

Planche 4 : chocs.

Remarque : les grandeurs vectorielles sont notées **en gras**.

1. **Choc élastique entre deux billes se déplaçant sur une même ligne droite.**

Soient deux particules de masses m_1 et m_2 et de vitesses $v_1\mathbf{e}_x$ et $v_2\mathbf{e}_x$ respectivement. Ces particules entrent en collision (choc élastique) et continuent à se mouvoir selon \mathbf{e}_x après le choc.

- Calculez les vitesses $v'_1\mathbf{e}_x$ et $v'_2\mathbf{e}_x$ des deux particules après le choc.
- Que deviennent ces relations lorsque $m_1 = m_2$?
- Que deviennent ces relations lorsque m_1 est très petit (négligeable) vis-à-vis de m_2 ? Comment peut-on utiliser cette relation pour accélérer une petite particule (une sonde interplanétaire avec une planète, par exemple).

2. **Choc oblique entre particules de même masse.** Soient deux particules de même masse m et de vitesses respectivement $v_1\mathbf{e}_x$ et $v_2\mathbf{e}_x = \mathbf{0}$ (la seconde particule est initialement au repos). Ces particules entrent en collision (choc élastique) et la particule 1 a, après le choc, une vitesse qui fait un angle θ avec l'axe \mathbf{e}_x .

- Calculez l'angle φ que fait la vitesse de la particule 2 avec l'axe \mathbf{e}_x après le choc.
- Calculez les modules v'_1 et v'_2 des vitesses des particules après le choc.

3. **Choc mou.**

- Exprimez l'énergie cinétique de deux particules dans le référentiel barycentrique (en fonction de la vitesse relative et de la masse réduite) et montrez à l'aide de cette expression qu'en cas de choc élastique, le module de la vitesse relative est conservé.
- En cas de choc mou, les deux particules restent collées. Déterminez dans ce cas la vitesse relative des particules et montrez que l'énergie cinétique n'est pas conservée.
- Une particule de masse m et de vitesse v a un choc mou avec un masse M immobile. Déterminez la vitesse V de l'ensemble après le choc. Déterminez la perte d'énergie cinétique et comparez avec le point précédent.

4. Le pendule de Newton.



FIGURE 1 – Pendule de Newton

- On considère un pendule de Newton (figure 1) où les masses sont toutes égales (et les tiges qui les tiennent ont des masses négligeables). On soulève une bille (en gardant la longueur de la tige qui la tient constante) que l'on lâche pour qu'elle percute horizontalement le reste des billes immobiles. On suppose que deux billes rebondissent, soit une de chaque côté, soit deux du même côté. Montrez qu'alors la vitesse d'une des deux billes est nulle et que l'autre part à la même vitesse (en module et en signe) que la bille qui a percuté. Comment interpréter ce résultat ?
- Montrez que si on soulève et lâche p billes ensemble d'un côté, qu'elles percutent avec une vitesse v et que q billes repartent ensemble (ces q billes ont ainsi toutes la même vitesse v') de l'autre côté, alors $v = v'$ et $p = q$.