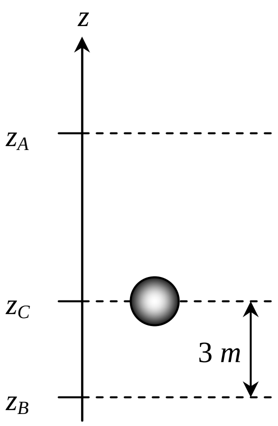
COMPLEMENTS DE COURS

Les énergies potentielles

I. L'énergie potentielle de pesanteur

1. Energie en un point de l'espace



Si le point A est pris comme référence alors :

$$z_A = 0\ m \quad z_C = -5\ m \quad z_B = -8\ m$$

$$E_{PPC} = mg \times z_C = -5mg$$

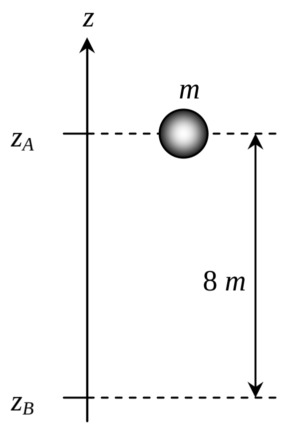
Si le point B est pris comme référence alors :

$$z_A = 8\ m \quad z_C = 3\ m \quad z_B = 0\ m$$

$$E_{PPC} = mg \times z_C = 3mg$$

L'énergie potentielle (électrique ou de pesanteur) en un point de l'espace dépend de la référence choisie, c'est-à-dire de la position pour laquelle cette énergie est définie comme étant nulle.

2. Variation de l'énergie potentielle de pesanteur



Une énergie potentielle ne peut être calculée en un point que si l'on définit au préalable la position pour laquelle elle est nulle. Cette référence peut être prise n'importe où car seule la variation de l'énergie potentielle est utile lors d'une étude du mouvement.

Exemples :

- Si la référence est prise en A (z_A = 0) alors z_B = - 8 m

$$\Delta E_{PP} = E_{PPB} - E_{PPA} = mg \times (-8) - mg \times 0 = -8mg$$

- Si la référence est prise en B (z_B = 0) alors z_A = + 8 m

$$\Delta E_{PP} = E_{PPB} - E_{PPA} = mg \times 0 - mg \times 8 = -8mg$$

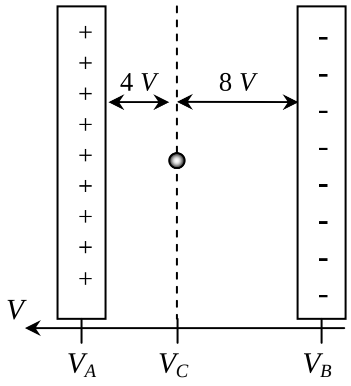
Quelle que soit la référence choisie, la variation de l'énergie potentielle reste la même.

Remarque :

On montre de la même manière que la variation de l'énergie potentielle électrique $\Delta E_{Pél}$ est indépendante de la référence (q = 0 V) choisie.

II. L'énergie potentielle électrique

1. Energie en un point de l'espace



Dans le cas de l'énergie potentielle électrique, il faut considérer le potentiel électrique V d'un point comme on considère l'altitude z d'un point dans le cas de l'énergie potentielle de pesanteur. Ainsi à chaque position de la particule de charge q entre A et B on associe le potentiel électrique V du point.

Supposons qu'un générateur de tension continue établit une tension U_{AB} de 12 V entre A et B de telle manière que V_A = 6 V et V_B = - 6 V.

Si le point A est pris comme référence, on pose alors :

$$V_A = 0\,V \quad V_C = -4\,V \quad V_B = -12\,V$$

et donc : $E_{Pél\,C} = q \times V_C = -4q$

Si le point B est pris comme référence, on pose alors :

$$V_A = 12\,V \quad V_C = 8\,V \quad V_B = 0\,V$$

et donc : $E_{Pél\,C} = q \times V_C = 8q$

2. Variation de l'énergie potentielle électrique

Considérons un proton (q = +e) se déplaçant de A à C entre les deux armatures du schéma précédent :

En prenant le point B comme référence, on aura :

- $V_A = 12\,V \quad V_C = 8\,V \quad V_B = 0\,V$
- l'énergie potentielle électrique du proton au point A vaut :
  $$E_{Pél\,A} = q \times V_A = e \times 12 = 12e$$
- De même, l'énergie potentielle électrique au point C vaut :
  $$E_{Pél\,C} = q \times V_C = e \times 8 = 8e$$

Ainsi la variation de l'énergie potentille électrique sur le trajet AC vaut :

$$\Delta E_{Pél\,AC} = E_{Pél\,C} - E_{Pél\,A}$$

$$\Leftrightarrow \Delta E_{Pél\,AC} = q \times V_C - q \times V_A = q(V_C - V_A)$$

$$\Leftrightarrow \Delta E_{Pél\,AC} = e \times (8 - 12)$$

$$\boxed{\Leftrightarrow \Delta E_{Pél\,AC} = -4e = -6{,}4 \cdot 10^{-19}\,J}$$

En prenant le point A comme référence, on aura :

- $V_A = 0\,V \quad V_C = -4\,V \quad V_B = -12\,V$
- l'énergie potentielle électrique du proton au point A vaut :
  $$E_{Pél\,A} = q \times V_A = e \times 0 = 0$$
- De même, l'énergie potentielle électrique au point C vaut :
  $$E_{Pél\,C} = q \times V_C = e \times -4 = -4e$$

Ainsi la variation de l'énergie potentille électrique sur le trajet AC vaut :

$$\Delta E_{Pél\,AC} = E_{Pél\,C} - E_{Pél\,A}$$

$$\Leftrightarrow \Delta E_{Pél\,AC} = q \times V_C - q \times V_A = q(V_C - V_A)$$

$$\Leftrightarrow \Delta E_{Pél\,AC} = e \times (-4 - 0) = -4e$$

$$\boxed{\Leftrightarrow \Delta E_{Pél\,AC} = -4e = -6{,}4 \cdot 10^{-19}\,J}$$

On retrouve bien une variation identique de l'énergie potentielle, quelle que soit la référence choisie.