اسم الدرس	رابط الدرس
طاقة الوضع في مجال منتظم	https://youtu.be/1oWpnmL5HZU
طاقة الوضع في مجال غير منتظم	https://youtu.be/OkehH1wjQMw
طاقة الوضع لثنائي القطب	https://youtu.be/HAjm-cbwOi4

اذكر العلاقة التي تعبر عن قوة الجاذبية بين كتلتين

اذكر أوجه التشابه و الاختلاف بين القوة الكهربائية و القوة الجاذبية

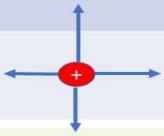
	القوة الكهربائية	القوة الجاذبية
التشابه	قوى مجالية	
	تتناسب القوة عكسيا مع مربع المسافة (قوانين تربع عكسي)	
الاختلاف	$F_e = k\frac{\lvert q_1 q_2 \rvert}{r^2}$	$F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$
	كبيرة	صغيرة
	تجاذب و تنافر	تجاذب فقط

طاقة الوضع (الطاقة الكامنة)

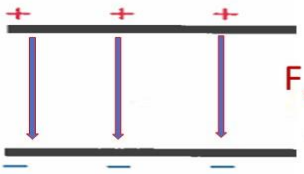
طاقة الوضع الجذبية

طاقة الوضع المرونية

طاقة الوضع الكهربائية

	مجال منتظم	مجال غير منتظم
المقدار	ثابت $E = \frac{\Delta V}{d}$	يتغير بتغير المسافة مثال مجال شحنة نقطية : $E = \frac{kq}{r^2}$
الإتجاه	خطوط المجال في نفس الإتجاه	خطوط المجال في اتجاهات مختلفة
مثال	المجال الناشئ عن لوح مشحون	المجال الناشئ عن شحنة نقطية
الرسم		

القوةالناشئة عن المجال الكهربائي



$F_e = E\,q$

حدد اتجاه المجال الكهربائي في المجال المنتظم ؟

المجال الكهربائي يتجه من اللوح الموجب(أكبر جهدا)
الي السالب (الأقل جهدا)

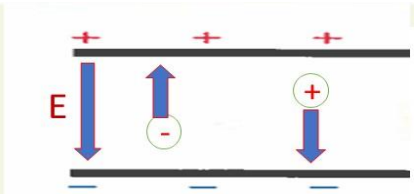
عند وضع شحنه في مجال كهربائي منتظم تتأثر بقوة كهربائيه

الشحنة الموجبة الحرة تتحرك مع المجال

تتحرك الشحنة السالبة الحرة عكس المجال

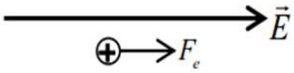
قناة لحظات فيزيائية

طاقة الوضع لشحنه تتحرك في مجال منتظم

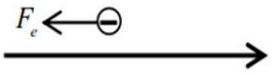


أي شحنة تتحرك في مجال منتظم بحريه تقل طاقة وضعها

1-القوة في نفس إتجاه الحركة فإن المجال يبذل شغلا موجبا فتقل طاقة الوضع الكهربائيه



$$W_e = -\Delta U = -(U_f - U_i)$$



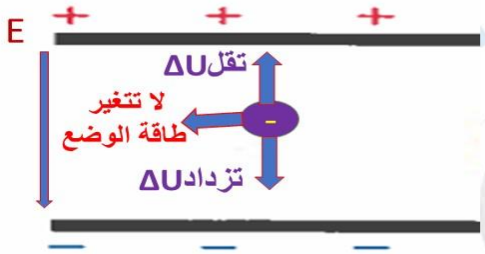
2-القوة في عكس إتجاه الحركة فإن المجال يبذل شغلا سالبا فتزداد طاقة الوضع الكهربائيه

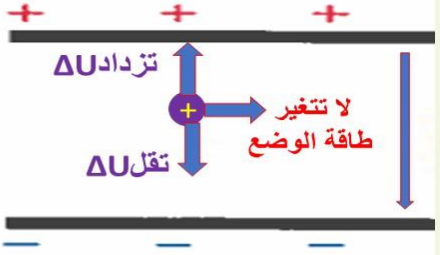
$$\Delta U = U_f - U_i = - W_e$$

* **طاقة الوضع الكهربائية: طاقة مختزنة في الشحنة عند بذل شغل عليها.**

طاقة الوضع لشحنه تتحرك في مجال منتظم

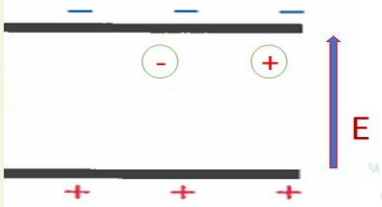
أي شحنة تتحرك في مجال منتظم بحريه تقل طاقة وضعها





أي شحنة تتحرك في مجال منتظم عكس حريتها تزداد طاقة وضعها

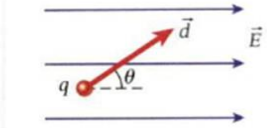
أي شحنة تتحرك في مجال منتظم عموديه علي خطوط المجال طاقة وضعها



قارن بين طاقة للسحنه الموجبه والسالبه في هذا الموقع؟

$(U_+ < U_-)$

حساب الشغل المبذول لنقل شحنه موجبه



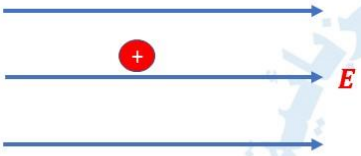
$$W = \vec{F}.\vec{d}$$

$$W_e = q\vec{E}.\vec{d} = qE.d.\cos\theta$$

حيث θ الزاويه المحصورة بين القوة والإزاحه

قناة لحظات فيزيائية

طاقة الوضع الكهربائية لشحنة في مجال منتظم



1- عندما تتحرك شحنة موجبة باتجاه المجال الكهربائي :

تقل طاقة الوضع الكهربائية

$\Delta U = -qEd\cos\theta = - + + += -$ $\quad W = +$

2- عندما تتحرك شحنة موجبة عكس اتجاه المجال الكهربائي :

تزداد طاقة الوضع الكهربائية

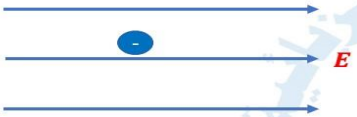
$\Delta U = -qEd\cos\theta = - + + - = +$ $\quad W = -$

3- عندما تتحرك شحنة موجبة متعامدة على المجال الكهربائي :

طاقة الوضع الكهربائية ثابتة

$\Delta U = -qEd\cos\theta = - + + 0 = 0$ $\quad W = 0$

طاقة الوضع الكهربائية لشحنة في مجال منتظم



1- عندما تتحرك شحنة سالبة باتجاه المجال الكهربائي :

تزداد طاقة الوضع الكهربائية

$\Delta U = -qEd\cos\theta = - - + += +$ $\quad W = -$

2- عندما تتحرك شحنة سالبة عكس اتجاه المجال الكهربائي :

تقل طاقة الوضع الكهربائية

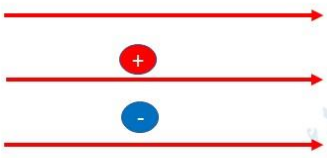
$\Delta U = -qEd\cos\theta = - - + - = -$ $\quad W = +$

3- عندما تتحرك شحنة سالبة متعامدة على المجال الكهربائي :

طاقة الوضع الكهربائية ثابتة

$\Delta U = -qEd\cos\theta = - - + 0 = 0$ $\quad W = 0$

1- وضع إلكترون وبروتون في مجال كهربائي منتظم كما بالشكل :



حدد اتجاه حركة كلاً منهما إذا تحركا تحت تأثير المجال الكهربائي .

- البروتون : يتحرك مع المجال
- الإلكترون يتحرك عكس المجال

ماذا يطرأ على طاقة وضع كلاً منهما إذا تحركا مع المجال ؟

- البروتون : تقل طاقة الوضع الكهربائية
- الإلكترون : تقل طاقة الوضع الكهربائية

قناة لحظات فيزيائية

الشغل المبذول من قبل القوة الكهربائية على شحنة الاختبار ($q_0 = +2.0 \cdot 10^{-6}\ C$)
لنقلها من A إلى B هو $W_{AB} = +5.0 \cdot 10^{-5}\ J$. أوجد :

أ)التغير في طاقة الوضع بين النقطتين $\Delta U = UB - UA$.

$\Delta U = UB - UA$

$q_0 = +2.0 \cdot 10^{-6}\ C$

$\Delta U = -W_e = -5. \times 10^{-5}\ J$

$W_e = +5.0 \cdot 10^{-5}\ J.$

هل الحركة مع المجال ام لا ؟

بما ان الحركة من A إلى B و طاقة الوضع في A أكبر منها في B لذلك الحركة في اتجاه المجال

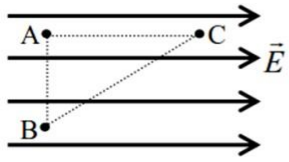
اذاكانت طاقة الوضع عندBتساوي $2. \times 10^{-5}\ J$ كم كانت طاقة الوضع عند A؟

$\Delta U = -W_e = -5. \times 10^{-5}\ J$ $\quad \Delta U = UB - UA \quad UA = UB - \Delta U$

$UA = 2. \times 10^{-5} - -5. \times 10^{-5} = 7. \times 10^{-5}\ J$

قناة لحظات فيزيائية

عند انتقال بروتون من النقطة Aالي النقطه Cبذل المجال الكهربائي المنتظم شغلا مقدارة $4.8 \times 10^{-17}J$ اذاكانت شدة المجال المهربائي 2000N/Cاحسب



1. التغير في طاقة وضع البروتون

$\Delta U = U_f - U_i = - W_e$

$\Delta U = -W_e = -4.8 \cdot 10^{-17}\ J.$

2-اذا بدأ البروتون من السكون فكم تبلغ طاقة حركته عند C

$KE = W_e = 4.8 \cdot 10^{-17}\ J.$

$-KE = -W_e = \Delta U = -qEd\cos\theta$

3-ما الإزاحه التي تحركها البروتون بين النقطتين Aو C

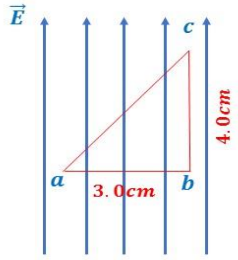
$\Delta U = -q\vec{E}.\vec{d} = -qEd\cos\theta$

$-4.8 \cdot 10^{-17} = -1.6 \cdot 10^{-19} \times 2000 \times d\cos 0 \qquad d = 0.15m$

4-عند تحرك الكترون من Aالي Bالي Cفكم يكون التغير في طاقة وضعه الكهربائيه

$\Delta U = 4.8 \cdot 10^{-17}\ J.$ التغير موجب لأن الإلكترون يتحرك مع المجال فتزداد طاقة وضعه

3- يتحرك بروتون في مجال منتظم مقداره $(250N/C)$ كما بالشكل المجاور .



احسب التغير في طاقة وضع البروتون في الحالات التالية :

1- عندما ينتقل من الموضع a إلى الموضع b .

$$\Delta U = -qEd\cos\theta$$

$$\Delta U = -(+1.6 \times 10^{-19})(250)(0.03)cos90 = 0$$

2- عندما ينتقل من الموضع c إلى الموضع b .

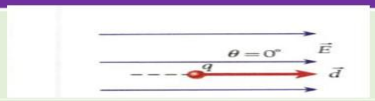
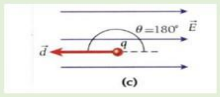
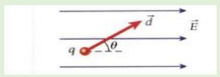
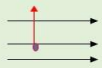
$$\Delta U = -qEd\cos\theta$$

$$\Delta U = -(+1.6 \times 10^{-19})(250)(0.04)cos180 = +2.8 \times 10^{-18}\ J$$

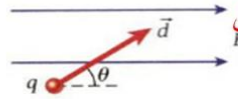
3- عندما ينتقل من الموضع a إلى الموضع c .

$$\Delta U = -qEd\cos\theta$$

$$\Delta U = -(+1.6 \times 10^{-19})(250)(0.05)(\frac{0.04}{0.05}) = +2.8 \times 10^{-18}\ J$$

اتجاه الحركة بروتون	الشغل (يزداد - يقل)	طاقة الوضع (تزداد – تقل)	الرسم
مع المجال الكهربائي	موجب يزداد	يقل	
عكس المجال الكهربائي	سالب يقل	يزداد	
بزاوية مع خطوط المجال	سالب يزداد	يزداد	
عمودي على خطوط المجال	o	ثابته	

عند انتقال بروتون بين نقطتين مسافه 0.05m في مجال الكهربائي منتظم شدة المجال 2000N/C احسب الشغل المبذول

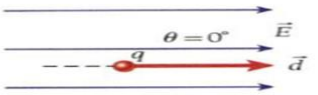


$$W = q\vec{E}.\vec{d} = qEdcos\theta$$

$$\Delta U = -W_e = -1.38 \times 10^{-17}\ J$$

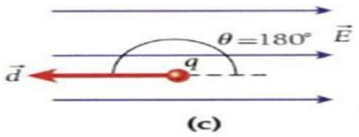
1- إذاكانت الزاويه بين المجال وإتجاه الحركة 30

$$W = 1.6 \times 10^{-19} \times 2000 \times 0.05 \times cos30 = 1.38 \times 10^{-17}\ J$$



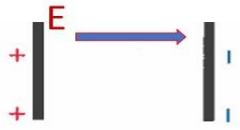
2-المجال والحركة في نفس الإتجاه

$$W = 1.6 \times 10^{-19} \times 2000 \times 0.05 \times cos0 = 1.6 \times 10^{-17}\ J$$



3-المجال والحركة في عكس الإتجاه

$$W = 1.6 \times 10^{-19} \times 2000 \times 0.05 \times cos180 = -1.6 \times 10^{-17}\ J$$

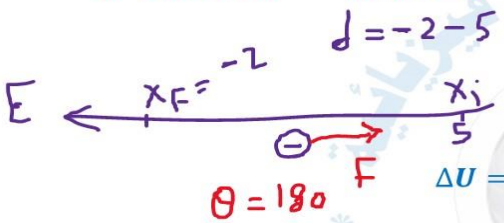


4-الحركة عمودية علي اتجاه خطوط المجال

$$W = 1.6 \times 10^{-19} \times 2000 \times 0.05 \times cos90 = 0J$$

2- مجال كهربائي منتظم مقداره $(250N/C)$ باتجاه محور (x)السالب .

احسب التغير في طاقة وضع الإلكترون عندما ينتقل من النقطة $(5cm\ ,-3cm)$ إلى النقطة $(-2cm,4cm)$.



$$\Delta U = -qEdcos\theta$$

$$\Delta U = -(-1.6 \times 10^{-19}) \times (250) \times (-0.07)cos180$$

$$\Delta U = 2.8 \times 10^{-18}\ J$$

احسب الشغل المبذول على الإلكترون عندما ينتقل من النقطة $(5cm\ ,-3cm)$ إلى النقطة $(-2cm,4cm)$.

$$W = -\Delta U = -2.8 \times 10^{-18}\ J$$

قناة لحظات فيزيائية

12

3 الجهد الكهربائي Electric Potential

قناة لحظات فيزيائية

الثاني عشر متقدم
الفصل الدراسي الأول

3-1 طاقة الوضع الكهربائيه لشحنه نقطيه مجال غير منتظم

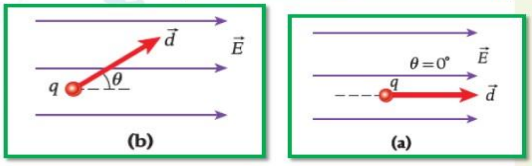
الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

طاقة الوضع الكهربائية لشحنة

$$W = -\Delta U = U_i - U_f$$

مجال كهربائي منتظم

$$\Delta U = -qEd\cos\theta$$



مجال كهربائي غير منتظم

$$U = \frac{kq_1q_2}{r}$$

$$\Delta U = U_f - U_i$$

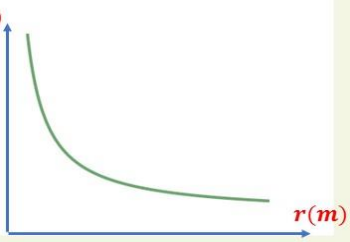
طاقة الوضع الكهربائية في مجال غير منتظم (نظام يتكون من شحنات نقطية)

$$U = \frac{kq_1q_2}{r}$$

$$\Delta U = U_f - U_i$$

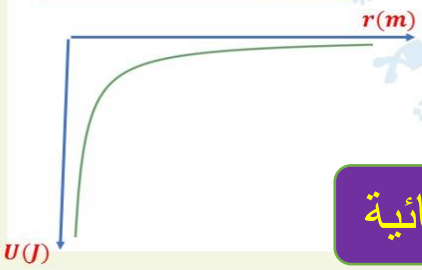
الشحنات من النوع نفسه

طاقة الوضع الكهربائية موجبة



الشحنات مختلفة في النوع

طاقة الوضع الكهربائية سالبة

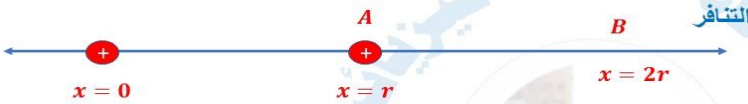


قناة لحظات فيزيائية

يُوضح الشكل المقابل شحنتان موجبتان والمسافة بينهما (r) .

1- ماذا يطرأ على طاقة الوضع للنظام عندما تنتقل الشحنة اليمنى إلى النقطة B ؟ تقل طاقة الوضع الكهربائية

لان الشحنه تتحرك بحريه حسب قانون الجذب والتنافر



2- جد النسبة بين طاقة الوضع للشحنة اليمنى في الموضع B إلى طاقة وضعها في الموضع A

$$U = \frac{kq_1q_2}{r}$$

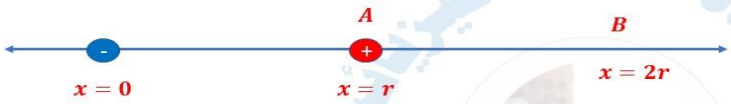
$$\frac{U_B}{U_A} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$$

$$U_B = \frac{1}{2}U_A$$

يُوضح الشكل المقابل شحنتان موجبتان والمسافة بينهما (r) .

1- ماذا يطرأ على طاقة الوضع للنظام عندما تنتقل الشحنة اليمنى إلى النقطة B ؟ تزداد طاقة الوضع الكهربائية

لان الشحنه تتحرك عكس الحريه وليس حسب قانون الجذب والتنافر



2- جد النسبة بين طاقة الوضع للشحنة اليمنى في الموضع B إلى طاقة وضعها في الموضع A

$$U = \frac{kq_1q_2}{r}$$

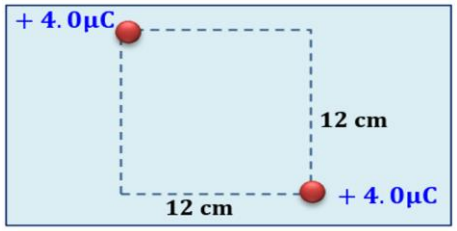
$$\frac{U_B}{U_A} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$$

$$U_B = \frac{1}{2}U_A$$

طاقة الوضع بين شحنتين

$$U_{12} = \frac{kq_1q_2}{r_{12}}$$

11- شحنتان نقطيتان كل منها $(+4.0\ \mu C)$ موضوعتان على زوايتي مربع طول ضلعه $(12\ cm)$ كما في الشكل المجاور، ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية للنظام المكون من الشحنتين؟



$$U_{12} = \frac{kq_1q_2}{r_{12}}$$

$$U_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times (4 \times 10^{-6})(4 \times 10^{-6})}{17 \times 10^{-2}}$$

$$U_{12} = 0.85J$$

- ❐ $1.2\ J$
- ❐ $5.0\ J$
- ❐ $10\ J$
- ❐ $0.85\ J$

قناة لحظات فيزيائية

القسم 3.1

3.24 في جزيئات كلوريد الصوديوم الغازي، يحتوي أيوم الكلوريد على إلكترون واحد أكثر من عدد البروتونات، ويحتوي أيون الصوديوم على بروتون واحد أكثر من عدد الإلكترونات. ويفصل بين هذه الأيونات مسافة 0.236 nm تقريبا. ما مقدار الشغل اللازم بذله لزيادة المسافة بين الأيونين إلى 1.00 cm؟

$$W = -\Delta U = U_i - U_f$$

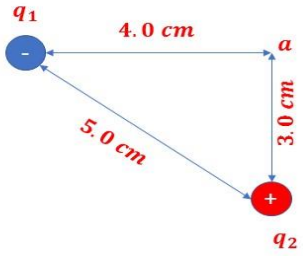
$$= kq_1q_2\left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right)$$

$$= 9 \times 10^9 \times (-1.6 \times 10^{-19})(1.6 \times 10^{-19})\left(\frac{1}{0.236 \times 10^{-9}} - \frac{1}{0.01}\right)$$

$$= -9.8 \times 10^{-19} J$$

1- في الشكل المقابل إذا علمت ان : $(q_1 = -3.0nC\ ,q_2 = +1.5nC)$.

احسب الشغل المبذول لنقل الشحنة (q_1) من موضعها إلى النقطة (a).



$$\Delta U = U_f - U_i$$

$$\Delta U = \frac{kq_1q_2}{r_f} - \frac{kq_1q_2}{r_i}$$

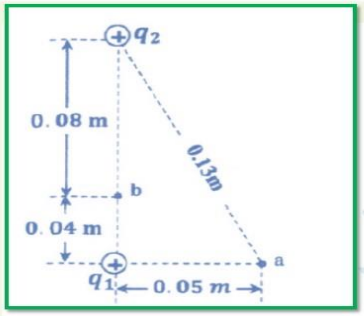
$$\Delta U = kq_1q_2(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i})$$

$$\Delta U = (9 \times 10^9)(-3.0 \times 10^{-9})(1.5 \times 10^{-9})\left(\frac{1}{0.03} - \frac{1}{0.05}\right) = -5.4 \times 10^{-7} J$$

$$W = -\Delta U = +5.4 \times 10^{-7} J$$

2- في الشكل المقابل إذا علمت ان : $(q_1 = -2.0\mu C\ ,q_2 = +3.0\mu C)$.

احسب الشغل المبذول لنقل إلكترون من النقطة (a)إلى النقطة (b).



$$U_i = \frac{kq_1e}{r_{1e}} + \frac{kq_2e}{r_{1e}}$$

$$U_i = \frac{(9 \times 10^9)(-2.0 \times 10^{-6})(-1.6 \times 10^{-19})}{0.05} + \frac{(9 \times 10^9)(+4.0 \times 10^{-6})(-1.6 \times 10^{-19})}{0.13} = 2.4 \times 10^{-14} J$$

$$U_f = \frac{(9 \times 10^9)(-2.0 \times 10^{-6})(-1.6 \times 10^{-19})}{0.04} + \frac{(9 \times 10^9)(+4.0 \times 10^{-6})(-1.6 \times 10^{-19})}{0.08} = 1.8 \times 10^{-14} J$$

$$\Delta U = U_f - U_i = (1.8 \times 10^{-14}) - (2.4 \times 10^{-14}) = -6 \times 10^{-15} J$$

$$W = -\Delta U = 6 \times 10^{-15} J$$

قناة لحظات فيزيائية

12

3 الجهد الكهربائي Electric Potential

الثاني عشر متقدم
الفصل الدراسي الأول

قناة لحظات فيزيائية

3-1 طاقة الوضع والشغل لثنائي القطب في مجال منتظم

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

حالة خاصة: ثنائي القطب في مجال كهربائي منتظم

معلومات سابقه عن ثنائي القطب

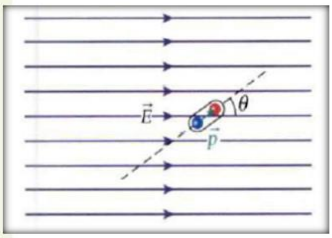
محصلة شحنة ثنائي القطب الكهربائي تساوي صفراً .لماذا ؟

لأنه يتكون من شحنتين متساويتين بالمقدار ومختلفتين في الإشارة .

محصلة الشغل المبذول لتحريك ثنائي القطب الكهربائي عبر مجال كهربائي منتظم =صفر؟

لان الشغل يناسب طري مع الشحنه ومحصلة شحنة ثنائي القطب = صفر

أو لأن محصلة القوى المؤثرة به صفر



ثنائي قطب كهربائي له عزم $\vec{P} = q.d$ واتجاهه من السالب إلى الموجب

لثنائي القطب الكهربائي في المجال الكهربائي المنتظم عزم دوران

$$\vec{\tau} = \vec{P} \times \vec{E}$$

هل يمكن تخزين طاقة وضع كهربائية في نظام يتكون من ثنائي القطب الكهربائي ؟

نعم

عزم الدوران سيغير اتجاه ثنائي القطب بالنسبة إلى المجال الكهربائي

اتجاه ثنائي القطب بالنسبة إلى المجال الكهربائي يؤدي الي تخزين طاقة الوضع

$$W_e = qE.d.\cos\theta$$

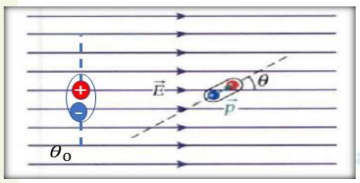
قناة لحظات فيزيائية

الشغل المبذول من عزم دوران ثنائي القطب في المجال الكهربائي المنتظم يتحدد من العلاقة :

$$W=\int \vec{\tau}\,(\acute{\theta})d\vec{\acute{\theta}} = \int PE sin\acute{\theta}.d\,\acute{\theta}$$

إذا بذلنا عزم دوران خارجي مضاد لعزم الدوران الذي يواجهه ثنائي القطب من المجال الكهربائي .

نعبر عن **الشغل الخارجي** المبذول على ثنائي القطب بالمعادلة :



$$W=\int_{\theta_o}^{\theta} \overrightarrow{-\tau}\,(\acute{\theta})d\vec{\acute{\theta}}$$

$$=\int_{\theta_o}^{\theta} -(PE\,\sin\acute{\theta})d\vec{\acute{\theta}}$$

$$= - PE\int_{\theta_o}^{\theta} sin\,\acute{\theta}.d\vec{\acute{\theta}} \qquad W=-PE\left[(-\cos\acute{\theta})\right]_{\theta_o}^{\theta} \qquad W = PE(cos\theta - cos\theta_0)$$

$$\Delta U = U_f - U_i = - W_e$$

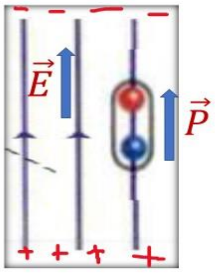
طاقة الوضع لثنائي القطب الكهربائي في المجال المنتظم

$$W = PE(cos\theta - cos\theta_0) \qquad -\Delta U = PE(cos\theta - cos\theta_0)$$

ثابت التكامل $U_0 = PEcos\theta_0 = PEcos\frac{\pi}{2} = 0.0$

$$U = -PEcos\theta = -\vec{P}.\vec{E}$$

في الشكل المقابل



طاقة الوضع الكهربائية لها قيمه صغري عند $\theta = 0$

لأن عزم ثنائي القطب يكون موازيا لخطوط المجال

المجال لأعلي من الصفيحه الموجبه الي الصفيحه السالبه

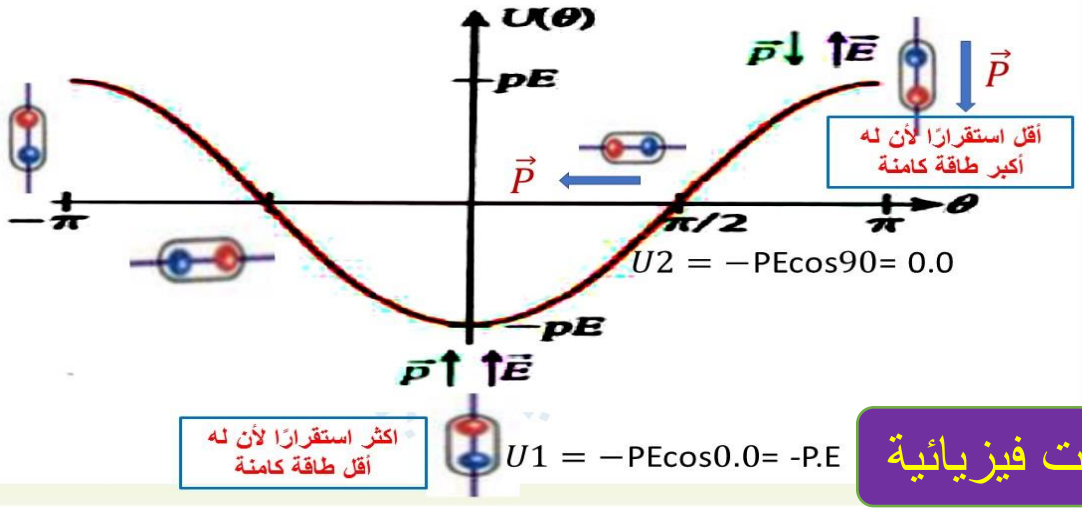
اتجاه عزم ثنائي القطب من الشحنه السالبه الي الشحنه الموجبه

فتكون الشحنه السالبه لثنائي القطب أقرب للشحنه الموجبه للمجال الكهربائي

فتكون اقل طاقة وضع

طاقة الوضع كدالة للزاويه بين ثنائي القطب الكهربائي في المجال الكهربائي الخارجي المنتظم

$$U3 = -PEcos180 = +P.E$$



$$U1 = -PEcos0.0 = -P.E$$

قناة لحظات فيزيائية

طاقة الوضع لثنائي القطب الكهربائي في المجال المنتظم

3.7 أي من الزوايا التالية بين عزم ثنائي قطب كهربائي ومجال كهربائي محيّط ستؤدي إلى أكثر الحالات استقرارًا؟

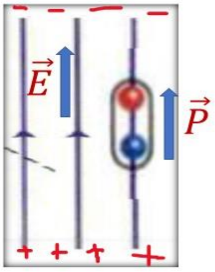
a) 0 rad

b) $\pi/2$ rad

c) π rad

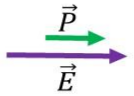
d) عزم ثنائي القطب الكهربائي غير مستقر تحت أي ظرف عند تطبيق مجال كهربائي.

في الشكل المقابل



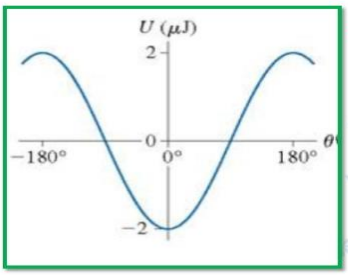
طاقة الوضع الكهربائية لها قيمه صغري عند $\theta = 0$

$$U = -\text{PEcos}\theta = -\vec{P}.\vec{E}$$



فتكون الشحنه السالبه لثنائي القطب أقرب للشحنه الموجبه للمجال الكهربائي فتكون اقل طاقة وضع

يوضح الشكل المقابل تغيرات طاقة وضع ثنائي قطب كهربائي في مجال كهربائي منتظم مقداره $(250N/C)$ في اتجاه محور (X) الموجب بتغير الزاوية المحصورة بين عزم ثنائي القطب والمجال الكهربائي .



1- احسب عزم ثنائي القطب الكهربائي .

$$U = -PEcos\theta$$

$$2 \times 10^{-6} = -P(250)cos(180)$$

$$P = 8 \times 10^{-9} C.m$$

2- احسب طاقة الوضع المختزنة في ثنائي القطب عندما تكون الزاوية (120^0)

$$U = -PEcos\theta = -(8 \times 10^{-9})(250)cos(120) = 1 \times 10^{-6} J$$

3- احسب الشغل الخارجي المبذول لتدوير ثنائي القطب بزاوية (180^0) بدءًا من الموضع الذي يكون موازياً للمجال .

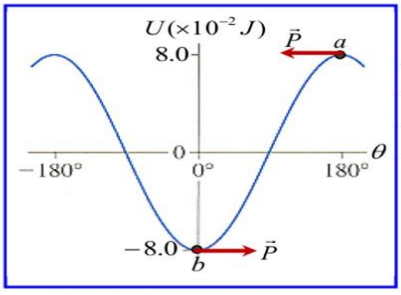
$$\Delta U = U_f - U_i = -PE(cos180 - cos0) = 2PE = 2 \times 2 \times 10^{-6} = 4 \times 10^{-6} J$$

$$W = -\Delta U = -4 \times 10^{-6} J$$

قناة لحظات فيزيائية

---

98. الرسم البياني المجاور يبين العلاقة بين طاقة الوضع كدالة للزاوية بين ثنائي القطب الكهربائي والمجال الكهربائي الخارجي المنتظم الذي مقداره $4\times10^3 N/C$ واتجاهه نحو محور **x** الموجب بالأعتماد على البيانات على الشكل أجب عن الأسئلة التالية.



a-ما مقدار عزم ثنائي القطب

$$U_{max} = PE$$

$$P = \frac{8\times10^{-2}}{4\times10^{3}}$$

$$P = 2\times10^{-5} C.m$$

b-حدد اتجاه عزم ثنائي القطب عند النقطة a و b

c-ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية لثنائي القطب عند الزاوية 130°

$$U = PE\cos\theta$$

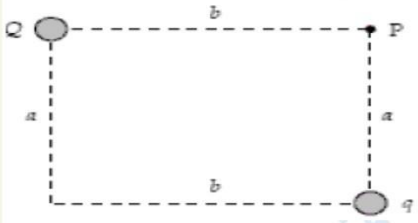
$$U = 8\times10^{-2}\cos130$$

$$U = -5.1\times10^{-2} J$$

3-1 طاقة الوضع الكهربائيه لنظام

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

- إذا علمت أن : b= 80cm , a= 60 cm و q_1 = -4.0 nC و q_2 = 1.5 nC . احسب طاقة الوضع لشحنة و q_3 = 2.5 nC عند وضعها علي النقطة P .

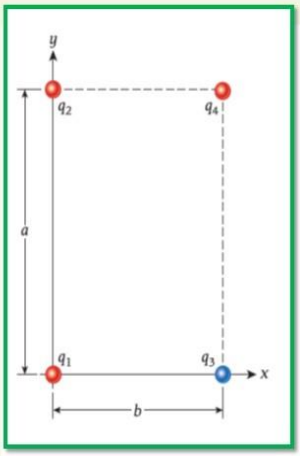


$$U = U_{13} + U_{23}$$

$$U = \frac{kq_1q_3}{r_{13}} + \frac{kq_2q_3}{r_{23}}$$

$$U = \frac{9\times10^9\times-4\times10^{-9}\times2.5\times10^{-9}}{(60\times10^{-2})} + \frac{9\times10^9\times1.5\times10^{-9}\times2.5\times10^{-9}}{(80\times10^{-2})}$$

$$U = -2.25\times10^{-7} + 6.3\times10^{-8} = -1.6\times10^{-7}J$$



مثال 3.7 **أربع شحنات نقطية**

لنحسب U وهي طاقة الوضع الكهربائية لنظام مكون من أربع شحنات نقطية، المبين في الشكل 3.31. وقيم الشحنات النقطية الأربعة هي $q_1 = +1.0\ \mu C$، $q_2 = +2.0\ \mu C$، $q_3 = -3.0\ \mu C$، $q_4 = +4.0\ \mu C$. تم وضع الشحنات عند المسافات $a = 6.0\ m$ و $b = 4.0\ m$.

المسألة

ما طاقة الوضع الكهربائية لهذا النظام المكوّن من أربع شحنات نقطية؟

$$U_{tot} = U_{12} + U_{13} + U_{14} + U_{23} + U_{24} + U_{34}$$

$$U_{tot} = \frac{kq_1q_2}{a} + \frac{kq_1q_3}{b} + \frac{kq_1q_4}{\sqrt{a^2+b^2}} + \frac{kq_2q_3}{\sqrt{a^2+b^2}} + \frac{kq_2q_4}{b} + \frac{kq_3q_4}{a}$$

$$U_{tot} = \frac{(9\times10^9)(1.0\times10^{-6})(2.0\times10^{-6})}{6.0} + \frac{(9\times10^9)(1.0\times10^{-6})(-3.0\times10^{-6})}{4.0} + \frac{(9\times10^9)(1.0\times10^{-6})(4.0\times10^{-6})}{\sqrt{6.0^2+4.0^2}} +$$
$$\frac{(9\times10^9)(2.0\times10^{-6})(-3.0\times10^{-6})}{\sqrt{6.0^2+4.0^2}} + \frac{(9\times10^9)(2.0\times10^{-6})(4.0\times10^{-6})}{4.0} + \frac{(9\times10^9)(-3.0\times10^{-6})(4.0\times10^{-6})}{6.0}$$
$$= -6.2\times10^{-3}J$$

قناة لحظات فيزيائية

3.24 في جزيئات كلوريد الصوديوم الغازي، يحتوي أيوم الكلوريد على إلكترون واحد أكثر من عدد البروتونات، ويحتوي أيون الصوديوم على بروتون واحد أكثر من عدد الإلكترونات. ويفصل بين هذه الأيونات مسافة 0.236 nm تقريبًا. ما مقدار الشغل اللازم بذله لزيادة المسافة بين الأيونين إلى 1.00 cm؟

$$\Delta U = U_f - U_i$$

$$\Delta U = \frac{kq_1q_2}{r_f} - \frac{kq_1q_2}{r_i}$$

$$\Delta U = kq_1q_2\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right)$$

$$\Delta U = (9\times10^{9})(-1.6\times10^{-19})(1.6\times10^{-19})\left(\frac{1}{0.01} - \frac{1}{0.236\times10^{-9}}\right) = 9.76\times10^{-19}J$$

$$W = -\Delta U = -9.76\times10^{-19}J$$

3.25 كرة معدنية كتلتها 3.00×10^{-6} kg وشحنتها +5.00 mC وطاقتها الحركية 6.00×10^{8} J. وتتحرك مباشرة في مستوى لانهائي من الشحنات وتوزيع الشحنة $+4.00\ C/m^2$. فإذا كانت حاليا على بعد 1.00 m عن مستوى الشحنة، فإلى أي حد ستقترب من المستوى قبل أن تتوقف؟

$$a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = \frac{\sigma q}{\varepsilon_0 m}$$

$$a = \frac{(4.00)(5.00\times10^{-3})}{(8.85\times10^{-12})(3.00\times10^{-6})} = -7.53\times10^{14}m/s^2$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta x$$

$$v_f^2 = \left(\frac{2KE}{m}\right) + 2a\Delta x$$

$$0 = \left(\frac{2\times6.00\times10^{8}}{3.00\times10^{-6}}\right) + 2(-7.53\times10^{14})\Delta x$$

$$\Delta x = 0.266m \qquad d = 1.00 - 0.266 = 0.734m$$

قناة لحظات فيزيائية

3.25 كرة معدنية كتلتها 3.00×10^{-6} kg وشحنتها +5.00 mC وطاقتها الحركية 6.00×10^{8} J. وتتحرك مباشرة في مستوى لانهائي من الشحنات وتوزيع الشحنة $+4.00\ C/m^2$. فإذا كانت حاليا على بعد 1.00 m عن مستوى الشحنة، فإلى أي حد ستقترب من المستوى قبل أن تتوقف؟

$$W = \Delta KE = -\Delta U$$

$$KE_f - KE_i = -(-qEd\cos\theta)$$

$$0 - (6.00\times10^{8}) = (5.00\times10^{-3})\left(\frac{4.00}{8.85\times10^{-12}}\right)d\cos180$$

$$d = \frac{-(6.00\times10^{8})}{(5.00\times10^{-3})\left(\frac{4.00}{8.85\times10^{-12}}\right)\cos180} = 0.266m$$

$$d = 1.00 - 0.266 = 0.734m$$