Contrôle de connaissances 17

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 ?

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

/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

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

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

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

En haut $\mathcal{E}_m(\text{A}) = \frac{1}{2}m{v_\text{A}}^2 + mgz_\text{A} = 0 + mgh$

En bas $\mathcal{E}_m(\text{B}) = \frac{1}{2}m{v_\text{B}}^2 + mgz_\text{B} = \frac{1}{2}mv^2 + 0$

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

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mgh \quad \Rightarrow \quad \boxed{v = \sqrt{2gh}}$$

/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.

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

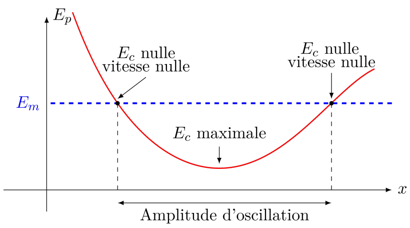

Figure 17.1 – État lié

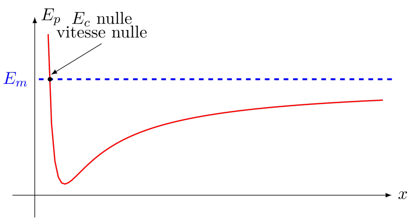

Figure 17.2 – État de diffusion

/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.

$$\vec{F} = q\left(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B}\right) \Rightarrow \mathcal{P}(\vec{F}) = q\left(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B}\right)\cdot\vec{v} = q\vec{E}\cdot\vec{v} + q\underbrace{\underbrace{\vec{v} \wedge \vec{B}}_{\perp \vec{v}}\cdot\vec{v}}_{=0} \Leftrightarrow \boxed{\mathcal{P}(\vec{F}) = q\vec{E}\cdot\vec{v}} = \frac{\mathrm{d}\mathcal{E}_c}{\mathrm{d}t}$$

/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.

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

Système conservatif $\Rightarrow$

$$\frac{1}{2}m{v_0}^2 + qV(0) = \frac{1}{2}m{v_f}^2 + qV(d)$$

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

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