الفيزياء

اسم الطالب:.....

وزارة التربية والتعليم
Ministry of Education

الفصل الدراسي الأول
العام الدراسي 2019/2018

اوراق عمل2018/2019

الجهد الكهربائي

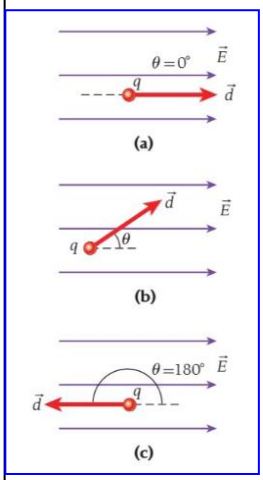
إعداد :: محمود عوض الله

3.1 طاقة الوضع الكهربائية

3

- القوة الكهروستاتيكية $F_e = k\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$ و قوة الجاذبية $F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ عبارة عن قوى محافظة.
- الشغل الذي تبذله القوى المحافظة يؤدي الى نقص في طاقة الوضع $W_e = -\Delta U$
- التغير في طاقة الوضع الكهربائية ΔU تعرف بـــ $\Delta U = U_f - U_i = -W_e$
- الشغل المبذول بواسطة قوى محافظة لا يعتمد على المسار.
- النقطة المرجعية (المستوى المرجعي) : هو المستوى الذي يكون عند طاقة الوضع الكهربائية تساوي صفر $U_i = 0.0$

حالة خاصة: الشحنة في مجال كهربائي منتظم



❖ وضعت شحنة q حرة الحركة في مجال كهربائي منتظم

✓ ما الشغل المبذول من القوة الكهربائية على الشحنة؟؟ $W = \vec{F}.\vec{d}$

✓ ما العلاقة بين شدة المجال والقوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة؟؟ $\vec{F} = q\vec{E}$

✓ الشغل المبذول من مجال الكهربائي $W = q\vec{E}.\vec{d} = qEd\cos\theta$

التغير في طاقة الوضع الكهربائية $\Delta U_e = -q\vec{E}.\vec{d} = -qEd\cos\theta$

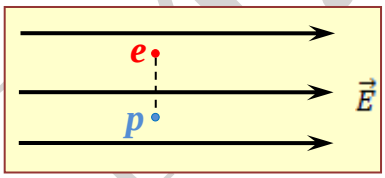
حيث θ الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال واتجاه ازاحة الشحنة

❖ كتلة m موضوعة بالقرب من سطح الارض بحيث موجودة في مجال الجاذبية الارضية

✓ عندما تتحرك الكتلة باتجاه سطح الارض أي بفعل الجاذبية يؤدي ذلك لنقص في طاقة وضعها

$\Delta U = -W_g = -\vec{F}_g.\vec{d} = -mgh$ حيث h البعد الرأسي بين نقطة البداية والنهاية

1. وضع إلكترون وبروتون في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل المجاور.



a- حدد اتجاه حركة كل منهما اذا تحركا تحت تأثير المجال الكهربائي؟

.....

.....

b- ما الذي سيطرأ على طاقة وضع كل من الجسيمين إذا تركا يتحركان بحرية في المجال؟ برر اجابتك.

.....

.....

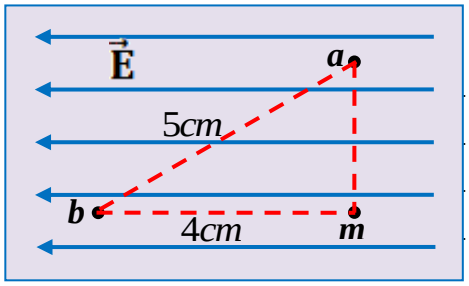
2. مجال كهربائي منتظم مقداره ($250N/C$) واتجاهه باتجاه محور (y) السالب. احسب التغير في طاقة وضع إلكترون عند نقله من النقطة A $(y = 0.020m, x = 0.00m)$ إلى النقطة C $(y = 0.060m, x = 0.030m)$

.....

.....

.....

3. تنقل شحنة موجبة مقدارها $2.0\times10^{-9}\,C$ من النقطة a الى b في مجال منتظم شدته $100N/C$



ما التغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة؟

.....

.....

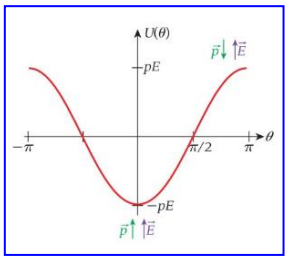
.....

.....

حالة خاصة: ثنائي القطب في مجال كهربائي منتظم

✓ ثنائي القطب يتحرك في مجال كهربائي منتظم بعزم $\vec{p}$

✓ بما ان محصلة شحنة ثنائي القطب يساوي صفر فإن الشغل المبذول لتحريك ثنائي القطب غبر مجال كهربائي منتظم يساوي صفر



✓ بما انه يوجد لثنائي القطب عزم دوران فيمكن أن يؤدي اتجاه ثنائي القطب الى تخزين طاقة وضع

✓ الشغل المبذول من عزم الدوران يتحدد من العلاقة $W=\int\vec{\tau}(\theta')d\theta'$ وبالاستنتاج نستطيع الحصول على:

طاقة الوضع لثنائي القطب في المجال الكهربائي النتظم $U=-pE\cos\theta=-\vec{p}.\vec{E}$

✓ طاقة الوضع تساوي صفر (قيمة صغرى) عند $\theta=0$ يكون عزم ثنائي القطب موازي للمجال الكهربائي

3.2 تعريف الجهد الكهربائي

- هو مقدار طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في شحنة موضوعة في مجال كهربائي $V=\dfrac{U}{q}$
- الجهد كمية قياسية وحدة قياسه J/C وهي الفولت V وتكافيء $(V=J/C=N.m/C=kgm^2.s^{-3}.A^{-1})$
- يحسب دائماً فرق الجهد ΔV حيث ان حساب الجهد عند نقطة يلزم حالة معيارية وهو ان الجهد يساوي صفر عند مسافة اللانهاية لذلك فإن $\Delta V=V_f-V_i$
- يعرف فرق الجهد الكهربائي بالتغير في طاقة الوضع الكهربائي للشحنة الكهربائية

$$\Delta V=V_f-V_i=\frac{U_f}{q}-\frac{U_i}{q}=\frac{\Delta U}{q}$$

- فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في مجال كهربائي **منتظم** $\Delta V=V_f-V_i=-E.d_{i\to f}$
- يعرف فرق الجهد الكهربائي: الشغل المبذول من المجال الكهربائي على الشحنة $\Delta V=-\dfrac{W_e}{q}$
- يعرف الجهد الكهربائي عند نقطة : مقدار الشغل المبذول لنقل الشحنة من مالانهاية الى تلك النقطة $\Delta V=-\dfrac{W_{e,\infty}}{q}$
- الشغل المبذول لنقل شحنة كهربائية $W_{a\to b}=-q\Delta V_{a\to b}=-q(V_b-V_a)$ بواسطة المجال الكهربائي
- العلاقة بين الطاقة الحركية وطاقة الوضع $\Delta K=-\Delta U=-q\Delta V$ حيث $\Delta U_e=+q\Delta V$
- اللكترون فولت: (eV) : الطاقة التي يكتسبها بروتون متسارع عبر فرق جهد قدره $(1V)$ $(1eV=1.602\times10^{-19}\,J)$

M.Awadallah

سطح تساوي الجهد في المجال الكهربائي المنتظم:

- يكون سطح تساوي الجهد في المجال المنتظم هي مستويات عمودية على خطوط المجال الكهربائي
- يكون الجهد الكهربائي متساوي (ثابت) عند جميع النقاط الواقعة على مستوى تساوي الجهد.
- فرق الجهد الكهربائي بين أي نقطتين واقعتين على مستوى تساوي الجهد يساوي صفر $\Delta V_{a\to b} = V_b - V_a = 0$

البطاريات:

✓ تعد البطاريات مصدر للطاقة (خاصة مصدر للتيار المستمر) (مصدر جهد ثابت)

✓ تعتبر احدى وسائل توليد الجهد الكهربائي

✓ مكونات البطارية البسيطة: تتكون من نصفي خلية مملوءة بمادة الكتروليتية (موصلة)

✓ يتم فصل االلكتروليت الى جزئين بواسطة حاجز يمنع مرور االلكتروليت ولكن يسمح بمرور االيونات المشحونة

✓ تتحرك االيونات السالبة باتجاه االنود واليونات الموجبة باتجاه الكاثود

✓ يتولد بين طرفيها فرق جهد

✓ البطارية تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية مباشرة

✓ من أمثلة البطاريات الحديثة – خلية الليثيوم أيون حيث يمكن اعادة شحنها فهي تحتفظ بالشحنة طوال صلاحيتها

مولد فان دي غراف:

- جهاز يولد جهود كهربائية كبيرة تصل لملايين الفولتات
- يستخدم المولد التفريغ الهالي(كورونا) لوضع شحنة موجبة على السير المتحرك مما يؤدي الى وضع فولتية عالية على سن مدبب.
- يكون المجال الكهربائي على السن المدبب عالي جداً مما يعمل على تأيين الهواء حول السن المدبب.
- يكتسب السير الشحنات الموجبة من جزيئات الهواء المؤين واكسابها وتراكمها على القبة الفلزية المجوفة

فسِّر: عندما يلمس شخص قبة مولد فان دي جراف يتنافر شعر الشخص؟

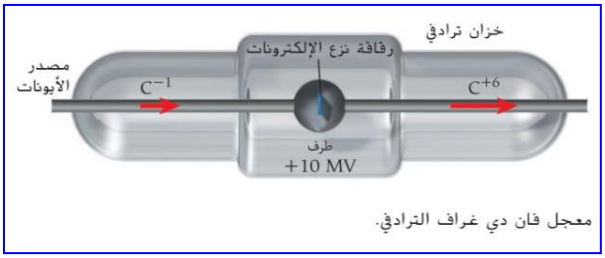
الشحنات تنتقل باللمس(التوصيل) من القبة الى الشخص من نفس نوع شحنة القبة مما يؤدي الى تنافرها

فسِّر: تستمر الشحنات بالتراكم على القبة الفلزية للمولد ولماذا لا تتنافر الشحنات لتعود الى الحزام عند النقطةB

الشحنات الموجودة على القبة لا تولد مجالا داخل القبة وانما تنتقل الشحنات على السطح الخارجي للقبة حيث لا يكون لها اي تأثير في الشحنات الجديدة التي تصل الى السطح.

معجل فان دي غراف الترادفي

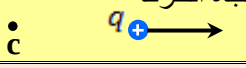
- هو معجل جسيمات باستخدام جهود عالية لدراسة عمليات فيزيائية.
- يبلغ فرق جهده حوالي 10 مليون فولت
- يتم توليد ايونات عن طريق ربط الكترون بالذرات وبالتالي تسريعه بالاتجاه الموجب.
- تمر الايونات عبر رقاقة رقيقة تنزع االلكترونات مولدة ايونات موجبة تتسارع بعيدا عن هذا الطرف خارج المعجل الترادفي



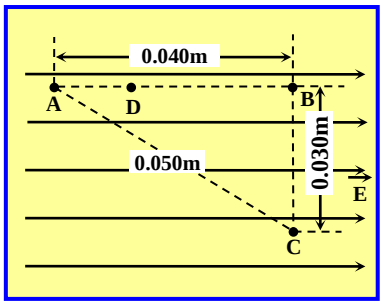
معجل فان دي غراف الترادفي.

M.Awadallah

4. يبين الشكل (أ) في الجدول أدناه شحنة نقطية تُركت حرَّة في مجال كهربائي منتظم فتتحرك تحت تأثيره بينما يُبين الشكل (ب)شحنة أخرى تُنقل في مجال كهربائي منتظم آخر.أكمل الفراغات في جدول المقارنة الآتي:

	الشكل (أ)	الشكل (ب)
	اتجاه الحركة 	اتجاه الحركة
الجهد الكهربائي	.....	ثابت
نوع الشحنة	.....	موجبة
اتجاه المجال الكهربائي	$\vec{E}$ ⟶	.....

5. يبين الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره ($4.2\times10^{4}N/C$). النقاط (A، B، C، D) تقع في المجال.



اعتماداً على الشكل أجب عمّا يلي :

a-أي من النقاط يكون الجهد الكهربائي عندها أكبر من الجهد عند باقي النقاط؟

.....

.....

b-ماذا يطرأ على طاقة الوضع الكهربائية لإلكترون عندما يُنقل من النقطة (A) إلى النقطة (B)؟ فسر اجابتك.

.....

.....

c- إذا تُرك بروتون ليتحرك بحرية من النقطة (D) فحدد اتجاه حركته. فسر إجابتك.

.....

.....

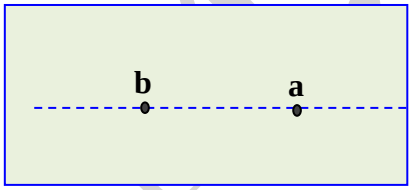
d- احسب فرق الجهد بين النقطتين (A و C).(من A الى C)

.....

.....

.....

6. ينقل الكترون مسافة 4 cm من النقطة a الى النقطة b اللتين تقعان على خط من خطوط مجال كهربائي منتظم، فكان الشغل المبذول لنقل الالكترون بين النقطتين $-3.2\times10^{-17}\,J$ أجب عما يلي:



a- ما هو سبب ان الشغل المبذول سالب.

.....

.....

b- مقدار التغير في فرق الجهد من a الى b

.....

.....

.....

c- مقدار شدة المجال الكهربائي وحدد اتجاهه على الشكل المجاور.

.....

.....

M.Awadallah

7. صفيحتان متوازيتان تحملان شحنتين مختلفتين والمسافة بينهما ($4.0x10^{-3}$ m) وشدّة المجال الكهربائي بينهما ($2.0x10^{6}$N/C). أجب عمّا يلي:

a- احسب فرق الجهد بين الصفيحتين.

.....

.....

b- إذا انطلق بروتون من السكون من نقطة بالقرب من الصفيحة الموجبة، احسب طاقة حركة البروتون لحظة اصطدامه بالصفيحة السالبة.

.....

.....

.....

8. في تجربة ميلكان اتزنت قطرة زيت كتلتها $5\times10^{-5}kg$ ومشحونة بشحنة سالبة تحت تأثير وزنها والقوة الكهربائية التي يؤثر بها المجال الكهربائي المنتظم الناشيء بين الصفيحتين والذي شدته $2.4\times10^{6}\,N/C$ جد الآتي:

a- عدد الالكترونات الزائدة على قطرة الزيت.

.....

.....

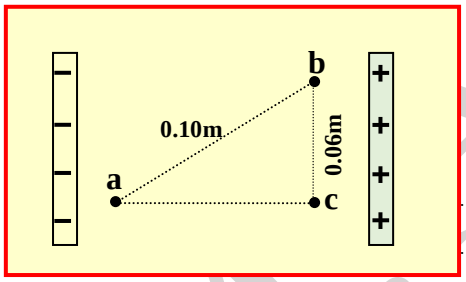
.....

b- فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي الجهاز اذا كان البعد بينهما $2\times10^{-3}m$

.....

.....

9. الشكل المجاور يبين مجال كهربائي منتظم مقداره 10^{3} N/C بين صفيحتين متوازيتين ومشحونتين بنفس المقدار.ينقل إلكترون من النقطة a إلى النقطة b . أجب عما يلي:



a-حدد اتجاه المجال الكهربائي على الشكل.

b-التغير في طاقة الوضع للإلكترون.

.....

.....

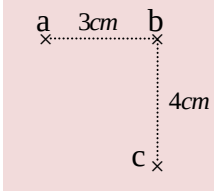
.....

c- إذا كان جهد النقطة a يساوي 40 V ما مقدار جهد النقطة b والنقطة c

.....

.....

10. في الشكل المجاور، عند تحريك بروتون من النقطة (c) إلى النقطة (b) لم تتغير طاقة وضعه في مجال كهربائي منتظم شدته $10^{4}\,N/C$ بينما إذا حُرك من (c) إلى (a) تزداد طاقة وضعه.



a-حدد اتجاه المجال الكهربائي. (فسر اجابتك).

.....

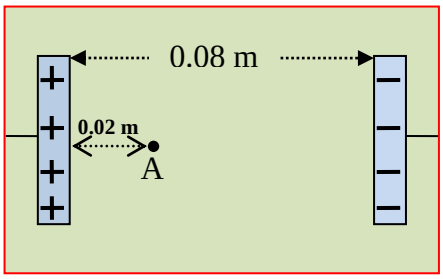
b-احسب فرق الجهد المؤثر على البروتون عند تحريكه من (c) إلى (a)

.....

.....

M.Awadallah

11. **سطحين رأسيين داخل انبوب تفريغ المسافة الفاصلة بينهما 0.08 m ، طبق فرق جهد بين السطحين فنشأ مجال كهربائي منتظم بينهما شدته $10^4 V/m$ أوجد ما يلي. (اعتبر السطح السالب مرجعاً لطاقة الوضع)**



a-الجهد الكهربائي للسطح الموجب .

.....

.....

.....

.....

b-الجهد الكهربائي عند النقطة A والتي تبعد 0.02m عن السطح الموجب

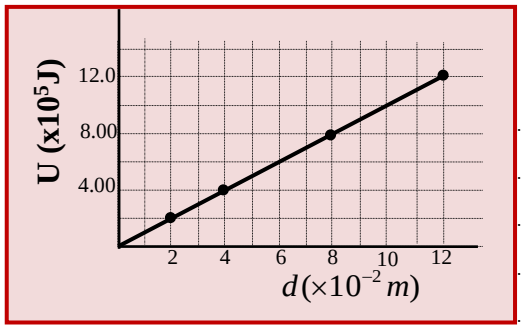
.....

.....

c-اذا تُرِكَ الكترون السطح السالب . ما طاقة وضعه عند النقطة Aالتي تبعد 0.02m عن السطح الموجب.

.....

12. **يظهر الرسم البياني المجاور تغيرات طاقة الوضع الكهربائي لشحنة بتغير بعدها باتجاه المجال الكهربائي المنتظم اذا كانت الشحنة سالبة ومقدارها $5x10^{-6}C$**



احسب مقدار شدة المجال الكهربائي المنتظم

.....

.....

.....

.....

.....

13. افلت الكترون من حالة السكون داخل مجال كهربائي منتظم فتحرك على المحور (X) من الموقع $(x_i = 9\times10^{-2}\,m)$ الى الموقع $(x_f = 19\times10^{-2}\,m)$وانخفضت طاقة وضعه الكهربائية بمقدار $(4\times10^{-18}\,J)$. أجب عما يلي:

a- اوجد مقدار المجال الكهربائي المؤثر في اللالكترون وحدد اتجاهه بالنسبة لحور x

.....

.....

.....

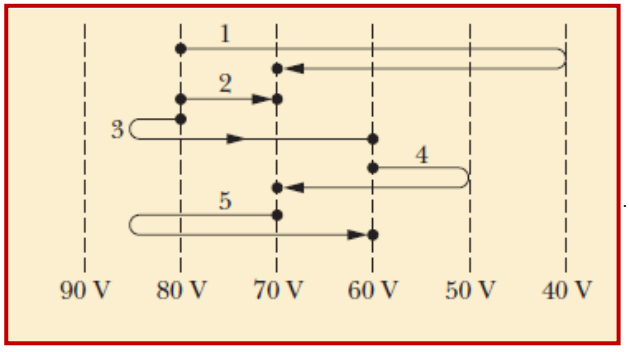
.....

b- اذا كان مقدار طاقة الوضع الكهربائية للالكترون عند x_i تساوي $(7\times10^{-18}\,J)$فكم تكون طاقة وضعه الكهربائية والحركية والميكانيكية عند وصولها الى النقطة x_f

.....

.....

14. **الشكل المجاور تمثل خطوط متساوية في الجهد وتبين خمسة مسارات للالكترون انتقل بين هذه المستويات.**



a- حدد اتجاه المجال الكهربائي؟

.....

b- **حدد اي المسارات تكون فيها الشغل المبذول (خارجي) على اللالكترون سالبة وأيهما موجبة وأيهما صفر**

M.Awadallah

3.4 الجهد الكهربائي للتوزيعات المختلفة للشحنة

✓ الجهد الكهربائي: الشغل اللازم لوضع وحدة الشحنات عند نقطة ما. $\Delta V = V_f - V_i = -\frac{W_e}{q} = -\int_i^f \vec{E}.d\vec{s}$

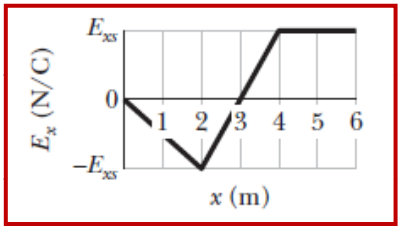
✓ الشغل: هو القوة المؤثرة عبر مسافة ما. $dW = \vec{F}.d\vec{s}$

✓ المجال الكهربائي: هو القوة المؤثرة في وحدة الشحنة عند نقطة. $\vec{F} = q\vec{E}$

✓ يمكن تحديد الجهد الكهربائي من المجال الكهربائي من العلاقات السابقة فإن $V(\vec{r}) - V(\infty) \equiv V(\vec{r}) = -\int_\infty^{\vec{r}} \vec{E}.d\vec{s}$

❖ في حالة العلاقة البيانية بين شدة المجال $\vec{E}$ والازاحة $d\vec{s}$ **فإن المساحة المحصورة تحت المنحنى** تمثل فرق الجهد وفق المعادلة $\Delta V = V_f - V_i = -\frac{W_e}{q} = -\int_i^f \vec{E}.d\vec{s}$

15. **الرسم البياني يمثل العلاقة بين شدة المجال الكهربائي والازاحة فإذا علمت أن $E_{xs} = 20N/C$ هي مركبة المجال على المحور x ومركبة المجال على المحورين y,z تساوي صفر والجهد الكهربائي عند نقطة الاصل تساوي $V_i = 10V$**



a- ما مقدار الجهد الكهربائي عند $x = 2.0m$

.....

b- حدد الفترات التي يكون عندها الجهد موجب

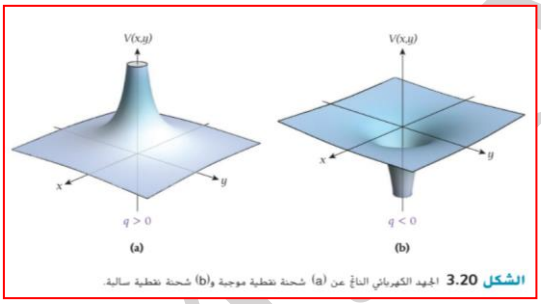
.....

c- ما مقدار اقصى قيمة للجهد الموجبة حسب الفترة $0 \le x \le 6.0m$

.....

الجهد الكهربائي للشحنة النقطية:

من العلاقة $E = \frac{kq}{r^2}$ و $V(\vec{r}) = -\int_\infty^R \vec{E}.d\vec{s} = -\int_\infty^R \frac{kq}{r^2}dr = \frac{kq}{R}$



الشكل 3.20 الجهد الكهربائي الناتج عن (a) شحنة نقطية موجبة و(b) شحنة نقطية سالبة.

A - **لحساب الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد r عن شحنة نقطية من العلاقة**

$$V = k\frac{q}{r}$$

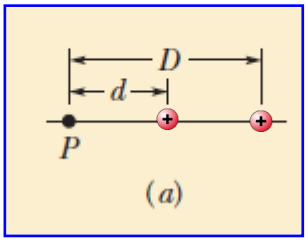
يعوض بهذه العلاقة اشارة الشحنة

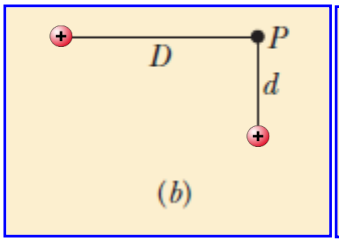
- اذا كانت الشحنة موجبة يكون الجهد عند النقطة موجباً
- اذا كانت الشحنة سالبة يكون الجهد عند النقطة سالباً

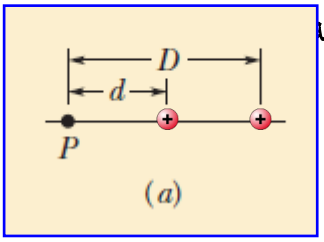
B- **لحساب الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد r واقعة في مجال عدة شحنات نقطية من العلاقة**

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + ...$$

16. الاشكال المجاورة تبين بروتونين يبعد كل منهما عن النقطة p في الحالات الثلاثة. قارن الجهد الكهربائي عند النقطة p بالحالات الثلاثة





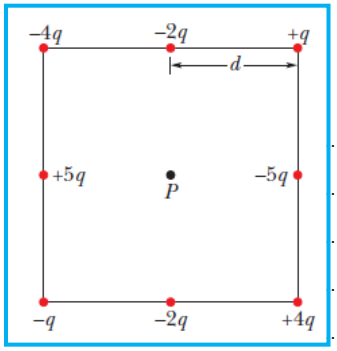


.....

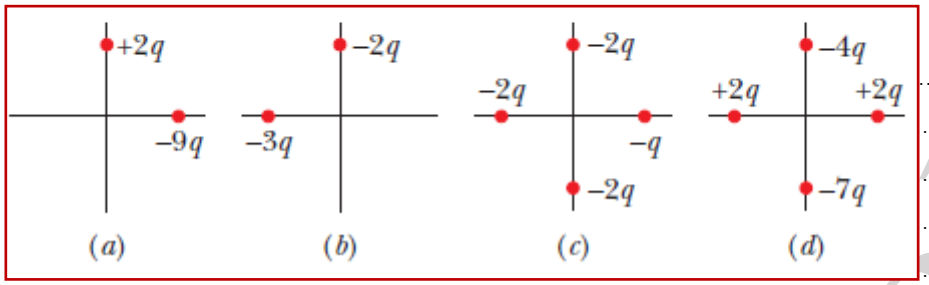
M.Awadallah

17. من خلال الشكل المجاور ، البعد بين كل الشحنات على طول ضلع المربع يساوي d

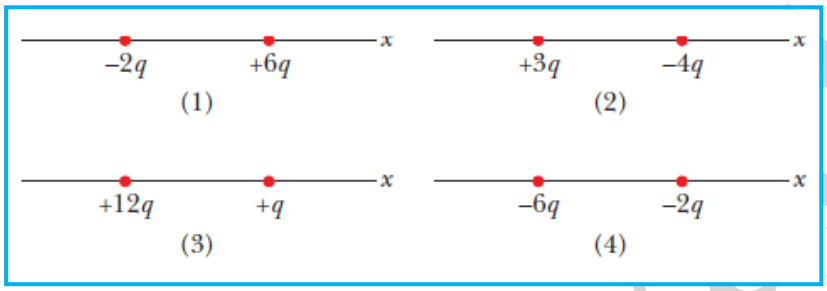
ما مقدار الجهد الكهربائي عند مركز المربع p



18. في الأشكال المجاورة جميع الشحنات تبعد عن نقطة الاصل نفس المسافة ، في أي الاشكال يكون الجهد موجباً وأيها يكون جهده سالب عند نقطة الأصل.

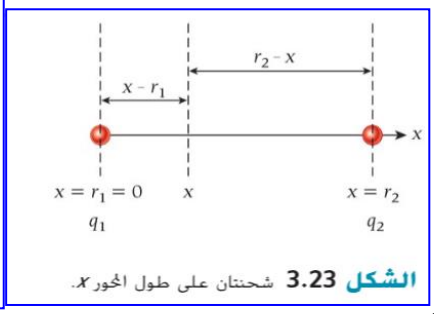


19. من خلال الاشكال التالية. أي زوجين من الشحنات يمكن ان ينعدم عنها الجهد الكهربائي عند نقطة او نقاط على المحور x

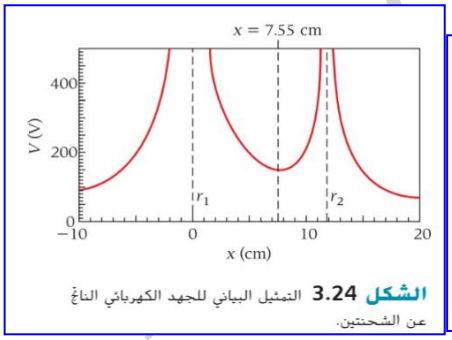


C- **الحد الأدنى للجهد الكهربائي عند نقطة ناتج عن شحنتين**

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



الشكل 3.23 شحنتان على طول المحور x.



الشكل 3.24 التمثيل البياني للجهد الكهربائي الناتج عن الشحنتين.

D- **أسطح وخطوط تساوي الجهد الناشي عن:**

أولاً : شحنة نقطية: عبارة عن دوائر مركزها الشحنة النقطية سواؤ كانت سالبة او موجبة

ثانياً : شحنتان نقطيتان مختلفتا الشحنة

تكون خطوط تساوي الجهد دائما عمودياً على خطوط المجال الكهربائي ولكل شحنة خطوط تساوي الجهد كما في الشحنة النقطة

ثالثاً : شحنتان نقطيتان متماثلتا الشحنة.

تتأثر الشحنتين بقوة تنافر وبما أن الشحنتين موجبتين فإن اسطح تساوي الجهد تمثل جهود موجبة

دائماً يكون اتجاه المجال عمودياً على خطوط تساوي الجهد

Awadallah

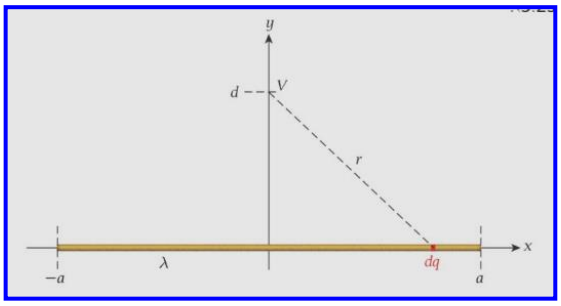
E- التوزيع المتصل للشحنة:

تحديد الجهد الناتج عن خط متصل للشحنة بحيث يمكن تقسيم الشحنة الى عناصر تفاضلية ثم ايجاد الجهد الناتج عن الشحنة التفاضلية وكأنها شحنة نقطية

يمكن التعبير عن الشحنة التفاضلية بدلالة وحدة الطول $dq = \lambda dx$ وبدلالة الشجنة لوحدة المساحة $dq = \sigma dA$ أو بدلالة الشحنة لوحدة الحجوم $dq = \rho dV$

A- خط محدد من الشحنات

ما الجهد الكهربائي عند المسافة d المنصف العمودي لسلك رفيع طوله $2a$ وتوزيع الشحنة λ



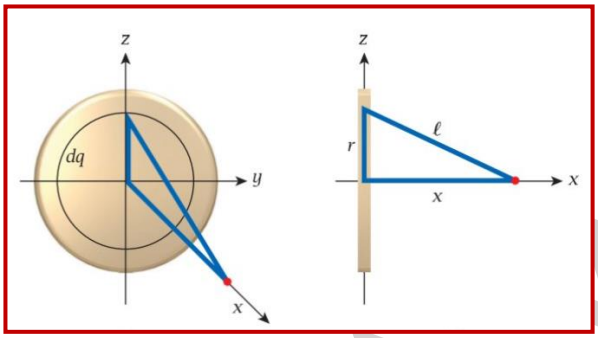
يتم تحديد الجهد الكهربائي التفاضلي الناتج عن dV من العلاقة

$$dV = k\frac{dq}{r} \qquad V = \int_{-a}^{a} k\frac{dq}{r}$$

ومنها يمكن ايجاد الجهد من العلاقة النهائية

$$V = k\lambda \ln\left(\frac{\sqrt{a^2+d^2}+a}{\sqrt{a^2+d^2}-a}\right)$$

B- قرص مشحون.



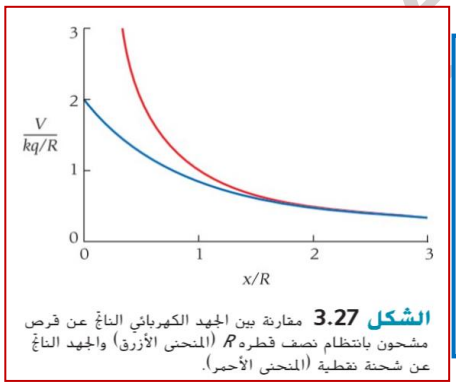
حساب الجهد الكهربائي عند مسافة من قرص موزعة عليه بانتظام حيث R: نصف قطر القرص.

X: بعد النقطة عن القرص على طول محور تماثله

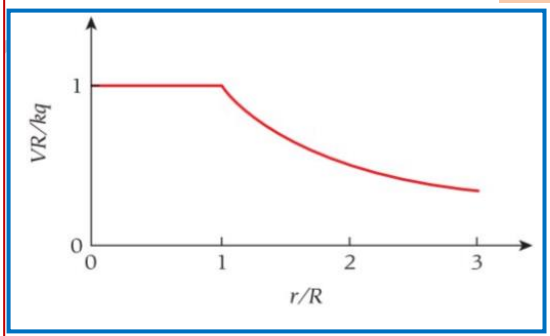
$$V(x) = \frac{2kq}{R^2}(\sqrt{x^2+R^2} - x$$

$$V(x) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_\circ}\sqrt{x^2+R^2} - x$$

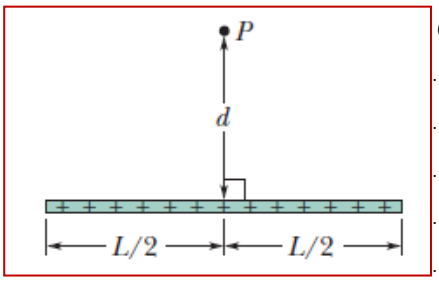
التمثيل البياني للجهد الكهربائي الناتج عن كرة موصلة مجوفة مشحونة



الشكل 3.27 مقارنة بين الجهد الكهربائي الناتج عن قرص مشحون بانتظام نصف قطره R (المنحنى الأزرق) والجهد الناتج عن شحنة نقطية (المنحنى الأحمر).



20. من الشكل المجاور سلك رفيع طوله $L = 6.0cm$ وكثافة شحنته الخطية $\lambda = +3.68pC/m$ أوجد الجهد الكهربائي عند نقطة p تقع على العمودي المنصف للسلك على بعد $d = 8cm$



.....

.....

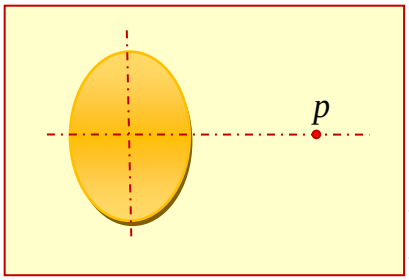
.....

.....

.....

Awadallah

21. الشكل المجاور يبين قرص نصف قطره 5cm وموزعة على سطحه شحنة بانتظام مقدارها $Q = +4.0\mu C$



a- ما كثافة الشحنة السطحية للقرص.

.....

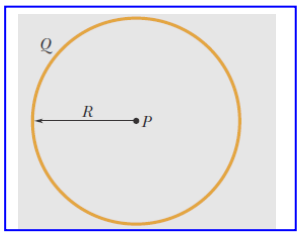
.....

b- ما مقدار الجهد الكهربائي عند نقطة p تبعد 2cm عن مركز القرص وعلى محوره

.....

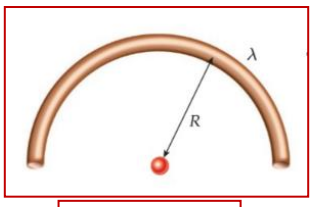
.....

حالات خاصة:



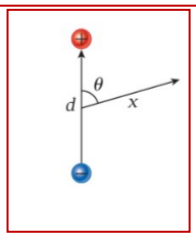
A- الجهد الكهربائي عند مركز حلقة معدنية شحنتها q ونصف قطرها R

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



B- الجهد الكهربائي عند مركز انحناء نصف حلقة كثافة الشحنة الخطية لها λ ونصف قطرها R

$$V = \pi k \lambda$$

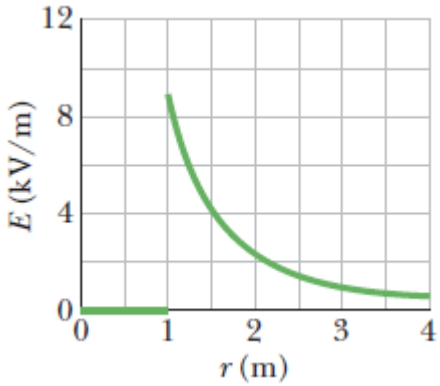


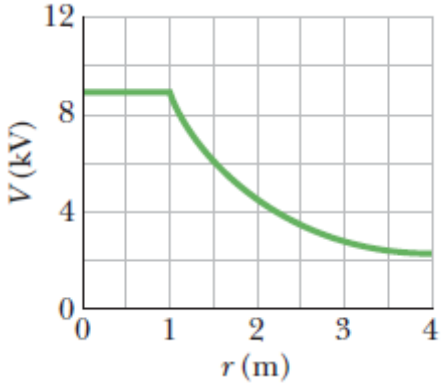
C- الجهد الكهربائي الناشيء عن ثنائي القطب.

عند نقطة تبعد عن مركز محور ثنائي القطب x وبزاوية θ بالنسبة لمحور ثنائي القطب

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

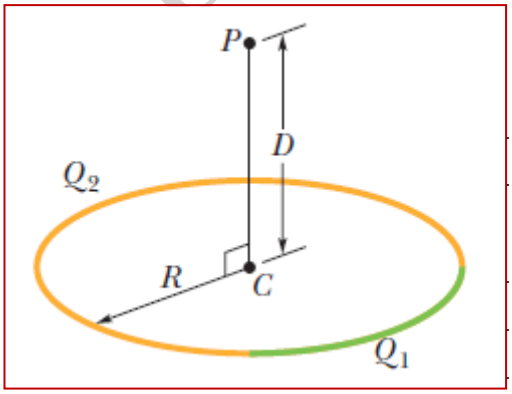
D- العلاقة البيانية للجهد الكهربائي لموصل كروي مشحون والمجال الكهربائي عند نقطة وبعدها عن مركز الموصل.





22. الشكل حلقة بلاستيكية نصف قطرها $R = 8.2cm$ شحنت بشحنتين $Q_1 = +4.2\,pC$ والثانية $Q_2 = -6Q_1$

أوجد الجهد الكهربائي عند نقطتين؟



a- مركز الحلقة؟

.....

.....

b- نقطة تقع على محور الحلقة وتبعد عن مركزها $D = 6.71cm$

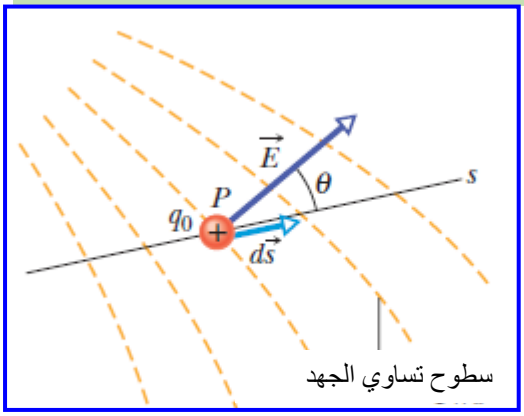
.....

.....

.....

M.Awadallah

3.5 ايجاد المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي



- يمكن تحديد المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي وفق المعادلة

$$-qdV = q\vec{E}.d\vec{s} = qE(\cos\theta)ds$$

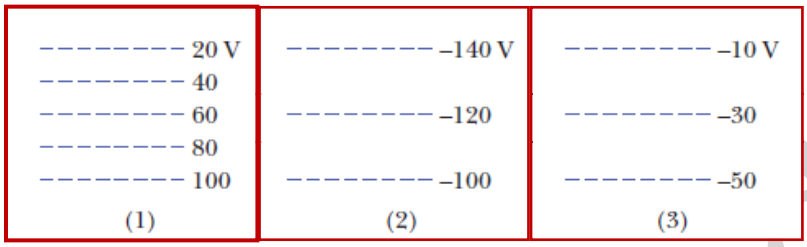
$$E\cos\theta = -\frac{dV}{ds} \quad \text{وبالتالي فإن} \quad E_s = -\frac{\partial V}{\partial s}$$

- يعتبر $d\vec{s}$: متجه من نقطة ابتدائية الى نقطة نهائية تقع على مسافة قصيرة جداً

ومن ثم فإن $E = -\frac{dV}{ds}$ ويمكن ايجاد مركبة المجال عن طريق المشتقة الجزئية

- لحساب المتجه المكافيء هي $\vec{E} = -\vec{\nabla} \equiv -(\partial V/\partial x, \partial V/\partial y, \partial V/\partial z)$ والعامل $-\vec{\nabla}$ يسمى التدرج

23. الشكل المجاور يمثل خطوط متساوية الجهد في الاشكال الثلاثة



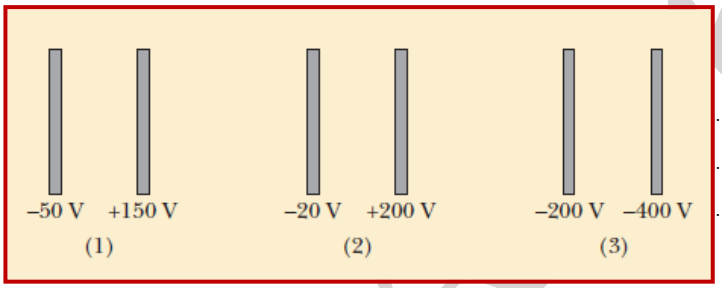
a- قارن شدة المجال الكهربائي في الاشكال الثلاثة

.....

.....

b- حدد على الشكل اتجاه المجال الكهربائي المنتظم

24. من الشكل المجاور يبين ثلاثة الواح متوازية بين كل زوج **نفس المسافة** وجهد كل لوح مبين على الشكل، ينشأ مجال كهربائي منتظم بين كل لوحين.



قارن شدة المجال المنتظم بين كل لوحين في الازواج الثلاثة

.....

.....

.....

25. لنفترض أن الجهد الكهربائي يوضح بالعلاقة $V(x) = -(4x^2 + 3x)$ بوحدة الفولت .

أوجد المجال الكهربائي المقترن بالجهد عند الموقع $x = 3.0m$ (مساعدة $E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$)

.....

.....

.....

26. لنفترض أن الجهد الكهربائي يوضح بالعلاقة $V(x,y,z) = 5x - 3x^2y + 2yz^2$ بوحدة الفولت .أوجد المجال الكهربائي في كل مركبة من مركبات x, y, z وذلك عند نقطة تبعد عن نقطة الأصل $(1i, 0j, -2k)$

.....

.....

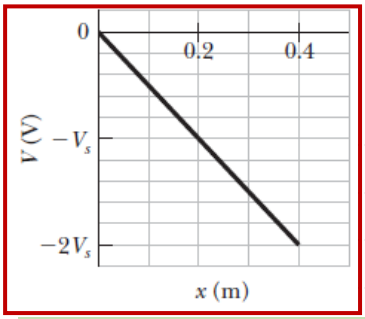
.....

.....

.....

M.Awadallah

27. الكترون موضوع في مجال كهربائي منتظم في اتجاه محور x فقط وكانت قيمة $V_s = 500V$ كما هو مبين بالشكل البياني ما مقدار القوة الكهربائية المؤثرة بالالكترون؟



.....

.....

.....

.....

3.6 طاقة الوضع الكهربائية لنظام من الشحنات النقطية (مجال غير منتظم)

- عند تقريب شحنات من نفس النوع من بعضها لا بد من بذل شغل عليها (خارجي) مما يؤدي الى زيادة في طاقة وضعها الكهربائية.
- عندما تكون الشحنات مختلفة بالنوع ويتم ابعاد الشحنات عن بعضها لا بد من بذل شغل عليها (خارجي) يؤدي الى زيادة في طاقة وضعها الكهربائية.
- عندما تتقارب الشحنات المختلفة بالنوع او تتباعد الشحنات التي من نفس النوع بسبب ان المجال الكهربائي بذل عليها شغلا يؤدي الى نقص في طاقة وضعها.
- لحساب طاقة الوضع الكهربائية لشحنة في مجال الأخرى بحيث يجب بذل شغل من مالانهاية على احدى الشحنتين لنقلها الى نقطة تبعد r عن الشحنة الأخرى وبالتالي تُحسب طاقة الوضع الكهربائية من العلاقة

$U = k\frac{q_1 q_2}{r}$ حيث r البعد بين الشحنتين النقطتين. (ملاحظة: يعوض في هذه العلاقة باشارة الشحنة)

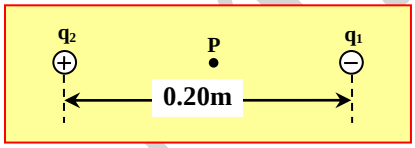
- لحساب طاقة الوضع الكهربائية لشحنة في مجال عدة شحنات يساوي:

المجموع الجبري لطاقات الوضع الكهربائية للشحنة من كل شحنة مجاورة؟

لحساب طاقة الوضع الكهربائية للشحنة q من عدة شحنات مجاورة $U_t = U_1 + U_2 + U_3 + ...$

- حساب طاقة الوضع الكهربائية لنظام مكون من مجموعة شحنات $U_t = k\sum_{pairings}\frac{q_i q_j}{r_{ij}}$

28. في الشكل المجاور إذا كانت $[\ q_1 = -4.0\times10^{-9}C\ ,\ q_2 = 8.0\times10^{-9}C\ ]$. احسب الجهد الكهربائي عند النقطة (p) الواقعة في منتصف المسافة بين الشحنتين.



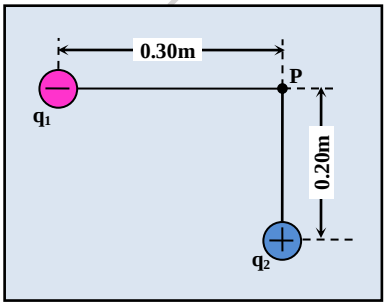
.....

.....

.....

29. شحنتان نقطيتان ($q_1 = -2.4\times10^{-9}C$) و ($q_2 = 2.0\times10^{-9}C$) وضعتا في الفراغ كما في الشكل المجاور. أجب عمّا يلي:

احسب الجهد الكهربائي عند النقطة (P).



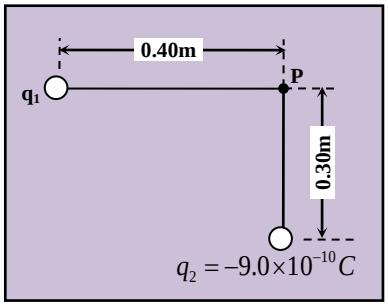
.....

.....

.....

30. وضعت شحنتان نقطيتان (q_1 ، q_2) في الهواء كما في الشكل المجاور.

إذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة (p) صفراً فأجب عمّا يلي:



احسب كمية الشحنة (q_1).وما نوعها.

.....

.....

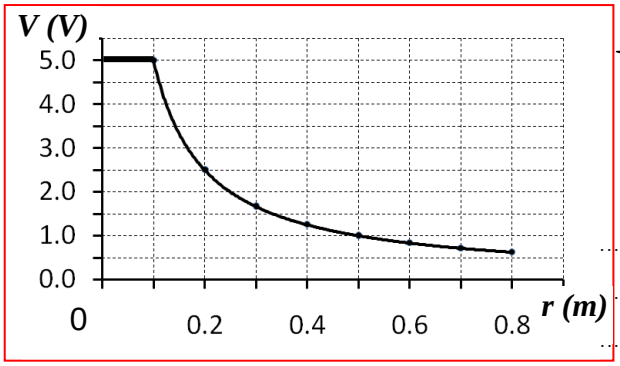
.....

.....

.....

.....

31. يُظهر الرسم البياني المجاور تغيرات الجهد الكهربائي عند نقطة بتغيّر بعدها عن مركز موصّل كروي مشحون بشحنة موجبة. جد الآتي:



a- شحنة الموصّل.

.....

.....

.....

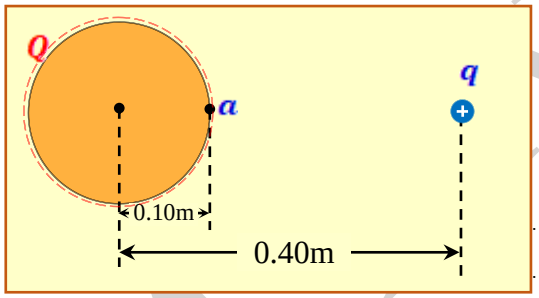
.....

b- الشغل المبذول لنقل شحنة نقطيّة ($+4.0\times10^{-6}$ C) من النقطة التي تبعد مسافة (0.2 m) عن مركز الموصّل إلى نقطة تقع على سطح الموصّل.

.....

.....

32. وضعت شحنة نقطية $q = +1.5\times10^{-7}C$ على بُعد $0.40m$ من مركز موصل كروي نصف قطره $0.10m$ ويحمل شحنة $Q = -1.5\times10^{-8}C$ كما في الشكل المجاور.



a-جد الجهد الكهربائي عند النقطة (a).

.....

.....

.....

.....

b-جد الجهد الكهربائي عند مركز الموصل.

.....

.....

.....

33. شحنة نقطية ($q = -5.0\times10^{-6}C$) وضعت في الفراغ . إذا كانت طاقة الوضع الكهربائية لشحنة نقطية أخرى ($Q = -4.2\times10^{-10}C$) موضوعة في مجال الشحنة (q) تساوي ($9.45\times10^{-5}J$) فأوجد بعد الشحنة (Q) عن الشحنة (q).

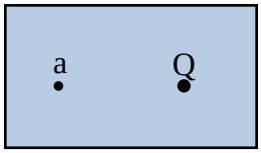
.....

.....

.....

M.Awadallah

34. يبين الشكل المجاور شحنة نقطية (Q) موضوعة في الهواء. عندما وُضعت شحنة نقطية ($q = -4.0\times10^{-8}\ C$) في النقطة (a) التي تقع بالقرب من الشحنة (Q) اكتسبت طاقة وضع كهربائية مقدارها ($3.2\times10^{-3}\ J$). إذا كانت الشحنة (Q) هي الشحنة الوحيدة المؤثّرة في النقطة (a) **فأجب عمّا يلي:**



a- ما نوع الشحنة (Q) [موجبة أم سالبة]؟ برر إجابتك.

.....

.....

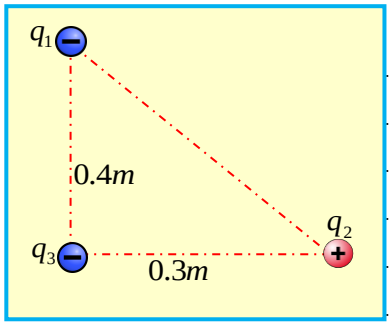
b- احسب جهد النقطة (a).

.....

.....

.....

35. الشكل المجاور مكون من ثلاثة شحنات . اوجد طاقة الوضع الكهربائية للنظام علماً أن $q_3 = -4.0nC$ و $q_2 = +2.0nC$ و $q_1 = -3.0nC$



.....

.....

.....

.....

.....

.....

36. قذف الكترون من مكان بعيد بسرعة ابتدائية قدرها $3.2\times10^{5}\ m/s$ باتجاه بروتون ساكن وثابت مكانه.على أي بعد من البروتون تكون سرعة االلكترون اللحظية تساوي ضعف سرعته االبتدائية.

.....

.....

.....

.....

37. صفيحتان متوازيتان تحملان شحنتين مختلفتين والمسافة بينهما ($4.0x10^{-3}\ m$) وشدّة المجال الكهربائي بينهما ($2.0x10^{6}N/C$). أجب عمّا يلي:

a- احسب فرق الجهد بين الصفيحتين.

.....

.....

b- إذا انطلق بروتون من السكون من نقطة بالقرب من الصفيحة الموجبة، احسب طاقة حركة البروتون لحظة اصطدامه بالصفيحة السالبة.

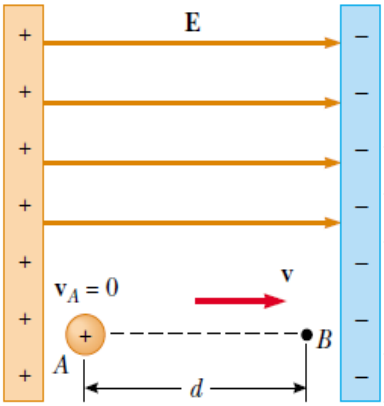
.....

.....

.....

M.Awadallah

38. بروتون بدأ حركته من السكون من نقطة بالقرب من اللوح السالب داخل مجال كهربائي منتظم شدته $8.0\times10^{4}V/m$ كما بالشكل المجاور، فإذا تحرك البروتون مسافة قدرها $d=0.50m$ باتجاه المجال.



a- أوجد فرق الجهد بين النقطتين A وB $\Delta V_{A\to B}$

.....

.....

.....

b- ما التغير في طاقة الوضع الكهربائية للبروتون من A الى B

.....

.....

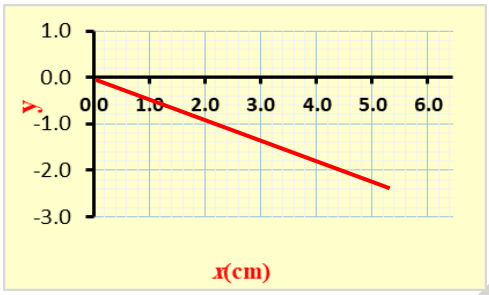
.....

اختر أنسب تكملة لكل مما يلي ثم ضع في المربع أمامها إشارة (✓)

39. يتحرك الكترون مسافة $4.50m$ عكس اتجاه مجال كهربائي منتظم شدته $325N/C$ فإن التغير في طاقة وضع الالكترون

- ❒ $4.68\times10^{-16}J$
- ❒ $-1.17\times10^{-16}J$
- ❒ $2.34\times10^{-16}J$
- ❒ $-2.34\times10^{-16}J$

40. تُرك إلكترون حراً ليتحرك من نقطة ما في مجال كهربائي منتظم، أي الكميات الفيزيائية التالية يُمثلها المتغير y في الرسم البياني المُجاور والمتعلقة بالإلكترون علماً بأن x تُمثل إزاحة الإلكترون؟

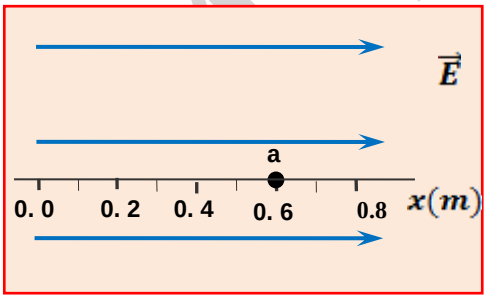


- ❒ المجال الكهربائي المؤثر في الإلكترون
- ❒ طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون
- ❒ طاقة حركة الإلكترون
- ❒ الجهد الكهربائي الذي يؤثر في الإلكترون

41. يتحرك جسيم مشحون مسافة $10.0m$ باتجاه مجال كهربائي منتظم شدته $75N/C$ ، تنقص طاقة وضعه الكهربائية بمقدار $4.8\times10^{-16}J$ ما شحنة الجسم؟

- ❒ $+3.2\times10^{-19}C$
- ❒ $+6.4\times10^{-19}C$
- ❒ $-6.4\times10^{-19}C$
- ❒ $-1.6\times10^{-19}C$

42. يُظهر الشكل المجاور النقطة a والتي تقع عند الإحداثي $(x=0.60m)$ على المحور x ويؤثر فيها مجال كهربائي منتظم مقدار شدته $(2.0\times10^{3}N/C)$.



إذا كانت النقطة b تقع أيضًا على المحور x، وكان جهدها أكبر من جهد النقطة a بمقدار $(8.0\times10^{2}\ V)$. احسب بعد النقطة b عن النقطة a

- ❒ $0.8m$
- ❒ $0.4m$
- ❒ $0.2m$
- ❒ $0.6m$

43. في مجال كهربائي منتظم تمّ اختيار نقطتين تقعان على أحد خطوط المجال البعد بينهما (3.2 cm)، ثمّ قيسَ فرق الجهد بينهما بوساطة فولتميتر فكان (4.8 V). ما شدّة المجال الكهربائي الذي تتواجد فيه هاتان النقطتين؟

- ❒ 0.15 V/m
- ❒ 150 V/m
- ❒ 6.7×10^{-3} V/m
- ❒ 1.5 V/m

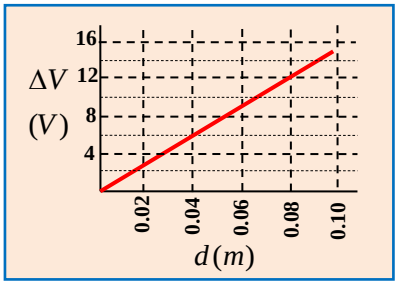
M.Awadallah

44. وحدة قياس الجهد الكهربائي هو الفولت والتي تكافيء

- ❒ $N.m.C$
- ❒ $N.m.C^{-1}$
- ❒ $J.m.C$
- ❒ $Kg.m.C^{-1}$

45. وحدة قياس شدة المجال الكهربائي $N.C^{-1}$ والتي تكافيء

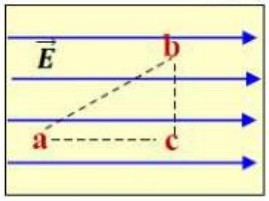
- ❒ $V.m$
- ❒ $m.V^{-2}$
- ❒ $V.m^{-1}$
- ❒ $V.m^{-2}$



46. قام مجموعة من الطلاب بدراسة العلاقة ($\Delta V - d$) في مجال كهربائي منتظم ان مقدار شدة المجال الكهربائي للمجال الكهربائي الذي عمل عليه الطلاب يساوي

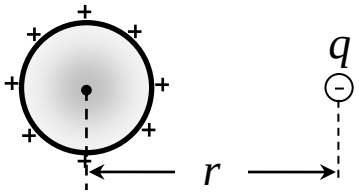
- ❒ 66.7N/C
- ❒ 150N/C
- ❒ 200N/C
- ❒ 250N/C

47. في أي الحالات الآتية تزداد طاقة الوضع الكهربائية لشحنة نقطية سالبة (q) في الشكل المجاور



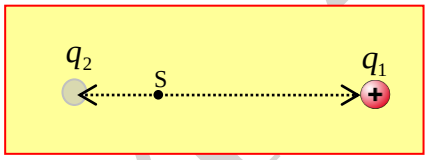
- ❒ اذا تحركت من النقطة c الى النقطة b
- ❒ اذا تحركت من النقطة a الى النقطة c
- ❒ اذا تحركت من النقطة b الى النقطة c
- ❒ اذا تحركت من النقطة b الى النقطة a

48. تؤثّر شحنة نقطيّة سالبة (q) على موصل كروي مشحون بشحنة موجبة نتيجة وقوعها بالقرب منه، كما هو مبيّن في الشكل المجاور. إذا نقلت الشحنة النقطية إلى المالانهاية فإنّ الجهد الكهربائي عند مركز الموصل:



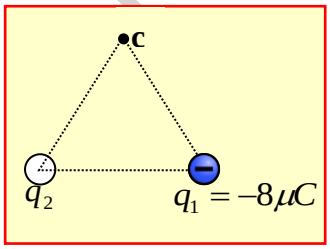
- ❒ يصبح صفراً
- ❒ لا يتغيّر
- ❒ يزداد
- ❒ يقل

49. شحنتان نقطيتان q_1 و q_2 الشحنة الاولى موجبة .الجهد الكهربائي ينعدم عند النقطة (S) كما هو بالشكل فهذا يعني



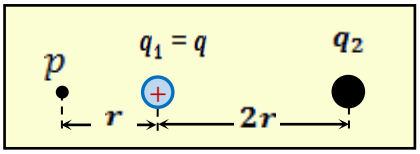
- ❒ q_2 موجبة واكبر مقداراً من q_1
- ❒ q_2 موجبة واقل مقداراً من q_1
- ❒ q_2 سالبة واكبر مقداراً من q_1
- ❒ q_2 سالبة واقل مقداراً من q_1

50. الشكل المجاور يمثل مثلث متساوي الساقين وضعت عند زاويتي قاعدته شحنتين كما بالشكل المجاور فانعدم الجهد الكهربائي عند راس المثلث (c) . فإن الشحنة q_2 لا بد ان تكون



- ❒ سالبة ومقدارها $4\mu C$
- ❒ موجبة ومقدارها $4\mu C$
- ❒ موجبة ومقدارها $8\mu C$
- ❒ سالبة ومقدارها $8\mu C$

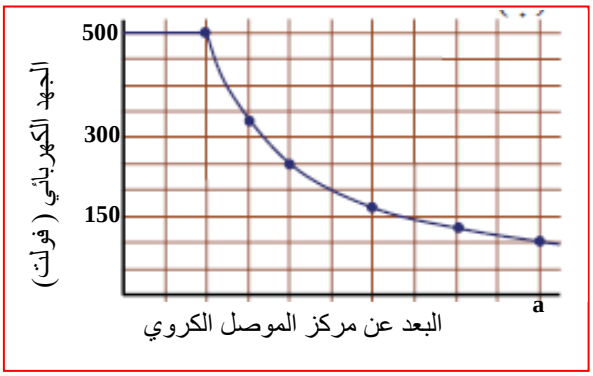
51. يُظهر الشكل المُجاور شُحنتان نُقطيتان يحيط بهما الهواء. إذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة p تساوي صفراً، فما كمية الشحنة q_2؟



- ❒ $-2q$
- ❒ $-3q$
- ❒ $-4q$
- ❒ $-9q$

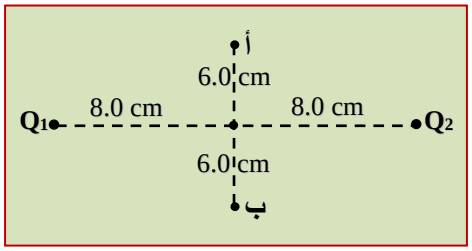
M.Awadallah

52. الشكل المجاور يبين تغيرات الجهد الكهربائي بتغير بعد النقطة عن مركز موصل كروي مشحون ومعزول،إن فرق الجهد بين النقطة a ونقطة تقع في مركز الموصل يساوي



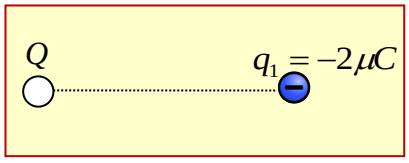
- ❒ 100V
- ❒ 500 V
- ❒ -100V
- ❒ 400 V

53. في الشكل المجاور إذا كانت الشحنات والنقاط تقع في الهواء وكانت ($Q_1=2.0\ x10^{-9}\ C$ ، $Q_2=1.2\ x10^{-9}\ C$)، احسب:التغيّر في طاقة الوضع الكهربائية نتيجة نقل بروتون من النقطة (أ) إلى النقطة (ب).



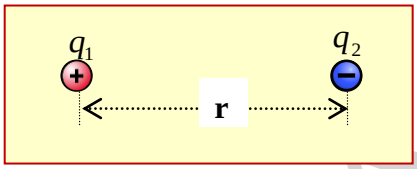
- ❒ $+4.61\times10^{-17}\ J$
- ❒ $0.0J$
- ❒ $-4.61\times10^{-17}\ J$
- ❒ $+2.3\times10^{-17}\ J$

54. في الشكل المجاور إذا كانت طاقة الوضع الكهربائية للشحنة Q تساوي ($-8.0x10^{-6}\ J$) فإن الجهد الكهربائي عند الشحنة q_1 يساوي



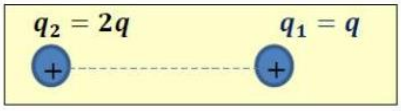
- ❒ $+1.6\times10^{-11}V$
- ❒ $-1.6\times10^{-11}V$
- ❒ $+4.0V$
- ❒ $-4.0V$

55. في الشكل المجاور إذا كانت طاقة وضع الشحنة q_1 تساوي ($-8.4x10^{-6}\ J$) فإن الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي لتحريك إحدى الشحنتين إلى منتصف المسافة بينهما يساوي



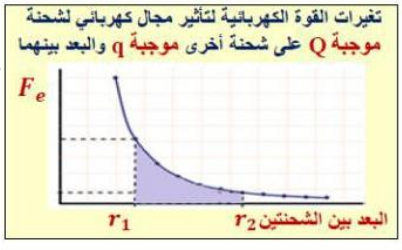
- ❒ $-8.4x10^{-6}J$
- ❒ $8.4x10^{-6}J$
- ❒ $-4.2x10^{-6}J$
- ❒ $4.2x10^{-6}J$

56. أي من الآتية صحيح للشحنتين الكهربائيتين في الشكل المجاور



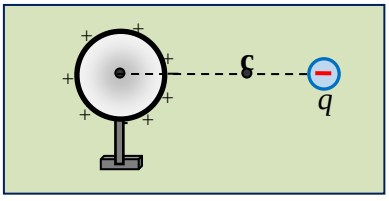
- ❒ $U_2=2U_1$
- ❒ $U_2=U_1$
- ❒ $U_1=2U_2$
- ❒ $U_2=4U_1$

57. ماذا تمثل المساحة المظللة في الرسم البياني المجاور.



- ❒ الشغل الذي يبذله المجال لنقل الشحنة q من r_1 الى r_2
- ❒ فرق الجهد الكهربائي بين r_1 و r_2
- ❒ الشغل الذي يبذله المجال لنقل الشحنة q من r_1 الى الما لانهاية
- ❒ الشغل الذي يبذله المجال لنقل الشحنة q من r_2 الى الما لانهاية

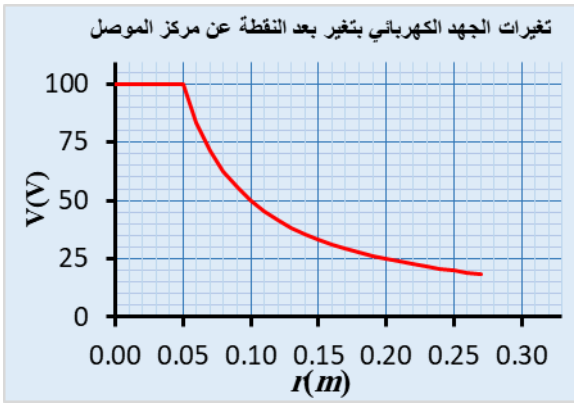
58. موصل كروي مشحون ومعزول وبجواره شحنه سالبة q أي من الآتي صحيح عند انتقال الشحنة q من موضعها الى النقطة c



- ❒ تزداد طاقة الوضع الكهربائية للشحنة q وجهد الموصل الكروي يزداد
- ❒ تزداد طاقة الوضع الكهربائية للشحنة q وجهد الموصل الكروي يقل
- ❒ تقل طاقة الوضع الكهربائية للشحنة q وجهد الموصل الكروي يقل
- ❒ تقل طاقة الوضع الكهربائية للشحنة q وجهد الموصل الكروي يزداد

M.Awadallah

59. يُظهر الشكل تغيرات الجهد الكهربائي عند نقطة في مجال موصل كروي مشحون ومعزول بتغير بعد النقطة عن مركز الموصل. احسب الشغل الذي يبذله المجال على شحنة $(q = 3 \times 10^{-12} C)$ عند نقلها من نقطة (a) تبعد $(0.10m)$ إلى المالانهاية (إلى نقطة بعيدة جداً عند الموصل)

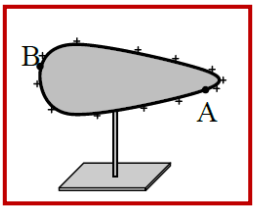


- ❒ $-1.5\times10^{-10}\,J$
- ❒ $+1.5\times10^{-10}\,J$
- ❒ $-3.0\times10^{-10}\,J$
- ❒ $+3.0\times10^{-10}\,J$

60. في المسألة السابقة إن مقدار شحنة الموصل تساوي

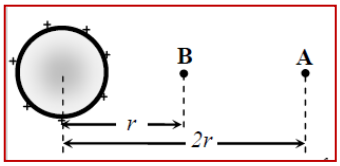
- ❒ $2.55nC$
- ❒ $0.55nC$
- ❒ $5.5nC$
- ❒ $1.11nC$

61. اعتماداً على الشكل ،أي من الآتي يعتبر صحيحاً.



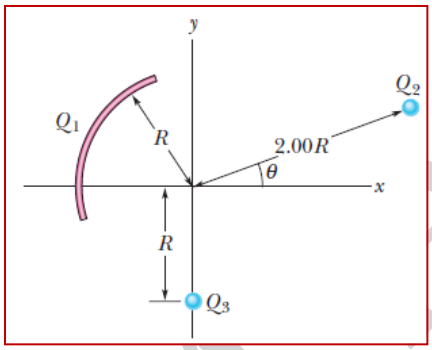
- ❒ $V_A > V_B \ , \ E_A = E_B$
- ❒ $V_A = V_B \ , \ E_A = E_B$
- ❒ $V_A = V_B \ , \ E_A < E_B$
- ❒ $V_A < V_B \ , \ E_A = E_B$

62. في الشكل المجاور النقطة A تبعد مثلي بعد النقطة B عن مركز الموصل الكروي المشحون بشحنة موجبة، اذا نُقل الكترون من النقطة B الى النقطة A فإن:



- ❒ $V_A = V_B \ , \ U_A = 2U_B$
- ❒ $V_B = 2V_A \ , \ U_A = 2U_B$
- ❒ $V_A = 2V_B \ , \ U_A = 2U_B$
- ❒ $V_B = 2V_A \ , \ U_B = 2U_A$

63. في الشكل المجاور جزء من حلقة تحمل شحنة $Q_1 = +7.21PC$ و شحنتين نقطيتين الأولى $Q_2 = 4.0Q_1$ والثانية $Q_3 = -2.0Q_1$ وتبعد كل منهما مسافة عن نقطة الاصل كما بالشكل. ما مقدار الجهد الكهربائي الناشيء عن الشحنات الثلاثة عند نقطة الأصل.

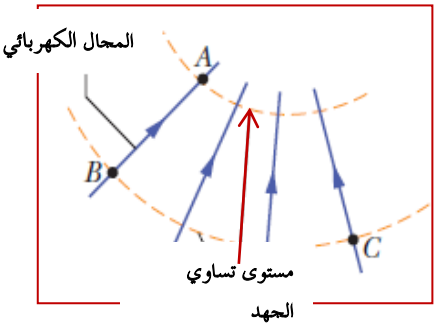


- ❒ $1.62\times10^{-2}V$
- ❒ $-1.62\times10^{-2}V$
- ❒ $3.24\times10^{-2}V$
- ❒ $-6.48\times10^{-2}V$

64. الجهد الكهربائي عند نقطة في المستوى xy يعطى بالعلاقة $V = 2.0x^2 - 3.0y^2$ ما مقدار المجال الكهربائي (باستخدام متجهات الوحدة) عند النقطة ($(3.0m, 2.0m)$

- ❒ $12\hat{i} - 12\hat{j}$
- ❒ $12\hat{i} - 6\hat{j}$
- ❒ $-12\hat{i} + 12\hat{j}$
- ❒ $-12\hat{i} + 6\hat{j}$

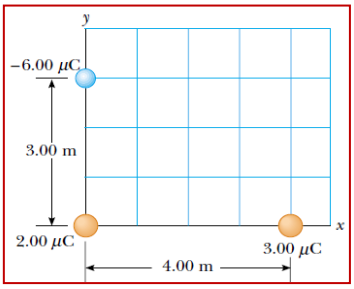
65. في الشكل المجاور مجال كهربائي موضح عليه مستويات تساوي الجهد الكهربائي.فإذا انتقل الكترون من مستوى تساوي الجهد A الى المستوى B فإن المجال بذل عليه شغلاً قدره $3.94\times10^{-19}\,J$ فإن فرق الجهد الكهربائي من A الى B $\Delta V_{A\to B}(V_B - V_A)$



- ❒ $2.46V$
- ❒ $-4.92V$
- ❒ $1.23V$
- ❒ $-2.46V$

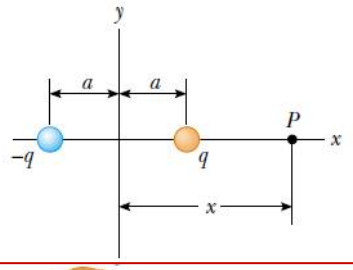
M.Awadallah

66. من الشكل المجاور واعتماداً على البيانات التي عليه ، احسب طاقة الوضع الكهربائية للنظام.



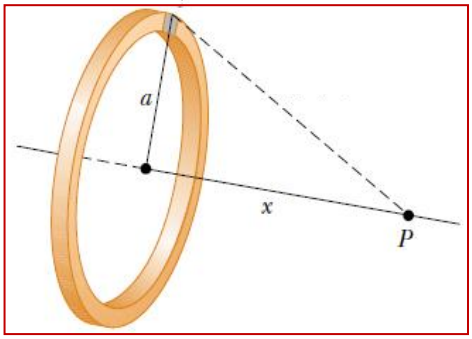
- ❒ $-5.48\times10^{-2}\,J$
- ❒ $-5.48\times10^{-6}\,J$
- ❒ $+5.48\times10^{-2}\,J$
- ❒ $+5.48\times10^{-4}\,J$

67. الشكل المجاور يمثل ثنائي القطب . ما مقدار الجهد الكهربائي عند النقطة P



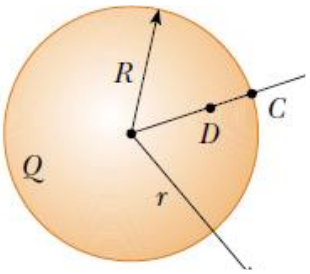
- ❒ $\frac{2kqa}{x^2+a^2}$
- ❒ $\frac{2kqa}{x^2-a^2}$
- ❒ $\frac{4kqa}{x^2+a^2}$
- ❒ $\frac{4kqa}{x^2-a^2}$

68. حلقة نصف قطرها $a=0.2m$ وكثافة شحنتها الخطية $\lambda=-4nC$ ، ما مقدار الجهد الكهربائي عند نقطة P تقع على محور الحلقة ويبعد عن مركزها مسافة 0.9m كما بالشكل المجاور.



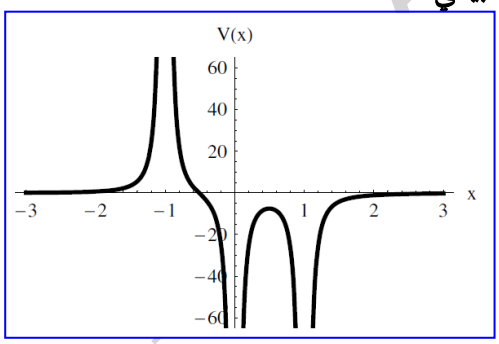
- ❒ $-49.0V$
- ❒ $-50.2V$
- ❒ $45.2V$
- ❒ $-90.4V$

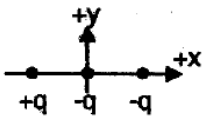
69. موصل كروي مشحون بشحنة موجبة قدرها $Q=+4nC$ ونصف قطر الموصل الكروي 0.5m كما بالشكل المجاور ، رصدت نقطة D داخل الموصل تبعد 0.3m عن مركز الموصل. ان مقدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين DوC

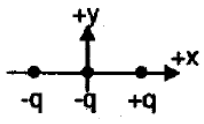


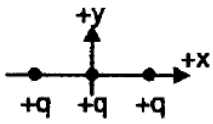
- ❒ $72V$
- ❒ $120V$
- ❒ $48V$
- ❒ $0.0V$

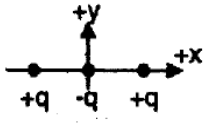
70. الرسم البياني المجاور بين العلاقة بين الجهد الكهربائي الناشيء عن ثلاثة شحنات وبعد النقطة عن مركز هذه الشحنات على المحور x ، اي من الاشكال التالية لترتيب موثع الشحنات يمثل الرسم البياني



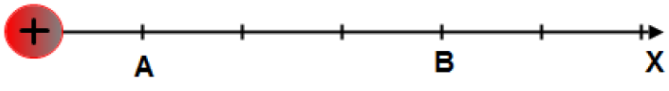
- ❒ 

- ❒ 

- ❒ 

- ❒ 

71. الشكل المجاور يبين شحنة على محور x ، اذا كان الجهد عند النقطة A يساوي (V) فإن الجهد الكهربائي عند النقطة B يساوي



- ❒ $2V$
- ❒ $\frac{1}{2}V$
- ❒ $4V$
- ❒ $\frac{1}{4}V$

Awadallah

الاجابات :

1- **e** عكس اتجاه المجال و **p** باتجاه المجال **-a** **-b** تقل طاقة الوضع الكهربائية لكليهما لان المجال هو الذي بذل شغلا ادى الى نقص باطاقة الوضع

2- $-1.6\times10^{-18}J$ **-3** $-8\times10^{-9}J$ **-4** يقل-موجبة

-5 **A** **-a** **-b** يقل لان المجال هة الذي بذل شغلا **-c** باتجاه **B** $+1680J$ **-d**

-6 **-a** لان اتجاه القوة الكهربائية عكس اتجاه الحركة **-b** $+3.2\times10^{-17}J$ **-c** $5\times10^{3}V/m$

-7 $8\times10^{3}V$ **-a** $1.28\times10^{-15}J$ **-b** 1.278×10^{9} **-a** -8 $4.8\times10^{3}V$ **-b**

-9 $-1.28\times10^{-17}J$ -b **-10** $120V$ **-b** $3\times10^{2}V$ **-b** **-11** $8\times10^{2}V$ -a $6\times10^{2}V$ **-b** $-9.6\times10^{-17}J$ -c

-12 $2\times10^{12}V/m$ **-13** $250N/C$ **-a** **-14** 1و2و3و5 موجب و 4سالب **-b** **-15** $x_{0\to3}$ -b $30V$ **-a** **-16** $V_{max}=40V$ **-c** متساوية بالحالات الثلاثة

-17 $(-4kq/d)$ **-18** جميعها سالبة **-19** (1و2) **-20** $0.024V$ **-21** $5.1\times10^{-4}C/m^2$ **-a** $1.55\times10^{6}V$ **-b**

-22 $-2.3V$ -a **-23** $-1.78V$ **-b** $E_2<E_1$ و $E_3=E_2$ **-a** **-24** $E_2>E_1$ و $E_3>E_2$ و $E_3=E_1$

$75N/C$ **-25** $7.07N/C$ -26 $4\times10^{-16}N$ -27 $360V$ -28 $18V$ -29 $1.2\times10^{-9}C$ -30

-31 $5.55\times10^{-11}C$ **-a** $10^{-5}J$ **-b** $2025V$ -a **-32** $2025V$ **-b** $0.2m$ **-33**

-34 سالبة **-a** $-8\times10^{4}V$ **-b** $(-7.8\times10^{-8}J)$ -35 $1.64\times10^{-9}m$ -36

-37 $8000V$ **-a** $1.28\times10^{-15}J)$ **-b** **-38** $(-4\times10^{4}V)$ **-a** $(-6.4\times10^{-15}J)$ **-b**

الاختيار من متعدد

-39 $-2.34\times10^{-16}J$ **-40- طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون** $+6.4\times10^{-19}C$ **-41** 0.4*m* -42 150 V/m -43

-44 $N.m.C^{-1}$ **-45** $V.m^{-1}$ 150N/C **-46** **-47- اذا تحركت من النقطة a** الى النقطة c **-48** يزداد

-49 q_2 سالبة واقل مقداراً من q_1 **-50** موجبة ومقدارها $8\mu C$ $-3q$ -51 500 V **-52** **-53** $0.0J$

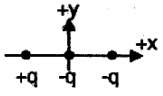
-54 $+4.0V$ **-55** $4.2x10^{-6}$J **-56** $U_2=U_1$ **-57- الشغل الذي يبذله المجال لنقل الشحنة** q من r_1 الى r_2

58- تقل طاقة الوضع الكهربائية للشحنة q وجهد الموصل الكروي يقل **-59** $+1.5\times10^{-10}J$ $0.55nC$ **-60**

-61 $E_A>E_B$ ، $V_A=V_B$ **-62** $U_A=2U_B$ ، $V_B=2V_A$ **-63** $3.24\times10^{-2}V$ **-64** $-12\hat{i}+12\hat{j}$

-65 $2.46V$ **-66** $-5.48\times10^{-2}J$ **-67** $\frac{2kqa}{x^2-a^2}$ **-68** $-49.0V$ **-69** 0.0V

-70



-71 $\frac{1}{4}V$

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

M.Awadallah