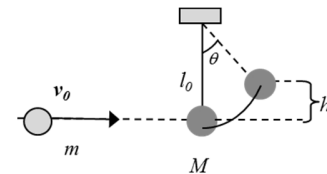
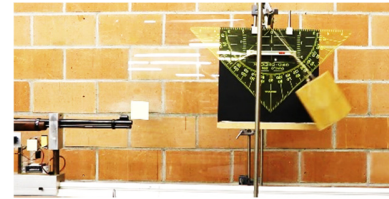
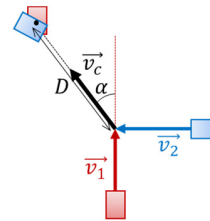


Exercice 1* (10 min) : Le pendule balistique

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 d'une hauteur maximum h . L'angle θ que forme alors le fil avec la verticale permet de mesurer la vitesse de la balle. La masse du bloc est M et celle de la balle m . La longueur du fil est l_0 . On considérera les objets comme des points matériels.



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

Exercice 2 (20 min) : Accident sur le campus**

Un accident a eu lieu sur le campus : à cause d'un refus de priorité à droite, deux voitures se sont percutées. Avant le choc, les trajectoires des deux voitures étaient perpendiculaires. La voiture rouge avançait à la vitesse \vec{v}_1 et la voiture bleue à la vitesse \vec{v}_2 . Après le choc, les voitures restent accrochées et dérapent ensemble sur une distance $D = 5$ m. La police relève les traces de dérapage : elles sont rectilignes et forment un angle $\alpha = 37^\circ$ par rapport à la trajectoire initiale de la voiture rouge. De plus, ils estiment un coefficient de frottement cinétique $\mu_d = 0,6$ entre la route et les roues des véhicules. Étant donné que la vitesse maximale autorisée sur le campus est de 30 km/h, quel conducteur aura une amende pour excès de vitesse ? Déterminez sa vitesse avant le choc. On prend $m_1 = 950$ kg et $m_2 = 1350$ kg pour les masses des voitures rouge et bleue, respectivement.

Exercice 3* (30 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 prend un repère avec un axe orienté vers le bas, l'origine étant fixée à l'extrémité libre du ressort sans masse.

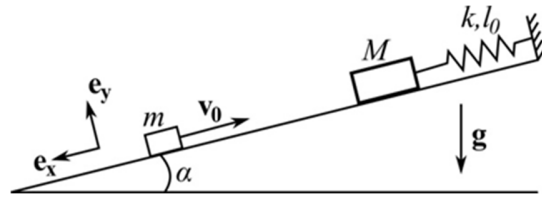
- On accroche la masse. Quel est l'allongement d_0 du ressort quand il est immobile ?
- Maintenant, on tire la masse vers le bas d'une distance x_0 par rapport à sa position d'équilibre et on la lâche sans vitesse.
 - Déterminez l'équation différentielle de mouvement de deux manières différentes : i)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

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

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

Exercice 4 (45 min) : Choc et ressort**

Une masse M glisse sans frottement sur un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale. Cette masse est attachée à un ressort (raideur k , longueur au repos l_0) selon le schéma ci-contre.



Dans un premier temps, on ne tient compte que de la masse M (et pas de la masse m). Les masses sont considérées comme des points matériels.

- Donnez la longueur du ressort à l'équilibre.
- Calculez l'équation du mouvement de la masse M de deux manières différentes :
 - En prenant comme origine le point d'attache du ressort.
 - En prenant comme origine la position d'équilibre calculée précédemment.

Lequel des deux points d'origine est préférable pour étudier le mouvement de la masse M ?

- Résoudre l'équation du mouvement dans les conditions initiales suivantes : la masse M est à la position d'équilibre calculée en (a), et la vitesse initiale est $\vec{v}_1 = v_1 \vec{e}_x$.

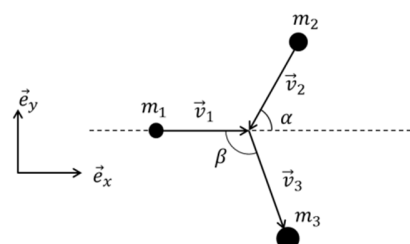
On place maintenant un objet de masse m (glissant sans frottement sur la rampe), que l'on envoie sur la masse M (au repos) ; juste avant l'impact, la vitesse est $\vec{v}_0 = -v_0 \vec{e}_x$. On suppose que le choc est élastique.

- Calculez la vitesse v_1 de la masse M juste après le choc
- Par un bilan énergétique, calculez la compression maximale du ressort après le choc. Comparez avec le résultat obtenu dans la question (c).

Exercice S8.1 (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 suivant le schéma présenté ci-dessous.

- Calculez la vitesse \vec{v}_3 (norme et angle β) en sachant qu'après le choc les deux lutteurs restent en contact.
- Calculez l'énergie dissipée lors du choc. Pour quelle valeur de α l'énergie dissipée est-elle maximale ?



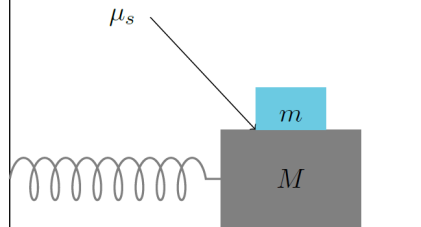
Difficulté des exercices : * facile ; ** moyen (niveau examen) ; *** difficile

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

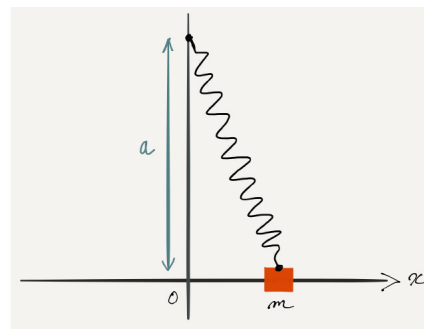
Exercice S8.2 (10 min) : Condition de stabilité**

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 ?

**Exercice S8.3*** (40 min) : Ressort et rail**

On dispose d'un ressort R_1 , de raideur k_1 , de longueur l_0 au repos, et d'une masse m ponctuelle reliée au ressort placé verticalement, l'extrémité fixe du ressort étant distante de a de l'axe (Ox). La masse glisse sans frottements sur un rail horizontal.



1. ** Dans un premier temps, on suppose $a > l_0$. Déterminer l'équation différentielle du mouvement ainsi que la pulsation des oscillations. On supposera un déplacement $x \ll a$.
2. *** On se place maintenant dans le cas $a = l_0$. Que devient l'équation différentielle obtenue précédemment ? Quelle raison peut expliquer ce résultat ?