

## TD 2

### Mécanique du point

*Énergie et impulsion*

### 1 Conservation de l'énergie

- (a) On considère une particule de masse  $m$  dans le champ de pesanteur terrestre. La particule est lâchée à l'instant  $t = 0$  d'une hauteur  $h$ , avec une vitesse initiale nulle. Déterminez la trajectoire de la particule à partir de la conservation de l'énergie. (On négligera les frottements de l'air.)
- (b) On considère un oscillateur harmonique à une dimension. Déterminez  $x(t)$  à partir de la conservation de l'énergie. On supposera que  $x(0) = x_0$  et  $\dot{x}(0) = 0$ .

### 2 Montagne russe

Un wagon sur une rampe de montagne russe démarre d'une certaine hauteur  $h$  avec une vitesse initiale nulle. Le wagon rencontre une boucle circulaire de rayon  $R$  (voir Fig. 1). À quelle condition les occupants du wagon vont-ils survivre? En d'autres termes, quelle doit être la hauteur  $h$  minimum telle que le wagon effectue une boucle complète sans quitter la piste? On négligera les frottements.

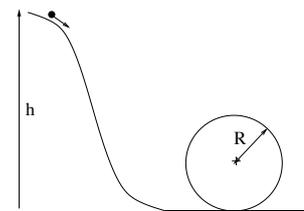


FIG. 1: © F. Thalmann

### 3 Loi universelle de la gravitation et vitesse de libération

On considère une planète parfaitement sphérique, de rayon  $R$ , de densité volumique de masse uniforme  $\rho_0$  et de masse  $M$ .

- (a) Déterminez le potentiel que ressent une particule ponctuelle de masse  $m$  située à une distance  $r$  du centre de la planète, avec  $r \geq R$ .
- (b) En déduire la force exercée par la planète sur la particule.
- (c) Déterminez le champ de pesanteur à la surface de la Terre, de rayon  $R = 6400$  km et de masse  $M = 6.0 \times 10^{24}$  kg.
- (d) Calculez la vitesse de libération de l'objet ponctuel de masse  $m$ , c'est-à-dire, la vitesse que doit avoir cet objet pour qu'il s'échappe à  $r = \infty$ .

### 4 Collision de deux masses

Une particule de masse  $m$  et de vitesse constante  $v$  approche d'une masse  $M$  au repos (voir Fig. 2). Les deux masses s'entrechoquent de façon élastique, c'est-à-dire sans perte d'énergie. Quelles sont les vitesses finales des deux particules? On supposera que le mouvement a lieu à une dimension.



FIG. 2: © D. Morin

## 5 Billard

Une boule de billard de masse  $m$  et de vitesse constante  $v$  approche d'une boule de billard au repos identique. Les deux boules s'entrechoquent de façon élastique, de telle sorte que la boule incidente est défléchie d'un angle  $\theta$  (voir Fig. 3). Quelles sont les vitesses finales des deux boules ? Quel est l'angle de déflexion  $\phi$  de la boule initialement au repos par rapport à l'angle  $\theta$  ?

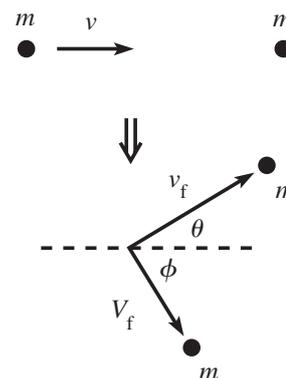


FIG. 3: © D. Morin

## 6 Référentiel du laboratoire et référentiel du centre de masse

Considérons la collision élastique unidimensionnelle suivante : une masse  $2m$  se déplaçant vers la droite et une masse  $m$  se déplaçant vers la gauche, toutes deux à la vitesse  $v$  par rapport au référentiel du laboratoire. Déterminez les vitesses finales des deux particules dans le référentiel du laboratoire (i) en travaillant dans ce dernier et (ii) en utilisant le référentiel du centre de masse.