

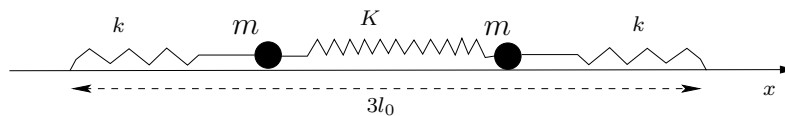
## Série 09 : Problème à deux corps, centre de masse

### Questions conceptuelles

- Lorsque Renaud Lavillenie a battu le record du monde de saut à la perche en salle, en passant la barre placée à 6.16 m, est-ce que son centre de masse a dépassé obligatoirement cette hauteur ? Quelle est la trajectoire du centre de masse ?
- On lâche une balle qui rebondit de manière parfaitement élastique sur le sol. Sa quantité de mouvement est-elle conservée ?
- Si vous laissez tomber un œuf sur le sol, il se brisera, alors que si vous le laissez tomber (de la même hauteur) sur un matelas il ne se brisera pas. Expliquez pourquoi, en utilisant les notions de force et de durée du choc.

### 1 Oscillateur couplé

Deux points matériels de même masse  $m$  se déplacent en ligne droite, sans frottements, sur un rail horizontal (voir dessin). Ils sont attachés entre eux par un ressort de raideur  $K$ . De plus, chacun des points matériels est attaché à un point fixe du rail par un autre ressort, de raideur  $k$ . Les trois ressorts sont de longueurs à vide  $l_0$ , et les points fixes sont séparés d'une distance  $3l_0$ .

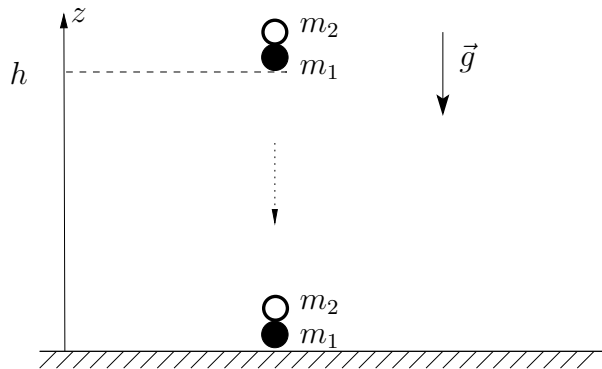


- Ecrire les équations du mouvement de chacun des points matériels.
- En déduire les équations du mouvement du centre de masse et de la coordonnée relative de ce système.
- Calculer les solutions des équations du mouvement, et trouver la solution pour chacun des points matériels.
- Décrire le mouvement des deux masses pour les deux cas particuliers suivants : 1) la coordonnée relative est constante ; 2) le centre de masse est au repos.

## 2 Rebond de deux balles

On lâche, sans vitesse initiale, deux balles de masses  $m_1$  et  $m_2$ , l'une au-dessus de l'autre depuis une hauteur  $h$ . On fait l'hypothèse que, pendant leur chute, les balles restent en contact jusqu'à ce qu'elles rebondissent sur le sol. La situation peut-être décrite comme un choc élastique entre la balle  $m_1$  et le sol, suivi immédiatement d'un choc entre les deux balles. Le rayon des balles est négligeable par rapport à  $h$ . Il n'y a pas de frottement de l'air.

Répondre aux questions ci-dessous dans les cas : (1) où le choc entre les deux balles est élastique, et (2) où le choc entre les deux balles est mou.



- Calculer la vitesse de chaque balle juste après le rebond.
- Quelle doit être la relation entre  $m_1$  et  $m_2$  pour que les deux balles repartent vers le haut ? Pour que  $m_1$  reste immobile sur le sol ?
- A quelle hauteur rebondit chacune des deux balles dans le cas où  $m_1 \gg m_2$  ?

## 3 Plaque percée

(Exercice non traité pendant la séance)

On considère une plaque carrée de côté  $a$  et de masse volumique uniforme. On perce un trou circulaire de rayon  $R$  dans la plaque de sorte que les distances du bord du trou à deux bords adjacents de la plaque valent  $b$  et  $c$ , avec  $b, c < a - 2R$  (voir dessin).

Déterminer la position du centre de masse de la plaque avant et après y avoir percé le trou.

