igloo (sa vitesse initiale est négligeable).

- L'esquimau décolle du toit lorsque $\theta = \theta_d$. Trouvez l'expression de θ_d .
- Exprimez les composantes horizontales et verticales de sa vitesse lorsqu'il décolle.
- Quel type de mouvement a l'esquimau après avoir décollé du toit ?
- Quelle est la norme de sa vitesse quand il atterrit ?

Exercice 4* (** - c) (25 min) : **La relève est là...**

Des enfants qui rêvent de devenir ingénieurs ont inventé un nouveau jeu pour comprendre les lois de la physique. Ils s'amuse à lancer une bille A de masse m sur une bille B de masse M qui est suspendue par une tige de longueur l_0 . La tige peut pivoter sans frottement et sa masse est négligeable. La vitesse du projectile avant le choc est notée \vec{v}_0 . On considère que le choc est purement élastique.



- Trouvez la vitesse \vec{v}_B de la bille B juste après le choc.
- Déterminez la hauteur h à laquelle la bille B remonte. Discutez de la solution.

Maintenant, on prend $m = M$.

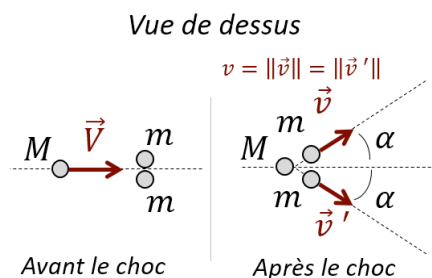
- Quelle est la vitesse minimale \vec{v}_0 pour que la bille A puisse atteindre le mur situé à droite.

Exercice 5 (35 min) : Carreaux sur deux palets** (Examen 2018)

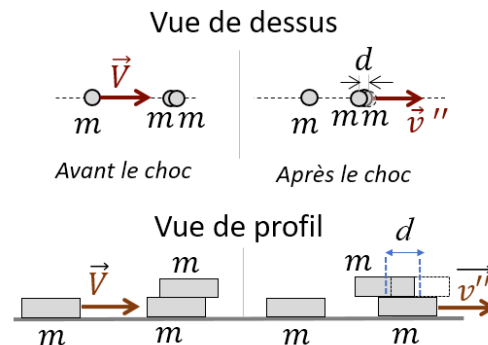
Dans cet exercice, on cherche des conditions de « carreau » lors d'un choc. On dit qu'il y a « carreau » lorsqu'un palet lancé contre un (ou plusieurs) palets reste immobile après le choc. On fait les expériences sur une table à coussin d'air parfaitement horizontale ; les palets (des cylindres plats) 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.

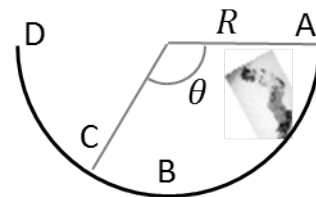


- Exprimez v'' en fonction des données du problème.
- Le choc est-il élastique ? Quelle est l'énergie dissipée ΔE ? ΔE sera exprimée en fonction des données du problème.
- Déterminez le coefficient de frottement dynamique μ_d en fonction des données du problème.

Exercice S7.1 ** (30 min) : Shaun White

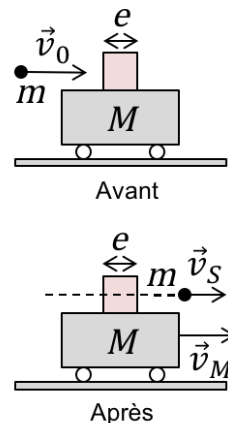
Le célèbre snowboarder Shaun White de poids m glisse dans un « half-pipe » dont la forme est un demi-cercle de rayon R . On néglige les frottements (planche bien préparée).

- Dessinez les différentes forces au point C du « half-pipe ».
- Calculez leur travail entre les points A et B et entre les points A et C.
- Quelle est la vitesse initiale minimum que doit avoir Shaun pour arriver au point D en partant du point A.
- Déterminez l'équation du mouvement de Shaun.
- En utilisant la conservation de l'énergie, exprimez l'accélération radiale au point C en fonction de v_0 , m , R et θ .
- En vous aidant des points précédents, exprimez la force de soutien \vec{N} (réaction du sol) au point C en fonction de v_0 , m , R et θ .



Exercice S7.2(*) (30 min) : Etude du coefficient de viscosité**

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 e . 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, e et M .