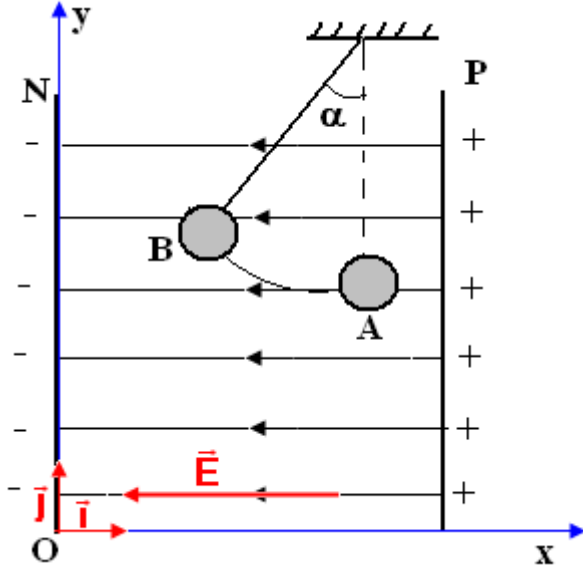


## طاقة الوضع الكهرساكنة Energie potentielle électrostatique

### I - شغل قوة كهرساكنة في مجال كهرساكن منتظم

نعتبر نواصا كهربائيا شحنته  $q$  موجبة ، موضعا بين صفيحتين  $N$  و  $P$  مستويتين ومتوازيتين . عند تطبيق توتر كهربائي بين الصفيحتين ، يحدث



مجال كهرساكن منتظم  $\vec{E}$  .

مميزات متجهة المجال  $\vec{E}$  :

\* المنحى من  $P$  نحو  $N$  .

\* الاتجاه متطابق مع خطوط المجال وهي

مستقيمة ومتعامدة مع الصفيحتين .

تخضع الكرة إلى قوة كهرساكنة  $\vec{F} = q\vec{E}$  مما يؤدي

إلى انتقالها من النقطة  $A$  إلى النقطة  $B$  .

$\vec{F}$  قوة ثابتة لكون  $\vec{E}$  ثابتة .

شغل القوة  $\vec{F}$  عند انتقال الكرة من  $A$  إلى  $B$  :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = q\vec{E} \cdot \vec{AB}$$

نختار نظمة محاورين  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  :

$$\vec{AB} = (x_B - x_A)\vec{i} + (y_B - y_A)\vec{j} \quad \text{و} \quad \vec{E} = -E\vec{i}$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = q\vec{E} \cdot \vec{AB} = qE(x_A - x_B)$$

شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على شحنة في مجال كهرساكن منتظم مستقل عن المسار الذي تسلكه للانتقال من الموضع البدئي إلى الموضع النهائي ، نقول أن القوة الكهرساكنة محافظة .

### II - الجهد الكهربائي .

#### 1 - تعريف فرق الجهد الكهربائي

يساوي فرق الجهد الكهربائي ( التوتر ) بين نقطتين  $A$  و  $B$  توجدان في حيز من الفضاء به مجال

كهرساكن منتظم ، الجداء السلمي لمتجهة المجال  $\vec{E}$  و

المتجهة  $\vec{AB}$  .

$$V_A - V_B = \vec{E} \cdot \vec{AB}$$

ملحوظة : تطبق هذه العلاقة إلا في المجال الكهرساكن المنتظم .

#### 2 - الجهد الكهربائي

في المعلم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  لدينا :

$$V_A - V_B = \vec{E} \cdot \vec{AB} = E(x_A - x_B) = E \cdot x_A - E \cdot x_B$$

يتبين من هذه العلاقة أن  $V_B = E \cdot x_B$  و  $V_A = E \cdot x_A$

نسمي  $V_A$  الجهد الكهربائي في النقطة  $A$  و  $V_B$  الجهد

الكهربائي في النقطة  $B$  .

الجهد الكهربائي هو مقدار فيزيائي يميز الحالة الكهربائية لكل نقطة من نقط المجال الكهرساكن . وحدته هي

الفولط ( $V$ ) .

تعبير شغل القوة الكهرساكنة هو كالتالي :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = qE(x_A - x_B) = q(V_A - V_B)$$

ملحوظة : تطبق هذه العلاقة سواء كان المجال الكهرساكن منتظما أم لا .

شغل القوة  $\vec{F}$  محرك أي أن  $V_A - V_B > 0 \Rightarrow V_A > V_B$  ومنحى القوة  $\vec{F}$  نحو الصفيحة ذات الجهد الأصغر

. ومنه :

منحى متجهة المجال الكهرساكن يكون دائما نحو الجهود التناقضية .

### 3 \_ المستوى المتساوي الجهد plan equipotiel

#### أ \_ تعريف

المستوى المتساوي الجهد هو مستوى كل نقاطه لها نفس الجهد الكهربائي .

إذا كانت النقطة C لها نفس الجهد للنقطة A فإن العلاقة التالية

$$V_A - V_C = \vec{E} \cdot \vec{AC} = 0 \quad (\vec{E} \neq \vec{0}, \vec{AC} \neq \vec{0}) \Rightarrow \vec{E} \perp \vec{AC}$$

وبالتالي ف A و C تنتمي إلى نفس المستوى وهو عمودي على  $\vec{E}$  .

المستويات المتساوية الجهد لمجال كهرساكن منتظم هي مستويات متوازية فيما بينها وعمودية على خطوط هذا المجال .

**تمرين تطبيقي : 1** \_ حدد المستويات المتساوية الجهد لشحنة نقطية .

2 \_ أحسب شغل القوة الكهرساكنة المطبقة

على شحنة q أثناء انتقالها من A إلى C تنتمي إلى مستوى متساوي الجهد .

#### ب \_ العلاقة بين شدة المجال الكهرساكن والتوتر الكهربائي .

رأينا في السنة جدد علمي أن  $V_A - V_B = U_{AB}$  أي أنها تمثل كذلك التوتر الكهربائي بين النقطتين A و B

حسب العلاقة السابقة لدينا :

$$V_A - V_B = U_{AB} = \vec{E} \cdot \vec{AB} = E \cdot AB \Rightarrow E = \frac{|U_{AB}|}{AB}$$

### III \_ طاقة الوضع الكهرساكنة

#### 1 \_ تعريف

بالمماثلة لطاقة الوضع الثقالية :  $E_{pp} = mgz + C$  ، نعرف طاقة الوضع الكهرساكنة لشحنة q توجد في

نقطة M في المجال الكهرساكن  $\vec{E}$  بالعلاقة التالية :  $E_{pe} = qE \cdot x + C$  وبما أن  $E \cdot x = V$  فإن

$$E_{pe} = qV + C$$

C ثابتة تتعلق باختيار أصل الجهود الكهربائية .

#### 2 \_ العلاقة بين طاقة الوضع الكهرساكنة وشغل القوة الكهرساكنة .

لدينا شغل القوة الكهرساكنة عند انتقال شحنة من A إلى B هو :  $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = q(V_A - V_B)$  (1)

تغير طاقة الوضع الكهرساكن بين A و B هو :

$$(2) E_{pe}(B) - E_{pe}(A) = q \cdot V_B - q \cdot V_A = -q(V_A - V_B)$$

من العلاقتين (1) و (2) نستنتج أن

$$\Delta E_{pe} = E_{pe}(B) - E_{pe}(A) = -W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = -\Delta E_{pe}$$

تبقى هذه العلاقة صحيحة سواء كان المجال منتظما أم لا .

### VI \_ انحفاظ الطاقة الكلية لدقيقة مشحونة خاضعة لقوة كهرساكنة .

نعتبر دقيقة شحنتها q وكتلتها m ، تنتقل في مجال كهرساكن منتظم  $\vec{E}$  من نقطة A إلى نقطة B . نطبق مبرهنة الطاقة الحركية بين A و B ، نهمل شغل وزن الدقيقة وشغل قوى الاحتكاك أمام شغل

$$E_C(B) - E_C(A) = W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) \quad \text{نجد :}$$

حسب الفقرة السابقة لدينا  $\Delta E_{pe} = -W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$  أي أن

$$\Delta E_C = -\Delta E_{pe} \Rightarrow E_C(B) + E_{pe}(B) = E_C(A) + E_{pe}(A)$$

نضع :  $E = E_C + E_{pe}$  بحيث أن  $E$  الطاقة الكلية للدقيقة وهي تمثل كذلك الطاقة الميكانيكية للدقيقة .

إذن عندنا  $E(A) = E(B)$  أي أن هناك انحفاظ الطاقة الكلية للدقيقة . وبالتالي نكتب :

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + q.V$$

$v$  سرعة الدقيقة المشحونة في المجال  $\vec{E}$

تنحفظ الطاقة الكلية لدقيقة مشحونة خاضعة لقوة كهرساكنة  $\vec{F}$

**V - الإلكترون - فولط وحدة أخرى للطاقة .**

حسب العلاقة التي تعبر عن شغل القوة الكهرساكنة عند انتقال الشحنة من A إلى B :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = q(V_A - V_B)$$

$$q = 1,6.10^{-19} \text{ C}$$

$$(V_A - V_B) = 1\text{V}$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = 1,6.10^{-19} \text{ J}$$

نأخذ أن  $q = 1e$  بحيث أن  $e$  الشحنة الابتدائية  $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = 1e.V$

ومن خلال العلاقتين نستنتج أن  $1e.V = 1,6.10^{-19} \text{ J}$

هذه الوحدة تسمى بالإلكترون - فولط .

بعض مضاعفات الإلكترون - فولط

$$1\text{keV} = 10^3 \text{ eV}$$

$$1\text{MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

$$1\text{GeV} = 10^9 \text{ eV}$$

تمارين تطبيقية :

تمرين 1

يوجد بين صفيحتين متوازنتين تفصل بينهما مسافة  $d = 10\text{cm}$  مجال كهرساكن شدته  $E = 3.10^4 \text{ V/m}$

- 1 - أحسب التوتر الكهربائي المطبق بين الصفيحتين .
- 2 - أوجد شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على إلكترون عند انتقاله من الصفيحة السالبة إلى الصفيحة الموجبة .

تمرين 2

يوجد مجال كهرساكن منتظم شدته  $E = 10^3 \text{ V/m}$  في حيز من الفضاء نقرنه بمعلم متعامد وممنظم

$(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  . نعطي تعبير المجال في المعلم

$$\vec{E} = E\vec{i} \text{ : هو } (O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$$

1 - أحسب شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على نواة من الهيليوم  $\text{He}^{2+}$  عند انتقالها من النقطة  $A(2,0,0)$  إلى النقطة  $B(4,2,0)$  . وحدة الطول بالسنتيمتر .

2 - علما أن طاقة الوضع للنواة في النقطة A تكون منعدمة ، احسب طاقة الوضع في النقطة B .

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = 6,4.10^{-18} \text{ J} \text{ - أجوبة 1:}$$

$$E_{pe}(B) = -6,4.10^{-18} \text{ J} \text{ - 2}$$

تمرين 3

نطبق بين الأنود A والكاتود C لمدفع لإلكترونات توتر  $U_{AC} = 3000\text{V}$  ، احسب سرعة وصول الإلكترونات إلى الأنود A ، علما أن سرعة انبعاثها من الكاتود C منعدمة .

$$v = 3,25.10^7 \text{ m/s} \text{ : الجواب}$$

تمرين 4

أحسب ب MeV الطاقة المكتسبة من طرف دقيقة  $\alpha$  (أيون الهيليوم  $\text{He}^{2+}$ ) عند تسريعها بالتوتر :

$$U = 10^6 \text{ V}$$

$$W = 2\text{MeV} \text{ : الجواب}$$