

# De la poussière au-dessus de la Lune ?

Terminale spécialité Physique-Chimie · Énergie mécanique et travail

## 1. Charge électrique du grain

La charge du grain vaut :

$$q = 500 e = 500 \times 1,60 \times 10^{-19} = \boxed{8,00 \times 10^{-17} \text{ C}}.$$

## 2. Masse du grain

Le rayon doit être exprimé en mètres :

$$r = 1,0 \mu\text{m} = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m}.$$

Le volume du grain est donc :

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi (1,0 \times 10^{-6})^3 = 4,19 \times 10^{-18} \text{ m}^3.$$

Comme  $m = \rho V$  :

$$m = 3,0 \times 10^3 \times 4,19 \times 10^{-18} = 1,26 \times 10^{-14} \text{ kg} \simeq \boxed{1,3 \times 10^{-14} \text{ kg}}.$$

## 3. Travaux entre A et B, et vitesse au point B

### a. Le travail du poids est négligeable

La surface lunaire et le grain portent tous deux une charge positive : le champ électrique régnant au voisinage de la surface est donc dirigé vers le haut, et la force électrique  $\vec{F}_e = q\vec{E}$ , avec  $q > 0$ , l'est également. C'est bien elle qui soulève le grain, initialement immobile.

Le déplacement de A vers B étant vertical et ascendant, la force électrique l'accompagne tandis que le poids lui est opposé. Les deux travaux portant sur le même déplacement  $AB$ , leurs valeurs absolues sont dans le rapport des deux forces :

$$P = mg_L = 1,26 \times 10^{-14} \times 1,62 = 2,0 \times 10^{-14} \text{ N},$$

$$F_e = qE = 8,00 \times 10^{-17} \times 5,0 \times 10^3 = 4,0 \times 10^{-13} \text{ N},$$

$$\frac{|W_{A \rightarrow B}(\vec{P})|}{W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_e)} = \frac{P_{AB}}{F_e AB} = \frac{P}{F_e} = \frac{2,0 \times 10^{-14}}{4,0 \times 10^{-13}} = 5,0 \times 10^{-2}.$$

Le travail du poids ne représente que 5 % de celui de la force électrique : il peut être négligé devant lui pour l'ordre de grandeur recherché.

**b. Travail de la force électrique**

La force électrique est colinéaire au déplacement et de même sens, comme la question précédente vient de l'établir : l'angle entre  $\vec{F}_e$  et  $\overrightarrow{AB}$  est nul, donc

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_e) = \vec{F}_e \cdot \overrightarrow{AB} = qE AB \cos 0.$$

Avec  $AB = 5,0 \times 10^{-3} \text{ m}$  :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_e) = 8,00 \times 10^{-17} \times 5,0 \times 10^3 \times 5,0 \times 10^{-3} = \boxed{2,0 \times 10^{-15} \text{ J}}.$$

Ce travail est positif : la force électrique est motrice, elle fournit de l'énergie au grain.

**c. Vitesse au point B**

Le grain part du repos et le travail du poids est négligé entre A et B. Le théorème de l'énergie cinétique donne directement :

$$\begin{aligned} E_c(B) - E_c(A) &= W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_e), \\ \frac{1}{2}mv_B^2 &= 2,0 \times 10^{-15}, \\ v_B &= \sqrt{\frac{2W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_e)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2,0 \times 10^{-15}}{1,26 \times 10^{-14}}} = \boxed{0,56 \text{ m s}^{-1}}. \end{aligned}$$

**4. Hauteur maximale après le point B****a. Conservation de l'énergie mécanique**

Après B, la force électrique est négligeable devant le poids. Dans ce modèle, seul le poids est donc retenu. Cette force est conservative : l'énergie mécanique du grain se conserve.

**b. Hauteur maximale**

L'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est choisie en B. Au sommet S, la vitesse est nulle et l'altitude au-dessus de B vaut  $h$ . L'énergie mécanique s'écrit donc

$$E_m(B) = \frac{1}{2}mv_B^2, \quad E_m(S) = mg_L h,$$

et sa conservation entre B et S conduit à

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = mg_L h, \quad h = \frac{v_B^2}{2g_L} \simeq \boxed{9,8 \text{ cm}}.$$

Le calcul reprend la valeur **non arrondie** de  $v_B$  : arrondir d'abord à  $0,56 \text{ m s}^{-1}$  conduirait à  $9,7 \text{ cm}$ , et l'écart porterait déjà sur le deuxième chiffre significatif.

## 5. Comparaison aux observations

La hauteur calculée, voisine de 9,8 cm, appartient à l'intervalle historique de 3 à 30 cm : le modèle est **compatible avec cet ordre de grandeur**. Cette concordance ne valide pas le mécanisme, car le modèle néglige le poids dans la première zone, assimile à zéro la force électrique après sa décroissance au-delà de B et attribue au grain une forme, une masse volumique et une charge fixes.