

قناة لحظات فيزيائية



اسم الدرس	الرابط
2-3 الجهد الكهربائي في مجال منتظم وغير منتظم	https://youtu.be/tHhFH5PKkcM
3-3 اسطح وخطوط تساوي الجهد	https://www.youtube.com/watch?v=fNTHsfD90Zk&t=1239s
3-4 الجهد الكهربائي للتوزيعات المختلفة للشحنه	https://www.youtube.com/watch?v=hWAg9qpweS4&t=1s
3-5 إيجاد المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي	https://www.youtube.com/watch?v=ym-MV-10TIs&t=50s



3.2 Definition of Electric Potential

تعريف الجهد الكهربائي 3.2

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

Chapter 3: Electric Potential

3.1 Electric Potential Energy

(إثرائي- حالة خاصة: ثنائي القطب في مجال كهربائي منتظم ص: 61-62) - (For Enrichment-Special case: Dipole in a Constant Electric Field p:61-62)

3.2 Definition of Electric Potential (Self reading: Batteries p: 64) (قراءة ذاتية: البطاريات ص: 64)

(إثرائي- مولد فان دي غراف ص: 65-66) (For Enrichment: Van de Graaff Generator p:65-66)

3.3 Equipotential Surface Lines

3.4 Electric Potential of Various Charge Distributions

(إثرائي: التوزيع المتصل للشحنة ص: 74-76) - (For Enrichment: Continuous Charge Distribution p:74-76)

3.5 Finding the Electric Field from the Electric Potential

(إثرائي: المحتوى بعد مثال '3.6' ص: 78-79) - (For Enrichment: content after example 3.6 p:78-79)

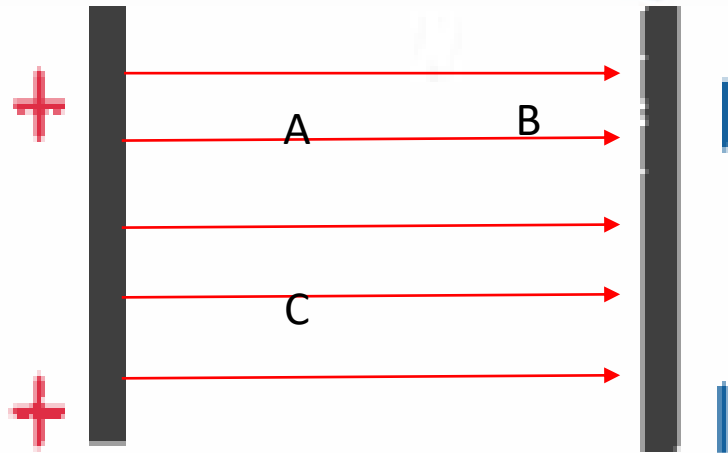
3.6 Electric Potential Energy of a System of Point Charges

Determine the direction of the uniform electric field

حدد اتجاه المجال الكهربائي المنتظم

The field goes from the positive plate to the negative plate

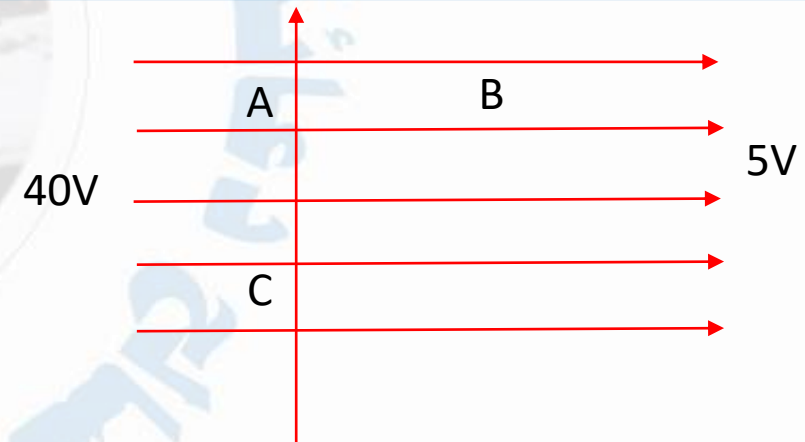
يتجه المجال من اللوح الموجب الي اللوح السالب



$$V_A = V_C > V_B$$

The field goes from higher voltage to lower voltage

يتجه المجال من الجهد الأعلى الي الجهد الأقل



$$V_A = V_C > V_B$$

$$1V = \frac{1J}{1C}$$

Electrical voltage الجهد الكهربائي

$$V = \frac{U}{q} \quad \Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-W}{q}$$

Irregular electric field
مجال كهربائي غير منتظم

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

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$V_{tot} = V_1 + V_2$$

uniform electric field
مجال كهربائي منتظم

$$\Delta V = -Ed \cos \theta$$



الفولت هو

وحدة قياس الجهد الكهربائي في النظام الدولي للوحدات هي جول لكل كولوم

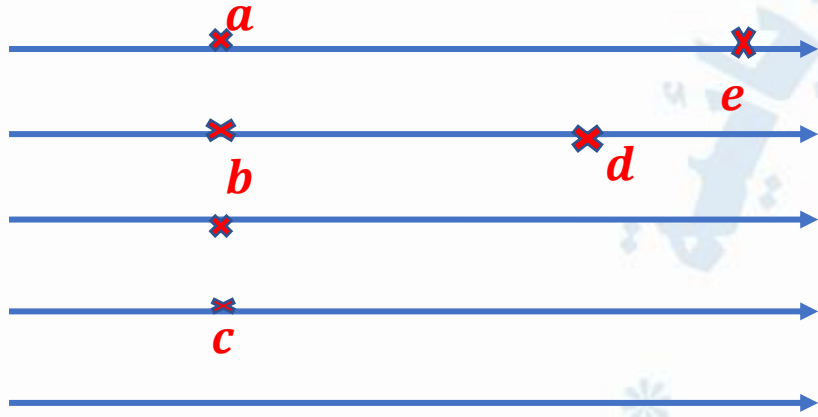
استنتج وحدة مقدار المجال الكهربائي

$$|E| = \frac{|F|}{|q|} = \frac{1N}{1C} = \frac{1N}{1C} \times \frac{1V}{1V} = \frac{1N}{1C} \times \frac{1V}{\frac{1J}{1C}} = \frac{1N \cdot 1C \cdot 1V}{1C \cdot 1J} = \frac{1N \cdot 1V}{1N \cdot 1m} = \frac{1V}{1m}$$

$$|E| = \frac{1N}{1C} = \frac{1V}{1m}$$

For a charge to move between two points, there must be a potential difference between the two points
حتى تتحرك شحنه بين نقطتين لابد من وجود فرق جهد بين النقطتين

The figure opposite shows a regular field to the right:



يوضح الشكل المقابل مجال منتظم باتجاه اليمين :

1- Which points have the largest amount of field?

1- أي النقاط يكون عندها أكبر مقدار للمجال ؟

All points are equal in electric field

جميع النقاط متساوية في المجال

3- أي النقاط يكون عندها أكبر مقدار لطاقة الوضع الكهربائية لبروتون ؟

3- Which points have the greatest electrical potential energy of a proton?

النقاط a, b, c لأن طاقة الوضع للشحنة الموجبة تزداد كلما يقترب من اللوح الموجب

2- Which points have the greatest amount of effort?

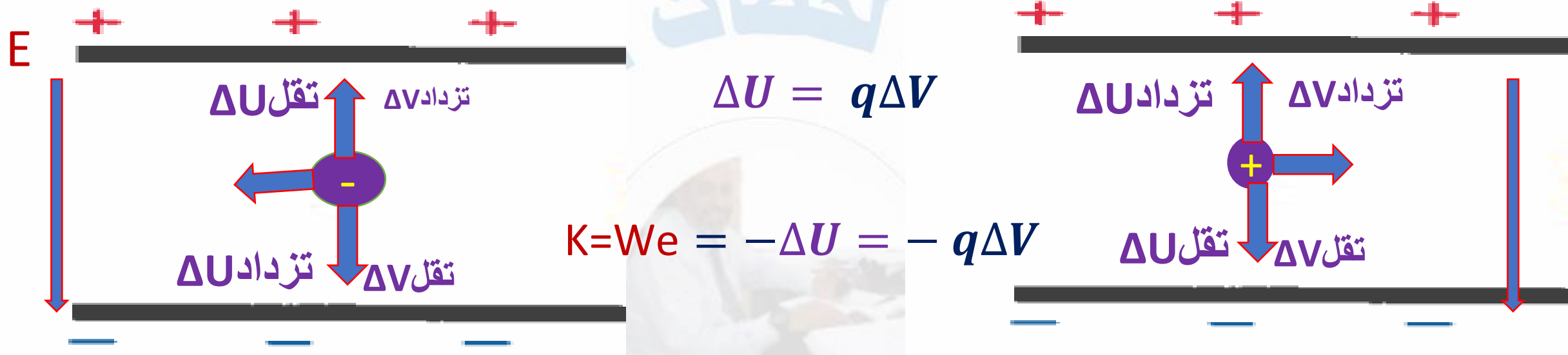
2- أي النقاط يكون عندها أكبر مقدار للجهد ؟

النقاط a, b, c لأن الجهد يقل باتجاه المجال المنتظم

$$V_a = V_b = V_c > V_d > V_e$$

When the potential energy and electric potential of its charge increase or decrease, it moves in a uniform field

متى تزداد او تقل طاقة الوضع والجهد الكهربائي لشحنه تتحرك في مجال منتظم



When a charge moves from the positive plate towards the negative plate (movement with field) This is accompanied by a decrease as well as a decrease in voltage

عند حركة **شحنة** من اللوح الموجب باتجاه اللوح السالب (**حركة مع المجال**) يرافق ذلك تناقص كذلك تناقص للجهد أي :

The change in voltage is negative

التغير في الجهد سالب

$$\Delta V = V_f - V_i$$

Electrical voltage الجهد الكهربائي

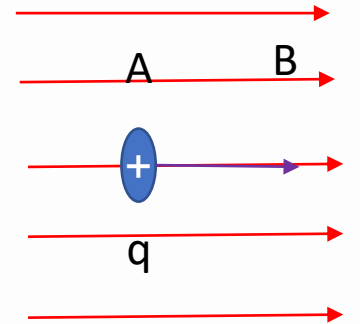
we define electric potential as the potential energy of a unit charge.

$$V = \frac{U}{q}$$

نعرف الجهد الكهربائي بأنه طاقة وضع وحدة الشحنات .

$$\Delta U = U_f - U_i = q\Delta V \quad \Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-qEd\cos\theta}{q} = -Ed\cos\theta$$

The voltage (V) is known. What is the amount of work done on that charge?



يعرف الجهد الكهربائي (V). مقدار هذا الشغل المؤدى (المبذول) على تلك الشحنة

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

$$\Delta V = \frac{-W_e}{q} = \frac{-qEd\cos\theta}{q} = -Ed\cos\theta$$

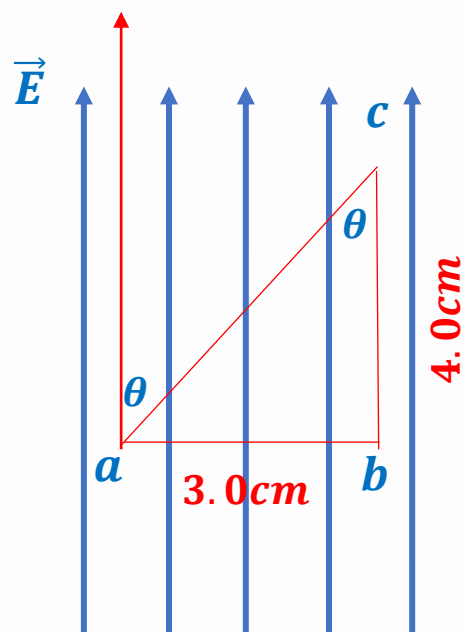
$$W_e = -\Delta U = -(U_f - U_i) = -q\Delta V$$

$$1V = \frac{1J}{1C}$$

وحدة الجهد الكهربائي Voltage unit

تذكر المجال الكهربائي كمية متجهة والجهد كمية قياسية وله قيمة في كل مكان في الفضاء لكن ليس له اتجاه.

1- The corresponding figure shows a uniform electric field of intensity (250N/C) .



$$\cos\theta = \frac{0.04}{0.05}$$

$$\Delta V = -Ed\cos\theta$$

Calculate the potential difference between the two points

$$\Delta V = -(250)(0.03)\cos 90 = 0$$

1- يوضح الشكل المقابل مجال كهربائي منتظم شدته (250N/C) .

1- احسب فرق الجهد بين النقطتين a, b .

2- احسب فرق الجهد بين النقطتين c, b .

Calculate the potential difference between the two points

$$\Delta V = -(250)(0.04)\cos 180 = 10\text{V}$$

3- احسب فرق الجهد بين النقطتين c, a .

$$\Delta V = -(250)(0.05)\left(\frac{0.04}{0.05}\right) = 10\text{V}$$

$$\Delta V_{bc} = \Delta V_{ac}$$

4- قارن بين طاقة الوضع الكهربائية لإلكترون عند النقاط a, b, c

Compare the electrical potential energy of an electron at points

$$U_c > U_b = U_a$$

5- قارن بين الجهد الكهربائي لإلكترون عند النقاط a, b, c

$$V_c < V_b = V_a$$

The work done by the electric force on the test charge ($q_0 = + 2.0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$) to move it from A to B is $W_{AB} = + 5.0 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. Find:

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

$$\Delta V = V_B - V_A$$

Calculate the potential difference between the two points

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

$$W_{AB} = + 5.0 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

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

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{-(+5.0 \cdot 10^{-5} \text{ J})}{+2.0 \cdot 10^{-6} \text{ C}} = -25 \text{ V}$$

الشغل موجب أي اتجاه القوة في نفس اتجاه الإزاحة

Work is positive, whichever direction the force is in the same direction as the displacement

$$V_B - V_A = -25 \text{ V} \quad V_B < V_A$$

The negative potential difference of the test charge moves from high voltage to low voltage (with electric field)

فرق الجهد سالب شحنة الاختبار تتحرك من جهد مرتفع إلى جهد منخفض (مع المجال الكهربائي)

The 400V voltmeter reads across two equal parallel plates 0.020m apart. What is the electric field between them?

يقرأ الفولتميتر 400V عبر لوحين متوازيين متساويين يفصل بينهما 0.020m. ما هو المجال الكهربائي بينهما؟



$$\Delta V = E \cdot d \quad E = \frac{\Delta V}{d} \quad E = \frac{400V}{0.020m} = 2.0 \cdot 10^4 V/m$$

When a potential difference of 125V is applied to two parallel plates, the field between them is $4.25 \cdot 10^3 N/C$. How far apart are the two plates?

. عندما يتم تطبيق فرق الجهد 125V على لوحين متوازيين ، يكون المجال بينهما $4.25 \cdot 10^3 N / C$ ما مدى تباعد اللوحين؟

$$\Delta V = E \cdot d \quad d = \frac{\Delta V}{E} \quad d = \frac{125V}{4.25 \cdot 10^3 N/C} = 2.94 \cdot 10^{-2} m$$

What is the potential difference applied to two metal plates that are 0.200 m apart if the electric field between them is $2.50 \cdot 10^3 N/C$?

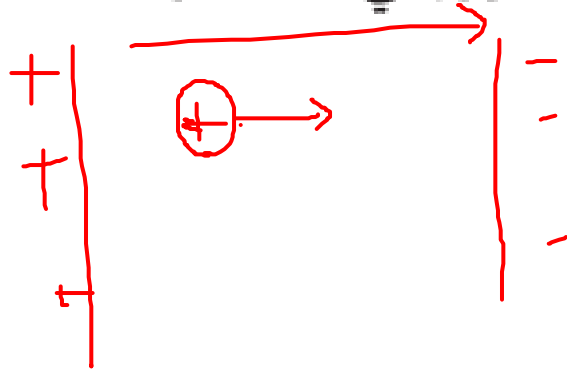
. ما هو فرق الجهد الكهربائي الذي يتم تطبيقه على لوحين معدنيين يفصل بينهما مسافة 0.200m متر إذا كان المجال الكهربائي بينهما $2.50 \cdot 10^3 N / C$ ؟

$$\Delta V = E \cdot d \quad \Delta V = (2.50 \cdot 10^3 N/C)(0.200m) = 5.0 \cdot 10^2 V$$

3.1 A positive charge is released and moves along an electric field line. This charge moves to a position of

- a) lower potential and lower potential energy.
- b) lower potential and higher potential energy.
- c) higher potential and lower potential energy.
- d) higher potential and higher potential energy.

3.1 تحررت شحنة موجبة وتحركت على طول خط مجال كهربائي. ستتحرك هذه الشحنة إلى موقع



(a) أقل في الجهد وأقل في طاقة الوضع.

(b) أقل في الجهد وأعلى في طاقة الوضع.

(c) أعلى في الجهد وأقل في طاقة الوضع.

(d) أعلى في الجهد وأعلى في طاقة الوضع.

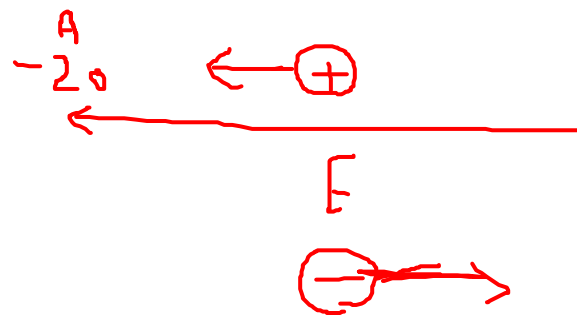
باتجاه المجال الكهربائي :

- دائماً يقل الجهد
- تقل طاقة الوضع للشحنة الموجبة وتزداد طاقة الوضع بالشحنة السالبة

3.2 A proton is placed midway between points A and B. The potential at point A is -20 V , and the potential at point B $+20\text{ V}$. The potential at the midpoint is 0 V . The proton will

- a) remain at rest.
- b) move toward point B with constant velocity.
- c) accelerate toward point A.
- d) accelerate toward point B.
- e) move toward point A with constant velocity.

3.2 يوجد بروتون في منتصف المسافة بين نقطتين A و B. فإذا كان الجهد عند النقطة A يساوي -20 V ، وعند النقطة B يساوي $+20\text{ V}$ ، وعند نقطة المنتصف يساوي 0 V . فإن البروتون سوف



- (a) يظل ساكنا.
- (b) يتحرك تجاه النقطة B بسرعة متجهة ثابتة.
- (c) يتسارع تجاه النقطة A.
- (d) يتسارع تجاه النقطة B.
- (e) يتحرك تجاه النقطة A بسرعة متجهة ثابتة.

جهد النقطة B أكبر من جهد النقطة A لذا يكون اتجاه المجال من النقطة B إلى النقطة A يتسارع البروتون مع اتجاه المجال نحو النقطة A

3.3 What would be the consequence of setting the potential at $+100\text{ V}$ at infinity, rather than taking it to be zero there?

- a) Nothing; the field and the potential would have the same values at every finite point.
- b) The electric potential would become infinite at every finite point, and the electric field could not be defined.
- c) The electric potential everywhere would be 100 V higher, and the electric field would be the same.
- d) It would depend on the situation. For example, the potential due to a positive point charge would drop off more slowly with distance, so the magnitude of the electric field would be less.

3.3 ما نتيجة مساواة الجهد بقيمة $+100\text{ V}$ في اللانهاية، بدلا من مساواته بالصفر؟

(a) لا شيء؛ سيبقى قيم المجال والجهد ثابتة عند أي نقطة محددة.

(b) سيصبح الجهد الكهربائي غير محدود عند كل نقطة محددة، ولن يمكن تحديد المجال الكهربائي.

(c) سيصبح الجهد الكهربائي أعلى بقيمة 100 V في كل مكان، بينما يبقى المجال الكهربائي كما هو.

(d) سيعتمد الأمر على الموقف. على سبيل المثال، سينخفض الجهد الناتج عن شحنة نقطية موجبة ببطء أكثر مع زيادة المسافة، ومن ثم سينخفض مقدار المجال الكهربائي.

الجهد عند نقطة يعتمد على جهد النقطة المرجعية أما شدة المجال الكهربائي يعتمد على فرق الجهد

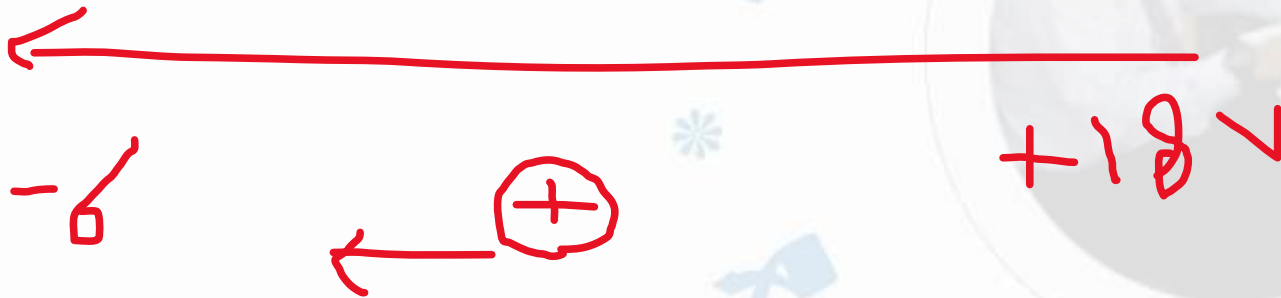
3.27 How much work would be done by an electric field in moving a proton from a point at a potential of +180. V to a point at a potential of -60.0 V?

3.27 ما مقدار الشغل الذي سيذله مجال كهربائي لتحريك بروتون من نقطة جهدها +180 V إلى نقطة جهدها -60.0 V؟

$$W = -q\Delta V = -(1.6 \times 10^{-19})(-60.0 - 180) = 3.84 \times 10^{-17} J$$

الشغل يزداد طاقة الوضع تقل الجهد يقل

تحريك الكترولون



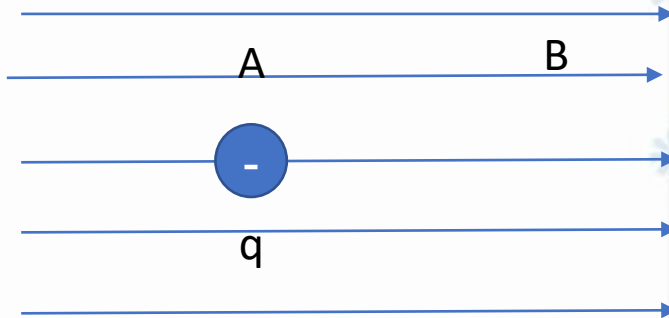
$$W = -q\Delta V = -(-1.6 \times 10^{-19})(-60.0 - 180) = -3.84 \times 10^{-17} J$$

الشغل يقل طاقة الوضع تزداد الجهد يقل

Concept Check 3.1

An electron is positioned and then released on the x -axis, where the electric potential has the value -20 V . Which of the following statements describes the subsequent motion of the electron?

- a) The electron will move to the left (negative x -direction) because it is negatively charged.
- b) The electron will move to the right (positive x -direction) because it is negatively charged.
- c) The electron will move to the left (negative x -direction) because the electric potential is negative.
- d) The electron will move to the right (positive x -direction) because the electric potential is negative.
-  Not enough information is given to predict the motion of the electron.



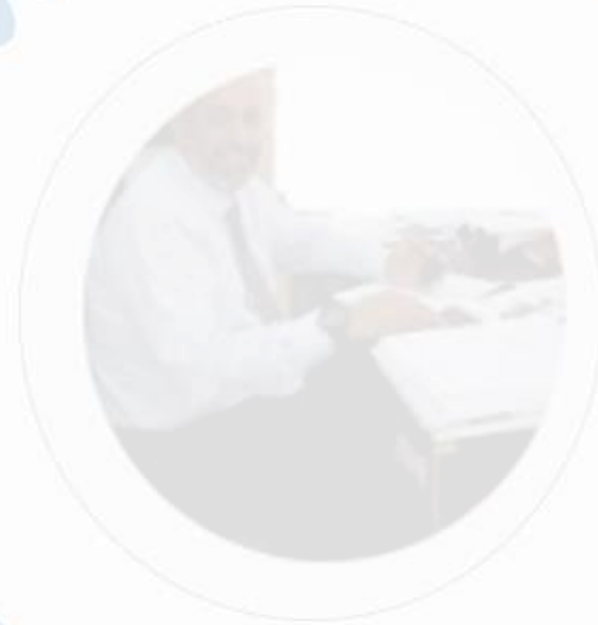
مراجعة المفاهيم 3.1

تم وضع إلكترون على المحور x ثم إطلاقه ليتحرك عليه، وكانت قيمة الجهد الكهربائي -20 V . أي العبارات التالية يصف الحركة التالية للإلكترون؟

- | | |
|---|---|
| (a) سيتحرك الإلكترون تجاه اليسار (اتجاه x السالب) لأنه ذو شحنة سالبة. | (d) سيتحرك الإلكترون تجاه اليمين (اتجاه x الموجب) لأن الجهد الكهربائي سالب. |
| (b) سيتحرك الإلكترون تجاه اليمين (اتجاه x الموجب) لأنه ذو شحنة سالبة. | (e) لا توجد معلومات كافية لتوقع حركة الإلكترون. |
| (c) سيتحرك الإلكترون تجاه اليسار (اتجاه x السالب) لأن الجهد الكهربائي سالب. | |

لابد لتحديد المجال معرفة جهد نقطتين لمعرفة اتجاه حركة كل شحنة

قناة لحظات فيزيائية



Electric potential of a point charge

3-2 الجهد الكهربائي في مجال غير منتظم

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

الجهد الكهربائي

$$V = \frac{U}{q} \quad \Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-W}{q}$$

مجال كهربائي غير منتظم

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

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$V_{tot} = V_1 + V_2$$

مجال كهربائي منتظم

$$\Delta V = -Ed \cos \theta$$



Electric potential of a point charge **الجهد الكهربائي لشحنة نقطية**

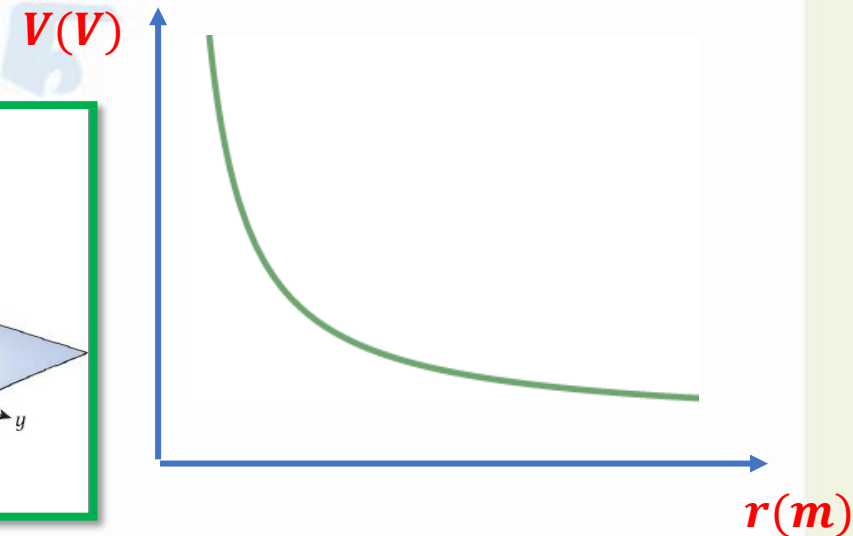
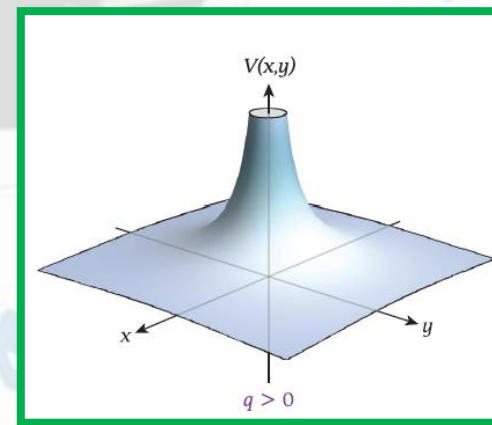
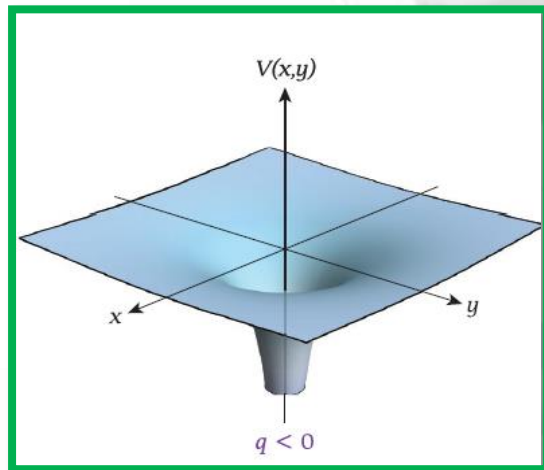
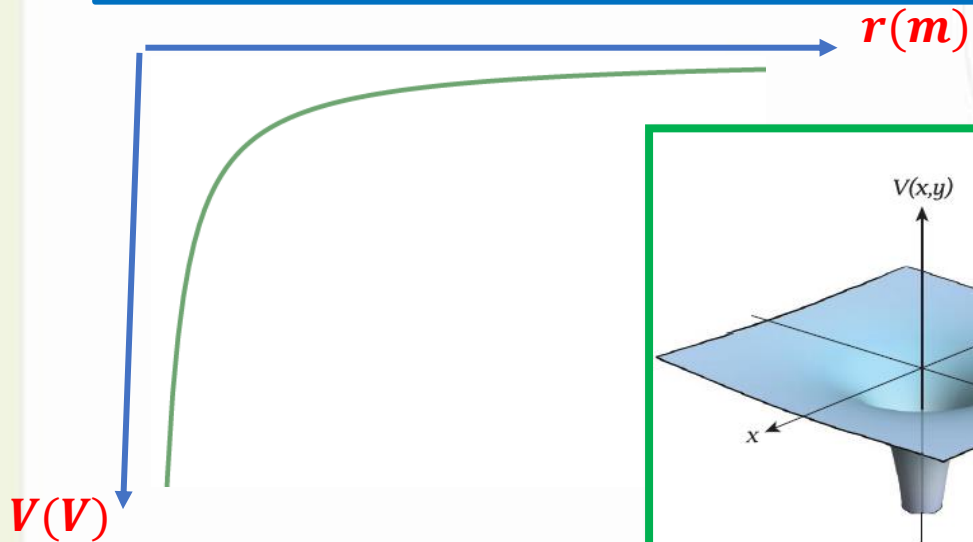
$$V = \frac{kq}{r}$$

الشحنة سالبة Negative charge

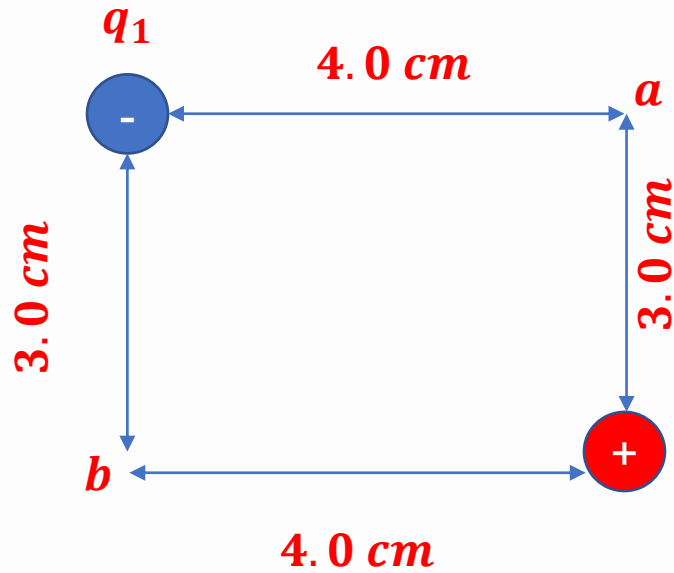
الجهد الكهربائي سالب Negative voltage

الشحنة موجبة positive charge

الجهد الكهربائي موجب Positive voltage



2- In the opposite figure if you know that: ($q_1 = -3.0 \text{ nC}$, $q_2 = +4.0 \text{ nC}$).



2- في الشكل المقابل إذا علمت ان : ($q_1 = -3.0 \text{ nC}$, $q_2 = +4.0 \text{ nC}$) .
Calculate the electric potential difference between the two points
احسب فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين a, b

$$V_a = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2}$$
$$V_a = \frac{(9 \times 10^9)(-3.0 \times 10^{-9})}{0.04} + \frac{(9 \times 10^9)(+4.0 \times 10^{-9})}{0.03} = 525 \text{ V}$$

$$V_b = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2}$$

$$V_b = \frac{(9 \times 10^9)(-3.0 \times 10^{-9})}{0.03} + \frac{(9 \times 10^9)(+4.0 \times 10^{-9})}{0.04} = 0 \text{ V}$$

$$\Delta V = V_a - V_b = (525) - (0) = 525 \text{ V}$$

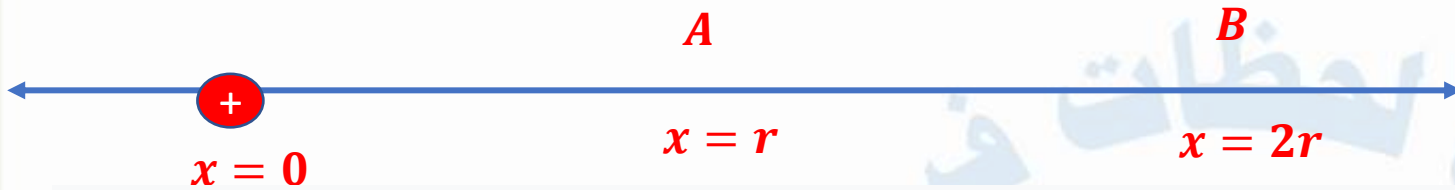
3.69 A Van de Graaff generator has a spherical conductor with a radius of 25.0 cm. It can produce a maximum electric field of $2.00 \cdot 10^6$ V/m. What are the maximum voltage and charge that it can hold?

3.69 بحتوي مولد فان دي غراف على موصل كروي نصف قطره 25.0 cm. يمكنه إنتاج مجال كهربائي مقداره 2.00×10^6 V/m بحد أقصى. ما أقصى فولتية وشحنة يمكن أن يتحملها؟

$$V_{\max} = E_{\max} r = (2.00 \cdot 10^6 \text{ V/m})(0.250 \text{ m}) = 5.00 \cdot 10^5 \text{ V}.$$

$$q_{\max} = \frac{r^2 E_{\max}}{k} = \frac{(0.250 \text{ m})^2 (2.00 \cdot 10^6 \text{ V/m})}{(8.99 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2)} = 1.39 \cdot 10^{-5} \text{ C}.$$

2- ادرس الشكل المقابل ثم اجب عما يلي :



1- Find the ratio of the electric field strength at position B to the electric field strength at position A

1- جد النسبة بين شدة المجال الكهربائي في الموضع B إلى شدة المجال الكهربائي في الموضع A

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

$$\frac{E_B}{E_A} = \frac{r_A^2}{r_B^2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$$

$$E_A = 4E_B$$

2- Find the ratio of the voltage at position B to the voltage at position A

2- جد النسبة بين الجهد الكهربائي في الموضع B إلى الجهد الكهربائي في الموضع A

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

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$$

$$V_A = 2V_B$$

3- Find the ratio of the potential energy of a proton in position B to the energy in position A

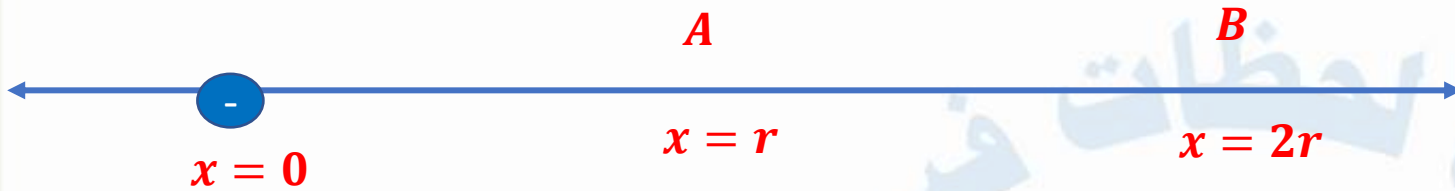
3- جد النسبة بين طاقة الوضع لبروتون في الموضع B إلى طاقة وضعها في الموضع A

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

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

$$U_A = 2U_B$$

2- ادرس الشكل المقابل ثم اجب عما يلي :



1- جد النسبة بين شدة المجال الكهربائي في الموضع B إلى شدة المجال الكهربائي في الموضع A

$$\frac{E_B}{E_A} = \frac{r_A^2}{r_B^2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$$

$$E_A = 4E_B$$

2- جد النسبة بين الجهد الكهربائي في الموضع B إلى الجهد الكهربائي في الموضع A

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$$

$$V_A = 2V_B$$

3- جد النسبة بين طاقة الوضع لبروتون في الموضع B إلى طاقة وضعها في الموضع A

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

$$U_A = 2U_B$$

12

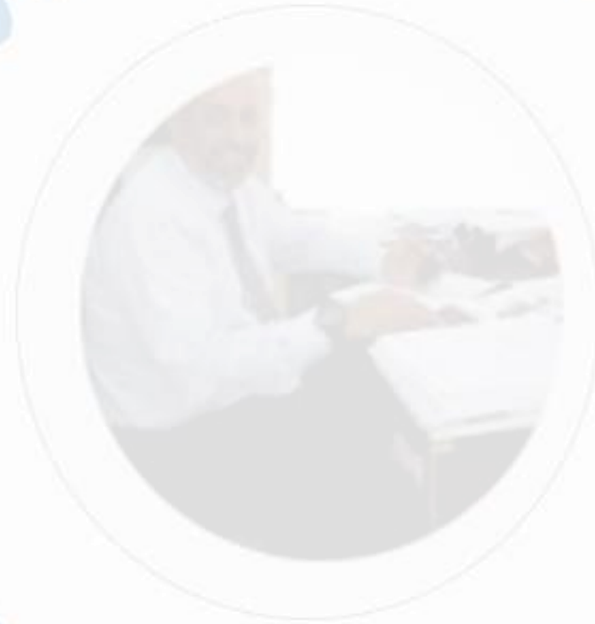


الجهد الكهربائي Electric Potential

الثاني عشر متقدم
الفصل الدراسي الأول

3

قناة لحظات فيزيائية



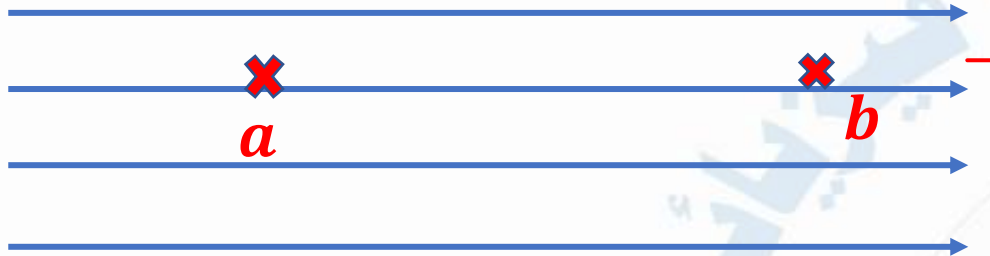
2-3 Electrons gain energy

3-2 اكتساب الإلكترون طاقة

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

حتى تتحرك شحنه بين نقطتين لابد من وجود فرق جهد بين النقطتين

For a charge to move between two points, there must be a potential difference between the two points



عند تحريك الكترون مع المجال a الي b
الشغل يقل -
طاقة الحركة تقل -
طاقة الوضع تزداد +
الجهد يقل -

When moving an electron with the field a to b
work less -

kinetic energy decreases -
Potential energy increases +
voltage decreases +

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

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

$$\frac{1}{2}mv^2 = -q\Delta V$$

عند تحريك بروتون مع المجال a الي b
الشغل يزداد +
طاقة الحركة تزداد +
طاقة الوضع تقل -
الجهد يقل -

When you move a proton with the sphere a to b

Work is increasing +
Kinetic energy increases +
Potential energy decreases -
voltage decreases -

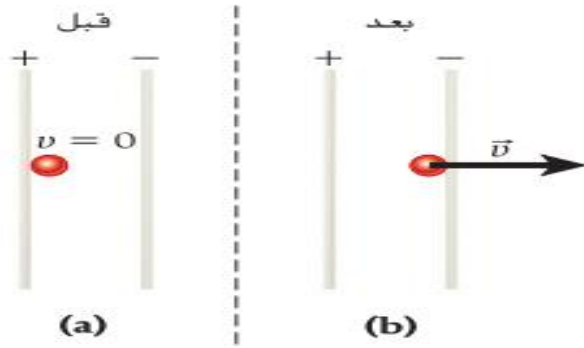
EXAMPLE 3.1

Energy Gain of a Proton

A proton is placed between two parallel conducting plates in a vacuum (Figure 3.6). The difference in electric potential between the two plates is 450 V. The proton is released from rest close to the positive plate.

PROBLEM

What is the kinetic energy of the proton when it reaches the negative plate?



الشكل 3.6 بروتون بين لوحين موصلين متوازيين مشحونين في الفراغ. (a) تم إطلاق البروتون من السكون. (b) تحرك البروتون من اللوح الموجب إلى اللوح السالب، مكتسبًا طاقة حركية.

FIGURE 3.6 A proton between two charged parallel conducting plates in a vacuum. (a) The proton is released from rest. (b) The proton has moved from the positive plate to the negative plate, gaining kinetic energy.

اكتساب البروتون للطاقة

مثال 3.1

تم وضع بروتون بين لوحين موصلين متوازيين في الفراغ (الشكل 3.6). وكان فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين 450 V. وتم تحرير البروتون من السكون بالقرب من اللوح الموجب.

المسألة

ما الطاقة الحركية للبروتون عندما يصل إلى اللوح السالب؟

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

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

$$KE_f - 0 = -(+1.6 \times 10^{-19})(-450)$$
$$KE_f = 7.2 \times 10^{-17} \text{ J}$$

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

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

$$\frac{1}{2}mv^2 = -q\Delta V$$

3.26 An electron is accelerated from rest through a potential difference of 370. V. What is its final speed?

3.26 إلكترون يتسارع من السكون عبر فرق جهد 370 V. فما سرعته النهائية؟

$$v_f = \sqrt{\frac{-q\Delta V}{0.5m}} = \sqrt{\frac{-(-1.6 \times 10^{-19})(370)}{0.5(9.1 \times 10^{-31})}} = 1.14 \times 10^7 \text{ m/s}$$

3.28 What potential difference is needed to give an alpha particle (composed of 2 protons and 2 neutrons) 200. keV of kinetic energy?

3.28 ما فرق الجهد اللازم لتزويد جسيم ألفا (يتكون من بروتونين ونيوترونين) بطاقة حركية مقدارها 200. keV؟

$$\Delta V = \frac{\Delta KE}{q} = \frac{200 \times 10^3 \times 1.6 \times 10^{-19}}{2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1.0 \times 10^5 \text{ V}$$

3.29 A proton, initially at rest, is accelerated through a potential difference of 500. V. What is its final velocity?

3.29 يتسارع بروتون، يبدأ من موضع السكون، عبر فرق جهد يبلغ 500 V. فما سرعته المتجهة النهائية؟

3.30 A 10.0V battery is connected to two parallel metal plates placed in a vacuum. An electron is accelerated from rest from the negative plate toward the positive plate.

$$v_f = \sqrt{\frac{q\Delta V}{0.5m}} = \sqrt{\frac{-(1.6 \times 10^{-19})(-500)}{0.5(1.67 \times 10^{-27})}} = 3.1 \times 10^5 m/s$$

- What kinetic energy does the electron have just as it reaches the positive plate?
- What is the speed of the electron just as it reaches the positive plate?

3.30 بطارية 10.0V متصلة بلوحين فلزيين متوازيين موضوعين في الفراغ. يتسارع إلكترون من وضع السكون من اللوح السالب تجاه اللوح الموجب.

- ما مقدار الطاقة الحركية للإلكترون عند وصوله إلى اللوح الموجب؟
- ما سرعة الإلكترون عند وصوله إلى اللوح الموجب؟

$$\begin{aligned} a) \quad \Delta KE &= -q\Delta V & KE_f \\ &= -(-1.6 \times 10^{-19})(10.0) = 1.6 \times 10^{-18} J \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b) \quad v_f &= \sqrt{\frac{-q\Delta V}{0.5m}} \\ &= \sqrt{\frac{-(-1.6 \times 10^{-19})(10.0)}{0.5(9.11 \times 10^{-31})}} = 1.87 \times 10^6 m/s \end{aligned}$$

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

$$KE_f - 0 = (1.6 \times 10^{-19})(5.0 \times 10^3)$$

$$KE_f = 8 \times 10^{-16} \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(8 \times 10^{-16})}{(9.11 \times 10^{-31})}}$$

$$= 4.2 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$\frac{4.2 \times 10^7}{3.0 \times 10^8} \times 100 = 14\%$$

Concept Check 3.2

A cathode ray tube uses a potential difference of 5.0 kV to accelerate electrons and produce an electron beam that makes images on a phosphor screen. What is the speed of these electrons as a percentage of the speed of light?

- a) 0.025%
- b) 0.22%
- c) 1.3%
- d) 4.5%
- e) 14%

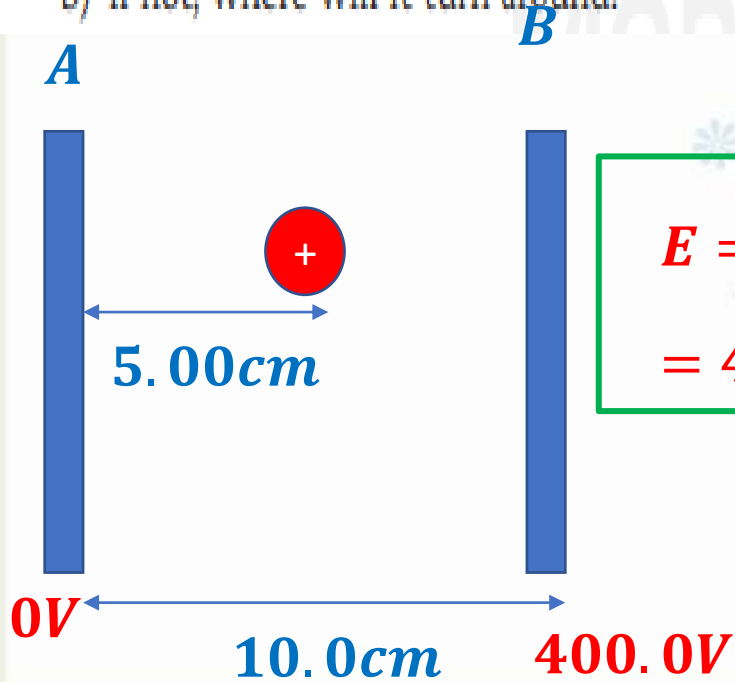
مراجعة المفاهيم 3.2

يستخدم أنبوب أشعة الكاثود فرق جهد مقداره 5.0 kV لتسارع الإلكترونات وإنتاج شعاع إلكترونات يكون صوراً على شاشة فوسفورية. ما سرعة هذه الإلكترونات كنسبة من سرعة الضوء؟

- a) 0.025%
- b) 0.22%
- c) 1.3%
- d) 4.5%
- ☒ e) 14%

•3.31 A proton gun fires a proton from midway between two plates, A and B, which are separated by a distance of 10.0 cm; the proton initially moves at a speed of 150.0 km/s toward plate B. Plate A is kept at zero potential, and plate B at a potential of 400.0 V.

- a) Will the proton reach plate B?
b) If not, where will it turn around?



$$E = \left| \frac{\Delta V}{d} \right| = \frac{400 - 0}{0.10} = 4.00 \times 10^3 \text{ V/m}$$

$$2.9 \text{ cm} < 5.0 \text{ cm} \text{ لا يصل}$$

(b) سوف يستدير البروتون بعد مسافة :
(5.0 cm + 2.9 cm = 7.9 cm) من اللوح A

3.31• يُطلق مدفع بروتونات بروتوناً من منتصف المسافة بين لوحين، A و B، اللذين تفصل بينهما مسافة 10.0 cm؛ يتحرك البروتون في البداية بسرعة 150.0 km/s تجاه اللوح B. يظل جهد اللوح A صفراً، وجهد اللوح B 400.0 V.

(a) هل سيصل البروتون إلى اللوح B؟

(b) إن لم يصل، هل سيستدير؟

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

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

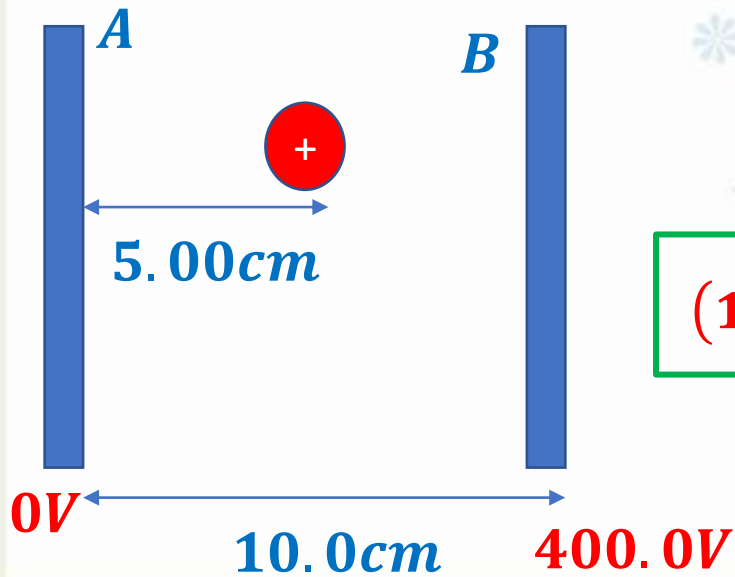
$$qEd\cos\theta = 0 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$(1.6 \times 10^{-19})(d)(4.00 \times 10^3)\cos 180 = 0 - \frac{1}{2}(1.67 \times 10^{-27})(150.0 \times 10^3)^2$$

$$d = 0.029 \text{ m} = 2.9 \text{ cm}$$

•3.31 A proton gun fires a proton from midway between two plates, A and B, which are separated by a distance of 10.0 cm; the proton initially moves at a speed of 150.0 km/s toward plate B. Plate A is kept at zero potential, and plate B at a potential of 400.0 V.

- Will the proton reach plate B?
- If not, where will it turn around?
- With what speed will it hit plate A?



3.31* يُطلق مدفع بروتونات بروتوناً من منتصف المسافة بين لوحين، A و B، اللذين تفصل بينهما مسافة 10.0 cm؛ يتحرك البروتون في البداية بسرعة 150.0 km/s تجاه اللوح B. يظل جهد اللوح A صفراً، وجهد اللوح B 400.0 V.

(a) هل سيصل البروتون إلى اللوح B؟

(b) إن لم يصل، هل سيستدير؟

(c) بأي سرعة سيصطدم باللوح A؟

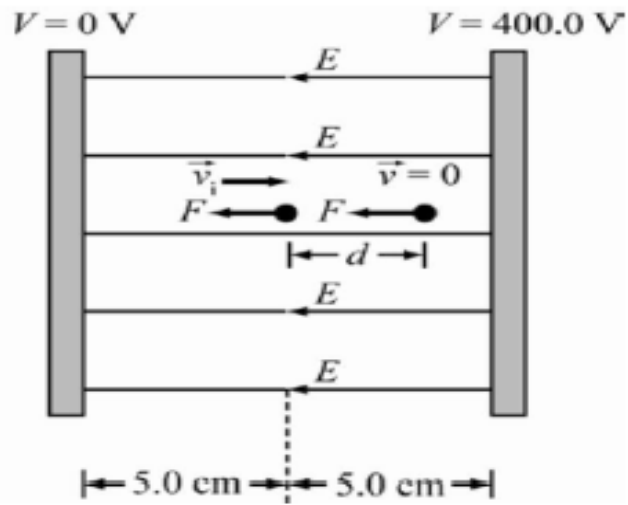
$$E = \left| \frac{\Delta V}{d} \right| = \frac{400 - 0}{0.10} = 4.00 \times 10^3 \text{ V/m}$$

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

$$qEd \cos \theta = 0 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$(1.6 \times 10^{-19})(7.90 \times 10^{-2})(4.00 \times 10^3) \cos 0 = \frac{1}{2} (1.67 \times 10^{-27}) v^2 - 0$$

$$v = 2.46 \times 10^5 \text{ m/s}$$



3.31. يطلق مدفع بروتونات بروتونا من منتصف المسافة بين لوحين، A و B، اللذين تفصل بينهما مسافة 10.0 cm؛ يتحرك البروتون في البداية بسرعة 150.0 km/s تجاه اللوح B. يظل جهد اللوح A صفرا، وجهد اللوح B 400.0 V.

لا يصل $2.9\text{ cm} < 5.0\text{ cm}$

(a) هل سيصل البروتون إلى اللوح B؟

(b) إن لم يصل، هل سيستدير؟

(c) بأي سرعة سيصطدم باللوح A؟

(b) سوف يستدير البروتون بعد مسافة :
($5.0\text{ cm} + 2.9\text{ cm} = 7.9\text{ cm}$) من اللوح A

$$a) E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{(400.0 - 0)}{0.10} = 4.0 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$W = \Delta KE \quad Fd \cos \theta = \frac{1}{2} m(v_f^2 - v_i^2) \quad ; F = Eq$$

$$(1.6 \times 10^{-19})(d)(4.00 \times 10^3) \cos 180 = 0 - \frac{1}{2} (1.67 \times 10^{-27})(150.0 \times 10^3)^2$$

$$d = 0.029\text{ m} = 2.9\text{ cm}$$

$$c) \quad -\Delta U = \Delta KE$$

$$qEd \cos \theta = 0 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$(1.6 \times 10^{-19})(7.90 \times 10^{-2})(4.00 \times 10^3) \cos 0 = \frac{1}{2} (1.67 \times 10^{-27}) v^2 - 0$$

$$v = 2.46 \times 10^5 \text{ m/s}$$

3.70 A proton with a speed of 1.23×10^4 m/s is moving from infinity directly toward a second proton. Assuming that the second proton is fixed in place, find the position where the moving proton stops momentarily before turning around.

3.70 بروتون سرعته 1.23×10^4 m/s يتحرك من مالانهاية مباشرة تجاه بروتون آخر. بافتراض أن البروتون الثاني ثابت في مكانه، أوجد الموقع الذي يتوقف فيه البروتون المتحرك للحظة قبل أن يستدير.

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

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



$$V = \frac{kq}{r} \Rightarrow U = \frac{kq^2}{r}$$

$$K = U \Rightarrow \frac{1}{2}m_p v^2 = \frac{kq^2}{r}$$

$$r = \frac{2kq^2}{m_p v^2} = \frac{2(8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2)(1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C})^2}{(1.673 \cdot 10^{-27} \text{ kg})(1.23 \cdot 10^4 \text{ m/s})^2} = 1.82 \cdot 10^{-9} \text{ m.}$$

SOLVED PROBLEM 3.1

Beam of Oxygen Ions

PROBLEM

Fully stripped (all electrons removed) oxygen (^{16}O) ions are accelerated from rest in a particle accelerator using a total potential difference of $10.0 \text{ MV} = 1.00 \times 10^7 \text{ V}$. The ^{16}O nucleus has 8 protons and 8 neutrons. The accelerator produces a beam of 3.13×10^{12} ions per second.

This ion beam is completely stopped in a beam dump. What is the total power the beam dump has to absorb?

المسألة

تتسارع أيونات الأكسجين (^{16}O) المجردة تمامًا (المنزوع منها جميع الإلكترونات) من السكون في معجل جسيمات باستخدام إجمالي فرق جهد مقداره $10.0 \text{ MV} = 1.00 \times 10^7 \text{ V}$. وتحتوي نواة ^{16}O على 8 بروتونات

و 8 نيوترونات. ينتج المعجل حزمة تتكوّن من 3.13×10^{12} أيونات في الثانية. وتتوقف حزمة الأيونات تمامًا في ممتص الحزمة. ما إجمالي القدرة التي يجب أن يمتصها ممتص الحزمة؟

$$P = \frac{\Delta KE}{t} = \frac{N}{t} q \Delta V \quad P = (3.13 \times 10^{12})(8 \times 1.6 \times 10^{-19})(10.0 \times 10^6)$$

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

● **3.32** Fully stripped (all electrons removed) sulfur (^{32}S) ions are accelerated from rest in an accelerator that uses a total voltage of $1.00 \times 10^9 \text{ V}$. ^{32}S has 16 protons and 16 neutrons. The accelerator produces a beam consisting of 6.61×10^{12} ions per second. This beam of ions is completely stopped in a beam dump. What is the total power the beam dump has to absorb?

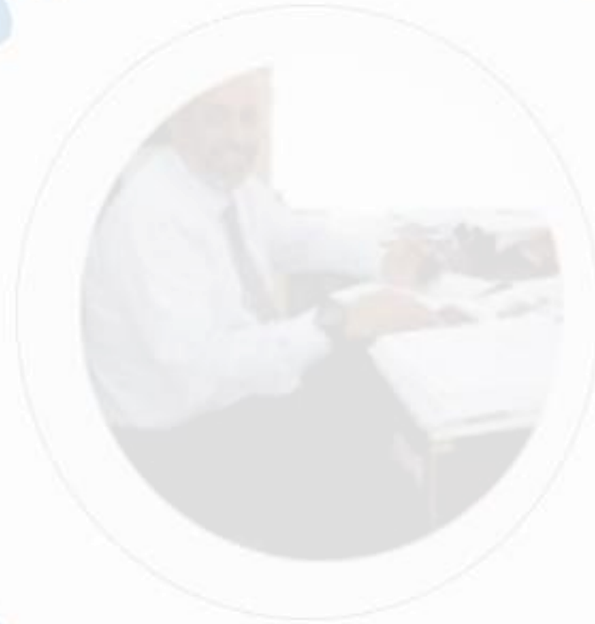
3.32. تتسارع أيونات كبريت مجردة تمامًا (منزوعة الإلكترونات) (^{32}S) من حالة السكون في مُعجِّل يستخدم إجمالي فولتية $1.00 \times 10^9 \text{ V}$. ويحتوي ^{32}S على 16 بروتونًا و 16 نيوترونًا. ينتج المُعجِّل حزمة تتكوّن من 6.61×10^{12} أيون في الثانية. تتوقف حزمة الأيونات تمامًا في ممتص الحزمة. ما إجمالي القدرة التي يجب أن يمتصها ممتص الحزمة؟

$$P = \frac{\Delta KE}{t} = \frac{Nq\Delta V}{t}$$

$$P = (6.61 \times 10^{12})(16 \times 1.6 \times 10^{-19})(1.00 \times 10^9)$$

$$P = 1.69 \times 10^4 \text{ W}$$

قناة لحظات فيزيائية



3.3 Equipotential Surfaces and Lines

3-3 اسطح وخطوط تساوي الجهد

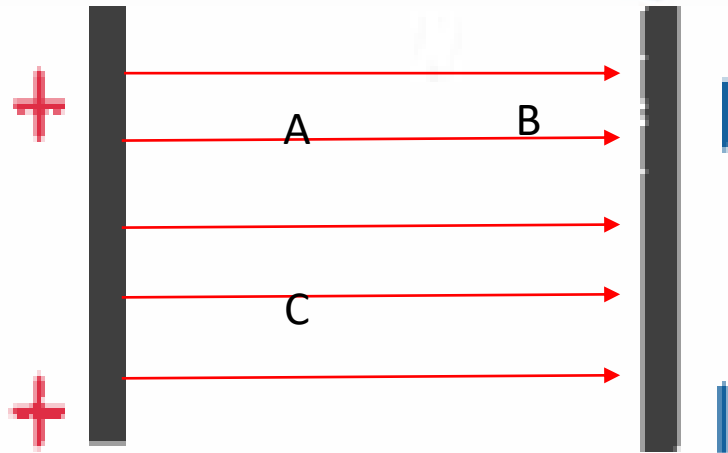
الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

Determine the direction of the uniform electric field

حدد اتجاه المجال الكهربائي المنتظم

The field goes from the positive plate to the negative plate

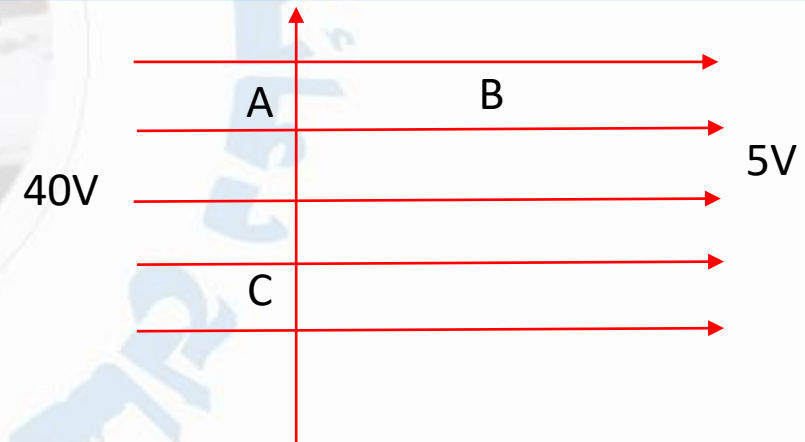
يتجه المجال من اللوح الموجب الي اللوح السالب



$$V_A = V_C > V_B$$

The field goes from higher voltage to lower voltage

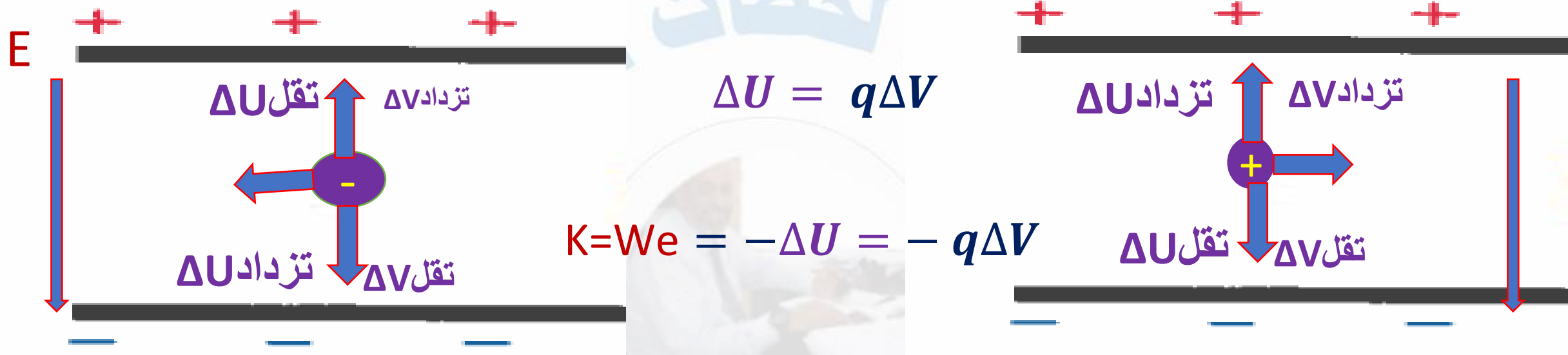
يتجه المجال من الجهد الأعلى الي الجهد الأقل



$$V_A = V_C > V_B$$

When the potential energy and electric potential of its charge increase or decrease, it moves in a uniform field

متى تزداد او تقل طاقة الوضع والجهد الكهربائي لشحنه تتحرك في مجال منتظم



When a charge moves from the positive plate towards the negative plate (movement with field) This is accompanied by a decrease as well as a decrease in voltage

عند حركة **شحنة** من اللوح الموجب باتجاه اللوح السالب (**حركة مع المجال**) يرافق ذلك تناقص كذلك تناقص للجهد أي :

The change in voltage is negative

التغير في الجهد سالب

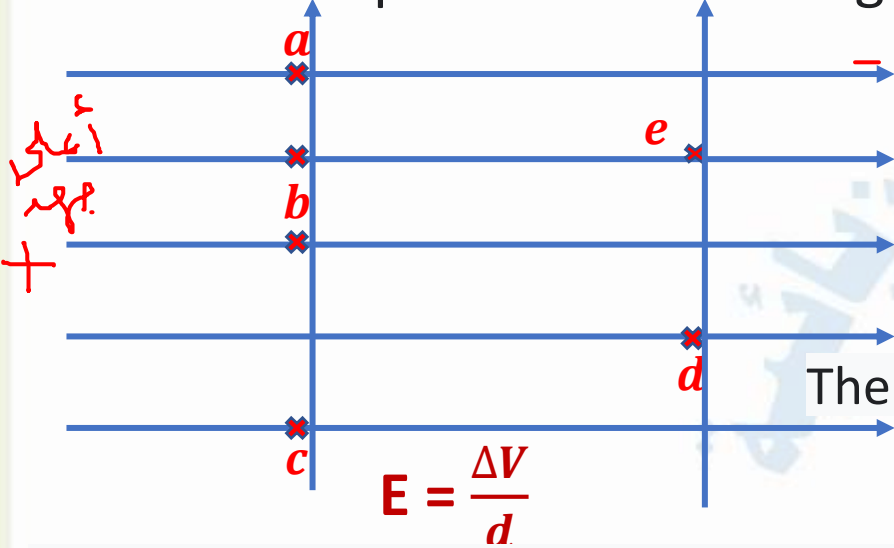
$$\Delta V = V_f - V_i$$

The figure opposite shows a regular field to the right:

- يوضح الشكل المقابل مجال منتظم باتجاه اليمين :

1- Which points have the largest amount of field?

1- أي النقاط يكون عندها أكبر مقدار للمجال ؟



All points are equal in area

جميع النقاط متساوية في المجال

2- Which points have the same amount of voltage?

2- أي النقاط يكون عندها نفس مقدار للجهد ؟

The points *a*, *b*, *c* have the same voltage

النقاط *a, b, c* لها نفس الجهد

Points *d*, *e* have the same voltage

النقاط *d, e* لها نفس الجهد

The line joining points *a*, *b*, and *c* are called equipotential lines in a uniform electric field

الخط الواصل بين النقاط *a, b, c* تسمى خطوط تساوي الجهد في المجال الكهربائي المنتظم

Characteristics of Equipotential Lines in a Regular Field

خصائص خطوط تساوي الجهد في مجال منتظم

1- parallel

1- متوازية

2- They are separated by equal distances

2- تبعد عن بعضها بمسافات متساوي

3- All points on an equipotential surface have the same magnitude of potential.

3- جميع النقاط الواقعة على سطح تساوي الجهد لها مقدار الجهد نفسه

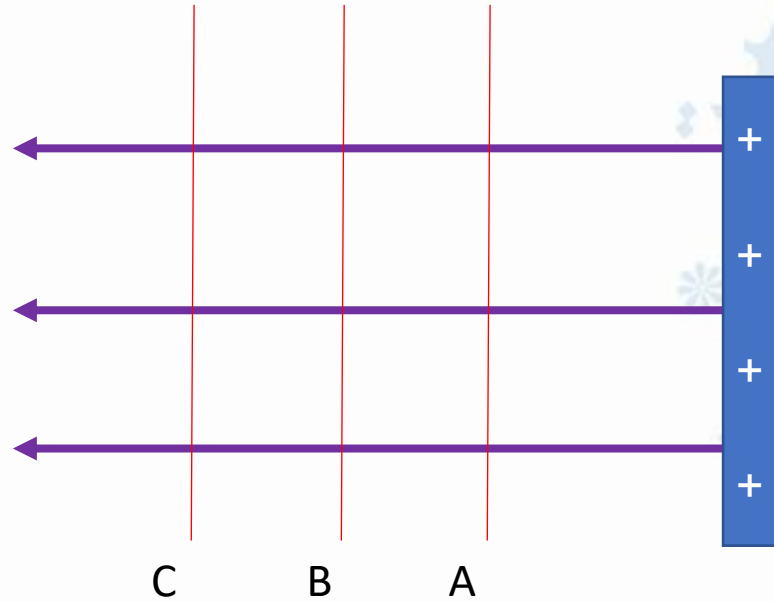
4- Perpendicular to field lines.

4- معامدة لخطوط المجال .

Example 1: The figure to the right shows a uniform electric field, and the lines A, B, and C represent isoelectric planes. Depending on the figure, arrange the surfaces of equal voltage in descending order according to the value of each voltage

مثال 1: يوضح الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم وتمثل الخطوط A و B و C سطوح تساوي الجهد .
معتمداً على الشكل رتب السطوح متساوية الجهد تنازلياً حسب قيمة جهد كل منها .

Remember: the direction of the electric field is from a wave charge to a negative charge



تذكر : اتجاه المجال الكهربائي يكون من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة

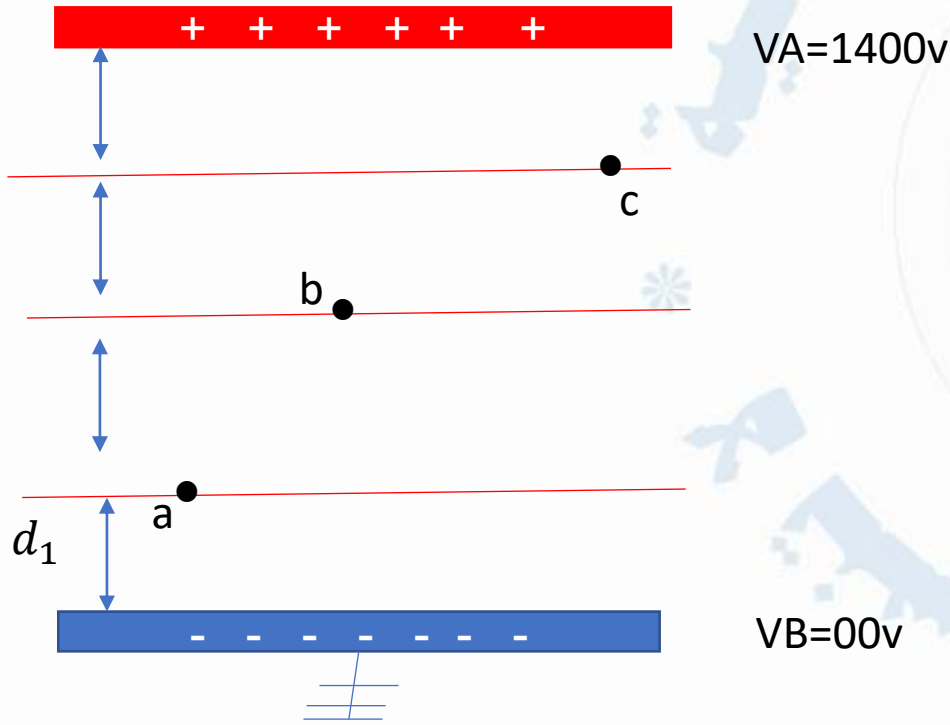
Remember: the voltage is greater near the positive charge and lower near the negative charge

تذكر: الجهد يكون أكبر بالقرب من الشحنة الموجبة ويقل بالقرب من الشحنة السالبة

The voltage at A is greater than the voltage at B and greater than the voltage at C

الجهد في A أكبر من الجهد في B وأكبر من الجهد في C

Example 2: Two parallel plates of metal are charged with a positive charge, plate A with a positive charge, and plate B with the ground, so it is charged by induction with a negative charge. The figure shows the equal voltage surfaces in the space between the two plates. If the distance between the two plates is 20 mm



موصول بالأرض

مثال 2: صفيحتان فلزيتان متوازيتان شحنت الصفيحة A بشحنة موجبة ووصلت الصفيحة B بالأرض فشحنت بالشحنة سالبة . والشكل يبين سطوح تساوي الجهد في الحيز بين الصفيحتين فإذا كانت المسافة بين الصفيحتين 20mm احسب :

- 1- المجال الكهربائي بين الصفيحتين مقداراً واتجهاً .
- 2- الجهد الكهربائي عند النقاط c, b, a

$$\Delta V = E \cdot d$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{1400V - 0.0V}{0.020m} = 7.0 \cdot 10^4 V/m$$

تذكر : في المجال الكهربائي المنتظم تكون المسافات بين خطوط تساوي الجهد متساوية .

$$d_1 = \frac{20mm}{4} = 5mm$$

$$V_a - 0.0 = 7.0 \cdot 10^4 \cdot (5 \cdot 10^{-3}m) = 350V$$

$$V_b - 0.0 = 7.0 \cdot 10^4 \cdot (2 \times 5 \cdot 10^{-3}m) = 700V$$

$$V_c - 0.0 = 7.0 \cdot 10^4 \cdot (3 \times 5 \cdot 10^{-3}m) = 1050V$$

Equipotential surfaces in a non-uniform electric field

اسطح تساوي الجهد في المجال الكهربائي غير المنتظم

$$E_A > E_B$$

$$V_A > V_B$$

$$V = \frac{Kq}{r} \quad E = \frac{Kq}{r^2} \quad E = \frac{V}{r}$$

1- spherical

2- Closer to the charge

1- كروية

2- أكثر تقارباً بالقرب من الشحنة

Because the field decreases as we move away from the charge and where the equal voltage surfaces converge, this indicates a large value for the electric field.

لأن المجال يقل كلما ابتعدنا عن الشحنة وحيثما تقاربت سطوح تساوي الجهد دل ذلك على قيمة كبيرة للمجال الكهربائي .

3- All points on an equipotential surface have the same magnitude of potential

3- جميع النقاط الواقعة على سطح تساوي الجهد لها مقدار الجهد نفسه

4- Perpendicular to field lines

4- معامدة لخطوط المجال .

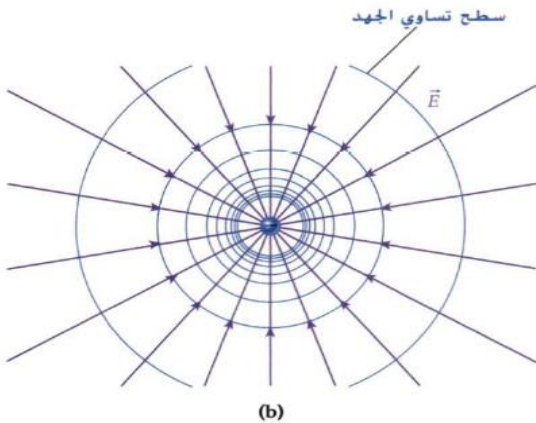
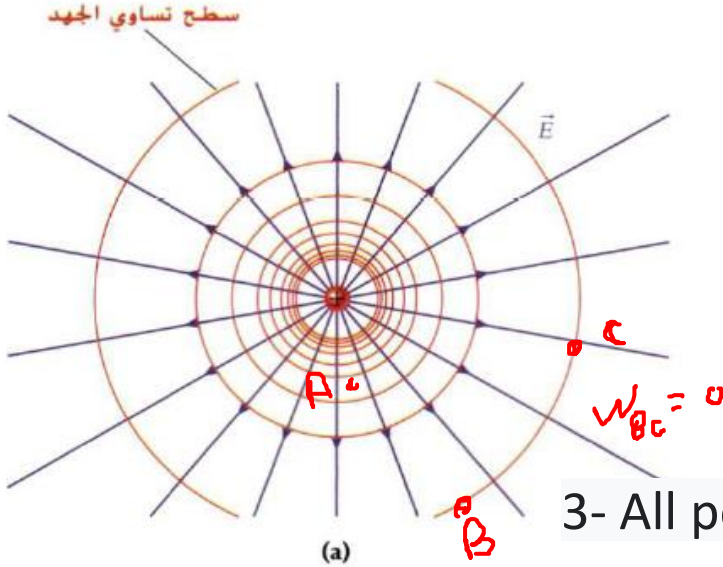
Since the work required to move a charge on an isoelectric surface is zero

بما أن الشغل اللازم لنقل شحنة على سطح تساوي الجهد يساوي الصفر , بذلك

$$W = F \cdot d \cos \theta = 0.0$$

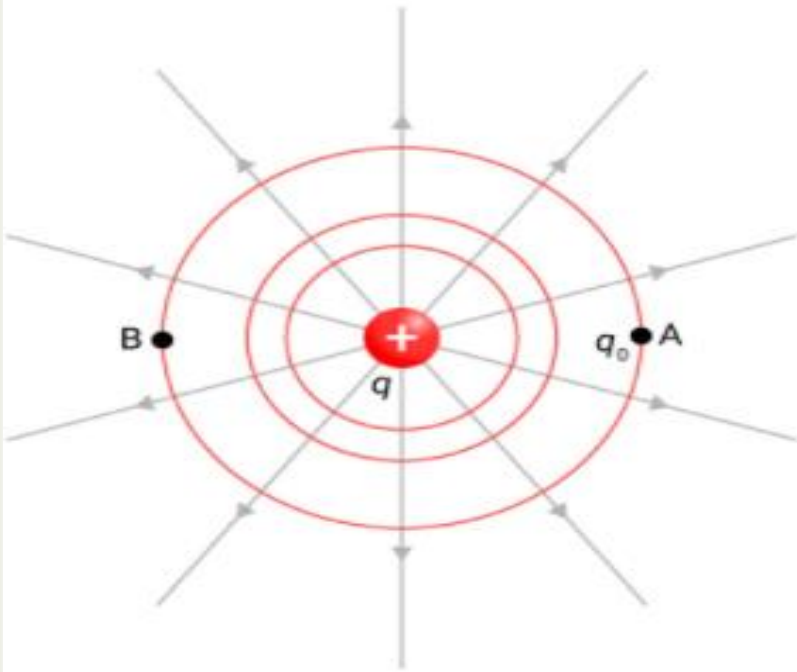
$$F \neq 0 \quad d \neq 0 \quad \cos \theta = 0.0$$

$$\theta = 90$$



1nc charge moves from point A to point B around the charge q Determine the potential energy due to this displacement if you know that $V_A = 180\text{v}$

تتحرك شحنة 1nc من النقطة A الى النقطة B حول الشحنة q حدد طاقة الوضع الكهربائية الناتجة عن هذه
الازاحة اذا علمت ان $V_A = 180\text{v}$

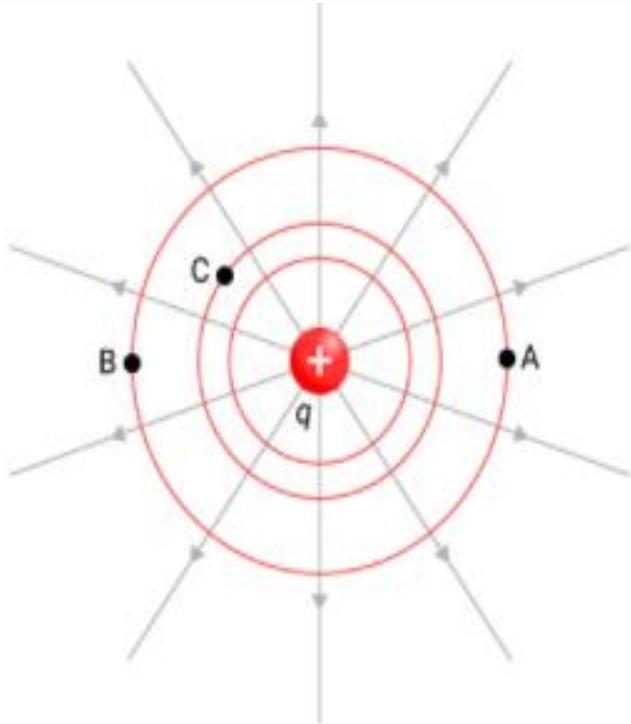


$$A - \Delta U = +1.3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$B - \Delta U = +1.8 \times 10^9 \text{ J}$$

$$C - \Delta U = 0 \text{ J}$$

يُظهِرُ الشَّكْلُ عَلَى الْيَسَارِ ثَلَاثَ نَقَاطٍ: A، B، و C حَوْلَ الشَّحْنَةِ الْمُوجِبَةِ q . قَارِنْ بَيْنَ الْجُهدِ الْكَهْرَبَائِيِّ عِنْدَ كُلِّ مِنْ A و B و C.



A — $V_B = V_A$

B — $V_B > V_C$

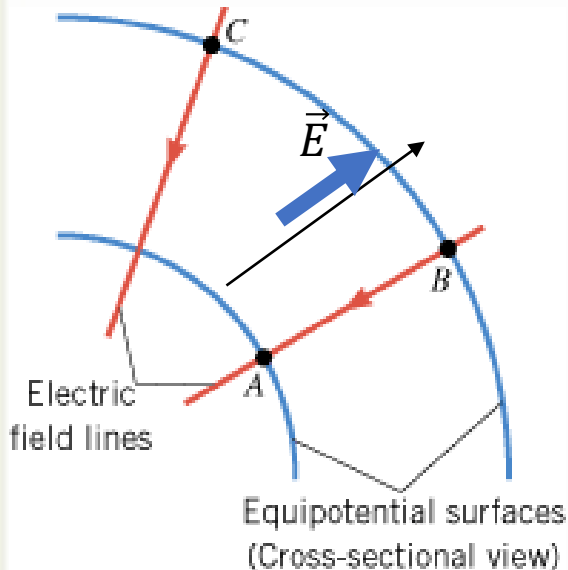
C — $V_A > V_C$

D- جميع ماسبق

Example 3: The drawing shows a transverse view of two spherical surfaces representing isotonic surfaces and two electric lines perpendicular to these surfaces. When the electron moves from point A to point B (in the opposite direction to the electric field), the electric force occupancy is $+2.3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. What are the electrical potential differences

مثال 3: يبين الرسم منظرًا مستعرضًا لسطحين كرويين تمثل سطوح تساوي الجهد وخطين كهربائيين متعامدين على هذه الأسطح. عندما ينتقل الإلكترون من النقطة A إلى النقطة B (في اتجاه معاكس للمجال الكهربائي)، فإن شغل القوة الكهربائية $+2.3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. ما هي الاختلافات المحتملة الكهربائية

(أ) $V_B - V_A$ ، و (ب) $V_C - V_B$ ، و (ج) $(V_C - V_A)$ ؟



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

$$V_B - V_A = \frac{-W_{A \rightarrow B}}{q_e} = \frac{-(+2.3 \cdot 10^{-19} \text{ J})}{-1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 1.4357 \text{ V}$$

$$V_B > V_A$$

$$V_C - V_B = 0.0$$

$$V_C - V_A = V_B - V_A = 1.4357 \text{ V}$$

مثال 4: من الشكل المجاور أوجد :

أ- الجهد في كل النقاط الموضحة في الشكل .

موجودة على سطح متساوي الجهد $V_A = V_B = 30V$

موجودة على سطح متساوي الجهد $V_C = V_D = 35V$

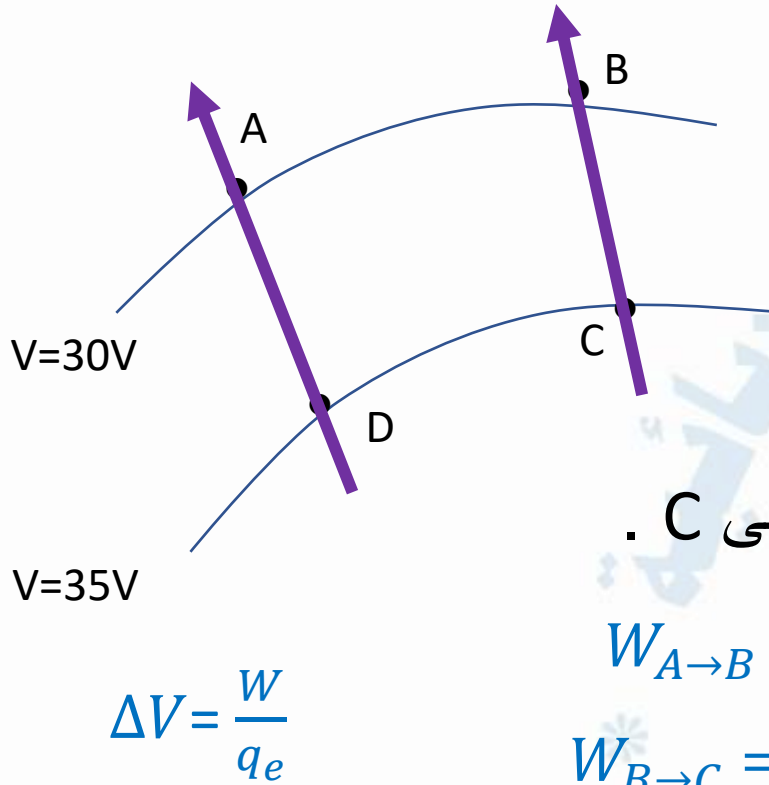
ب- الشغل المبذول لنقل شحنة $0.2\mu C$ من A إلى B ومن B إلى C .

$$W_{A \rightarrow B} = q \text{ المنقولة } (V_B - V_A) = (0.2 \cdot 10^{-6} C)(30 - 30) = 0.0 \text{ J}$$

$$W_{B \rightarrow C} = q \text{ المنقولة } (V_C - V_B) = (0.2 \cdot 10^{-6} C)(35 - 30) = 1.0 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

نتيجة : لا يلزم بذل شغل في نقل شحنة من نقطة إلى أخرى على سطح تساوي الجهد .

نتيجة : يلزم بذل شغل في نقل شحنة من سطح تساوي الجهد إلى سطح تساوي جهد آخر .



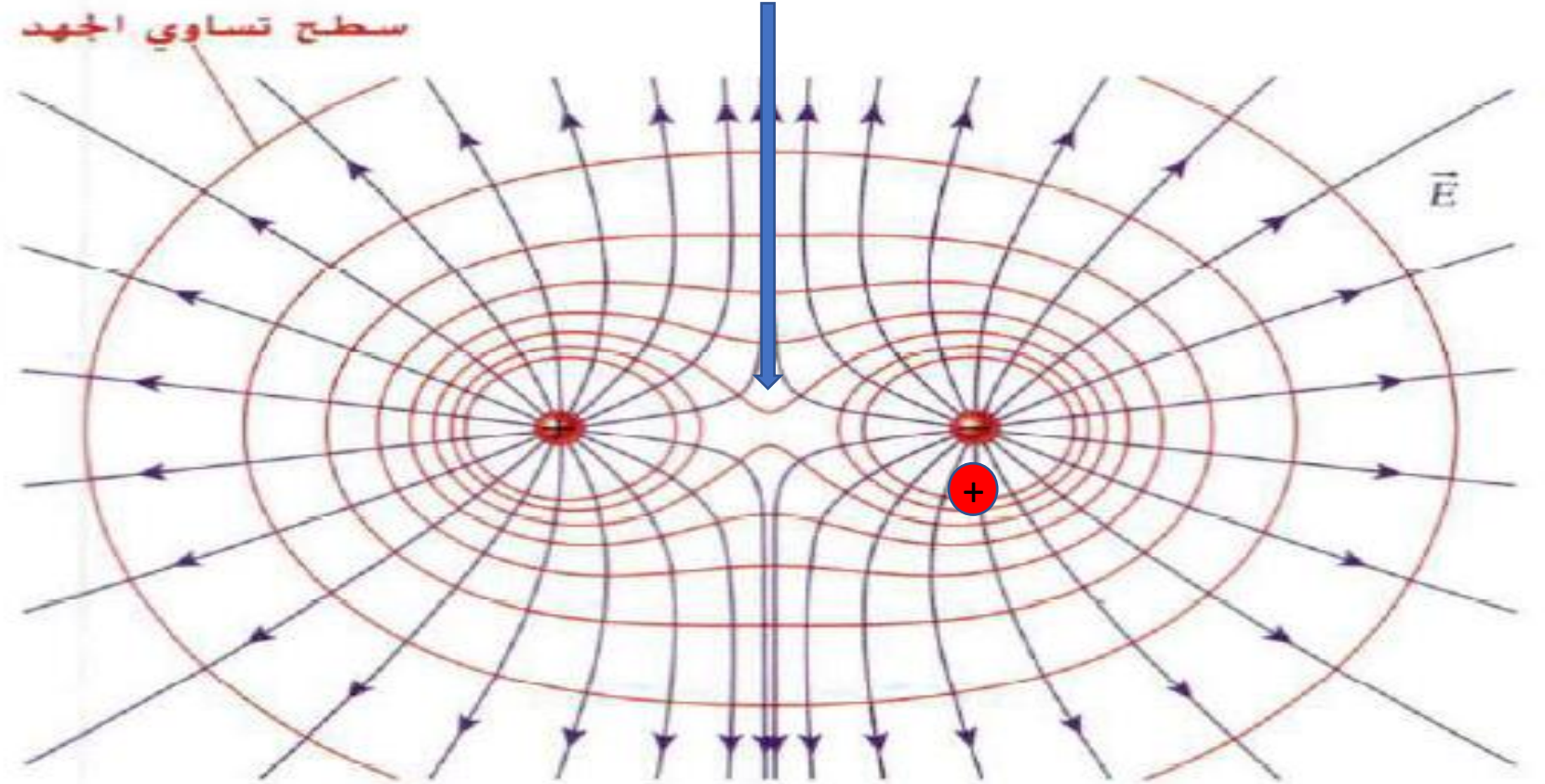
سؤال الاختبار الذاتي 3.2

افترض أن الشحنتين في الشكل 3.19 موجودتان عند $(x,y) = (-10 \text{ cm}, 0)$ و $(x,y) = (+10 \text{ cm}, 0)$. هل ستطابق النقطة $(x,y) = (0,0)$ نقطة القيمة العظمى أم الصغرى أم نقطة سرجية للجهد الكهربائي؟

Self-Test Opportunity 3.2

Suppose the charges in Figure 3.19 were located at $(x,y) = (-10 \text{ cm}, 0)$ and $(x,y) = (+10 \text{ cm}, 0)$. Would $(x,y) = (0,0)$ correspond to a maximum, a minimum, or a saddle point in the electric potential?

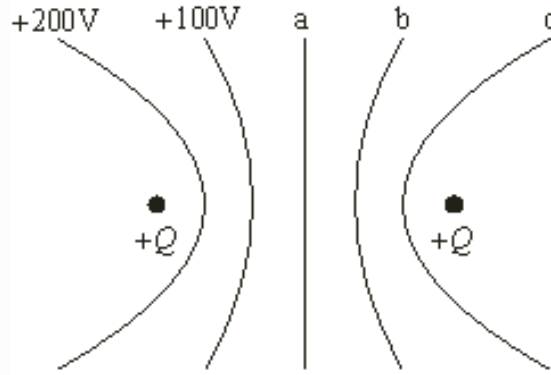
saddle point نقطة سرجية عند $(0,0)$



لا يوجد نقطة انعدام جهد لأن محصله الجهد جمع عند جميع النقاط

There is no point of no effort because the sum of effort is collected at all points

يتم وضع شحنتين موجبتين متساويتين على مسافة x م. خطوط تساوي الجهد حيث الجهد تقريباً $100V$



52. The potential for line c is

C جهد الخط

A) -100 V

B) $+100\text{ V}$

C) -200 V

D) $+200\text{ V}$

E) zero

D

53. The work required to move a third charge, $q = -e$, from the $+100\text{ V}$ line to b is

الشغل المطلوب لتحريك شحنة سالبة ، $q = -e$ ، من خط $+100V$ إلى b

A) -100 eV

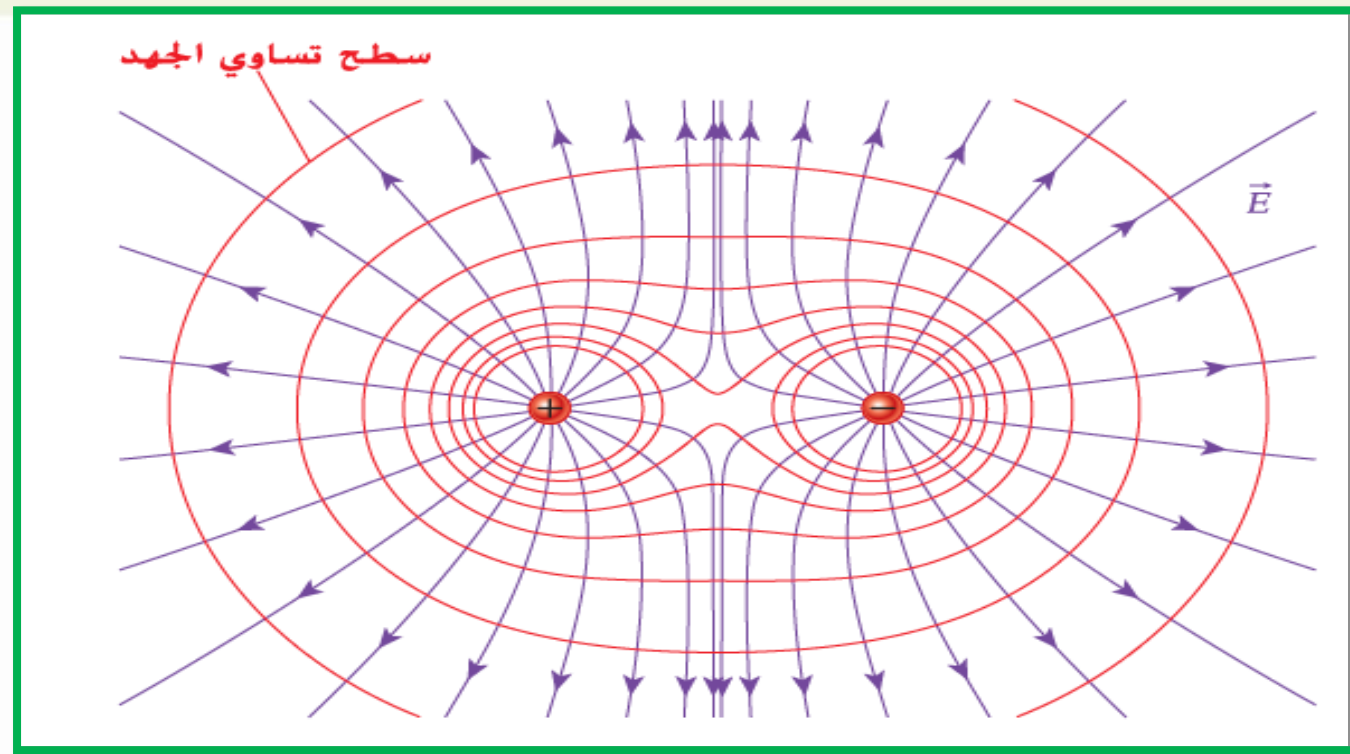
B) $+100\text{ eV}$

C) -200 eV

D) $+200\text{ eV}$

E) zero

E



عند منتصف المسافة بين الشحنتين :

$$V_{tot} = \frac{kq}{0.5r} + \frac{kq}{0.5r} = \frac{4kq}{r}$$



عند منتصف المسافة بين الشحنتين :

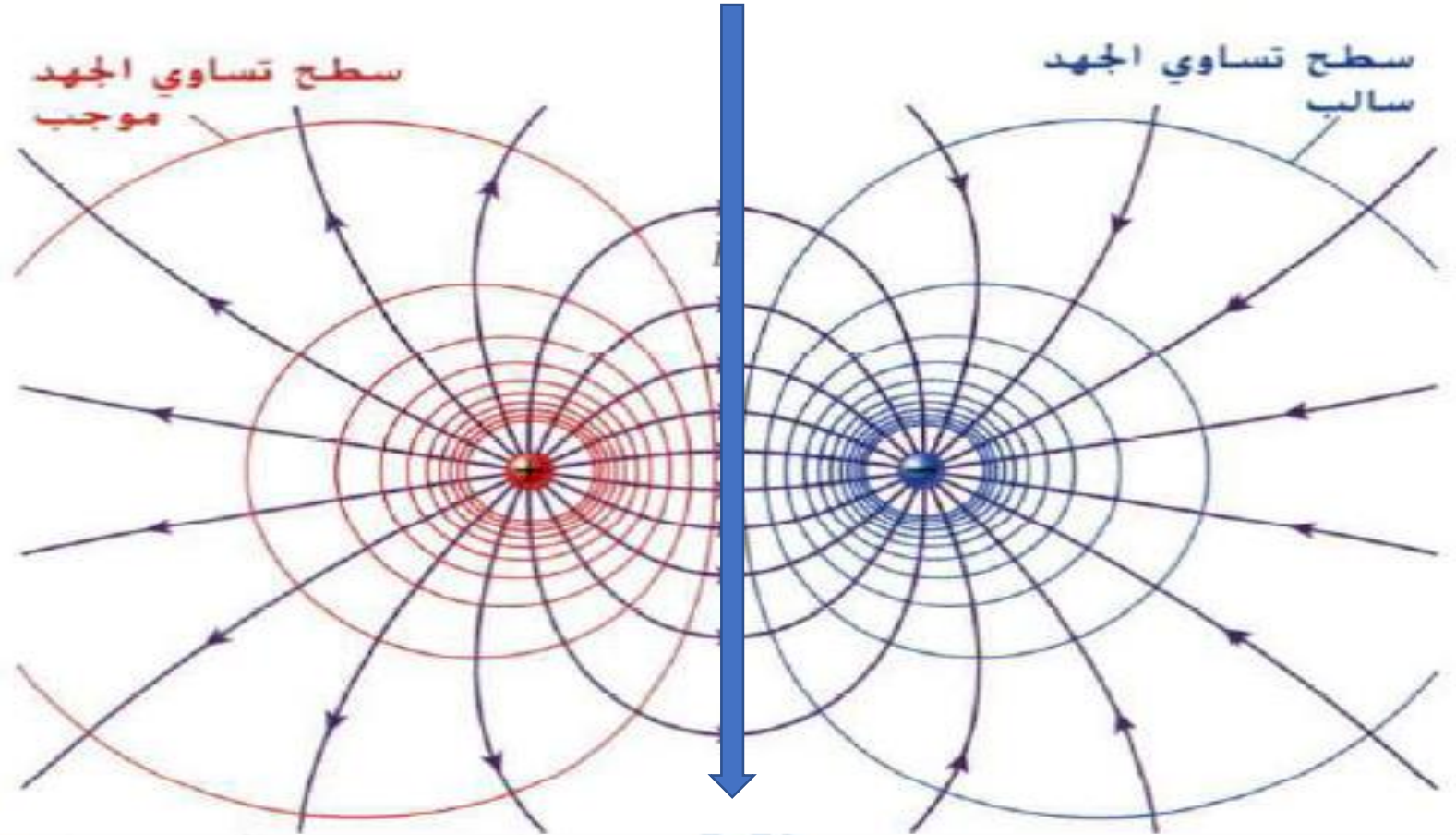
$$E_{net} = 0$$

سؤال الاختبار الذاتي 3.1

افترض أن الشحنتين في الشكل 3.18 موجودتان عند $(x,y) = (-10 \text{ cm}, 0)$ و $(x,y) = (+10 \text{ cm}, 0)$. ماذا سيكون الجهد الكهربائي على طول المحور y ($x = 0$)؟

Self-Test Opportunity 3.1

Suppose the charges in Figure 3.18 were located at $(x,y) = (-10 \text{ cm}, 0)$ and $(x,y) = (+10 \text{ cm}, 0)$. What would the electric potential be along the y -axis ($x = 0$)?

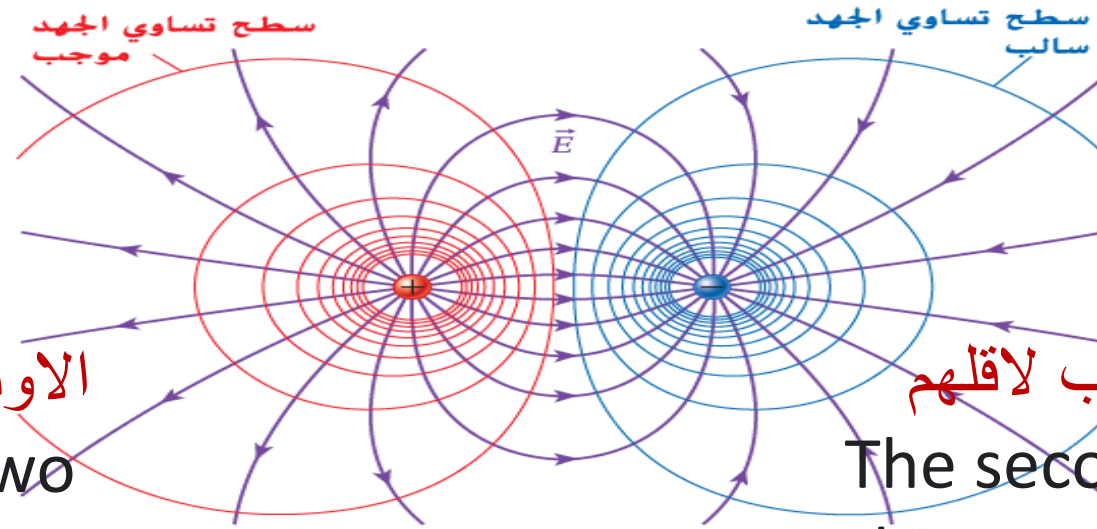


The voltage along the Y-axis is zero

الجهد بطول محور y يساوي صفر

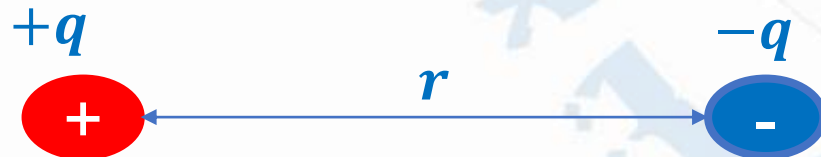
There are two points of zero potential on the line connecting the two charges and its extension?

إذا كانت الشحنتين مختلفين نوعا ومقدارا فيوجد نقطتي انعدام جهد علي الخط الواصل بين الشحنتين وامتداده؟



الاولي بين الشحنتين وأقرب لاقلهم

The first between the two shipments and the closest to the least

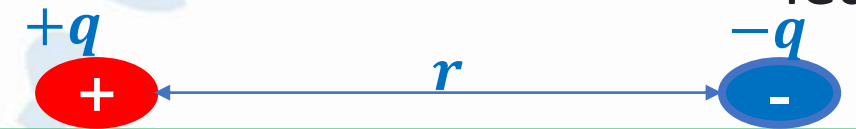


عند منتصف المسافة بين الشحنتين :

$$V_{tot} = 0$$

الثانية خارج الشحنتين وأقرب لاقلهم

The second is outside the two shipments and is closer to the least



عند منتصف المسافة بين الشحنتين :

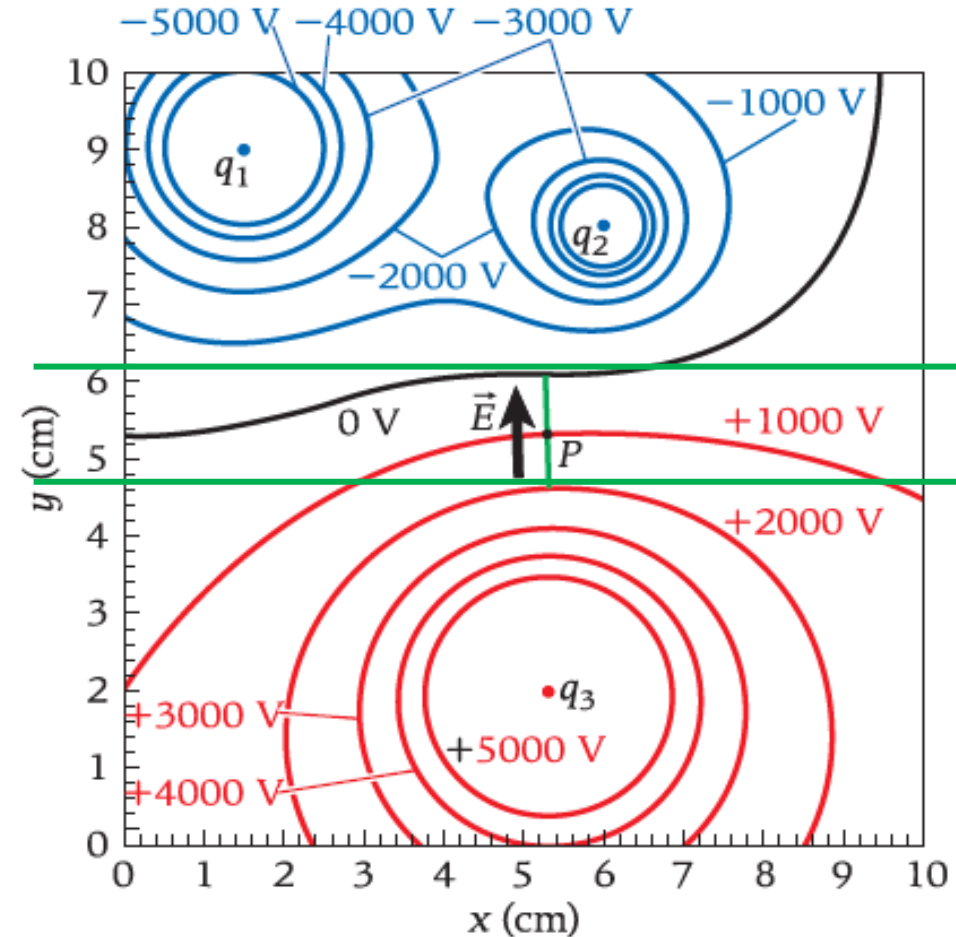
$$E_{net} = \frac{kq}{0.25r^2} + \frac{kq}{0.25r^2} = \frac{8kq}{r^2}$$

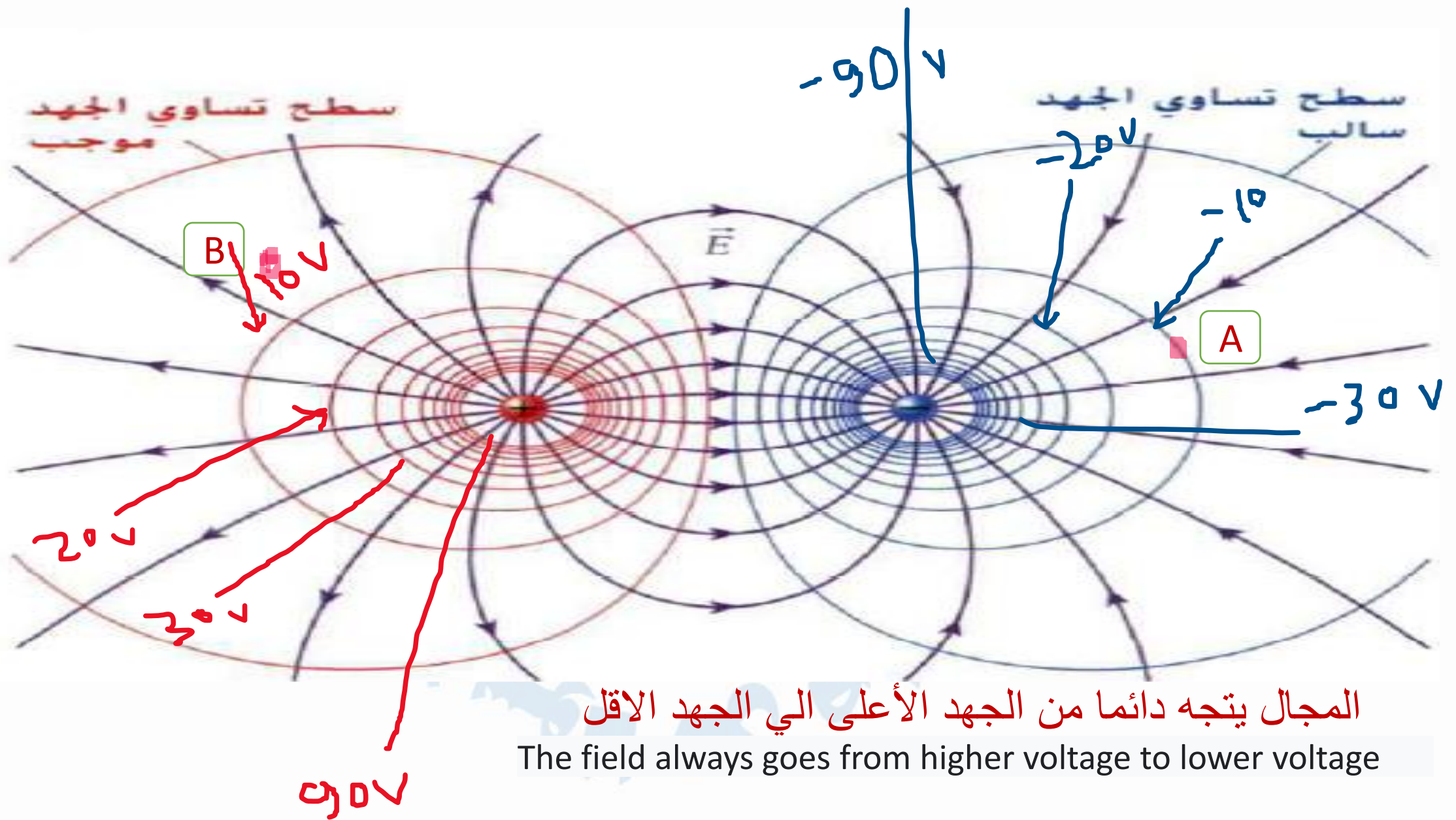
Calculate the electric field at point P.

احسب المجال الكهربائي عند النقطة P .

$$E = \left| \frac{\Delta V}{d} \right|$$

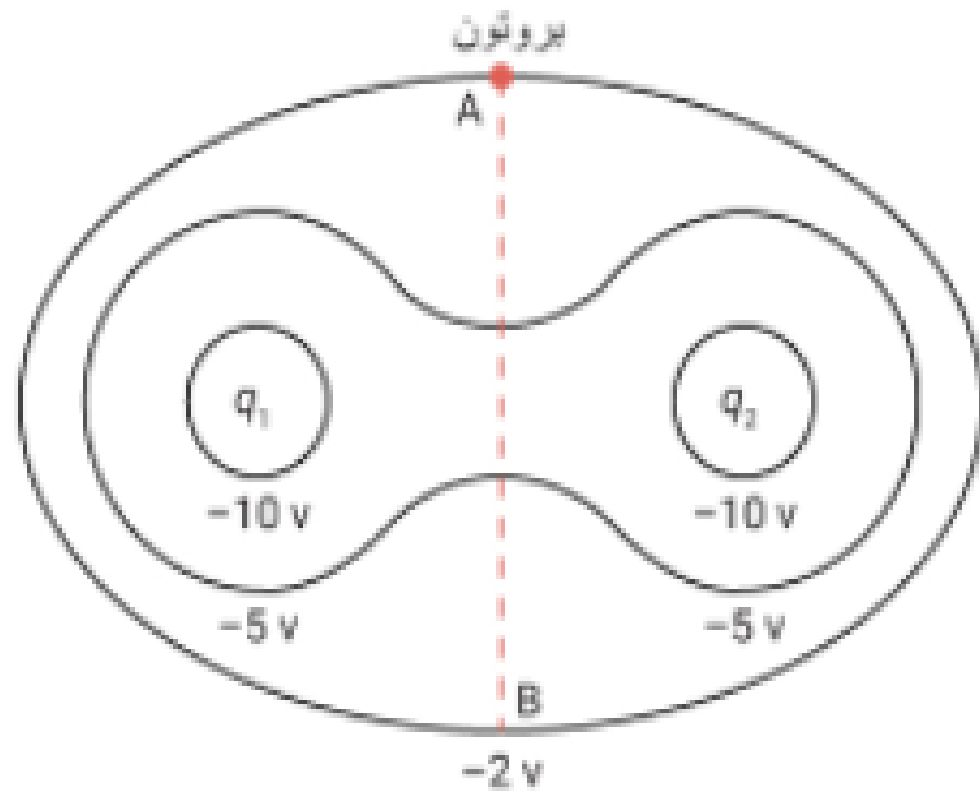
$$E = \frac{2000 - 0}{(6.2 - 4.7) \times 10^{-2}} = 1.3 \times 10^5 V$$





المجال يتجه دائما من الجهد الأعلى الي الجهد الاقل
The field always goes from higher voltage to lower voltage

يَتَحَرَّكُ بروتون على المسار AB بين شحنتين كهربائيتين سالبتين كما هو موضح في الشكل على اليسار. حدّد التَّغْيَرُ في طاقة الوضع الكهربائيّة الناتجة عن إزاحة البروتون



$$A - \Delta U = +1.3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$B - \Delta U = +1.8 \times 10^9 \text{ J}$$

$$C - \Delta U = 0 \text{ J}$$

الجهد الكهربائي عند النقطة A هو $V_A = -2 \text{ V}$

الجهد الكهربائي عند النقطة B هو $V_B = -2 \text{ V}$

$$\Delta V = V_B - V_A \text{ إذا:}$$

$$\Delta V = -2 \text{ V} - (-2 \text{ V}) \text{ إذا:}$$

$$\Delta V = 0$$

طبق $\Delta U = q \Delta V$ وعوّض بـ ΔV ، ستحصل على:

$$\Delta U = q \cdot 0$$

$$\Delta U = 0$$

نقاط انعدام الجهد

النقطة التي يكون عندها الجهد الكلي صفر

نقاط التعادل

- النقطة التي تكون عندها الشحنة متزنة
- النقطة التي تنعدم عندها محصلة القوة الكهروستاتيكية
- النقطة التي ينعدم عندها المجال الكهربائي
- النقطة التي يكون عندها الحد الأدنى من الجهد الكهربائي

الشحنات من نفس النوع :
لا توجد (إلا في اللانهاية فقط)

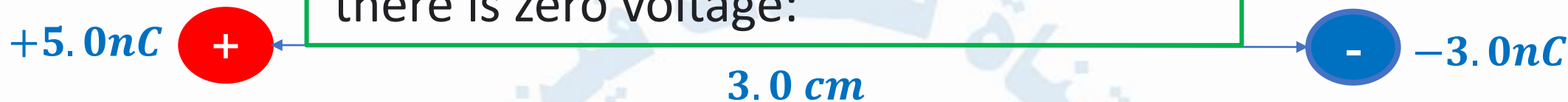
الشحنات المختلفة في الإشارة :
توجد نقطتان :

- بين الشحنتين جهة الشحنة الأقل مقداراً
- خارج الشحنتين جهة الشحنة الأقل مقداراً

الشحنات من نفس النوع :
تقع بين الشحنتين جهة الشحنة الأقل مقداراً

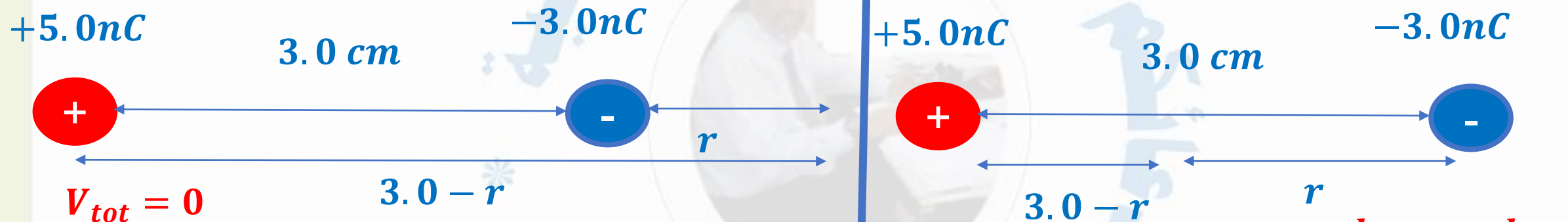
الشحنات المختلفة في الإشارة :
تقع خارج الشحنتين جهة الشحنة الأقل مقداراً

جد موضع النقطة التي ينعدم عندها الجهد الكهربائي :
Find the position of the point where there is zero voltage:



خارج الشحنتين

بين الشحنتين *



$$V_1 + V_2 = 0$$

$$V_1 = -V_2$$

$$\frac{kq_1}{r_1} = -\frac{kq_2}{r_2}$$

$$\frac{5.0}{3.0 + r} = \frac{3.0}{r}$$

$$r = 4.5m$$

$$V_{tot} = 0$$

$$V_1 + V_2 = 0$$

$$V_1 = -V_2$$

$$\frac{kq_1}{r_1} = -\frac{kq_2}{r_2}$$

$$\frac{5.0}{3.0 - r} = \frac{3.0}{r}$$

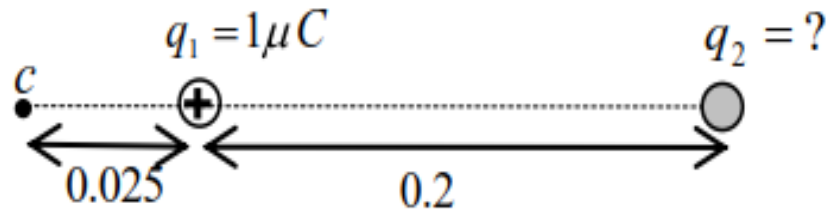
$$r = 1.125m$$

● في الشكل المجاور إذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة (c) يساوي صفر فأجب عما يلي :

(1) احسب مقدار الشحنة (q_2) .

(2) هناك نقطة أخرى تقع بين الشحنتين وينعدم فيها الجهد الكهربائي, احسب بُعد هذه النقطة عن الشحنة (q_1) .

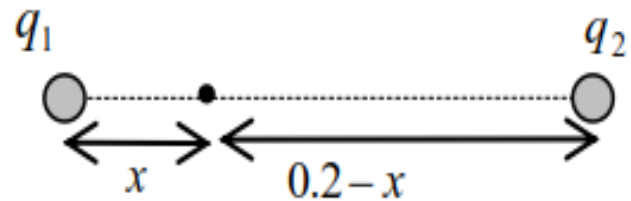
الحل :



$$V_c = 0 \quad (1)$$

$$K_c \left(\frac{1 \times 10^{-6}}{0.025} + \frac{q_2}{0.225} \right) = 0 \Rightarrow q_2 = -9 \times 10^{-6} C$$

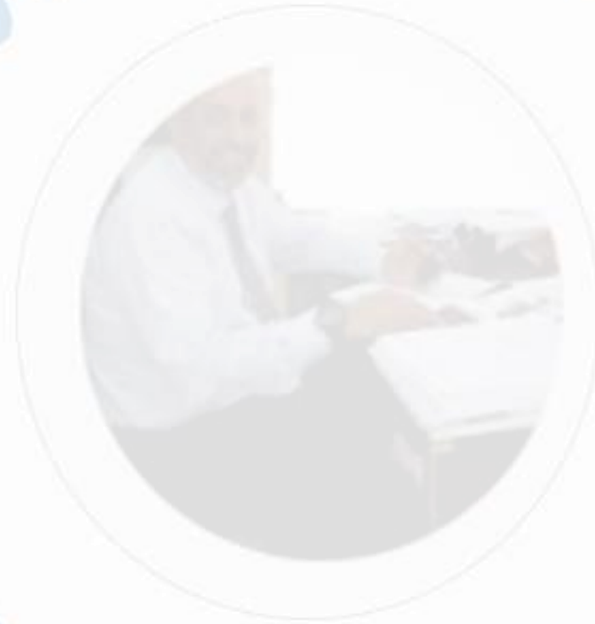
(2) نفرض أن بُعد النقطة عن الشحنة (q_1) يساوي (x) كما في الشكل :



$$K_c \left(\frac{1 \times 10^{-6}}{x} + \frac{-9 \times 10^{-6}}{0.2 - x} \right) = 0$$

$$\frac{1}{x} = \frac{9}{0.2 - x} \Rightarrow 9x = 0.2 - x \Rightarrow x = 0.02 m$$

قناة لحظات فيزيائية



3.4 Electric Potential of Various Charge Distributions

3-4 الجهد الكهربائي للتوزيعات المختلفة للشحنة

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

Chapter 3: Electric Potential

3.1 Electric Potential Energy

(إثرائي- حالة خاصة: ثنائي القطب في مجال كهربائي منتظم ص: 61-62) - (For Enrichment-Special case: Dipole in a Constant Electric Field p:61-62)

3.2 Definition of Electric Potential (Self reading: Batteries p: 64) (قراءة ذاتية: البطاريات ص: 64)

(إثرائي- مولد فان دي غراف ص: 65-66) (For Enrichment: Van de Graaff Generator p:65-66)

3.3 Equipotential Surface Lines

3.4 Electric Potential of Various Charge Distributions

(إثرائي: التوزيع المتصل للشحنة ص: 74-76) - (For Enrichment: Continuous Charge Distribution p:74-76)

3.5 Finding the Electric Field from the Electric Potential

(إثرائي: المحتوى بعد مثال '3.6' ص: 78-79) - (For Enrichment: content after example 3.6 p:78-79)

3.6 Electric Potential Energy of a System of Point Charges

علاقة الجهد بالمجال الكهربائي

$$W = \int_{r_i}^{r_f} \vec{F} \cdot \vec{ds}$$

$$W = q \int_{r_i}^{r_f} \vec{E} \cdot \vec{ds}$$

$$\Delta V = V_f - V_i = -\frac{W}{q}$$

$$\Delta V = V_f - V_i = - \int_{r_i}^{r_f} \vec{E} \cdot \vec{ds}$$

$$V_r - V_\infty = - \int_{\infty}^r \vec{E} \cdot \vec{ds}$$

استنتاج الجهد لشحنة نقطية

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

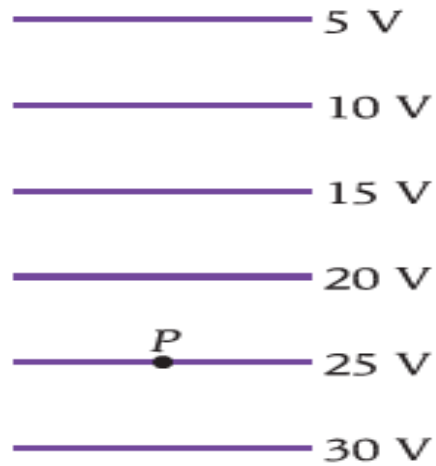
$$V_r - V_\infty = - \int_{\infty}^r \vec{E} \cdot \vec{ds}$$

$$V_r - 0 = - \int_{\infty}^r \frac{kq}{r^2} dr$$

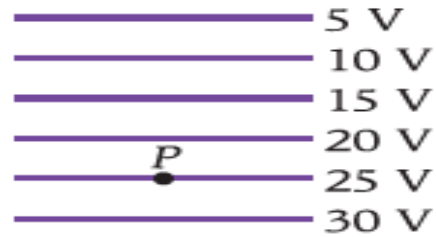
$$V_{(r)} = \frac{kq}{r}$$

مراجعة المفاهيم 3.8

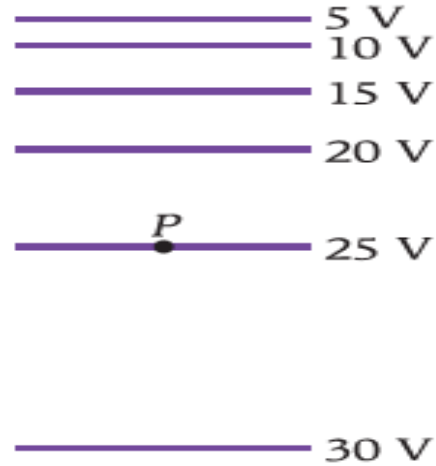
في الشكل الموضح، تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد. قارن بين مقدار المجال الكهربائي، E ، عند النقطة P في الحالات الثلاث.



(1)



(2)



(3)

a) $E_1 = E_2 = E_3$

b) $E_1 > E_2 > E_3$

c) $E_1 < E_2 < E_3$

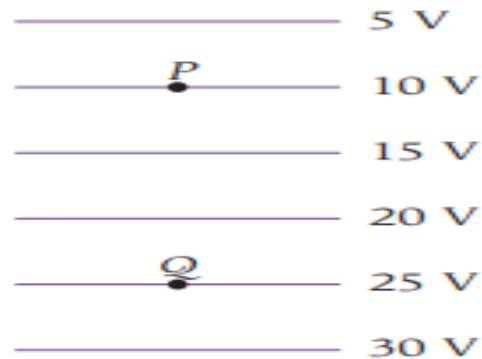
☒ $E_3 > E_1 > E_2$

e) $E_3 < E_1 < E_2$

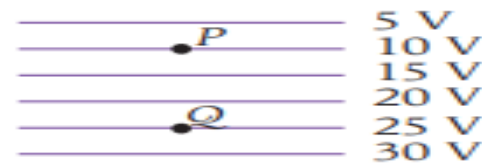
Concept Check 3.3

In the figure, the lines represent equipotential lines. A charged object is moved from point P to point Q . How does the amount of work done on the object compare for these three cases?

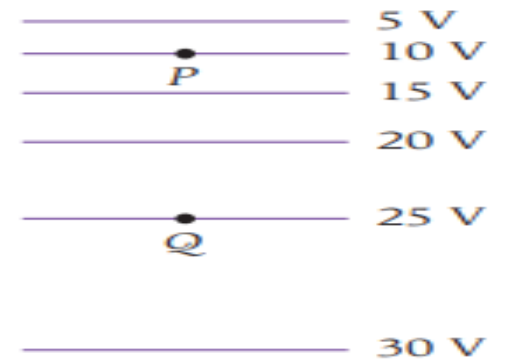
- All three cases involve the same work.
- The most work is done in case 1.
- The most work is done in case 2.
- The most work is done in case 3.
- Cases 1 and 3 involve the same amount of work, which is more than is involved in case 2.



(1)



(2)



(3)

Concept Check 3.4

What is the electric potential 45.5 cm away from a point charge of 12.5 pC?

- a) 0.247 V
- b) 1.45 V
- c) 4.22 V
- d) 10.2 V
- e) 25.7 V

مراجعة المفاهيم 3.4

ما قيمة الجهد الكهربائي على بُعد 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

$$V = \frac{kq}{r} \quad V = \frac{(9 \times 10^9)(12.5 \times 10^{-12})}{45.5 \times 10^{-2}} = 0.247 \text{ V}$$

SOLVED PROBLEM 3.2

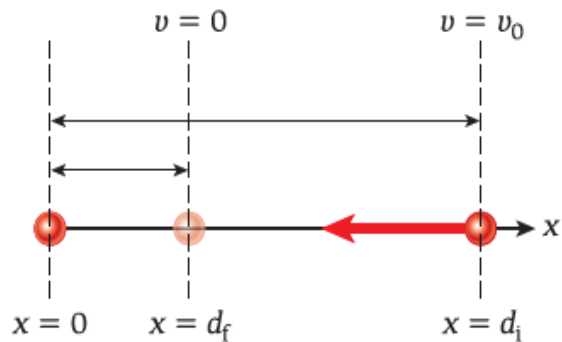
Fixed and Moving Positive Charges

الشحنات الموجبة الثابتة والمتحركة

PROBLEM

A positive charge of $4.50 \mu\text{C}$ is fixed in place. A particle of mass 6.00 g and charge $+3.00 \mu\text{C}$ is fired with an initial speed of 66.0 m/s directly toward the fixed charge from a distance of 4.20 cm away. How close does the moving charge get to the fixed charge before it comes to rest and starts moving away from the fixed charge?

شحنة موجبة مقدارها $4.50 \mu\text{C}$ ثابتة في مكانها. وأطلق جسيم كتلته 6.00 g وشحنته $+3.00 \mu\text{C}$ بسرعة ابتدائية مقدارها 66.0 m/s مباشرةً باتجاه الشحنة الثابتة من مسافة تبعد 4.20 cm إلى أي مدى تقترب الشحنة المتحركة من الشحنة الثابتة قبل أن تصل إلى وضع السكون وتبدأ في الابتعاد عن الشحنة الثابتة؟



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

$$KE_f - KE_i = -kq_1q_2\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right)$$
$$0 - \frac{1}{2}mv_i^2 = -kq_1q_2\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right)$$

$$\frac{1}{2}(6.00 \times 10^{-3})(66.0)^2 = (9 \times 10^9)(4.50 \times 10^{-6})(3.00 \times 10^{-6})\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{0.024}\right)$$

$$108 = \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{0.024}\right)$$

$$r_f = 6.70 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.670 \text{ cm}$$

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 .

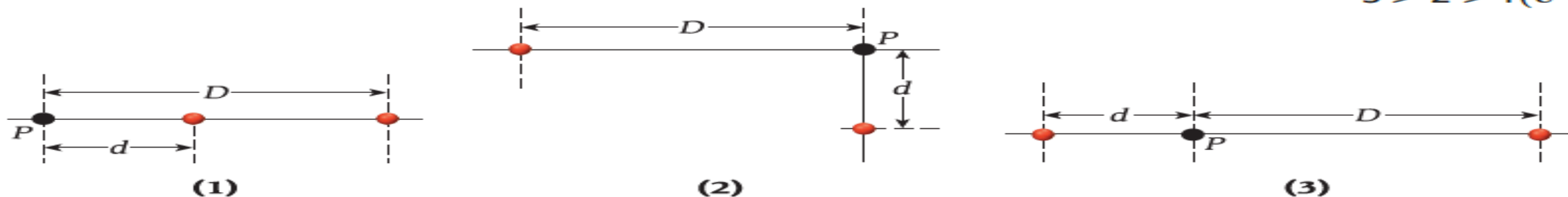
(d) الجهود متساوية في الحالتين 1 و 3، لكن الجهد في الحالة 2 أقل.

1 > 2 > 3 (e)

2 > 3 > 1 (a)

الجهود الثلاثة كلها متساوية.

3 > 2 > 1 (c)



Concept Check 3.5

Two protons are located in space in the three ways shown in the figure. Rank the three cases from highest to lowest net electric potential, V , produced at point P .

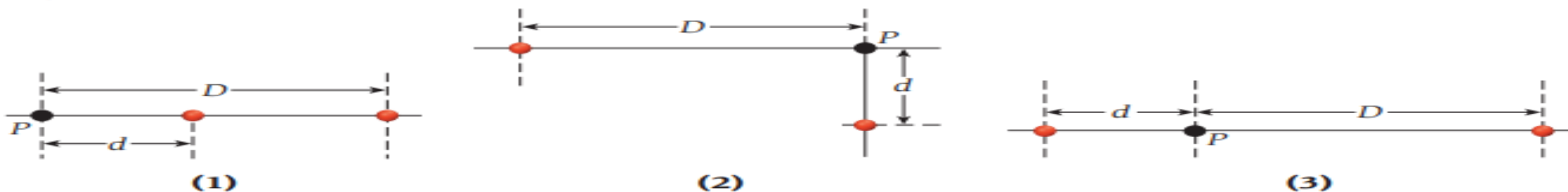
a) $2 > 3 > 1$

b) All three potentials are the same.

c) $3 > 2 > 1$

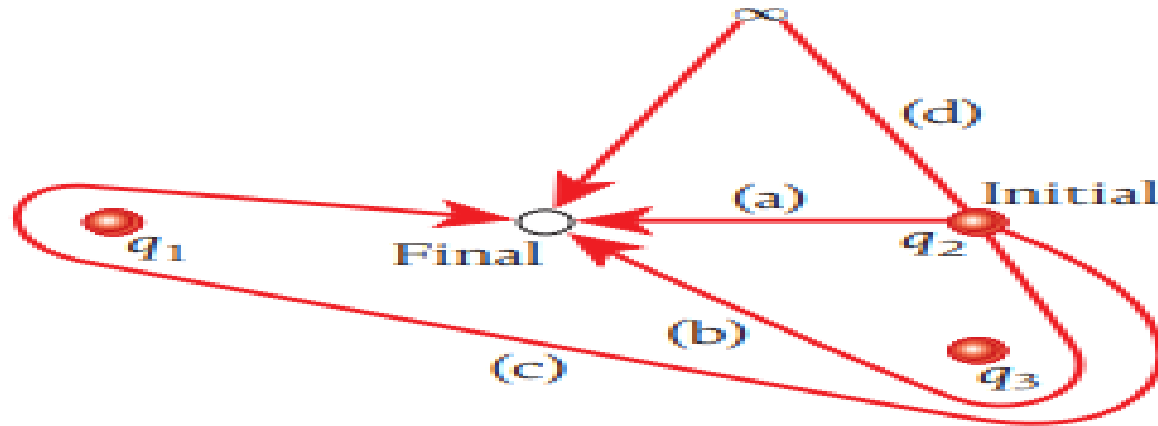
d) The potentials are equal for cases 1 and 3, with the potential for case 2 lower.

e) $1 > 2 > 3$



Concept Check 3.6

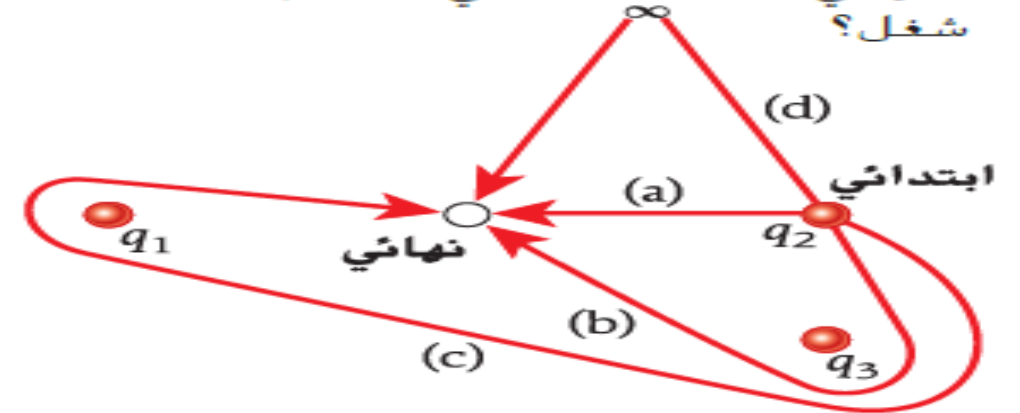
Three identical positive point charges are located at fixed points in space. Then charge q_2 is moved from its initial location to a final location as shown in the figure. Four different paths, marked (a) through (d), are shown. Path (a) follows the shortest line; path (b) takes q_2 around q_3 ; path (c) takes q_2 around q_3 and q_1 ; path (d) takes q_2 out to infinity and then to the final location. Which path requires the least work?



- a) path (a)
- b) path (b)
- c) path (c)
- d) path (d)
- e) The work is the same for all the paths.

مراجعة المفاهيم 3.6

وضعت ثلاث شحنات نقطية موجبة متماثلة تماماً عند نقاط ثابتة في الفضاء. ثم تحركت الشحنة q_2 من موقعها الابتدائي إلى موقع نهائي كما هو موضح في الشكل. وموضح أربعة مسارات مختلفة مميزة بالترقيم (a) إلى (d). يتبع المسار (a) أقصر خط؛ وينقل المسار (b) الشحنة q_2 مروراً بالشحنة q_3 ؛ وينقل المسار (c) الشحنة q_2 مروراً بالشحنة q_3 و q_1 ؛ وينقل المسار (d) الشحنة q_2 إلى ما لا نهاية ثم إلى الموقع النهائي. ما المسار الذي يتطلب أقل شغل؟



- (a) المسار (a)
- (b) المسار (b)
- (c) المسار (c)
- (d) المسار (d)
- الشغل واحد في المسارات كلها.

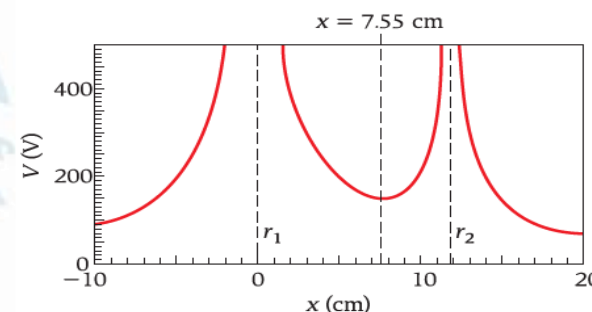
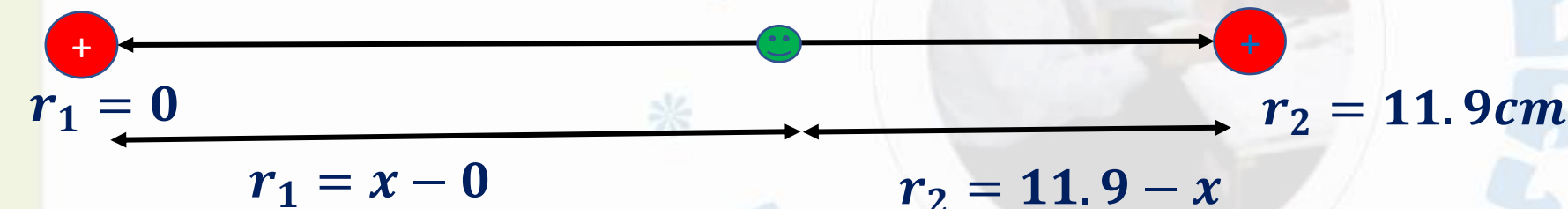
SOLVED PROBLEM 3.3**Minimum Potential****PROBLEM**

A charge of $q_1 = 0.829 \text{ nC}$ is placed at $r_1 = 0$ on the x -axis. Another charge of $q_2 = 0.275 \text{ nC}$ is placed at $r_2 = 11.9 \text{ cm}$ on the x -axis. At which point along the x -axis between the two charges does the electric potential resulting from both of them have a minimum?

الحد الأدنى للجهد**مسألة محلولة 3.3****المسألة**

توجد شحنة $q_1 = 0.829 \text{ nC}$ عند $r_1 = 0$ على المحور x . وتوجد شحنة أخرى $q_2 = 0.275 \text{ nC}$ عند $r_2 = 11.9 \text{ cm}$ على المحور x . عند أي نقطة على طول المحور x بين الشحنتين، يكون الجهد الكهربائي الناتج منهما أدنى ما يمكن؟

$$q_1 = 0.829 \text{ nC}$$



$$E_1 = E_2$$

$$k \frac{|q_1|}{r_1^2} = k \frac{|q_2|}{r_2^2}$$

$$\frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2}$$

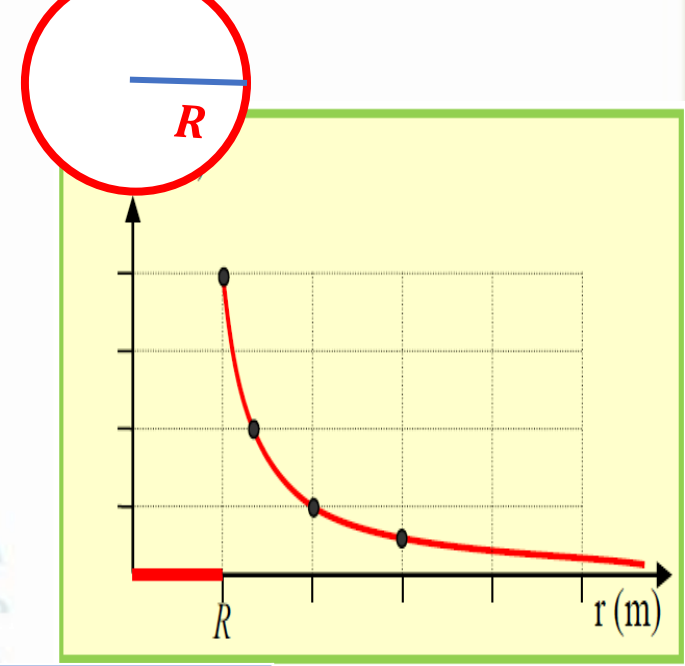
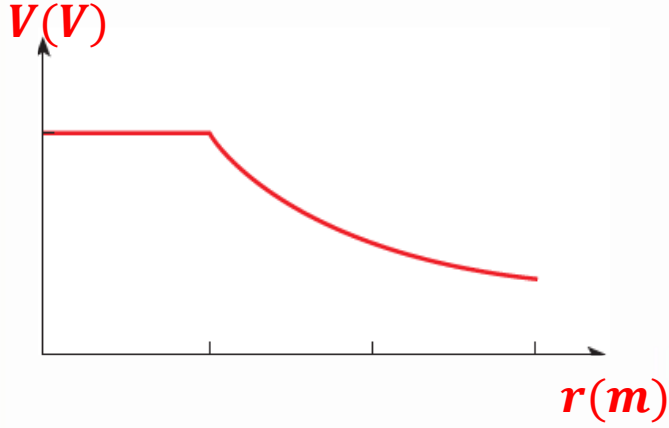
$$\frac{0.829 \times 10^{-9}}{(x)^2} = \frac{0.275 \times 10^{-9}}{(11.9 - x)^2}$$

$$\frac{\sqrt{0.829}}{x} = \frac{\sqrt{0.275}}{11.9 - x}$$

$$x = 7.55 \text{ cm}$$

التمائل الكروي (كرة موصلة نصف قطرها R تتوزع الشحنات على السطح الخارجي للكرة)

الشحنات تتجمع على السطح الخارجي للشحنة لا توجد شحنات داخل الموصل
خطوط المجال الكهربائي تبدأ من سطح الموصل لذلك



المجال	الجهد	
داخل الموصل	$E=0$	$V = \frac{kq}{R}$
على سطح الموصل	$E = \frac{kq}{R^2}$	$V = \frac{kq}{R}$
خارج الموصل	$E = \frac{kq}{r^2}$	$V = \frac{kq}{r}$

الجهد الكهربائي لكرة عازلة

المجال	الجهد	
داخل المادة العازله	$E = \frac{\rho r}{3\epsilon_0}$	$V = \frac{kq}{2R} (3 - \frac{r^2}{R^2})$
علي سطح المادة العازله	$E = \frac{kq}{R^2}$	$V = \frac{kq}{R}$
خارج المادة العازله	$E = \frac{kq}{r^2}$	$V = \frac{kq}{r}$

الجهد الكهربائي لموصل كروي

خارج الموصل
 $r > R$

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

على سطح الموصل
 $r = R$

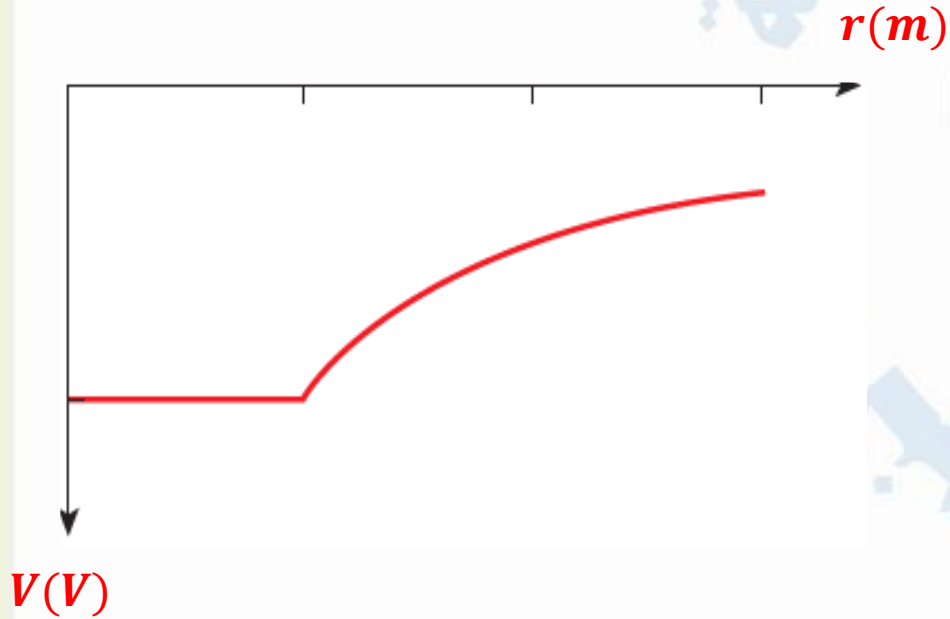
$$V = \frac{kq}{R}$$

داخل الموصل
 $r < R$

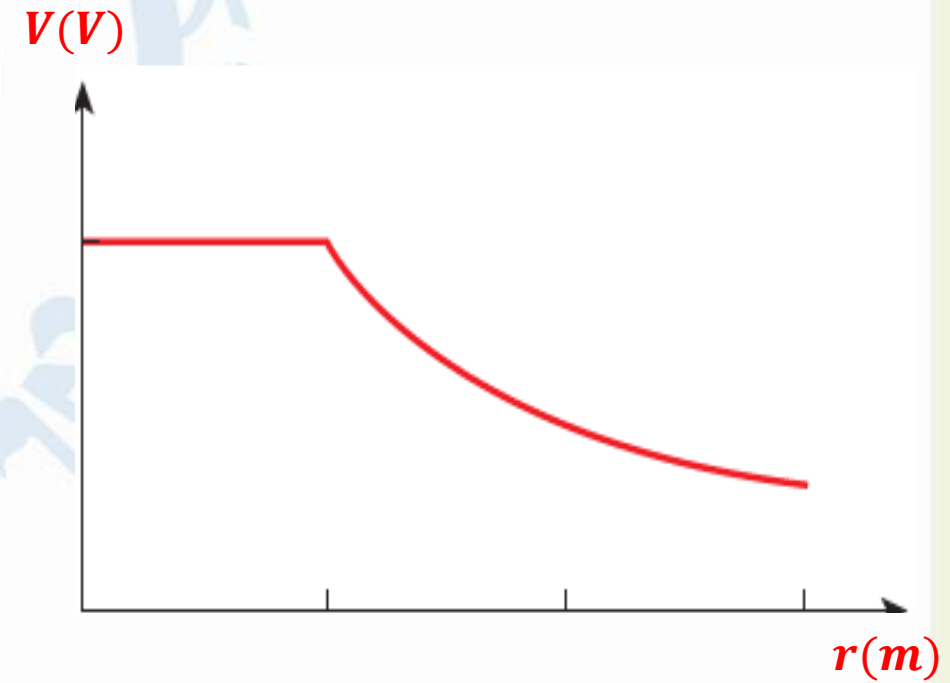
$$V = \frac{kq}{R}$$

الجهد الكهربائي لموصل كروي

موصل مشحون
بشحنة سالبة



موصل مشحون
بشحنة موجبة



كرة فلزية تحمل شحنة كهربائية مقدارها $(6.0nC)$ ونصف قطرها $(10cm)$.
أوجد الجهد الكهربائي عند النقاط التالية :

أولاً : نقطة تقع على بعد $(5.0cm)$ من مركز الكرة .

$$V = \frac{kq}{R} = \frac{(9 \times 10^9)(6 \times 10^{-9})}{0.10} = 540 V$$

ثانياً : نقطة تقع على بعد $(10cm)$ من مركز الكرة .

$$V = \frac{kq}{R} = \frac{(9 \times 10^9)(6 \times 10^{-9})}{0.10} = 540 V$$

ثالثاً : نقطة تقع على بعد $(5cm)$ من سطح الكرة الخارجي .

$$V = \frac{kq}{r} = \frac{(9 \times 10^9)(6 \times 10^{-9})}{0.10 + 0.05} = 360 V$$

الجهد الكهربائي لكرة عازلة

خارج الكرة
 $r > R$

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

على سطح الكرة
 $r = R$

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

داخل الكرة
 $r < R$

$$V = \frac{kq}{2R} \left(3 - \frac{r^2}{R^2} \right)$$

كرة عازلة نصف قطرها (10cm) تحمل شحنة كهربائية موزعة عليها بانتظام مقدارها (6.0nC)
أوجد الجهد الكهربائي عند النقاط التالية :

أولاً : نقطة تقع عند مركز الكرة .

$$V = \frac{kq}{2R} \left(3 - \frac{r^2}{R^2} \right) = \frac{(9 \times 10^9)(6 \times 10^{-9})}{2 \times 0.10} \left(3 - \frac{0}{0.10^2} \right) = 810 \text{ V}$$

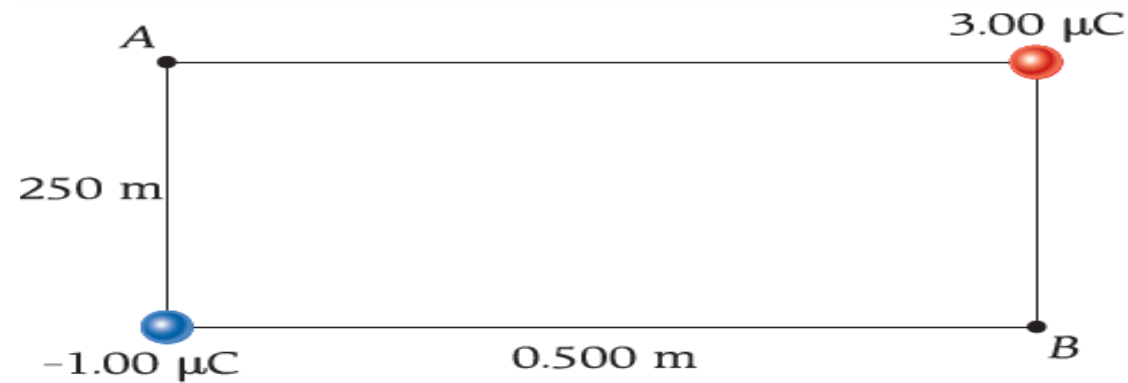
ثانياً : نقطة تقع على بعد (5cm) من مركز الكرة .

$$V = \frac{kq}{2R} \left(3 - \frac{r^2}{R^2} \right) = \frac{(9 \times 10^9)(6 \times 10^{-9})}{2 \times 0.10} \left(3 - \frac{0.05^2}{0.10^2} \right) = 743 \text{ V}$$

ثالثاً : نقطة تقع على بعد (5cm) من سطح الكرة الخارجي .

$$V = \frac{kq}{r} = \frac{(9 \times 10^9)(6 \times 10^{-9})}{0.10 + 0.05} = 360 \text{ V}$$

3.33 Two point charges are located at two corners of a rectangle, as shown in the figure.



القسم 3.4

3.33 توجد شحنتان نقطيتان في زاويتي مستطيل، كما هو مبين في الشكل.

- a) What is the electric potential at point A?
b) What is the potential difference between points A and B?

(a) ما مقدار الجهد الكهربائي عند النقطة A؟
(b) ما مقدار فرق الجهد بين النقطتين A و B؟

$$V_A = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2}$$

$$V_A = \frac{(9 \times 10^9)(+3.00 \times 10^{-6})}{0.500} + \frac{(9 \times 10^9)(-1.00 \times 10^{-6})}{0.250} = 1.80 \times 10^4 \text{ V}$$

$$V_B = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2}$$

$$V_B = \frac{(9 \times 10^9)(+3.00 \times 10^{-6})}{0.250} + \frac{(9 \times 10^9)(-1.00 \times 10^{-6})}{0.500} = 9.00 \times 10^4 \text{ V}$$

$$\Delta V = V_B - V_A = (9.00 \times 10^4) - (1.80 \times 10^4) = 7.20 \times 10^4 \text{ V}$$

3.34 تم وضع أربع شحنات نقطية متطابقة (+1.61 nC) في زوايا مستطيل، أبعاده 3.00 m و 5.00 m. إذا كان قياس الجهد الكهربائي صفراً عند ما لا نهاية، فما مقدار الجهد في المركز الهندسي لهذا المستطيل؟

3.34 Four identical point charges (+1.61 nC) are placed at the corners of a rectangle, which measures 3.00 m by 5.00 m. If the electric potential is taken to be zero at infinity, what is the potential at the geometric center of this rectangle?

$$V = 4 \frac{kq}{r}$$

$$V = 4 \times \frac{(9 \times 10^9)(+1.61 \times 10^{-9})}{\frac{\sqrt{3.00^2 + 5.00^2}}{2}} = 19.9V$$

3.35 إذا كان الجهد الكهربائي لمولد فان دي غراف $1.00 \times 10^5 \text{ V}$ وقطره 20.0 cm، فكم يزيد عدد البروتونات عن الإلكترونات على سطحه.

3.35 If a Van de Graaff generator has an electric potential of $1.00 \times 10^5 \text{ V}$ and a diameter of 20.0 cm, find how many more protons than electrons are on its surface.

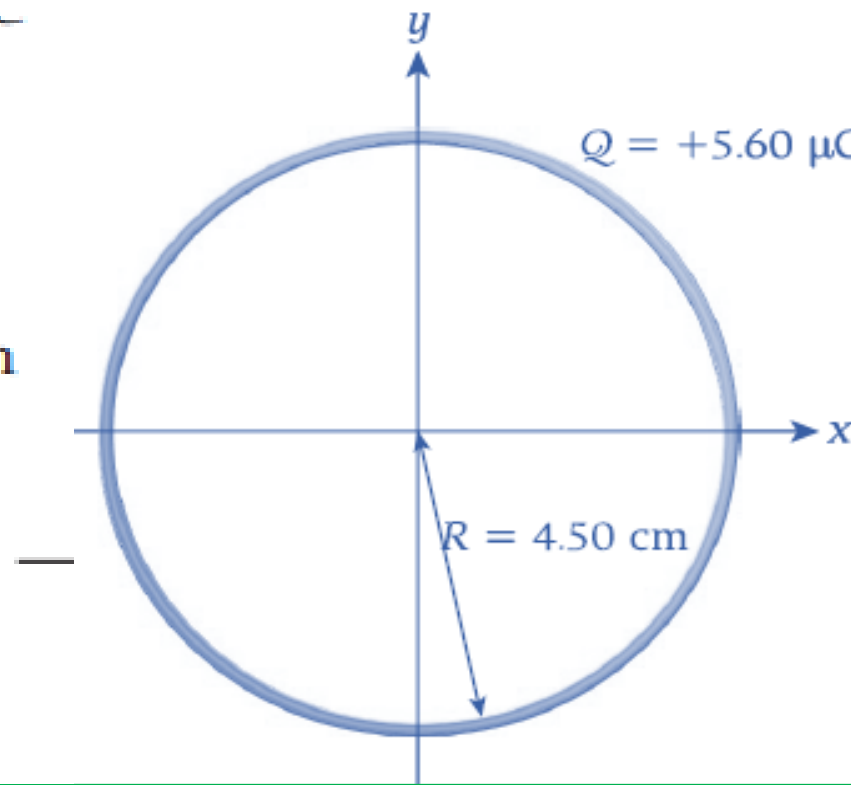
$$V = \frac{kq}{r}$$

$$1.00 \times 10^5 = \frac{(9 \times 10^9)q}{0.10}$$

$$q = 1.11 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$n = \frac{q}{e} = \frac{1.11 \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.94 \times 10^{12} \text{ e}$$

3.37 A charge $Q = +5.60 \mu\text{C}$ is uniformly distributed on a thin cylindrical plastic shell. The radius, R , of the shell is 4.50 cm. Calculate the electric potential at the origin of the xy -coordinate system shown in the figure. Assume that the electric potential is zero at points infinitely far away from the origin.



3.37 تم توزيع شحنة $Q = +5.60 \mu\text{C}$ بانتظام على هيكل أسطواني بلاستيكي رقيق. يبلغ نصف القطر، R ، للهيكـل 4.50 cm. احسب الجهد الكهربائي عند نقطة الأصل للنظام الإحداثي xy المبين في الشكل. افترض أن الجهد الكهربائي يساوي صفرًا عند النقاط الموجودة على بُعد لا نهائي من نقطة الأصل.

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

$$V = \frac{(9 \times 10^9)(5.60 \times 10^{-6})}{4.50 \times 10^{-2}} = 1.12 \times 10^6 \text{ V}$$

3.38 A hollow spherical conductor with a 5.00-cm radius has a surface charge of 8.00 nC.

- a) What is the potential 8.00 cm from the center of the sphere?
- b) What is the potential 3.00 cm from the center of the sphere?
- c) What is the potential at the center of the sphere?

$$a) \quad V = \frac{kq}{r}$$

$$V = \frac{(9 \times 10^9)(8.00 \times 10^{-9})}{8.00 \times 10^{-2}} = 900 \text{ V}$$

$$b, c) \quad V = \frac{kq}{r}$$

$$V = \frac{(9 \times 10^9)(8.00 \times 10^{-9})}{5.00 \times 10^{-2}} = 1440 \text{ V}$$

3.38 موصل كروي مجوّف نصف قطره 5.00 cm وشحنة سطحه 8.00 nC

(a) ما قيمة الجهد على بُعد 8.00 cm من مركز الكرة؟

(b) ما قيمة الجهد على بُعد 3.00 cm من مركز الكرة؟

(c) ما قيمة الجهد في مركز الكرة؟

عند توصيل (تلامس) موصلين كرويين فإن :

تنتقل الشحنات من الموصل الذي له جهد أكبر إلى الموصل الذي له جهد أقل حتى يتساويا في الجهد

بعد تلامس الموصلين يكون :

الشحنة محفوظة

$$q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$$

الموصلين لهما نفس الجهد

$$V_1 = V_2$$

3.71 كرتان معدنيتان نصفهما قطريهما $r_1 = 10.0 \text{ cm}$ و $r_2 = 20.0 \text{ cm}$ ، على التوالي، وشحنتهما موجبة بحيث يكون إجمالي شحنتيهما $100 \mu\text{C}$.

(a) ما نسبة توزيع شحنتي سطحيهما؟

(b) إذا كانت الكرتان متصلتين بسلك نحاسي، فما مقدار الشحنة التي تتدفق عبر السلك قبل أن يصل النظام إلى حالة الاتزان؟

3.71 Two metal spheres of radii $r_1 = 10.0 \text{ cm}$ and $r_2 = 20.0 \text{ cm}$, respectively, have been positively charged so that both have a total charge of $100. \mu\text{C}$.

a) What is the ratio of their surface charge distributions?

b) If the two spheres are connected by a copper wire, how much charge flows through the wire before the system reaches equilibrium?

$$a) \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{\frac{q_1}{A_1}}{\frac{q_2}{A_2}} = \frac{A_2}{A_1} \qquad \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{4\pi R_2^2}{4\pi R_1^2} = \frac{20.0^2}{10.0^2} = \frac{4}{1}$$

3.71 كرتان معدنيتان نصفاً قطريهما $r_1 = 10.0 \text{ cm}$ و $r_2 = 20.0 \text{ cm}$ ، على التوالي، وشحنتهما موجبة بحيث يكون إجمالي شحنتيهما $100 \mu\text{C}$.

(a) ما نسبة توزيع شحنتي سطحيهما؟

(b) إذا كانت الكرتان متصلتين بسلك نحاسي، فما مقدار الشحنة التي تتدفق عبر السلك قبل أن يصل النظام إلى حالة الاتزان؟

$$\frac{q_{tot} - q_2}{R_1} = \frac{q_2}{R_2}$$

$$\frac{q_1}{R_1} = \frac{q_{tot} - q_1}{R_2}$$

بعد تلامس الموصلين يكون :

$$V_1 = V_2$$

$$q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$$

$$100 + 100 = q_1' + q_2'$$

$$q_1' = 200 - q_2'$$

$$\Delta q_1' = 67 - 100 = -33 \mu\text{C}$$

$$\Delta q_2' = 133 - 100 = +33 \mu\text{C}$$

$$\frac{kq_1'}{R_1} = \frac{kq_2'}{R_2}$$

$$\frac{200 - q_2'}{10.0} = \frac{q_2'}{20.0}$$

$$q_2' = 133 \mu\text{C}$$

$$q_1' = 200 - q_2' = 67 \mu\text{C}$$

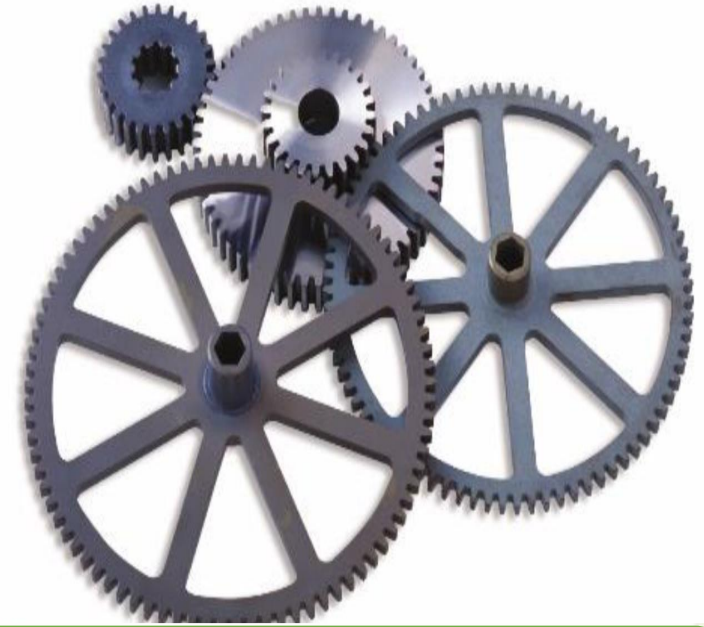
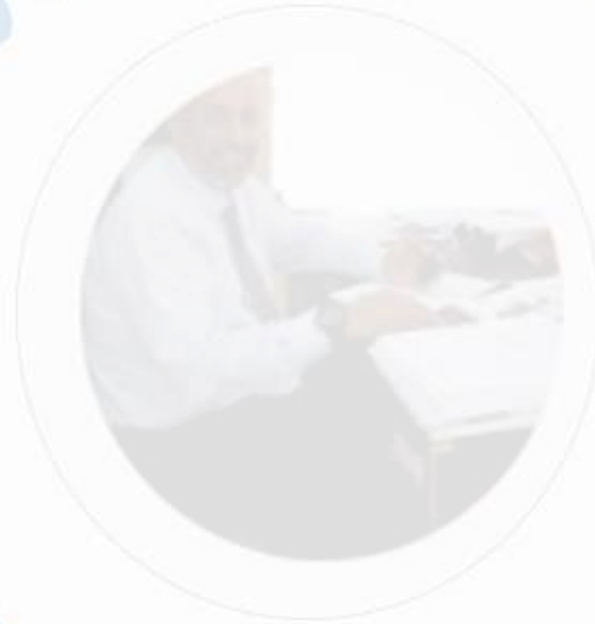
12

الجهود الكهربائية Electric Potential

3

قناة لحظات فيزيائية

الثاني عشر متقدم
الفصل الدراسي الأول



3.5 Finding the Electric Field from the Electric Potential

3-5 إيجاد المجال الكهربائي من الجهود الكهربائي

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

3.4 Electric Potential of Various Charge Distributions

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

3.47 تم توليد مجال كهربائي في ساق غير منتظمة، وأستخدم فولتمتر لقياس فرق الجهد بين الطرف الأيسر للساق ونقطة تقع على بُعد x من الطرف الأيسر. تكررت هذه العملية، ووجد أن البيانات تتحدد من العلاقة $\Delta V = 270x^2$ ، حيث تقاس ΔV بوحدات V/m^2 . ما مركبة x للمجال الكهربائي عند نقطة تبعد 13.0 cm عن الطرف الأيسر؟

3.47 An electric field is established in a nonuniform rod. A voltmeter is used to measure the potential difference between the left end of the rod and a point a distance x from the left end. The process is repeated, and it is found that the data are described by the relationship $\Delta V = 270x^2$, where ΔV has the units V/m^2 . What is the x -component of the electric field at a point 13.0 cm from the left end?

$$E_x = -\frac{dV}{dx}$$

$$E_x = -(270 \times 2x) = -540x$$

$$E_{(x=0.13m)} = -540(0.13) = -70.2 \text{ V/m } \hat{x}$$

إيجاد المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي

$$\Delta V = V_f - V_i = -\frac{W_e}{q} = -\int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

مجال كهربائي منتظم مقداره 20 N/C تتحرك شحنة من نقطة 2 m الي نقطة 6 m احسب مقدار فرق الجهد

$$\Delta V = \int_{\bar{d}_1}^{d_f} E dS$$

$$\Delta V = \int_2^6 20 dS = 80 \text{ V}$$

The **electric potential** in some region is given by $V(x, y) = 2x^2 - 3y$. Find the **x – component of the electric field** associated with this potential at **point (1,2)** in space. Note: SI units are used in this problem.

يعبر عن **الجهد الكهربائي** في منطقة ما بالمعادلة $V(x, y) = 2x^2 - 3y$. أوجد **مركبة x للمجال الكهربائي** المرتبط بهذا الجهد الكهربائي عند **النقطة (1,2)**. الوحدات المستخدمة هي وحدات النظام الدولي (SI units).

استعن بما يلزم من العلاقات الرياضية التالية.
You may use any of the given equations where needed.

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

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$$

$$E_x = -(4x)$$

$$E_x = -(4(1))$$

$$E_x = -4 \text{ V/m}$$

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

$$\oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$-4 \text{ V/m}$$

$$-8 \text{ V/m}$$

$$6 \text{ V/m}$$

$$5 \text{ V/m}$$

يعبّر عن **الجهد الكهربائي** في منطقة ما بالمعادلة $V(x, y) = 3x - 2y^2$. أوجد **مركبة y للمجال الكهربائي** المرتبط بهذا الجهد الكهربائي عند **النقطة (1,2)**. الوحدات المستخدمة هي وحدات النظام الدولي (SI – units).

استعن بما يلزم من العلاقات الرياضية التالية.

You may use any of the given equations where needed.

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

$$\oiint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$



Concept Check 3.7

Suppose an electric potential is described by $V(x, y, z) = -(5x^2 + y + z)$ in volts. Which of the following expressions describes the associated electric field, in units of volts per meter?

- a) $\vec{E} = 5\hat{x} + 2\hat{y} + 2\hat{z}$
- 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) $\vec{E} = 0$

$$E_x = -\frac{dV}{dx}$$

$$E_x = -(-10x) = 10x$$

$$E_y = -\frac{dV}{dy}$$

$$E_y = -(-1) = 1$$

$$E_z = -\frac{dV}{dz}$$

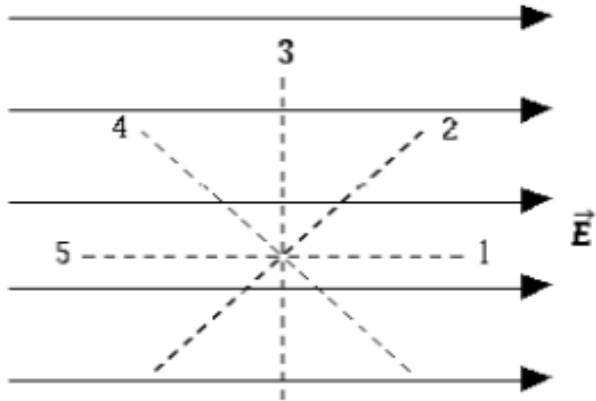
$$E_z = -(-1) = 1$$

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

مراجعة المفاهيم 3.7

افترض أن الجهد الكهربائي يوضح بالعلاقة
 $V(x, y, z) = -(5x^2 + y + z)$
بالقولت. أي من التعبيرات التالية يصف
المجال الكهربائي المقترن بوحدة فولت
للمتر؟

- a) $\vec{E} = 5\hat{x} + 2\hat{y} + 2\hat{z}$
- 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) $\vec{E} = 0$



56. الشكل المجاور يمثل مجال كهربائي منتظم ، بأي اتجاه يكون أكبر قيمة للجهد الكهربائي؟

3 ☐

1 ☐

2 ☐

5 ☒

57. إذا كان الجهد الكهربائي يتغير حسب العلاقة على محور x ($V(x) = 2x^2 - 2x - 8$) اوجد اقل قيمة للجهد على محور x

$-8.5 V$ ☒

$2.6 V$ ☐

$0.0V$ ☐

$-2.6V$ ☐

$$E_x = -\frac{dV}{dx}$$

$$E_x = -(4.00x) + 2 = 0$$

$$x = 0.5$$

$$V = 2 \times 0.5^2 - 2 \times 0.5 - 8 = -8.5 V$$

58. يتحدد الجهد الكهربائي لحيز في الفضاء من العلاقة $V(x) = 50 + 15x$ حدد المجال الكهربائي في هذه المنطقة عند نقطة الأصل.

$-15\hat{i} \text{ (V / m)}$ ☒

$15\hat{i} \text{ (V / m)}$ ☐

$-65\hat{i} \text{ (V / m)}$ ☐

$50\hat{i} \text{ (V / m)}$ ☐

$$E_x = -\frac{dV}{dx}$$

$$E_x = -15\hat{i}$$

59. تحدد الجهد الكهربائي لحيز في الفضاء من العلاقة $V(x, y, z) = 2x^2y - xz^3 + 8$ حدد المجال الكهربائي في هذه المنطقة عند الاحداثي $(1, 1, 0)$

- $-4\hat{i} + 2\hat{j} \text{ (V/m)}$ ☐
 $4\hat{i} + 2\hat{j} \text{ (V/m)}$ ☐
 $-(4\hat{i} + 2\hat{j}) \text{ (V/m)}$ ☒
 $4\hat{i} - 2\hat{j} \text{ (V/m)}$ ☐

$$E_x = -\frac{dV}{dx}$$

$$E_x = -(4.00xy + (z)^3) = -4$$

$$E_y = -\frac{dV}{dy}$$

$$E_y = -2(x)^2 = -2(1)^2 = -2 \text{ V/m}$$

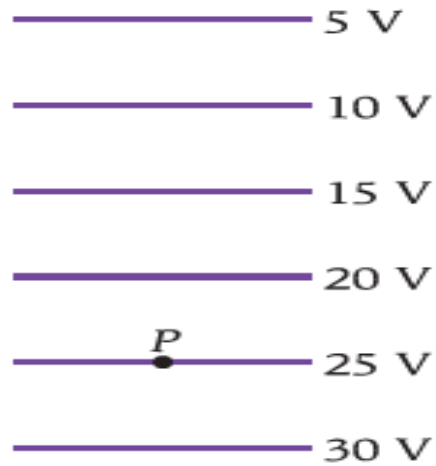
$$E_z = -\frac{dV}{dz}$$

$$E_z = 0 \text{ V/m}$$

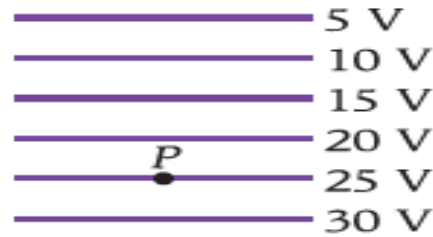
$$\vec{E} = (4\hat{i} + 2\hat{j}) \text{ V/m}$$

مراجعة المفاهيم 3.8

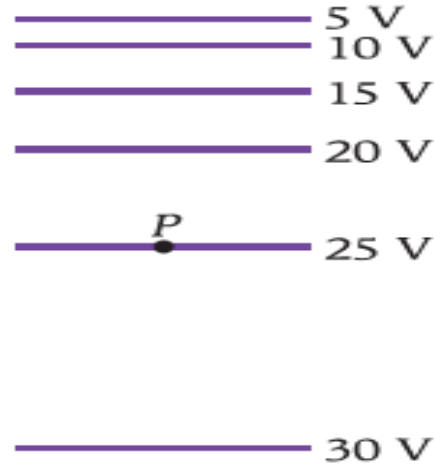
في الشكل الموضح، تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد. قارن بين مقدار المجال الكهربائي، E ، عند النقطة P في الحالات الثلاث.



(1)



(2)



(3)

a) $E_1 = E_2 = E_3$

b) $E_1 > E_2 > E_3$

c) $E_1 < E_2 < E_3$

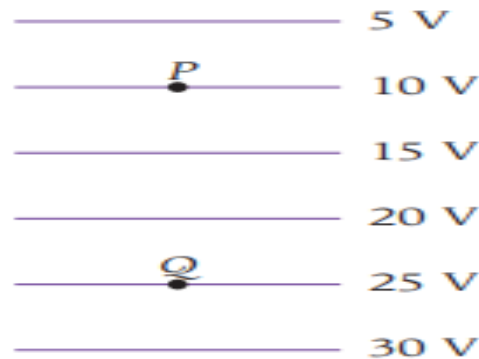
d) $E_3 > E_1 > E_2$

e) $E_3 < E_1 < E_2$

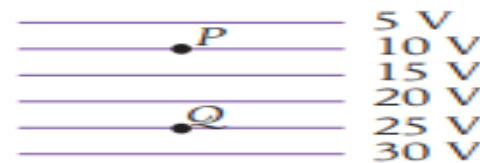
Concept Check 3.3

In the figure, the lines represent equipotential lines. A charged object is moved from point P to point Q . How does the amount of work done on the object compare for these three cases?

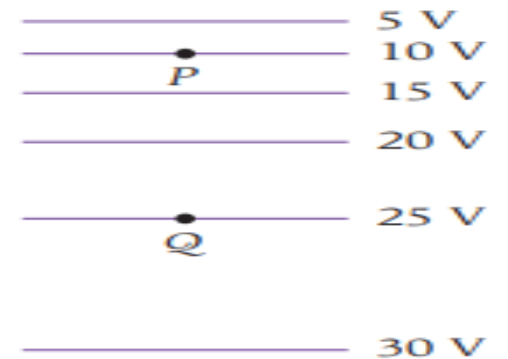
- All three cases involve the same work.
- The most work is done in case 1.
- The most work is done in case 2.
- The most work is done in case 3.
- Cases 1 and 3 involve the same amount of work, which is more than is involved in case 2.



(1)

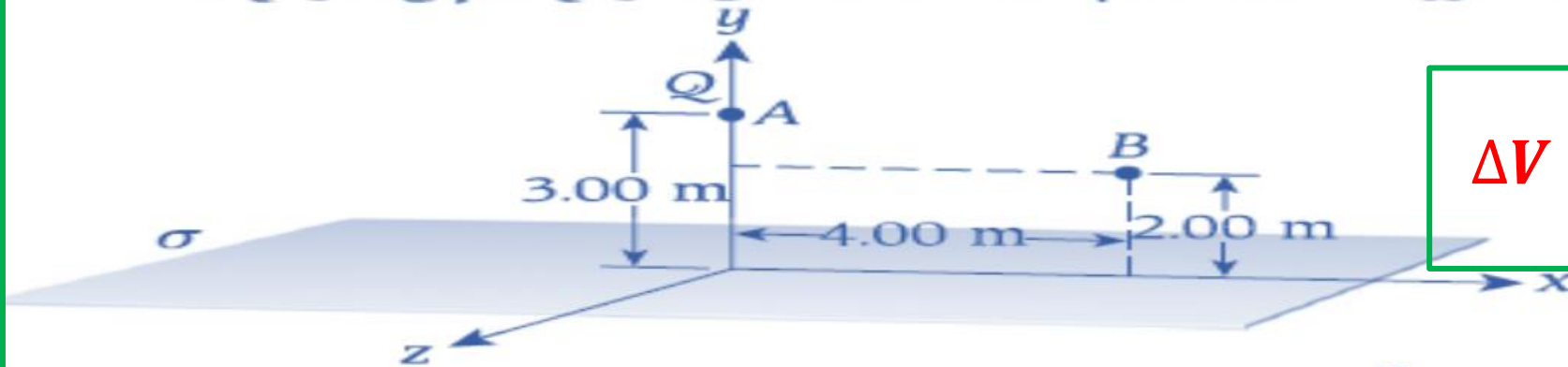


(2)



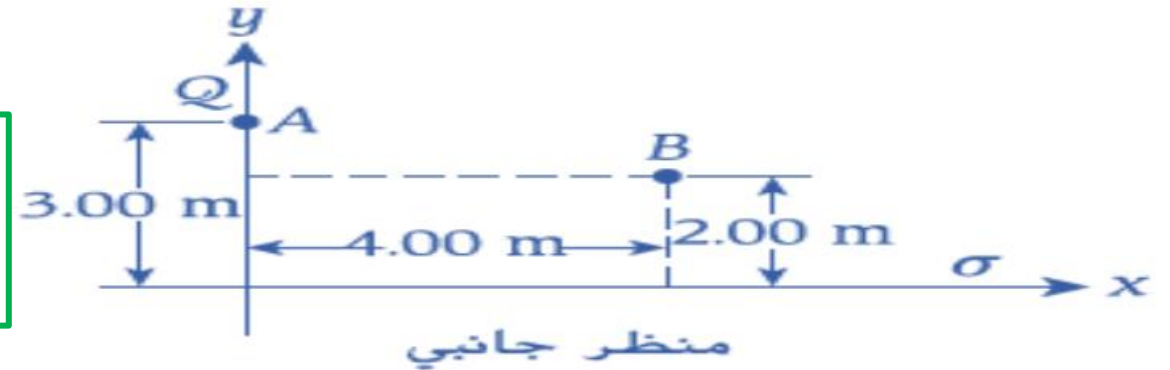
(3)

3.65 صفيحة عازلة في المستوى xz شحنتها موزعة بانتظام $\sigma = 3.50 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$. ما مقدار التغير في الجهد عند تحريك شحنة $Q = 1.25 \mu\text{C}$ من الموقع A إلى الموقع B في الشكل؟



$$\Delta V = V_B - V_A = - \int_{r_A}^{r_B} \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\Delta V = V_B - V_A = - \int_{r_A}^{r_B} \frac{\sigma}{2\epsilon_0} dy$$



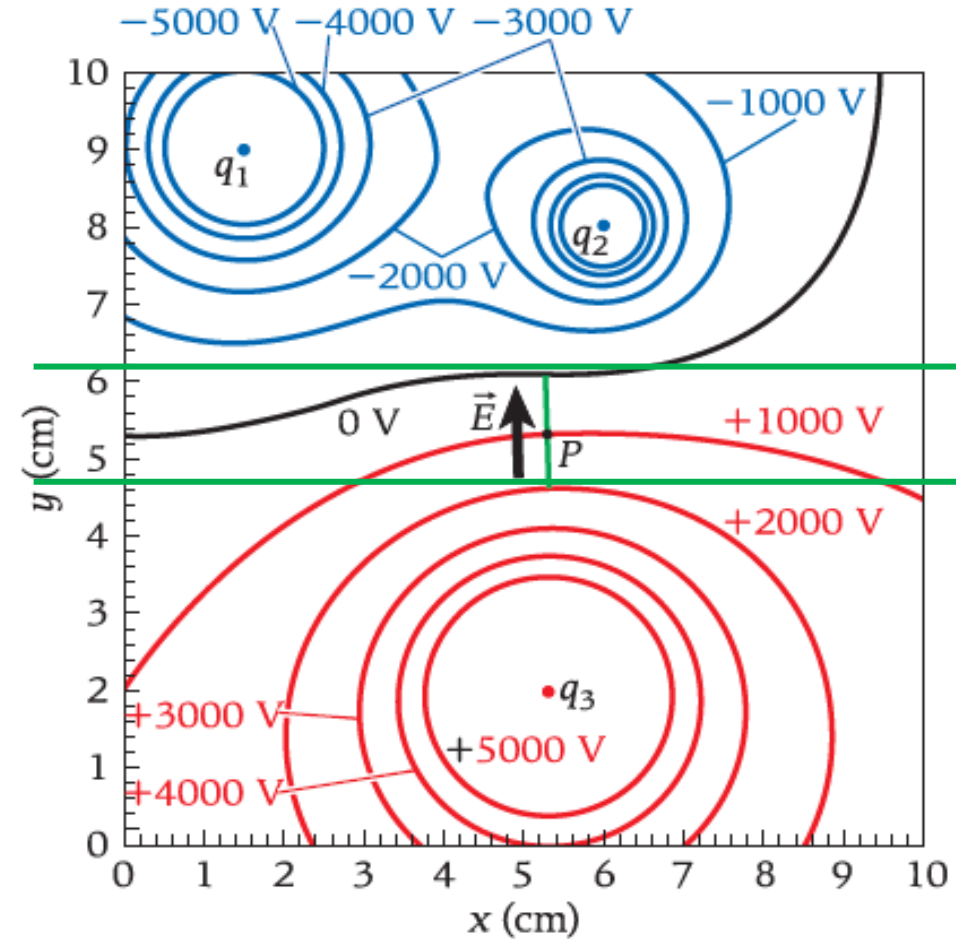
$$\Delta V = V_B - V_A = - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \int_{3.00}^{2.00} dy$$

$$\Delta V = V_B - V_A = - \frac{3.50 \times 10^{-6}}{2(8.85 \times 10^{-12})} (2.00 - 3.00) = 1.98 \times 10^5 \text{ V}$$

احسب المجال الكهربائي عند النقطة P .

$$E = \left| \frac{\Delta V}{d} \right|$$

$$E = \frac{2000 - 0}{(6.2 - 4.7) \times 10^{-2}} = 1.3 \times 10^5 V$$



3.47 تم توليد مجال كهربائي في ساق غير منتظمة، وأستخدم فولتمتر لقياس فرق الجهد بين الطرف الأيسر للساق ونقطة تقع على بُعد x من الطرف الأيسر. تكررت هذه العملية، ووُجد أن البيانات تتحدد من العلاقة $\Delta V = 270.x^2$ ، حيث تقاس ΔV بوحدات V/m^2 . ما مركبة x للمجال الكهربائي عند نقطة تبعد 13.0 cm عن الطرف الأيسر؟

3.47 An electric field is established in a nonuniform rod. A voltmeter is used to measure the potential difference between the left end of the rod and a point a distance x from the left end. The process is repeated, and it is found that the data are described by the relationship $\Delta V = 270.x^2$, where ΔV has the units V/m^2 . What is the x -component of the electric field at a point 13.0 cm from the left end?

$$E_x = -\frac{dV}{dx}$$

$$E_x = -(270 \times 2x) = -540 x$$

$$E_{(x=0.13m)} = -540 (0.13) = -70.2 V/m \hat{x}$$

3.48 Two parallel plates are held at potentials of $+200.0\text{ V}$ and -100.0 V . The plates are separated by 1.00 cm .

- a) Find the electric field between the plates.
- b) An electron is initially placed halfway between the plates. Find its kinetic energy when it hits the positive plate.

3.48 لوحان متوازيان جهدهما $+200.0\text{ V}$ و -100.0 V ، ويفصل بين اللوحين 1.00 cm .

- (a) أوجد المجال الكهربائي بين اللوحين.
- (b) إلكترون موقعه الابتدائي في منتصف المسافة بين اللوحين. أوجد طاقته الحركية عندما يصطدم باللوح الموجب.

$$a) \quad E = \left| \frac{\Delta V}{d} \right| \quad E = \left| \frac{200 - -100}{0.01} \right| = 3.00 \times 10^4 \text{ V/m}$$

$$b) \quad -q\Delta V = KE_f - KE_i$$

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

$$(-1.6 \times 10^{-19}) \left(\frac{0.01}{2} \right) (3.00 \times 10^4) \cos 180 = KE_f - 0$$

$$KE_f = 2.40 \times 10^{-17} \text{ J}$$

3.49 A 2.50-mg dust particle with a charge of 1.00 μC falls at a point $x = 2.00 \text{ m}$ in a region where the electric potential varies according to $V(x) = (2.00 \text{ V/m}^2)x^2 - (3.00 \text{ V/m}^3)x^3$. With what acceleration will the particle start moving after it touches down?

3.49 جسيم غبار كتلته 2.50 mg وشحنته 1.00 μC يسقط على نقطة $x = 2.00 \text{ m}$ في منطقة يختلف فيها الجهد الكهربائي وفق العلاقة $V(x) = (2.00 \text{ V/m}^2)x^2 - (3.00 \text{ V/m}^3)x^3$. ما العجلة التي سيبدأ الجسيم في التحرك بها بعد أن يهبط؟

$$E_x = -\frac{dV}{dx}$$

$$E_x = -(4.00x - 9.00x^2) = -4.00x + 9.00x^2$$

$$E_{(x=2.00\text{m})} = -4.00(2.00) + 9.00(2.00)^2 = 28.0 \text{ V/m}$$

$$a_x = \frac{qE}{m} = \frac{(1.00 \times 10^{-6})(28.0)}{(2.50 \times 10^{-6})} = 11.2 \text{ m/s}^2$$

3.50 The electric potential in a volume of space is given by $V(x,y,z) = x^2 + xy^2 + yz$. Determine the electric field in this region at the coordinate (3,4,5).

3.50 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).

$$E_x = -\frac{dV}{dx}$$

$$E_x = -(2x + y^2 + 0)$$

$$E_x = -(2 \times 3 + 4^2 + 0) = -22 \text{ V/m}$$

$$E_y = -\frac{dV}{dy}$$

$$E_y = -(2xy + z)$$

$$E_y = -(2 \times 3 \times 4 + 5) = -29 \text{ V/m}$$

$$E_z = -\frac{dV}{dz}$$

$$E_z = -(y)$$

$$E_z = -(4) = -4 \text{ V/m}$$

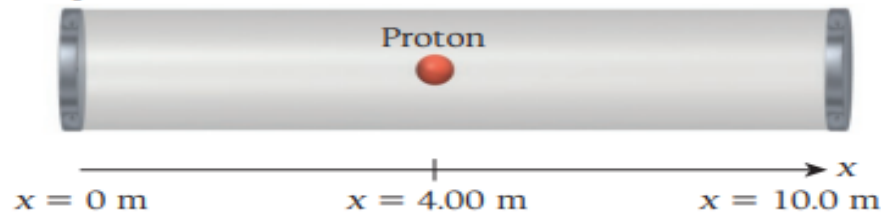
$$\vec{E} = -22 \hat{x} - 29 \hat{y} - 4 \hat{z}$$

3.51 The electric potential inside a 10.0-m-long linear particle accelerator is given by $V = (3000 - 5x^2/\text{m}^2) \text{ V}$, where x is the distance from the left plate along the accelerator tube, as shown in the figure.

a) Determine an expression for the electric field along the accelerator tube.

b) A proton is released (from rest) at $x = 4.00 \text{ m}$. Calculate the acceleration of the proton just after it is released.

c) What is the impact speed of the proton when (and if) it collides with the plate?



$$a) E_x = -\frac{dV}{dx}$$

$$E_x = -(-10x) = 10x$$

$$b) E_{(x=4.00\text{m})} = 10 \times 4.00 = 40.0 \text{ V/m}$$

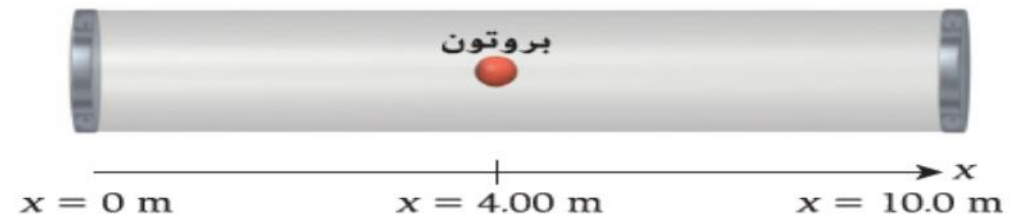
$$a_x = \frac{qE}{m} = \frac{(1.6 \times 10^{-19})(40.0)}{(1.67 \times 10^{-27})} = 3.83 \times 10^9 \text{ m/s}^2$$

3.51 يتحدد الجهد الكهربائي داخل مُعجل جسيمات خطي طوله 10.0 m من العلاقة $V = (3000 - 5x^2/\text{m}^2) \text{ V}$ ، حيث x هي البعد عن اللوح الأيسر على طول أنبوب المُعجل، كما هو مبين في الشكل.

(a) حدد التعبير الذي يصف المجال الكهربائي على طول أنبوب المُعجل.

(b) ينطلق بروتون (من حالة السكون) على مسافة $x = 4.00 \text{ m}$. احسب عجلة البروتون بعد انطلاقه مباشرة.

(c) ما سرعة تصادم البروتون إذا اصطدم باللوح؟

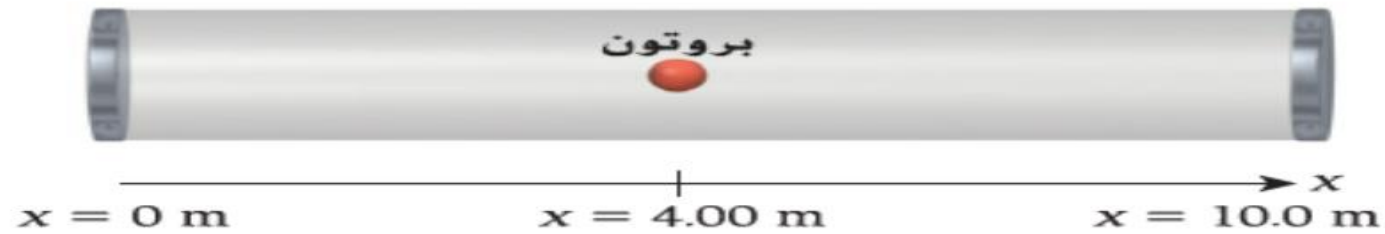


3.51• يتحدّد الجهد الكهربائي داخل مُعجّل جسيمات خطّي طوله 10.0 m من العلاقة $V = (3000 - 5x^2/\text{m}^2) \text{ V}$ ، حيث x هي البعد عن اللوح الأيسر على طول أنبوب المُعجّل، كما هو مبين في الشكل.

(a) حدد التعبير الذي يصف المجال الكهربائي على طول أنبوب المُعجّل.

(b) يتطلق بروتون (من حالة السكون) على مسافة $x = 4.00 \text{ m}$. احسب عجلة البروتون بعد انطلاقه مباشرة.

(c) ما سرعة تصادم البروتون إذا اصطدم باللوح؟



$$V_{2(x=10.0)} = 3000 - 5(10.0)^2 = 2500 \text{ V}$$

$$V_{1(x=4.00)} = 3000 - 5(4.00)^2 = 2920 \text{ V}$$

$$b) \quad -q\Delta V = KE_f - KE_i$$

$$-q(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}mv_f^2 - 0$$

$$(-1.6 \times 10^{-19})(2500 - 2920) = \frac{1}{2}(1.67 \times 10^{-27})v_f^2 - 0$$

$$v_f = 2.84 \times 10^5 \text{ m/s}$$

●3.52 An infinite plane of charge has a uniform charge distribution of $+4.00 \text{ nC/m}^2$ and is located in the yz -plane at $x = 0$. A $+11.0\text{-nC}$ fixed point charge is located at $x = +2.00 \text{ m}$.

- Find the electric potential $V(x)$ on the x -axis from $0 < x < +2.00 \text{ m}$.
- At what position(s) on the x -axis between $x = 0$ and $x = +2.00 \text{ m}$ is the electric potential a minimum?
- Where on the x -axis between $x = 0 \text{ m}$ and $x = +2.00 \text{ m}$ could a positive point charge be placed and not move?

3.52* مستوى لانهائي من الشحنات به توزيع منتظم للشحنات يبلغ $+4.00 \text{ nC/m}^2$ ويوجد في المستوى yz عند $x = 0$. توجد شحنة نقطية ثابتة $+11.0\text{-nC}$ عند $x = +2.00 \text{ m}$.

- أوجد الجهد الكهربائي $V(x)$ على المحور x من $0 < x < +2.00 \text{ m}$
- عند أي موقع (مواقع) على المحور x بين $x = 0$ و $x = +2.00 \text{ m}$ ، يكون للجهد الكهربائي أدنى قيمة؟
- عند أي موضع على المحور x بين $x = 0 \text{ m}$ و $x = +2.00 \text{ m}$ يمكن وضع شحنة نقطية موجبة ولا تتحرك؟

$$a) V_{tot} = V_1 + V_2$$

$$V_{tot} = \frac{kq}{r} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} x$$

$$b) E_{net} = 0$$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{kq}{(2-x)^2}$$

$$\frac{4.00 \times 10^{-9}}{2(8.85 \times 10^{-12})} = \frac{(9 \times 10^9)(11.0 \times 10^{-9})}{(2-x)^2}$$

$$x = 1.34 \text{ m}$$