

# Énergie et particules chargées

- /2 [1] Comment trouver les points d'équilibre d'un système à partir de son énergie potentielle ? Quelle est la condition pour qu'un point d'équilibre soit stable ? Instable ?

$$\text{Équilibre} \Leftrightarrow \left. \frac{\partial \mathcal{E}_p}{\partial x} \right|_{x_{\text{eq}}} \stackrel{\textcircled{1}}{=} 0 \quad \text{et} \quad \text{stable si} \quad \left. \frac{\partial^2 \mathcal{E}_p}{\partial x^2} \right|_{x_{\text{eq}}} \stackrel{\textcircled{1}}{>} 0 \quad ; \quad \text{instable si} \quad \left. \frac{\partial^2 \mathcal{E}_p}{\partial x^2} \right|_{x_{\text{eq}}} < 0$$

- /6 [2] Démontrer le théorème de l'énergie mécanique. Utiliser le TEM pour retrouver la vitesse d'une skieuse en bas d'une piste de dénivelé  $h$  avec une vitesse initiale nulle.

## TEM

$$\Delta_{AB} \mathcal{E}_c \stackrel{\textcircled{1}}{=} \sum_n W_{AB}(\vec{F}_n)$$

$$\Leftrightarrow \Delta_{AB} \mathcal{E}_c = \sum_j \underbrace{W_{AB}(\vec{F}_{\text{cons},j})}_{=-\Delta \mathcal{E}_{p,j} \textcircled{1}} + \sum_i W_{AB}(\vec{F}_{\text{NC},i})$$

$$\Leftrightarrow \Delta_{AB} \mathcal{E}_c + \Delta_{AB} \mathcal{E}_{p,\text{tot}} = \boxed{\Delta_{AB} \mathcal{E}_{m/\mathcal{R}} \stackrel{\textcircled{1}}{=} \sum_i W_{AB}(\vec{F}_{\text{NC},i})}$$

$$\text{En haut } \mathcal{E}_m(A) = \frac{1}{2} m v_A^2 + m g z_A = 0 + m g h$$

$$\text{En bas } \mathcal{E}_m(B) = \frac{1}{2} m v_B^2 + m g z_B \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{1}{2} m v^2 + 0$$

$$\text{Or} \quad W_{AB}(\vec{N}) \stackrel{\textcircled{1}}{=} 0 = \Delta_{AB} \mathcal{E}_m$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 = m g h \quad \Rightarrow \quad \boxed{v \stackrel{\textcircled{1}}{=} \sqrt{2 g h}}$$

- /5 [3] Quelles sont les régions accessibles par un système d'énergie totale  $\mathcal{E}_m$  dans un diagramme d'énergie potentielle ? Comment repère-t-on que le système a une vitesse nulle ? maximale ? Représenter deux diagrammes d'énergie potentielle présentant un état lié et un état de diffusion.

- ①  $\diamond$  Seules les régions où  $\mathcal{E}_p \leq \mathcal{E}_m$  sont accessibles ;
- ①  $\diamond$  Lorsque  $\mathcal{E}_p = \mathcal{E}_m$ ,  $\mathcal{E}_c = 0$  donc la vitesse est nulle ;
- ①  $\diamond$  Lorsque  $\mathcal{E}_p$  est minimale,  $\mathcal{E}_c$  est maximale.

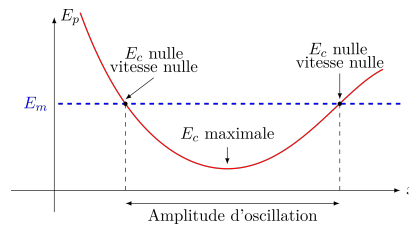


FIGURE 17.1 – État lié ①

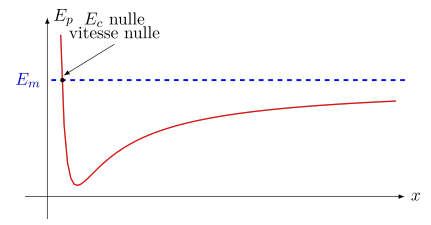


FIGURE 17.2 – État de diffusion ①

- /3 [4] Donner l'expression de la force de LORENTZ. Montrer que la force magnétique ne modifie pas la vitesse d'une particule chargée en calculant la puissance de la force de LORENTZ.

$$\vec{F} \stackrel{\textcircled{1}}{=} q (\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B}) \Rightarrow \mathcal{P}(\vec{F}) = q (\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B}) \cdot \vec{v} = q \vec{E} \cdot \vec{v} + q \underbrace{\vec{v} \wedge \vec{B} \cdot \vec{v}}_{=0} \Leftrightarrow \boxed{\mathcal{P}(\vec{F}) \stackrel{\textcircled{1}}{=} q \vec{E} \cdot \vec{v} \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{d\mathcal{E}_c}{dt}}$$

- /4 [5] On suppose une particule chargée positivement, arrivant en  $z = 0$  à la vitesse  $\vec{v}_0 = v_0 \vec{u}_z$  dans un champ électrique  $\vec{E} = E \vec{u}_z$ , créé par une tension  $U$  entre les potentiels  $V(0)$  et  $V(d)$ . Déterminer la vitesse de la particule en sortie.

$$\mathcal{E}_m(0) = \frac{1}{2} m v_0^2 + q V(0) \quad \text{et} \quad \mathcal{E}_m(d) = \frac{1}{2} m v_f^2 + q V(d)$$

$$\text{Système conservatif} \stackrel{\textcircled{1}}{\Rightarrow} \frac{1}{2} m v_0^2 + q V(0) \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{1}{2} m v_f^2 + q V(d)$$

$$\Leftrightarrow v_f^2 = v_0^2 + \frac{2q}{m} (V(0) - V(d))$$

$$\Leftrightarrow \boxed{v_f \stackrel{\textcircled{1}}{=} \sqrt{v_0^2 + \frac{2qU}{m}}}$$