# ملزمة الوحدة الثالثة الجهد الكهربائي

| تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية |
|---|
| موقع المناهج ⇦ المناهج الإماراتية ⇦ الصف الثاني عشر المتقدم ⇦ فيزياء ⇦ الفصل الثاني ⇦ ملفات متنوعة ⇦ الملف |
| تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 17-01-2026 14:24:00 |

| | |
|---|---|
| المزيد من مادة فيزياء: | ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس |
| | إعداد: حمدي عبد الجواد |

| التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر المتقدم | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| صفحة المناهج الإماراتية على فيسبوك | | | | | |
| المواد على تلغرام | التربية الاسلامية | اللغة العربية | اللغة الانجليزية | الرياضيات | |


| المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر المتقدم والمادة فيزياء في الفصل الثاني | |
|---|---|
| 1 | ملزمة مطابطة لمخرجات التعلم والتقيم لاختيار الفصلي تشمل اسئلة السنوات السابقة منهج انجليزي |
| 2 | ملزمة الوحدة الحادية عشرة Energy Thermal منهج انسباير |
| 3 | ملزمة الوحدة الثالثة الجهد الكهربائي منهج بريدج |
| 4 | ملزمة الوحدة السابعة Magnetism and Electricity منهج انسباير المسار النخبة |
| 5 | أهم الأسئلة المتوقعة ليلة الامتحان القسم الالكتروني الخطة C-102 |

MR: HAMDI
ABDEL GAWWAD

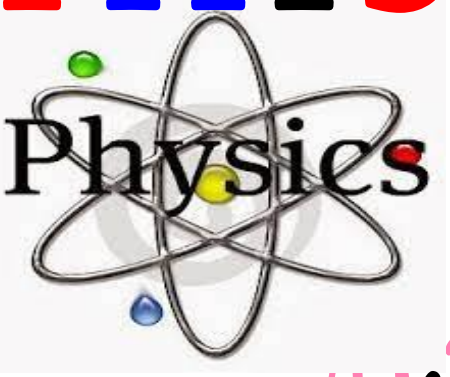
دائـرة التـعـلـيـم والـمـعـرفـة

FIRST SEMESTER

الفصل الدراسي الأول

12 AD

PHYSICS الفيزياء




2022/2023

3

الصف الثاني عشر متقدم

# الجهد الكهربائي

اعداد الأستاذ / حمدي عبد الجواد

HAMDY ABD ELGAWWAD



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

## 3.1 طاقة الوضع الكهربائية

- 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 ( $\Delta U$ )

- 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

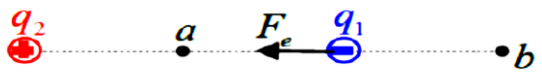
- الشغل دائما هو نفسه بغض النظر عن المسار المتخذ .
- يجب تحديد نقطة مرجعية لطاقة الوضع الكهربائية حيث تكون الحسابات أبسط وهي إذا افترضنا أن نقطة الصفر لطاقة الوضع الكهربائية عندما تكون المسافة بين جميع الشحنات كبيرة جدا بشكل لانهائي .

### ويمكن كتابة المعادلة بالصيغة التالية :

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

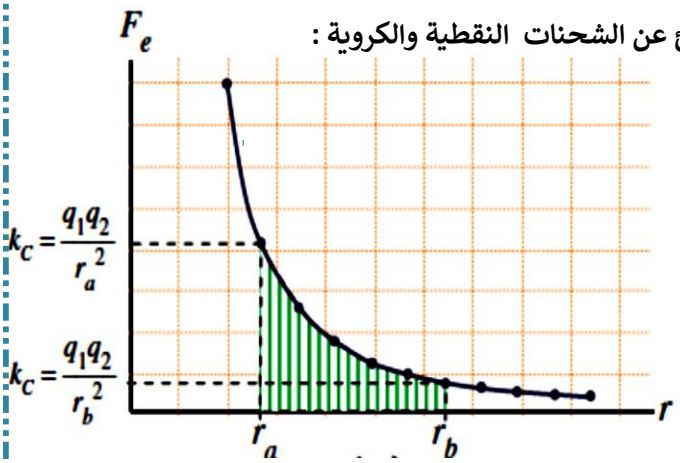
- على الرغم من ان مبدأ طاقة الوضع الصفرية عند المالانهاية مفيد جدا ومقبول بشكل عام للشحنات النقطية ولكن في بعض الحالات الفيزيائية يكون هناك سبب لتحديد طاقة وضع مرجعية عند نقطة ما في الفضاء .
- الحالات التي لا يتم فيها اعتبار طاقة الوضع عند المالانهاية مساوية للصفر هي التي تتضمن مجال كهربائي منتظم

HAMDY ABD EL-GAWAD




**شغل المجال الكهربائي** $(W_e)$

$$W = -\Delta U$$




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

1. إذا تحركت الشحنة بنفس اتجاه $(F_e)$ فإن المجال يبذل شغل موجبا فتقل $(\Delta U)$ 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 شغل سالبا فتزداد $(\Delta U)$ وتصبح موجبة

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

| نوع الشحنتان | عند الاقتراب | عند الابتعاد |
|---|---|---|
| شحنتان متشابهتان في النوع | تزداد | تقل |
| شحنتان مختلفتان في النوع | تقل | تزداد |

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

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

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

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

**ملاحظة هامة**

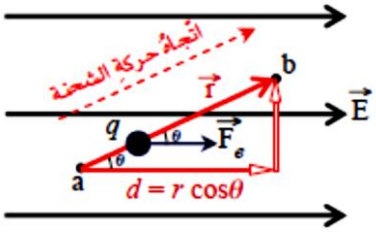
**من خلال دراستك لنظرية الشغل والطاقة فإن الشغل (W) اللازم بذله على الجسيمات لتقريبها وإبقائها ثابتة يساوي (U)**

- إذا كانت الشحنتان مختلفتان في النوع تكون الطاقة المختزنة $(U)$ سالبة . يجب بذل شغل سالب ( قوة المجال تبذل شغل لنقل الشحنات فتقل طاقة وضعها ) لجلبهما من اللانهاية وتقريبهما وإبقائهما دون حركة .

- إذا كانت الشحنتان متشابهتان في النوع تكون الطاقة المختزنة $(U)$ موجبة .يجب بذل شغل موجب (قوة خارجية تبذل شغلاً على النظام فتزداد طاقة الوضع ) لجلبهما من اللانهاية وتقريبهما وإبقائهما دون حركة .

HAMDY ABDALJAWAD

## ✸ حالة خاصة : الشحنة في مجال كهربائي منتظم



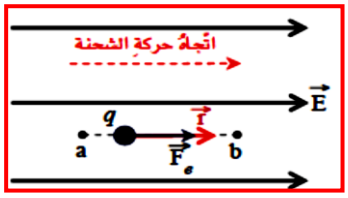

إذا وضعت شحنة موجبة ($q$) في مجال كهربائي منتظم , فإن المجال يؤثر عليها بقوة كهربائية ( $F = qE$) ما يعني أنها إذا نقلت من النقطة ( a ) إلى النقطة ($b$) كما في الشكل المجاور .

فإن المجال يبذل عليها شغلا يتم تحديده من العلاقة:

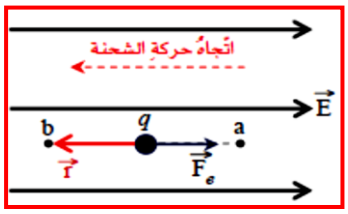
$$\Delta U = -W_e$$
$$= -\vec{F}_e.\vec{r} = -q\vec{E}.\vec{r}$$
$$= -qEr\cos\theta$$
$$= -qEd$$

حيث ($r$) إزاحة الشحنة , ( $\theta$ ) الزاوية بين اتجاه المجال واتجاه إزاحة الشحنة , ($d$) مركبة إزاحة الشحنة باتجاه المجال

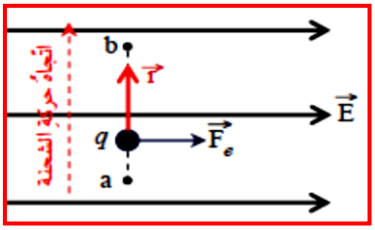
**مهم جدا**




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



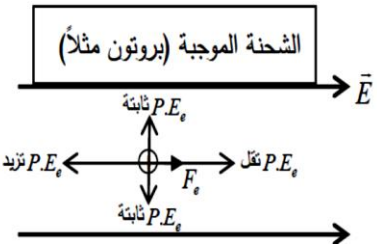

② إذا تحركت الشحنة عكس اتجاه ($F_e$) فإن المجال يبذل شغلا سالبا فتزيد($U$).

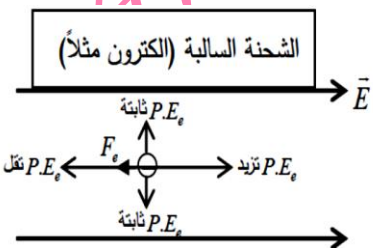



③ إذا تحركت الشحنة عموديا على اتجاه المجال($F_e$) فإن المجال لا يبذل شغلا وتبقى ($U$))ثابتة .

④ جميع النقاط العمودية على المجال متساوية في طاقة الوضع الكهربائية

| حركة الشحنة | في اتجاه المجال | عكس المجال | عمودي على المجال |
|---|---|---|---|
| البروتون | تقل | تزداد | تبقى ثابتة ، U=0 |
| الإلكترون | تزداد | تقل | تبقى ثابتة ، U=0 |

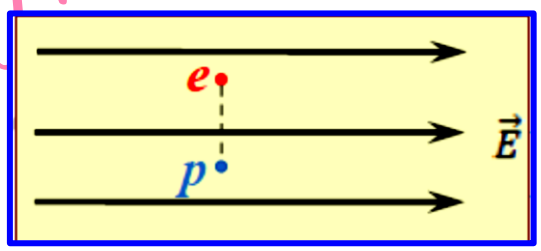



باتجاه المجال $d$ موجبة ، عكس اتجاه المجال $d$ سالبة ، عمودي على المجال $d$ صفر ، مائل على المجال $d$ نأخذ المركبة موازية للمجال

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

**س 1)** وضع إلكترون وبروتون داخل مجال كهربائي منتظم ، أكمل الجدول الآتي :

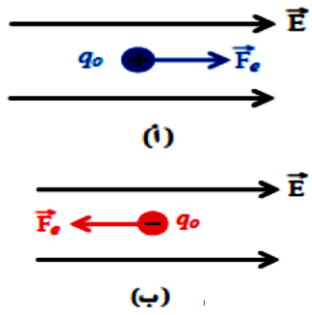



| الجسيم | اتجاه حركة الجسيم بالنسبة لاتجاه المجال الكهربائي | طاقة وضع الجسيم ( تقل ، تزداد ، لا تتغير ) |
|---|---|---|
| إلكترون | | |
| بروتون | | |



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

## ✹ 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($ME$) تبقى ثابتة في غياب (الاحتكاك والإشعاع )

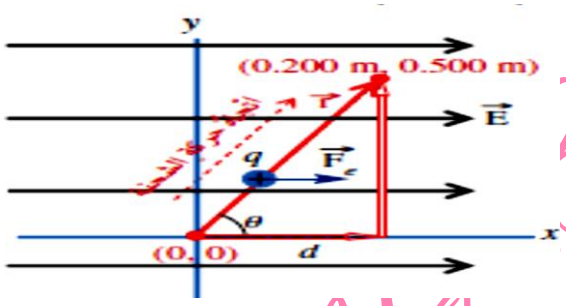
$$M.E = K.E + U$$

### مثال

تنتقل الشحنة الموجبة($q = 12.0\ \mu C$)في مجال كهربائي منتظم من نقطة أصل الإحداثيات إلى النقطة($x = 20\ cm\ ,\ y = 50\ cm$)

إذا كانت شدة المجال ($E = 250\ N/C$) واتجاهه باتجاه محور($X$) الموجب

- ما التغير في طاقة وضع الشحنة الكهربائية ؟




### الحـــل

$$\Delta U = -qEd$$

$$\Delta U = -(12\ x\ 10^{-6})(250)(0.20 - 0.0)$$

$$\Delta U = 6.0\ x\ 10^{-4}\ J$$

**س 2)** يتحرك جسيم مشحون مسافة ($0.06m$) باتجاه مجال كهربائي منتظم شدته ($55\ N/C$) فتقل طاقة وضعه الكهربائية بمقدار ($5.0\ x\ 10^{-16}\ J$) . احسب كمية شحنة الجسيم وحدد نوعها ؟

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

**س 3)** يتحرك إلكترون مسافة ($4.50\ m$) بعكس اتجاه مجال كهربائي منتظم شدته ($325\ N/C$) .

- جد التغير في طاقة وضع الإلكترون ؟

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

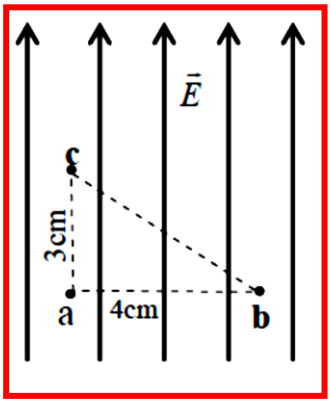


الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

**س 4)** يتحرك جسيم مسافة $(10.0\ m)$ بعكس اتجاه مجال كهربائي منتظم شدته $(75\ N/C)$ فتنقص طاقة وضعه الكهربائية بمقدار $(4.8\ x\ 10^{-16}\ J)$ ما شحنة الجسيم ؟

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

**س 5)** ( 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 الموقع الثاني إلى الثالث بقيت طاقة الوضع ثابتة ،اجب عما يلي:




I - حدد موقع البروتون الابتدائي والنهائي ؟

II – احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية للبروتون نتيجة انتقاله بين الموضعين الابتدائي والنهائي علما بأن شحنة البروتون ( $q = 1.6\ x10^{-19}\ C$ )

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

**س 6)** يبين الشكل ( أ ) في الجدول أدناه شحنة نقطية تركت حرة في مجال كهربائي منتظم فتحركت تحت تأثيره بينما 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 | | بقيت ثابتة |
| نوع الشحنة | | موجبة |
| اتجاه المجال الكهربائي | $\vec{E}$ | |

**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 $(Q)$

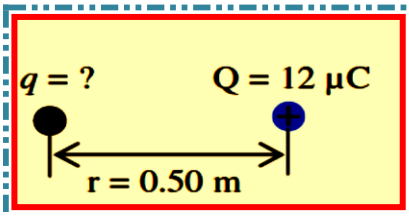
$|\Delta U| = 1.6J$



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي
HAMDI ABD ELGAWAD

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

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




I – ما نوع الشحنة $(q)$ ؟ وما مقدارها ؟

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

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

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

**س 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 $(-4.1\ x\ 10^{-4}\ J)$

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

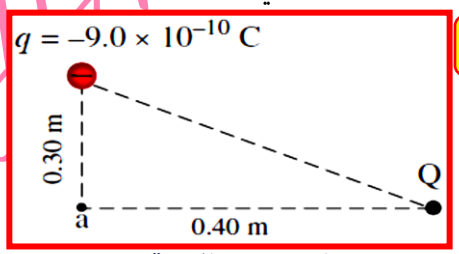
$|q| = 4.8\ x\ 10^{-8}\ C$

② ما مقدار كل من الشحنتين ؟

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

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

**س 11)** وضعت شحنتان $(Q\ ,\ q)$ في الهواء إذا كان مقدار الشحنة $(Q = 5\ x10^{-6}\ C)$ واعتماداً على البيانات في الشكل المجاور




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

$U = -8.1\ x\ 10^{-5}\ J$

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

HAMDY ABD ELGAWAD

س 3.24) 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 $(0.236nm)$ .

① احسب مقدار الشغل اللازم بذله لزيادة المسافة بين الأيونين إلى $(10.0\ cm)$ ؟

$W = 9.6\ x\ 10^{-19}\ J$

س 3.25) كرة معدنية كتلتها $(3.0\ x\ 10^{-6}\ kg)$ وشحنتها $(5.0mc)$ وطاقتها الحركية $(6.0\ x\ 10^{8}J)$ وتتحرك في مستوى لانهائي من الشحنات وتوزيع الشحنة $(4.0\ C/m^2)$ فإذا كانت حاليا على بعد $(1.0\ m)$ عن مستوى الشحنة .

① ما المسافة التي تقطعها الكرة في المستوى حتى تتوقف ؟

$d = 0.7345\ m$

س 12)مجال كهربائي منتظم مقداره $(8.0\ x\ 10^{4}\ N/C)$في اتجاه محور $(X)$ السالب .وضع فيه إلكترون شحنته $(-1.6\ x\ 10^{-19}\ C)$ وترك ليتحرك بحرية فإذا تحرك الإلكترون مسافة $(0.5\ m)$ أجب عما يلي :

① حدد اتجاه حركة الإلكترون .

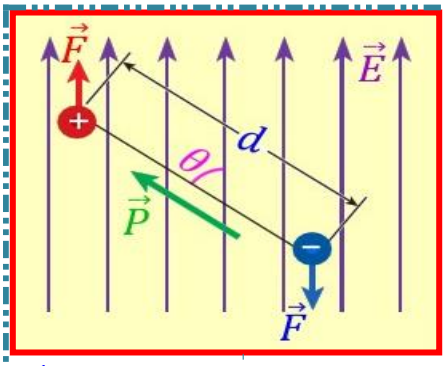
② احسب طاقة حركة الإلكترون في نهاية المسافة ؟

$K.E = 6.4\ x\ 10^{-15}\ J$

③ احسب سرعة الإلكترون في نهاية المسافة علما بأن $(me = 9.1\ x\ 10^{-31}\ Kg)$

$v = 1.19\ x\ 10^{8}\ m/s$

HAMDY ABD ELG-AWWAD




## ثنائي القطب في مجال كهربائي منتظم

إثرائي

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

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

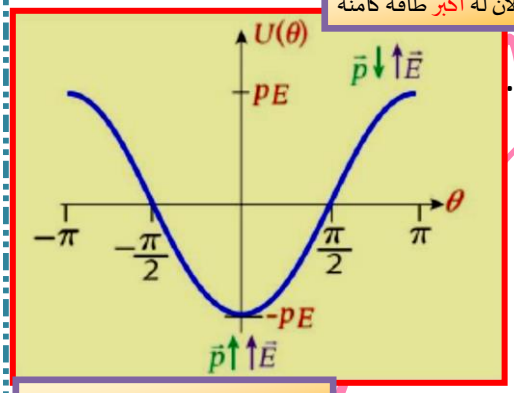
- إذا بذلنا عزم دوران خارجيا مضاد لعزم الدوران الذي يواجهه ثنائي القطب من المجال الكهربائي فنتمكن من كتابة العلاقة

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

ويمكن الحصول على طاقة الوضع لثنائي القطب الكهربائي في المجال المنتظم:

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

أقل استقراراً لأن له أكبر طاقة كامنة




أكثر استقراراً لأن له أقل طاقة كامنة

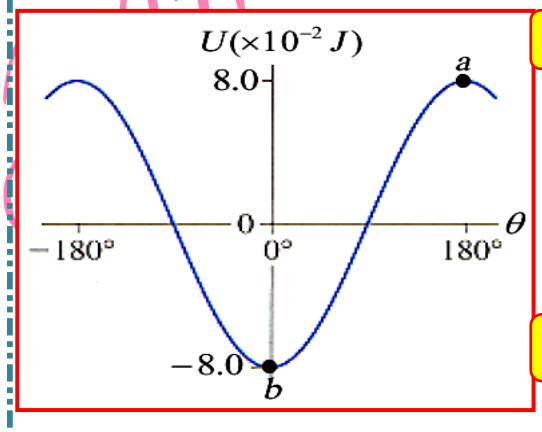
① طاقة الوضع تكون قيمة صغرى عند $\theta = 0$ حيث يكون عزم ثنائي القطب موازي للمجال .

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.

**مثال :**

الرسم البياني المجاور يبين العلاقة بين طاقة الوضع كدالة للزاوية بين ثنائي القطب الكهربائي والمجال الكهربائي الخارجي المنتظم $(4.0\ x\ 10^3 N/C)$ واتجاهه نحو محور $x$ الموجب .




- ما مقدار عزم ثنائي القطب ؟

$P = 2.0x\ 10^{-5}\ C.m$

- حدد اتجاه عزم ثنائي القطب عن النقطتين (a, b) ؟
- احسب مقدار طاقة الوضع الكهربائية لثنائي القطب عند الزاوية $(\theta = 120^\circ)$

$U = -4.0\ x\ 10^{-2} J\ m/s$

**س13)** وضع ثنائي قطب كهربائي داخل مجال كهربائي ثابت مقداره ( $498\ N/C$ ) يتجه شرقا ، إذا علمت أن مقدار عزم ثنائي القطب ($1.40\ x\ 10^{-12}\ C\ .m$) احسب طاقة الوضع الكهربائية لثنائي القطب في اللحظة التي تكون فيها الزاوية بين عزم ثنائي القطب والمجال الكهربائي ($150°$ )

U= 6.03 X $10^{-10}$ J

**س14)** ثنائي قطب كهربائي له شحنتان مختلفتان في الإشارة مقدار كل منهما ($5.0\ x\ 10^{-15}C$) وتفصل بينهما مسافة ($0.40\ mm$) موجه بزاوية ($30°$) بالنسبة لمجال كهربائي منتظم مقداره ($2.0\ x\ 10^{3}N/C$) .

- احسب الشغل المبذول لثنائي القطب .

U=- 3.5 X $10^{-15}$ J

**س15)** 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 X $10^{-25}$ J

**س16)** وضعت شحنتان متساويتان في المقدار ومختلفتان في الاشارة ($q\ = 1.0x\ 10^{-19}\ C$) يبعدان عن بعضهما مسافة($1.0\ nm$) في مجال كهربائي منتظم مقداره ($9.0\ x\ 10^{3}N/C$)إذا كانت الطاقة المختزنة في النظام ( $U\ = 3.37\ x10^{-25}\ J$ )

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

$\theta\ =\ 112°$

HAMDY ABD ELG-AWAD

## 3.2 تعريف الجهـد الكهـــربائي

- الجهد الكهربائي عند نقطة :

طاقة الوضع الكهربائية لجسيم مشحون بشحنة موجبة ($q$) موضوعة في النقطة مقسومة على كمية الشحنة

$$V = \frac{-W}{q_\circ} = \frac{U}{q_\circ}$$

- وحدته الدولية ($SI$) هي الفولت ($1V = 1J/C$) وهو كمية قياسية ( ليس له اتجاه) .

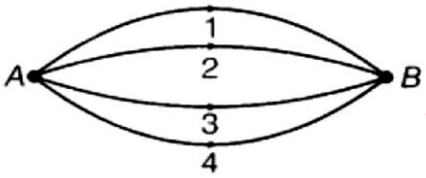
- **فرق الجهد الكهروستاتيكي :**

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 .

$$\Delta V = V_f - V_i = \frac{\Delta U}{q_\circ} = -\frac{W_e}{q_\circ}$$

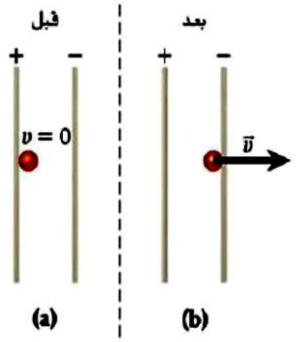
حيث يبذل المجال لأخذ الشحنة ( $q$)من $A$ إلى $B$ ضد القوة الكهروستاتيكية . وأيضا الخط المماس للمجال الكهربائي من الموقع الابتدائي A إلى الموقع النهائي B عبر أي مسار هو فرق الجهد بين نقطتين في المجال الكهربائي .

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 المجاور فرق الجهد بين النقطتين (A,B) سيكون نفسه لأي مسار .




### مثال 3.1

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 ؟




$$K.E = 7.21\ x\ 10^{-17}\ J$$

س 3.26) إلكترون يتسارع من السكون عبر فرق جهد ($370\ V$) ما سرعته النهائية ؟

$$v_f = 1.14\ x\ 10^{7} m/s$$


الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

**س 3.27)** ما مقدار الشغل الذي يبذله مجال كهربائي لتحريك بروتون من نقطة جهدها ($180\ V$) إلى نقطة جهدها($-60V$)

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

**س 3.28)** ما فرق الجهد اللازم لتزويد جسيم ألفا (2 بروتون ، 2 نيوترون ) بطاقة حركية مقدارها ($200.0Kev$)

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

**س 3.29)** يتسارع بروتون من موضع السكون , عبر فرق جهد يبلغ ($500.0\ V$) ، ما سرعته النهائية المتجهة ؟

$v_f = 3.10\ x\ 10^{5} m/s$

**س17)** يتسارع إلكترون من السكون خلال فرق جهد يساوي ($2500\ V$) أجب عما يلي :

1. حدد اتجاه حركة الإلكترون .
2. احسب طاقة حركة الإلكترون ؟

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

**مراجعة المفاهيم 3.1**

تم وضع إلكترون على المحور $X$ ثم إطلاقه ليتحرك عليه وكانت قيمة الجهد الكهربائي ($-20\ V$) .

- أيّ العبارات التالية تصف الحركة التالية للإلكترون؟

a) سيتحرك الإلكترون نحو اليسار لأنه ذو شحنة سالبة .

b) سيتحرك الإلكترون نحو اليمين لأنه ذو شحنة سالبة .

c) سيتحرك الإلكترون نحو اليسار لأن الجهد الكهربائي سالب .

d) سيتحرك الإلكترون نحو اليمين لأن الجهد الكهربائي سالب .

e) لا توجد معلومات كافية لتوقع حركة الإلكترون .

HAMDY ABD ELGAWAD

ذاتي

- **البطاريات** :

1. تعد البطاريات أحد الوسائل الشائعة لتوليد الجهد الكهربائي وذلك يتم من خلال حدوث تفاعلات كيميائية داخل البطارية من أجل توفير مصدر لفرق جهد ثابت بين طرفيها .
2. في البطارية القلوية يحدث تفاعل كيميائي عند أحد القطبين ينتج عنه إلكترونات تتراكم على ذلك القطب.
3. القطب الذي تتراكم عنده الإلكترونات يصبح جهده أقل من جهد القطب الآخر ويسمى (القطب السالب ).
4. عند وصول الإلكترونات إلى القطب الموجب للبطارية تكون قد فقدت كامل الطاقة التي اكتسبتها وتدخل الإلكترونات في تفاعل كيميائي آخر .

**مميزات بطارية الليثيوم** :

1. تتميز بطارية الليثيوم أيون بأن كثافة طاقتها أكبر بكثير من البطاريات التقليدية .
2. كما انه يمكن اعادة شحنها مئات المرات، ليس لها تأثير ذاكرة .
3. تحتفظ بالشحنة خلال فترة الصلاحية ويمكن تخزينها فترات طويلة قبل الاستخدام .
4. تبلغ كفاءتها (90 %) مقارنة بالبنزين الذي يبلغ كفائتة (20 %)

**عيوب بطارية الليثيوم** :

1. انه اذا تم تفريغها تماما لا يمكن إعادة شحنها مرة أخرى .
2. تعمل البطارية بشكل أفضل إذا لم يتم شحنها إلى مايزيد عن (80%) من السعة وإذا لم يتم تفريغها إلى أقل من (20%)
3. الحرارة تضعف من كفاءة بطاريات الليثيوم .
4. إذا تم تفريغ البطارية بسرعة كبيرة فيمكن أن تشتعل المكونات أو تنفجر لمعالجة هذه المشكلة (تحتوي معظم حزم بطاريات الليثيوم أيون على دارة إلكترونية مدمجة صغيرة تحمي البطارية )

**مثال 3.2**

تصل سعة حزمة بطارية سيارة تسلا الكهربائية إلى ($53KWh$) من الطاقة ، وعادة يتم شحن حزمة البطارية حتى (80%) من سعتها وتفريغها إلى (20%) من سعتها .تحمل السيارة التي تعمل بالبنزين عادة ($50\ L$) ويبلغ محتوى طاقة البنزين ($34.8MJ/L$) .

- كيف تقارن الطاقة المتوفرة في بطارية الليثيوم بالطاقة التي تحملها سيارة تعمل بالبنزين ؟

$E_{ele}$=103 MJ
$E_{gas}$=348 MJ

HAMDY ABD ELGAWAD

## مولد فان دي غراف ( مولد الكهرباء الساكنة )

إثرائي

- **طريقة عمل الجهاز :**

① يولد الجهاز الكهرباء الساكنة إلى الحزام المتحرك في الطرف الأسفل .

② تنتقل الشحنات من الحزام المتحرك إلى القبة الفلزية في الطرف العلوي .

③ يبذل المحرك الكهربائي الشغل اللازم لزيادة فرق الجهد الكهربائي مما يؤدي لتراكم الشحنات في القبة الفلزية .

✸ علل : عندما يلمس شخص ما قبة مولد فان دي جراف يتنافر شعر الشخص ويتغير اتجاهه؟

- **معجل فان دي جراف الترادفي :**

1. معجل فان دي جراف هو معجل جسيمات يستخدم جهود كهربائية عالية لدراسة عمليات الفيزياء النووية .
2. يبلغ فرق جهد الجهاز حوالي (10 مليون فولت)
3. تتولد الأيونات السالبة عن طريق ربط الإلكترون بالذرات حتى يتم تسريعه .
4. تتسارع الأيونات السالبة بعد ذلك في اتجاه الطرف( الموجب الشحنة ) .
5. تمر الأيونات عبر رقاقة تنتزع الإلكترونات مولدة أيونات موجبة الشحنة ، تتسارع بعيدا عن هذا الطرف خارج المعجل .

### مثال 3.3

- ما أعلى طاقة حركية يمكن أن تكتسبها أنوية الكربون في هذا المعجل الترادفي ؟

$$\Delta K = |\Delta U| = |q_1 \Delta V| + |q_2 \Delta V| = K$$

$$K = e\Delta V + 6e\Delta V = 7e\Delta V$$

$$K = 7(1.6\,x10^{-19})\,(10\,x\,10^{6}) = 1.12\,x\,10^{-11}\,J$$

- ما أعلى سرعة يمكن أن تكتسبها أنوية الكربون في هذا المعجل الترادفي ؟

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$(1.12\,x\,10^{-11}) = (0.5)(1.99\,x\,10^{-26})\,(v^2)$$

$$v = 3.36\,x\,10^{7}\,m/s$$

## مسألة محلولة 3.1

• تتسارع أيونات الأكسجين ($O^{16}$) المجردة تماما ( المنزوع منها جميع الإلكترونات )من السكون في معجل جسيمات باستخدام فرق جهد مقداره ($10.0MV$) وتحتوي نواة الأكسجين على ($O^{16}$)على( 8 بروتون ,8 نيوترون) ، ينتج المعجل حزمة تتكون من ($3.3\ x\ 10^{12}$) أيونات في الثانية. وتتوقف الحزمة تماما في ممتص الحزمة .

• ما اجمالي القدرة التي يجب أن يمتصها ممتص الحزمة ؟

طاقة الوضع الكهربائية التي اكتسبها كل أيون أثناء عملية العجلة تتحدد من العلاقة :

$$U_{ion} = q\Delta V = ZeV$$

لحساب القدرة التي تتبدد في ممتص الحزمة نستخدم العلاقة :

$$P = NZeV$$

حيث ($N$) تمثل عدد الأيونات التي توقفت في ممتص الحزمة كل ثانية

$$P = (3.13\ x\ 10^{12})\ (8)(1.6\ x10^{-19})\ (10.0\ x10^{6}) = 40.1\ W$$

س 3.32) تتسارع ايونات كبريت مجردة تماما ($S^{32}$) من حالة السكون في معجل يستخدم إجمالي فولتية ($1.0\ x10^{3}MV$) ويحتوي ($S^{32}$) على (16بروتون ،16 نيوترون ) ينتج المعجل حزمة تتكون من ($6.61\ x\ 10^{12}$)أيون في الثانية ، تتوقف الحزمة تماما في ممتص الحزمة .اجب عما يلي :

① احسب طاقة الوضع الكهربائية التي اكتسبها كل أيون أثناء عملية العجلة ؟

$U_{ion}=2.56\ X\ 10^{-9}\ J$

② ما اجمالي القدرة التي يجب أن يمتصها ممتص الحزمة ؟

$P = 1.69\ x10^{4}\ W$

③ احسب السرعة المتجهة لكل أيون ؟ (علما بأن $m_p = m_n = 1.67\ x\ 10^{-27}kg$)

$v_f = 309.6\ M\ m/s$

HAMDY ABD Eng Amad

## 3.3 أسطح وخطوط تساوي الجهـد

**سطح تساوي الجهد** : هي نقاط داخل المجال الكهربائي يكون فرق الجهد بينهما صفرا . ويكون الشغل المبذول لنقل الشحنات الكهربائية بينهما صفرا .

**تعريف آخر** : هي نقاط داخل المجال الكهربائي يكون فيها الجهد متساويا .

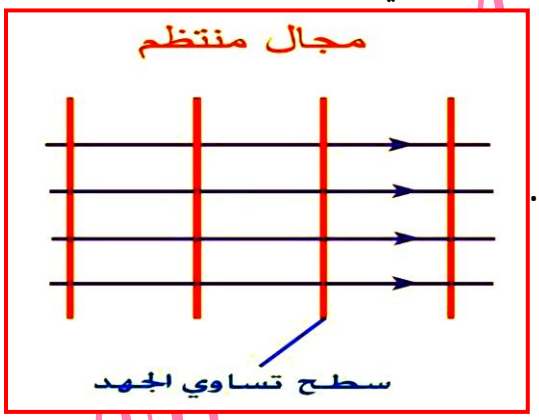
**علل** : عند تحريك شحنة اختبار موجبة في مسار دائري حول شحنة كهربائية فإن الشغل المبذول (وكذا فرق الجهد بين أي نقطتين في المسار الدائري ) يكون صفرا

**ج**: لان القوة الكهربائية تكون متعامدة مع اتجاه الحركة ، وبذلك يكون الشغل المبذول لتحريك الشحنة صفرا.وبالتالي يصبح فرق الجهد مساويا للصفر تبعا للعلاقة :

$$V = \frac{-W}{q_\circ} = \frac{\Delta U}{q_\circ}$$

**ملاحظات هامة**

1. يشكل سطح أي موصل سطحا لتساوي الجهد .
2. تختلف سطوح تساوي الجهد بحسب المجال الكهربائي ( مجال منتظم أم مجال غير منتظم )
3. السطوح متساوية الجهد لا تتقاطع مع بعضها البعض لأنها تعطي اتجاهين للمجال عند نقطة التقاطع وهذا مستحيل .
4. السطوح متساوية الجهد هي فراغ مغلق في منطقة يكون المجال فيها أكبر.
5. المجال الكهربائي يكون دائما متعامد على السطح متساوي الجهد عند كل نقطة منه ويتجه من سطح متساوي الجهد ذو الجهد الأعلى إلى السطح متساوي الجهد ذو الجهد الأقل .
6. الشغل المبذول لتحريك شحنة اختبار من نقطة على سطح متساوي الجهد إلى آخرى يساوي صفرا




- **المجال الكهربائي المنتظم** :

♣ هو مجال كهربائي ثابت في الشدة والاتجاه عند جميع النقاط .

♣ خطوط المجال مستقيمة ومتوازية وتبعد عن بعضها البعض مسافات متساوية .

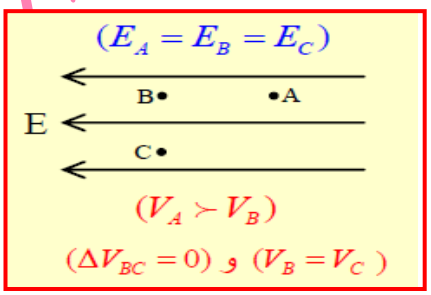
♣ يولد هذا المجال أسطح تساوي جهد في شكل مستويات متوازية .

♣ أسطح تساوي الجهد (الخطوط الحمراء )الناتجة عن مجال كهربائي منتظم

**من خلال الرسم التوضيحي في الشكل المجاور ينبغي معرفة الآتي** :

1. شدة المجال ($E$) متساوية عند جميع النقاط .
2. دائما المجال يتجه من النقطة الأعلى جهد (اللوح الموجب) إلى النقطة الأقل جهدا ( اللوح السالب )
3. النقاط العمودية على المجال متساوية في الجهد (سطح تساوي الجهد ).
4. فرق الجهد في المجال المنتظم يحسب من العلاقة :

$$\Delta V_{12} = E d_{1\to 2}$$



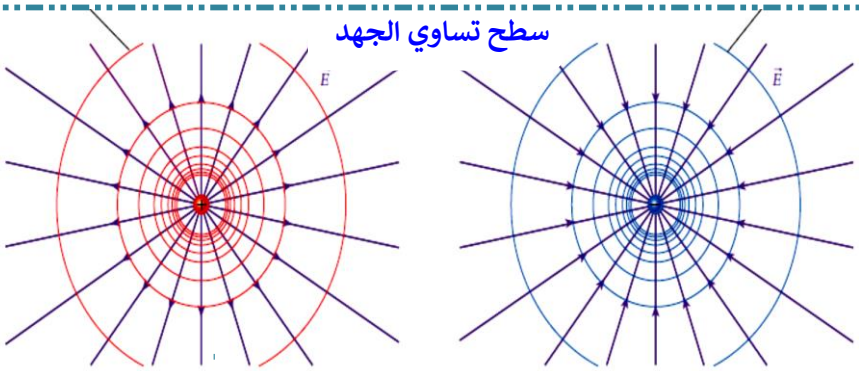

باتجاه المجال $d$ : سالبة ، عكس المجال $d$ : موجبة

عمودي على المجال $d$ : صفر ، مائل بزاوية مع المجال : نأخذ المركبة الموازية للمجال



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

سطح تساوي الجهد

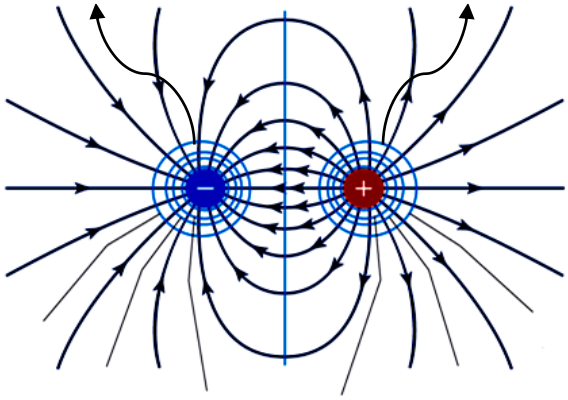


- **شحنة نقطية واحدة** :

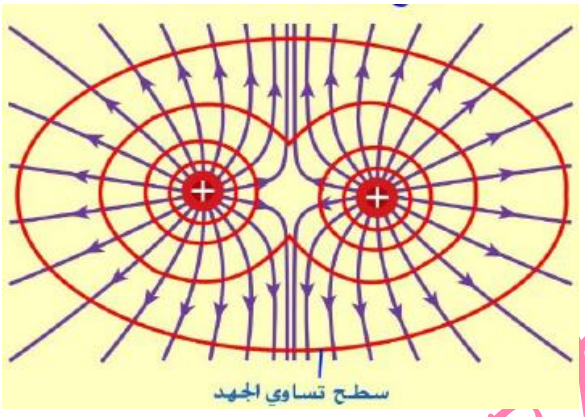
1. الشكل المجاور يوضح المجال وخطوط تساوي الجهد الناتجة عن شحنة نقطية واحدة .
2. تمتد خطوط المجال على امتداد أنصاف الأقطار خارجة من الشحنة الموجبة متجهة للمالانهاية .
3. بالنسبة للشحنة السالبة تنشأ خطوط المجال عند اللانهاية وتنتهي عند الشحنة السالبة
4. خطوط تساوي الجهد هي دوائر مركزها الشحنة النقطية .
5. تمثل الدوائر الخطوط التي يتقاطع عندها مستوى الصفحة مع المجسمات الكروية متساوية الجهد .

- **شحنتان نقطيتان مختلفتا الشحنة** :

سطح تساوي الجهد موجب سطح تساوي الجهد سالب



**شحنتان نقطيتان متماثلتا الشحنة**




**علل: سطوح تساوي الجهد متعامدة مع خطوط المجال الكهربائي ؟**

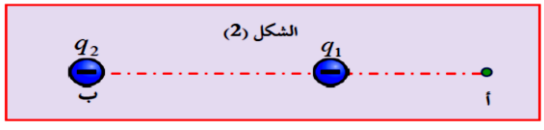
ج :لأنها لو لم تكن متعامدة لكان هناك مركبة للمجال الكهربائي باتجاه سطح تساوي الجهد ، حيث تعمل هذه المركبة على تحريك الشحنات الموجبة باتجاهها (أي أن هناك انتقال للشحنة من نقطة إلى أخرى)مايعني وجود فرق جهد بين النقطتين

**س 3.13) أيّ العبارات التالية غير صحيحة ؟**

a) خطوط تساوي الجهد موازية لخطوط المجال الكهربائي .
b) خطوط تساوي الجهد لشحنة نقطية تكون دائرية .
c) توجد أسطح تساوي الجهد لأي توزيع للشحنات .
d) عندما تتحرك شحنة على أحد أسطح تساوي الجهد تكون قيمة الشغل المبذول على الشحنة صفراً .

**س 3.17) هل يمكن أن يتقاطع خطان متساويا الجهد ؟ فسر إجابتك**

**س18)من خلال الشكل ماذا يحدث لكل من الجهد الكهربائي وطاقة الوضع الكهربائية للشحنة ($q_1$) عند نقلها من موضعها إلى النقطة (أ)**

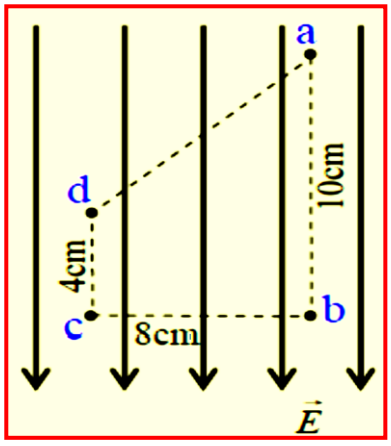



| | فرق الجهد | طاقة الوضع الكهربائية |
|---|---|---|
| الشكل(1) | | |
| الشكل(2) | | |



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

HAMDY ABD ELJAWAD




**س19)** في الشكل المجاور إذا كان مقدار المجال الكهربائي ($20\ N/C$). اجب عما يلي :

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

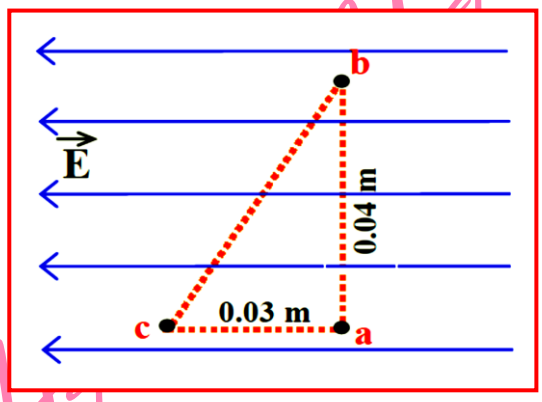
2 ) سم نقطتين الجهد عندهما متساوي . فسر إجابتك ؟

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 : $(\Delta V_{ab})$، $(\Delta V_{cb})$، ، $(\Delta V_{ad})$ ،

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



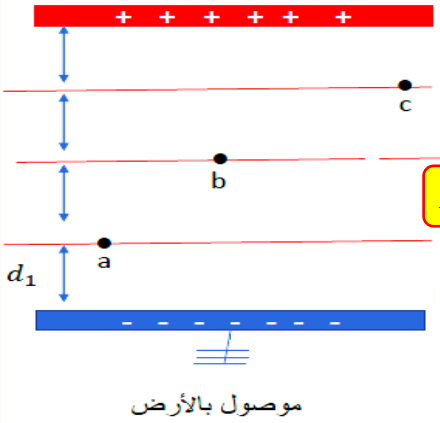

**س20)** تقع النقاط ( $a$ , $b$ , $c$ ) داخل مجال كهربائي منتظم شدته ( $200\ N/C$ ) كما في الشكل المجاور .

1- احسب فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين ($b$ ) و( $c$ ) $\Delta V = 6.0\ V$

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

3- ماذا يحدث للجهد الكهربائي لبروتون عندما ينتقل من (c) إلى (b) ثم من (b) إلى (a)

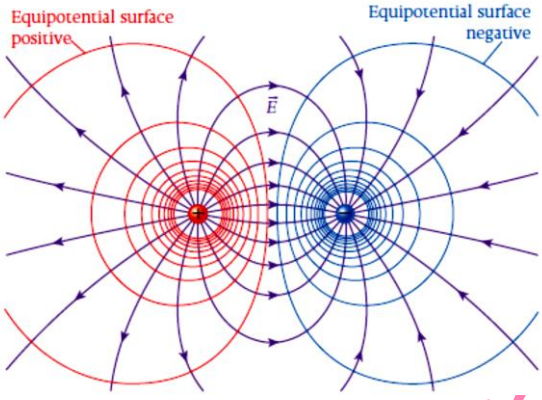
H. ABD ELG-AWAD




**س21)** صفيحتان فلزيتان متوازيتان شحنت الصفيحة $(A)$ بشحنة موجبة وجهدها $(140\ V)$ ووصلت الصفيحة $(B)$ بالأرض فشحنت بالحث بشحنة سالبة . والشكل يبين سطوح تساوي الجهد في الحيز بين الصفيحتين فإذا كانت المسافة بين الصفيحتين $(20\ mm)$

1) احسب المجال الكهربائي الناشيء بين الصفيحتين و حدد اتجاهه ؟ $E = 7.0\ x10^3\ V/m$

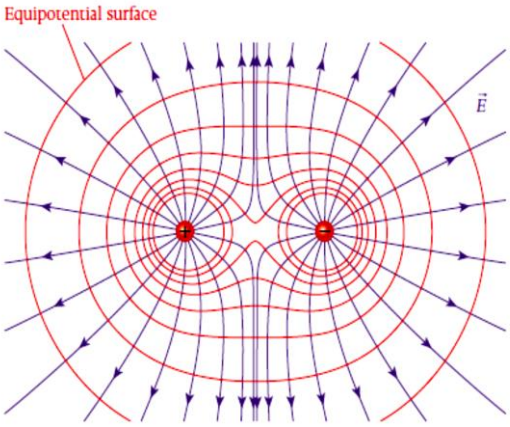
2) احسب الجهد الكهربائي عند النقطة a ؟ $V_a = 35.0\ V$




**سؤال الإختبار الذاتي 3.1**

افترض أنّ الشحنتين في الشكل المجاور موجودتان عند $(x, y) = (-10\ cm\ , 0)$ و $(x, y) = (+10\ cm\ , 0)$.

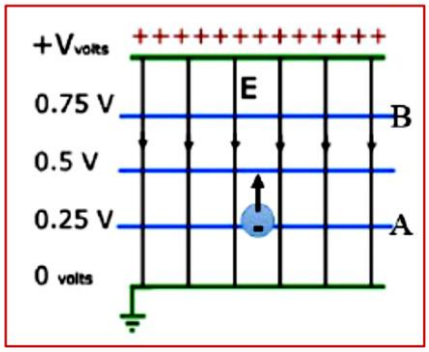
- ما ذا سيكون الجهد الكهربائي على طول المحور $y$ $(x = 0)$؟




**سؤال الإختبار الذاتي 3.2**

افترض أنّ الشحنتين في الشكل المجاور موجودتان عند $(x, y) = (-10\ cm\ , 0)$ و $(x, y) = (+10\ cm\ , 0)$. هل ستطابق النقطة $(x, y) = (0, 0)$ نقطة القيمة العظمى أم الصغرى أم نقطة سرجية للجهد الكهربائي ؟

**س22)** إلكترون ساكن إذا ترك حراً ليتحرك من المستوى $(A)$ إلى المستوى $(B)$ كما في الشكل فإن طاقة حركته لحضة وصوله للمستوى$(B)$ تساوي.....




(a) $2.0\ x\ 10^{-20}$ J

(b) $4.0\ x\ 10^{-20}$ J

(c) $6.0\ x\ 10^{-20}$ J

(d) $8.0\ x\ 10^{-20}$ J


الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

**س 3.1)** تحررت شحنة موجبة وتحركت على طول خط مجال كهربائي منتظم . أيّ الآتية يصف تحرك الشحنة ؟

a) ستتحرك إلى موقع أقل في الجهد وأقل في طاقة الوضع .

b) ستتحرك إلى موقع أقل في الجهد وأعلى في طاقة الوضع .

c) ستتحرك إلى موقع أعلى في الجهد وأقل في طاقة الوضع .

d) ستتحرك إلى موقع أعلى في الجهد وأعلى في طاقة الوضع .

**س 3.2)** يوجد بروتون في منتصف المسافة بين نقطتين $(A, B)$ فإذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة $(A)$ يساوي$(-20\ V)$و عند النقطة $(B)$ يساوي$(+20\ V)$ و عند نقطة المنتصف يساوي$(0\ V)$ فإن البروتون سوف .....

a) يظل ساكناً .

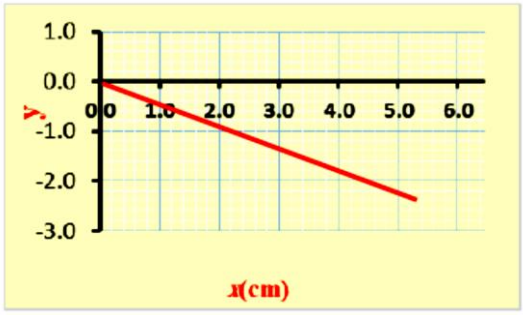
b) يتحرك باتجاه النقطة B بسرعة متجهة ثابتة .

c) يتسارع باتجاه النقطة A .

d) يتسارع باتجاه النقطة B .

e) يتحرك باتجاه النقطة A بسرعة متجهة ثابتة .

**س23)** ترك إلكترون حراً ليتحرك من نقطة ما في مجال كهربائي منتظم ، أيّ الكميات الفيزيائية التالية يمثلها المتغير y في الرسم البياني المجاور والمتعلقة بالإلكترون علماً بأن $x$ تمثل إزاحة الإلكترون ؟




a) المجال الكهربائي المؤثر في الإلكترون .

b) طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون .

c) طاقة حركة الإلكترون .

d) الجهد الكهربائي الذي يؤثر في الإلكترون .

**س24)** في مجال كهربائي منتظم تم اختيار نقطتين تقعان على أحد خطوط المجال الكهربائي البعد بينهما $(3.125\ cm)$ ، ثم قيس فرق الجهد بينهما بواسطة فولتميتر فكان $(3.5\ V)$ .

- ما شدة المجال الكهربائي الذي تتواجد فيه هاتان النقطتان ؟

a) $150\ V/m$

b) $1.12\ V/m$

c) $112\ V/m$

d) $10.9\ V/m$



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

## 3.4 الجهـد الكهربائي للتوزيعات المختلفة للشحنة

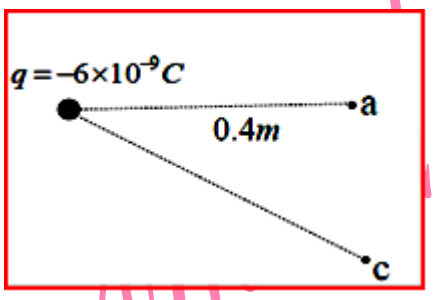
| وجه المقارنة | المجـــــال الكهربائي | الجهـــــد الكهربائي |
|---|---|---|
| ينشـــــأ عن | الشحنة | الشحنة |
| رمز الكميـــــة | $\vec{E}$ | $V$ |
| نوع الكميـــــة | كمية متجهة تحدد بمقدار واتجاه | كمية قياسية تحدد بمقدار فقط |
| وحدة القيـــــاس | $N/C$ أو $V/m$ | $J/C$ أو $V$ (الفولت) |
| تعريفـــــة | القوة الكهربائية المؤثرة على ($1C$) | طاقة الوضع الكهربائية للشحنة ($1C$) |
| القانون المستخدم | $E = k\frac{\lvert q\rvert}{r^2}$ | $V = k\frac{q}{r^2}$ |
| 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 :-

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

يعوض بإشارة الشحنة في العلاقة السابقة

**س25)** معتمدا على بيانات الشكل المجاور .أجب عما يلي :




① احسب الجهد وشدة المجال عند النقطة (a) $V = -135\,V\,,E = 337.5\,N/C$

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

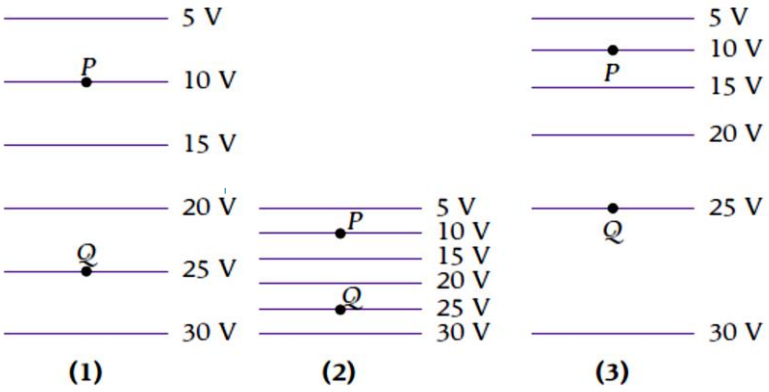
③ قارن بين جهد النقطتين (a) ، ($C$)


الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

### مراجعة المفاهيم 3.3

في الشكل الموضح ، تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد . تحرّك جسم مشحون من النقطة ($P$) إلى النقطة ($Q$)

- قارن بين مقدار الشغل المبذول على الجسم في الحالات الثلاث؟




a) تتضمن جميع الحالات الثلاث مقدار الشغل نفسه.

b) الشغل الأكبر مبذول في الحالة 1 .

c) الشغل الأكبر مبذول في الحالة 2 .

d) الشغل الأكبر مبذول في الحالة .

e) الحالتان 1,3 بهما نفس مقدار الشغل وهما أكبر من الشغل في الحالة 2 .

### مراجعة المفاهيم 3.4

ما الجهد الكهربائي على بعد ($45.5\ cm$) من شحنة نقطية مقدارها ($12.5\ PC$).

a) $0.247\ V$

b) $1.45\ V$

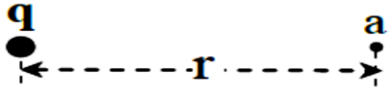
c) $4.22\ V$

d) $10.2\ V$

e) $25.7\ V$

**س26)** وضعت الشحنة النقطية ($q$) في الهواء كما في الشكل المجاور ، فإذا كان مقدار شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) يساوي ($4.0\ x\ 10^2\ N/C$) والجهد الكهربائي عند نفس النقطة يساوي ($5.0\ x\ 10^2\ V$)

- احسب مقدار الشحنة ($q$)




$q = 6.94\ x\ 10 - 8\ C$

**س27)** يمكن لبطارية سيارة جهدها ($12\ V$) ومشحونة بصورة كاملة أن تحتزن شحنة مقدارها ($1.44\ x\ 10^{-6}\ C$)

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

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

HAMDY ABD ELGAWAD

**س 3.35)** إذا كان الجهد الكهربائي لمولد فان دي جراف يساوي $(1.0\ x10^5\ V)$ وقطره $(20\ cm)$ .

- كم يزيد عدد البروتونات عن الإلكترونات على سطحه ؟

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

**س 3.36)** 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 $(100\ cm)$ لكي يصل الجهد الكهربائي أعلى السطح مباشرة إلى $(100\ V)$ افترض أن الشحنة موزعة بانتظام .

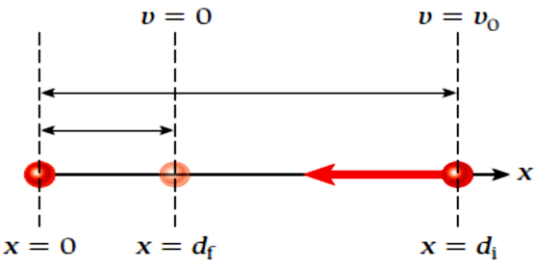
$q = 11.1\ nC$

**س28)** يتسارع بروتون من السكون خلال فرق جهد $(25700\ V)$ احسب طاقة الحركة النهائية للبروتون ؟

$K.E = 4.1\ x10^{-15}\ J$

**مسـألة محلـولة 3.2**

شحنة موجبة مقدارها $(4.50\mu C)$ثابتة في مكانها . وأطلق جسيم كتلته $(6.0\ g)$ و شحنته $(+3.0\mu C)$ بسرعة ابتدائية مقدارها $(66.0\ m/s)$مباشرة باتجاه الشحنة الثابتة من مسافة تبعد $(4.20\ cm)$ .




إلى اي مدى تقترب الشحنة المتحركة من الشحنة الثابتة قبل أن تصل إلى وضع السكون وتبدأ في الابتعاد عن الشحنة الثابتة؟

**الإجابة :**

$$\Delta k.E = \Delta U$$

$$^1/_2\ mv^2 = kQq\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right)$$

$$\left(^1/_2\right)(6x10^{-3})(66.0)^2 = (9x10^9)(4.5x10^{-6})(3x10^{-6})\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{0.042}\right)$$

$$d_f = 0.0076\ m$$



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

**س29)** شحنة نقطية $(+5.0\ \mu C)$ ثابتة موضوعة عند نقطة الأصل $(0.0)$ في المستوى $(xy)$ . ما الشغل المبذول لتحريك شحنة $(+3.0\ \mu C)$ من الموقع $(x = 5.0\ cm\ , y = 0.0\ cm)$ إلى الموقع $(x = 0.0\ cm\ , y = 3.0\ cm)$ .

(a $+1.8\ J$

(b $-1.8\ J$

(c $+2.81\ J$

(d $-2.81\ J$

**س30)** وضع جسيم مشحون شحنته $(+3.0\ nC)$ على المحور $(x)$ عند النقطة $(x = +5.0\ cm)$ ، يبدأ الجسيم في الحركة من السكون بسبب وجود شحنة $(+7.0\ \mu C)$ ثابتة عند نقطة الأصل $(x = 0.0\ cm)$ .

- احسب الطاقة الحركية للجسيم لحظة مروره بالنقطة $(x = 15.0\ cm)$ ؟

(a $+2.5\ x\ 10^{-3}\ J$

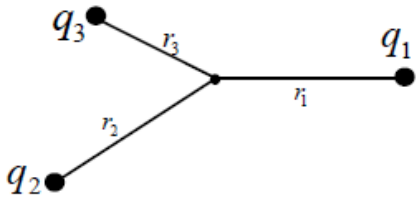
(b $+2.5\ x\ 10^{-6}\ J$

(c $-2.5\ x\ 10^{-3}\ J$

(d $+2.5\ x\ 10^{-6}\ J$

## نظـام الشـحنات النقطيـة :

عند افتراض ان الجهد الكهربائي يساوي صفرا عند مسافة لانهائية من نقطة الأصل . يمكننا حساب الجهد الكهربائي الناتج عن نظام من شحنات نقطية عددها n عن طريق جمع الجهود الناتجة من كافة الشحنات




$$V = \sum_{i=1}^{n} V_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{kq_i}{r_i}$$

وبالتالي يمكن حساب الجهد الكلي عند نقطة من خلال تراكب الجهود :

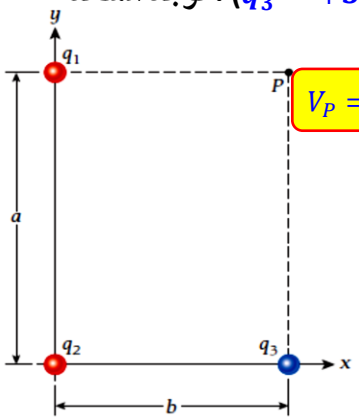
$$V = \sum_{i=1}^{3} \frac{kq_i}{r_i} = k\left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3}\right)$$

علل :حساب مجموع الجهود أسهل بكثير من حساب مجموع شدة المجال الكهربائي ؟

ج : لان الجهد الكهربائي كمية قياسية (تحدد مقدارا فقط ) أما المجال الكهربائي كمية متجهة

**مثال 3.4**

يوضح الشكل ثلاث شحنات نقطية هي $(q_1 = +1.50\ \mu C)$ و $(q_2 = +2.50\ \mu C)$ و $(q_3 = +3.50\ \mu C)$ . توجد الشحنة $(q_1)$ عند النقطة $(0, a)$ والشحنة $(q_2)$ عند النقطة $(0, 0)$ والشحنة $(q_3)$ عند النقطة $(b, 0)$ حيث $(a = 8.0\ m)$ ، $(b = 6.0\ m)$ . احسب الجهد الكهربائي عند النقطة $P$ ؟



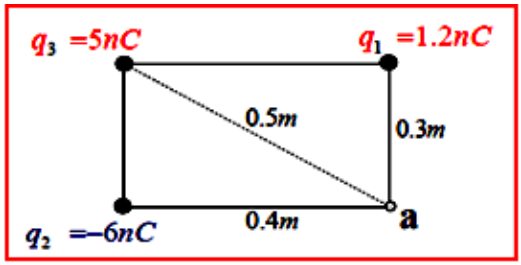

$V_P = 562\ V$



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

**س31)** معتمدا على البيانات في الشكل المجاور .

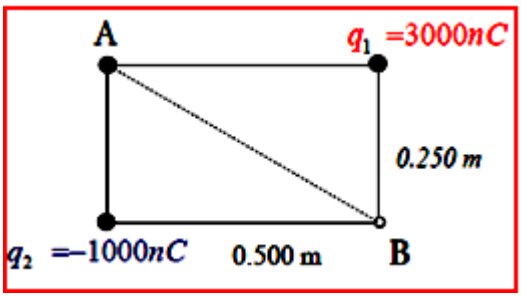
- احسب الجهد الكلي عند النقطة (a)




$Va = -9\,V$

**س3.33)** توجد شحنتان نقطيتان في زاويتي مستطيل ، كما هو موضح في الشكل

① ما مقدار الجهد الكهربائي عند النقطة ( A )




$V_A = 18\ KV$

② ما مقدار فرق الجهد بين النقطتين ($\Delta V_{AB}$)

$V_{AB} = 7.2\ x\ 10^4$ V

**س3.34)** تم وضع أربع شحنات نقطية متطابقة ($+1.61\ nC$) في زوايا مستطيل ، أبعاده ($3.0m\ ,5.0\ m$)

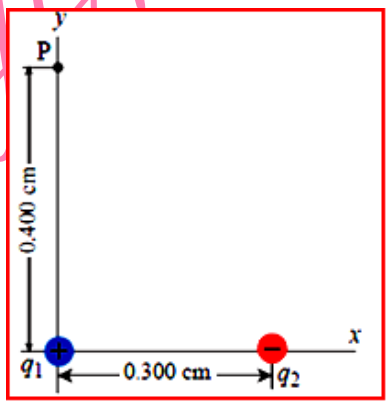
إذا كان الجهد الكهربائي يساوي صفر عند المالانهاية ، ما مقدار الجهد في المركز الهندسي للمستطيل ؟

$V = 19.9\ V$

$$V = \sum_{i=1}^{4} \frac{kq}{r} = \frac{4kq}{(1/2)\sqrt{a^2 + b^2}}$$

**س32)** معتمدا على البيانات في الشكل المجاور احسب فرق الجهد عند النقطة ($P$)

علماً بأن ($q_1 = 7.0\ \mu C$) ، ($q_2 = -5.0 \mu C$)



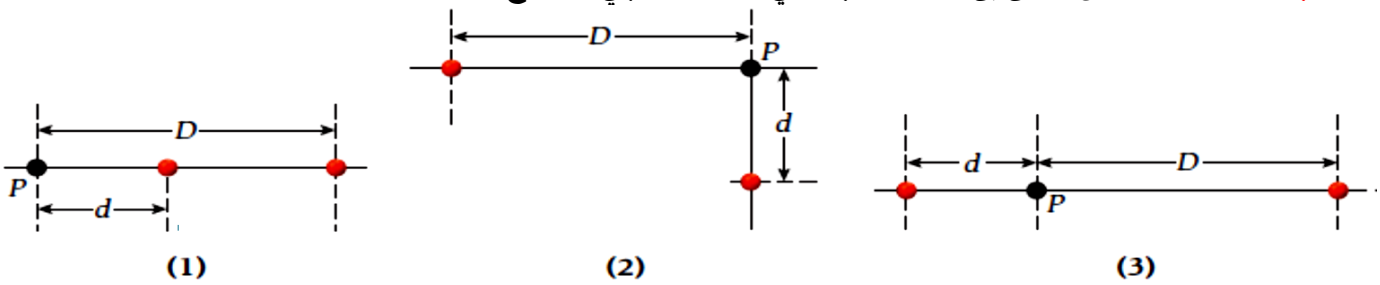

$\Delta Vp = 6.75\ x10^6$ V

ALAM-EQ-ABD EQ-ALAM-AD

### مراجعة المفاهيم 3.5

يوجد بروتونان في الفضاء بالطرق الثلاث الموضحة في الشكل .

- رتّب الحالات الثلاث من الأعلى إلى الأقل حسب صافي الجهد الكهربائي $V$ الناتج عند النقطة $P$




a) $2 > 3 > 1$

b) الجهود الثلاثة كلها متساوية .

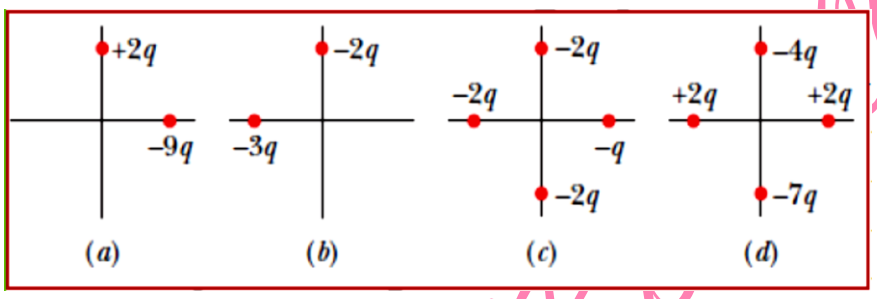
c) $2 > 3 > 1$

d) الجهود متساوية في الحالتين 3 ,1 ، لكن الجهد في الحالة2 أقل .

e) $1 > 2 > 3$

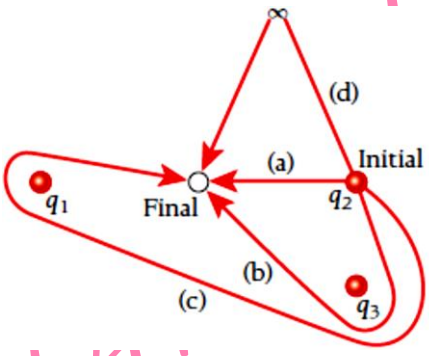
س33) بالاعتماد على الأشكال المجاورة . إذا كانت جميع الشحنات تبعد عن نقطة الأصل نفس المسافة .

- في أي الأشكال يكون الجهد موجباً و أيهما يكون جهده سالباً عند نقطة الأصل .




### مراجعة المفاهيم 3.6

وضعت ثلاث شحنات نقطية موجبة متماثلة تماماً عند نقاط ثابتة في الفضاء . ثم تحركت الشحنة ($q_2$) من موقعها الإبتدائي إلى موقع نهائي كما هو موضح في الشكل المجاور ، وموضح أربعة مسارات مختلفة مميزة بالترقيم من (a) إلى ($d$)




المسار (a) أقصر خط : وينقل المسار ($b$) الشحنة ($q_2$) مروراً بالشحنة ($q_3$)

وينقل المسار ($c$) الشحنة ($q_2$) مروراً بالشحنة ($q_1, q_3$)

وينقل المسار ($d$) الشحنة ($q_2$) إلى المالانهاية ثم إلى موقعها النهائي .

- ما المسار الذي يتطلب أقل شغل ؟

a) المسار a

b) المسار b

c) المسار c

d) المسار d

e) الشغل متساوي في جميع المسارات .

- الحد الأدنى للجهد الكهربائي عند نقطة ناتج عن شحنتين

- إذا كانت الشحنات من نفس النوع ( نفس الإشارة ) لا يوجد حد أدنى للجهد ولا ينعدم عندها الجهد.
- يكون حد أدنى للجهد في حالة الشحنات المختلفة بالنوع (مختلفة بالإشارة ) وهو الموقع الذي يكون الذي يكون عنده مشتقة الجهد بالنسبة للمسافة تساوي صفر $\frac{dV}{dx} = 0.0$ حيث $V = V_1 + V_2$

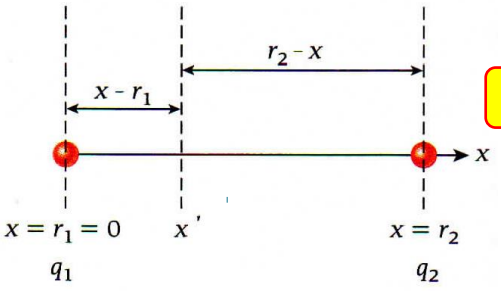
## مسـألة محلولة 3.3

توجد شحنة $(q_1 = 0.829nC)$ عند $(r_1 = 0)$على المحور $(X)$ وتوجد شحنة أخرى $(q_2 = 0.275nC)$ عند $(r_2 = 0.119m)$ على المحور $(X)$

- عند أي نقطة بين الشحنتين يكون الجهد الناتج منهما أدنى ما يمكن ؟

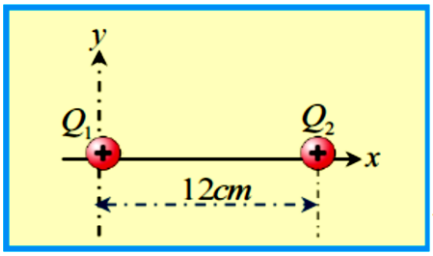
$$X = \frac{r_2}{1 + \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}}$$

$x = 7.55\ cm$




**س34)** الشكل المجاور يوضح شحنتين موجبتين موضوعتين على المحور $x$ وضعت الشحنة الأولى التي مقدارها يساوي$(Q_1 = +6.0\ \mu C)$ عند نقطة الأصل ووضعت الشحنة الثانية التي مقدارها $(Q_2 = +30.0\ \mu C)$ عند موقع $(x = 12\ cm)$

- عند أي نقطة على طول المحور $x$ بين الشحنتين يكون الجهد الكهربائي الناتج أدنى مايمكن؟




$x = 0.037\ m$

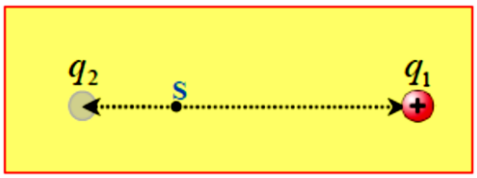
- نقاط انعدام الجهد الكهربائي :

✓ الشحنتان متشابهتان في النوع : لا يوجد نقطة انعدام للجهد إلاّ في اللانهاية فقط .

✓ الشحنتان مختلفتان في النوع : توجد نقطتان ينعدم عندهما الجهد

1. بين الشحنتين وتقع بالقرب من الشحنة الأقل مقداراً .
2. خارج الشحنتين وتقع بالقرب من الشحنة الأقل مقداراً .

**س35)** شحنتان نقطيتان $(q_1, q_2)$ الشحنة $q_1$ موجبة ، الجهد الكهربائي ينعدم عند النقطة $s$ . أي الآتية صحيح ؟




(a) $q_2$ موجبة و أكبر مقداراً من $q_1$ .

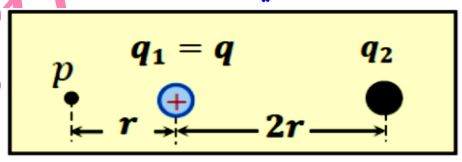
(b) $q_2$ موجبة و أقل مقداراً من $q_1$ .

(c) $q_2$ سالبة و أكبر مقداراً من $q_1$ .

(d) $q_2$ سالبة و أقل مقداراً من $q_1$ .

**س36)** يظهر الشكل المجاور شحنتان نقطيتان يحيط بهما الهواء . إذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة $p$ تساوي صفراً .

- ما كمية الشحنة $q_2$ ؟




(a) $-2q$

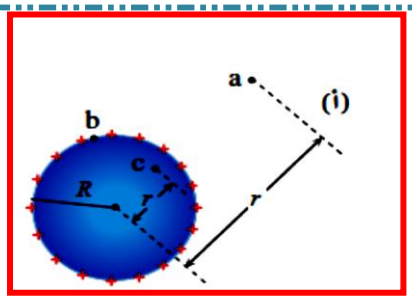
(b) $-3q$

(c) $-9q$

(d) $-4q$

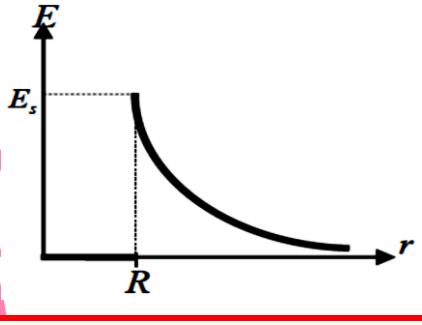
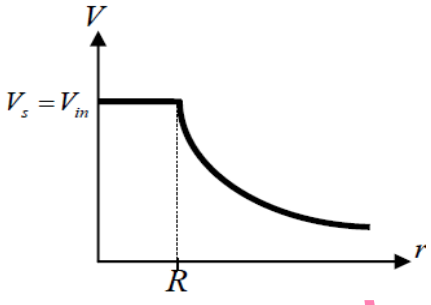


الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي



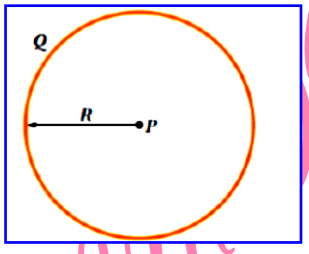

- **الجهد الكهربائي لموصل كروي مشحون ومعزول :**

1. هو الموصل الذي لا يؤثر عليه أي مجال كهربائي خارجي .
2. الجهد داخل الموصل متساوي ويساوي جهد السطح.
3. فرق الجهد بين أي نقطتين على السطح أو داخل الموصل يساوي صفر.

| وجه المقارنة | المجـــــــال الكهربائي | الجهـــــــد الكهربائي |
|---|---|---|
| خـارج الموصل $(r > R)$ | $E = k\frac{\|q\|}{r^2}$ <br> $r$: البعد عن المركز | $V = k\frac{q}{r}$ <br> $r$: البعد عن المركز |
| على سطـح الموصل $(r = R)$ | $E = k\frac{\|q\|}{R^2}$ <br> $R$: نصف قطر الموصل | $V_s = k\frac{q}{R}$ <br> $R$: نصف قطر الموصل |
| داخـل الموصل $(r < R)$ | $E_{in} = 0$ | $V_{in} = V_s = k\frac{q}{R}$ |
| التمثيل البيـاني |   |   |

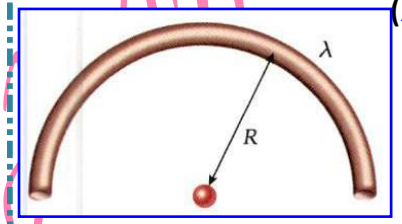
- **حالات خاصة :**

1. الجهد الكهربائي عند مركز حلقة معدنية شحنتها $(q)$ ونصف قطرها $(R)$




$$V = k\frac{Q}{R}$$

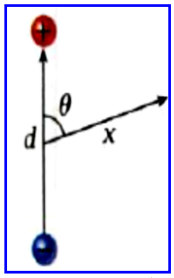
2. الجهد الكهربائي عند مركز انحناء نصف حلقة كثافة الشحنة الخطية لها $(\lambda)$ ونصف قطرها $(R)$




$$V = \pi k\,\lambda$$

3. الجهد الكهربائي الناشئ عن ثنائي القطب .

عند نقطة تبعد عن مركز محور ثنائي القطب $(x)$ وبزاوية $(\theta)$ بالنسبة لمحور ثنائي القطب




$$V = \frac{kqd\cos\theta}{x^2} \quad \text{أو} \quad V = \frac{kp\cos\theta}{x^2}$$


الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

$E_{in}=0$
$V_{in}=-45\ V$

**س37)** موصل كروي مشحون ومعزول نصف قطره $(0.4\ m)$ وشحنته $(-2\ nC)$

① احسب شدة المجال و الجهد على بعد $(0.3\ m)$ من مركز الموصل .

$V_{in}=v_s=-45\ V$
$E_s=112.5N/C$

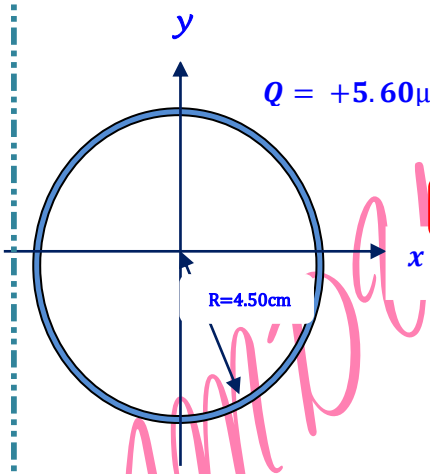
② احسب شدة المجال و الجهد على سطح الموصل .

$V=-36\ V$
$E_s=72.0N/C$

③ احسب شدة المجال و الجهد على بعد $(0.5\ m)$ من مركز الموصل .

$V=-18.0\ V$

④ احسب الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد $(0.6\ m)$ عن سطح الموصل

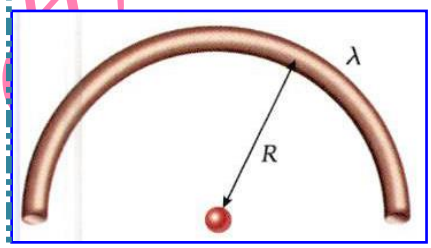



**س 3.37)** تم توزيع شحنة $(Q=5.60\mu C)$ بانتظام على هيكل أسطواني رقيق يبلغ نصف قطره $(R=4.50\ cm)$ احسب الجهد الكهربائي عند نقطة الأصل للنظام الإحداثي $(X,y)$

$Q=+5.60\mu C$

$V=1.12\ X\ 10^6\ V$

**س 3.39)** أوجد قيمة الجهد عند مركز انحناء السلك (الرفيع) المبين في الشكل إذا كانت الشحنة (موزعة بانتظام) لكل وحدة طول هي $(\lambda=3.0\ x\ 10^{-8}\ C/m)$ ونصف قطر الانحناء $(R=8.0\ cm)$




علما بأن : $\lambda=q/L$ $\quad L=R\,\theta$

$V=847.3\ V$



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

## 3.5 إيجاد المجال الكهربائي من الجهـد الكهربائي

- كما تعرفنا سابقا ، يمكننا تحديد المجال الكهربائي( مجال منتظم ) بداية من الجهد الكهربائي :

$$E = -\frac{dV}{dr}$$

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} , E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} , E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

- تدل الاشارة السالبة على أن اتجاه المجال من الجهد الأعلى إلى الجهد الأقل أي في اتجاه انخفاض الجهد قيمة الجهد تعطى بالتغير في قيمة الجهد لكل وحدة إزاحة عمودية على السطح متساوي الجهد عند نقطة .

- لحساب المتجه المكافئ هي: $\vec{E} = -\vec{\nabla} \equiv -\left(\frac{\partial V}{\partial x}, \frac{\partial V}{\partial y}, \frac{\partial V}{\partial z}\right)$ والعامل $-\vec{\nabla}$ يسمى التدرج

ومن ثم يمكن تحديد المجال الكهربائي بيانياً من خلال قياس سالب تغير الجهد لكل وحدة مسافة عمودية على خط تساوي الجهد .

### مراجعة المفاهيم 3.7

افترض أن الجهد الكهربائي يوضح بالعلاقة $V(x,y,z) = -(5x^2 + y + z)$ بالفولت .

أي من التعبيرات التالية يصف المجال الكهربائي المقترن بوحدة $(V / m)$

(a $\vec{E} = 5\hat{x} + 2\hat{y} + 2z$

(b $\vec{E} = 10x\hat{x}$

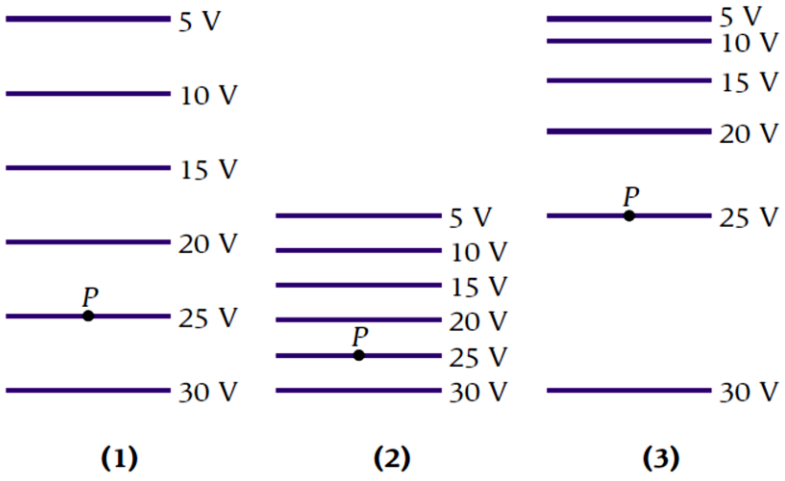
(c $\vec{E} = 5x\hat{x} + 2\,\hat{y}$

(d $\vec{E} = 10x\hat{x} + \hat{y} + \hat{z}$

(e $\vec{E} = 0$

### مراجعة المفاهيم 3.8

في الشكل الموضح تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد ، قارن بين مقدار $(E)$ عند النقطة $(P)$ في الحالات الثلاث




(a $E_1 = E_2 = E_3$

(b $E_1 > E_2 > E_3$

(c $E_1 < E_2 < E_3$

(d $E_3 > E_1 > E_2$

(e $E_3 < E_1 < E_2$

Hamdy ABD EL-GAWAD

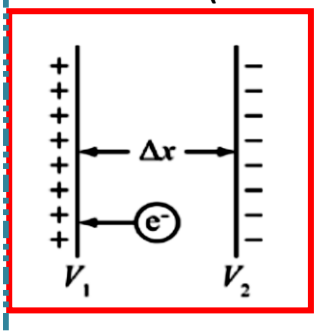
س3.47) تم توليد مجال كهربائي في ساق غير منتظمة . واستخدم فولتميتر لقياس فرق الجهد بين الطرف الأيسر للساق ونقطة تقع على بعد ($x$) من الطرف الأيسر .وجد أن البيانات تتحدد من العلاقة ($\Delta V = 270.x^2$) حيث تقاس ($\Delta V$) بوحدات ($V/m^2$) .

- ما مركبة $x$ للمجال الكهربائي عند نقطة تبعد ($13.0\ cm$) عن الطرف الأيسر ؟

$Ex = 70.2\ V/m$

س3.48) لوحان متوازيان جهدهما ($V_1 = 200.0\ V$ ،$V_2 = -100.0\ V$) ويفصل بين اللوحين مسافة ($0.01m$)

كما في الشكل المجاور. اجب عما يلي :




$E = 30.0\ k\ V/m$

① احسب المجال الكهربائي الناشئ بين اللوحين ؟

② احسب الطاقة الحركية لإلكترون بدأ حركته من منتصف المسافة بين اللوحين وتحرك باتجاه اللوح الموجب ؟

K.E =2.4 X $10^{-17}$ J

س3.49)جسيم كتلته ($2.50\ mg$) وشحنته ($1.0\ \mu C$) يسقط على نقطة ($x = 2.0\ m$) في منطقة يختلف فيها الجهد الكهربائي وفق العلاقة $V(x) = (2.0\ V/m^2)x^2 - (3.0\ V/m^3)x^3$

- ما العجلة التي سيبدأ الجسيم في التحرك بها بعد أن يهبط ؟

$a = 11.2\ m/s^2$

HAMDY ABD ELGAWAD

**س3.50)** يتحدد الجهد الكهربائي لحيز من الفضاء من العلاقة $(V(x,y,z)=(x^2+xy^2+yz))$

- حدد المجال الكهربائي في هذه المنطقة عند الإحداثي (3,4,5)

**الإجابة :**

$$\vec{E}(x,y,z)=-\nabla V=-\left(\frac{\partial V}{\partial x}\hat{x}+\frac{\partial V}{\partial y}\hat{y}+\frac{\partial V}{\partial z}\hat{z}\right).$$

$$V(x,y,z)=x^2+xy^2+yz,\ \frac{\partial V}{\partial x}=2x+y^2,\ \frac{\partial V}{\partial y}=2xy+z \text{ and } \frac{\partial V}{\partial z}=y:$$

$$\vec{E}(x,y,z)=-(2x+y^2)\hat{x}-(2xy+z)\hat{y}-y\hat{z}$$

$$\vec{E}(3,4,5)=-(2(3)+(4)^2)\hat{x}-(2(3)(4)+(5))\hat{y}-(4)\hat{z}=-22\hat{x}-29\hat{y}-4\hat{z}$$

**س38)** يتغير الجهد الكهربائي في فضاء ثلاثي الأبعاد$(x,y,z)$بوحدة الفولت وفق المعادلة :

$$V(x,y,z)=(3x^2+2y-5z)$$

ما مقدار المجال الكهربائي عند النقطة $\{x=+4.0\ m\ ,y=-2.0\ m\ ,z=-1.0\ m\}$ ؟

(a) $8.16\ V/m$

(b) $21.0\ V/m$

(c) $31.0\ V/m$

(d) $24.6\ V/m$

**س39)** يتغير الجهد الكهربائي في فضاء ثلاثي الأبعاد$(x,y,z)$بوحدة الفولت وفق المعادلة :

$$V(x,y,z)=(3x^2+2y^2-5yz)$$

ما مقدار مركبات المجال الكهربائي عند النقطة $\{x=+2.0\ m\ ,y=+3.0\ m\ ,z=-4.0\ m\}$ ؟

(a) $E_R=-12\hat{x}+32\hat{y}-15\hat{z}$

(b) $E_R=-12\hat{x}-8\hat{y}-15\hat{z}$

(c) $E_R=-12\hat{x}-32\hat{y}+15\hat{z}$

(d) $E_R=+12\hat{x}+8\hat{y}+15\hat{z}$

**س40)** افترض أن لجهد كهربائي معادلة$(V(x\ ,y\ ,Z)=3x-6y+2z)$ بوحدة الفولت .

- ما مقدار المجال الكهربائي المصاحب بوحدات فولت لكل متر عند النقطة $P\ (0,0,0)$

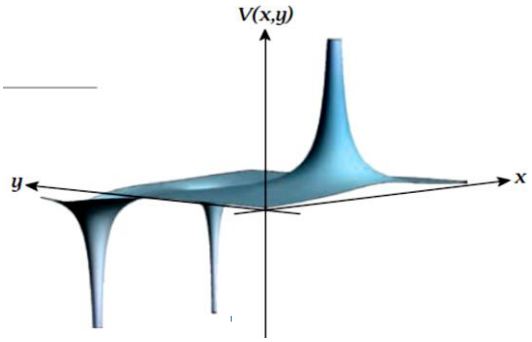
(a) $0.0\ V/m$

(b) $1.0\ V/m$

(c) $6.0\ V/m$

(d) $7.0\ V/m$

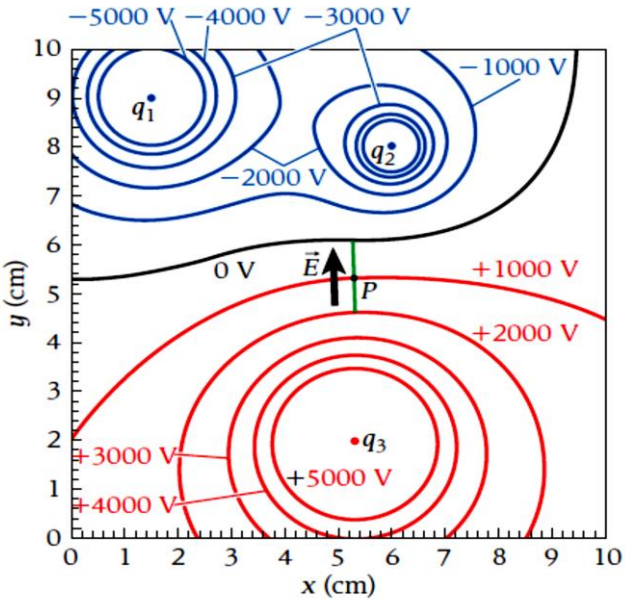
HAMDY ABD ELGHANY




## مثال 3.6

**الاستخلاص البياني للمجال الكهربائي :**

نفترض أن لدينا نظام يتكون من ثلاث شحنات نقطية الشحنتان الأولى والثانية ( سالبتان ) الشحنة الثالثة ( موجبة ) وينتج عن النظام مجالات كهربائية تنشئ جهود كهربائية كما في الشكل ، وتم رسم خطوط تساوي الجهد الناتج عن الشحنات النقطية الثلاث .لايجاد المجال الكهربائي عند النقطة (P) يجب مراعاة الآتي :




1. نرسم خط مستقيم يمر بالنقطة (P) ويكون متعامد على خطوط تساوي الجهد ( الخط الأخضر ).
2. يصل هذا الخط بين خطين من خطوط تساوي الجهد $((+2000V)$ ، $(0.0V)$
3. من الشكل نلاحظ أن طول الخط الأخضر هو $(1.5\ cm)$ .

وبالتالي يمكن حساب شدة المجال على النحو التالي :

$$|E_s| = \left|-\frac{\Delta V}{\Delta S}\right| = \left|\frac{(2000)-(0.0)}{(0.15)}\right| = 1.3\ X10^5\ V/m$$

حيث $(\Delta S)$ تمثل طول الخط المار بالنقطة $(P)$ .

الإشارة السالبة تشير إلى أن اتجاه المجال بين خطوط تساوي الجهد المتجاورة يكون من الجهد الأكبر إلى الجهد الأقل .

**س41)** صفيحة رقيقة موصلة لانهائية تقع في المستوى $(xz)$ وتتوزع عليها شحنة بانتظام كثافتها $(+9.0\mu C/m^2)$ تحركت شحنة $(-5.0\ \mu C)$ على المحور $(y)$ باتجاه الصفيحة من النقطة $(y_1 = 21.0\ cm)$ إلى النقطة $(y_2 = 8.0\ cm)$ .

- ما مقدار الشغل المبذول من المجال الكهربائي على الشحنة لتحريكها بين النقطتين ؟ مساعدة $\Delta V = -\int_i^f \vec{E}.d\vec{s}$

(a) $+0.66\ J$

(b) $-0.66\ J$

(c) $+0.42\ J$

(d) $-0.42\ J$

**س42)** تقع صفيحة رقيقة عازلة لانهائية تقع في المستوى $(xz)$ وينطبق مركز الصفيحة على نقطة الأصل وتتوزع عليها شحنة بانتظام كثافتها $(+7.0\mu C/m^2)$ تحرك جسيم مشحون على المحور $(y)$ من النقطة $(y_1 = +35.0\ cm)$ إلى النقطة $(y_2 = +15.0\ cm)$ .

- احسب التغير في الجهد الكهربائي بين النقطتين . $\Delta V = -\int_i^f \vec{E}.d\vec{s}$

(a) $\Delta V = -1.6\ x\ 10^5\ V$

(b) $\Delta V = +1.6\ x\ 10^5\ V$

(c) $\Delta V = +7.90\ x\ 10^4\ V$

(d) $\Delta V = -7.90\ x\ 10^4 V$



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

HAMDY ABD ELGAWAD

## 3.6 طاقة الوضع الكهربائية لنظام من الشحنات النقطية

● ناقشنا في القسم (3.1 ) طاقة الوضع الكهربائية لشحنة نقطية في مجال كهربائي خارجي وتعرفنا على طريقة حساب الجهد الكهربائي الناتج عن نظام من الشحنات النقطية يجمع القسم (3.6) بين هاتين المعلومتين لايجاد طاقة الوضع الكهربائية لنظام من الشحنات (تخيل شحنات هذا النظام متباعدة إلى مالانهاية )

مثال : نظام مكون من شحنتين نقطيتين افترض ان المسافة الفاصلة بين الشحنتين في البداية لا نهائية ثم جلبنا الشحنة ($q_1$) إلى النظام لا يتطلب هذا الإجراء بذل أي شغل على الشحنة لأن النظام الخالي من الشحنات ليس له مجال كهربائي،نحافظ على هذه الشحنة ثابتة ثم نجلب الشحنة النقطية ($q_2$) من اللانهاية إلى المسافة ($r$) من الشحنة ($q_1$)

يمكننا كتابة طاقة الوضع الكهربائية على الصورة :

$$U = (q_2\, V)$$

وحيث أن الجهد :

$$V = \frac{kq_1}{r}$$

ومن ثم تكون طاقة الوضع الكهربائية لهذا النظام المكون من شحنتين نقطيتين هي

$$U = k\frac{q_1 q_2}{r}$$

حيث $r$ : تمثل البعد بين الشحنتين النقطيتين ( نعوض بإشارة الشحنات )

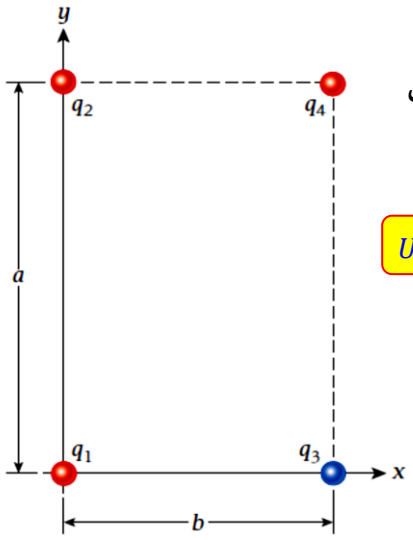
● لحساب طاقة الوضع الكهربائية لشحنة $q$ في مجال عدة شحنات مجاورة : $U_t = U_1 + U_2 + U_3 + \cdots \ldots \ldots$

لحساب طاقة الوضع الكهربائية لنظام مكون من عدة شحنات :

$$U = k \sum_{ij(pairings)} \frac{q_i q_j}{r_{ij}}$$

**مثال 3.7**

الشكل المجاور يبين أربع شحنات نقطية ، وقيم هذه الشحنات 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 ( $b = 4.0\ m$ ، $a = 6.0\ m$ )



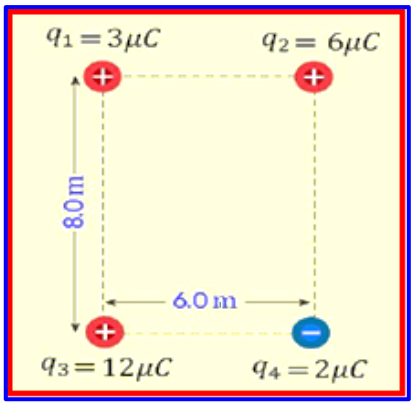

● ما طاقة الوضع الكهربائية لهذا النظام المكون من أربع شحنات نقطية ؟

$$U = -6.3\ x\ 10^{-3}\ J$$



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

**س43)** بالإعتماد على البيانات في الشكل المجاور والذي يبين نظام يحتوي على أربع شحنات نقطية .




احسب طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في النظام ؟

**س3.57)** أطلق بروتون على بروتون آخر ثابت من مسافة بعيدة ، ما الطاقة الحركية اللازم توفيرها للبروتون المتحرك ليكون على بعد $(1.0\ fm)$ من الهدف ؟ (افترض وجود تصادم من الأمام وأن الهدف ثابت)

$U = 2.3 \times 10^{-13}\ J$

**س3.58)** ينتج عن الانشطار النووي لنواة اليورانيوم نواة باريوم (56 بروتون) ونواة كريبتون (36 بروتون ) وتتطاير الشظايا بعيدا نتيجة التنافر الكهروستاتيكي ، ثم تتكون في النهاية بإجمالي طاقة حركية $(200.0\ MeV)$.تعامل مع النواتين على أنهما شحنات نقطية

- احسب المسافة الفاصلة بين النواتين في بداية العملية ؟

$r = 14.5\ fm$

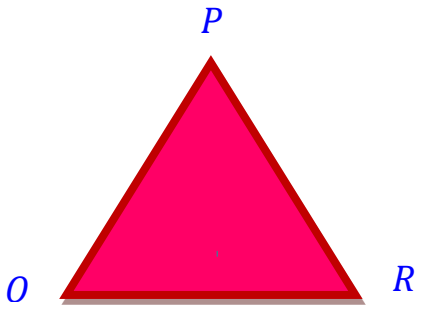
**س3.59)** أيون ديوتيريوم وأيون تريتيوم كل منهما لديه شحنة $(+e)$ ما الشغل اللازم بذله على أيون الديوتيريوم ليكون على بعد $(1.0 \times 10^{-14}\ m)$ من أيون التريتيوم ؟ عبر عن الشغل بوحدة $(eV)$

$U = 144\ k\ eV$

HAMDY ABD ELGAWAD

**س3.60)** توجد ثلاث شحنات $(q_1, q_2, q_3)$ عند زوايا مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه $(1.20\ m)$

- أوجد الشغل المبذول في حالة من الحالات التالية :




① لجلب الجسيم الأول $(q_1 = 1.0\ x\ 10^{-12}\ C)$ من مالانهاية إلى $p$ .

② لجلب الجسيم الثاني $(q_2 = 2.0\ x\ 10^{-12}\ C)$ من مالانهاية إلى $Q$ .

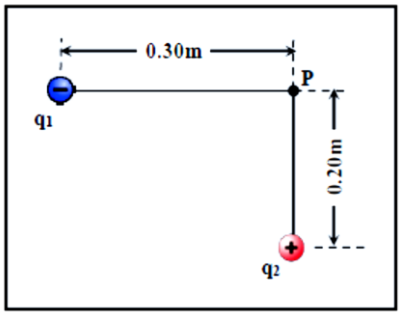
③ لجلب الجسيم الثالث $(q_3 = 3.0\ x\ 10^{-12}\ C)$ من مالانهاية إلى $R$ .

(a) $W_1 = 0\ J$
(b) $W_2 = 1.50 \cdot 10^{-14}\ J$
(c) $W_3 = 6.74 \cdot 10^{-14}\ J$
(d) $U_{tot} = 8.24 \cdot 10^{-14}\ J$

④ أوجد إجمالي طاقة الوضع المختزنة في النظام ؟

**س44)** شحنتان نقطيتان $(q_1 = -3.6\ x\ 10^{-8}\ C)$ ، $(q_1 = +3.0\ x\ 10^{-8}\ C)$ وضعتا في الهواء كما في الشكل المجاور .

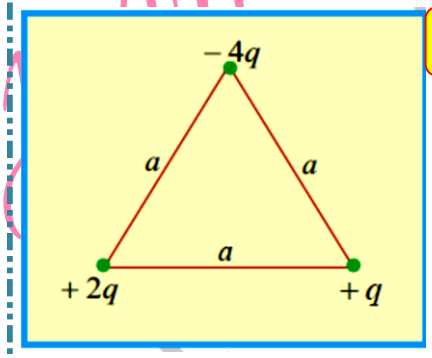
- احسب الجهد الكهربائي عند النقطة $p$ ؟




**س45)** نظام يتألف من ثلاث شحنات نقطيةمتماثلة $(q = 1.0\ \mu C)$ ، $(a = 0.10\ m)$ كما في الشكل المجاور

- احسب طاقة وضع النظام ؟

$U_{tot} = -9.0\ x\ 10^{-3}\ J$




ABD ElG-AWAD

**مراجعة المفاهيم 3.9**

في الشكل الموضح تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد . وضعت شحنة موجبة عند النقطة p ، ثم وضعت شحنة موجبة أخرى عند النقطة Q . ما مجموعة المتجهات التي تعد أفضل تمثيل للمقادير النسبية واتجاهات قوى المجال الكهربائي المبذولة على الشحنات ؟

a) PQ

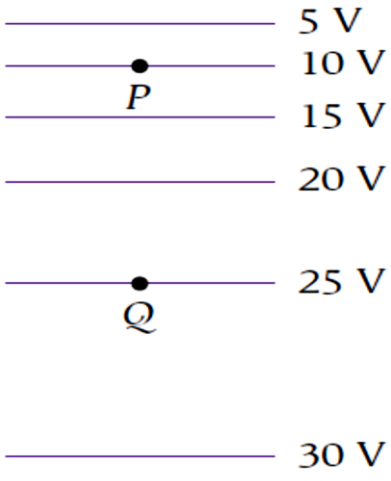
b) PQ

c) PQ

d) PQ

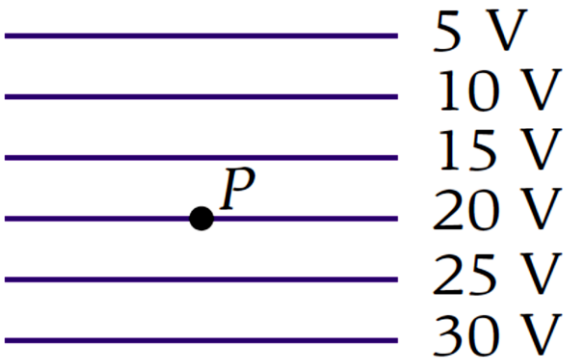
00

e) PQ




**مراجعة المفاهيم 3.10**

في الشكل الموضح تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد . ما اتجاه المجال الكهربائي عند النقطة P ؟




a) إلى أعلى .

b) إلى أسفل .

c) إلى اليسار .

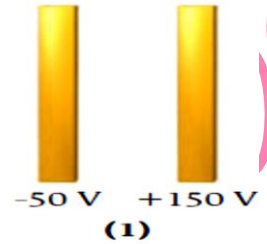
d) إلى اليمين .

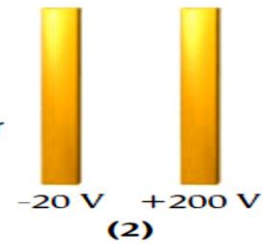
e) المجال الكهربائي يساوي صفراً.

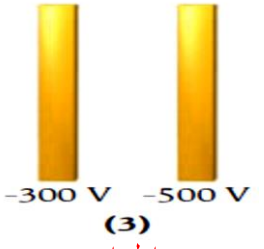
**مراجعة المفاهيم 3.11**

ثلاثة أزواج من الألواح المتوازية بين كل زوج المسافة الفاصلة نفسها و جهد الألواح موضح في الرسم. والمجال الكهربائي منتظم بين كل زوج من الألواح وعمودي عليه .

- رتّب مقدار المجال الكهربائي بين الألواح تنازلياً ( من الأعلى للأقل ) ؟




a) $1 > 2 > 3$

b) $3 > 2 > 3$

c) مقادير 2, 3 متساوية وأكبر من مقدار 1 .

d) المقادير جميعها متساوية .

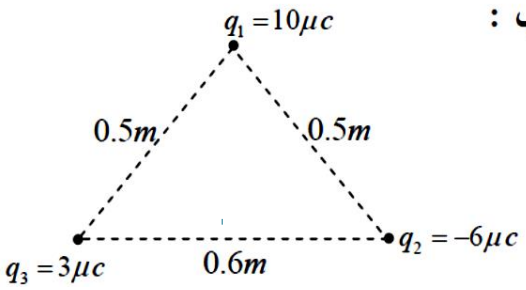
e) مقدار 2 أكبر من مقدار 1, 3 وهما متساويان .



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

## تدريبـات متنـوعة

س1) ثلاث شحنات وضعت على رؤوس مثلث كما في الشكل والمطلوب :




1) احسب طاقة وضع الشحنة $(q_2)$ ؟

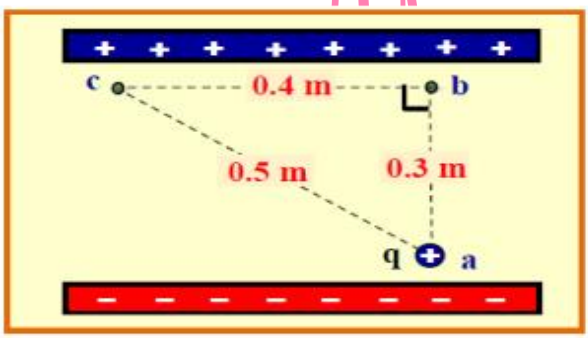
س2) شحنتان نقطيتان متساويتان في المقدار بينهما مسافة $(8cm)$ إذا كانت طاقة الوضع الكهربائية لأحدهما بتأثير الأخرى تساوي $(-0.018J)$ :

1) هل الشحنتان من النوع نفسه أم مختلفتان في النوع .

2) احسب مقدار كل من الشحنتين .

3) لماذا يكون الجهد الكهربائي أكثر فائدة لمعظم الحسابات من طاقة الوضع الكهربائية .

( 5 ) في الشكل المجاور يبذل شغل مقداره [ $6.0\times10^{-4}J$ ] لنقل الشحنة النقطية [ $q=2.0\times10^{-6}C$ ] من النقطة ( c ) إلى النقطة ( a ) .




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

2- احسب الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الموجبة من النقطة ( c ) إلى النقطة ( b ) .

3- هل تتغير طاقة الوضع الكهربائية لوحدة الشحنات الموجبة عند نقلها من النقطة ( c ) إلى النقطة ( b ) ؟ و لماذا ؟

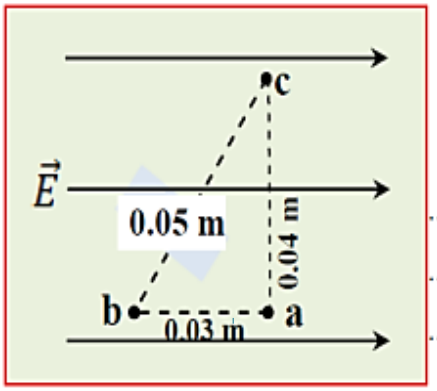
( لا )

- لأن الجهد الكهربائي للنقطة ( b ) يساوي الجهد الكهربائي للنقطة ( a ) . فلا يبذل شغل عند نقلها



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

في الشكل المجاور إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين a و b يساوي ( $6.0 \times 10^2 V$ )، أجب عما يلي:




a- احسب مقدار شدة المجال الكهربائي.

.....

.....

.....

.....

.....

b- قارن الجهد الكهربائي بين النقاط a,b,c

.....

c- قارن طاقة الوضع الكهربائية لبروتون عند النقطة c بطاقة وضعه الكهربائية عند كل من النقطة a والنقطة b.

.....

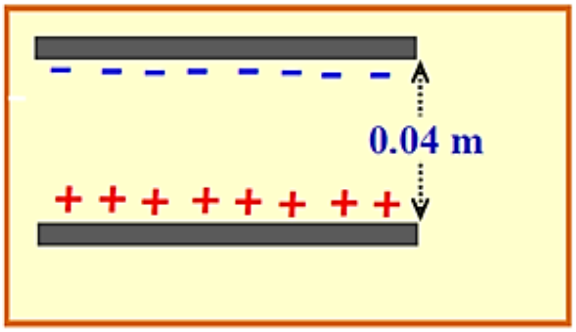
.....

d- احسب الشغل المبذول لنقل الكترون من a الى النقطة c

.....

.....

في الشكل المجاور صفيحتا مكثف مشحون فرق الجهد الكهربائي بينهما ( 25 V ) .




احسب مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين .

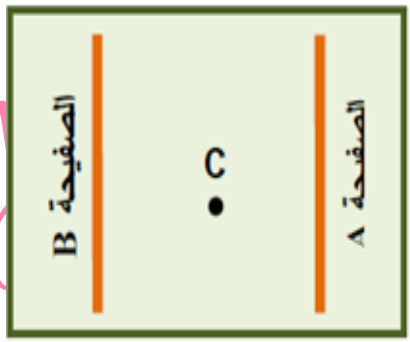
.....

.....

.....

.....

( 12 ) في الشكل المجاور صفيحتان ( A , B ) فرق الجهد بينهما ( 12 v ) و المسافة بينهما ( 0.40 m ) عند وضع بروتون في النقطة ( C ) تحرك البروتون نحو الصفيحة ( A ) . حدد اتجاه المجال الكهربائي على الشكل ، و احسب مقداره .



## أسئلة العام الدراسي 2019/2018

- يتغير الجهد الكهربائي في فضاء ثلاثي الابعاد $(x, y, z)$ بوحدة الفولت وفق المعادلة :

$$V(x,y,z) = 3x^2 + 2y^2 - 4yz$$

مساعدة

$$E_s = -\frac{\partial V}{\partial s}$$

- احسب مقدار مركبات المجال الكهربائي $(E_x, E_y, E_z)$ عند نقطة في الفضاء موقعها $(x = +2.0\ m\ , y = +3.0\ m\ , z = -4.0\ m)$

$E_x$=-12 V/m
$E_y$=-28 V/m
$E_z$=12 V/m

- تقع صفيحة رقيقة عازلة في المستوى $(xz)$ وينطبق مركز الصفيحة على نقطة الأصل $(0\ ,0\ ,0)$ تتوزع على الصفيحة شحنة بانتظام كثافتها $(+7.0\ \mu C/m^2)$ إذا تحرك جسيم مشحون على المحور $(Y)$ من النقطة $(y_1 = +35.0\ cm)$ إلى النقطة $(y_2 = +15.0\ cm)$

- احسب التغير في الجهد الكهربائي بين النقطتين .

$\Delta V = 7.9 \times 10^4$ V

مساعدة

$$\Delta V = -\int_i^f \vec{E}.d\vec{s}$$

HAMID ABD ELGAWAD

## أسئلة العام الدراسي 2019/2018

**ضع إشارة ( ✓ ) داخل المربع أمام أنسب إجابة لكل مما يلي**

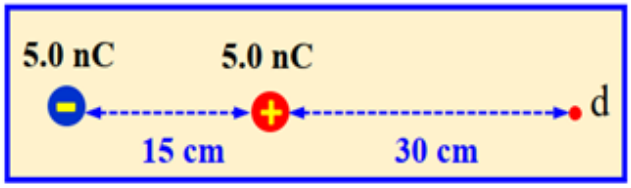
9- أي الآتية صحيح لخطوط المجال الكهربائي و أسطح تساوي الجهد الكهربائي لشحنتين نقطيتين متماثلتين ؟

- ☐ خطوط المجال متوازية مع أسطح تساوي الجهد ☐ كلاهما دوائر متحدة المركز مركزها الشحنتين
- ☐ خطوط المجال متعامدة مع أسطح تساوي الجهد ☐ كلاهما دوائر متحدة المركز مركزها إحدى الشحنتين

10- ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية لنظام مكون من ثلاث شحنات نقطية كل منها ( $+4.0\ \mu C$ ) مرتبة على زوايا مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه ( $15\ Cm$ ) ؟

- ☐ 0.0 J ☐ 1.9 J
- ☐ 0.96 J ☐ 2.9 J

11- في النظام الموضح في الشكل المجاور . أي الآتية صحيح لكل من الجهد الكهربائي و المجال الكهربائي عند النقطة ( d ) ؟




| | الجهد الكهربائي | المجال الكهربائي |
|---|---|---|
| ☐ | سالب | اتجاهه إلى اليمين |
| ☐ | موجب | اتجاهه إلى اليمين |
| ☐ | موجب | اتجاهه إلى اليسار |
| ☐ | سالب | اتجاهه إلى اليسار |

12- شحنة نقطية ( $+3.0\ \mu C$ ) ثابتة موضوعة عند الموقع ( 0 , 0 ) في المستوي ( x , y ) . ما الشغل اللازم لتحريك شحنة ( $+2.0\ \mu C$ ) من الموقع ( $x = 5.0\ cm\ ,\ y = 0.0\ cm$ ) إلى الموقع ( $x = 0.0\ cm\ ,\ y = 2.0\ cm$ )

- ☐ 1.1 J ☐ 2.7 J
- ☐ 1.6 J ☐ 3.8 J


الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

## أسئلة العام الدراسي 2020/2019

ضع إشارة (√) داخل المربع يمين أنسب إجابة لكل مما يلي :

1- صفيحة رقيقة موصلة لا نهائية تقع في المستوى $(x, z)$ وتتوزع عليها شحنة بانتظام كثافتها $(+7.0\mu C/m^2)$ تحركت شحنة $(-2.0\mu C)$ على المحور $y$ باتجاه الصفيحة من النقطة $(y_1 = 21.0\ cm)$ إلى النقطة $(y_6 = 6.0\ cm)$

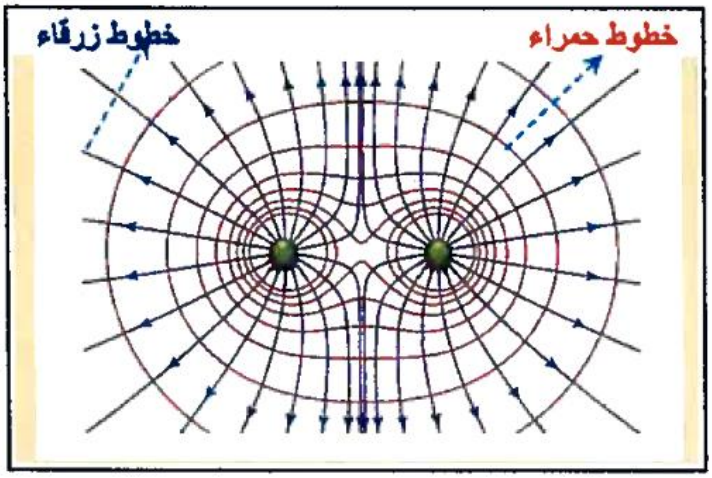
- ما مقدار الشغل المبذول من المجال الكهربائي على الشحنة لتحريكها بين النقطتين ؟

☐ 0.24 J ☐ 0.34 J

☐ 0.43 J ☐ 0.12 J

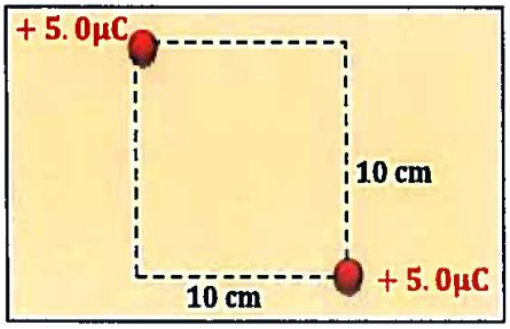
2- يظهر الشكل المجاور خطوط المجال كهربائي وأسطح تساوي الجهد الكهربائي لشحنتين نقطيتين ، اعتماداً على الشكل .

- أي الآتية صحيح للخطوط الحمراء والشحنتين ؟




| | الخطوط الحمراء | نوع الشحنتين |
|---|---|---|
| ☐ | خطوط المجال الكهربائي | متماثلتين وموجبتين |
| ☐ | أسطح تساوي الجهد | متماثلتين وموجبتين |
| ☐ | خطوط المجال الكهربائي | متماثلتين وسالبتين |
| ☐ | أسطح تساوي الجهد | متماثلتين وسالبتين |

3- شحنتان نقطيتان كل منها $(+5.0\ \mu C)$ موضوعتان على زاويتي مربع طول ضلعه $10.0\ cm$ كما في الشكل المجاور .




- ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية للنظام المكون من الشحنتين ؟

☐ 0.0 J
☐ 2.3 J
☐ 1.6 J
☐ 0.8 J

4- يتغير الجهد الكهربائي في فضاء ثلاثي الأبعاد $(x, y, z)$ بوحدة الفولت وفق المعادلة :

$$V(x, y, z) = (3x^2 + 2y - 5z)$$

- ما مقدار المجال الكهربائي عند النقطة $(+4.0\ m, -2.0\ m, -1.0\ m)$

مساعدة

$$E_s = -\frac{\partial V}{\partial S}$$

☐ $8.16\ V/m$
☐ $24.6\ V/m$
☐ $21.0\ V/m$
☐ $31.0\ V/m$



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي

وضع جسيم مشحون شحنته ($+3.0\ \mu C$) على المحور $x$ عند النقطة ($x = +5.0\ cm$) ، يبدأ الجسيم في الحركة من السكون بسبب وجود شحنة ($+8.0\ \mu C$) ثابتة عند نقطة الأصل ($x = 0.0$) .

- احسب الطاقة الحركية للجسيم لحظة مروره بالنقطة ($x = 12.0\ cm$)

K=2.5 J

HAMDY ABD

**مراجعة المفاهيم الخاصة بالكتاب.**

3.1. e 3.2. e 3.3. a 3.4. a 3.5. b 3.6. e 3.7. d 3.8. e 3.9. b 3.10. a 3.11 e

الاختيار من متعدد خاص بالكتاب

3.1. a 3.2 c 3.3. c 3.4. c 3.5. a 3.6. d 3.7. a 3.8. d 3.9. a 3.10. c

3.11. c 3.12. b 3.13. a 3.14. d



الكتاب هو المرجع الأساسي ومحتويات هذا الملف لا تغني عن الكتاب المدرسي