تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/ae

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر المتقدم اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/15

* للحصول على جميع أوراق الصف الثاني عشر المتقدم في مادة فيزياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/15physics

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر المتقدم في مادة فيزياء الخاصة بـ الفصل الأول اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/15physics1

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الثاني عشر المتقدم اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/grade15

للتحدث إلى بوت المناهج على تلغرام: اضغط هنا

https://t.me/almanahj_bot

الوحدة الثانية: طاقة الوضع الكهربية والجهد الكهربائي

(1)

- في البداية تعرفنا على أشكال مختلفة من الطاقة وعرفنا كيف يؤثر حفظ الطاقة في الأنظمة الفيزيائية المختلفة .
- يوجد الكثير من التشابه بين المجال الكهربائي ومجال الجاذبية ويتضح ذلك من خلال الصيغ الرياضية. حيث أن مقدار قوة الجاذبية تتحدد من العلاقة :

$$F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

حيث (G) تمثل ثابت الجذب العام و(m_1) , (m_2) كتلتان , (r) البعد بين الجسمين .

كما تعرفنا أيضا على القوة الكهروستاتيكية من خلال العلاقة :

$$F_e = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

حيث (k) تمثل ثابت كولوم و(q_1) , (q_2) شحنتان كهربائيتان , (r) البعد بين الجسمين. وتخضع كلا القوتين لقانون التربيع العكسي

طاقة الوضع الكهربائية (U)

- **هي الطاقة التي تكتسبها الشحنة بسبب وضعها في المجال الكهربائي لشحنات أخرى .**

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

حيث (U_i) هي طاقة الوضع الكهربائية الابتدائية , (U_f) هي طاقة الوضع الكهربائية النهائية

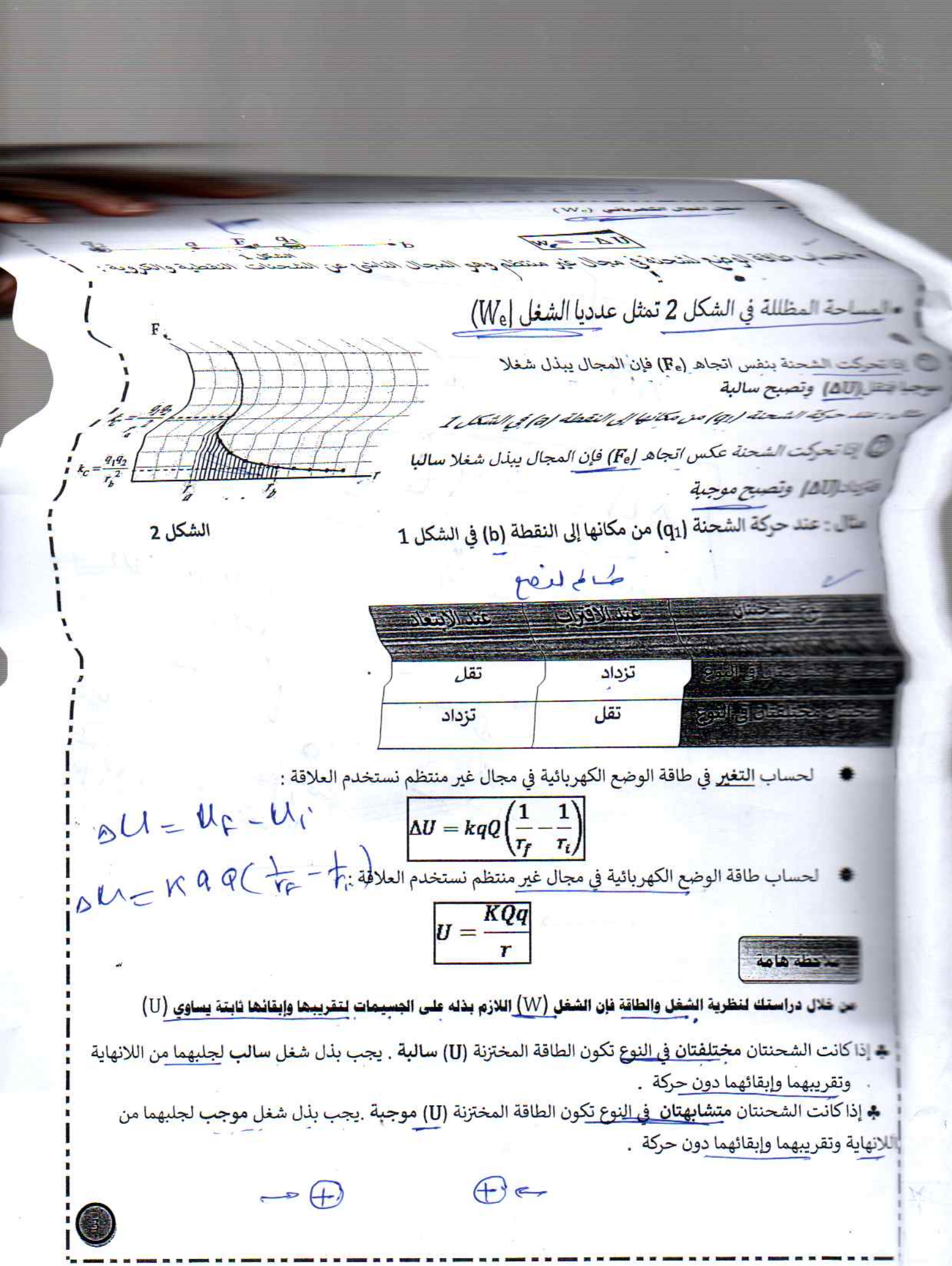
ملاحظات هامة

- الشغل دائما هو نفسه بغض النظر عن المسار المتخذ .
- يجب تحديد نقطة مرجعية لطاقة الوضع الكهربائية حيث تكون الحسابات أبسط وهي إذا افترضنا أن نقطة الصفر لطاقة الوضع الكهربائية عندما تكون المسافة بين جميع الشحنات كبيرة جدا بشكل لانهائي .

ويمكن كتابة المعادلة بالصيغة التالية :

$$\Delta U = U_f - 0 = U \quad \text{أو} \quad U = -W_{e\infty}$$

- على الرغم من ان مبدأ طاقة الوضع الصفرية عند المالانهاية مفيد جدا ومقبول بشكل عام للشحنات النقطية ولكن في بعض الحالات الفيزيائية يكون هناك سبب لتحديد طاقة وضع مرجعية عند نقطة ما في الفضاء .
- الحالات التي لا يتم فيها اعتبار طاقة الوضع عند المالانهاية مساوية للصفر هي التي تتضمن مجال كهربائي منتظم



• المساحة المظللة في الشكل 2 تمثل عدديا الشغل $|W_e|$

① إذا تحركت الشحنة بنفس اتجاه (F_e) فإن المجال يبذل شغلا موجبا فتقل (ΔU) وتصبح سالبة

مثال : عند حركة الشحنة (q_1) من مكانها إلى النقطة (b) في الشكل 1

② إذا تحركت الشحنة عكس اتجاه (F_e) فإن المجال يبذل شغلا سالبا فتزداد (ΔU) وتصبح موجبة

مثال : عند حركة الشحنة (q_1) من مكانها إلى النقطة (b) في الشكل 1

الشكل 2

حالة	عند الاقتراب	عند الابتعاد
الشحنتان في النوع	تزداد	تقل
الشحنتان مختلفتان في النوع	تقل	تزداد

• لحساب التغير في طاقة الوضع الكهربائية في مجال غير منتظم نستخدم العلاقة :

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

• لحساب طاقة الوضع الكهربائية في مجال غير منتظم نستخدم العلاقة :

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

ملاحظة هامة

من خلال دراستك لنظرية الشغل والطاقة فإن الشغل (W) اللازم بذله على الجسيمات لتقريبها وإبقائها ثابتة يساوي (U)

♣ إذا كانت الشحنتان **مختلفتان في النوع** تكون الطاقة المختزنة **(U) سالبة** . يجب بذل شغل **سالب** لجلبهما من اللانهاية وتقريبهما وإبقائهما دون حركة .

♣ إذا كانت الشحنتان **متشابهتان في النوع** تكون الطاقة المختزنة **(U) موجبة** .يجب بذل شغل **موجب** لجلبهما من اللانهاية وتقريبهما وإبقائهما دون حركة .

$W = \vec{F} \cdot \vec{r}$ $\quad W = F r \cos\theta$

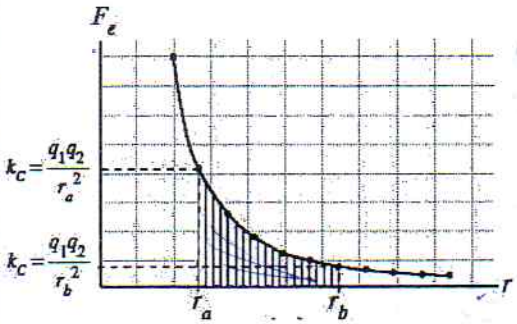
(2)

- **شغل المجال الكهربائي** (W_e)

الشكل 1

$$W_e = -\Delta U$$

- لحساب طاقة الوضع لشحنة في مجال غير منتظم وهو المجال الناشئ عن الشحنات النقطية والكروية :
- المساحة المظللة في الشكل 2 تمثل عدديا الشغل (W_e)



الشكل 2

① إذا تحركت الشحنة بنفس اتجاه (F_e) فإن المجال يبذل شغلا موجبا فتقل **(ΔU) وتصبح سالبة**

مثال : عند حركة الشحنة (q_1) من مكانها إلى النقطة (a) في الشكل 1

② إذا تحركت الشحنة عكس اتجاه (F_e) فإن المجال يبذل شغلا سالبا فتزداد **(ΔU) وتصبح موجبة**

مثال : عند حركة الشحنة (q_1) من مكانها إلى النقطة (b) في الشكل 1

نوع الشحنتان	عند الاقتراب	عند الابتعاد
شحنتان مختلفتان في النوع	تزداد	تقل
شحنتان مختلفتان في النوع	تقل	تزداد

- لحساب **التغير** في طاقة الوضع الكهربائية في مجال غير منتظم نستخدم العلاقة :

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

$\Delta U = U_f - U_i$

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

- لحساب طاقة الوضع الكهربائية في مجال غير منتظم نستخدم العلاقة :

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

ملاحظة هامة

من خلال دراستك لنظرية الشغل والطاقة فإن الشغل (W) اللازم بذله على الجسيمات لتقريبها وإبقائها ثابتة يساوي (U)

- إذا كانت الشحنتان **مختلفتان في النوع** تكون الطاقة المختزنة **(U) سالبة** . يجب بذل شغل **سالب** لجلبهما من اللانهاية وتقريبهما وإبقائهما دون حركة .
- إذا كانت الشحنتان **متشابهتان في النوع** تكون الطاقة المختزنة **(U)** موجبة .يجب بذل شغل موجب لجلبهما من اللانهاية وتقريبهما وإبقائهما دون حركة .

$\rightarrow (+)$ $\quad (+) \leftarrow$

① $M.E = U + K.E$

② $\Delta U + \Delta K.E = 0$

③ $\Delta K.E = W_e = q \Delta U$

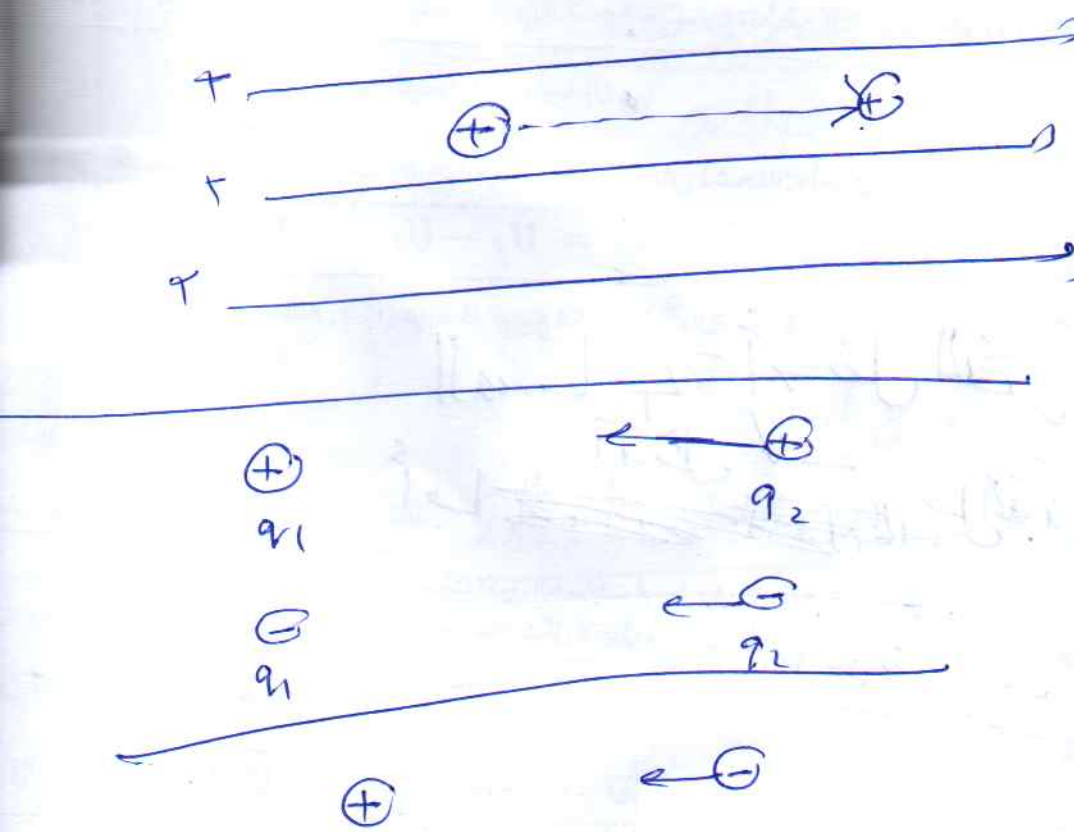
10^{-3} N/C

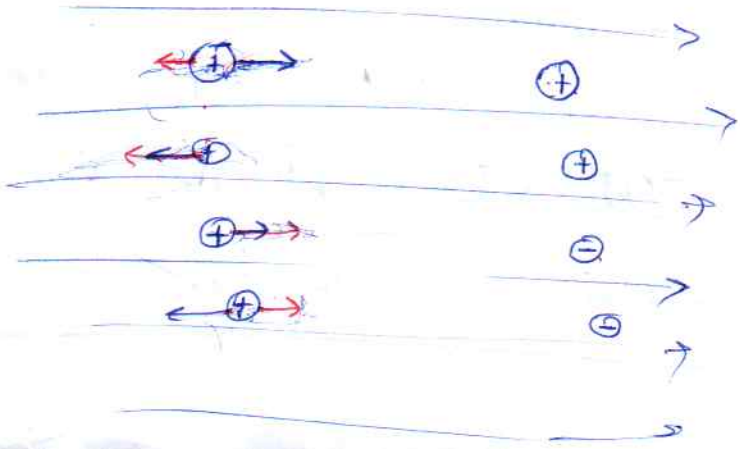
$\frac{L}{2} = \frac{1.13}{2}$

$a = 0.565m$

565

$^2 + (0.565)^2$

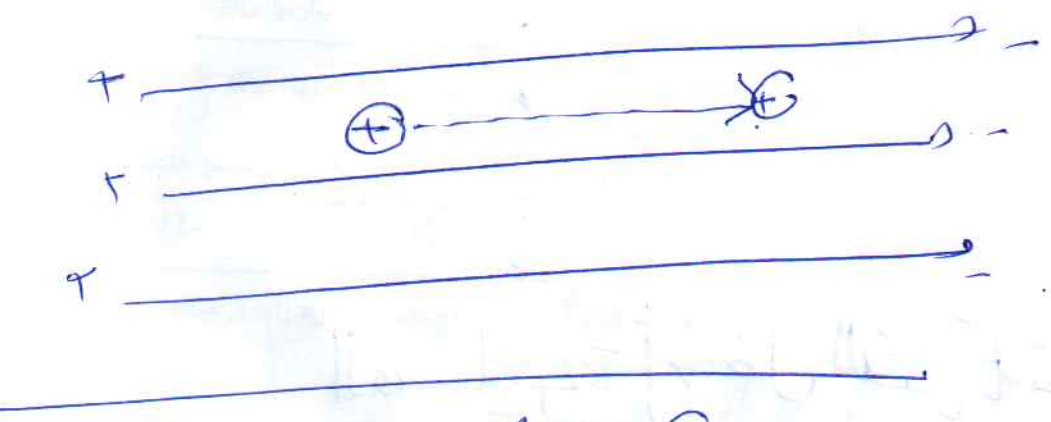


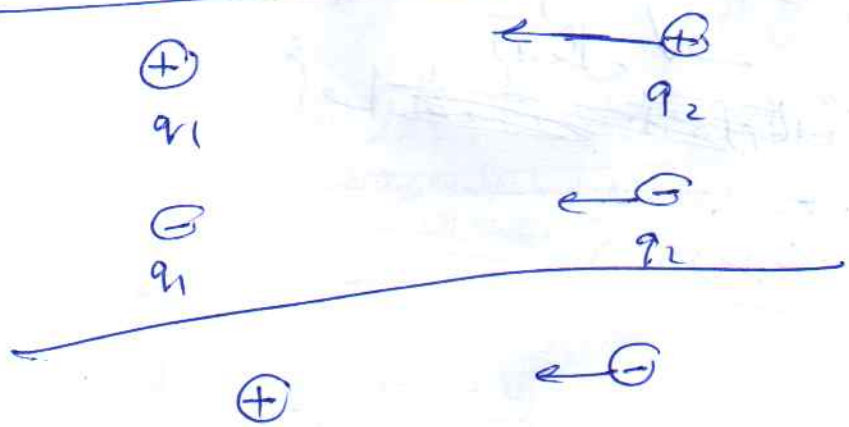


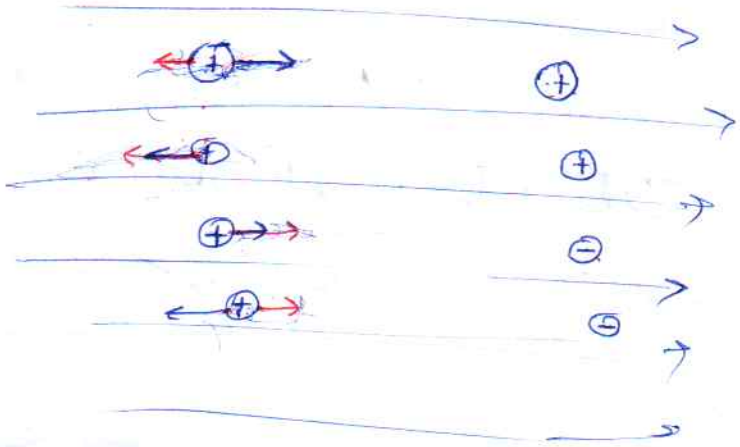
① $M.E = U + K.E$

② $\Delta U + \Delta K.E = 0$

③ $\Delta K.E = W_e = \Theta \Delta U$

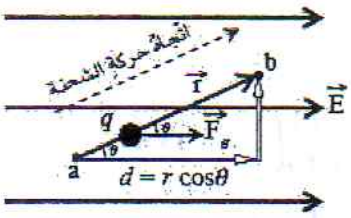






طاقة الوضع الكهربية

- **حالة خاصة : الشحنة في مجال كهربائي منتظم**

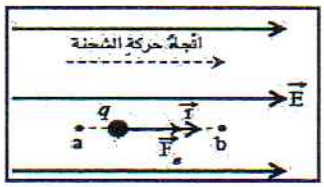


إذا وضعت شحنة موجبة (q) في مجال كهربائي منتظم , فإن المجال يؤثر عليها بقوة كهربائية ($F=qE$) ما يعني أنها إذا نقلت من النقطة (a) إلى النقطة (b) كما في الشكل المجاور . فإن المجال يبذل عليها شغلا يتم تحديده من العلاقة

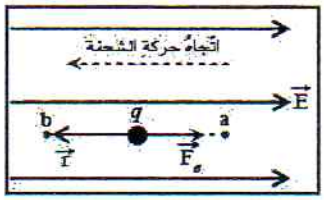
$$\Delta U = -W_e$$
$$= -\vec{F}_e \cdot \vec{r} = -q\vec{E} \cdot \vec{r}$$
$$= -qEr\cos\theta$$
$$\Delta U = -qEd$$

حيث $\vec{r}$ إزاحة الشحنة , (θ) الزاوية بين اتجاه المجال واتجاه إزاحة الشحنة , (d) مركبة إزاحة الشحنة باتجاه المجال

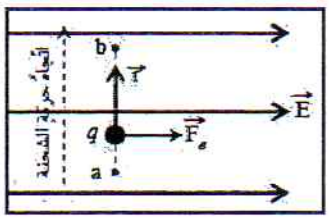
مهم جدا



① إذا تحركت الشحنة بنفس اتجاه (F_e) فإن المجال يبذل شغلا موجبا فتقل (U) .



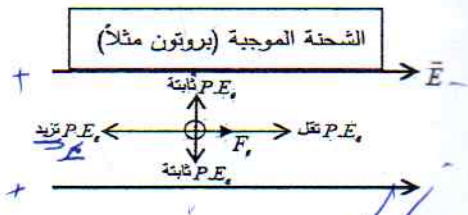
② إذا تحركت الشحنة عكس اتجاه (F_e) فإن المجال يبذل شغلا **سالبا** فتزيد (U).

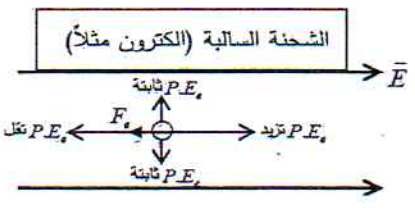


③ إذا تحركت الشحنة عموديا على اتجاه المجال (F_e) فإن المجال **لا يبذل** شغلا وتبقى (U) ثابتة .

④ جميع النقاط العمودية على المجال متساوية في طاقة الوضع الكهربائية

حركة الشحنة	في اتجاه المجال	عكس المجال	عمودي على المجال
البروتون	تقل	تزداد	$\Delta U = 0$
الإلكترون	تزداد	تقل	$\Delta U = 0$





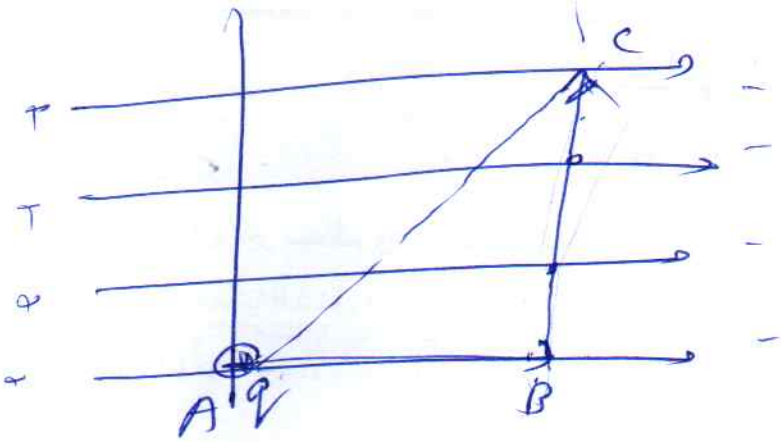
- علل لا تتغير طاقة الوضع لشحنة عند نقلها عموديا على مجال منتظم ؟

$W = F\,d\cos\%$

$W = 0$ ∴ $W_e = -\Delta U$

$0 = -\Delta U$

$\Delta U = 0$ ∴

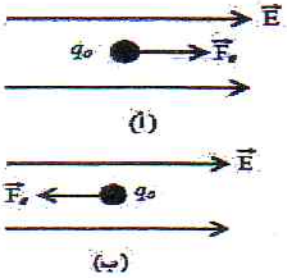


$$\Delta U = (-)\, q\, E\, d$$

- ΔU: التغير في طاقة الوضع
- q: الشحنة المتولدة
- E: الازاحة بالمجال لدوائر المجال
- d: $d = +$ مع المجال، $d = -$ تحركت الشحنة عكس المجال، $d = 0$ عمودي على المجال

✸ طاقة حركة الشحنة في مجال كهربائي منتظم

- إذا تحركت الشحنة بحرية (**بفعل المجال الكهربائي**)فإن :



① الشحنة **الموجبة** تتسارع في اتجاه المجال الكهربائي بسبب تأثير القوة الكهربائية (أ).

② الشحنة **السالبة** تتسارع عكس اتجاه المجال الكهربائي بسبب تأثير القوة الكهربائية (ب).

(في كلا الحالتين **تقل** طاقة الوضع وتزداد طاقة الحركة)

$$KE = W_E = -\Delta U$$

- *لحساب السرعة نستخدم العلاقة*

$$KE = {}^1/_2 mv^2$$

- الطاقة الميكانيكية(M.E) تبقى ثابتة في غياب (الاحتكاك والإشعاع)

$$M.E = K.E + U$$

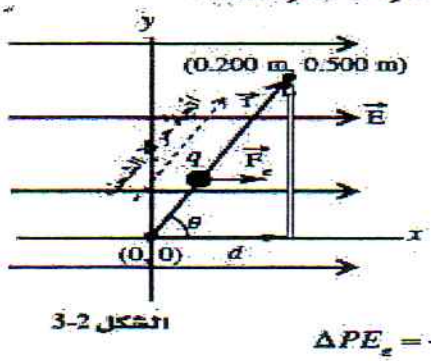
مثال محلول

تُنقَلُ الشحنةُ الموجبةُ $q = 12\ \mu C$ في مجالٍ كهربائيٍّ منتظمٍ من نقطةِ أصلِ الإحداثيّاتِ إلى النقطةِ $(x = 20.0\ cm, y = 50.0\ cm)$. إذا كانَتْ شدّةُ المجالِ $250\ N/C$ واتّجاهُهُ باتّجاهِ محورِ x الموجبِ، فما التغيُّرُ في طاقةِ وضعِ الشحنةِ الكهربائيّةِ؟

المعطى: $y_i = 0.500\ m,\ x_f = 0.200\ m,\ y_i = 0,\ x_i = 0,\ E = 250\ N/C,\ q = 12\ \mu C$

المجهول: $\Delta PE_e = ?$

الرسمُ التخطيطيّ: أرسمُ مسارَ حركةِ الشحنةِ، وأحدّدُ موضعَ بدايةِ حركتِها وموضعَ نهايتِها، كما في الشكلِ 2-3. وأرسمُ خطوطَ المجالِ المنتظمِ، ثمَّ أحدّدُ مركّبةَ إزاحةِ الشحنةِ d باتّجاهِ المجالِ.



الشكل 3-2

- أختارُ معادلةَ التغيُّرِ في طاقةِ الوضعِ الكهربائيّةِ:

$$\Delta PE_e = -qEd$$

ألاحظُ من الشكلِ أنّ: $d = \Delta x$

ما يعني أنّ:

$$\Delta PE_e = -qE\Delta x = -qE(x_f - x_i)$$

أعوّضُ في المعادلةِ الأخيرةِ وأحسبُ التغيُّرَ في طاقةِ وضعِ الشحنةِ:

$$\Delta PE_e = -12 \times 10^{-6}\ C \times 250\ N/C \times (0.200\ m - 0.0)$$

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

$ME = U + KE$

$\Delta ME = 0$

$\Delta U + \Delta KE = 0$

$\Delta KE = -\Delta U = We$

$\Delta KE = qEd$

psi

$^{13}C1m$

$5^{-3}N/C$

plll

$r = \frac{1.13}{2}$

$r = 0.565m$

$\frac{65}{^2 + (0.565)^2}$

س1) يتحرك جسيم مشحون مسافة (0.06m) باتجاه مجال كهربائي منتظم شدته (55 N /C) فتقل طاقة وضعه الكهربائية بمقدار (5×10^{-16} J) . احسب كمية شحنة الجسيم وحدد نوعها ؟

$|q| = 1.52 \times 10^{-16}$ C

$\Delta U = -qEd$

$q = -\frac{\Delta U}{Ed} = -\frac{-5 \times 10^{-16}}{55 \times 0.06} = +1.52 \times 10^{-16}$ C

نوعها موجبة

س2) يتحرك إلكترون مسافة (4.50 m) بعكس اتجاه مجال كهربائي منتظم شدته (325 N / C) .

- جد التغير في طاقة وضع الإلكترون ؟

$|\Delta U| = 2.34 \times 10^{-16}$ J

$\Delta U = -qEd$

$\Delta U = -(-1.6 \times 10^{-19}) \times 325 \times -4.5 = -2.34 \times 10^{-16}$ J

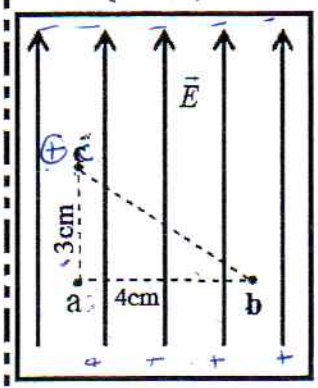
س3) يتحرك جسيم مسافة (10.0 m) بعكس اتجاه مجال كهربائي منتظم شدته (75 N / C) تنقص طاقة وضعه الكهربائية بمقدار (4.8×10^{-16} J) ما شحنة الجسيم ؟

$|q| = 6.4 \times 10^{-19}$ C

$\Delta U = -qEd$

$q = -\frac{\Delta U}{Ed} = -\frac{-4.8 \times 10^{-16}}{75 \times -10} = -6.4 \times 10^{-19}$ C

س4) (a , b , c) ثلاثة مواقع في مجال كهربائي منتظم مقداره (420 N / C) واتجاهه باتجاه محور (y)الموجب كما في الشكل المجاور ، نقل بروتون بين المواقع الثلاثة بحيث عندما نقل من الموقع الأول إلى الموقع الثاني زادت طاقة وضعه الكهربائية ثم عندما نقل من الموضع الثاني إلى الثالث بقيت طاقة الوضع ثابتة ، اجب عما يلي:



c → a → b

I - حدد موقع البروتون الابتدائي والنهائي ؟

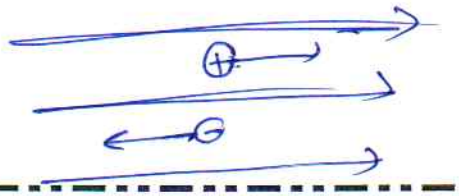
b ، c

II - احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية للبروتون نتيجة انتقاله بين الموضعين الابتدائي والنهائي علما بأن شحنة البروتون ($q = 1.6 \times 10^{-19}$ C)

$|\Delta U| = 2.0 \times 10^{-18}$ J

$\Delta U = -qEd$

$= -(1.6 \times 10^{-19} \times 420 \times (-0.03)$



س 5) وضع إلكترون وبروتون داخل مجال كهربائي منتظم ، أكمل الجدول الآتي :

الجسيم	اتجاه حركة الجسيم بالنسبة لاتجاه المجال الكهربائي	طاقة وضع الجسيم (تقل ، تزداد ، لا تتغير)
إلكترون	عكس المجال	تقل
بروتون	مع المجال	تقل

س 6) يبين الشكل (أ) في الجدول أدناه شحنة نقطية تركت حرة في مجال كهربائي منتظم فتحركت تحت تأثيره بينما يبين الشكل (ب) شحنة اخرى تنتقل في مجال كهربائي منتظم آخر . أكمل الفراغات في جدول المقارنة ؟

	الشكل (أ)	الشكل (ب)
	اتجاه الحركة a q b	اتجاه الحركة c q d
طاقة الوضع الكهربائية للشحنة	تقل	بقيت ثابتة
نوع الشحنة	موجبة	موجبة
اتجاه المجال الكهربائي	$\vec{E}$	عمودي (للأعلى أو للأسفل)

س 7) شحنة موجبة مقدارها ($q = 12\mu C$) تقع على بعد (0.20 m) من شحنة سالبة مقدارها ($Q = -6\ \mu C$) ،

• ما التغير في طاقة وضع الشحنة (q) إذا نقلت إلى نقطة تبعد (0.40 m) عن الشحنة (Q)

$|\Delta U| = 1.6J$

$U_1 = \frac{K q_1 \cdot q_2}{r_1}$

$U_F = \frac{K q_1 q_2}{r_F}$

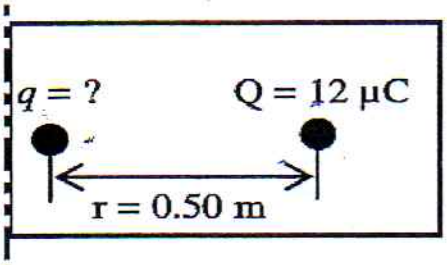
$\Delta U = K q_1 q_2 \left[\frac{1}{r_F} - \frac{1}{r_1}\right)$

$\Delta U = 9\times10^9 \times -6\times10^{-6} \times 12\times10^{-6}\left(\frac{1}{0.40} - \frac{1}{0.20}\right)$

$\Delta U = 1.62\ J$

س 8) في الشكل المجاور إذا كانت طاقة وضع الشحنة (q) تساوي (-4.8×10^{-6} J)

وكانت المسافة بين الشحنتين (0.40 m) ، اجب عما يلي :



I – ما نوع الشحنة (q) ؟ وما مقدارها ؟

$|q| = 1.8 \times 10^{-11} C$

نوع الشحنة $q = -1.78\times10^{-11} C$

$U = \frac{K q_1 \cdot q_2}{r}$

$q = \frac{U r}{K Q} = \frac{-4.8\times10^{-6} \times 0.40}{9\times10^9 \times 12\times10^{-6}}$

II - إذا زيدت المسافة بين الشحنتين لتصبح (0.50 m) ، فكم يكون التغير في طاقة الوضع للشحنة (q)

$|\Delta U| = 9.6 \times 10^{-7} J$

$\Delta U = K q_1 \cdot q_2 \left(\frac{1}{r_F} - \frac{1}{r_1}\right)$

$\Delta U = 9\times10^9 \times 12\times10^{-6} \times -1.78\times10^{-11} \left(\frac{1}{0.50} - \frac{1}{0.40}\right) = 9.6\times10^{-7}\ J$

r=0.05m

9) شحنتان نقطيتان **متساويتان** في المقدار تفصل بينهما في الهواء مسافة مقدارها **(5.0 cm)** ، إذا كانت طاقة الوضع الكهربائية لكل منهما بتأثير الأخرى تساوي **(-4.1×10^{-4} J)**

U

① هل الشحنتان من النوع نفسه أم مختلفتان في النوع ؟ **برر إجابتك**

مختلفتان في النوع لأن الـ U طاقة الوضع الكهربائية سالبة ولكي تكون U سالبة يجب أن تكون أحد الشحنتين موجبة والأخرى سالبة مثل +Q و -Q

$U = -\frac{KQq}{r}$

$|q| = 4.8 \times 10^{-8}$ C

② ما مقدار كل من الشحنتين ؟

$U = \frac{Kq^2}{r}$ $\quad U = \frac{KQq}{r}$ $\quad Q = q$

$U = \frac{Kq^2}{r}$ / $q = \sqrt{\frac{Ur}{K}}$

$q = \sqrt{\frac{+4.1\times10^{-4}\times0.05}{9\times10^{9}}} = 4.77\times10^{-8}$ C

10) **احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية** لشحنة مقدارها **($q = -12\mu C$)** عند نقلها من نقطة الأصل إلى النقطة **($X = 20.0cm , y = 50.0cm$)** ، في مجال كهربائي منتظم يتجه باتجاه المحور **(y)** الموجب وشدته **(1.2×10^2 N /C)**

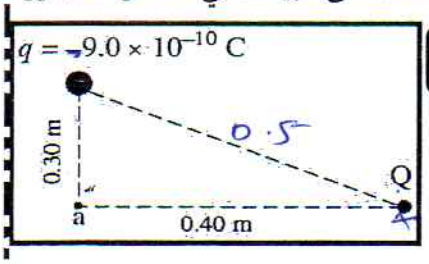
$\Delta U = 7.2 \times 10^{-4}$ J

$\Delta U = -qEd$

$\Delta U = -(-12\times10^{-6})(1.2\times10^{2})(0.50)$

$\Delta U = 7.2\times10^{-4}$ J

11) وضعت شحنتان **(Q ,q)** في الهواء إذا كان مقدار الشحنة **($Q = 5X10^{-6}$C)** واعتمادا على البيانات في الشكل المجاور



① احسب طاقة الوضع الكهربائية المؤثرة على الشحنة **(Q)**

U =-8.1 X 10^{-5} J

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

$U = 9\times10^{9} \times 5\times10^{-6} \times -9\times10^{-10}$

$U = -8.1\times10^{-5}$ J

② إذا نقلت الشحنة **(Q)** إلى النقطة **(a)** ، هل **تزداد** طاقة وضعها أم **تقل** أم تبقى ثابتة ؟**برر إجابتك بالحسابات اللازمة**

طاقة الوضع الكهربائية تقل

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

$U = \frac{9\times10^{9} \times 5\times10^{-6} \times -9\times10^{-10}}{0.30}$

$U_f = -1.35\times10^{-5}$ J

$\Delta U = U_f - U_i = -1.35\times10^{-4} - -8.1\times10^{-5}$

$\Delta U = ??$ / ~~q_2~~

$\Delta U = -q E d = -(-12 \times 10^{-6})(1.2 \times 10^{2})(0.50)$

$\boxed{\Delta U = 7.2 \times 10^{-4} J}$

psi

$^{13}C/m$

$^{-3}N/C$

$+ plll$

$= \frac{1.13}{2}$

$= 0.565m$

65

$+ (0.565)^2$

(8)

12) في جزيئات كلوريد الصوديوم يحتوي أيون الكلوريد على إلكترون أكثر من عدد البروتونات ، بينما أيون الصوديوم يحتوي على بروتون واحد اكثر من عدد الإلكترونات . ويفصل بينهما مسافة مقدارها (0.236nm) .

W=9.6 x 10^{-19} J

أ) احسب مقدار الشغل اللازم بذله لزيادة المسافة بين الأيونين إلى (10.0 cm) ؟

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

$$W = -9\times10^{9}\times1.6\times10^{-19}\times-1.6\times10^{-19}\times\left(\frac{1}{0.10} - \frac{1}{0.236}\right)$$

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

13) كرة معدنية كتلتها (3.0 x 10^{-6} kg) وشحنتها (5.0mc) وطاقتها الحركية (6.0 x 10^{8}J) وتتحرك في مستوى أفقي من الشحنات وتوزيع الشحنة (4.0 C/m^2) فإذا كانت حاليا على بعد (1.0 m) عن مستوى الشحنة .

d= 0.7345m

أ) ما المسافة التي تقطعها الكرة في المستوى حتى تتوقف ؟

$$\Delta U = -\Delta K.E = -(K.E_f - K.E_i)$$

$$\Delta U = +K.E_i = 6\times10^{8}\ J$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{4}{8.85\times10^{-12}}$$

$$E = 4.5\times10^{11}\ N/C$$

$$\Delta U = -qEd \quad / \quad d = \frac{\Delta U}{-qE} = \frac{6\times10^{8}}{-5\times10^{-3}\times4.5\times10^{11}}$$

$$d = 0.26\ m$$

14) مجال كهربائي منتظم مقداره (8.0 X 10^4 N / C) في اتجاه محور (X) السالب. وضع فيه إلكترون شحنته (q= -1.6 X 10^{-19} C) وترك ليتحرك بحرية فإذا تحرك الإلكترون مسافة (0.5 m) أجب عما يلي :

أ) حدد اتجاه حركة الإلكترون . يتحرك عكس المجال أي يتحرك في اتجاه محور x الموجب.

K.E = 6.4 X 10^{-15} J

ب) احسب طاقة حركة الإلكترون في نهاية المسافة ؟

$$K.E = -\Delta U = --qEd = +qEd$$

$$K.E = (-1.6\times10^{-19})(8\times10^{4})(-0.5)$$

$$K.E = 6.4\times10^{-15}\ J$$

V=1.19 X 10^8 m/s

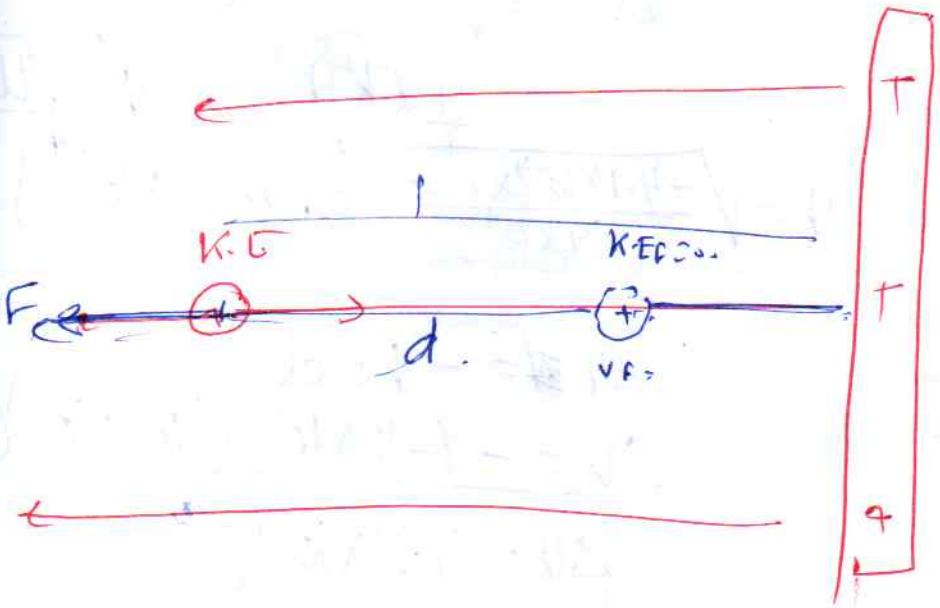
ج) احسب سرعة الإلكترون في نهاية المسافة علما بأن (m$_e$=9.1 X 10^{-31} Kg)

$$K.E = \frac{1}{2}mV^2$$

$$V = \sqrt{\frac{2K.E}{m}} = \sqrt{\frac{2\times6.4\times10^{-15}}{9.11\times10^{-31}}}$$

$$V = 1.2\times10^{8}\ m/s$$

$W_e = \Delta U$



$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

$W = \Delta K.E$

$Ed\cos\theta = K.E_f - K.E_i$

$qEd = \Rightarrow K.E_i$

$5 \times 10^{-3} \times 4.5 \times 10^{11} \times d = 6 \times 10^{8}$

$d = 0.226$

$l = 1 - 0.226 = 0.774$

$^{13}C/m$

$^{-3}N/C$

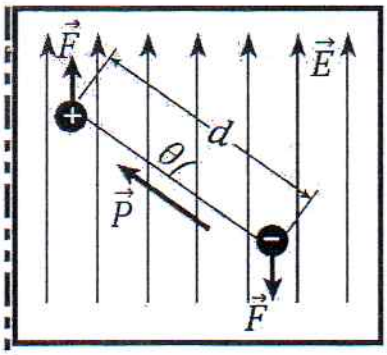
$r = \frac{1.13}{2}$

$L = 0.565m$

65

$^{2} + (0.565)^{2}$

ثنائي القطب في مجال كهربائي منتظم



تعرفنا سابقا في وحدة المجال الكهربائي على الآتي :

1. ثنائي القطب الكهربائي يتكون من شحنة **موجبة** وأخرى **سالبة** متساويتان في المقدار .
2. محصلة شحنة ثنائي القطب تساوي صفر .
3. محصلة القوة (**الشغل المبذول لتحريك ثنائي القطب داخل مجال منتظم**) تساوي صفر.

- **من هذه الحقيقة يبدو أنه من المستحيل تخزين طاقة الوضع في نظام يتكون من ثنائي القطب في مجال منتظم ولكن درسنا سابقا أن ثنائي القطب في مجال منتظم له عزم دوران من خلال العلاقة :**

$$\tau = qEdsin\theta \Rightarrow \tau = PEsin\theta$$

- اتجاه ثنائي القطب يمكن أن يؤدي إلى تخزين طاقة الوضع ويتحدد من العلاقة

$$w = \int \tau(\theta) d\theta$$

- إذا بذلنا عزم دوران خارجيا مضاد لعزم الدوران الذي يواجهه ثنائي القطب من المجال الكهربائي فنتمكن من كتابة العلاقة

$$w = \int \tau(\theta`) d\theta` = \int_{\theta_\circ}^{\theta} -pEsin\theta` d\theta` = -pE \int_{\theta_\circ}^{\theta} sin\theta` d\theta` = pE(cos\theta - cos\theta_\circ)$$

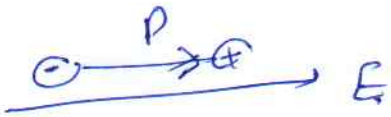
- ويمكن الحصول على طاقة الوضع لثنائي القطب الكهربائي في المجال المنتظم من خلال العلاقة :

$$U = -pE\cos\theta = \vec{p} \cdot \vec{E}$$

1. طاقة الوضع تكون قيمة صغرى عند ($\theta = 0$) حيث يكون عزم ثنائي القطب موازي للمجال .
2. طاقة الوضع تكون قيمة عظمى عند ($\theta = \pi$) حيث يكون عزم ثنائي القطب معاكس للمجال
3. طاقة الوضع تساوي صفر عند ($\theta = \pi/2$) حيث ثابت التكامل

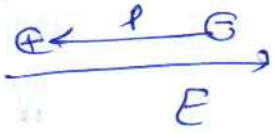
تذكر أن خطوط المجال تتجه من الشحنات الموجبة إلى الشحنات السالبة بينما عزم ثنائي القطب يتجه من الشحنات السالبة إلى الموجبة

$\theta = 0°$



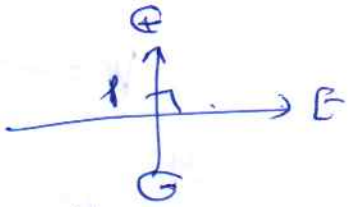
$U = -PE$

$\theta = 180°$

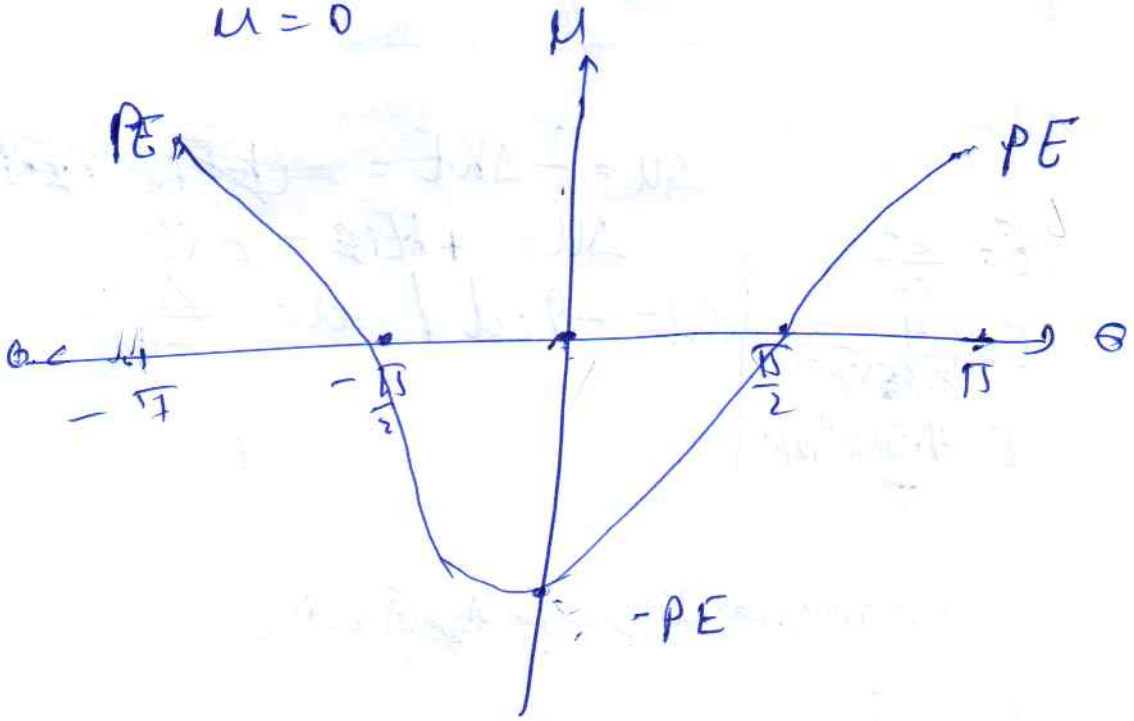


$U = P \cdot E$

$\theta = 90°$



$U = 0$



(10)

15) وضع ثنائي قطب كهربائي داخل مجال كهربائي ثابت مقداره (498 N/C) يتجه شرقا ، إذا علمت أن مقدار عزم ثنائي القطب (1.40×10^{-12} C .m) احسب طاقة الوضع الكهربائية لثنائي القطب في اللحظة التي تكون فيها الزاوية بين عزم ثنائي القطب والمجال الكهربائي (150°)

$U = 6.03 \times 10^{-10}$ J

$$U = -\vec{P}\cdot\vec{E} = -PE\cos\theta$$

$$U = -1.40\times10^{-12} \times 498 \times \cos(150)$$

$$U = 6.04\times10^{-10}\ J$$

16) ثنائي قطب كهربائي له شحنتان مختلفتان في الإشارة مقدار كل منهما (5.0×10^{-15}C) وتفصل بينهما مسافة (0.40 mm) موجه بزاوية (30°) بالنسبة لمجال كهربائي منتظم مقداره (2.0×10^{3} N/C) .

$U = -3.5 \times 10^{-15}$ J

- احسب الشغل المبذول لثنائي القطب .

$$W = -U = --PE\cos\theta$$

$$W = PE\cos\theta = qdE\cos\theta$$

$$W = 5\times10^{-15} \times 0.40\times10^{-3} \times 2\times10^{3} \cos 30 = 3.46\times10^{-15}\ J$$

17) تبعد شحنتان (+e, -e) عن بعضهما مسافة (0.680 nm) في مجال كهربائي منتظم مقداره (4.40KN/C) وموجه بزاوية (45°) بالنسبة لمحور ثنائي القطب . احسب مقدار الطاقة المختزنة في النظام .

$U = -3.39 \times 10^{-25}$ J

$$U = -PE\cos\theta = -qdE\cos\theta$$

$$U = -(1.6\times10^{-19})(0.680\times10^{-9})(4.40\times10^{3})(\cos 45)$$

$$U = -3.39\times10^{-25}\ J$$

18) وضعت شحنتان متساويتان في المقدار ومختلفتان في الاشارة ($q = 1\times10^{-19}$ C) يبعدان عن بعضهما مسافة(1.0nm) في مجال كهربائي منتظم مقداره (9.0×10^{3}N/C)إذا كانت الطاقة المختزنة في النظام ($U = -3.37\times10^{-25}$ J)

$\theta = 112°$

- أوجد مقدار الزاوية التي يميل بها ثنائي القطب مع المجال الكهربائي ؟

$$U = -PE\cos\theta$$

$$\cos\theta = \frac{U}{-PE}$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{U}{-PE}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{U}{-qdE}\right)$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{-3.37\times10^{-25}}{-1\times10^{-19}\times1\times10^{-9}\times9\times10^{3}}\right)$$

$$\theta = 68°$$

- الجهد الكهربائي عند أي نقطة في مجال كهربائي يساوي كمية الشغل المبذول لكل شحنة اختباريه موجبة أو احضار شحنة اختبار موجبة من اللانهاية إلى نقطة ضد القوة الكهروستاتيكية **بدون تسارع** .

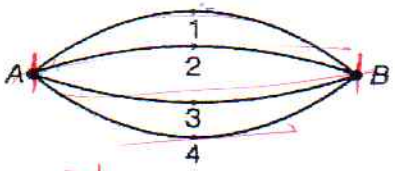
$$V = \frac{W_e}{q_\circ} = \frac{U}{q_\circ}$$

- وحدته الدولية (SI) هي الفولت (1V=1J/C) وهو كمية قياسية .
- **فرق الجهد الكهروستاتيكي :**

① فرق الجهد الكهروستاتيكي بين نقطتين في مجال كهربائي هو كمية الشغل المبذول لتحريك شحنة اختبار موجبة من نقطة إلى نقطة أخرى ضد القوة الكهروستاتيكية **بدون أي تسارع** .

$$V_B - V_A = \frac{W_{AB}}{q_\circ}$$

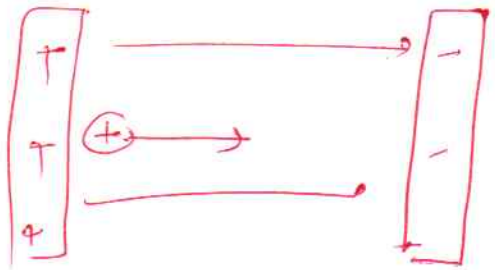
حيث يبذل المجال لأخذ الشحنة (q)من **A** إلى **B** ضد القوة الكهروستاتيكية . وأيضا الخط المماس للمجال الكهربائي من الموقع الابتدائي **A** إلى الموقع النهائي **B** عبر أي مسار هو **فرق الجهد** بين نقطتين في المجال الكهربائي .



② الشغل المبذول على شحنة اختبار بمجال كهروستاتيكي نتيجة لشحنة ما لا يعتمد على المسار ومنها فرق الجهد يكون نفسه لأي مسار فمثلا في الشكل فرق الجهد بين النقطتين (A,B) سيكون نفسه لأي مسار .

مثال 19) تم وضع بروتون بين لوحين موصلين متوازيين في الفراغ وكان فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين (450 V) وتم تحرير البروتون من السكون بالقرب من اللوح الموجب . **ما الطاقة الحركية للبروتون عندما يصل للوح السالب ؟**

$K = 7.21 \times 10^{-17}$ J



$K_f = |\Delta U| = q \cdot \Delta V$

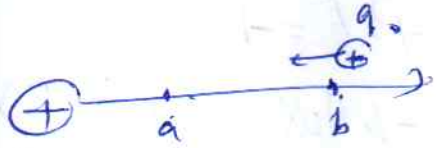
مثال 20) إلكترون يتسارع من السكون عبر فرق جهد (370 V) **ما سرعته النهائية ؟**

$v = 1.14 \times 10^{7}$ m/s

$K - E_i = q \cdot \Delta V$

$v = \sqrt{\frac{2K - E}{m}}$

$$V_a = \frac{-W_{\infty \to a}}{q_0}$$



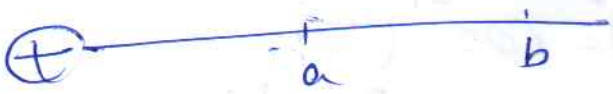
$$\Delta V_{ab} = V_b - V_a = \frac{\Delta U}{q_0}$$

$$\Delta U = q_0 \Delta V$$

$$-\Delta U = W_e = \Delta K.E$$

$$\Delta V = \frac{-W_e}{q_0}$$

$V_a < V_b$



$V_a > V_b$

ما مقدار **الشغل** الذي يبذله مجال كهربائي لتحريك **بروتون** من نقطة جهدها **(180 V)** إلى نقطة جهدها **(-60V)**

$W = 3.84 \times 10^{-17}\ J$

$\Delta V = -60 - 180 = -240$

$W_e = q \cdot \Delta V$

$W_e = -\Delta U$

يتسارع إلكترون من السكون خلال فرق جهد يساوي **(2500 V)** أجب عما يلي :

$v_i = 0\ m/s$

حدد اتجاه حركة الإلكترون .

يتحرك الإلكترون عكس المجال (من الجهد الأقل إلى الجهد الأعلى)

حسب طاقة حركة الإلكترون ؟

$K.E = 4.0 \times 10^{-16}\ J$

$\Delta U = q \cdot \Delta V$

$\Delta U = -\Delta KE$

$-\Delta KE = q \cdot \Delta V$

$\Delta KE = -q \cdot \Delta V$

$KE_f - KE_i = -q\Delta V$

$KE_f = -(-1.6\times10^{-19})(2500)$

$KE_f = 4\times10^{-16}\ J$

ما **فرق الجهد** اللازم لتزويد جسيم ألفا (**2** بروتون ، **2** نيوترون) بطاقة حركية مقدارها **(200.0Kev)**

$\Delta V = -100 \times 10^{3}\ V$

$q = +2e$ / $KE = 200\ Kev = 200\,000\ eV$

$KE = 200000\ eV \times \frac{1.6\times10^{-19}\ J}{1\ eV} = 3.2\times10^{-14}\ J$

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-\Delta KE}{q} = \frac{-3.2\times10^{-14}}{2\times1.6\times10^{-19}}$

$\Delta V = -1\times10^{5}\ V$

يتسارع بروتون من موضع السكون , عبر فرق جهد يبلغ **(500.0 V)** ، ما سرعته النهائية المتجهة ؟

$v = 3.10 \times 10^{5}\ m/s$

$V_i = 0\ m/s$

$-\Delta U = q \cdot \Delta V$

$-(-\Delta KE) = q \cdot \Delta V$

$\Delta KE = q \cdot \Delta V$

$KE_f - KE_i = q \cdot \Delta V$

$\frac{1}{2} m v_f^2 = q \cdot \Delta V$

$v_f = \sqrt{\frac{2\,q \cdot \Delta V}{m}}$

$v_f = \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times500}{1.67\times10^{-27}}}$

$v_f = 3.1\times10^{5}\ m/s$

$W = ??$ / $V_i = 180\ V$ / $V_f = -60\ V$

$V = \frac{-We}{q}$ /

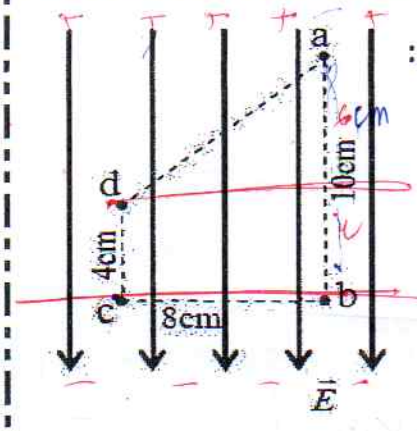
$-We = q \cdot \Delta V$

$We = -q(V_f - V_i)$

$We = -1.6 \times 10^{-19}(-60 - 180)$

$\boxed{We = 3.84 \times 10^{-17}\ J}$

$1eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$



في الشكل المجاور إذا كان مقدار المجال الكهربائي (20 N /C). اجب عما يلي :

1) في النقاط يكون الجهد الكهربائي أكبر من الجهد عند باقي النقاط . فسر إجابتك ؟

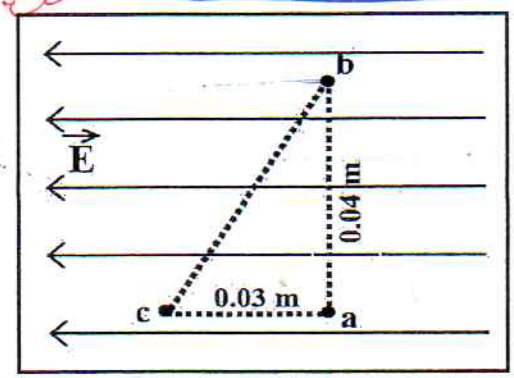
2) بين النقطتين الجهد عندهما متساوي . فسر إجابتك ؟

3) قارن بين شدة المجال الكهربائي عند النقطتين (a) ، (b) مع التعليل

4) قارن بين جهد النقطتين (c) ، (d) ؟

5) احسب فروق الجهد الكهربائية التالية : (ΔV_{ab}) ، (ΔV_{cb}) ، (ΔV_{Cd})

6) احسب الشغل اللازم لنقل بروتون من النقطة (d) إلى النقطة (a)



تقع النقاط (a , b ,c) داخل مجال كهربائي منتظم شدته (200 N / C) كما في الشكل المجاور .

1- احسب فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين (b) و(c)

ΔV =6.0v

2- فسر لماذا تكون طاقة الوضع الكهربائية لإلكترون عند النقطة (a)تساوي طاقة الوضع الكهربائية عند (b)

(27) ⑤ $\Delta V_{ab} = V_b - V_a = -Ed = -(20)(0.10)$

$\Delta V_{ab} = -2V$

$\Delta V_{cb} =$ 0 لأن المسافة عمودية

$\Delta V_{cd} = -Ed = -(20)(-0.04) = 0.8V$

---

⑥ $\Delta V_{da} = -Ed_{d\to a} = -(20)(-0.06) = 1.2V$

$\Delta V = -\frac{We}{q}$ / $We = -q\Delta V = -(1.6\times10^{-19})(1.2)$

$We = -1.92\times10^{-19}\ J$

$\Delta V_{bc} = V_c - V_b$

3-4 : الجهد الكهربائي للشحنات النقطية والشحنة المنتشرة

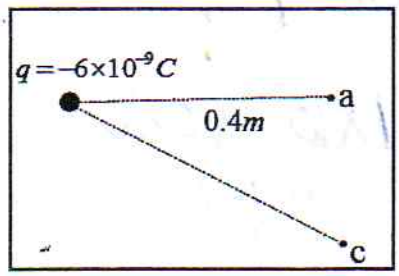
وجه المقارنة	المجـــــال الكهربائي	الجهـــــد الكهربائي
ينشـــــأ عن	الشحنة	الشحنة
رمز الكميـــــة	E	V
نوع الكميـــــة	كمية متجهة تحدد بمقدار واتجاه	كمية قياسية تحدد بمقدار فقط
وحدة القيـــــاس	N / C أو V / m	J / C أو V (الفولت)
تعريفـــــة	القوة الكهربائية المؤثرة على (1C)	طاقة الوضع الكهربائية للشحنة (1C)
القانون المستخدم	$E = K_e \frac{\lvert q \rvert}{r^2}$	$V = K_e \frac{q}{r}$
مقدارها في المالانهاية	$E_\infty = 0$	$V_\infty = 0$
العلاقة بينهما عند نقطة	V = Er	

- يتم تحديد الجهد الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية على مسافة (r) من الشحنة من العلاقة

$$V = \frac{kq}{r}$$

تكون هذه العلاقة صحيحة أيضا عندما تكون q<0 .تولد الشحنة الموجبة جهدا **موجب** بينما الشحنة السالبة تولد جهد **سالب**

س29) معتمدا على بيانات الشكل المجاور .**أجب عما يلي :**



① احسب الجهد وشدة المجال عند النقطة (a) — V= -135 v E = 337.5 N/C

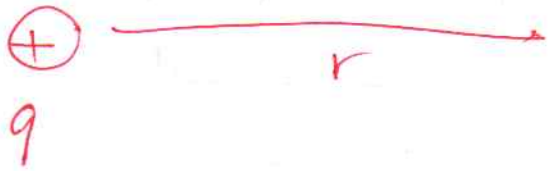
$V = \frac{Kq}{r}$

② إذا كان الجهد عند النقطة (C) يساوي (-108 V) فأوجد بعدها عن الشحنة ؟ — d= 0.5 m

$V = \frac{Kq}{r} \Rightarrow r = \frac{Kq}{V} = \frac{9\times10^9 \times -6\times10^{-9}}{-108} = 0.5m$

③ قارن بين جهد النقطتين (a) ، (C)

$V_C > V_a$



$\frac{V}{E} = \frac{1}{r}$ $\quad V = Er$

① $E = \frac{K|q|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times |-6\times10^{-9}|}{(0.4)^2} = 337.5\,N/C$

$V = \frac{Kq}{r} = \frac{9\times10^9 \times -6\times10^{-9}}{0.4} = -135\,V$

(20)

س30) وضعت الشحنة النقطية (q) في الهواء كما في الشكل المجاور ، فإذا كان مقدار شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) يساوي (4.0×10^2 N/C) والجهد الكهربائي عند نفس النقطة يساوي (5.0×10^2 V) احسب مقدار الشحنة (q)

$V = E\,r$

$V = \frac{kq}{r}$

$q = 6.94 \times 10^{-8}$ C

س31) يمكن لبطارية سيارة جهدها (12 V) ومشحونة بصورة كاملة أن تحتزن شحنة مقدارها (1.44×10^{-6} C)

- احسب الشغل الذي يمكن أن تبذله البطارية قبل أن تحتاج إلى إعادة شحنها ؟

$W = 1.7 \times 10^{-5}$ J

$W = q \cdot \Delta V$

س32) إذا كان الجهد الكهربائي لمولد فان دي جراف يساوي (1.0×10^5 V) وقطره (20.0cm) .

- كم يزيد عدد البروتونات عن الإلكترونات على سطحه ؟

$n = 6.95 \times 10^{12}$ e

$R = 0.10$

$V = \frac{kq}{R}$

$n = \frac{q}{e}$

س33) من المشاكل التي ظهرت أثناء استكشاف المريخ هي تراكم الشحنات الساكنة على مركبات التجول على الأرض ، مما أدى إلى وصول الجهد إلى (100 V) . احسب مقدار الشحنة التي يجب وضعها على سطح جسم كروي نصف قطره (100.0 cm) لكي يصل الجهد الكهربائي أعلى السطح مباشرة إلى (100 V) افترض أن الشحنة موزعة بانتظام .

$V = \frac{kq}{R}$

$q = 11.1$ nC

س34) يتسارع بروتون من السكون خلال فرق جهد (25700 V) احسب طاقة الحركة النهائية للبروتون ؟

$\Delta V = 25700$ V / $V_i = 0$ m/s

$K.E = 4.1 \times 10^{-15}$ J

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = -\frac{\Delta KE}{q}$

$\Delta KE = -\Delta U$

$\Delta KE = -(-\Delta U)$

$\Delta KE = +\Delta U$

$\Delta KE = +q \cdot \Delta V$

$KE_f - KE_i = q \cdot \Delta V$

$KE_f = 1.6 \times 10^{-19} \times 25700 = 4.11 \times 10^{-15}$ J

(30) $E = 4X10^2\ N/C$ / $V = 5X10^2 V$ / $q = ??$

$V = Er$ / $r = \frac{V}{E} = \frac{5X10^2}{4X10^2}$

$r = 1.25m$

$V = \frac{Kq}{r}$ / $q = \frac{Vr}{K} = \frac{5X10^2 X 1.25}{9X10^9}$

$q = 6.94X10^{-8} C$

(31) $\Delta V = 12V$ / $q = 1.44X10^{-6}$ / $We = ??$

$\Delta V = \frac{-We}{q}$ / $We = -q.\Delta V$

$We = -(1.44X10^{-6})(12) = -1.73X10^{-5} J$

(32) $V = 1X10^5 V$ / $r = 0.10m$ / $q = ??$

$V = \frac{Kq}{r}$ / $q = \frac{Vr}{K} = \frac{1X10^5 X 0.10}{9X10^9}$

$q = 1.11X10^{-6} C$

$n = \frac{|q|}{e} = \frac{1.11X10^{-6}}{1.6X10^{-19}} = 6.9X10^{12}$ بروتون

عدد الإلكترونات

(33) $V = 100V$ / $q = ??$ / $r = 1m$

$V = \frac{Kq}{r}$ / $q = \frac{Vr}{K}$ / ~~$q = 100X1X10^9$~~

$q = \frac{100X1}{9X10^9} = 1.11X10^{-8} C$