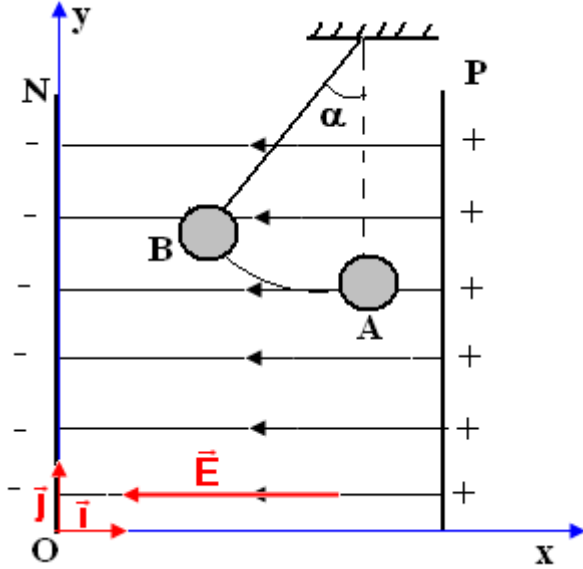


طاقة الوضع الكهروستاتيكية Energie potentielle électrostatique

I - شغل قوة كهروستاتيكية في مجال كهروساكن منتظم

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



مجال كهروساكن منتظم \vec{E} .

مميزات متجهة المجال \vec{E} :

* المنحى من P نحو N .

* الاتجاه متطابق مع خطوط المجال وهي

مستقيمة ومتعامدة مع الصفيحتين .

تخضع الكرية إلى قوة كهروستاتيكية $\vec{F} = q\vec{E}$ مما يؤدي

إلى انتقالها من النقطة A إلى النقطة B .

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

شغل القوة \vec{F} عند انتقال الكرية 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 الكهروستاتيكية المطبقة على شحنة في مجال كهروساكن منتظم مستقل عن المسار الذي تسلكه للانتقال من الموضع البدئي إلى الموضع النهائي ، نقول أن القوة الكهروستاتيكية 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

كهروساكن 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 الكهروساكن 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 الكهروساكن . وحدته هي

الفولط (V) .

تعبير شغل القوة الكهروستاتيكية 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 الكهروساكن 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 equipotentiel

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

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

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 :

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

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

$$E_C(B) - E_C(A) = W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$$

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 :

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

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

$$(V_A - V_B) = 1V$$

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

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

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 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 α (أيون الهيليوم He^{2+}) عند تسريعها بالتوتر :

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

$$W = 2\text{MeV} \text{ : الجواب}$$