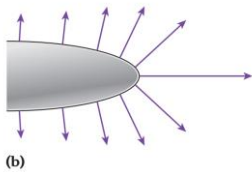
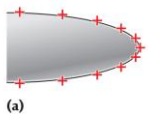


3.3 Equipotential Surfaces and Lines 3.3 أسطح وخطوط تساوي الجهد

Equipotential surfaces and lines

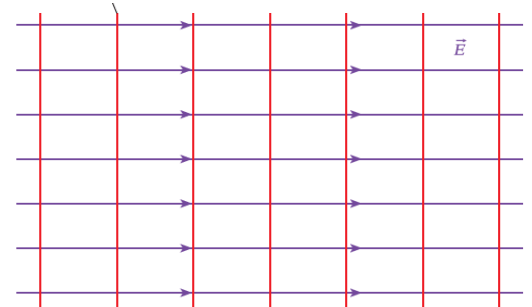
- The surface of any conductor is an example of an equipotential surface
- Equipotential surfaces are perpendicular to the direction of the field
- The work done to move a charge on equipotential surfaces = zero



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)

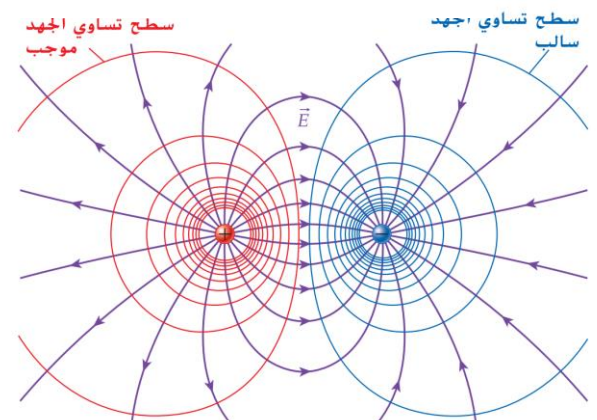
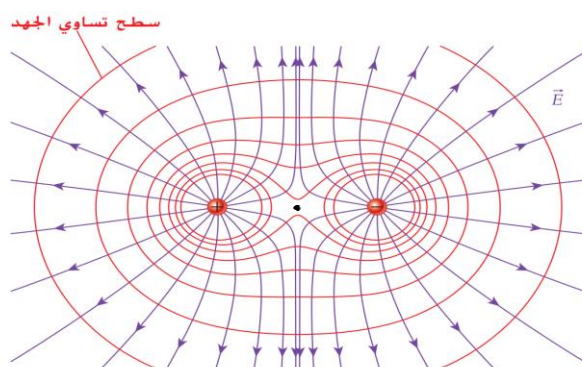
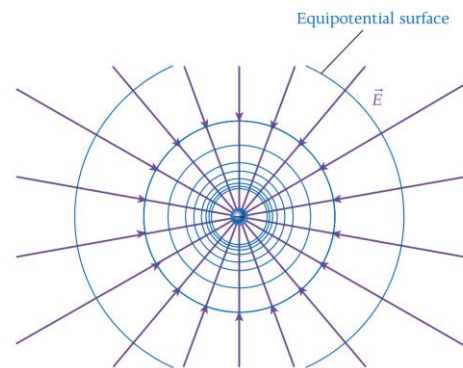
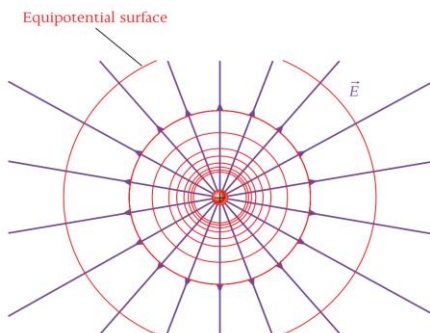
Equipotential surfaces of a point charge

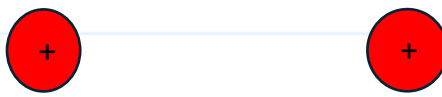
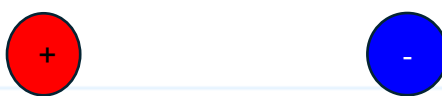
•Electric field lines:

- ✓ 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

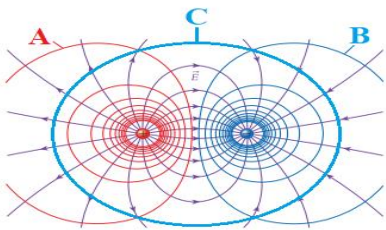
When a charge moves on an equipotential surface, the work done

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

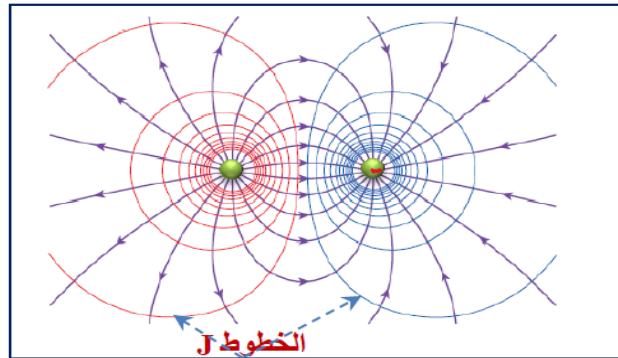
A, B

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 ؟



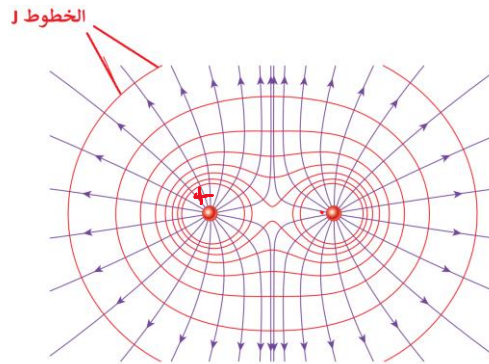
الشحنتين Point Charges	الخطوط J Lines J
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	خطوط المجال الكهربائي Electric field lines
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces
متساويتين وموجبتين Identical and positive	خطوط المجال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

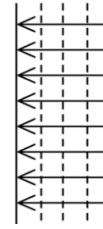
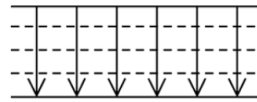
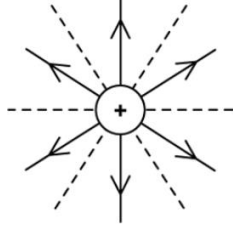
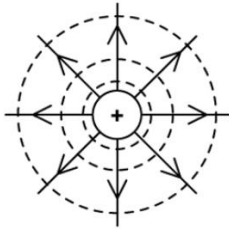


الشحنتين Point Charges	الخطوط J Lines J
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	خطوط المجال الكهربائي Electric field lines
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces
متساويتين وموجبتين Identical and positive	أسطح تساوي الجهد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

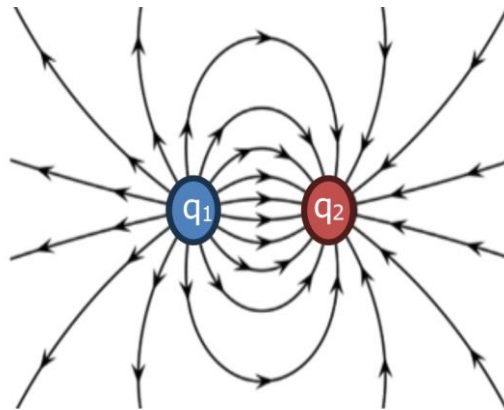
أي من الأشكال التالية لا يمثل بدقة خطوط تساوي الجهد الممثلة بالخطوط المنقطه؟



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

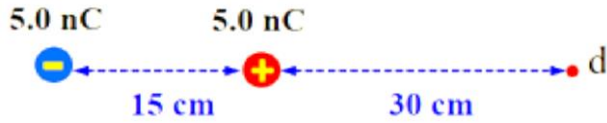
3- ارسم على الشكل خطين يمثلان سطحي تساوي جهد أحدهما يحيط بالشحنة q_1 والآخر يحيط بالشحنة q_2

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

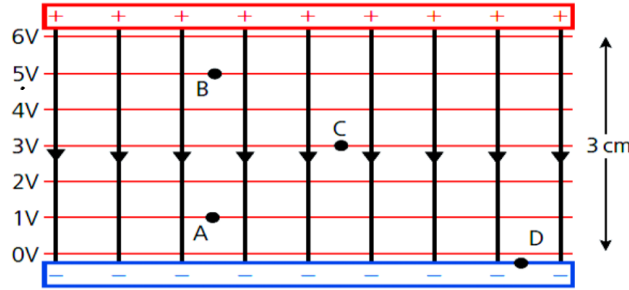


If you place a point charge at point d, how do the electric potential and electric field at point d change?

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?

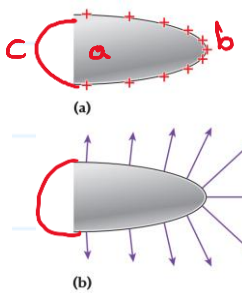
(e) إذا تحرر إلكترون عند النقطة A وتسارع باتجاه النقطة B، ما مقدار الطاقة الحركية التي يكتسبها بوحدة الإلكترون فولت؟

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

3.3 Equipotential Surfaces and Lines أسطح وخطوط تساوي الجهد

Equipotential surfaces and lines

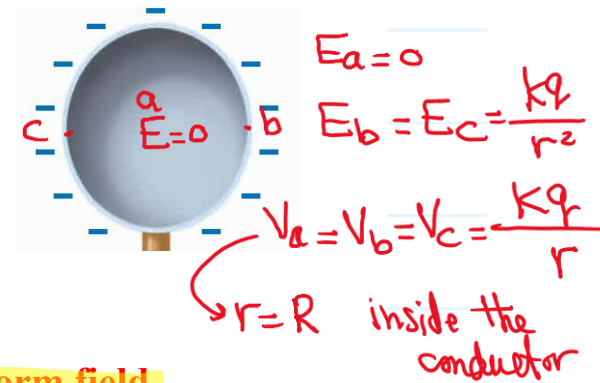
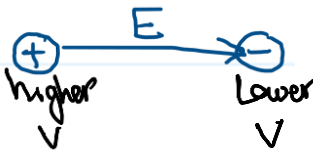
- The surface of **any conductor** is an example of an **equipotential surface**
- Equipotential surfaces are **perpendicular** to the direction of the field
- The work done to move a charge on equipotential surfaces = zero $W_e = -q\Delta V$



$$E_a = 0$$

$$E_b > E_c$$

$$V_a = V_b = V_c$$



Equipotential surfaces in a uniform field

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

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

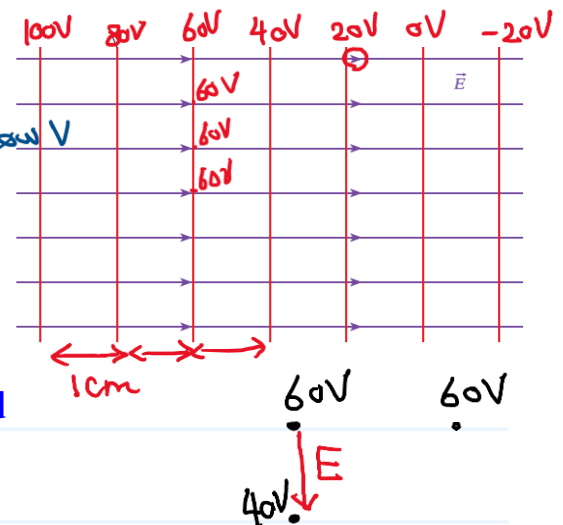
$$E = \left| \frac{\Delta V}{d} \right|$$

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



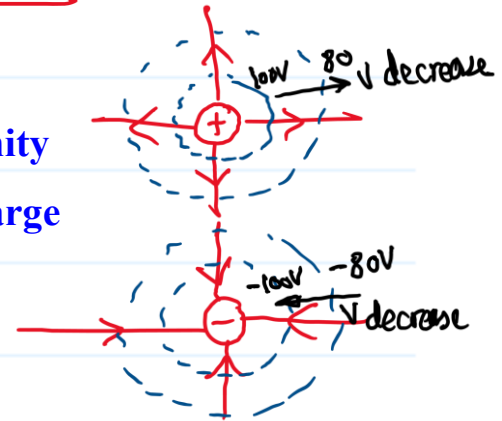
- Equipotential surfaces are represented by lines perpendicular to the field and equidistant from each other

(have no direction)

Equipotential surfaces of a point charge

•Electric field lines:

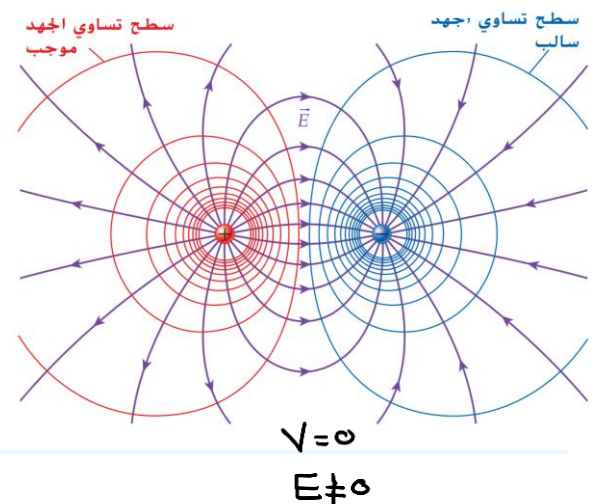
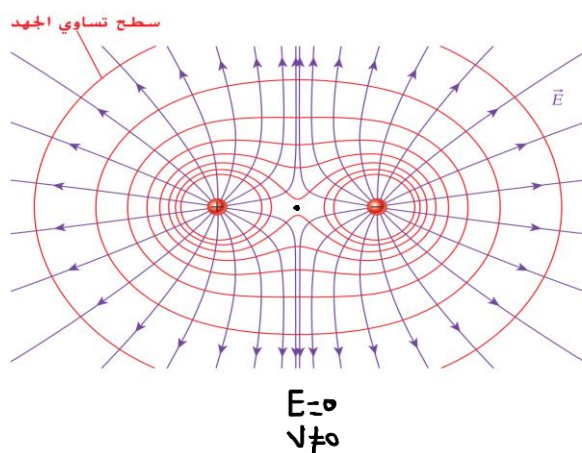
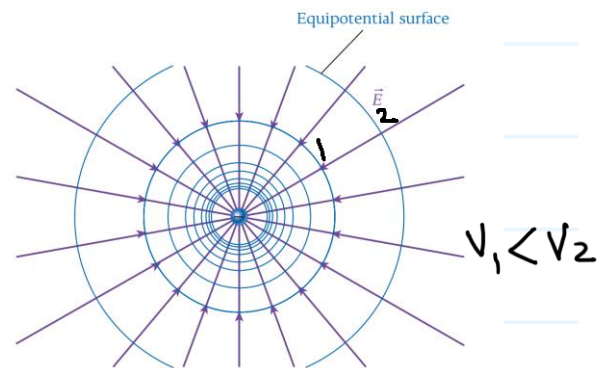
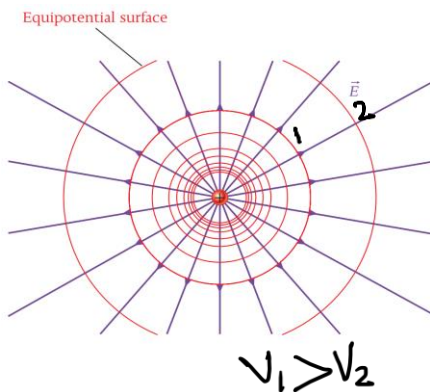
- ✓ They start at the positive charge and end at infinity
- ✓ They start at infinity and end at the negative charge



•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

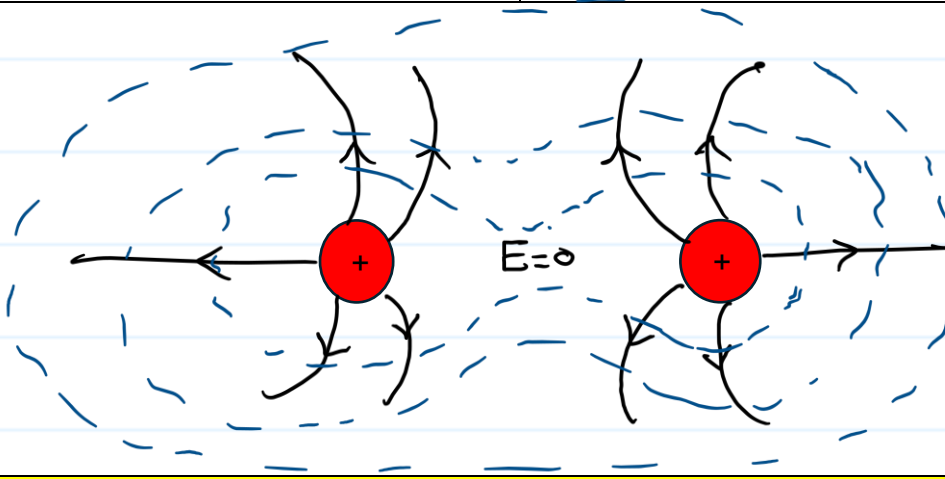
$$E = \left| \frac{\Delta V}{\Delta r} \right|$$



1

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

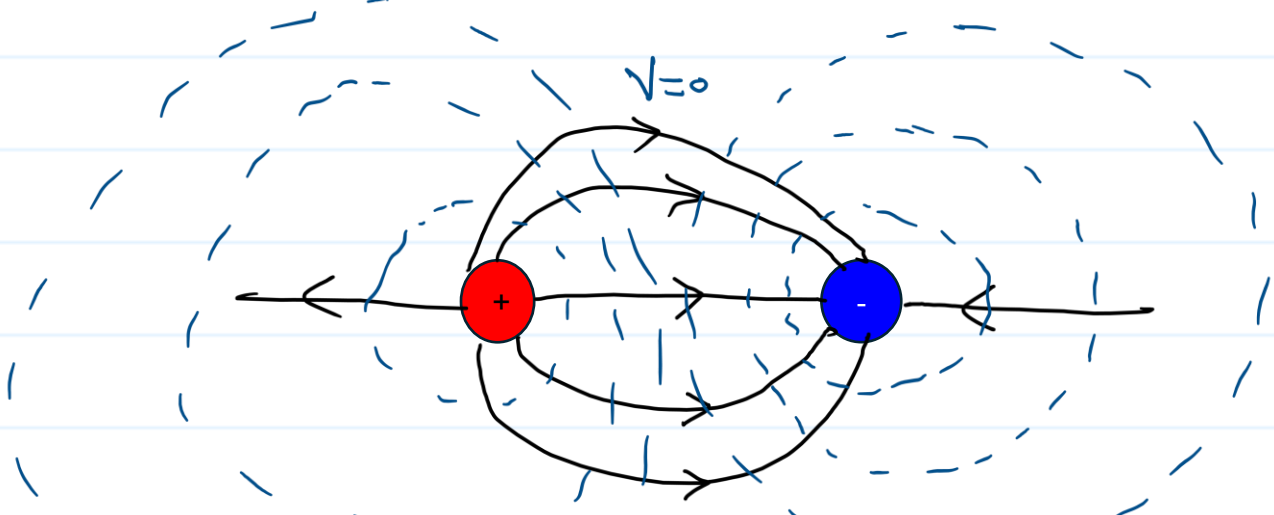
ارسم خطوط المجال وأسطح تساوي الجهد لشحنتين موجبتين ومتساويتان في المقدار



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

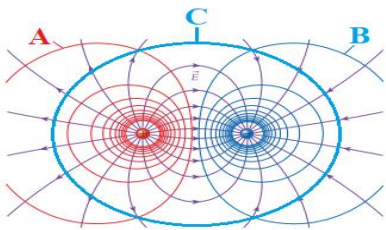
When a charge moves on an equipotential surface, the work done on the charge is zero

✓

6

Which of the following is not an equipotential surface?

أي مما يأتي ليس سطح تساوي جهد؟



A

B

C

A, B

7

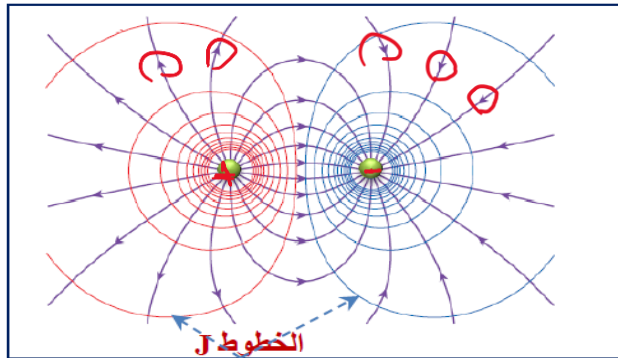
The figure below shows the electric field lines and equipotential surfaces of two point charges

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

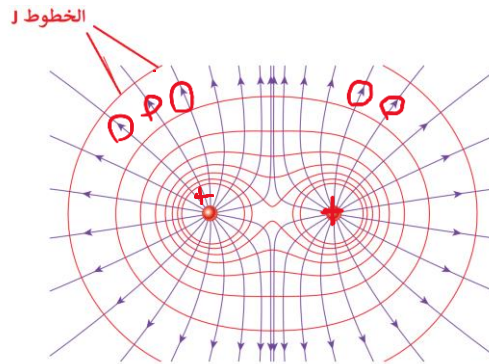
8

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

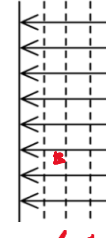
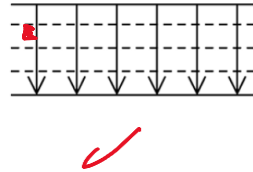
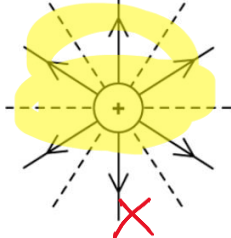
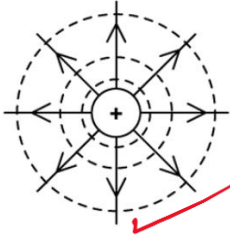


الشحنتين Point Charges	الخطوط J Lines J
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	خطوط المجال الكهربائي Electric field lines
متساويتين ومختلفتين في النوع Same magnitude and opposite sign	أسطح تساوي الجهد Equipotential surfaces
متساويتين وموجبتين Identical and positive	أسطح تساوي الجهد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

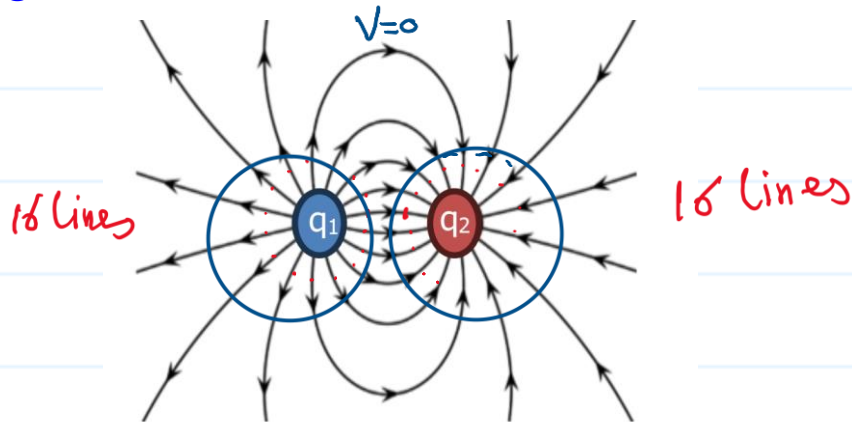
أي من الأشكال التالية لا يمثل بدقة خطوط تساوي الجهد الممثلة بالخطوط المنقطه ؟



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

$q_1 = 6.0 \mu C$

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

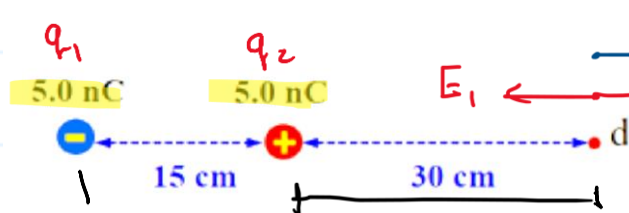
3- ارسم على الشكل خطين يمثلان سطحي تساوي جهد أحدهما يحيط بالشحنة q_1 والآخر يحيط بالشحنة q_2

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 .

11

Find the electric field and the electric potential at the point

احسب المجال الكهربائي والجهد الكهربائي عند النقطة d



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

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

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

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

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

$$V_{\text{tot}} = 250 \text{ V}$$

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

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

to the right

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

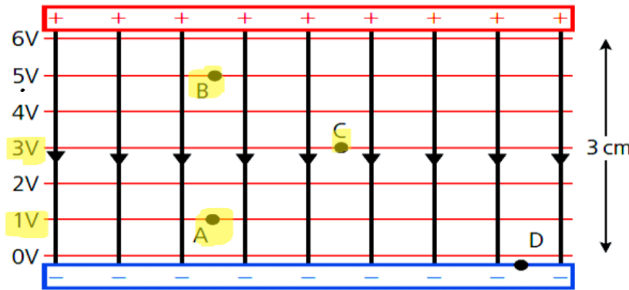
إذا وضعت شحنة نقطية عند النقطة d كيف يتغير الجهد الكهربائي والمجال الكهربائي عند النقطة d

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،

It will accelerate with E (down) constant acceleration

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؟

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

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؟

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