إثرائي Enrichment CH3

- 3.1 إثرائي
  حالة خاصة : ثنائي القطب في مجال كهربائي منتظم
- 3.2 قراءة ذاتية
  البطاريات | إثرائي
  مولد فان دي غراف
- 3.4 إثرائي
  التوزيع المتصل للشحنة
- 3.5 إثرائي
  المحتوى بعد مثال 3.6 كما ورد في الكتاب

PHYSICS

الفيزياء

FIRST TRIMESTER

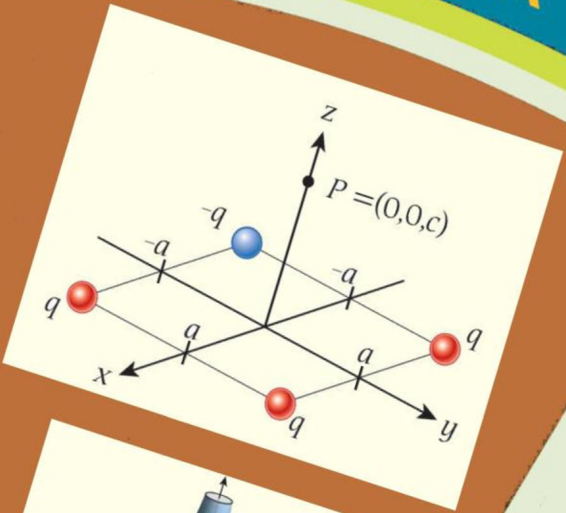
الفصل الدراسي الأول

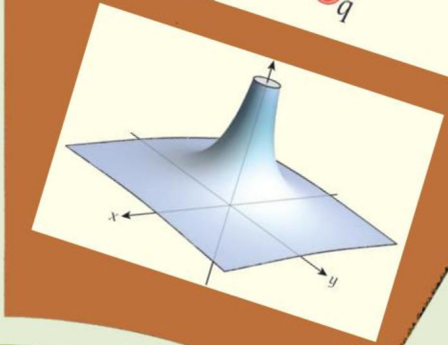
متقدم 12 ADVANCED

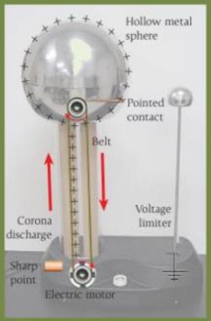
ELECTRIC POTENTIAL

3

الجهد الكهربائي







عبدالله فاضل فريحات
العين - 0507438910

حمّاد نمر حسن
أبو ظبي - 0556148911

العام الدراسي 2024 – 2025

Electric Potential Energy 3.1 طاقة الوضع الكهربائية

Electric potential energy

Electric potential energy is analogous to gravitational potential energy.
The change in electric potential energy is proportional to the work done by the electric field on a charge.

1- For a system of two or more particles, the work done by an electric force, *We*, when the system configuration changes from an initial state to a final state, is given in terms of the change in **electric potential energy** (ΔU) :

$$\Delta U = U\text{f} - U\text{i} = -W\text{e}$$

$$(W_e = -\Delta U) \Rightarrow (\Delta U = U_f - U_i)$$

2- moving the charge from infinity to any point by the electric field :

$$(U_i = U_\infty = 0.0)$$

طاقة الوضع الكهربائية

تتشابه طاقة الوضع الكهربائية مع طاقة الوضع الجذبية.
يتناسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية مع الشغل المبذول من المجال الكهربائي على الشحنة

1- بالنسبة إلى نظام به جسيمان أو أكثر، فإن الشغل الذي تبذله قوة كهربائية، We، عند تغيير تكوين النظام من حالة ابتدائية إلى حالة نهائية ، يتحدد بدلالة التغير في طاقة الوضع الكهربائية، (ΔU) :

$$\Delta U = U\text{f} - U\text{i} = -W\text{e}$$

$$(W_e = -\Delta U) \Rightarrow (\Delta U = U_f - U_i)$$

2- لتحريك شحنة من مالانهاية إلى أي نقطة في المجال الكهربائي :

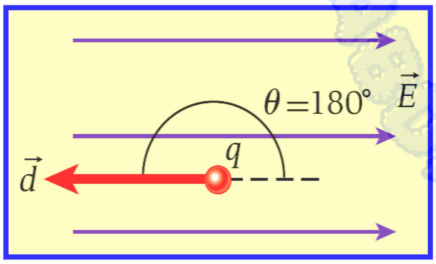
$$(U_i = U_\infty = 0.0)$$

$$W_e = \vec{F}\cdot\vec{d} = q\vec{E}\cdot\vec{d} = qEd\cos\theta = -\Delta U$$

$$W_e = -\Delta U$$

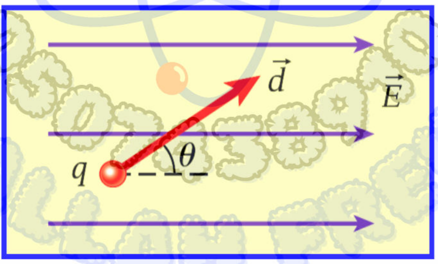
where θ is the angle between the electric force and the displacement
θ الزوية بين القوة الكهربائية و الازاحة

Charge in a Constant Electric Fieldy شحنة في مجال كهربائي منتظم



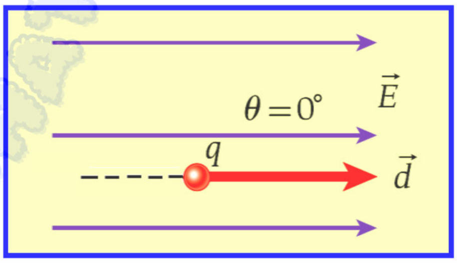
Work done by an electric field, on a moving charge $q > 0$:
the displacement is antiparalle to the electric field (**θ = 180°**), the work done by the field is ***W* = -*qEd***

القوة و الازاحة في اتجاهين متعاكسين الزاوية بينهما (**θ = 180°**), شغل المجال سالب



Work done by an electric field, on a moving charge $q > 0$:
general case
the work done by the field on the charge is ***W* = *qEd cos* θ**

الإزاحة تميل على المجال بزاوية
***W* = *qEd cos* θ**

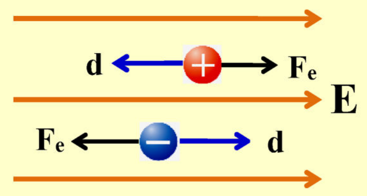


Work done by an electric field, on a moving charge, $q > 0$:
where the displacement is in the same direction as the electric field (**θ = 0°**), the work done by the field on the charge is ***W* = *qEd***.

عندما تكون الإزاحة موازية للمجال الكهربائي (**θ = 0°**), يكون الشغل المبذول من المجال الكهربائي على الشحنة ***W* = *qEd***

Because the change in electric potential energy is related to the work done on the charge by **$\Delta U = -W$**, if **$q > 0$**, the charge **loses potential energy** when the displacement is in the same direction as the electric field and **gains potential energy** when the displacement is in the direction opposite to the electric field.

نظرا لأن التغير في طاقة الوضع الكهربائية يرتبط بالشغل المبذول على الشحنة من خلال العلاقة **ΔU = −W** اذا كانّ **q > 0** فإن الشحنة تفقد طاقة وضع عندما تكون الإزاحة في نفس اتجاه المجال الكهربائي وتكتسب طاقة وضع عندما تكون الإزاحة في الاتجاه المعاكس للمجال الكهربائي

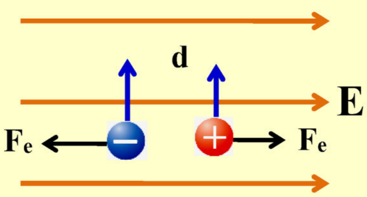


Force is perpendicular to displacement

We (-) , ($\Delta U = -W$)

the charge gains potential energy

الحركة عكس اتجاه قوة المجال ، يكون شغل المجال سالب يؤدي إلى زيادة طاقة الوضع ونقصان طاقة الحركة

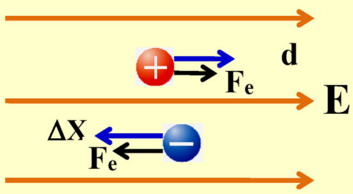


Force is perpendicular to displacement

We (0) , ($\Delta U = -W = 0$)

the electrical potential energy does not change

الحركة عمودية على المجال ، يكون الشغل صفراً و لا يحدث تغير في طاقة الوضع



The charge is affected by electric force .

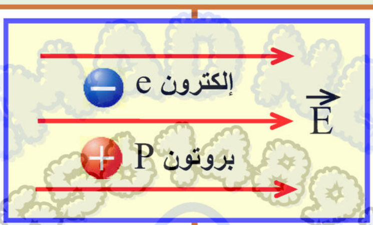
We (+) , ($\Delta U = -W$)

the charge loses potential energy

تتحرك الشحنة بفعل قوة المجال ، شغل المجال موجب يؤدي إلى نقصان طاقة الوضع و زيادة طاقة الحركة

السؤال (1)

Proton and electron were placed in a uniform electric field . What happens to their electrical potential energy if they are left to movefreely ?



وضع إلكترون و بروتون في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل المجاور . ماذا يطرا على طاقة وضع كل من الجسمين إذا تركا يتحركان بحرية في المجال ؟

Proton moves with the same direction of the electric field and there is a decreases in potential energy .

Electron moves in the opposits direction of the electric field and There is a decreases in potential energy .

يتحرك البروتون نحو اليمين حيث يبذل عليه المجال شغلاً موجباً يؤدي إلى نقصاً في طاقة وضعه .

يتحرك الالكترون نحو اليسار حيث يبذل عليه المجال شغلاً موجباً يؤدي إلى نقصاً في طاقة وضعه .

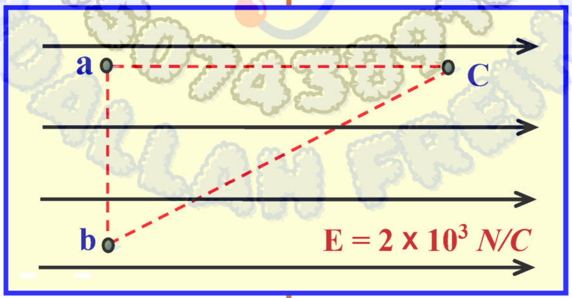
[$q_p = 1.6\times10^{-19} C$] [$q_e = -1.6\times10^{-19} C$] السؤال (2)

The adjacent **figure shows** a Proton moving from (a) to (c) , If the work done for moving the electron is (4.8×10^{-17} J)

1- Calculate the changing in the proton Potential energy for proton .

2- Calculate the displacement between two points (a) and (c)

3- Calculate the change in Potential energy for proton when it moving from (a) to (b) to (c) then to (a) .



في الشكل المجاور عند انتقال بروتون من النقطة (a) إلى النقطة (c) بذل المجال شغلاً مقداره (4.8×10^{-17} J)

1- ما التغير في طاقة الوضع للبروتون ؟

2- احسب الإزاحة بين النقطتين (a) و (c) .

3- إذا نقل إلكترون من النقطة (a) إلى النقطة (b) إلى النقطة (c) واخيراً إلى (a) . فكم يكون التغير في طاقة وضعه الكهربائية ؟

طاقة الوضع في مجال كهربائي غير منتظم

قانون **التغير في** طاقة الوضع

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

ومقدار هذا التغير يمثل الشغل اللازم لنقل شحنة بين الموقعين الابتدائي والنهائي

potential energy in nonuniforme electric field

قانون طاقة الوضع

q_1 ⊕ ...... r (m) ...... ⊖ q_2

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

$$\Delta U = U_f - U_i$$

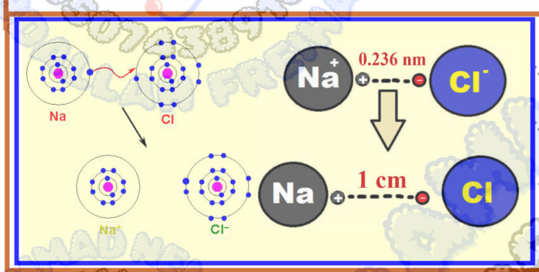
$$U = + , - , 0$$

السؤال (3)

جزيء كلوريد الصوديوم يحتوي أيون الكلور على إلكترون واحد أكثر من عدد البروتونات . و أيون الصوديوم على بروتون واحد أكثر من عدد الإلكترونات . و المسافة بين الأيونين (0.236 nm) . احسب **الشغل اللازم بذله لزيادة المسافة** بين الأيونين إلى (1 cm) .

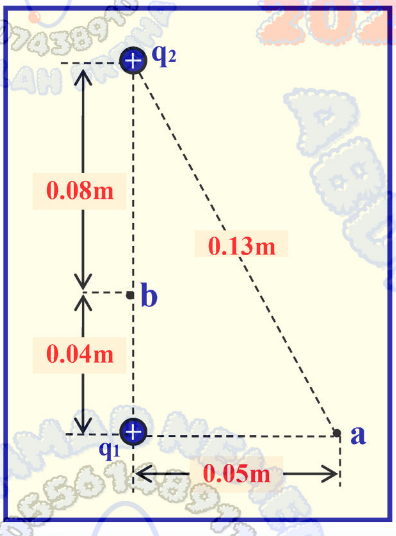
In molecules of gaseous sodium chloride, the chloride ion has one more electron than proton, and the sodium ion has one more proton than electron. These ions are separated by about **0.236 nm** .

How much **work** would be required to **increase the distance** between these ions to **1.0 cm .**



تدريب (1)

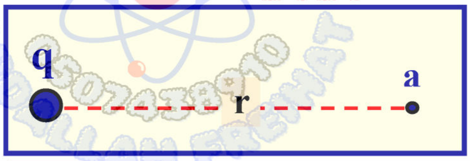
في الشكل المجاور وضعت الشحنات [$q_1 = 2.0 \times 10^{-6}$ C] و [$q_2 = 4.0 \times 10^{-6}$ C] و كان الهواء يحيط بالشحنتين . احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة [$Q = -3.0 \times 10^{-6}$ C] عندما تنقل من النقطة (a) إلى النقطة (b)



- 0.79 J

تدريب (2)

وضعت الشحنة النقطية (q) في الهواء كما في الشكل المجاور ، فإذا كان مقدار شدة المجال الكهربائي [4.0×10^2 N/C] عند النقطة (a) و الجهد الكهربائي عندها [5.0×10^2 V] . احسب مقدارالشحنة (q)



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

$q = 6.95 \times 10^{-8}$ C

3.2 قراءة ذاتية البطاريات
إثرائي مولد فان دي غراف

Definition of Electric Potential 3.2 تعريف الجهد الكهربائي

potential energy of a charged particle, ***q***, in an electric field depends on the magnitude of the charge as well as that of the electric field.
A quantity that is independent of the charge on the particle is the **electric potential,** *V*, defined in terms of the electric potential energy as :

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

- The electric potential is a scalar. It has a value everywhere in space, but has no direction
- The potential is zero at an infinite distance.
- The difference in electric potential ΔV between an initial point and final poin ($V_f - V_i$) can be expressed in terms of the electric potential energy at each point:

$$\boxed{\Delta V = V_f - V_i}$$

- A relationship between the change in electric potential and the work done by an electric field on a charge

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

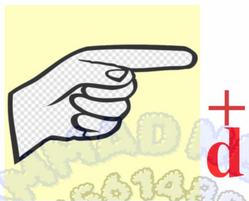
$$\boxed{\Delta V = - E\, d \cos\theta}$$

$$\boxed{\Delta U_e = +q\Delta V}$$

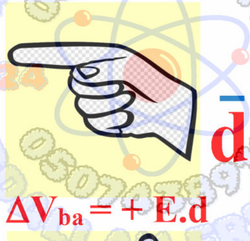
- An electric potential can have **a positive , a negative, or a zero** value, but it has **no direction** .
- The units for electric potential are **volt (V)** this unit is **equivalent to (J/C).**

كمية فيزيائية قياسية (ليس لها اتجاه) يرمز لها بالرمز (*V*) و هو خاصية لكل نقطة واقعة في المجال الكهربائي إذا وجدت بها شحنة أم لا توجد بها شحنة . و هذا ما يميزه عن طاقة الوضع الكهربائية و التي تختزنها الشحنة عند وضعها في المجال و يرتبط الجهد بطاقة الوضع من خلال العلاقة :

- لا يمكن حساب جهد نقطة داخل المجال الا اذا نُسبت الى نقطة معيارية معلومة الجهد . (وهي عادة أن الجهد يساوي صفراً عند مسافة لانهائية)
- يمكن للجهد في نقطة ان كون موجباً أو سالباً أو صفراً .
- يمكن التعبير عن فرق الجهد بين نقطتين بدلالة طاقة الوضع عند هذه النقاط و كالتالي :
- يقاس الجهد الكهربائي بوحدة الفولت ورمزها (V) وهي تكافئ (J/C) .
- دوماً يكون اتجاه المجال من مناطق الجهد المرتفع الى مناطق الجهد المنخفض .



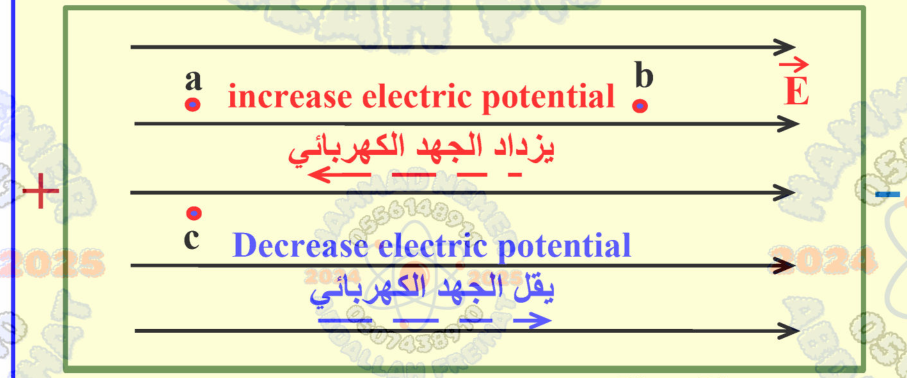
$\Delta V_{ab} = - E.d$



$\Delta V_{ba} = + E.d$

$\Delta V_{ca} = 0.0$

For uniform electric field للمجال الكهربائي المنتظم



$V_a > V_b$

$\Delta V_{ac} = 0$

$V_a = V_c$

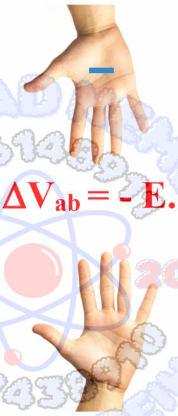
$\Delta V_{ab} = \Delta V_{cb}$

يمكن تطبيق مبدأ (قانون) حفظ الطاقة

We apply the law of conservation of energy

$$\Delta K + \Delta U = 0 \Longrightarrow \Delta K = - \Delta U$$

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



$\Delta V_{ab} = - E.d$

(4)

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 ?		وضع إلكترون على المحور (X) ثم تم إطلاقه ليتحرك عليه و كانت قيمة الجهد الكهربائي (V 20 -) . أي العبارات التالية يصف الحركة التالية للإلكترون ؟
The electron will move to the left (negative x-direction) because it is negatively charged	A	سيتحرك الكترون الحركة تجاه اليسار (x السالب) لآنه ذو شحنة سالبة .
The electron will move to the right (positive x-direction) because it is negatively charged.	B	سيتحرك الإلكترون الحركة تجاه اليمين (x الموجب) لآنه ذو شحنة سالبة .
The electron will move to the left (negative x-direction) because the electric potential is negative.	C	سيتحرك الإلكترون الحركة تجاه اليسار (x السالب) لأن الجهد الكهربائي سالب .
The electron will move to the right (positive x-direction) because the electric potential is negative.	D	سيتحرك الإلكترون الحركة تجاه اليمين (x الموجب) لأن الجهد الكهربائي سالب .
Not enough information is given to predict the motion of the electron.	E	لا توجد معلومات كافية لتوقع حركة الإلكترون .

السؤال (5)

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

1- In whitch direction will the proton move ?

2- Calculate the kinetic energy of the proton when it reaches the negative plate ?

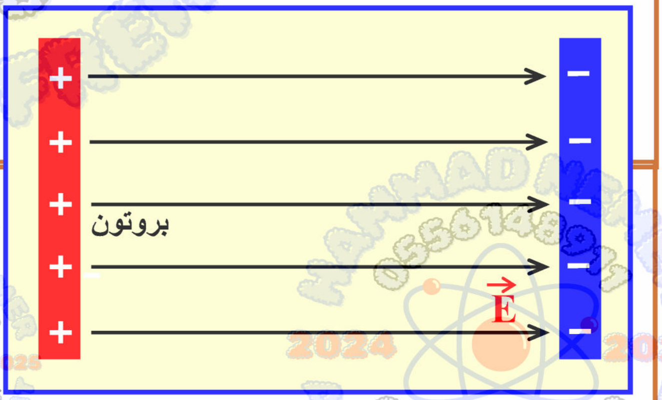
3- Calculate the speed of the proton when it reaches the negative plate ?

في الشكل المجاور أطلق بروتون من السكون بالقرب من اللوح الموجب , فإذا كان فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين يساوي (450 V) . اجب عما يلي :

1- حدد اتجاه حركة البروتون مبيناً سبب ذلك .

2- احسب الطاقة الحركية للبروتون لحظة وصوله إلى اللوح السالب .

3 - احسب سرعة للبروتون لحظة وصوله إلى اللوح السالب



HAMMAD NEMER 0556148911 ABDALLAH FREIHAT 0507438910 2024 2025

السؤال (6)

ما مقدار الشغل الذي سيبذله مجال كهربائي لتحريك بروتون من نقطة جهدها (+180 V) إلى نقطة جهدها (- 60.0 V) ؟	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**) ?

السؤال (7)

ما فرق الجهد اللازم لتزويد جسيم ألفا (يتكون من بروتونين ونيترونين) بطاقة حركية مقدارها (200 keV) ؟	What potential difference is needed to give an alpha particle (composed of **2 protons** and **2 neutrons**) (**200 keV**) of kinetic energy ?

السؤال (8)

إلكترون يتسارع من السكون عبر فرق جهد 370 V . فما سرعته النهائية ؟	An electron is accelerated from rest through a potential difference of 370 V. What is its final speed?

السؤال (9)

يتسارع بروتون، يبدأ من موضع السكون، عبر فرق جهد يبلغ 500 V . فما سرعته المتجهة النهائية ؟	A proton, initially at rest is accelerated through a potential difference of 500 V. What is its final velocity?.

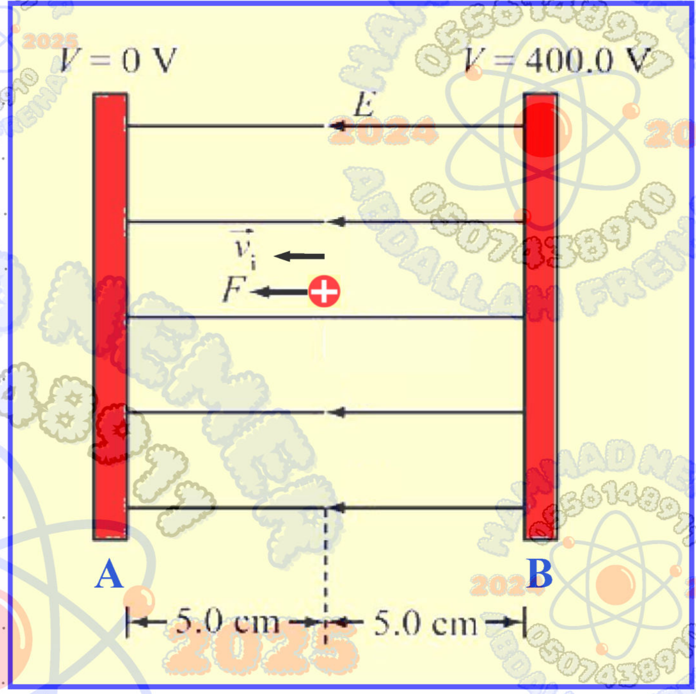
HAMMAD NEMER 0556148911 2024 2025 0507438910 ABDALLAH FREIHAT

السؤال (10)

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 A. Plate A is kept at zero potential and plate B at a potential of **400.0 V**. Calculate a proton speed when it hit plate A?.

يُطلق مدفع 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 A . يظل جهد اللوح A صفرا وجهد اللوح B (400.0 V).

احسب سرعة البروتون لحظة وصوله اللوح A ؟



السؤال (11)

A **10.0 V** 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.

1- What kinetic energy does the electron have just as it reaches the positive plate?

2- 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.

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

2- ما سرعة الإلكترون عند وصوله إلى اللوح الموجب؟

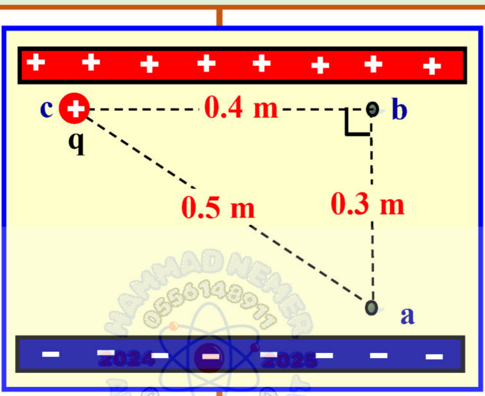
HAMMAD NEMER 0556148911 2024 2025 0507438910 ABDALLAH FREIHAT

السؤال (12)

The adjacent figure shows a positive charge ($q = 5.0\times10^{-8}C$) moving from (c) to (a) If the work don for moving the charge is equal (1.5×10^{-7} J)

1- Calculate the potential difference between (a) and (c)

2- Calculate the work done to move the charge from (c) to (a) .



في الشكل المجاور يبذل شغل مقداره [1.5×10^{-7} J] لنقل الشحنة النقطية [$q=5.0\times10^{-8} C$] من النقطة (c) إلى النقطة (a) .

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

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

MAMMAD NEMER 0556148911 2024 2025 0507438910 ABDALLAH FREIHAT

السؤال (13)

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

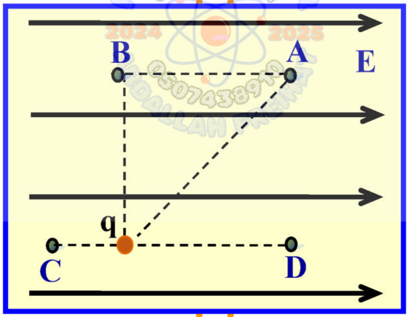
يستخدم انبوب أشعة الكاثود فرق جهد مقداره (5.0 kV) لتسارع الإلكترونات و انتاج شعاع إلكترونات يكون صوراً على شاشة فسفورية .

ما سرعة هذه الأكترونات كنسبة من سرعة الضوء ؟

A	0.22%	B	0.025%	C	1.3%	D	4.5	E	14%

السؤال (14)

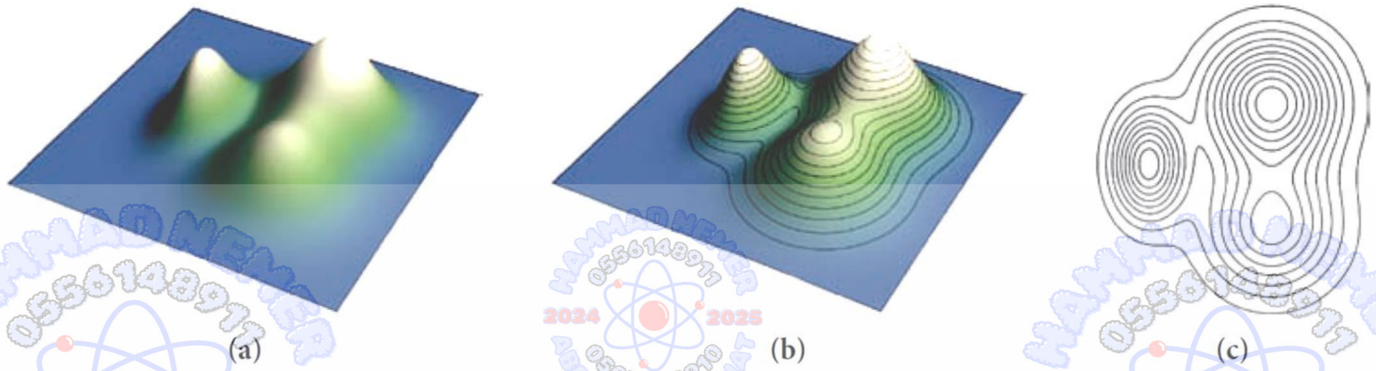
The adjacent figure shows a charge in a uniform electric field To any of the points shown in the figure can be transferred so that the Potential energy for the charge does not change .



في الشكل المجاور شحنة نقطية (q) موضوعة في مجال كهربائي منتظم (E) باتجاه أي من النقاط المبينة في الشكل تتحرك (q) بحيث لا تتغير طاقة وضعها الكهربائية ؟

A	A	B	B	C	C	D	D

Equipotential Surfaces and Lines 3.3 أسطح وخطوط تساوي الجهد



(a) Ski resort with three peaks .

(b) the same peaks with lines of equal elevation superimposed .

(c) the contour lines of equal elevation in a two-dimensional plot .

(a) منظر جوي لمنطقة تحتوي على ثلاث قمم

(b) رسم خطوط يمر بجميع النقاط على نفس الارتفاع

(c) لكل خط نفس الارتفاع عن سطح الأرض و نفس طاقة الوضع

Equipotential surfaces and equipotential lines اسطح و خطوط تساوي الجهد

1 - Equipotential surfaces and equipotential lines represent locations in space that have the same electric potential . (Charged particles can move along an equipotential surface without having any work done)

2 - A surface of a conductor is an equipotential surface

3- Equipotential surfaces are always perpendicular to the electric field lines.

4 - Uncrossed .(because the field lines uncrossed)

5 - In the uniform electric field separated by equal distances .

6 - In the nonuniform electric field equipotential lines are close together near the charge and more widely spaced away from the charge

1- لا يلزم بذل شغل لتحريك شحنة على سطح تساوي الجهد . و بالتالي التغير في طاقة وضع شحنة توضع عند نقاط هذا السطح صفراً (تكون طاقة وضعها ثابتة عند جميع نقاطه .

2- سطح أي موصل هوسطح تساوي جهد وهذا حتماً يقود الى ان الموصل بالكامل يكون متساوي الجهد .

3- تتعامد اسطح وخطوط تساوي الجهد دوماً مع خطوط المجال الكهربائي عند أي نقطة في الفضاء .

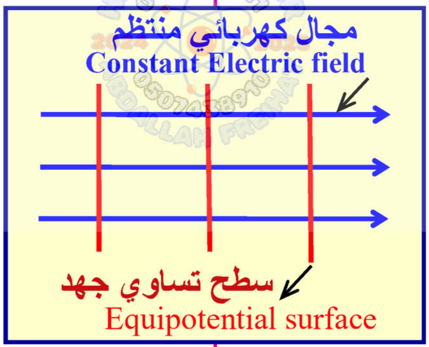
4- لا تتقاطع لانها لو تقاطعت سيؤدي ذلك الى تقاطع خطوط المجال .

5- في المجال المنتظم تفصلها عن بعضها البعض مسافات متساوية.

6- في المجال غير المنتظم تتزاحم وتتقارب بالقرب من الشحنة وتتباعد كلما ابتعدنا عن الشحنة .

(1) Constant (uniform) Electric Field : (1) المجال الكهربائي المنتظم :

A constant electric field has straight equally spaced and parallel field lines. Thus, such a field produces equipotential surfaces in the form of parallel planes, because of the condition that the equipotential surfaces or equipotential lines have to be perpendicular to the field lines. These planes are represented in two dimensions as equally spaced equipotential



في المجال الكهربائي المنتظم خطوط المجال مستقيمة و متوازية و بينها مسافات متساوية .

لذلك يكون تساوي الجهد على شكل اسطح متوازية و عمودية على خطوط المجال وبينهما مسافات متساوية .

(2) Single Point Charge :

- The electric field lines extend radially from a positive point charge, as shown in Figure .
- The field lines point away from the positive charge and terminate at infinity. For a negative charge, as shown in Figure .

The field lines originate at infinity and terminate at the negative charge .

The equipotential lines are spheres centered on the point charge. (In the two-dimensional views shown in the figure, the circles represent the lines where the values of the potential differenc between neighboring equipotential lines are equal .

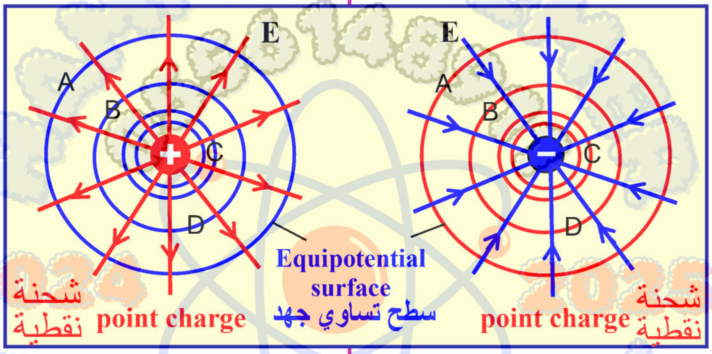
Equipotential lines are close together near the charge and more widely spaced away from the charge.

(2) الشحنة النقطية :

- تخرج خطوط المجال الكهربائي شعاعياً من شحنة نقطية موجبة إلى مالانهاية ، كما هو موضح في الشكل.
- تتجه خطوط المجال الكهربائي شعاعياً من مالانهاية إلى شحنة نقطية سالبة ، كما هو موضح في الشكل.

خطوط تساوي الجهد (اسطح) حول تكون كروية حول الشحنات النقطية . (ثلاثية الأبعاد) و تكون على شكل دوائر مركزها الشحنة (في ثنائي الأبعاد)

- خطوط نساوي الجهد عمودية على خطوط المجال الكهربائي
- خطوط تساوي الجهد متقاربة عندما تكون خطوط المجال متقاربة (تتقارب بزيادة شدة المجال) .



(3) Two Oppositely Charged Point Charges : شحنتان نقطيتان مختلفتان

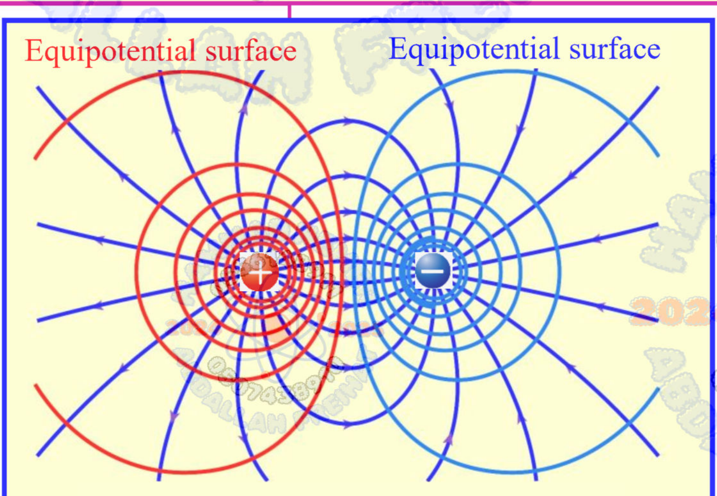
Equipotential surfaces created by point charges of the same magnitude but opposite sign.

The red lines represent positive potential,and the blue lines represent negative potential.

The purple lines with the arrowheads represent the electric field.

The electric field and the electric potential are the sums of the fields and potentials due to the two charges.

The electric fields add as vectors, while the electric potentials add as scalars.



Two charges of the same magnitude but opposite sign.

اسطح تساوي الجهد لشحنتين متساويتين في المقدار (موجبة و سالبة)

الخطوط الحمراء تمثل اسطح تساوي الجهد للشحنة الموجبة .

الخطوط الزرقاء تمثل اسطح تساوي الجهد للشحنة السالبة .

الخطوط التي عليها اسهم تمثل خطوط المجال الكهربائي

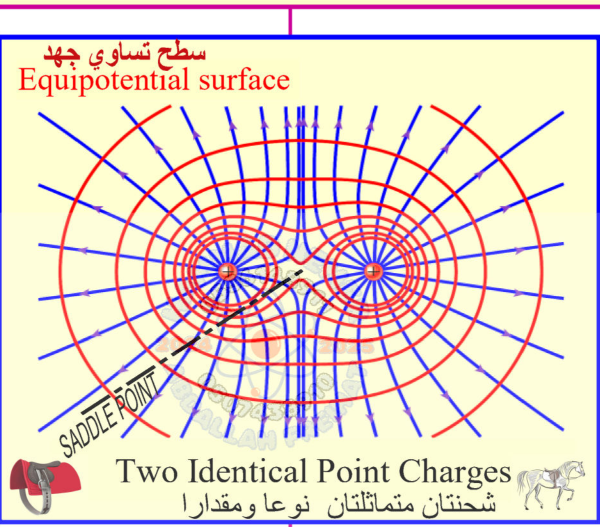
المجال الكلي عبارة عن محصلة المجالين الناتجين عن الشحنتين .) متجهات)

اما الجهد الكلي يساوي المجموع الجبري لجهدي الشحنتين (قيم عددية)

(4) Two Identical Point Charges شحنتان متماثلتان

يمكن ملاحظة نقطة انعدام المجال
في المنطقة الواقعة بين الشحنتين

Figure : shows electric field lines and equipotential surfaces resulting from two identical positive point charges. These two charges experience a repulsive electrostatic force. Because both charges are positive the equipotential surfaces represent positive potentials. Again the electric field and electric potential result from the sums of the fields and potentials respectively due to the two charges.



Two Identical Point Charges
شحنتان متماثلتان نوعا ومقدارا

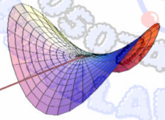
- يظهر الشكل المجاور خطوط المجال و خطوط تساوي الجهد لشحنتين مثماثلتين موجبتين .

- خطوط المجال الكهربائي متنافرة

- تظهر خطوط تساوي الجهد تكون الجهد الموجب .

المجال الكلي عبارة عن محصلة المجالين الناتجين عن الشحنتين .) متجهات)

اما الجهد الكلي يساوي المجموع الجبري لجهدي الشحنتين (قيم عددية)



قيمة الجهد عند هذه النقطة
قيمة عظمى و صغرى بنفس الوقت
تسمى النقطة السرجية **E=0**

السؤال (15)

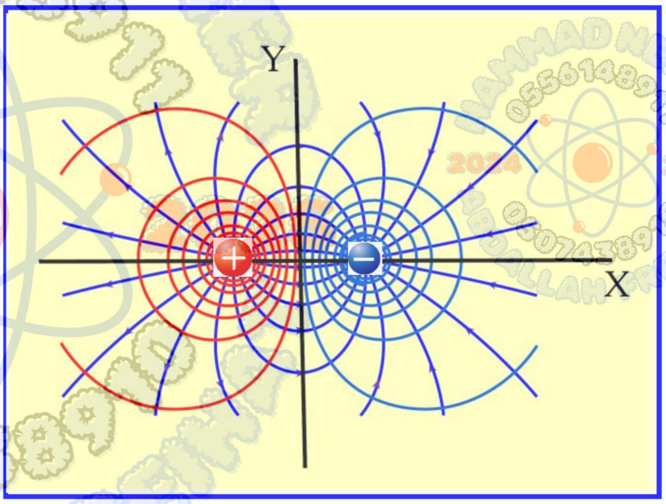
Suppose the charges in (Figure) were located at $(x,y) = (-10\text{ cm},0)$ and $(x,y) = (+10\text{ cm},0)$. What would the electric potential be along the y-axis $(x = 0)$?

في الشكل المجاور شحنتان متساويتان مقداراً احدهما سالبة عند الموقع (10 cm , 0) . و الثانية موجبة عند الموقع (-10 cm , 0) .

ما الجهد الكهربائي على طول المحور (y) .

....

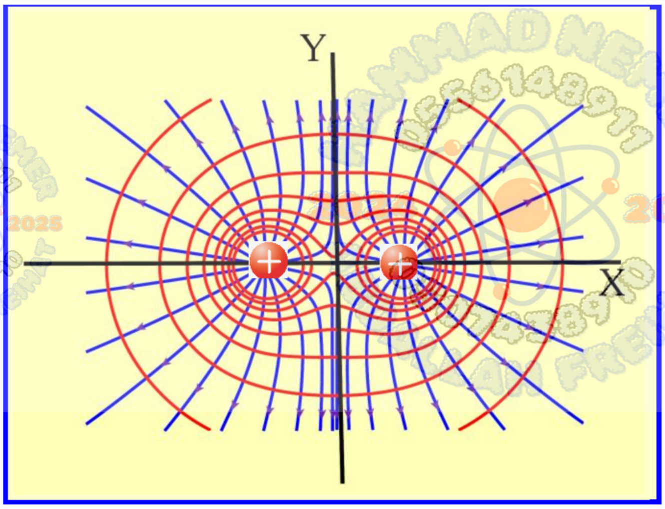
....

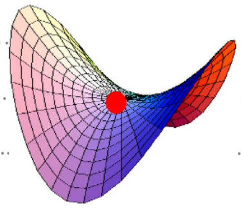


السؤال (16)

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

في الشكل المجاور شحنتان متماثلتان موجبتان احدهما عند الموقع (10 cm , 0) . و الثانية عند الموقع (-10 cm , 0) هل ستتطابق النقطة (x , y) = (0 , 0) نقطة القيمة العظمى أم الصغرى أم نقطة سرجية للجهد الكهربائي ؟





....

....

....

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

$K_f - K_i$ $\quad$ $U_f - U_i$ $\quad$ $V_f - V_i$

$\frac{1}{2} m v_f^2$ $\quad$ $\frac{1}{2} m v_i^2$

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

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

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

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

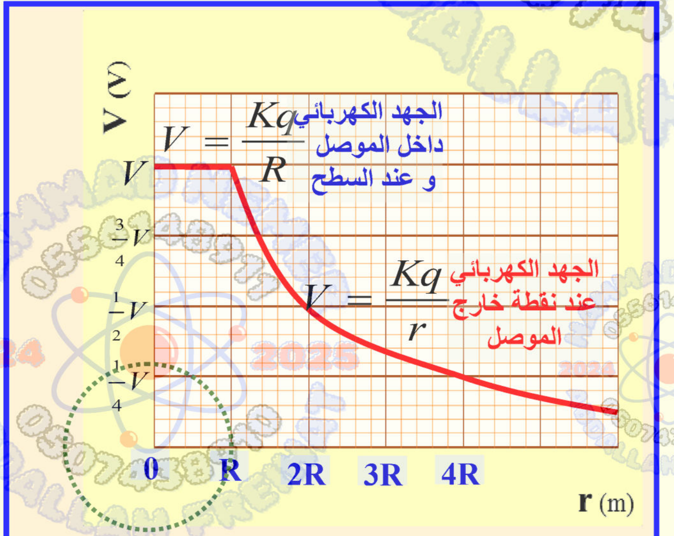
$m_e = 9.11 \times 10^{-31} kg$

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

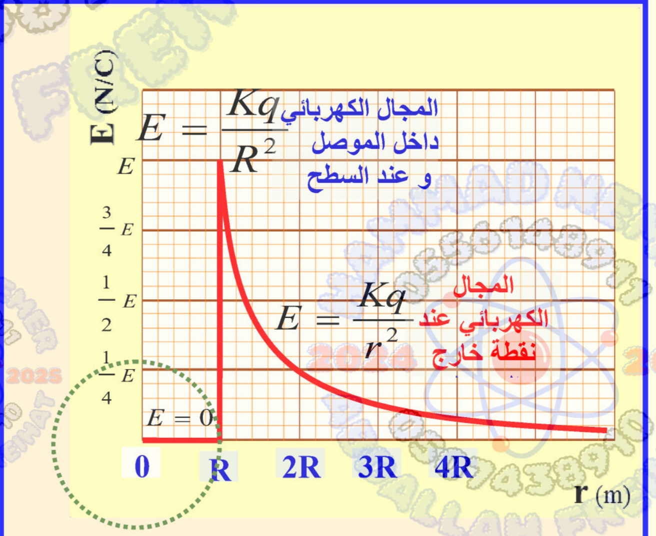
$$\Delta U = k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_1}\right) \qquad U = \frac{K q_1 q_2}{r}$$

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

$$V(\vec{r}) = -\int_{\infty}^{\vec{r}} \vec{E} \cdot d\vec{s} \qquad E_s = -\frac{\partial V}{\partial s}$$



الجهد الكهربائى لموصل كروى



المجال الكهربائى لموصل كروى

MAHMMAD NEMER 0556148911 2024 2025 0507438910 ABDALLAH FREIHAT