

3.1 Electric Potential Energy 3.1 طاقة الوضع الكهربائية

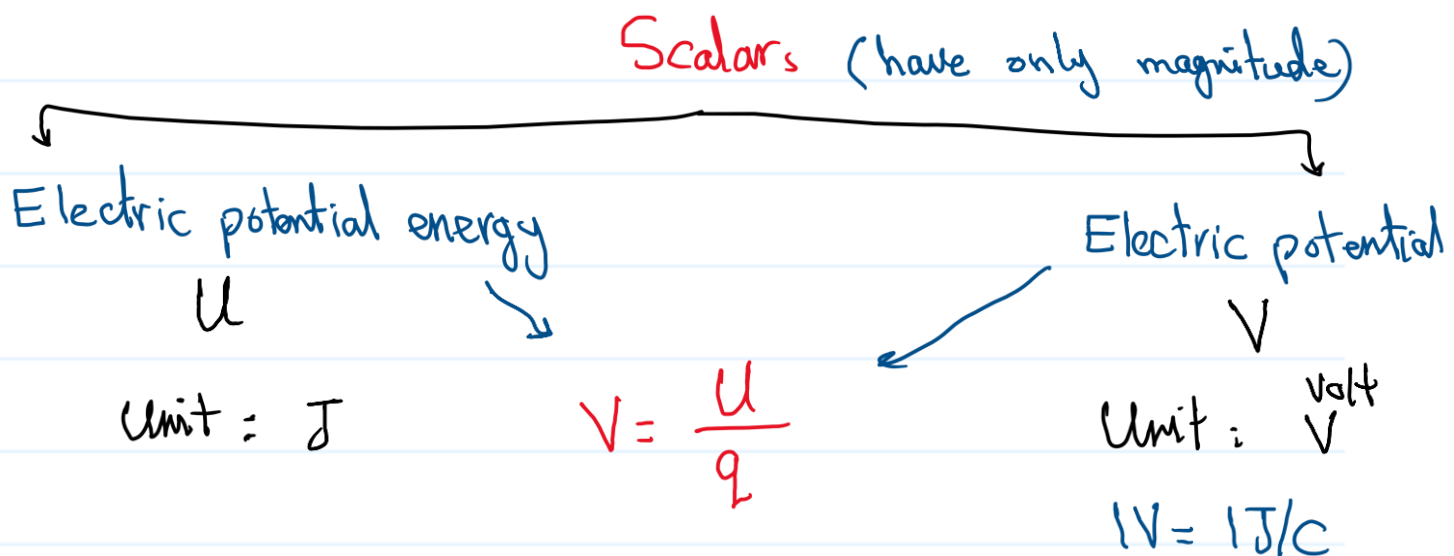
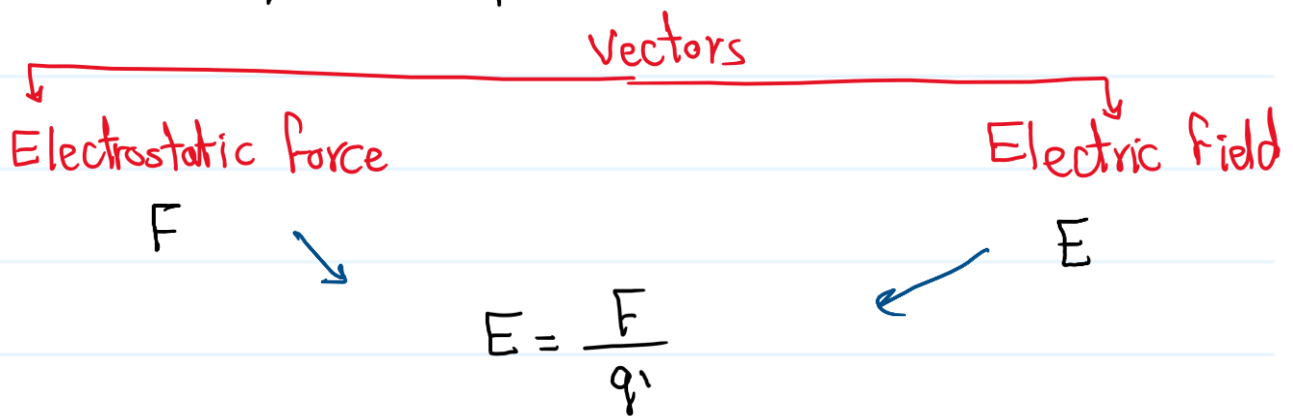
Conservative force :

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

$$\Delta U = -W_e$$

The change in potential energy = negative work done by conservative force

Work done by conservative force is independent to the path shape



Uniform Electric Field

(same magnitude and same direction at the all points)

Electric potential Energy

$$W = F d \cos \theta : F = qE$$

$$W = qEd \cos \theta$$

$$W = -\Delta U$$

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

ΔU : Change in potential energy (J) $\begin{cases} \rightarrow + & U \text{ increase} \\ \rightarrow - & U \text{ decrease} \\ \rightarrow 0 & U \text{ constant} \end{cases}$

q : Charge (C) $\begin{cases} \rightarrow + \\ \rightarrow - \end{cases}$

E : Electric Field (N/C) $\rightarrow \oplus$

$d \cos \theta$: displacement (m) $\begin{cases} \rightarrow + & \text{with } E \\ \rightarrow - & \text{opposite to } E \\ \rightarrow 0 & \text{perpendicular to } E \end{cases}$

$\rightarrow E$

$\rightarrow E$

$\oplus \rightarrow$

$\leftarrow \oplus$

$\rightarrow$

$\rightarrow$

$\theta = 0$

$\theta = 180^\circ$

Electric potential

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

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

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

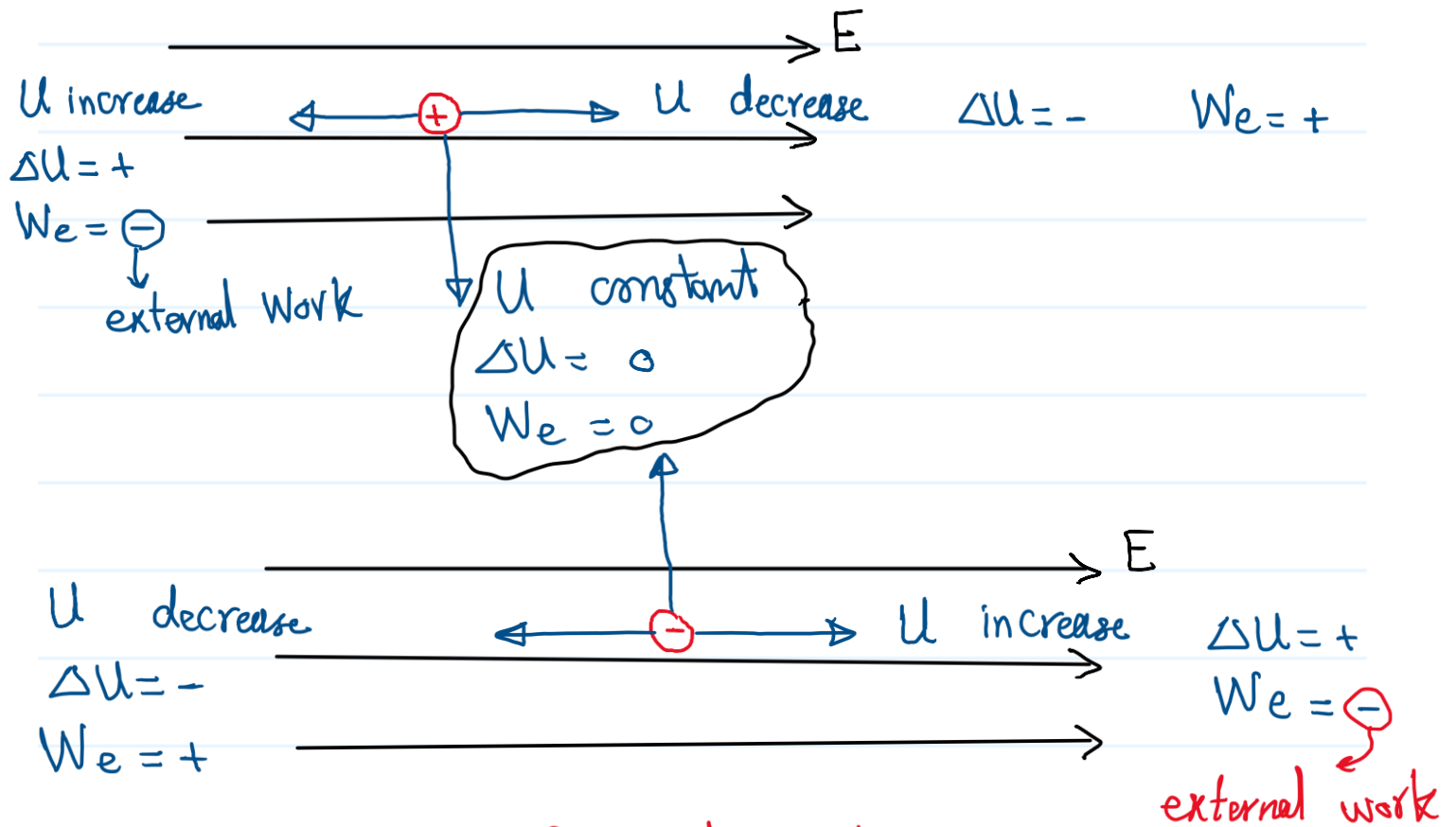
$$\Delta V = V_2 - V_1$$

↳ potential difference

$\rightarrow E$

high V $\rightarrow$ low V

$\rightarrow$



Conservation of energy

$$W_e = -\Delta U = -q_{moving} \Delta V = \Delta KE$$

Work done by
electric
field
(J)

change in
potential
energy
(J)

potential
difference
(V)

change in
kinetic energy (J)

$$\Delta K = K_f - K_i$$

$$\Delta K = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

Uniform E

$$\Delta V = -E d \cos \theta$$

with E :
 $\theta = 0$

$$\Delta V = - + + = -$$

Opposite to E

$$\Delta V = - + - = +$$

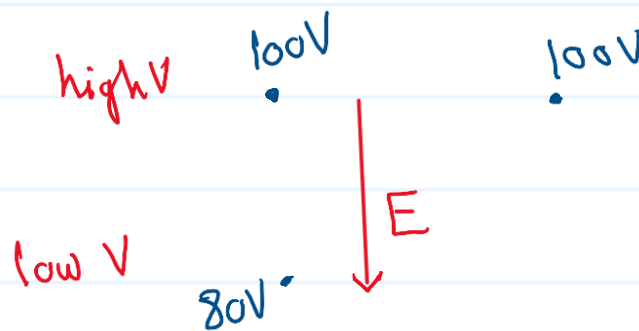
$$\theta = 180^\circ$$

perpendicular to E

$$\Delta V = 0 \quad V \text{ constant}$$

E

$$\theta = 90^\circ$$



Uniform E :

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

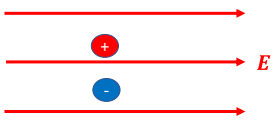
direction From high V to low V

Unit of E: N/C or V/m

3.1 Electric Potential Energy طاقة الوضع الكهربائية

Electric Potential and Electric potential energy in uniform electric field

1			
Which of the following statements is correct?		أي من العبارات التالية صحيحة؟	
The change in electric potential energy due to some spatial rearrangement of a system is equal to the negative of the work done by the conservative force during this spatial rearrangement. التغير في طاقة الوضع الكهربائية بسبب إعادة ترتيب مكاني لنظام يساوي سالب الشغل الذي تبذله القوة المحافظة أثناء إعادة هذا الترتيب المكاني.			
The change in electric potential energy due to some spatial rearrangement of a system is equal to the positive of the work done by the conservative force during this spatial rearrangement. التغير في طاقة الوضع الكهربائية بسبب إعادة ترتيب مكاني لنظام يساوي موجب الشغل الذي تبذله القوة المحافظة أثناء إعادة هذا الترتيب المكاني.			
The change in electric potential energy due to some spatial rearrangement of a system is equal to the positive of the work done by the unconservative force during this spatial rearrangement. التغير في طاقة الوضع الكهربائية بسبب إعادة ترتيب مكاني لنظام يساوي موجب الشغل الذي تبذله القوة غير المحافظة أثناء إعادة هذا الترتيب المكاني.			
The change in electric potential energy due to some spatial rearrangement of a system is equal to the negative of the work done by the unconservative force during this spatial rearrangement. التغير في طاقة الوضع الكهربائية بسبب إعادة ترتيب مكاني لنظام يساوي سالب الشغل الذي تبذله القوة غير المحافظة أثناء إعادة هذا الترتيب المكاني.			
2			
Which of the following is the equivalent unit for the unit of electric field N/C ?		أي الوحدات التالية مكافئة لوحدة قياس المجال الكهربائي N/C ؟	
Jm	J/m	V/m	Vm
3			
Which of the following quantities are scalar?		أي الكميات التالية تمثل كميات قياسية؟	
I. Electric force II. Electric field III. Electric potential IV. Electric potential Energy		I. القوة الكهربائية II. المجال الكهربائي III. طاقة الوضع الكهربائية IV. الجهد الكهربائي	
I, II	I, IV	II, III	III, IV
4			
Which of the following gives the correct conversion of eV to joules?		أي التعبيرات التالية يمثل الصورة الصحيحة للتحويل من الإلكترون فولت إلى الجول؟	
$1eV = 1.6 \times 10^{-19}J$	$1eV = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}}J$	$1eV = 8.99 \times 10^9J$	$1eV = \frac{1}{8.99 \times 10^9}J$
5			
Electric field lines always point from higher potential to lower potential من الجهد المرتفع إلى الجهد المنخفض		تشير خطوط المجال الكهربائي دائماً من الجهد المنخفض إلى الجهد المرتفع	

in the same direction as the equipotential lines نفس اتجاه أسطح تساوي الجهد	in the opposite direction as the equipotential lines عكس اتجاه أسطح تساوي الجهد
6	
A positive charge is released and moves along an electric field line. This charge moves to a position of	ثُرِكت شحنة موجبة تتحرك بحيث بحرية في مجال كهربائي فإن الشحنة تتحرك إلى موضع
lower potential and lower potential energy أقل في الجهد وأقل في طاقة الوضع	lower potential and higher potential energy أقل في الجهد وأكبر في طاقة الوضع
higher potential and lower potential energy أكبر في الجهد وأقل في طاقة الوضع	higher potential and higher potential energy أكبر في الجهد وأكبر في طاقة الوضع
7	
A negative charge is released and moves along an electric field line. This charge moves to a position of	ثُرِكت شحنة سالبة تتحرك بحيث بحرية في مجال كهربائي فإن الشحنة تتحرك إلى موضع
lower potential and lower potential energy أقل في الجهد وأقل في طاقة الوضع	lower potential and higher potential energy أقل في الجهد وأكبر في طاقة الوضع
higher potential and lower potential energy أكبر في الجهد وأقل في طاقة الوضع	higher potential and higher potential energy أكبر في الجهد وأكبر في طاقة الوضع
8	
An electron and a proton are placed in a uniform electric field, as follows: Determine the direction of movement of each of them if they are released in the electric field. What happens to the potential energy of each of them if they move with the field?	 وضع إلكترون وبروتون في مجال كهربائي منتظم كما بالشكل: حدد اتجاه حركة كلاً منهما إذا تحركا تحت تأثير المجال الكهربائي. ماذا يطرأ على طاقة وضع كلاً منهما إذا تحركا مع المجال؟
9	

**A uniform electric field of (250N/C) towards the negative (x) axis.
Calculate the change in potential energy of the electron when it moves from the point (5cm, -2cm) to the point (-2cm, 4cm)**

مجال كهربائي منتظم مقداره $(250N/C)$ باتجاه محور (x) السالب.
 احسب التغير في طاقة وضع الإلكترون عندما ينتقل من النقطة $(-2cm, 5cm)$ إلى النقطة $(-2cm, 4cm)$

Calculate the work done by the electric field on the electron when it moves from the point (5cm, -2cm) to the point (-2cm, 4cm).

احسب الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي على الإلكترون عندما ينتقل من النقطة $(-2cm, 5cm)$ إلى النقطة $(-2cm, 4cm)$.

10

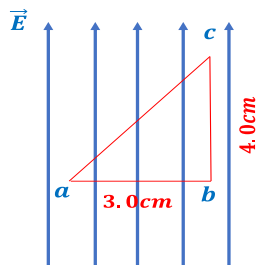
A proton moves in a uniform electric field of (250 N/C), as shown in the adjacent figure.

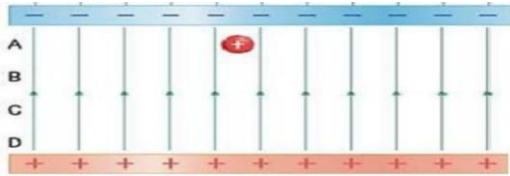
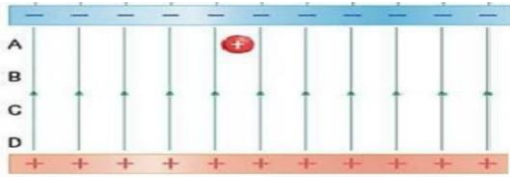
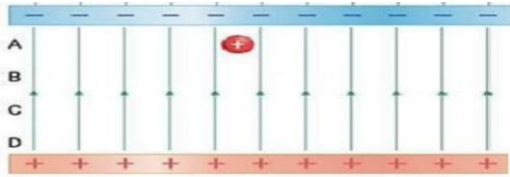
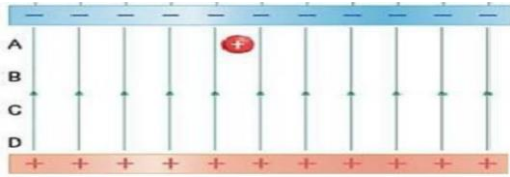
Calculate the change in potential energy of the proton in the following cases:

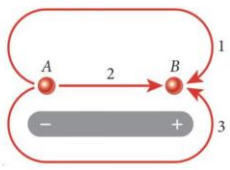
- 1- When it moves from position a to position b
- 2- When it moves from position c to position b
- 3- When it moves from position a to position c

يتحرك بروتون في مجال منتظم مقداره $(250N/C)$ كما بالشكل المجاور .
احسب التغير في طاقة وضع البروتون في الحالات التالية :

- 1- عندما ينتقل من الموضع a إلى الموضع b .
- 2- عندما ينتقل من الموضع c إلى الموضع b .
- 3- عندما ينتقل من الموضع a إلى الموضع c .



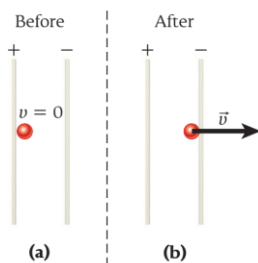
11	
A proton is placed midway between points A and B. The potential at point A is -20 V, and the potential at point B +20 V. The potential at the midpoint is 0 V. The proton will	يوجد بروتون في منتصف المسافة بين نقطتين A و B فإذا كان الجهد عند النقطة A يساوي -20 V، وعند النقطة B يساوي +20V وعند نقطة المنتصف يساوي 0 V فإن البروتون سوف
accelerate toward point A يتسارع تجاه النقطة A	remain at rest يظل ساكنا
move toward point A with constant velocity يتحرك تجاه النقطة A بسرعة متجهة ثابتة	accelerate toward point B يتسارع تجاه النقطة B
12	
A positive charge of +5.0nC is placed at four different positions A, B, C, and D. At what point does it have the greatest electrical potential energy?	وضعت شحنة موجبة مقدارها +5.0nC عند أربع مواضع مختلفة A,B,C,D عند أي نقطة يكون لها أكبر طاقة وضع كهربائية؟
	A
	B
	C
	D
13	
A positive charge of +5.0nC is placed at four different positions A, B, C, and D. At what point does it have the greatest electrical potential?	وضعت شحنة موجبة مقدارها +5.0nC عند أربع مواضع مختلفة A,B,C,D عند أي نقطة يكون لها أكبر جهد كهربائي؟
	A
	B
	C
	D
14	
A positive point charge is to be moved from point A to point B in the vicinity of an electric dipole. Which of the three paths shown in the figure will result in the most work being done by the dipole's electric field on the point charge?	شحنة نقطية موجبة يراد تحريكها من النقطة A إلى النقطة B بالقرب من ثنائي قطب كهربائي. أي من المسارات الثلاثة المبينة في الشكل سيؤدي إلى بذل المجال الكهربائي لثنائي القطب أكبر شغل على الشحنة النقطية؟

	A	B
	C	The work is the same on all three paths

15

A proton is placed between two parallel conducting plates in a vacuum. The difference in electric potential between the two plates is 450 V. The proton is released from rest close to the positive plate. What is the kinetic energy of the proton when it reaches the negative plate?

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



16

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?

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

The electron will move to the left (negative x-direction) because it is negatively charged.
سيتحرك الإلكترون تجاه اليسار (اتجاه x السالب) لأنه ذو شحنة سالبة

The electron will move to the right (positive x-direction) because it is negatively charged.
سيتحرك الإلكترون تجاه اليمين (اتجاه x الموجب) لأنه ذو شحنة سالبة

The electron will move to the left (negative x-direction) because the electric potential is negative.
سيتحرك الإلكترون تجاه اليسار (اتجاه x السالب) لأن الجهد الكهربائي سالب

The electron will move to the right (positive x-direction) because the electric potential is negative.
سيتحرك الإلكترون تجاه اليمين (اتجاه x الموجب) لأن الجهد الكهربائي سالب

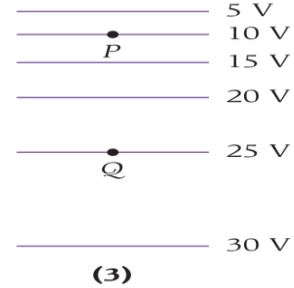
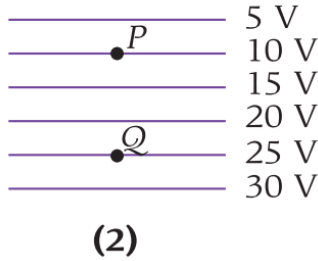
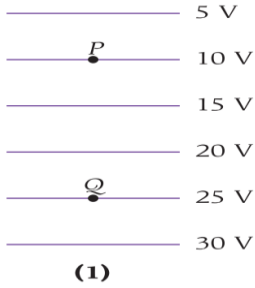
Not enough information is given to predict the motion of the electron.
لا توجد معلومات كافية لتوقع حركة الإلكترون

17

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?

في الشكل الموضح، تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد. تحرك جسم مشحون من النقطة P إلى النقطة Q .
قارن بين مقدار الشغل المبذول على الجسم في الحالات الثلاث



All three cases involve the same work.

تتضمن جميع الحالات الثلاث مقدار الشغل نفسه

The most work is done in case 1

الشغل الأكبر مبذول في الحالة 1

The most work is done in case 2

الشغل الأكبر مبذول في الحالة 2

The most work is done in case 3

الشغل الأكبر مبذول في الحالة 3

Cases 1 and 3 involve the same amount of work which is more than is involved in case 2.

الحالتان 1 و 3 بهما مقدار الشغل نفسه وهو أكبر من الشغل في الحالة 2

18

A metal ball with a mass of $3.00 \times 10^{-6} \text{ kg}$ and a charge of $+5.00 \text{ mC}$ has a kinetic energy of $6.00 \times 10^8 \text{ J}$. It is traveling directly at an infinite conducting plane of charge with a charge distribution of $+4.00 \text{ C/m}^2$. If it is currently 1.00 m away from the plane of charge, how close will it come to the plane before stopping?

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

19

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.

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

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

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

b- ما سرعة الإلكترون عند وصوله إلى اللوح الموجب؟

20

A proton is accelerated from rest close to the positive plate to deliver to the negative plate in (0.02s). If the electric potential difference between these two parallel plates is (100V)? What is the acceleration of the proton?

يتم تسريع بروتون من السكون بالقرب من اللوح الموجب فيصل إلى اللوح السالب في زمن قدره (0.02s). إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين (100V). ما عجلة الإلكترون؟

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?

أطلق 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
1- هل سيصل البروتون إلى اللوح B؟

b) If not, where will it turn around?

2- إن لم يصل، هل سيستدير؟

c) With what speed will it hit plate A?

بأي سرعة سيصطدم باللوح A؟

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.

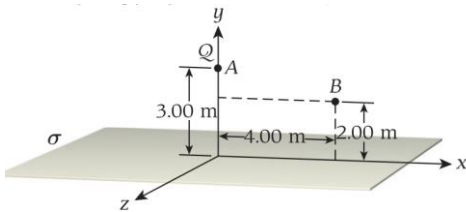
لوحان متوازيان جهدهما $+200.0\text{ V}$ و -100.0 V ويفصل بين اللوحين 1.00 cm
1- أوجد المجال الكهربائي بين اللوحين.

2- إلكترون موقعه الابتدائي في منتصف المسافة بين اللوحين. أوجد طاقته الحركية عندما يصطدم باللوح الموجب

An insulating sheet in the xz -plane is uniformly charged with a charge distribution $\sigma = 3.50 \times 10^{-6}\text{ C/m}^2$.

What is the change in potential when a charge of $Q = 1.25\text{ }\mu\text{C}$ is moved from position A to position B in the figure?

صفحة 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 $Q = 1.25\text{ }\mu\text{C}$ من الموقع A إلى الموقع B في الشكل؟



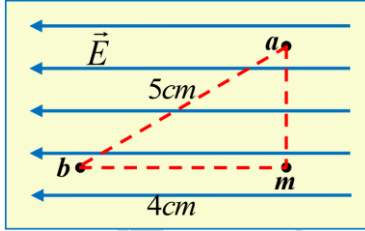
A positive charge of $(2.0 \times 10^{-9} \text{C})$ is transferred from point b to a in a uniform electric field 100 V/m

What is the change in the electric potential energy of the charge?

What is the potential difference between points A and B?

تنقل شحنة موجبة مقدارها $(2.0 \times 10^{-9} \text{C})$ من النقطة b الى a في مجال منتظم شدته 100 V/m
ما مقدار التغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة؟

ما مقدار فرق الجهد بين النقطتين a و b ؟



3.1 Electric Potential Energy طاقة الوضع الكهربائية

Electric Potential and Electric potential energy in uniform electric field

1			
Which of the following statements is correct?		أي من العبارات التالية صحيحة؟	
The change in electric potential energy due to some spatial rearrangement of a system is equal to the negative of the work done by the conservative force during this spatial rearrangement.		✓	
التغير في طاقة الوضع الكهربائية بسبب إعادة ترتيب مكاني لنظام يساوي سالب الشغل الذي تبذله القوة المحافظة أثناء إعادة هذا الترتيب المكاني.		$\Delta U = -W_e$	
The change in electric potential energy due to some spatial rearrangement of a system is equal to the positive of the work done by the conservative force during this spatial rearrangement.			
التغير في طاقة الوضع الكهربائية بسبب إعادة ترتيب مكاني لنظام يساوي موجب الشغل الذي تبذله القوة المحافظة أثناء إعادة هذا الترتيب المكاني.			
The change in electric potential energy due to some spatial rearrangement of a system is equal to the positive of the work done by the unconservative force during this spatial rearrangement.			
التغير في طاقة الوضع الكهربائية بسبب إعادة ترتيب مكاني لنظام يساوي موجب الشغل الذي تبذله القوة غير المحافظة أثناء إعادة هذا الترتيب المكاني.			
The change in electric potential energy due to some spatial rearrangement of a system is equal to the negative of the work done by the unconservative force during this spatial rearrangement.			
التغير في طاقة الوضع الكهربائية بسبب إعادة ترتيب مكاني لنظام يساوي سالب الشغل الذي تبذله القوة غير المحافظة أثناء إعادة هذا الترتيب المكاني.			
2			
Which of the following is the equivalent unit for the unit of electric field N/C ?		أي الوحدات التالية مكافئة لوحدة قياس المجال الكهربائي N/C ؟	
Jm	J/m	V/m	Vm
3			
Which of the following quantities are scalar?		أي الكميات التالية تمثل كميات قياسية؟	
I. Electric force		I. القوة الكهربائية	
II. Electric field		II. المجال الكهربائي	
III. Electric potential		III. طاقة الوضع الكهربائية	
IV. Electric potential Energy		IV. الجهد الكهربائي	
I, II	I, IV	II, III	III, IV
4			
Which of the following gives the correct conversion of eV to joules?		أي التعبيرات التالية يمثل الصورة الصحيحة للتحويل من الإلكترون فولت إلى الجول؟	
$1eV = 1.6 \times 10^{-19} J$	$1eV = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} J$	$1eV = 8.99 \times 10^9 J$	$1eV = \frac{1}{8.99 \times 10^9} J$
5			
Electric field lines always point		تشير خطوط المجال الكهربائي دائماً	
from higher potential to lower potential		from lower potential to higher potential	
من الجهد المرتفع إلى الجهد المنخفض		من الجهد المنخفض إلى الجهد المرتفع	

in the same direction as the equipotential lines نفس اتجاه أسطح تساوي الجهد	in the opposite direction as the equipotential lines عكس اتجاه أسطح تساوي الجهد
6	
A positive charge is released and moves along an electric field line. This charge moves to a position of lower potential and lower potential energy أقل في الجهد وأقل في طاقة الوضع	ثُركت شحنة موجبة تتحرك بحيث بحرية في مجال كهربائي فإن الشحنة تتحرك إلى موضع lower potential and higher potential energy أقل في الجهد وأكبر في طاقة الوضع higher potential and lower potential energy أكبر في الجهد وأقل في طاقة الوضع
7	
A negative charge is released and moves along an electric field line. This charge moves to a position of lower potential and lower potential energy أقل في الجهد وأقل في طاقة الوضع	ثُركت شحنة سالبة تتحرك بحيث بحرية في مجال كهربائي فإن الشحنة تتحرك إلى موضع lower potential and higher potential energy أقل في الجهد وأكبر في طاقة الوضع higher potential and lower potential energy أكبر في الجهد وأقل في طاقة الوضع
8	
An electron and a proton are placed in a uniform electric field, as follows: Determine the direction of movement of each of them if they are released in the electric field. ⊕ to the right ⊖ to the left What happens to the potential energy of each of them if they move with the field?	وضع إلكترون وبروتون في مجال كهربائي منتظم كما بالشكل: حدد اتجاه حركة كلاً منهما إذا تحركا تحت تأثير المجال الكهربائي. ماذا يطرأ على طاقة وضع كلاً منهما إذا تحركا مع المجال؟ u decrease u increase

9

A uniform electric field of (250N/C) towards the **negative (x) axis**.

Calculate the change in potential energy of the electron when it moves from the point $(5\text{cm}, -2\text{cm})$ to the point $(-2\text{cm}, 4\text{cm})$

$$\Delta U = ?$$

$$q = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$d = 7\text{cm}$$

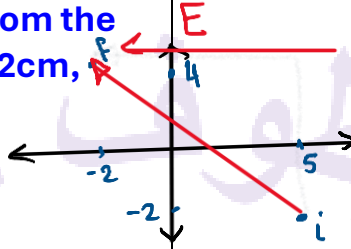
Calculate the work done by the electric field on the electron when it moves from the point $(5\text{cm}, -2\text{cm})$ to the point $(-2\text{cm}, 4\text{cm})$.

$$W_e = -\Delta U$$

$$W_e = -2.8 \times 10^{-18} \text{ J}$$

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

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



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

$$\Delta U = -(-1.6 \times 10^{-19})(250)(0.07) \cos(180^\circ)$$

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

احسب الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي على الإلكترون عندما ينتقل من النقطة $(5\text{cm}, -2\text{cm})$ إلى النقطة $(-2\text{cm}, 4\text{cm})$.

10

A proton moves in a regular field of (250 N/C) as shown in the adjacent figure.

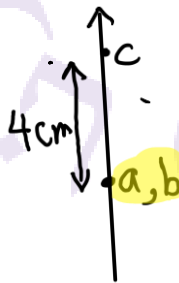
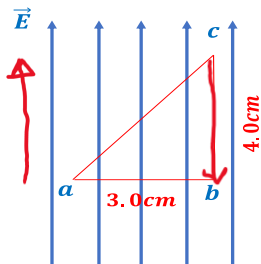
Calculate the change in potential energy of the proton in the following cases: $\Delta U = ?$

- 1- When it moves from position **a** to position **b**
- 2- When it moves from position **c** to position **b**
- 3- When it moves from position **a** to position **c**

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

احسب التغير في طاقة وضع البروتون في الحالات التالية :

- 1- عندما ينتقل من الموضع **a** إلى الموضع **b**
- 2- عندما ينتقل من الموضع **c** إلى الموضع **b**
- 3- عندما ينتقل من الموضع **a** إلى الموضع **c**



$$\textcircled{1} \Delta U = 0$$

$$\theta = 90^\circ \quad \cos 90^\circ = 0$$

$$\textcircled{2} \Delta U = -qEd \cos \theta$$

$$\Delta U = -(1.6 \times 10^{-19})(250)(0.04) \cos(180^\circ)$$

$$\Delta U = +1.6 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$\textcircled{3} \Delta U = -(1.6 \times 10^{-19})(250)(0.04) \cos(0^\circ)$$

$$= -1.6 \times 10^{-18} \text{ J}$$

11

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

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

accelerate toward point A يتسارع تجاه النقطة A
remain at rest يظل ساكنا

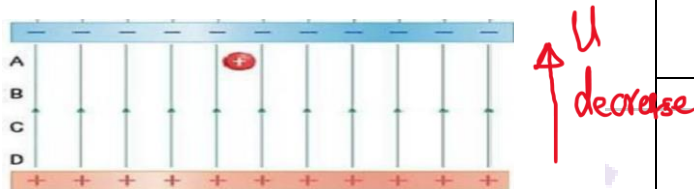
move toward point A with constant velocity يتحرك تجاه النقطة A بسرعة متجهة ثابتة

accelerate toward point B يتسارع تجاه النقطة B

12

A positive charge of $+5.0\text{ nC}$ is placed at four different positions A, B, C, and D. At what point does it have the greatest electrical potential energy?

وضعت شحنة موجبة مقدارها $+5.0\text{ nC}$ عند أربع مواضع مختلفة A, B, C, D عند أي نقطة يكون لها أكبر طاقة وضع كهربائية؟



A

B

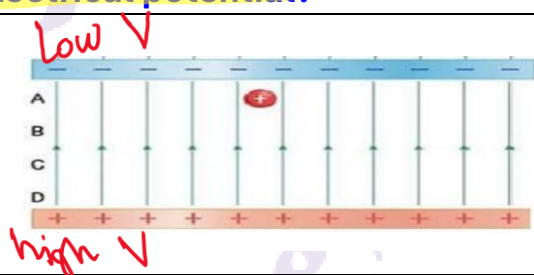
C

D

13

A positive charge of $+5.0\text{ nC}$ is placed at four different positions A, B, C, and D. At what point does it have the greatest electrical potential?

وضعت شحنة موجبة مقدارها $+5.0\text{ nC}$ عند أربع مواضع مختلفة A, B, C, D عند أي نقطة يكون لها أكبر جهد كهربائي؟



A

B

C

D

14

A positive point charge is to be moved from point A to point B in the vicinity of an electric dipole. Which of the three paths shown in the figure will result in the most work being done by the dipole's electric field on the point charge?

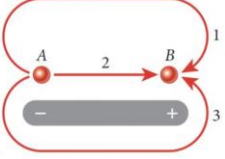
شحنة نقطية موجبة يراد تحريكها من النقطة A إلى النقطة B بالقرب من ثنائي قطب كهربائي. أي من المسارات الثلاثة المبينة في الشكل سيؤدي إلى بذل المجال الكهربائي لثنائي القطب أكبر شغل على الشحنة النقطية؟

Work is independent to the path

لا تنسوننا من صالح دعائكم

done by conservative force

قناة قطوف فيزيائية

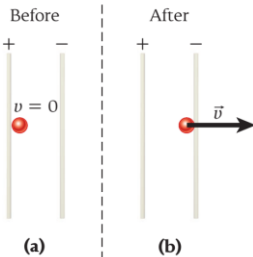
 $W_e = -q_{moving} \Delta V$ $= -q_{moving}(V_2 - V_1) \quad C$	A	B
		The work is the same on all three paths

15

A proton is placed between two parallel conducting plates in a vacuum. The difference in electric potential between the two plates is 450 V. The proton is released from rest close to the positive plate. What is the kinetic energy of the proton when it reaches the negative plate?

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

$$W_e = -\Delta U = -q_{moving} \Delta V = \Delta K$$



$$q = 1.6 \times 10^{-19} C$$

$$\Delta V = 450 V$$

$$v_i = 0$$

$$K_f = ?$$

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

$$-(1.6 \times 10^{-19})(-450) = K_f - 0$$

$$K_f = 7.2 \times 10^{-17} J = 450 eV$$

16

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?

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

The electron will move to the left (negative x-direction) because it is negatively charged.

سيتحرك الإلكترون تجاه اليسار (اتجاه x السالب) لأنه ذو شحنة سالبة

The electron will move to the right (positive x-direction) because it is negatively charged

سيتحرك الإلكترون تجاه اليمين (اتجاه x الموجب) لأنه ذو شحنة سالبة

The electron will move to the left (negative x-direction) because the electric potential is negative

سيتحرك الإلكترون تجاه اليسار (اتجاه x السالب) لأن الجهد الكهربائي سالب

The electron will move to the right (positive x-direction) because the electric potential is negative

سيتحرك الإلكترون تجاه اليمين (اتجاه x الموجب) لأن الجهد الكهربائي سالب

Not enough information is given to predict the motion of the electron.

لا توجد معلومات كافية لتوقع حركة الإلكترون

17

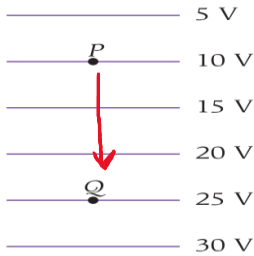
In the figure, the lines represent equipotential lines. A charged object is moved from point P to point Q .

How does the amount of **work** done on the object compare for these three cases?

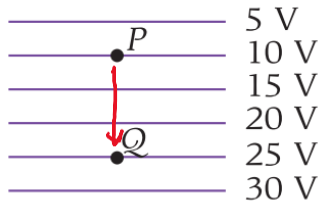
في الشكل الموضح، تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد. تحرك جسم مشحون من النقطة P إلى النقطة Q

قارن بين مقدار الشغل المبذول على الجسم في الحالات الثلاث

$$W = -q \Delta V$$

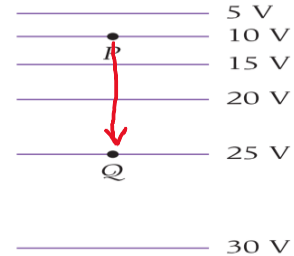


$$\Delta V = 25 - 10 = 15V$$



(2)

$$\Delta V = 15V$$



$$\Delta V = 15V$$

All three cases involve the same work.

تتضمن جميع الحالات الثلاث مقدار الشغل نفسه

The most work is done in case 1

الشغل الأكبر مبذول في الحالة 1

The most work is done in case 2

الشغل الأكبر مبذول في الحالة 2

The most work is done in case 3

الشغل الأكبر مبذول في الحالة 3

Cases 1 and 3 involve the same amount of work which is more than is involved in case 2.

الحالتان 1 و 3 بهما مقدار الشغل نفسه وهو أكبر من الشغل في الحالة 2

18

A metal ball with a mass of $3.00 \times 10^{-6} \text{ kg}$ and a charge of $+5.00 \text{ mC}$ has a kinetic energy of $6.00 \times 10^8 \text{ J}$. It is traveling directly at an infinite conducting plane of charge with a charge distribution of $+4.00 \text{ C/m}^2$. If it is currently 1.00 m away from the plane of charge, how close will it come to the plane before stopping?

كرة معدنية كتلتها $3.00 \times 10^{-6} \text{ kg}$ وشحنتها $+5.00 \text{ mC}$ وطاقتها الحركية $6.00 \times 10^8 \text{ J}$. لو تتحرك مباشرة في مستوى موصل لانهايني من الشحنات وتوزيع الشحنة $+4.00 \text{ C/m}^2$. فإذا كانت حالياً على بعد 1.00 m عن مستوى الشحنة، فبالى أي حد ستقترب من المستوى قبل أن تتوقف؟

$$W_e = -q \Delta V = -\Delta U = \Delta K$$

$$m = 3 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

$$q = 5 \times 10^{-3} \text{ C}$$

$$K_i = 6 \times 10^8 \text{ J}$$

$$\sigma = 4 \text{ C/m}^2$$

$$d = ? \quad K_f = 0$$

$$\frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

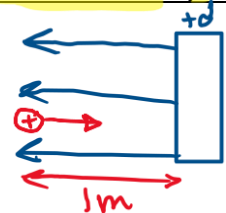
$$-\Delta U = \Delta K$$

$$qEd \cos \theta = K_f - K_i$$

$$(5 \times 10^{-3}) \left(\frac{4}{8.85 \times 10^{-12}} \right) d \cos(180^\circ) = 0 - 6 \times 10^8$$

$$d = 0.2655 \text{ m}$$

$$1 - 0.2655 = 0.73 \text{ m}$$



19

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.

a) What kinetic energy does the electron have just as it reaches the positive plate?

b) What is the speed of the electron just as it reaches the positive plate?

بطارية 10.0V متصلة بلوحين فلزيين متوازيين موضوعين في الفراغ. يتسارع إلكترون من وضع السكون من اللوح السالب تجاه اللوح الموجب.
a- ما مقدار الطاقة الحركية للإلكترون عند وصوله إلى اللوح الموجب؟

b- ما سرعة الإلكترون عند وصوله إلى اللوح الموجب؟

$$K_f - K_i$$

$$\Delta V = 10V$$

$$q = -1.6 \times 10^{-19} C$$

$$m = 9.11 \times 10^{-31} kg$$

$$v_i = 0$$

$$K_f = ?$$

$$a) -q \Delta V = \Delta K$$

$$-(-1.6 \times 10^{-19})(10) = K_f - 0$$

$$K_f = 1.6 \times 10^{-18} J$$

$$b) K_f = \frac{1}{2} m v^2$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-18}}{9.11 \times 10^{-31}}} = 1.87 \times 10^6 m/s$$

20

A proton is accelerated from rest close to the positive plate to deliver to the negative plate in (0.02s). If the electric potential difference between these two parallel plates is (100V)? What is the acceleration of the proton?

يتم تسريع بروتون من السكون بالقرب من اللوح الموجب فيصل إلى اللوح السالب في زمن قدره (0.02s). إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين (100V). ما عجلة الإلكترون؟

$$q = 1.6 \times 10^{-19} C$$

$$m = 1.67 \times 10^{-27} kg$$

$$v_i = 0$$

$$t = 0.02s$$

$$\Delta V = 100V$$

$$a = ?$$

$$-q_{moving} \Delta V = \Delta K$$

$$-(1.6 \times 10^{-19})(-100) = \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} (v_f^2 - 0)$$

$$v_f = 1.38 \times 10^5 m/s$$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{1.38 \times 10^5 - 0}{0.02}$$

$$a = 6.92 \times 10^6 m/s^2$$

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.

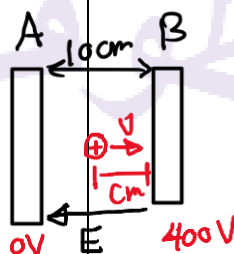
a) Will the proton reach plate B?

$$v_i = 150 \times 10^3 \text{ m/s}$$

$$v_f = 0$$

$$d = ?$$

$$E = 4000 \text{ V/m}$$



1- هل سيصل البروتون إلى اللوح B؟

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

$$E = \frac{400}{0.10} = 4000 \text{ V/m}$$

$$-\Delta U = \Delta K$$

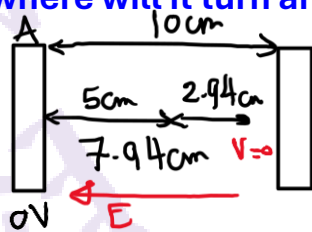
$$q E d \cos \theta = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$(1.6 \times 10^{-19})(4000) d \cos(180) = \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} (0 - (150 \times 10^3)^2)$$

$$d = 2.94 \times 10^{-2} \text{ m} = 2.94 \text{ cm} < 5 \text{ cm}$$

No, It will not reach

b) If not, where will it turn around?



c) With what speed will it hit plate A?

بأي سرعة سيصطدم باللوح A؟

$$-\Delta U = \Delta K$$

$$q E d \cos \theta = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$1.6 \times 10^{-19} \times 4000 \times 7.94 \times 10^{-2} \cos(0) = \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} (v_f^2 - 0)$$

$$1.6 \times 10^{-19} \times 4000 \times 5.0 \times 10^{-2} \cos(0) = \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} (v_f^2 - (150 \times 10^3)^2)$$

$$v_f = 2.5 \times 10^5 \text{ m/s}$$

22

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.

$$E = \left| \frac{\Delta V}{d} \right| = \frac{200 - (-100)}{0.01} = 3 \times 10^4 \text{ V/m}$$

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

$$-q\Delta V = K_f - K_i$$

$$-(-1.6 \times 10^{-19})(150) = K_f - 0$$

$$qEd \cos \theta = K_f - K_i$$

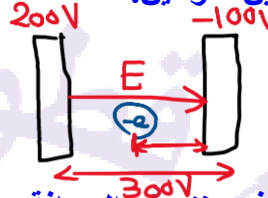
$$(-1.6 \times 10^{-19})(3 \times 10^4)(0.5 \times 10^{-2}) \cos(180) = K_f - 0$$

$$K_f = 2.4 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$K_f = 150 \text{ eV}$$

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

1- أوجد المجال الكهربائي بين اللوحين.



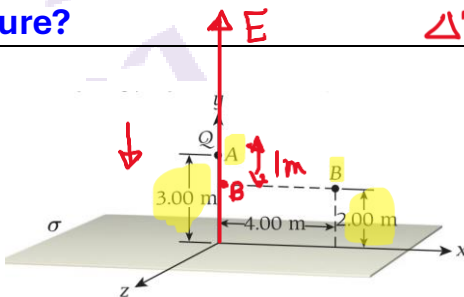
2- إلكترون موقعه الابتدائي في منتصف المسافة بين اللوحين. أوجد طاقته الحركية عندما يصطدم باللوح الموجب

23

An insulating sheet in the xz -plane is uniformly charged with a charge distribution $\sigma = 3.50 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$.

What is the change in potential when a charge of $Q = 1.25 \mu\text{C}$ is moved from position A to position B in the figure?

صفحة 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؟



$$\Delta V = -E d \cos \theta$$

$$\Delta V = - \frac{3.50 \times 10^{-6}}{2 \times 8.85 \times 10^{-12}} \times 1 \times \cos(180)$$

$$\Delta V = 1.98 \times 10^5 \text{ V}$$

$$\Delta V = - \int_i^f E dy$$

$$\Delta V = - \int_3^2 \frac{3.50 \times 10^{-6}}{2 \times 8.85 \times 10^{-12}} dy = 1.98 \times 10^5 \text{ V}$$

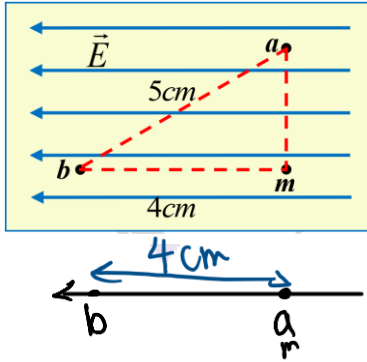
A positive charge of $(2.0 \times 10^{-9} \text{C})$ is transferred from point **b** to **a** in a uniform electric field 100 V/m

What is the change in the electric potential energy of the charge?

What is the potential difference between points A and B?

تنقل شحنة موجبة مقدارها $(2.0 \times 10^{-9} \text{C})$ من النقطة **b** الى **a** في مجال منتظم شدته 100 V/m
ما مقدار التغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة؟

ما مقدار فرق الجهد بين النقطتين **a** و **b** ؟



$$q = 2 \times 10^{-9} \text{C}$$

$$E = 100 \text{ V/m}$$

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

$$\Delta U = -(2 \times 10^{-9})(100)(0.04) \cos(180)$$

$$\Delta U = 8 \times 10^{-9} \text{ J}$$

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

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

From **a** to **b** $V_b - V_a = -100 \times 0.04 \times \cos(0) = -4 \text{ V}$

From **b** to **a** $V_a - V_b = -100 \times 0.04 \times \cos(180) = 4 \text{ V}$

If $V_A = 10 \text{ V}$

Find $V_b = ?$

$$V_a > V_b$$

$$10 - V_b = 4$$

$$V_b = 6 \text{ V}$$

3.2 Definition of Electric Potential تعريف الجهد الكهربائي 3.2

$$q_1 = +5.0 \mu\text{C}$$

$$q_2 = -5.0 \mu\text{C}$$



40cm

احسب المجال الكهربائي والجهد الكهربائي عند منتصف المسافة بين الشحنتين

Find the electric field and the electric potential at the midpoint

$$q_1 = +5.0 \mu\text{C}$$

$$q_2 = +5.0 \mu\text{C}$$



40cm

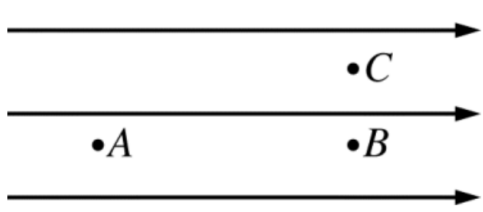
احسب المجال الكهربائي والجهد الكهربائي عند منتصف المسافة بين الشحنتين

Find the electric field and the electric potential at the midpoint

1			
The unit of potential difference is the volt and is equivalent to..		وحدة قياس فرق الجهد الفولت وتكافئ	
J/C	N.m.C	V/m	N/C

2	
An electron with an energy of 5MeV What is its energy in joules?	إلكترون طاقته 5MeV كم تساوي طاقته بوحدة الجول؟

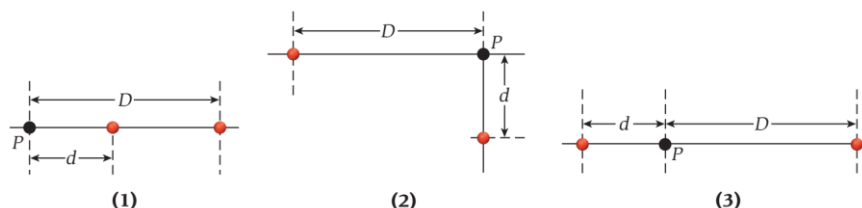
3	
Electric field lines always point from higher potential to lower potential من الجهد الأكبر إلى الجهد الأقل	يتجه المجال الكهربائي دائماً from lower potential to higher potential من الجهد الأقل إلى الجهد الأكبر
in the same direction as the equipotential lines نفس اتجاه أسطح تساوي الجهد	in the opposite direction as the equipotential lines عكس اتجاه أسطح تساوي الجهد

4		
The diagram below shows a uniform horizontal electric field and three points that lie in the field. Which point has the largest potential?		الرسم البياني أدناه يوضح مجال كهربائي منتظم أفقي وثلاث نقاط تقع في المجال . أي نقطة يكون عندها أكبر جهد ؟
	A	B
	C	C,B

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 .

يوجد بروتونان في الفضاء بالطرق الثلاث الموضحة في الشكل. رتب الحالات الثلاث من الأعلى إلى الأقل حسب الجهد الكهربائي الكلي V الناتج عند النقطة



1>2>3

2>3>1

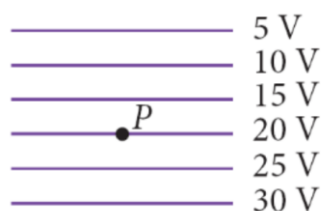
3>2>1

Same potential

6

In the figure, the lines represent equipotential lines. What is the direction of the electric field at point P ?

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

Up
أعلىDown
أسفلLeft
ليسارRight
الييمين

7

In the opposite corners of a square there are two identical ions. Each has a charge of $+e$. The length of one side of the square is L . What is the net electric potential caused by the two positive ions at both of the empty corners of the square?

يوجد في الزاويتين المتقابلتين للمربع أيونان متطابقان. شحنة كل منهما $+e$. طول أحد أضلاع المربع L . ما هو الجهد الكهربائي الكلي الناتج عن الأيونين الموجبين عند الزاويتين الفارغتين للمربع؟

$$\frac{ke}{2L}$$

$$\frac{ke}{L}$$

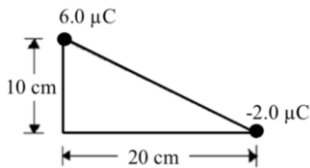
$$\frac{2ke}{L}$$

$$\frac{\sqrt{2}ke}{L}$$

8

Two-point charges are located at two corners of a triangle as shown. What is the electric potential at the right corner of the triangle?

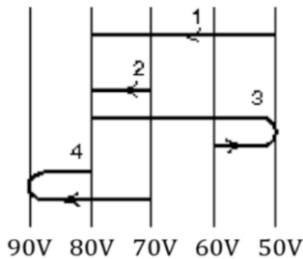
توجد شحنتان نقطيتان عند زاويتين للمثلث كما هو موضح. ما الجهد الكهربائي عند الزاوية اليمنى للمثلث؟



9

An electron goes from one equipotential surface to another along one of the four paths shown below. Rank the paths according to the work done by the electric field, from least to greatest.

ينتقل الإلكترون من مستوى متساوي الجهد سطح إلى آخر على طول أحد المسارات الأربعة الموضحة أدناه. رتب المسارات حسب الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي من الأصغر إلى الأكبر.



$$1 < 2 < 3 < 4$$

$$1 < 3 < 4 = 2$$

$$4 < 3 < 2 < 1$$

$$4 = 2 < 3 < 1$$

10

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

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

11

If a proton and an alpha particle (composed of two protons and two neutrons) are each accelerated from rest through the same potential difference, how do their resulting speeds compare?

إذا تسارع بروتون وجسيم ألفا (يتكون من بروتونين ونيوترونين) من حالة السكون خلال فرق الجهد نفسه، فما العلاقة بين سرعتيهما الناتجة؟

سرعة البروتون ضعف سرعة جسيم ألفا

The proton has twice the speed of the alpha particle.

سرعة البروتون هي نفسها سرعة جسيم ألفا

The proton has the same speed as the alpha particle.

سرعة البروتون نصف سرعة جسيم ألفا

The proton has half the speed of the alpha particle.

سرعة البروتون $\sqrt{2}$ أضعاف سرعة جسيم ألفا.

The speed of the proton is $\sqrt{2}$ times the speed of the alpha particle.

سرعة جسيم ألفا $\sqrt{2}$ أضعاف سرعة البروتون

The speed of the alpha particle is $\sqrt{2}$ times the speed of the proton

12

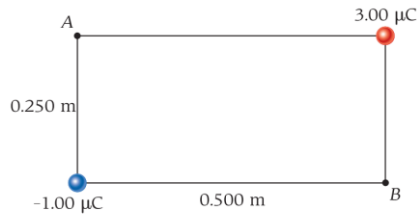
A proton, starting from a position of rest, accelerates across a potential difference of 500 V in 0.002 s
What is the acceleration of the proton?

يتسارع بروتون، يبدأ من موضع السكون، عبر فرق جهد يبلغ 500 V خلال 0.002 s
فما مقدار تسارع البروتون؟

13

There are two-point charges at the corners of a rectangle, as shown in the figure
What is the potential difference between points A and B?

توجد شحنتان نقطيتان في زاويتي مستطيل، كما هو مبين في الشكل
ما مقدار فرق الجهد بين النقطتين A و B؟



14

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?

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 لانهاية فما مقدار الجهد في المركز الهندسي لهذا المستطيل؟

15

A point charge of $+2.00 \mu\text{C}$ is located at $(2.50 \text{ m}, 3.20 \text{ m})$. A second point charge of $-3.10 \mu\text{C}$ is located at $(-2.10 \text{ m}, 1.00 \text{ m})$. What is the electric potential at the origin?

توجد شحنة نقطية مقدارها $+2.00 \mu\text{C}$ عند $(2.50 \text{ m}, 3.20 \text{ m})$ وتوجد شحنة نقطية أخرى مقدارها $-3.10 \mu\text{C}$ عند $(-2.10 \text{ m}, 1.00 \text{ m})$. ما قيمة الجهد الكهربائي عند نقطة الأصل؟

16

Two point charges fixed on the x axis
A charge of -3.00 mC at $x = +2.00 \text{ m}$ and a charge of $+5.00 \text{ mC}$ at $x = -4.00 \text{ m}$.
a) Find the electric potential at $x = +6.00 \text{ m}$
b) At what location(s) on the x -axis is the electric potential zero?

شحنتان نقطيتان ثابتتان على المحور x .
شحنة مقدارها -3.00 mC عند $x = +2.00 \text{ m}$ وشحنة مقدارها $+5.00 \text{ mC}$ عند $x = -4.00 \text{ m}$.
a) أوجد الجهد الكهربائي عند $x = +6.00 \text{ m}$
b) عند أي موقع(مواقع) على المحور x يكون الجهد الكهربائي صفراً؟

17

The electric potential of a point charge (3.0kV) is (1.2m) away from this charge. What is the charge amount?

يبلغ الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية (3.0KV) على بُعد (1.2m) من هذه الشحنة. ما مقدار الشحنة؟

0.48 μ C2.5 μ C0.05 μ C4.8 μ C

18

An electron is accelerated from rest close to the negative plate to deliver to the positive plate, if the electric potential difference between the two parallel plates is (120V). What is the maximum kinetic energy of the electron?

يتم تسريع إلكترون من السكون بالقرب من اللوح السالب فيصل إلى اللوح الموجب إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين المتوازيين (120V). ما هي الطاقة الحركية القصوى للإلكترون؟

1.6 $\times 10^{-19}$ J9.6 $\times 10^{-18}$ J3.8 $\times 10^{-17}$ J1.9 $\times 10^{-17}$ J

3.2 Definition of Electric Potential تعريف الجهد الكهربائي

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

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

$$1V = \frac{J}{C} = \frac{N \cdot m}{C}$$

Electric potential is independent to the test charge (moving charge)

Uniform E

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

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

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

Point charges

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

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

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

$-$ $+$
 Unlike charges Like charges

$-$ $+$
 negative charge positive charge

$$W_e = -\Delta U = -q_{\text{moving}} \Delta V = \Delta K$$

Uniform E

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

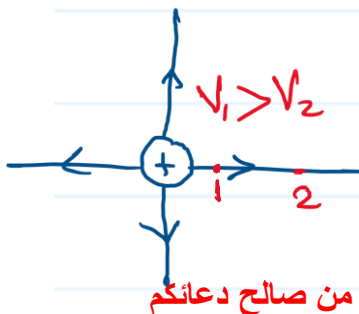
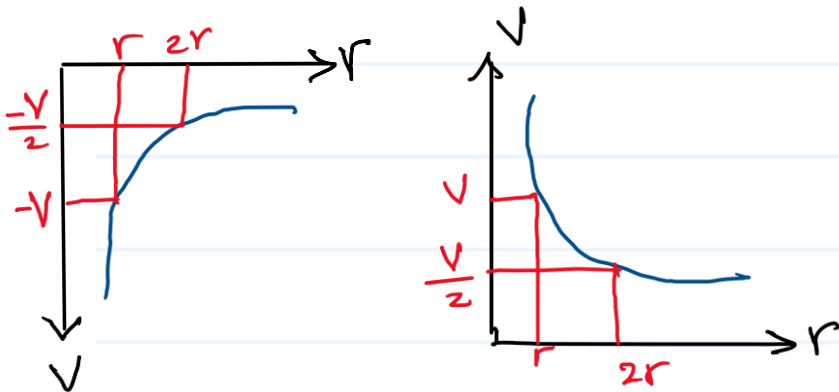
two point charges

$$-\Delta U = -Kq_1q_2\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right) \\ = Kq_1q_2\left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right)$$

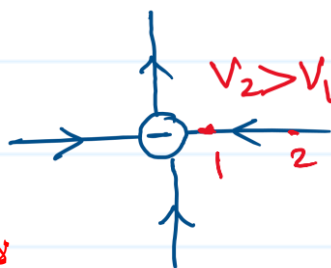
Electric Potential V
scalar

$$V_{\text{tot}} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = \frac{U}{q} = \frac{Kq}{r} \quad \text{for point charge}$$



لا تنسونا من صالح دعائكم

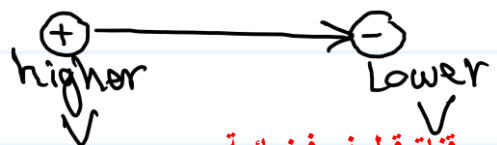
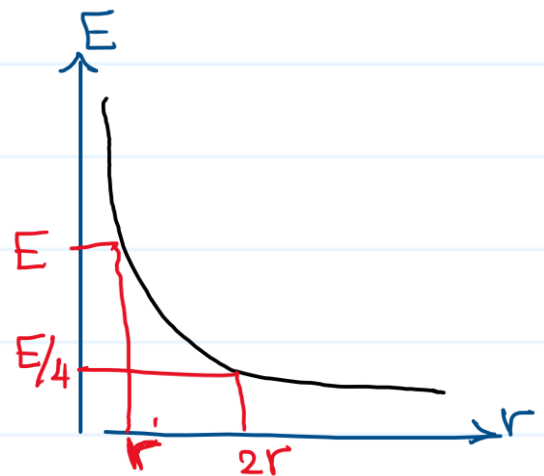


2

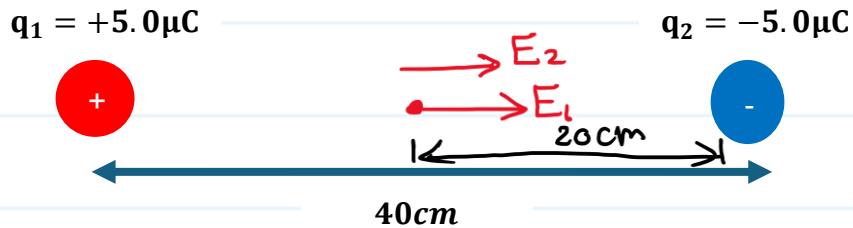
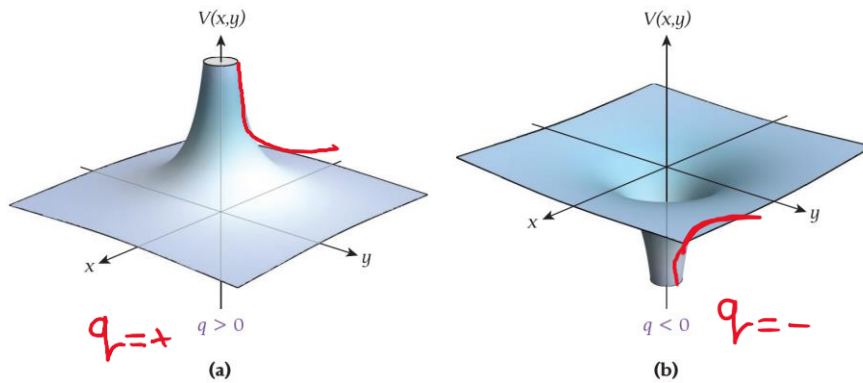
Electric Field E
vector

$$\vec{E}_{\text{net}} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{Kq}{r^2} \quad \text{for point } q$$



قناة قطوف فيزيائية



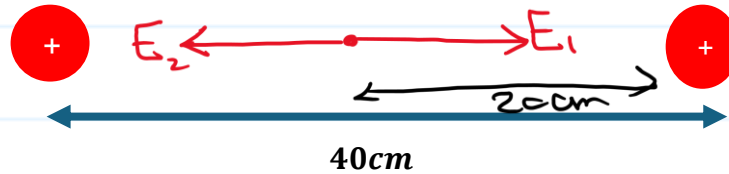
احسب المجال الكهربائي والجهد الكهربائي عند منتصف المسافة بين الشحنتين

Find the electric field and the electric potential at the midpoint

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{kq}{r^2} \\
 E_2 &= \frac{kq}{r^2} \\
 E_{\text{net}} &= E_1 + E_2 = 2 \times \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{0.20^2} \\
 &= 2.25 \times 10^6 \text{ N/C to the right}
 \end{aligned}
 \left\{
 \begin{aligned}
 V_{\text{tot}} &= V_1 + V_2 \\
 V_{\text{tot}} &= k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right) \\
 V_{\text{tot}} &= 0
 \end{aligned}
 \right.$$

$$q_1 = +5.0 \mu\text{C}$$

$$q_2 = +5.0 \mu\text{C}$$



احسب المجال الكهربائي والجهد الكهربائي عند منتصف المسافة بين الشحنتين

Find the electric field and the electric potential at the midpoint

$$E_{\text{net}} = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{\text{tot}} = k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right) \\ V_{\text{tot}} = 9 \times 10^9 \left(\frac{5 \times 10^{-6}}{0.20} + \frac{5 \times 10^{-6}}{0.20} \right) \\ V_{\text{tot}} = 4.50 \times 10^5 \text{ V} \end{array} \right.$$

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C} = 1 \text{ N}\cdot\text{m/C}$$

1			
The unit of potential difference is the volt and is equivalent to..		وحدة قياس فرق الجهد الفولت وتكافئ	
J/C	N.m.C	V/m	N/C
		Unit E	Unit E

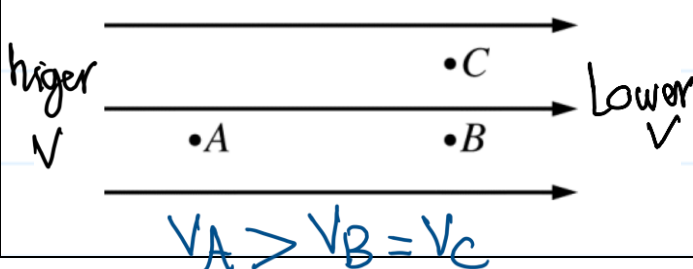
2	
An electron with an energy of 5 MeV What is its energy in joules?	إلكترون طاقته 5 MeV كم تساوي طاقته بوحدة الجول؟
mega electron Volt $5 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-13} \text{ J}$	

3	
Electric field lines always point from higher potential to lower potential	يتجه المجال الكهربائي دائماً من الجهد الأقل إلى الجهد الأكبر
من الجهد الأكبر إلى الجهد الأقل	من الجهد الأقل إلى الجهد الأكبر
in the same direction as the equipotential lines	in the opposite direction as the equipotential lines
نفس اتجاه أسطح تساوي الجهد	عكس اتجاه أسطح تساوي الجهد

4

The diagram below shows a uniform horizontal electric field and three points that lie in the field. Which point has the **largest potential?**

الرسم البياني أدناه يوضح مجال كهربائي منتظم أفقي وثلاث نقاط تقع في المجال . أي نقطة يكون عندها أكبر جهد ؟



A

B

C

C, B

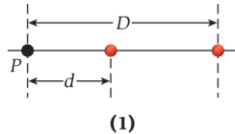
$$E_A = E_B = E_C \rightarrow \text{uniform } E$$

5

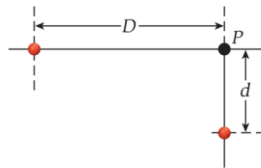
Two protons are located in space in the three ways shown in the figure. Rank the three cases from highest to lowest net electric potential V produced at point P .

يوجد بروتونان في الفضاء بالطرق الثلاث الموضحة في الشكل. رتب الحالات الثلاث من الأعلى إلى الأقل حسب الجهد الكهربائي الكلي V الناتج عند النقطة

$$\textcircled{1} V = k\left(\frac{e}{d} + \frac{e}{D}\right)$$

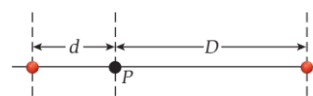


(1)



(2)

$$\textcircled{2} V = k\left(\frac{e}{D} + \frac{e}{d}\right)$$



(3)

$$\textcircled{3} V = k\left(\frac{e}{d} + \frac{e}{D}\right)$$

1>2>3

2>3>1

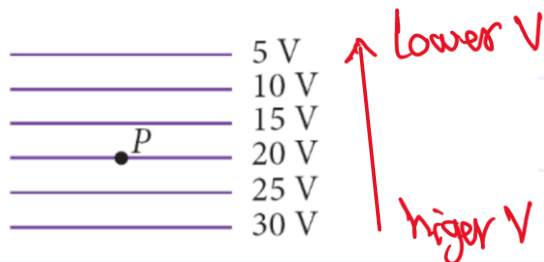
3>2>1

Same potential

6

In the figure, the lines represent **equipotential lines**. What is the direction of the electric field at point P ?

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

Up
أعلىDown
أسفلLeft
لليسارRight
لليمين

7

In the opposite corners of a square there are two identical ions. Each has a charge of $+e$. The length of one side of the square is L . What is the net electric potential caused by the two positive ions at both of the empty corners of the square?

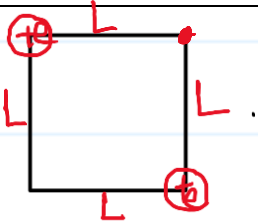
يوجد في الزاويتين المتقابلتين للمربع أيونان متطابقان. شحنة كل منهما $+e$. طول أحد أضلاع المربع L . ما هو الجهد الكهربائي الكلي الناتج عن الأيونين الموجبين عند الزاويتين الفارغتين للمربع؟

$$\frac{ke}{2L}$$

$$\frac{ke}{L}$$

$$\frac{2ke}{L}$$

$$\frac{\sqrt{2}ke}{L}$$

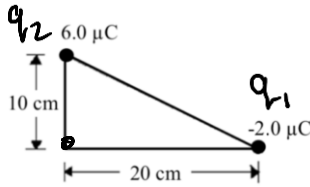


$$V = k \left(\frac{e}{L} + \frac{e}{L} \right) = \frac{2ke}{L}$$

8

Two-point charges are located at two corners of a triangle as shown. What is the electric potential at the right corner of the triangle?

توجد شحنتان نقطيتان عند زاويتين للمثلث كما هو موضح. ما الجهد الكهربائي عند الزاوية اليمنى للمثلث؟



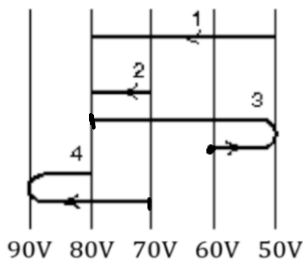
$$V_{tot} = k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right)$$

$$V_{tot} = 9 \times 10^9 \left(\frac{-2}{0.20} + \frac{6}{0.10} \right) \times 10^{-6} = 4.5 \times 10^5 \text{ V}$$

9

An electron goes from one equipotential surface to another along one of the four paths shown below. Rank the paths according to the work done by the electric field, from least to greatest.

ينتقل الإلكترون من مستوى متساوي الجهد سطح إلى آخر على طول أحد المسارات الأربعة الموضحة أدناه. رتب المسارات حسب الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي من الأصغر إلى الأكبر.



$$\textcircled{1} \Delta V_1 = 80 - 50 = 30 \text{ V}$$

$$\textcircled{2} \Delta V_2 = 80 - 70 = 10 \text{ V}$$

$$\textcircled{3} \Delta V_3 = 80 - 60 = 20 \text{ V}$$

$$\textcircled{4} \Delta V_4 = 80 - 70 = 10 \text{ V}$$

$$1 < 2 < 3 < 4$$

$$4 < 3 < 2 < 1$$

$$1 < 3 < 4 = 2$$

$$4 = 2 < 3 < 1$$

$$2 = 4 < 3 < 1$$

10

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

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

$$q_e = +2e$$

$$K_f = 200 \text{ keV} = 200 \times 10^3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Delta V = ?$$

$$-q\Delta V = K_f - K_i$$

$$-(2 \times 1.6 \times 10^{-19}) \Delta V = 200 \times 10^3 \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\Delta V = -1 \times 10^5 \text{ V}$$

with E

11

If a proton and an alpha particle (composed of two protons and two neutrons) are each accelerated from rest through the same potential difference, how do their resulting speeds compare?

إذا تسارع بروتون وجسيم ألفا (يتكون من بروتونين ونيوترونين) من حالة السكون خلال فرق الجهد نفسه، فما العلاقة بين سرعتيهما الناتجة؟

سرعة البروتون ضعف سرعة جسيم ألفا

The proton has twice the speed of the alpha particle. X

سرعة البروتون هي نفسها سرعة جسيم ألفا

The proton has the same speed as the alpha particle. X

سرعة البروتون نصف سرعة جسيم ألفا

The proton has half the speed of the alpha particle. X

سرعة البروتون $\sqrt{2}$ أضعاف سرعة جسيم ألفا

The speed of the proton is $\sqrt{2}$ times the speed of the alpha particle.

سرعة جسيم ألفا $\sqrt{2}$ أضعاف سرعة البروتون

The speed of the alpha particle is $\sqrt{2}$ times the speed of the proton

proton

$$q_p = +e$$

$$m_p = 1m$$

alpha

$$q_a = +2e$$

$$m_a = 4m$$

same ΔV

$$U_i = 0$$

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

proton

$$-e(-\Delta V) = \frac{1}{2}m_p v_p^2$$

alpha

$$-2e(-\Delta V) = \frac{1}{2}4m v_a^2$$

$$\frac{1}{2} = \frac{v_p^2}{4v_a^2}$$

لا تنسونا من صالح دعائكم

$$\sqrt{2}v_a = v_p$$

قناة قطوف فيزيائية

$$\sqrt{2}v_a = v_p$$

12

A proton, starting from a position of rest, accelerates across a potential difference of 500 V in 0.002 s
What is the acceleration of the proton?

يتسارع بروتون، يبدأ من موضع السكون، عبر فرق جهد يبلغ 500 V خلال 0.002 s
فما مقدار تسارع البروتون؟

$$v_i = 0$$

$$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$q_p = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\Delta V = 500 \text{ V}$$

$$t = 0.002 \text{ s}$$

$$a = ?$$

$$-q\Delta V = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$$

$$-1.6 \times 10^{-19} \times (500) = \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} (v_f^2 - 0)$$

$$v_f = 3.1 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

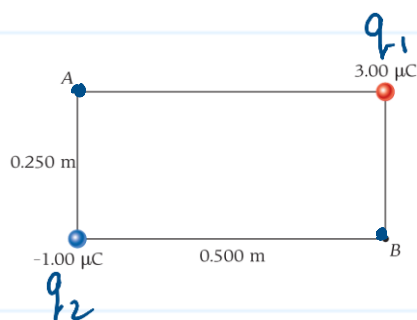
$$a = \frac{3.1 \times 10^5 - 0}{0.002} = 1.55 \times 10^8 \text{ m/s}^2$$

with E

13

There are two-point charges at the corners of a rectangle, as shown in the figure
What is the potential difference between points A and B?

توجد شحنتان نقطيتان في زاويتي مستطيل، كما هو مبين في الشكل
ما مقدار فرق الجهد بين النقطتين A و B؟



$$V_A = k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right)$$

$$= 9 \times 10^9 \left(\frac{3}{0.5} + \frac{-1}{0.25} \right) \times 10^{-6} = 1.8 \times 10^4 \text{ V}$$

$$V_B = k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right)$$

$$V_B = 9 \times 10^9 \left(\frac{3}{0.25} + \frac{-1}{0.5} \right) \times 10^{-6} = 9 \times 10^4 \text{ V}$$

$$\Delta V = V_B - V_A = 7.2 \times 10^4 \text{ V}$$

From A to B

$$V_B - V_A = +7.2 \times 10^4 \text{ V}$$

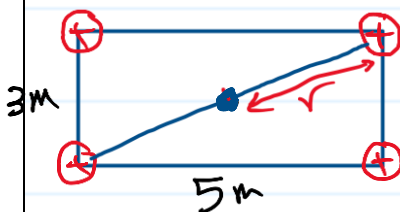
From B to A

$$V_A - V_B = -7.2 \times 10^4 \text{ V}$$

14

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?

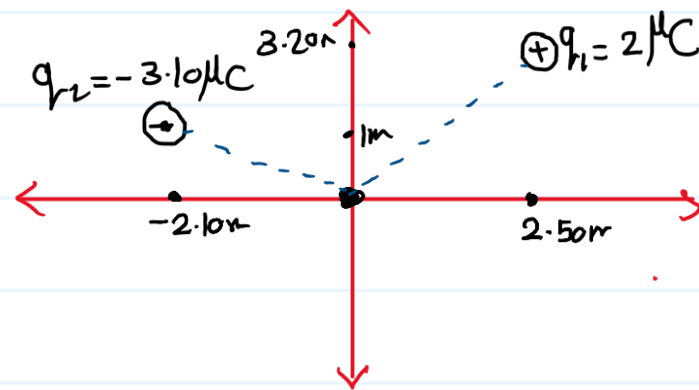
تم وضع أربع شحنات نقطية متطابقة (+1.61nC) في زوايا مستطيل، أبعاده 3.00 m و 5.00 m. إذا كان قياس الجهد الكهربائي صفراً عند ما لانهاية فما مقدار الجهد في المركز الهندسي لهذا المستطيل؟

$q = 1.61 \times 10^{-9} \text{ C}$

 $V = 4 \times \frac{kq}{r}$
 $V = 4 \times \frac{9 \times 10^9 \times 1.61 \times 10^{-9}}{2.92}$
 $r = \frac{\sqrt{3^2 + 5^2}}{2} = 2.92 \text{ m}$
 $V = 19.8 \text{ V}$

15

A point charge of +2.00 μC is located at (2.50 m, 3.20 m). A second point charge of -3.10 μC is located at (-2.10 m, 1.00 m). What is the electric potential at the origin?

توجد شحنة نقطية مقدارها +2.00 μC عند (2.50 m, 3.20 m) وتوجد شحنة نقطية أخرى مقدارها -3.10 μC عند (-2.10 m, 1.00 m). ما قيمة الجهد الكهربائي عند نقطة الأصل؟



$V = k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right)$
 $V = 9 \times 10^9 \left(\frac{2}{\sqrt{3.20^2 + 2.50^2}} + \frac{-3.10}{\sqrt{1^2 + 2.10^2}} \right) \times 10^{-6}$
 $V = -7.56 \times 10^3 \text{ V}$
 $V = -7.56 \text{ kV}$

16

Two point charges fixed on the .x axis

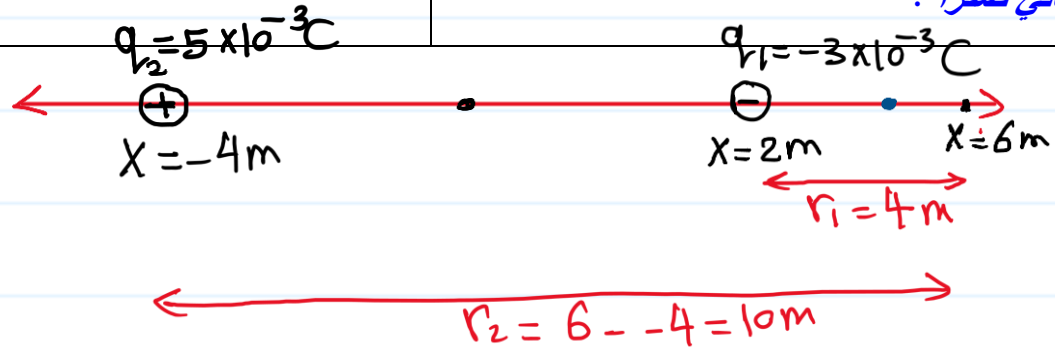
A charge of -3.00 mC at $x = +2.00 \text{ m}$ and a charge of $+5.00 \text{ mC}$ at $x = -4.00 \text{ m}$.a) Find the electric potential at $x = +6.00 \text{ m}$

b) At what location(s) on the x-axis is the electric potential zero?

شحنتان نقطيتان ثابتتان على المحور x

شحنة مقدارها -3.00 mC عند $x = +2.00 \text{ m}$ وشحنة مقدارها $+5.00 \text{ mC}$ عند $x = -4.00 \text{ m}$ a) أوجد الجهد الكهربائي عند $x = +6.00 \text{ m}$

b) عند أي موقع (مواقع) على المحور x يكون الجهد الكهربائي صفراً؟



$$\textcircled{a} \quad V = K \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right)$$

$$V = 9 \times 10^9 \left(\frac{-3}{4} + \frac{5}{10} \right) \times 10^{-3} = -2.25 \times 10^6 \text{ V}$$

b)

$$V = 0$$

only for
Unlike charges

between the charges

$$V_1 + V_2 = 0$$

$$\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} = 0$$

$$\frac{-3}{(2-x)} + \frac{5}{(x-(-4))} = 0$$

$$x = -0.25 \text{ m}$$

closer to
the small
charge

Outside of charges

$$V_1 + V_2 = 0$$

$$\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} = 0$$

$$\frac{-3}{(x-2)} + \frac{5}{(x-(-4))} = 0$$

$$x = 11 \text{ m}$$

17

The electric potential of a point charge (3.0kV) is (1.2m) away from this charge. What is the charge amount?

يبلغ الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية (3.0KV) على بُعد (1.2m) من هذه الشحنة. ما مقدار الشحنة؟

0.40 μ C2.5 μ C0.05 μ C4.8 μ C

$$V = 3 \times 10^3 \text{ V}$$

$$r = 1.2 \text{ m}$$

$$q = ?$$

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

$$3 \times 10^3 = \frac{9 \times 10^9 \times q}{1.2}$$

$$q = 4 \times 10^{-7} \text{ C} \times 10^6 = 0.40 \mu\text{C}$$

18

An electron is accelerated from rest close to the negative plate to deliver to the positive plate, if the electric potential difference between the two parallel plates is (120V). What is the maximum kinetic energy of the electron?

يتم تسريع إلكترون من السكون بالقرب من اللوح السالب فيصل إلى اللوح الموجب إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين المتوازيين (120V). ما هي الطاقة الحركية القصوى للإلكترون؟

1.6 $\times 10^{-19}$ J9.6 $\times 10^{-18}$ J3.8 $\times 10^{-17}$ J1.9 $\times 10^{-17}$ J

$$v_i = 0$$

$$\Delta V = 120 \text{ V}$$

$$K_f = ?$$

$$-q\Delta V = K_f - K_i$$

$$-(-1.6 \times 10^{-19})(120) = K_f - 0$$

$$K_f = 120 \text{ eV}$$

$$K_f = 1.92 \times 10^{-17} \text{ J}$$

+q

+

+q

+

-

لا تنسونا من صالح دعائكم

+q

+

-q

-

+

11



$$V = +$$


$$V = -$$

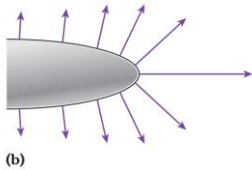
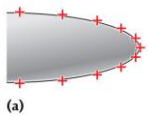

$$V = +$$

قناة قطوف فيزيائية

3.3 Equipotential Surfaces and Lines 3.3 أسطح وخطوط تساوي الجهد

Equipotential surfaces and lines

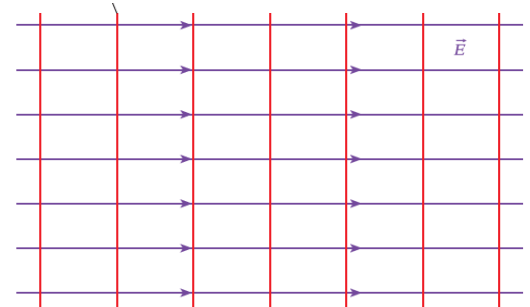
- The surface of any conductor is an example of an equipotential surface
- Equipotential surfaces are perpendicular to the direction of the field
- The work done to move a charge on equipotential surfaces = zero



Equipotential surfaces in a uniform field

- The field strength is equal at all points and is determined by the relationship:

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



- Electric potential
 - ✓ Decreases in the direction of the field
 - ✓ Increases against the direction of the field
 - ✓ Constant perpendicular to the field

• Equipotential surfaces are represented by lines perpendicular to the field and equidistant from each other

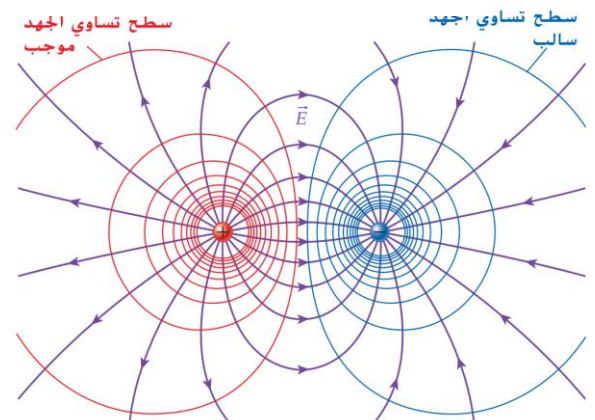
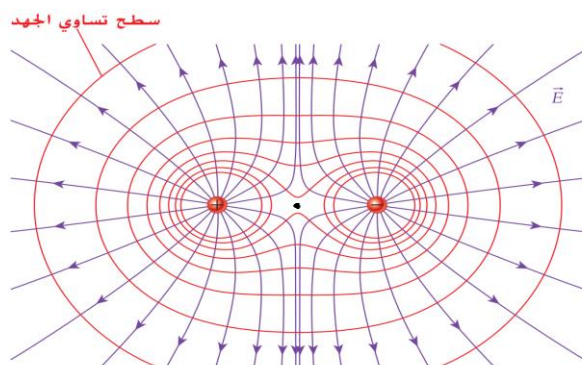
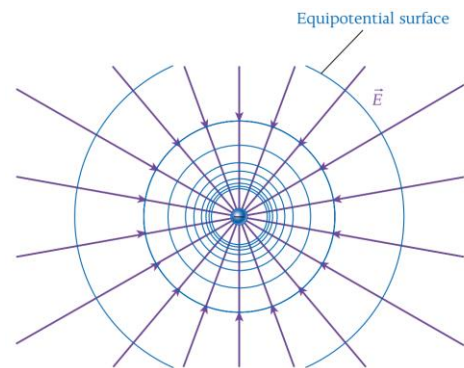
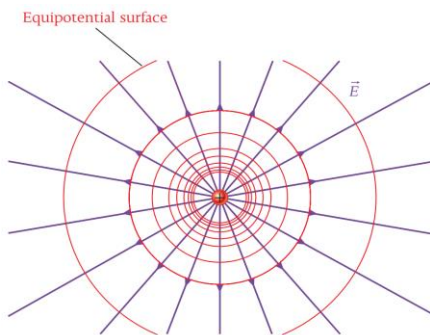
(have no direction)

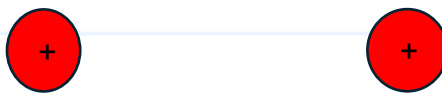
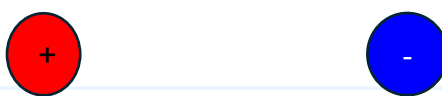
Equipotential surfaces of a point charge**•Electric field lines:**

- ✓ They start at the positive charge and end at infinity
- ✓ They start at infinity and end at the negative charge

•Equipotential surfaces:

- ✓ Circles centered on the point charge
- ✓ They converge near the charge and diverge as we move away from the charge
- ✓ They have no direction
- ✓ They are perpendicular to the field lines



1			
Draw the field lines and equipotential surfaces for two positive charges of equal magnitude		ارسم خطوط المجال وأسطح تساوي الجهد لشحنتين موجبتين ومتساويتان في المقدار	
			
2			
Draw the field lines and equipotential surfaces for two unlike charge types but equal in magnitude		ارسم خطوط المجال وأسطح تساوي الجهد لشحنتين مختلفتين في النوع ومتساويتان في المقدار	
			
3			
The amount of work done to move a positive point charge q on an equipotential surface of 1000 V relative to that done to move the charge on an equipotential surface of 10 V is		يكون مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة نقطية موجبة q على سطح تساوي الجهد الذي قيمته 1000 V بالنسبة إلى الشغل المبذول لتحريك هذه الشحنة على سطح تساوي الجهد الذي قيمته 10V	
يعتمد على المسافة Dependent to the distance	أقل less	أكبر more	متساويا The same

4

A negatively charged particle revolves in a clockwise direction around a positively charged sphere. The work done on the negatively charged particle by the electric field of the sphere is

جسيم سالب الشحنة يدور في اتجاه عقارب الساعة حول كرة موجبة الشحنة. يكون الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي للكرة على الجسيم سالب الشحنة

يعتمد على المسافة

Dependent to the distance

صفر

zero

سالب

negative

موجب

positive

5

Which one of the following statements is not true?

أي العبارات التالية غير صحيحة؟

خطوط تساوي الجهد موازية لخطوط المجال الكهربائي.

Equipotential lines are parallel to the electric field lines.

خطوط تساوي الجهد لشحنة نقطية تكون دائرية

Equipotential lines for a point charge are circular.

توجد أسطح تساوي الجهد لأي توزيع للشحنات.

Equipotential surfaces exist for any charge distribution.

عندما تتحرك شحنة على أحد أسطح تساوي الجهد، تكون قيمة الشغل المبذول على الشحنة صفرا

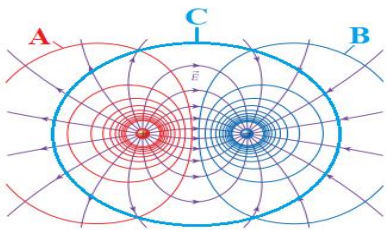
When a charge moves on an equipotential surface, the work done

on the charge is zero

6

Which of the following is not an equipotential surface?

أي مما يأتي ليس سطح تساوي جهد؟



A

B

C

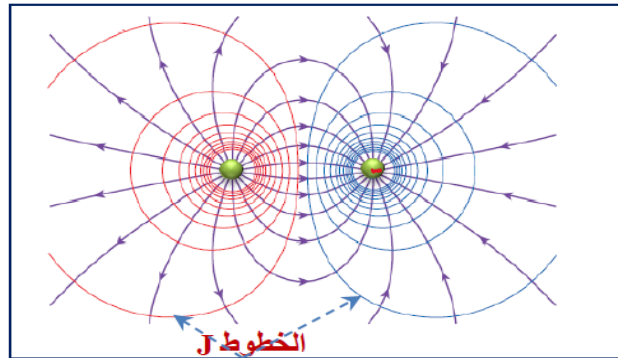
A, B

7

The figure below shows the electric field lines and equipotential surfaces of two point charges

Based on the figure, which of the following is true regarding the lines marked with the symbol J and the two charges?

يُظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي وأسطح تساوي الجهد الكهربائي لشحنتين نقطيتين اعتماداً على الشكل أي الآتية صحيح بالنسبة للخطوط المشار لها بالرمز J والشحنتين ؟



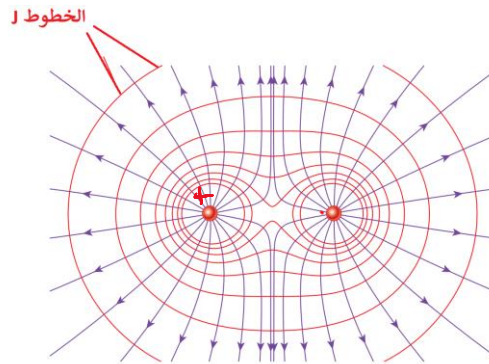
الشحنتين Point Charges	الخطوط J Lines J
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	خطوط المجال الكهربائي Electric field lines
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces
متساويتين وموجبتين Identical and positive	خطوط المجال الكهربائي Electric field lines
متساويتين و سالبتين Identical and negative	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces

8

The figure below shows the electric field lines and equipotential surfaces of two point charges

Based on the figure, which of the following is true regarding the lines marked with the symbol J and the two charges?

يُظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي وأسطح تساوي الجهد الكهربائي لشحنتين نقطيتين اعتماداً على الشكل أي الآتية صحيح بالنسبة للخطوط المشار لها بالرمز J والشحنتين ؟

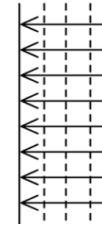
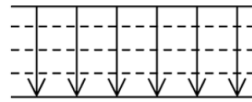
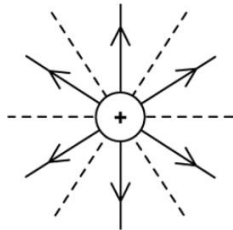
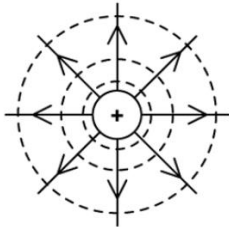


الشحنتين Point Charges	الخطوط J Lines J
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	خطوط المجال الكهربائي Electric field lines
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces
متساويتين وموجبتين Identical and positive	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces
متساويتين و سالبتين Identical and negative	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces

9

Which of the diagrams is not an accurate representation of equipotential lines? (represented by the dotted lines)

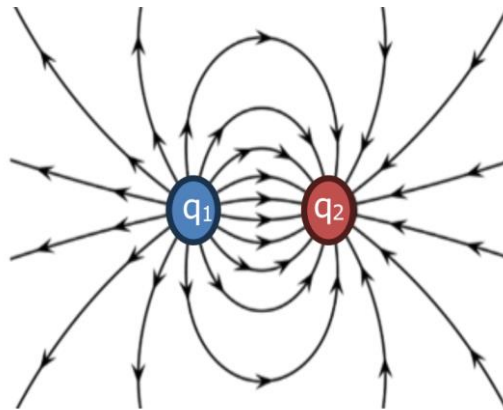
أي من الأشكال التالية لا يمثل بدقة خطوط تساوي الجهد الممثلة بالخطوط المنقطه؟



10

اعتماداً على الشكل أدناه:

According to the figure below:



1- what is the sign of the two charges ?

1- ما نوع كلاً من الشحنتين ؟

2- إذا كان مقدار الشحنة q_2 تساوي $(6.0 \mu C)$ ما مقدار الشحنة q_1 ؟

2 – If $q_2=6.0 \mu C$, find the magnitude of q_1

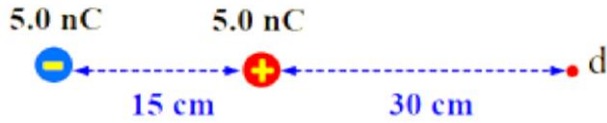
3- ارسم على الشكل خطين يمثلان سطحي تساوي جهد أحدهما يحيط بالشحنة q_1 والآخر يحيط بالشحنة q_2

3 - Draw on the figure two lines representing the equipotential surfaces, one of which surrounds the charge q_1 and the other surrounds the charge q_2 .

11

Find the electric field and the electric potential at the point

احسب المجال الكهربائي والجهد الكهربائي عند النقطة d

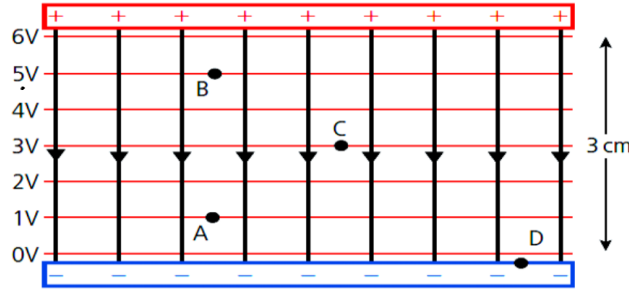


If you place a point charge at point d, how do the electric potential and electric field at point d change?

إذا وضعت شحنة نقطية عند النقطة d كيف يتغير الجهد الكهربائي والمجال الكهربائي عند النقطة d

The figure below shows two charged plates 3.00 cm apart. Points A, B, C and d are points in the region between the plates.

يعرض الشكل أدناه لوحين مشحونين تفصل بينهما مسافة 3.00cm والنقاط A,B,C,D توجد في المجال بين اللوحين



a. What is the potential difference between A and C?

(a) ما فرق الجهد بين النقطتين A وC؟

b. If a charge of $+3\text{ C}$ was placed at B, how much potential energy would it have?

(b) إذا وضعت شحنة $(+3\text{C})$ عند النقطة B، ما طاقة الوضع الكهربائية التي تكتسبها؟

c. If a charge of $+2\text{ C}$ was moved from C to B, how much work would be done?

(c) إذا تحركت شحنة $(+2\text{C})$ من النقطة C إلى B، ما مقدار الشغل اللازم لذلك؟

d. If a charge of $+3\text{ C}$ was placed at B and released,

1. What would happen to it?

(d) إذا وضعت شحنة $(+3\text{C})$ عند النقطة B وثُركت تتحرك بحرية،
1- ماذا يحدث لها؟

2. How much KE would it gain when it reached A?

2- ما مقدار الطاقة الحركية التي تكتسبها عندما تصل إلى النقطة A؟

e. If an electron was released at A and accelerated to B, how much KE would it gain in eV?

(e) إذا تحرر إلكترون عند النقطة A وتسارع باتجاه النقطة B، ما مقدار الطاقة الحركية التي يكتسبها بوحدة الإلكترون فولت؟

$$\rightarrow \text{same } V \rightarrow \Delta V = 0 \rightarrow W = 0$$

3.3 Equipotential Surfaces and Lines

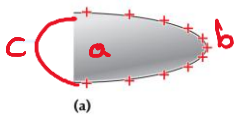
أسطح وخطوط تساوي الجهد

Equipotential surfaces and lines

- The surface of **any conductor** is an example of an **equipotential surface**

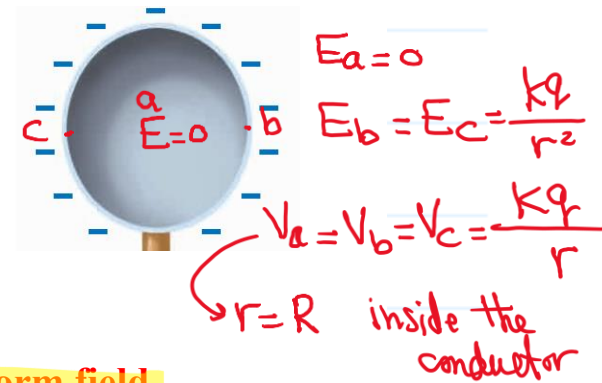
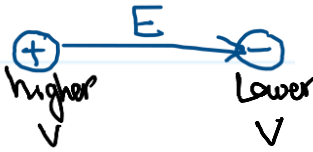
- Equipotential surfaces are **perpendicular** to the direction of the field

- The work done to move a charge on equipotential surfaces = zero $W_e = -q\Delta V$



$$E_a = 0$$

$$E_b > E_c$$



Equipotential surfaces in a uniform field

- The field strength is equal at all points and is determined by the relationship:

$$\Delta V = -E d \cos \theta$$

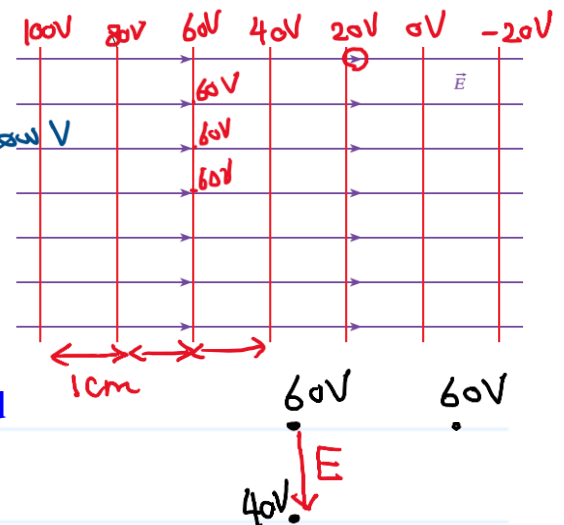
$$E = \left| \frac{\Delta V}{d} \right|$$

direction: high V $\rightarrow$ low V

$$E = \frac{100 - 80}{0.01} = 2 \times 10^3 \text{ N/C}$$

- Electric potential V/m

- ✓ Decreases in the direction of the field
- ✓ Increases against the direction of the field
- ✓ Constant perpendicular to the field



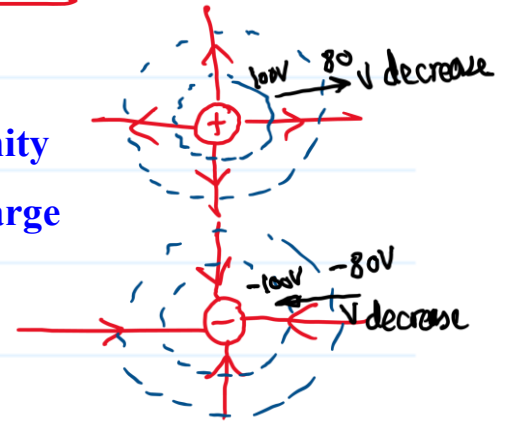
- Equipotential surfaces are represented by lines perpendicular to the field and equidistant from each other

(have no direction)

Equipotential surfaces of a point charge

•Electric field lines:

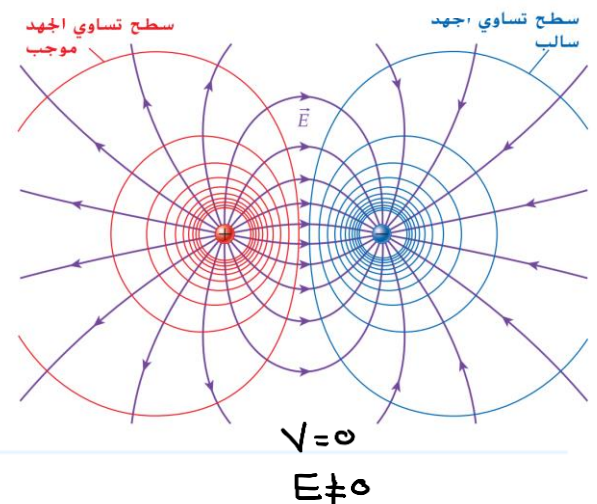
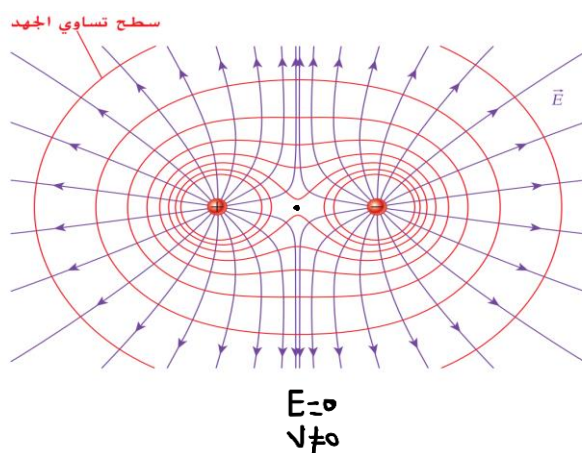
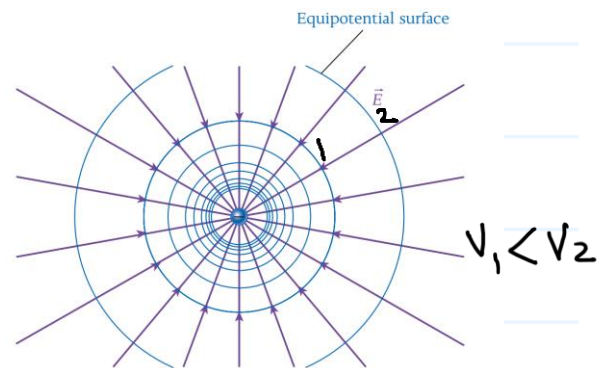
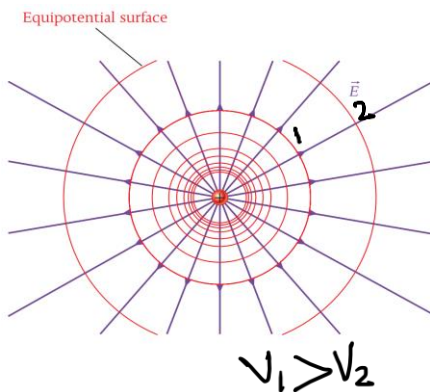
- ✓ They start at the positive charge and end at infinity
- ✓ They start at infinity and end at the negative charge



•Equipotential surfaces:

- ✓ Circles centered on the point charge
- ✓ They converge near the charge and diverge as we move away from the charge
- ✓ They have no direction
- ✓ They are perpendicular to the field lines

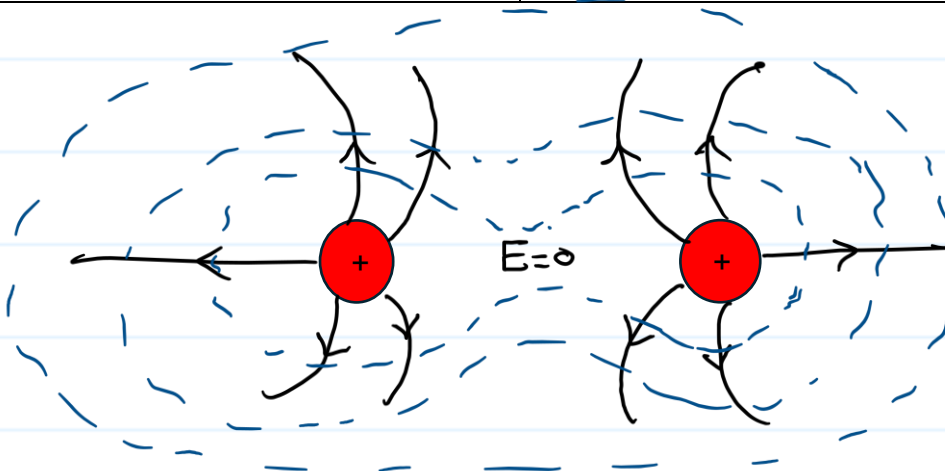
$$E = \left| \frac{\Delta V}{\Delta r} \right|$$



1

Draw the field lines and equipotential surfaces for two positive charges of equal magnitude

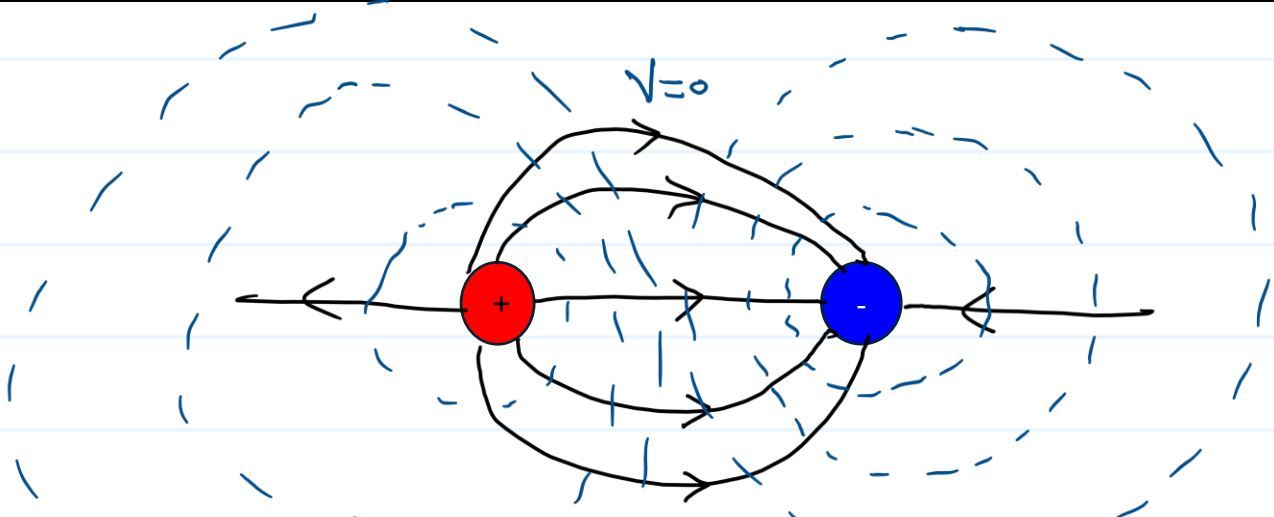
ارسم خطوط المجال وأسطح تساوي الجهد لشحنتين موجبتين ومتساويتان في المقدار



2

Draw the field lines and equipotential surfaces for two unlike charge types but equal in magnitude

ارسم خطوط المجال وأسطح تساوي الجهد لشحنتين مختلفتين في النوع ومتساويتان في المقدار



3

The amount of work done to move a positive point charge q on an equipotential surface of 1000 V relative to that done to move the charge on an equipotential surface of 10 V is

يكون مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة نقطية موجبة q على سطح تساوي الجهد الذي قيمته 1000 V بالنسبة إلى الشغل المبذول لتحريك هذه الشحنة على سطح تساوي الجهد الذي قيمته 10 V

يعتمد على المسافة

أقل

أكبر

متساويا

Dependent to the distance

less

more

The same

$$W = 0 \rightarrow \Delta V = 0$$

$$W = 0$$

4

A negatively charged particle revolves in a clockwise direction around a positively charged sphere. The work done on the negatively charged particle by the electric field of the sphere is



جسيم سالب الشحنة يدور في اتجاه عقارب الساعة حول كرة موجبة الشحنة. يكون الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي للكرة على الجسيم سالب الشحنة

يعتمد على المسافة

Dependent to the distance

صفر

zero

سالب

negative

موجب

positive

5

Which one of the following statements is **not true**?

أي العبارات التالية غير صحيحة؟

خطوط تساوي الجهد موازية لخطوط المجال الكهربائي.

Equipotential lines are parallel to the electric field lines.

X

خطوط تساوي الجهد لشحنة نقطية تكون دائرية

Equipotential lines for a point charge are circular.

✓

توجد أسطح تساوي الجهد لأي توزيع للشحنات.

Equipotential surfaces exist for any charge distribution.

✓

عندما تتحرك شحنة على أحد أسطح تساوي الجهد، تكون قيمة الشغل المبذول على الشحنة صفرا

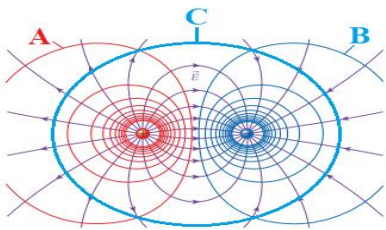
When a charge moves on an equipotential surface, the work done on the charge is zero

✓

6

Which of the following is not an equipotential surface?

أي مما يأتي ليس سطح تساوي جهد؟



A

B

C

A, B

7

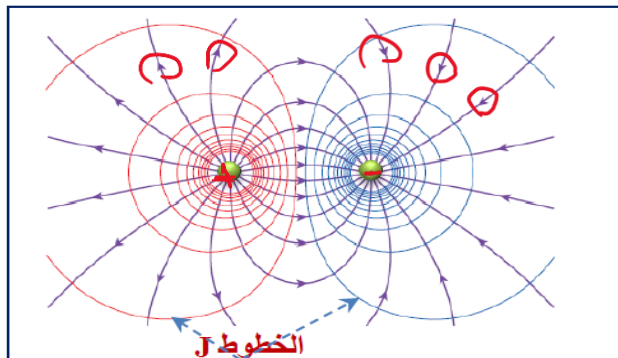
The figure below shows the electric field lines and equipotential surfaces of two point charges

Based on the figure, which of the following is true regarding the lines marked with the symbol J and the two charges?

يُظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي وأسطح تساوي الجهد الكهربائي لشحنتين نقطيتين اعتماداً على الشكل أي الآتية صحيح بالنسبة للخطوط المشار لها بالرمز J والشحنتين ؟

Unlike charges

Lines J are equipotential



	الشحنتين Point Charges	الخطوط J Lines J
X	متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	خطوط المجال الكهربائي Electric field lines
✓	متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces
X	متساويتين وموجبتين Identical and positive	خطوط المجال الكهربائي Electric field lines
X	متساويتين و سالبتين Identical and negative	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces

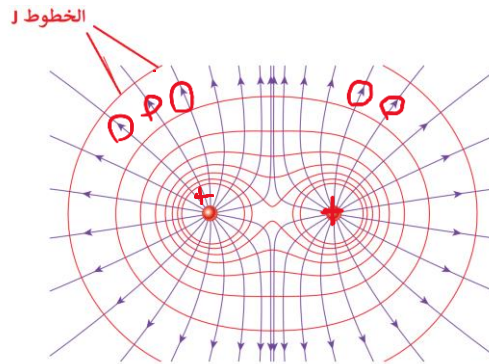
8

The figure below shows the electric field lines and equipotential surfaces of two point charges

Based on the figure, which of the following is true regarding the lines marked with the symbol J and the two charges?

يُظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي وأسطح تساوي الجهد الكهربائي لشحنتين نقطيتين اعتماداً على الشكل أي الآتية صحيح بالنسبة للخطوط المشار لها بالرمز J والشحنتين ؟

two positive charges

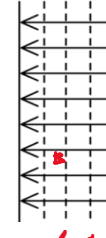
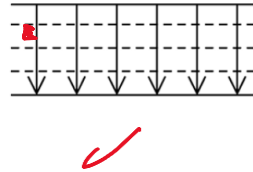
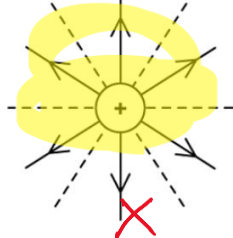
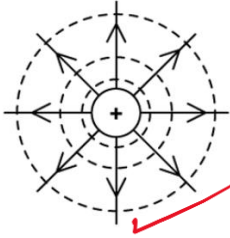


الشحنتين Point Charges	الخطوط J Lines J
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	خطوط المجال الكهربائي Electric field lines
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces
متساويتين وموجبتين Identical and positive	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces
متساويتين و سالبتين Identical and negative	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces

9

Which of the diagrams is **not** an accurate representation of equipotential lines? (represented by the dotted lines)

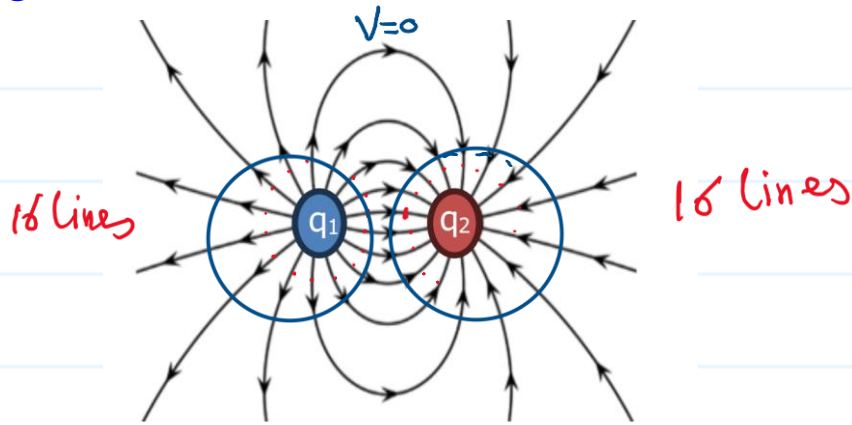
أي من الأشكال التالية لا يمثل بدقة خطوط تساوي الجهد الممثلة بالخطوط المنقطه ؟



10

اعتماداً على الشكل أدناه:

According to the figure below:



1- what is the sign of the two charges ?

1- ما نوع كلاً من الشحنتين ؟

q_1 : positive

q_2 : negative

2- إذا كان مقدار الشحنة q_2 تساوي $(6.0 \mu C)$ ما مقدار الشحنة q_1 ؟

2 - If $q_2 = 6.0 \mu C$, find the magnitude of q_1

$q_1 = 6.0 \mu C$

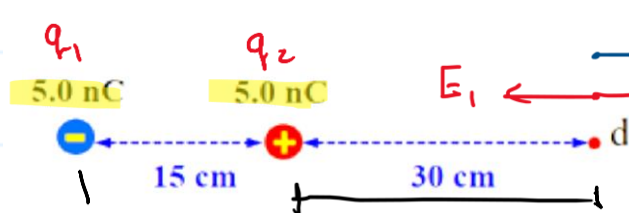
$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

3- ارسم على الشكل خطين يمثلان سطحي تساوي جهد أحدهما يحيط بالشحنة q_1 والآخر يحيط بالشحنة q_2

3 - Draw on the figure two lines representing the equipotential surfaces, one of which surrounds the charge q_1 and the other surrounds the charge q_2 .

Find the electric field and the electric potential at the point

احسب المجال الكهربائي والجهد الكهربائي عند النقطة d



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

$$E_1 = \frac{(9 \times 10^9)(5 \times 10^{-9})}{0.45^2} = 222 \text{ N/C}$$

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

$$= k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right)$$

$$= 9 \times 10^9 \left(\frac{-5 \times 10^{-9}}{0.45} + \frac{5 \times 10^{-9}}{0.30} \right)$$

$$E_2 = \frac{(9 \times 10^9)(5 \times 10^{-9})}{0.30^2} = 500 \text{ N/C}$$

$$E_{\text{net}} = E_2 - E_1 = 500 - 222 = 278 \text{ N/C}$$

to the right

$$\Delta V = 50 \text{ V}$$

If you place a point charge at point d, how do the electric potential and electric field at point d change?

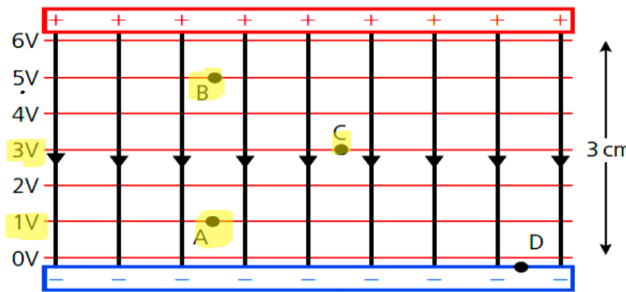
إذا وضعت شحنة نقطية عند النقطة d كيف يتغير الجهد الكهربائي والمجال الكهربائي عند النقطة d

V and E stay the same at point d

because V and E are independent to the test charge

The figure below shows two charged plates 3.00 cm apart. Points A, B, C and d are points in the region between the plates.

يعرض الشكل أدناه لوحين مشحونين تفصل بينهما مسافة 3.00cm والنقاط A,B,C,D توجد في المجال بين اللوحين



a. What is the potential difference between A and C?

$$\Delta V = V_C - V_A = 3 - 1 = 2V$$

(a) ما فرق الجهد بين النقطتين A و C؟

b. If a charge of +3 C was placed at B, how much potential energy would it have?

(b) إذا وضعت شحنة (+3C) عند النقطة B، ما طاقة الوضع الكهربائية التي تكتسبها؟

$$V = \frac{U}{q} \quad U = qV = 3 \times 5 = 15J$$

c. If a charge of +2 C was moved from C to B, how much work would be done?

(c) إذا تحركت شحنة (+2C) من النقطة C إلى B، ما مقدار الشغل اللازم لذلك؟

$$W_{\text{ex}} = q \Delta V = 2(5 - 3) = 4J$$

d. If a charge of +3 C was placed at B and released,

1. What would happen to it?

(d) إذا وضعت شحنة (+3C) عند النقطة B وثُركت تتحرك بحرية،

1- ماذا يحدث لها؟
It will accelerate with E (down) constant acceleration

2. How much KE would it gain when it reached A?

2- ما مقدار الطاقة الحركية التي تكتسبها عندما تصل إلى النقطة A؟

$$KE = -q \Delta V = -3(1 - 5) = 12J$$

e. If an electron was released at A and accelerated to B, how much KE would it gain in eV?

(e) إذا تحرر إلكترون عند النقطة A وتسارع باتجاه النقطة B، ما مقدار الطاقة الحركية التي يكتسبها بوحدة الإلكترون فولت؟

$$KE = -q \Delta V = -(-1.6 \times 10^{-19})(5 - 1) = 6.4 \times 10^{-19} J \rightarrow \div 1.6 \times 10^{-19} = 4 \text{ eV}$$

3.4 Electric Potential of Various Charge Distributions3.4 الجهد الكهربائي للتوزيعات المختلفة للشحنة3.5 Finding the Electric Field from the Electric Potential3.5 إيجاد المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي

Uniform Electric Field

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

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

direction:
higher $V \rightarrow$ lower V

Point charge

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

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



In General

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} V$$

↙ gradient

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

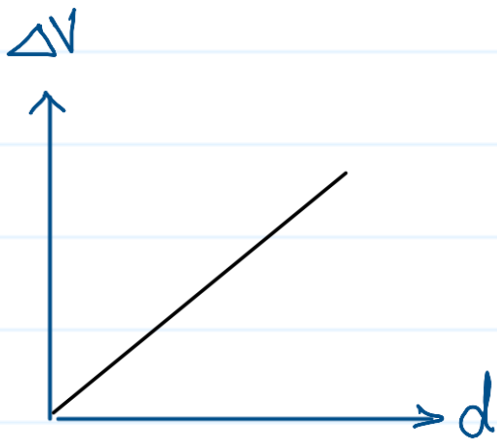
$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$$

$$E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$$

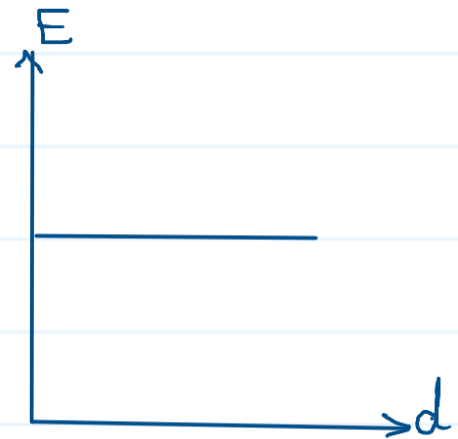
$$E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

$$\vec{E} = E_x \hat{x} + E_y \hat{y} + E_z \hat{z}$$

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$



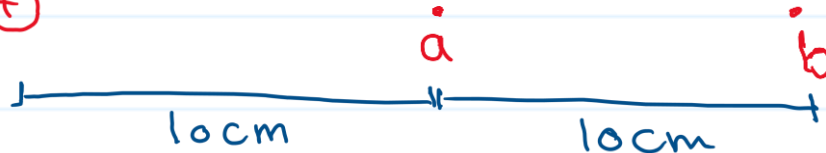
$E = \text{slope}$



$\Delta V = \text{area under graph}$

$$q = 5 \text{ nC}$$

(+)



Find the potential difference between $a \rightarrow b$

$$\textcircled{1} \quad V_a = \frac{kq}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-9}}{0.10} = 450 \text{ V}$$

$$V_b = \frac{kq}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-9}}{0.20} = 225 \text{ V}$$

$$\Delta V = V_b - V_a = 225 - 450 = -225 \text{ V}$$

$$\textcircled{2} \quad \Delta V = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\Delta V = - \int_{0.10}^{0.20} \frac{kq}{r^2} \cdot dr$$

$$\Delta V = - 9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-9} \int_{0.10}^{0.20} \frac{1}{r^2} dr = -225 \text{ V}$$

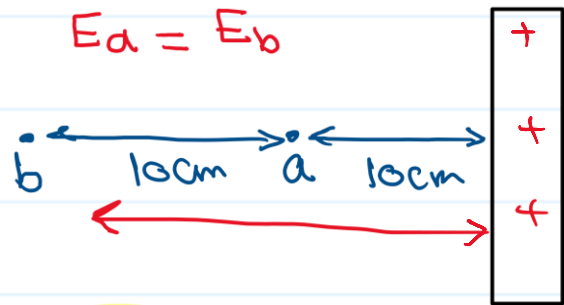
$$\Delta V = ? \quad V_b - V_a = ?$$

① Uniform E

$$\Delta V = -E d \cos \theta$$

$$\Delta V = -\frac{\sigma}{\epsilon_0} d \cos \theta$$

$$\Delta V = -\frac{5 \times 10^{-9}}{8.85 \times 10^{-12}} \times 0.10 \cos(0) = -56.5 \text{ V}$$



② $\Delta V = -E d \cos \theta$

$$d \cos \theta = x_f - x_i$$

$$\Delta V = -\frac{5 \times 10^{-9}}{8.85 \times 10^{-12}} \times (0.20 - 0.10) = -56.5 \text{ V}$$

potential decrease with E

③
$$\Delta V = -\int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\Delta V = -\frac{\sigma}{\epsilon_0} \int_{0.10}^{0.20} dx$$

$$\Delta V = -\frac{5 \times 10^{-9}}{8.85 \times 10^{-12}} \int_{0.10}^{0.20} dx = -56.5 \text{ V}$$

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

Find the electric field at (1, 2, 3) m

$$E_x = - \frac{\partial V}{\partial x} = -(4x + 3y^2 + 0) = -4x - 3y^2$$

$$E_x = -4(1) - 3(2)^2 = -16 \text{ V/m} \quad \text{N/C}$$

$$E_y = - \frac{\partial V}{\partial y} = -(0 + 6xy + z^2)$$

$$E_y = -(6 \times 1 \times 2 + 3^2) = -21 \text{ V/m}$$

$$E_z = - \frac{\partial V}{\partial z} = -(2zy)$$

$$E_z = -(2 \times 3 \times 2) = -12 \text{ V/m}$$

$$\vec{E} = -16 \hat{x} - 21 \hat{y} - 12 \hat{z} \quad \text{V/m}$$

$$E = \sqrt{16^2 + 21^2 + 12^2} = 29 \text{ V/m}$$

$x, y, z \rightarrow$ Can change V

$x, y, z \rightarrow$ Can change E

لا تنسونا من صالح دعائكم

$$V = 2x^2 + 100y - 200z$$

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} = -(4x + 0 + 0) = -4x$$

$$E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} = -(0 + 100 + 0) = -100 \text{ V/m}$$

$$E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} = -(0 + 0 - 200) = 200 \text{ V/m}$$

x, y, z can change V

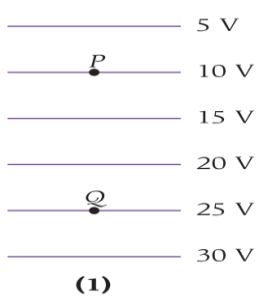
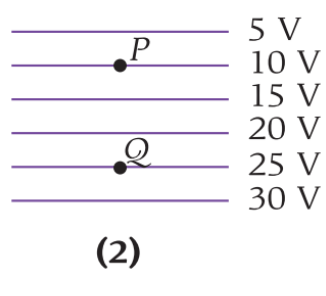
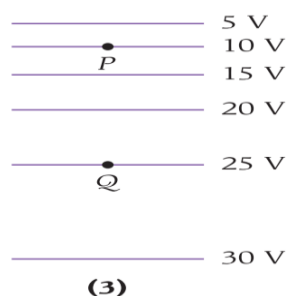
only x can change E

3.4 Electric Potential of Various Charge Distributions

3.4 الجهد الكهربائي للتوزيعات المختلفة للشحنة

3.5 Finding the Electric Field from the Electric Potential

3.5 إيجاد المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي

1			
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?		في الشكل الموضح، تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد. تحرك جسم مشحون من النقطة P إلى النقطة Q. قارن بين مقدار الشغل المبذول على الجسم في الحالات الثلاث	
 (1)	 (2)	 (3)	
All three cases involve the same work. تتضمن جميع الحالات الثلاث مقدار الشغل نفسه			
The most work is done in case 1 الشغل الأكبر مبذول في الحالة 1			
The most work is done in case 2 الشغل الأكبر مبذول في الحالة 2			
The most work is done in case 3 الشغل الأكبر مبذول في الحالة 3			
Cases 1 and 3 involve the same amount of work which is more than is involved in case 2. الحالتان 1 و 3 بهما مقدار الشغل نفسه وهو أكبر من الشغل في الحالة 2			

2			
What is the electric potential 45.5 cm away from a point charge of 12.5 pC?		ما قيمة الجهد الكهربائي على بعد 45.5 cm من شحنة نقطية مقدارها 12.5 pC ؟	
0.247 V	10.2 V	1.45 V	25.7 V

3

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 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 مباشرة 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؟

4

three-point charges:

$$q_1 = +1.50 \mu\text{C}, q_2 = +2.50 \mu\text{C}, q_3 = -3.50 \mu\text{C}$$

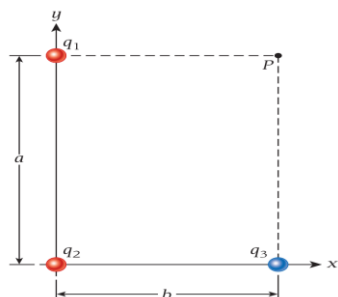
Charge q_1 is located at $(0, a)$, q_2 is located at $(0,0)$, and q_3 is located at $(b,0)$, where $a = 8.00 \text{ m}$ and $b = 6.00 \text{ m}$.

The electric potential at point P

ثلاث شحنات نقطية:

$$q_1 = +1.50 \mu\text{C}, q_2 = +2.50 \mu\text{C}, q_3 = -3.50 \mu\text{C}$$

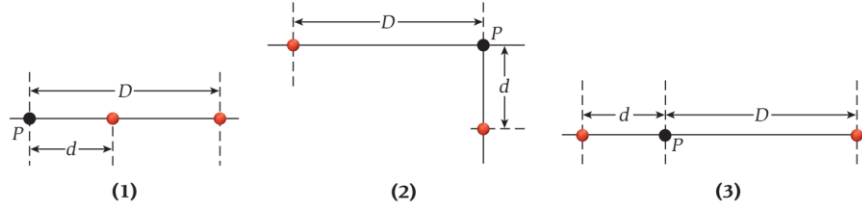
توجد الشحنة q_1 عند النقطة $(0,a)$ وتوجد الشحنة q_2 عند النقطة $(0,0)$ والشحنة q_3 عند $(b,0)$ حيث: $a=8.00\text{m}$, $b=6.00\text{m}$ ما الجهد الكهربائي عند النقطة P ؟



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 .

يوجد بروتونان في الفضاء بالطرق الثلاث الموضحة في الشكل. رتب الحالات الثلاث من الأعلى إلى الأقل حسب الجهد الكهربائي الكلي V الناتج عند النقطة



1>2>3

2>3>1

3>2>1

Same potential

6

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?

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؟

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

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

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

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

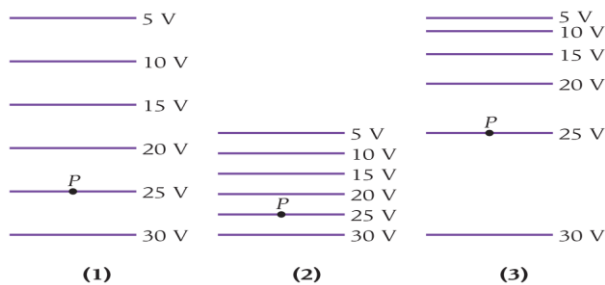
$$\vec{E} = 5x\hat{x} + 2\hat{y}$$

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

قطوف فيزيائية

In the figure, the lines represent equipotential lines. How does the magnitude of the electric field, E , at point P compare for the three cases?

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



$$E_1 = E_2 = E_3$$

$$E_1 < E_2 < E_3$$

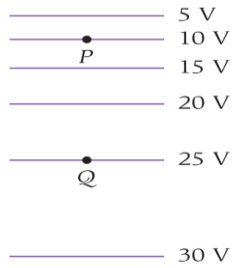
$$E_1 > E_2 > E_3$$

$$E_3 < E_1 < E_2$$

9

In the figure, the lines represent equipotential lines. A positive charge is placed at point P , and then another positive charge is placed at point Q . Which set of vectors best represents the relative magnitudes and directions of the electric field forces exerted on the positive charges at P and Q ?

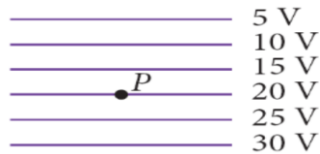
في الشكل الموضح، تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد. وُضعت شحنة موجبة عند النقطة P ثم وُضعت شحنة موجبة أخرى عند النقطة Q . ما مجموعة المتجهات التي تعد أفضل تمثيل للمقادير النسبية واتجاهات قوى المجال الكهربائي المبذولة على الشحنات الموجبة عند النقطتين P و Q ؟



10

In the figure, the lines represent equipotential lines. What is the direction of the electric field at point P ?

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



Up
أعلى

Down
أسفل

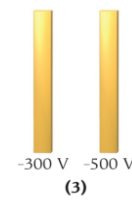
Left
لليسار

Right
لليمين

11

Three pairs of parallel plates have the same plate separation and potentials on each plate as indicated in the drawing. The electric field, E , is uniform between each pair of plates and perpendicular to them. Rank the magnitude of E between the plates from highest to lowest

ثلاثة أزواج من الألواح المتوازية بين كل زوج المسافة الفاصلة نفسها وجهد كل لوح موضح في الرسم. والمجال الكهربائي E منتظم بين كل زوج من الألواح وعمودي عليه رتب المجال الكهربائي بين الألواح من الأعلى إلى الأقل



$$E_2 < E_1 = E_3$$

$$E_2 > E_1 = E_3$$

$$E_3 < E_2 < E_1$$

$$E_1 < E_2 < E_3$$

12

What would be the consequence of setting the potential at +100 V at infinity, rather than taking it to be zero there?

ما نتيجة مساواة الجهد بقيمة +100 V في اللانهاية، بدلاً من مساواته بالصفر؟

لا شيء؛ ستبقى قيم المجال والجهد ثابتة عند أي نقطة محددة.
Nothing; the field and the potential would have the same values at every finite point.

سيصبح الجهد الكهربائي غير محدود عند كل نقطة محددة، ولن يمكن تحديد المجال الكهربائي.
The electric potential would become infinite at every finite point, and the electric field could not be defined.

سيصبح الجهد الكهربائي أعلى بقيمة 100 V في كل مكان، بينما يبقى المجال الكهربائي كما هو.
The electric potential everywhere would be 100 V higher, and the electric field would be the same.

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

13

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)

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 (3m,4m,5m)

14

The electric potential in a volume of space is given by

$$V(x, y, z) = x^2 + xy^2 + yz$$

Determine the component of electric field E_y at the coordinate (3m,4m,5m)

يتحدد الجهد الكهربائي لحيز من الفضاء من العلاقة:

$$V(x, y, z) = x^2 + xy^2 + yz$$

حدد مركبة المجال الكهربائي على محور y عند الإحداثي (3m,4m,5m)

15

Suppose the electric potential at a point is given by:

$$V_{(x,y,z)} = 8x - 9y + 5z^2$$

Which of the dimensions (X, Y, Z) determines the value of the electric field at this point?

افترض أن الجهد الكهربائي عند نقطة يُعطى بالعلاقة:

$$V_{(x,y,z)} = 8x - 9y + 5z^2$$

أي من الأبعاد (X,Y,Z) يُحدد قيمة المجال الكهربائي عند هذه النقطة؟

X

Y

Z

X, Y, Z

16

A 12V battery is connected between a hollow metal sphere with a radius of 1 m and a ground, as shown in the figure. What are the electric field and the electric potential inside the hollow metal sphere?



12 V

بطارية 12 V متصلة بين كرة معدنية مجوفة نصف قطرها 1 m والأرض، كما هو مبين في الشكل. ما قيمة المجال الكهربائي والجهد الكهربائي داخل الكرة المعدنية المجوفة؟

 $V(V)$ $E (N/C)$

0

0

0

12

12

0

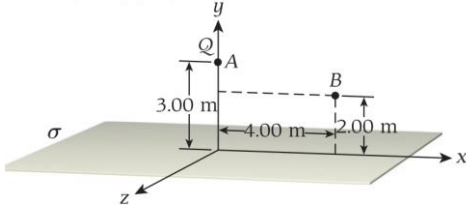
12

12

An insulating sheet in the xz -plane is uniformly charged with a charge distribution $\sigma = 3.50 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$.

What is the change in potential when a charge of $Q = 1.25 \mu\text{C}$ is moved from position A to position B in the figure?

صفحة 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؟



قطوف فيزيائية

3.4 Electric Potential of Various Charge Distributions

3.4 الجهد الكهربائي للتوزيعات المختلفة للشحنة

3.5 Finding the Electric Field from the Electric Potential

3.5 إيجاد المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي

1		
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?		في الشكل الموضح، تمثل الخطوط خطوطاً متساوية الجهد. تحرك جسم مشحون من النقطة P إلى النقطة Q. قارن بين مقدار الشغل المبذول على الجسم في الحالات الثلاث
$\Delta V^{(1)} = 25 - 10 = 15V$	(2) $\Delta V = 25 - 10 = 15V$	$\Delta V^{(3)} = 25 - 10 = 15V$
All three cases involve the same work. تتضمن جميع الحالات الثلاث مقدار الشغل نفسه		
The most work is done in case 1 الشغل الأكبر مبذول في الحالة 1		
The most work is done in case 2 الشغل الأكبر مبذول في الحالة 2		
The most work is done in case 3 الشغل الأكبر مبذول في الحالة 3		
Cases 1 and 3 involve the same amount of work which is more than is involved in case 2. الحالتان 1 و 3 بهما مقدار الشغل نفسه وهو أكبر من الشغل في الحالة 2		

2			
What is the electric potential 45.5 cm away from a point charge of 12.5 pC?		ما قيمة الجهد الكهربائي على بعد 45.5 cm من شحنة نقطية مقدارها 12.5 pC؟	
0.247 V	10.2 V	1.45 V	25.7 V
$r = 45.5 \text{ cm} = 0.455 \text{ m}$ $q = 12.5 \text{ pC} = 12.5 \times 10^{-12} \text{ C}$		$V = \frac{kq}{r}$ $V = \frac{9 \times 10^9 \times 12.5 \times 10^{-12}}{0.455} = 0.247 \text{ V}$	

3

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 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 مباشرة 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 ؟

Charge moves in uniform electric field
 $-\Delta U = qEd \cos \theta$
 Charge moves due to another charge
 $-\Delta U = -kq_1q_2(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i})$

$$q_1 = 4.50 \times 10^{-6}$$

$$m_2 = 6\text{g} = 0.006 \text{ kg}$$

$$q_2 = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$v_i = 66 \text{ m/s}$$

$$r_i = 4.20 \text{ cm} = 0.042 \text{ m}$$

$$r_f = ?$$

$$v_f = 0$$

$$-\Delta U = \Delta K$$

$$-k q_1 q_2 (\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}) = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$-9 \times 10^9 \times 4.50 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6} (\frac{1}{r_f} - \frac{1}{0.042})$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.006 (0 - 66^2)$$

$$r_f = 7.6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

4

three-point charges:

$$q_1 = +1.50 \mu\text{C}, q_2 = +2.50 \mu\text{C},$$

$$q_3 = -3.50 \mu\text{C}$$

Charge q_1 is located at $(0, a)$, q_2 is located at $(0,0)$, and q_3 is located at $(b,0)$, where $a = 8.00 \text{ m}$ and $b = 6.00 \text{ m}$.

The electric potential at point P

ثلاث شحنات نقطية:

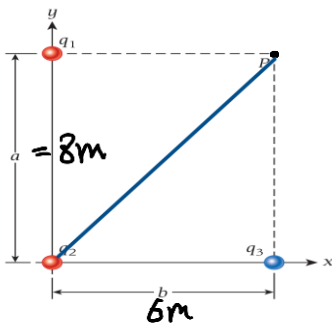
$$q_1 = +1.50 \mu\text{C}, q_2 = +2.50 \mu\text{C},$$

$$q_3 = -3.50 \mu\text{C}$$

توجد الشحنة q_1 عند النقطة $(0,a)$ وتوجد الشحنة q_2 عند النقطة $(0,0)$ والشحنة q_3 عند $(b,0)$

حيث: $a = 8.00 \text{ m}$, $b = 6.00 \text{ m}$

ما الجهد الكهربائي عند النقطة P؟



$$V_{\text{tot}} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_{\text{tot}} = k \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} \right)$$

$$V_{\text{tot}} = 9 \times 10^9 \left(\frac{1.50}{8} + \frac{2.50}{\sqrt{8^2 + 6^2}} + \frac{-3.50}{6} \right) \times 10^{-6}$$

$$V_{\text{tot}} = 562.5 \text{ V}$$

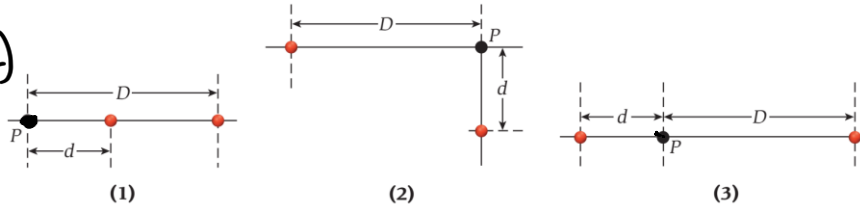
5

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 .

يوجد بروتونان في الفضاء بالطرق الثلاث الموضحة في الشكل. رتب الحالات الثلاث من الأعلى إلى الأقل حسب الجهد الكهربائي الكلي V الناتج عند النقطة

$$V = V_1 + V_2$$

$$V = K \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right)$$



1>2>3

2>3>1

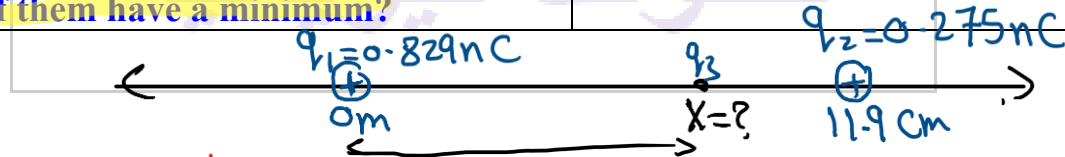
3>2>1

Same potential

6

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?

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؟



Equilibrium position

$$F_{\text{net}} = 0$$

$$E_{\text{net}} = 0$$

V is the minimum

$$\frac{\sqrt{q_1}}{r_{13}} = \frac{\sqrt{q_2}}{r_{23}}$$

two like charge
between the charges

$$E_1 = E_2$$

$$\sqrt{\frac{q_1}{r_{13}^2}} = \sqrt{\frac{q_2}{r_{23}^2}}$$

$$\frac{\sqrt{0.829}}{(X-0)} = \frac{\sqrt{0.275}}{(11.9-X)}$$

$$\sqrt{0.829}(11.9-X) = \sqrt{0.275}(X-0)$$

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

لا تنسونا من صالح دعائكم

قناة قطوف فيزيائية

7

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

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

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

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

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

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

$$V_x = -5x^2 - y - z$$

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} = -(-10x + 0 + 0) = 10x$$

$$E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} = -(0 - 1 + 0) = 1$$

$$E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} = -(0 + 0 - 1) = 1$$

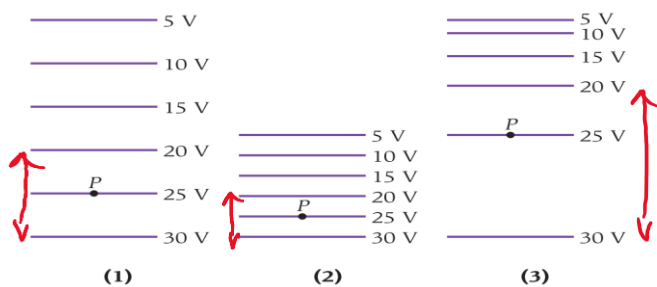
$$\vec{E} = 10x\hat{x} + 1\hat{y} + 1\hat{z}$$

only x can change E

8

In the figure, the lines represent equipotential lines. How does the magnitude of the electric field, E , at point P compare for the three cases?

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



$$E_1 = E_2 = E_3$$

$$E_1 < E_2 < E_3$$

$$E_1 > E_2 > E_3$$

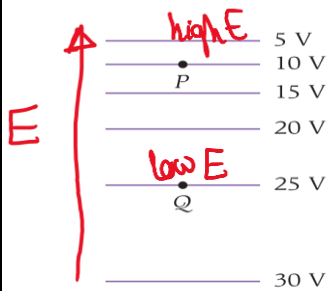
$$E_3 < E_1 < E_2$$

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

9

In the figure, the lines represent equipotential lines. A positive charge is placed at point P , and then another positive charge is placed at point Q . Which set of vectors best represents the relative magnitudes and directions of the electric field forces exerted on the positive charges at P and Q ?

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



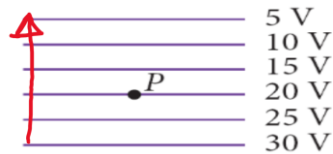
$$\uparrow F = qE \uparrow$$



10

In the figure, the lines represent equipotential lines. What is the direction of the electric field at point P ?

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



Up
أعلى

Down
أسفل

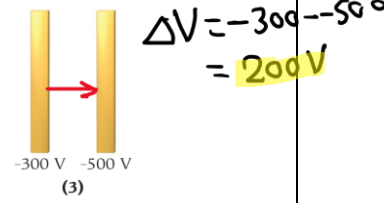
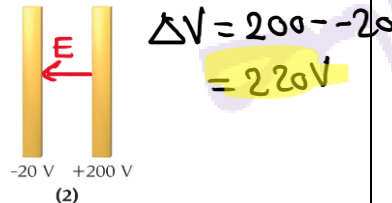
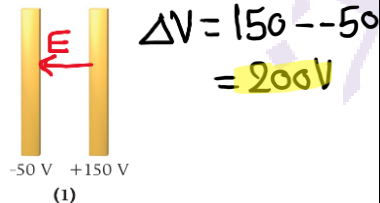
Left
لليسار

Right
لليمين

11

Three pairs of parallel plates have the same plate separation and potentials on each plate as indicated in the drawing. The electric field, E , is uniform between each pair of plates and perpendicular to them. Rank the magnitude of E between the plates from highest to lowest

ثلاثة أزواج من الألواح المتوازية بين كل زوج المسافة الفاصلة نفسها وجهد كل لوح موضح في الرسم. والمجال الكهربائي E منتظم بين كل زوج من الألواح وعمودي عليه رتب المجال الكهربائي بين الألواح من الأعلى إلى الأقل



$$E_1 < E_2 = E_3$$

$$E_2 > E_1 = E_3$$

$$E_3 < E_2 < E_1$$

$$E_1 < E_2 < E_3$$

30V
130V

infinity
100V

12

What would be the consequence of setting the potential at +100 V at infinity, rather than taking it to be zero there?

ما نتيجة مساواة الجهد بقيمة +100 V في اللانهاية، بدلاً من مساواته بالصفر؟

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

لا شيء؛ ستبقى قيم المجال والجهد ثابتة عند أي نقطة محددة.
Nothing; the field and the potential would have the same values at every finite point. ~~X~~

سيصبح الجهد الكهربائي غير محدود عند كل نقطة محددة، ولن يمكن تحديد المجال الكهربائي.
The electric potential would become infinite at every finite point, and the electric field could not be defined. ~~X~~

سيصبح الجهد الكهربائي أعلى بقيمة 100 V في كل مكان، بينما يبقى المجال الكهربائي كما هو.
The electric potential everywhere would be 100 V higher, and the electric field would be the same. ✓

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

13

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)

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 (3m,4m,5m)

$$E_x = - \frac{\partial V}{\partial x} = - (2x + y^2 + 0)$$

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

$$E_y = - \frac{\partial V}{\partial y} = - (0 + 2xy + 1z)$$

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

$$E_z = - \frac{\partial V}{\partial z} = - (0 + 0 + 1y) = - 4 \text{ V/m}$$

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

$$E = \sqrt{22^2 + 29^2 + 4^2} = 36.6 \text{ V/m}$$

14

The electric potential in a volume of space is given by

$$V(x, y, z) = x^2 + xy^2 + yz$$

Determine the **component of electric field** E_y at the coordinate (3m,4m,5m)

يتحدد الجهد الكهربائي لحيز من الفضاء من العلاقة:

$$V(x, y, z) = x^2 + xy^2 + yz$$

حدد مركبة المجال الكهربائي على محور y عند الإحداثي (3m,4m,5m)

$$E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} = -(0 + 2xy + z) = -(2 \times 3 \times 4 + 5) = -29 \text{ V/m}$$

15

Suppose the electric potential at a point is given by:

$$V_{(x,y,z)} = 8x - 9y + 5z^2$$

Which of the dimensions (X, Y, Z) determines the value of the electric field at this point?

افترض أن الجهد الكهربائي عند نقطة يُعطى بالعلاقة:

$$V_{(x,y,z)} = 8x - 9y + 5z^2$$

أي من الأبعاد (X,Y,Z) يُحدد قيمة المجال الكهربائي عند هذه النقطة؟

X

Y

Z

X, Y, Z

$$E_x = -(8 + 0 + 0)$$

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

$$E_y = -(0 - 9 + 0)$$

$$E_y = 9 \text{ V/m}$$

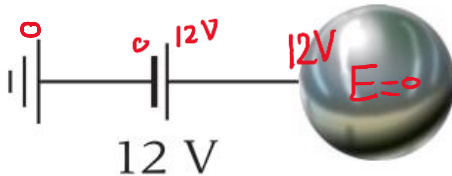
$$E_z = -(0 + 0 + 10Z)$$

$$E_z = -10Z$$

16

A 12V battery is connected between a hollow metal sphere with a radius of 1 m and a ground, as shown in the figure. What are the electric field and the electric potential **inside** the hollow metal sphere?

بطارية 12 V متصلة بين كرة معدنية مجوفة نصف قطرها 1 m والأرض، كما هو مبين في الشكل. ما قيمة المجال الكهربائي والجهد الكهربائي داخل الكرة المعدنية المجوفة؟



V(V)

E (N/C)

0

0

0

12

12

0

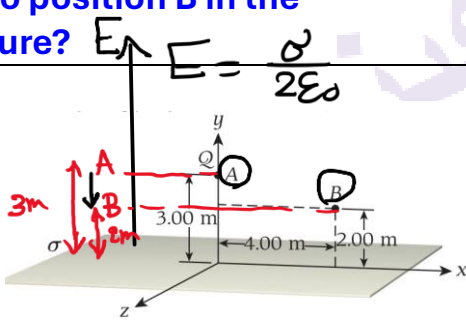
12

12

An insulating sheet in the xz -plane is uniformly charged with a charge distribution $\sigma = 3.50 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$.

What is the change in potential when a charge of $Q = 1.25 \mu\text{C}$ is moved from position A to position B in the figure?

صفحة 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؟



$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad \sigma = 3.50 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

$$\Delta V = ?$$

$$\textcircled{1} \Delta V = -E d \cos \theta$$

$$\Delta V = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} d \cos \theta$$

$$\Delta V = -\frac{3.50 \times 10^{-6}}{2 \times 8.85 \times 10^{-12}} \times 1 \times \cos(180) =$$

$$\textcircled{2} \Delta V = -E (y_f - y_i)$$

$$\Delta V = -\frac{3.50 \times 10^{-6}}{2 \times 8.85 \times 10^{-12}} (2 - 3) = 1.98 \times 10^5 \text{ V}$$

$$\textcircled{3} \Delta V = -\int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{y}$$

$$\Delta V = -\int_3^2 \frac{3.50 \times 10^{-6}}{2 \times 8.85 \times 10^{-12}} dy = 1.98 \times 10^5 \text{ V}$$

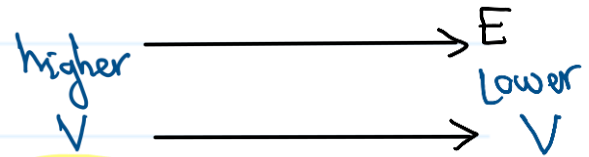
3.6 Electric Potential Energy of a System of Point Charges3.6 طاقة الوضع الكهربائية لنظام الشحنات النقطية

electric potential (V) $V = \frac{U}{q}$ Potential energy (J)

Potential difference ($V_2 - V_1$) $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ change in potential energy

Uniform Electric field

$\Delta U = -q E d \cos \theta$ $\Delta V = - E d \cos \theta$



$W_e = -\Delta U = -q \Delta V = \Delta K$

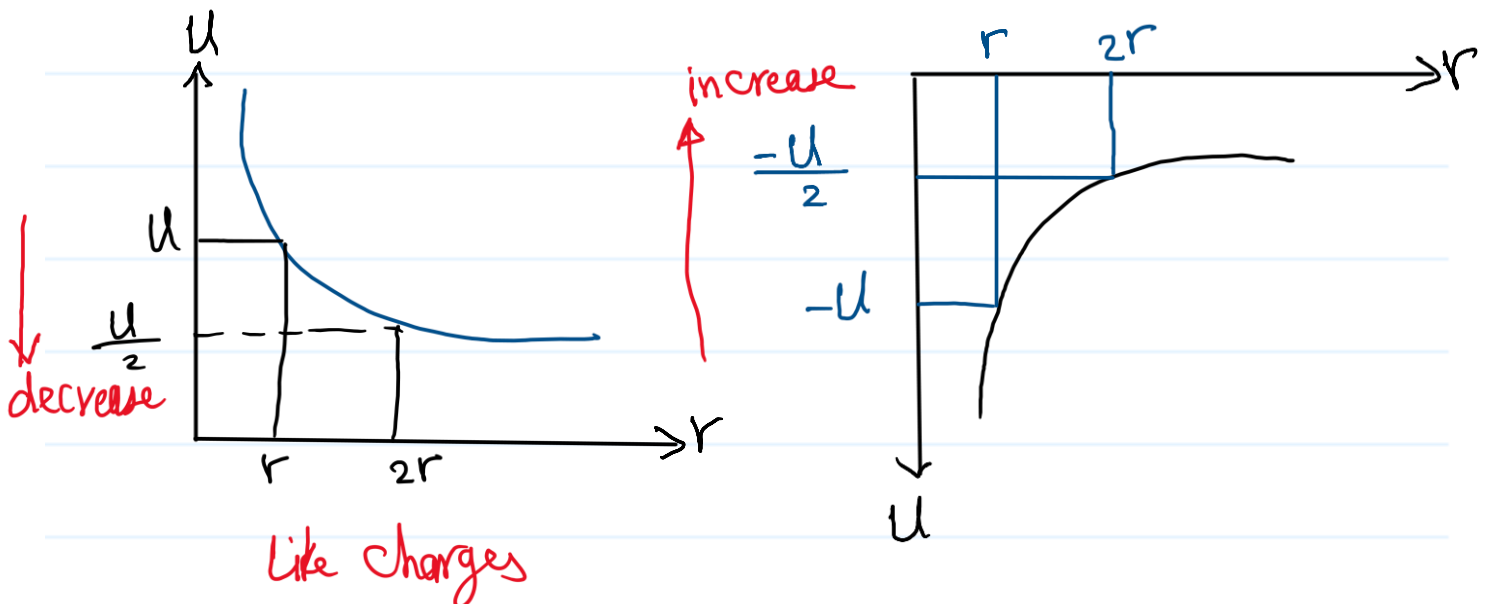
Point charges

Potential energy $U = \frac{k q_1 q_2}{r}$ $V = \frac{U}{q}$ Electric Potential $V = \frac{k q}{r}$

Like charges
Unlike charges

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

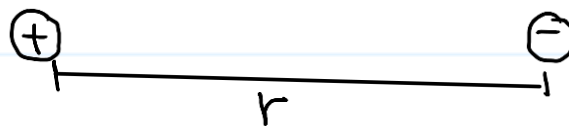
q_1	q_2	U
+	+	+
-	-	+
+	-	-



$U \xrightarrow{\text{decrease}} \frac{U}{2}$

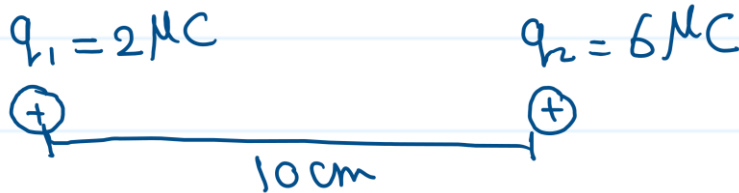
If r is doubled, potential energy changes by factor of $\frac{1}{2}$

$$\frac{1}{2} \downarrow U = \frac{K q_1 q_2}{r^2}$$



$$-U \xrightarrow{\text{increase}} -\frac{U}{2}$$

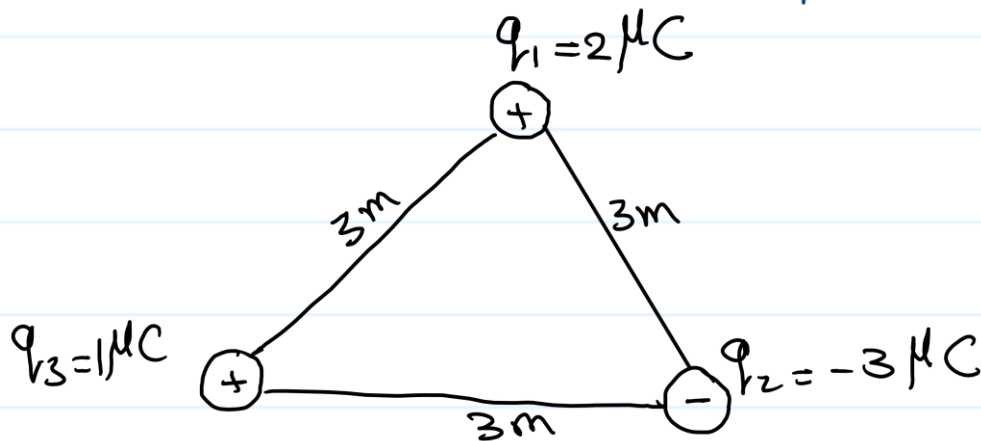
If r is doubled, Potential energy changes by factor of $\frac{1}{2}$



$$U_1 = U_2$$

Find the potential energy for the system.

$$U = \frac{k q_1 q_2}{r} = \frac{(9 \times 10^9)(2 \times 10^{-6})(6 \times 10^{-6})}{0.10} = 1.08 \text{ J}$$



Find the potential energy for the system

$$U_{\text{system}} = U_{12} + U_{13} + U_{23} = k \left(\frac{q_1 q_2}{r} + \frac{q_1 q_3}{r} + \frac{q_2 q_3}{r} \right)$$

$$U_{\text{system}} = 9 \times 10^9 \left(\frac{2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{3} + \frac{2 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{3} + \frac{-3 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{3} \right)$$

$$= -2.1 \times 10^{-2} \text{ J}$$

Find the potential energy for q_1

$$U_1 = U_{12} + U_{13}$$

$$= k \left(\frac{q_1 q_2}{r} + \frac{q_1 q_3}{r} \right) = 9 \times 10^9 \left(\frac{2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{3} + \frac{2 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{3} \right)$$

$$U_1 = -0.012 \text{ J}$$

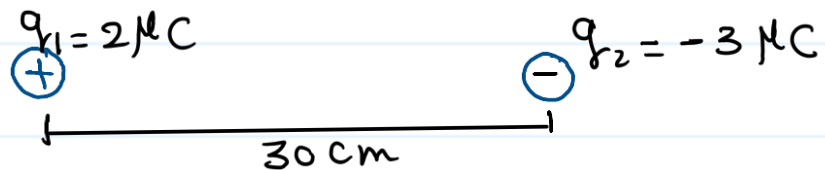
For two point charges:

$$\Delta U = k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right)$$

Work done by electric field $W_e = -\Delta U = -k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right)$

$$= k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right)$$

external work $W_{ex} = \Delta U = k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right)$



Find the work required to increase the distance to 40 cm

$$\Delta U = k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right) = 9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times -3 \times 10^{-6} \left(\frac{1}{0.40} - \frac{1}{0.30} \right)$$

$$\Delta U = 0.045 \text{ J}$$

$$W_{ex} = 0.045$$

⊕

⊕

If the distance increase :

U decrease

$$\Delta U = -$$

$$W_e = +$$

If the distance decrease:

U increase

$$\Delta U = +$$

$$W_e = -$$

$$W_{ex} = +$$

$$W_e = -\Delta U = -q\Delta V = \Delta K$$

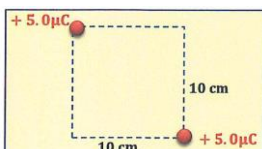
$$-\Delta U \left\{ \begin{array}{l} \text{Uniform } E \quad -\Delta U = qE d \cos \theta \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{two point charges} \quad -\Delta U = -kq_1q_2\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right) \end{array} \right.$$

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

3.6 Electric Potential Energy of a System of Point Charges

3.6 طاقة الوضع الكهربائية لنظام الشحنات النقطية

1			
When two charges are separated by a distance d , their electric potential energy is equal to U . What would be their electric potential energy if the separation distance was $d/2$?		شحنتان نقطيتان تفصل بينهما مسافة d وطاقة الوضع الكهربائية لهما U ماذا يحدث لطاقة الوضع الكهربائية إذا أصبحت المسافة بينهما $d / 2$ ؟	
2U	4U	U/2	U/4
2			
When two charges are separated by a distance d , their electric potential energy is equal to U . What would be their electric potential energy if the separation distance was $d/2$?		شحنتان نقطيتان تفصل بينهما مسافة d وطاقة الوضع الكهربائية لهما U ماذا يحدث لطاقة الوضع الكهربائية إذا أصبحت المسافة بينهما $3d$ ؟	
3U	9U	U/3	U/9
3			
Two-point charges ($+5.0\mu\text{C}$) each are placed on two corners of a square with side length (10cm), as shown in the figure. What is the electric potential energy of the two-charge system?		شحنتان نقطيتان كل منها ($+5.0\mu\text{C}$) موضوعتان على زاويتي مربع طول ضلعه (10cm) كما في الشكل ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية للنظام المكون من الشحنتين؟	
			
4			
What is the electric potential energy of a system consisting of three charges, each of $2\mu\text{C}$, at the corners of an equilateral triangle with a side length of 20 cm?		ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية لنظام مكون من ثلاث شحنات مقدار كلاً منها $2\mu\text{C}$ على زوايا مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه 20 cm ؟	

5

Three-point charges on the x axis
 $q_1 = 2\mu C$ at location $x=1.0m$
 $q_2 = -3\mu C$ at location $x=2.0m$
and $q_3 = 4\mu C$ at location $x=3.0m$
What is the electrical potential energy of the system?

تقع ثلاث شحنات نقطية على محور x
 $q_1 = 2\mu C$ عند موقع $x = 1.0m$
و $q_2 = -3\mu C$ عند موقع $x = 2.0m$
و $q_3 = 4\mu C$ عند موقع $x = 3.0m$
ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية للنظام؟

6

Each of the following pairs of charges are separated by a distance d. Which pair has the highest potential energy?

كل من أزواج الشحنات التالية هي تفصل بينهما مسافة d. أي زوج لديه أكبر طاقة وضع كهربائية؟

All pairs have the same potential energy

-5 C and +3 C

+5 C and -3 C

+5 C and +3 C

7

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?

ما مقدار الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي لتحريك بروتون من نقطة جهدها +180 V إلى نقطة عند جهد -60.0 V ؟

Three charges, q_1 , q_2 , q_3 , are located at the corners of an equilateral triangle with side length of 1.20m

Find the work done in each of the following cases:

- to bring the first particle, $q_1 = 1.00 \text{ pC}$, to P from infinity
- to bring the second particle, $q_2 = 2.00 \text{ pC}$, to Q from infinity.
- to bring the last particle, $q_3 = 3.00 \text{ pC}$, to R from infinity.
- Find the total potential energy stored in the final configuration of q_1 , q_2 , and q_3 .

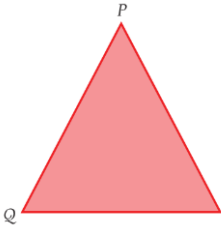
ثلاث شحنات q_1 ، q_2 ، q_3 ، تقع في زوايا مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه 1.20m

أوجد الشغل اللازم في كل حالة من الحالات التالية:
أ. لنقل الجسيم الأول، $q_1 = 1.00 \text{ pC}$ ، إلى P من اللانهاية

ب. لنقل الجسيم الثاني، $q_2 = 2.00 \text{ pC}$ ، إلى Q من اللانهاية.

ج. لنقل الجسيم الأخير، $q_3 = 3.00 \text{ pC}$ ، إلى R من اللانهاية.

د. أوجد إجمالي طاقة الوضع الكهربائية للنظام المكون من الثلاث شحنات q_1 و q_2 و q_3 .



قطوف فيزيائية

In molecules of gaseous sodium chloride, the chloride ion has one more electron than proton, and the sodium ion has one more proton than electron. These ions are separated by about 0.236 nm. How much work would be required to increase the distance between these ions to 1.00 cm?

في جزيئات كلوريد الصوديوم الغازي، يحتوي أيون الكلوريد على إلكترون واحد أكثر من عدد البروتونات، ويحتوي أيون الصوديوم على بروتون واحد أكثر من عدد الإلكترونات ويفصل بين هذه الأيونات مسافة 0.236 nm تقريباً.

ما مقدار الشغل اللازم بذله لزيادة المسافة بين الأيونين إلى 1.00 cm؟

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 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 مباشرة 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؟

Nuclear fusion reactions require that positively charged nuclei be brought into close proximity, against electrostatic repulsion. As a simple example, suppose a proton is fired at a second stationary proton from a large distance away. What kinetic energy must be given to the moving proton to get it to come within $1.00 \times 10^{-15} \text{ m}$ of the target? Assume that there is a head-on collision and that the target is fixed in place

تتطلب تفاعلات الاندماج النووي تقريب الأنوية موجبة الشحنة، للتغلب على التنافر الكهروستاتيكي. من الأمثلة البسيطة على ذلك، افترض أن بروتونا أطلق على بروتون ثابت آخر من مسافة بعيدة. ما الطاقة الحركية اللازم توفيرها للبروتون المتحرك ليكون على بُعد $1.00 \times 10^{-15} \text{ m}$ من الهدف؟ افترض وجود تصادم من الأمام وأن الهدف ثابت

11	
Two protons at rest and separated by 1.00 mm are released. What is the speed of either at the instant when the two are 10.0 mm apart?	تم إطلاق بروتونين من السكون في وقت واحد وكانت المسافة الفاصلة بينهما 1.00 mm. ما سرعة أي منهما عندما تكون المسافة الفاصلة بينهما 10.0 mm؟
قطوف فيزياء	
12	
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	بروتون سرعته 1.23×10^4 m/s يتحرك من ما لانهاية مباشرة تجاه بروتون آخر. بافتراض أن البروتون الثاني ثابت في مكانه، أوجد الموقع الذي يتوقف فيه البروتون المتحرك للحظة قبل أن يستدير
قطوف فيزيائية *	
13	
A particle with a charge of $+5.00 \mu\text{C}$ is released from rest at a point on the x-axis, where $x = 0.100$ m. It begins to move as a result of the presence of a $+9.00 \mu\text{C}$ charge that remains fixed at the origin. What is the kinetic energy of the particle at the instant it passes the point $x = 0.200$ m?	أطلق جسيم شحنته $+5.00 \mu\text{C}$ من السكون عند نقطة على المحور x حيث $x = 0.100$ m. وبدأ في التحرك بسبب وجود شحنة $+9.00 \mu\text{C}$ ظلت ثابتة عند نقطة الأصل. ما مقدار الطاقة الحركية للجسيم في لحظة مروره بالنقطة $x = 0.200$ m؟
قطوف فيزيائية	

14

In the adjacent figure, if the potential energy of the charge q_1 is equal to $-8.4 \times 10^6 \text{ J}$, find the work done by the electric field to move one of the two charges to the midpoint

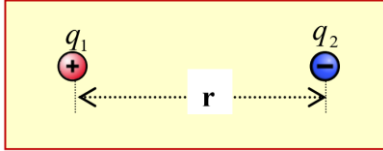
في الشكل المجاور إذا كانت طاقة وضع الشحنة q_1 تساوي $-8.4 \times 10^6 \text{ J}$ فإن الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي لتحريك إحدى الشحنتين إلى منتصف المسافة بينهما يساوي

$$8.4 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$-8.4 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$4.2 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$-4.2 \times 10^{-6} \text{ J}$$



15

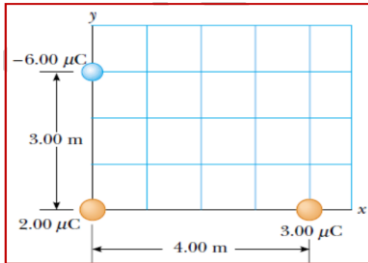
A fixed point charge $(+3.0 \mu\text{C})$ is placed at a $(0,0)$ in the (x,y) plane. What work is required to move a point charge $(+2.0 \mu\text{C})$ from $(5.0 \text{ cm}, 0.0 \text{ cm})$ to $(0.0 \text{ cm}, 2.0 \text{ cm})$

شحنة نقطية $(+3.0 \mu\text{C})$ ثابتة موضوعة عند الموقع $(0, 0)$ في المستوى (x, y) ما الشغل اللازم لتحريك شحنة $(+2.0 \mu\text{C})$ من الموقع $(5.0 \text{ cm}, 0.0 \text{ cm})$ إلى الموقع $(0.0 \text{ cm}, 2.0 \text{ cm})$

16

From the adjacent figure calculate the potential energy for the system

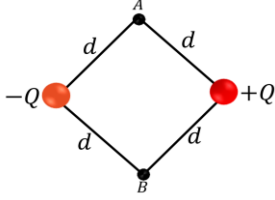
من الشكل المجاور احسب طاقة الوضع الكهربائية للنظام



17

In the figure: How much work is done to move the charge q from point A to point B?

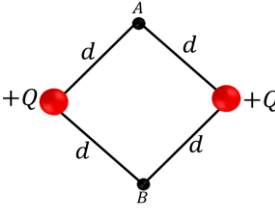
في الشكل المقابل: ما مقدار الشغل المبذول لنقل الشحنة q من النقطة A إلى النقطة B



18

In the figure: How much work is done to move the charge q from point A to point B?

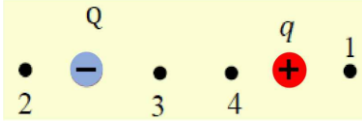
في الشكل المقابل: ما مقدار الشغل المبذول لنقل الشحنة q من النقطة A إلى النقطة B



19

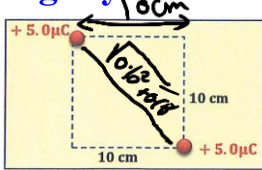
To what point must the charge q be moved to increase its potential energy ?

إلى أي نقطة يجب نقل الشحنة q كي تزداد طاقة وضعها ؟



3.6 Electric Potential Energy of a System of Point Charges

3.6 طاقة الوضع الكهربائية لنظام الشحنات النقطية

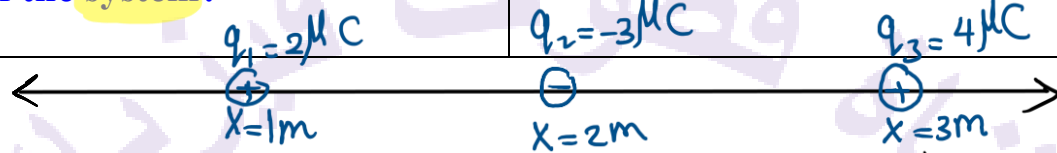
1			
When two charges are separated by a distance d, their electric potential energy is equal to U. What would be their electric potential energy if the separation distance was $d/2$?		شحنتان نقطيتان تفصل بينهما مسافة d وطاقة الوضع الكهربائية لهما U ماذا يحدث لطاقة الوضع الكهربائية إذا أصبحت المسافة بينهما $d/2$ ؟ $U = \frac{kq_1q_2}{r}$	
2U	4U	U/2	U/4
2			
When two charges are separated by a distance d, their electric potential energy is equal to U. What would be their electric potential energy if the separation distance was $3d$?		شحنتان نقطيتان تفصل بينهما مسافة d وطاقة الوضع الكهربائية لهما U ماذا يحدث لطاقة الوضع الكهربائية إذا أصبحت المسافة بينهما $3d$ ؟ $U = \frac{kq_1q_2}{r}$	
3U	9U	U/3	U/9
3			
Two-point charges ($+5.0\mu\text{C}$) each are placed on two corners of a square with side length (10cm), as shown in the figure. What is the electric potential energy of the two-charge system?		شحنتان نقطيتان كل منها ($+5.0\mu\text{C}$) موضوعتان على زاويتي مربع طول ضلعه (10cm) كما في الشكل ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية للنظام المكون من الشحنتين؟	
		$U = \frac{kq_1q_2}{r} = \frac{(9 \times 10^9)(5 \times 10^{-6})^2}{\sqrt{10^2 + 10^2}}$ $U = 1.6 \text{ J}$	
4			
What is the electric potential energy of a system consisting of three charges, each of $2\mu\text{C}$, at the corners of an equilateral triangle with a side length of 20cm?		ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية لنظام مكون من ثلاث شحنات مقدار كلاً منها $2\mu\text{C}$ على زوايا مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه 20cm ؟	
$U_{\text{system}} = 3 \frac{kq^2}{r} = 3 \times \frac{9 \times 10^9 (2 \times 10^{-6})^2}{0.20} = 0.54 \text{ J}$			

5

Three-point charges on the x axis

$q_1 = 2\mu\text{C}$ at location $x=1.0\text{m}$
 $q_2 = -3\mu\text{C}$ at location $x=2.0\text{m}$
 and $q_3 = 4\mu\text{C}$ at location $x=3.0\text{m}$
 What is the electrical potential energy of the system?

تقع ثلاث شحنات نقطية على محور x
 $q_1 = 2\mu\text{C}$ عند موقع $x = 1.0\text{m}$
 و $q_2 = -3\mu\text{C}$ عند موقع $x = 2.0\text{m}$
 و $q_3 = 4\mu\text{C}$ عند موقع $x = 3.0\text{m}$
 ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية للنظام؟



$$U_{\text{system}} = U_{12} + U_{13} + U_{23}$$

$$= k \left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \right)$$

$$= 9 \times 10^9 \left(\frac{2 \times -3}{1} + \frac{2 \times 4}{2} + \frac{-3 \times 4}{1} \right) \times 10^{-12} = -0.126 \text{ J}$$

6

Each of the following pairs of charges are separated by a distance d. Which pair has the highest potential energy?

كل من أزواج الشحنات التالية هي تفصل بينهما مسافة d. أي زوج لديه أكبر طاقة وضع كهربائية؟

All pairs have the same potential energy

-5 C and +3 C

+5 C and -3 C

+5 C and +3 C

7

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?

ما مقدار الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي لتحريك بروتون من نقطة جهدها +180 V إلى نقطة عند جهد -60.0 V؟

$$W_e = ?$$

$$q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$V_1 = +180 \text{ V}$$

$$V_2 = -60 \text{ V}$$

$$W_e = -q \Delta V = -\Delta U = \Delta K$$

$$W_e = -q \Delta V$$

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

$$W_e = 3.87 \times 10^{-17} \text{ J} = 240 \text{ eV}$$

Three charges, q_1, q_2, q_3 , are located at the corners of an equilateral triangle with side length of 1.20m $W_{ex} = \Delta U$

Find the work done in each of the following cases:

a. to bring the first particle, $q_1 = 1.00 \text{ pC}$, to P from infinity $U_i = 0$

b. to bring the second particle, $q_2 = 2.00 \text{ pC}$, to Q from infinity. $U_i = 0$

c. to bring the last particle, $q_3 = 3.00 \text{ pC}$, to R from infinity.

d. Find the total potential energy stored in the final configuration of q_1, q_2 , and q_3 .

ثلاث شحنات q_1, q_2, q_3 ، تقع في زوايا مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه 1.20m

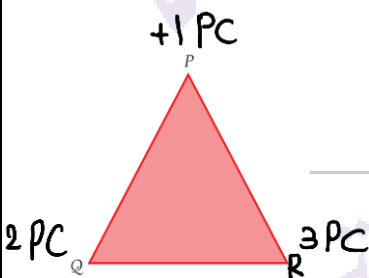
أوجد الشغل اللازم في كل حالة من الحالات التالية:

أ. لنقل الجسيم الأول، $q_1 = 1.00 \text{ pC}$ ، إلى P من اللانهاية

ب. لنقل الجسيم الثاني، $q_2 = 2.00 \text{ pC}$ ، إلى Q من اللانهاية.

ج. لنقل الجسيم الأخير، $q_3 = 3.00 \text{ pC}$ ، إلى R من اللانهاية.

د. أوجد إجمالي طاقة الوضع الكهربائية للنظام المكون من الثلاث شحنات q_1 و q_2 و q_3 .



(a) $W = 0$

(b) $W = U_f - U_i = \frac{k q_1 q_2}{r}$
 $= \frac{(9 \times 10^9)(1 \times 10^{-12})(2 \times 10^{-12})}{1.20}$
 $W = 1.5 \times 10^{-14} \text{ J}$

(c) $W = U_f - U_i$

$W = U_f = \frac{k q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{k q_2 q_3}{r_{23}}$

$= \frac{9 \times 10^9}{1.20} (1 \times 10^{-12} \times 3 \times 10^{-12} + 2 \times 10^{-12} \times 3 \times 10^{-12})$

$W = 6.75 \times 10^{-14} \text{ J}$

(d) $U_{\text{system}} = U_{12} + U_{23} + U_{13}$
 $= \frac{k}{r} (q_1 q_2 + q_2 q_3 + q_1 q_3)$
 $= \frac{9 \times 10^9}{1.20} (1 \times 2 + 2 \times 3 + 1 \times 3) \times 10^{-24}$

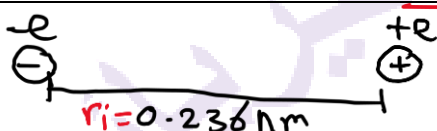
$U_{\text{system}} = 8.25 \times 10^{-14} \text{ J}$

قناة قطوف فيزيائية

لا تنسونا من صالح دعائكم

In molecules of gaseous sodium chloride, the chloride ion has one more electron than proton, and the sodium ion has one more proton than electron. These ions are separated by about 0.236 nm. How much work would be required to increase the distance between these ions to 1.00 cm?

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



$$W = \Delta U = k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right)$$

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

$$W = 9.76 \times 10^{-19} \text{ J}$$

9

A positive charge of 4.50 μC is fixed in place. A particle of mass 6.00 g and charge +3.00 μC is fired with an initial speed of 66.0 m/s directly toward the fixed charge from 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 μC ثابتة في مكانها. وأطلق جسيم كتلته 6.00 g وشحنته +3.00 μC بسرعة ابتدائية مقدارها 66.0 m/s مباشرة 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؟

$$W_e = -q\Delta V = -\Delta U = \Delta K$$

$$q_1 = 4.50 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$m = 0.006 \text{ kg}$$

$$q_2 = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$u_i = 66 \text{ m/s}$$

$$r_i = 4.20 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$r_f = ?$$

$$v_f = 0$$

$$-\Delta U = \Delta K$$

$$k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right) = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$9 \times 10^9 \times 4.50 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6} \left(\frac{1}{4.20 \times 10^{-2}} - \frac{1}{r_f} \right) =$$

$$\frac{1}{2} \times 0.006 (0 - 66^2)$$

$$r_f = 7.6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Nuclear fusion reactions require that positively charged nuclei be brought into close proximity, against electrostatic repulsion. As a simple example, suppose a proton is fired at a second stationary proton from a large distance away. What kinetic energy must be given to the moving proton to get it to come within $1.00 \times 10^{-15} \text{ m}$ of the target?

Assume that there is a head-on collision and that the target is fixed in place

تتطلب تفاعلات الاندماج النووي تقريب الأنوية موجبة الشحنة، للتغلب على التنافر الكهروستاتيكي. من الأمثلة البسيطة على ذلك، افترض أن بروتونا أُطلق على بروتون ثابت آخر من مسافة بعيدة. ما الطاقة الحركية اللازم توفيرها للبروتون المتحرك ليكون على بُعد $1.00 \times 10^{-15} \text{ m}$ من الهدف؟ افترض وجود تصادم من الأمام وأن الهدف ثابت

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



$$K_f = 0$$

$$K_i = ?$$

$$-\Delta U = \Delta K$$

$$U_i - U_f = K_f - K_i$$

$$K_i = U_f = \frac{k q_1 q_2}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{1 \times 10^{-15}}$$

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

Two protons at rest and separated by 1.00 mm are released. What is the speed of either at the instant when the two are 10.0 mm apart?

تم إطلاق بروتونين من السكون في وقت واحد وكانت المسافة الفاصلة بينهما 1.00 mm ما سرعة أي منهما عندما تكون المسافة الفاصلة بينهما 10.0 mm ؟

$$U_i = 0$$

$$r_i = 1 \text{ mm}$$

$$U_f = ?$$

$$r_f = 10 \text{ mm}$$

$$m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$-\Delta U = \Delta K$$

$$k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right) = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) \times 2$$

$$9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2 \left(\frac{1}{0.001} - \frac{1}{0.01} \right) = 1.67 \times 10^{-27} v_f^2$$

$$v_f = 11.1 \text{ m/s}$$

12

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

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

$$q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$v_i = 1.23 \times 10^4 \text{ m/s}$$

$$v_f = ?$$

$$v_i = 0$$



$$-\Delta U = \Delta K$$

$$U_i - U_f = K_f - K_i$$

$$U_f = K_i$$

$$\frac{k e^2}{r} = \frac{1}{2} m v^2$$

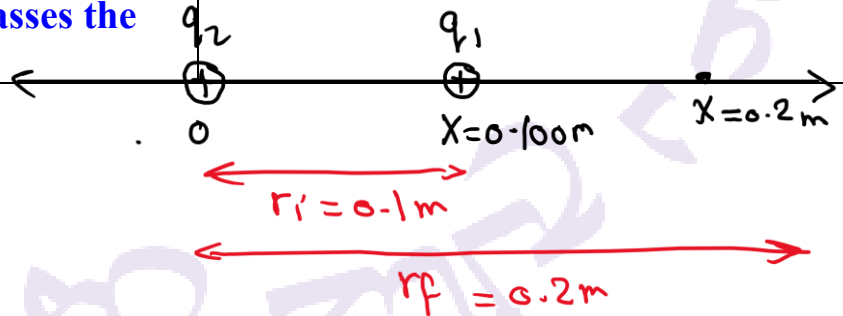
$$r = 1.8 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2 = \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} \times (1.23 \times 10^4)^2$$

13

A particle with a charge of $+5.00 \mu\text{C}$ is released from rest at a point on the x-axis, where $x = 0.100$ m. It begins to move as a result of the presence of a $+9.00 \mu\text{C}$ charge that remains fixed at the origin. What is the kinetic energy of the particle at the instant it passes the point $x = 0.200$ m?

أطلق جسيم شحنته $+5.00 \mu\text{C}$ من السكون عند نقطة على المحور x حيث $x = 0.100$ m. وبدأ في التحرك بسبب وجود شحنة $+9.00 \mu\text{C}$ ظلت ثابتة عند نقطة الأصل. ما مقدار الطاقة الحركية للجسيم في لحظة مروره بالنقطة $x = 0.200$ m؟



$$q_1 = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$v_i = 0$$

$$q_2 = 9 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$K_f = ?$$

$$-\Delta U = \Delta K$$

$$k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right) = K_f - K_i$$

$$K_f = 2.025 \text{ J}$$

$$9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{-6} \times \left(\frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.2} \right) = K_f$$

14

In the adjacent figure, if the potential energy of the charge q_1 is equal to $-8.4 \times 10^6 \text{ J}$, find the **work done by the electric field** to move one of the two charges to the midpoint

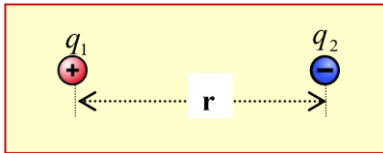
في الشكل المجاور إذا كانت طاقة وضع الشحنة q_1 تساوي $-8.4 \times 10^6 \text{ J}$ فإن الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي لتحريك إحدى الشحنتين إلى منتصف المسافة بينهما يساوي

$$8.4 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$-8.4 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$4.2 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$-4.2 \times 10^{-6} \text{ J}$$



$$U_i = -8.4 \times 10^6 \text{ J}$$

$$W_e = -\Delta U$$

$$U_f = -16.8 \times 10^6 \text{ J}$$

$$W_e = U_i - U_f$$

$$= -8.4 \times 10^6 - (-16.8 \times 10^6)$$

$$= 8.4 \times 10^6 \text{ J}$$

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

15

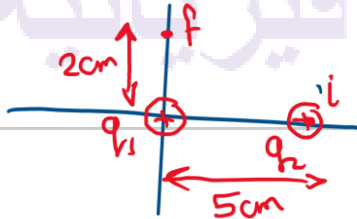
A fixed point charge $(+3.0 \mu\text{C})$ is placed at a $(0,0)$ in the (x,y) plane. What work is required to move a point charge $(+2.0 \mu\text{C})$ from $(5.0 \text{ cm}, 0.0 \text{ cm})$ to $(0.0 \text{ cm}, 2.0 \text{ cm})$

شحنة نقطية $(+3.0 \mu\text{C})$ ثابتة موضوعة عند الموقع $(0,0)$ في المستوى (x,y) ما الشغل اللازم لتحريك شحنة $(+2.0 \mu\text{C})$ من الموقع $(5.0 \text{ cm}, 0.0 \text{ cm})$ إلى الموقع $(0.0 \text{ cm}, 2.0 \text{ cm})$

$$q_1 = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$W = ?$$

$$q_2 = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$$



$$W_{ex} = \Delta U$$

$$W_{ex} = k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right)$$

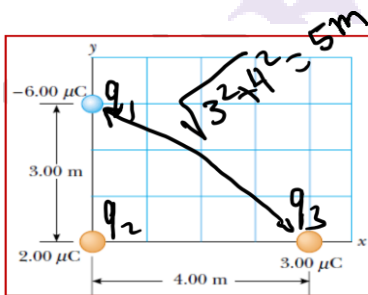
$$W_{ex} = 9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6} \left(\frac{1}{0.02} - \frac{1}{0.05} \right)$$

$$W_{ex} = 1.62 \text{ J}$$

16

From the adjacent figure calculate the **potential energy for the system**

من الشكل المجاور احسب طاقة الوضع الكهربائية للنظام



$$U_{\text{system}} = U_{12} + U_{13} + U_{23}$$

$$= k \left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \right)$$

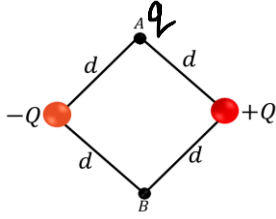
$$U_{\text{system}} = 9 \times 10^9 \left(\frac{-6 \times 2}{3} + \frac{-6 \times 3}{5} + \frac{2 \times 3}{4} \right) \times 10^{-12}$$

$$U_{\text{system}} = -0.055 \text{ J}$$

17

In the figure: How much work is done to move the charge q from point A to point B?

في الشكل المقابل: ما مقدار الشغل المبذول لنقل الشحنة q من النقطة A إلى النقطة B



$$U_A = 0$$

$$U_B = 0$$

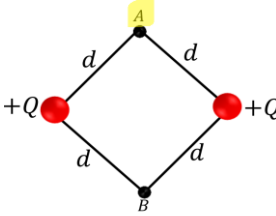
$$W = 0$$

$$\frac{kq(-Q)}{d} + \frac{kq(+Q)}{d} = 0$$

18

In the figure: How much work is done to move the charge q from point A to point B?

في الشكل المقابل: ما مقدار الشغل المبذول لنقل الشحنة q من النقطة A إلى النقطة B



$$U_A = 2 \frac{kqQ}{d}$$

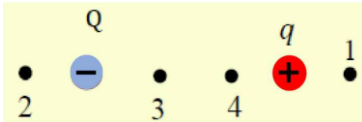
$$U_B = 2 \frac{kqQ}{d}$$

$$W = \Delta U = 0$$

19

To what point must the charge q be moved to increase its potential energy?

إلى أي نقطة يجب نقل الشحنة q كي تزداد طاقة وضعها؟



①