

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

بروتون يسافر باتجاه المجال بدأمة الكون

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

$$-q \Delta V = K_f$$

- + -

باتجاه المجال
يقول الجهد
 $\Delta V = -$

(د) طاقة الوضع الكهربائي $\rightarrow V = \frac{U}{q}$ الجهد الكهربائي (ف) $V = \frac{U}{q}$

التغير في طاقة الوضع $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ فرق الجهد $(V_2 - V_1)$

لا يعتمد الجهد الكهربائي على السحنة المتحركة

المجال المنتظم

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

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

جهد أقل $\rightarrow E$
جهد أكبر $\rightarrow$

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

السحنات النقطية

نغوص بالاحصاءات

3-2

الجهد الكهربائي

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

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

+ السحنات من نفس النوع
- السحنات مختلفة في النوع

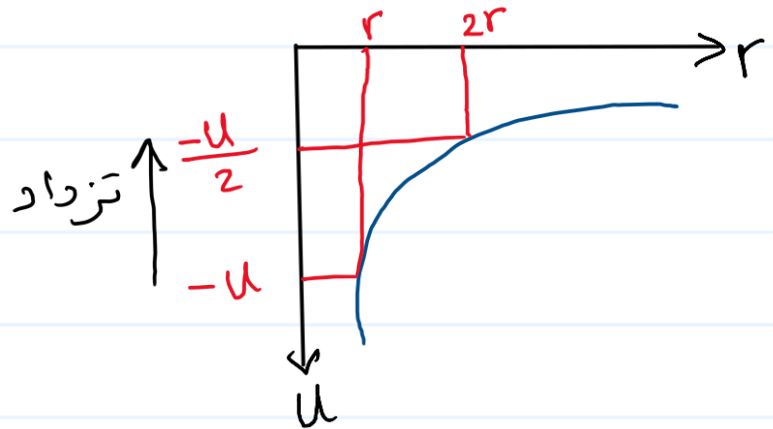
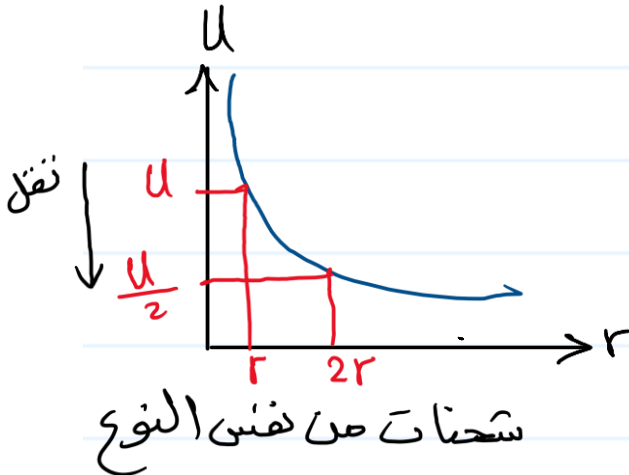
3.6

طاقة الوضع الكهربائية

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

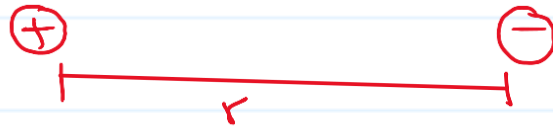
$$U_1 = U_2$$

U	q ₁	q ₂
+	+	+
+	-	-
-	-	+



$$\frac{1}{2} \downarrow U = \frac{kq_1q_2}{r \uparrow^2}$$

إذا زادت المسافة للصنف
← تغير طاقة الوضع بمعدل $\frac{1}{2}$
← نقل



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

زادت المسافة للضعف ←

تتغير طاقة الوضع بمعدل $\frac{1}{2}$

تزداد طاقة الوضع

$$40 > 20$$

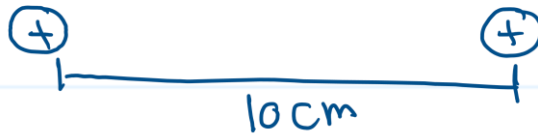
$$40 = 2 \times 20$$

$$-40 < -20$$

$$-40 = 2 \times -20$$

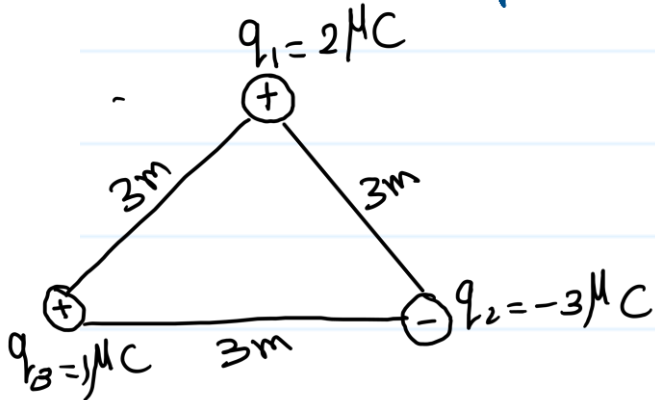
$$q_1 = 2 \mu C$$

$$q_2 = 6 \mu C$$



ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية للنظام؟

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



ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية للنظام

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

$$= \frac{k}{r} (q_1 q_2 + q_1 q_3 + q_2 q_3)$$

$$U = \frac{9 \times 10^9}{3} (2 \times -3 + 2 \times 1 + -3 \times 1) \times 10^{-12} = -2.1 \times 10^{-2} J$$

ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية للصفحة q_1

$$U_1 = U_{12} + U_{13} = \frac{k}{r} (q_1 q_2 + q_1 q_3)$$

$$= \frac{9 \times 10^9}{3} (2 \times -3 + 2 \times 1) \times 10^{-12} = -0.012 J$$

$$\Delta U = U_f - U_i$$

نظام مكون من سحنتين

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

السغل المبذول من المجال $W_e = -k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right) = k q_1 q_2 \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right)$

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

$$q_1 = 2 \mu C$$

$$q_2 = -3 \mu C$$

(+)

(-)

30 cm

احسب الشغل المبذول لكي تزداد المسافة إلى 40 cm

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

$$W_{ex} = 9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times -3 \times 10^{-6} \left(\frac{1}{0.40} - \frac{1}{0.30} \right)$$

$$W_{ex} = 0.045 \text{ J}$$

سحنتان من نفس النوع

⊕

⊕

زادت المسافة بينها للضعف ←

U نقل

$$\Delta U = -$$

$$W_e = +$$

تغير U بمعامل $\frac{1}{2}$

قلت المسافة بينها للضعف ←

U تزداد

$$\Delta U = +$$

$$W_e = -$$

← سغل مبدول خارجي

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

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

← مجال منتظم

- ΔU

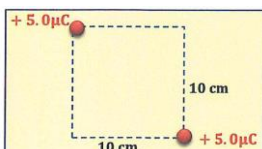
$$-\Delta U = -kq_1q_2\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right)$$

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

$$-\Delta U = U_i - U_f$$

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 $x = 1.0m$
 $q_2 = -3\mu C$ عند موقع $x = 2.0m$
 $q_3 = 4\mu C$ 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

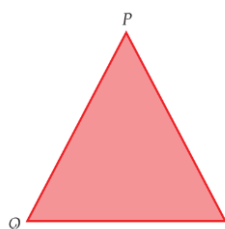
أوجد الشغل اللازم في كل حالة من الحالات التالية:

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؟
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
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؟

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

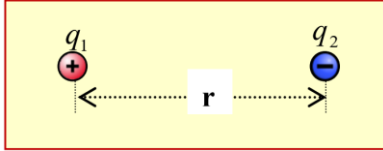
في الشكل المجاور إذا كانت طاقة وضع الشحنة q_1 تساوي $-8.4 \times 10^6 \text{ J}$ فإن الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي لتحريك إحدى الشحنتين إلى منتصف المسافة بينهما يساوي

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

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

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

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



15

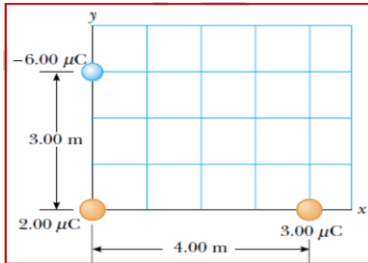
A fixed point charge $(+3.0 \mu\text{C})$ is placed at a $(0,0)$ in the (x,y) plane. What work is required to move a point charge $(+2.0 \mu\text{C})$ from $(5.0 \text{ cm}, 0.0 \text{ cm})$ to $(0.0 \text{ cm}, 2.0 \text{ cm})$

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

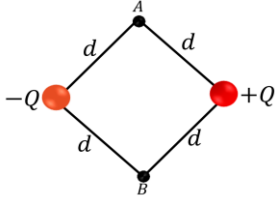
من الشكل المجاور احسب طاقة الوضع الكهربائية للنظام



17

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

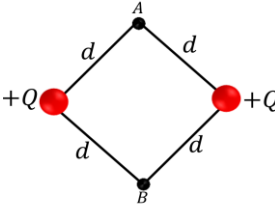
في الشكل المقابل: ما مقدار الشغل المبذول لنقل الشحنة q من النقطة A إلى النقطة B



18

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

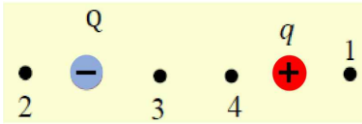
في الشكل المقابل: ما مقدار الشغل المبذول لنقل الشحنة q من النقطة A إلى النقطة B



19

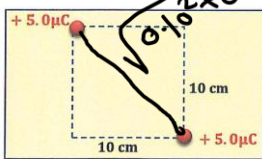
To what point must the charge q be moved to increase its potential energy ?

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 $d/2$ ؟ $\uparrow U = \frac{kq_1q_2}{r \downarrow \frac{1}{2}}$	
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 $3d$ ؟ $\frac{1}{3} \downarrow U = \frac{kq_1q_2}{r \uparrow 3}$	
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؟	
		$U = \frac{kq_1q_2}{r} = \frac{(9 \times 10^9)(5.0 \times 10^{-6})^2}{\sqrt{0.10^2 + 0.10^2}}$ $U = 1.06 \text{ J}$	
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 20 cm?		ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية لنظام مكون من ثلاث شحنات مقدار كلأ منها $2\mu\text{C}$ على زوايا مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه 20 cm ؟	
$U_{\text{نظام}} = 3U = 3 \times \frac{kq^2}{r}$ $= 3 \times \frac{9 \times 10^9 \times (2 \times 10^{-6})^2}{0.20} = 0.54 \text{ J}$			

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 $x = 1.0\text{m}$
 $q_2 = -3\mu\text{C}$ عند موقع $x = 2.0\text{m}$
 $q_3 = 4\mu\text{C}$ عند موقع $x = 3.0\text{m}$
 ما مقدار طاقة الوضع الكهربائية للنظام؟

$q_1 = 2\mu\text{C}$
 $\oplus$
 $x = 1\text{m}$

$q_2 = -3\mu\text{C}$
 $\ominus$
 $x = 2\text{m}$

$q_3 = 4\mu\text{C}$
 $\oplus$
 $x = 3\text{m}$

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

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

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

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؟

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

$$W_e = ?$$

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

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

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

$$W_e = -q \Delta V$$

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

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

$$W_e = 240 \text{ eV}$$

$$\text{J} \div 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow \text{eV}$$

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

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

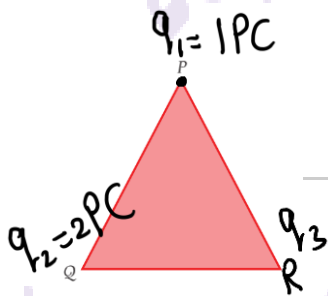
أوجد الشغل اللازم في كل حالة من الحالات التالية:

أ. لنقل الجسيم الأول، $q_1 = 1.00 \text{ pC}$ ، إلى P من اللانهاية $U_i = 0$

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 $U_i = 0$

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



$$\textcircled{1} W_{ex} = 0$$

$$\textcircled{2} W_{ex} = U_f - U_i$$

$$W_{ex} = \frac{k q_1 q_2}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-12} \times 2 \times 10^{-12}}{1.20}$$

$$W_{ex} = 1.5 \times 10^{-14} \text{ J}$$

$$\textcircled{2} W_{ex} = U_f - U_i$$

$$W_{ex} = \frac{k}{r} (q_3 q_1 + q_3 q_2)$$

$$W_{ex} = \frac{9 \times 10^9}{1.20} (3 \times 1 + 3 \times 2) \times 10^{-24} = 6.75 \times 10^{-14}$$

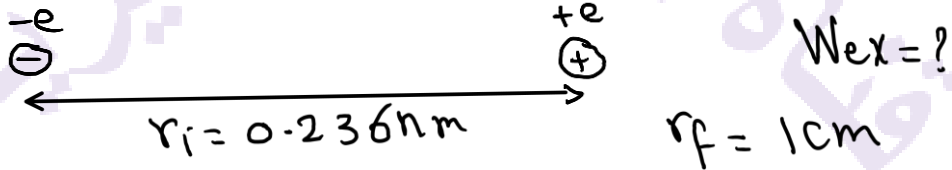
$$\textcircled{2} U_{\text{نظام}} = U_{12} + U_{13} + U_{23}$$

$$U_{\text{نظام}} = \frac{k}{r} (q_1 q_2 + q_1 q_3 + q_2 q_3)$$

$$U_{\text{نظام}} = \frac{9 \times 10^9}{1.20} (1 \times 2 + 1 \times 3 + 2 \times 3) \times 10^{-24} = 8.25 \times 10^{-14} \text{ J}$$

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؟



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

$$W_{ex} = 9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19}) (-1.6 \times 10^{-19}) \left(\frac{1}{0.01} - \frac{1}{0.236 \times 10^{-9}} \right) = 9.76 \times 10^{-19} \text{ J}$$

A positive charge of 4.50 μC is fixed in particle of mass 6.00 g and place. A 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؟

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

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

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

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

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

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

$$r_f = ?$$

$$v_f = 0$$

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

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

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

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

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

11

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 تقريبا 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

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

$K_i = ?$
 $U_i = 0$
 $r_f = 1 \times 10^{-15} \text{ m}$
 $K_f = 0$



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

$$U_i - U_f = K_f - K_i$$

$$K_i = U_f = \frac{k q^2}{r_f}$$

$$K_i = \frac{(9 \times 10^9) (1.6 \times 10^{-19})^2}{1 \times 10^{-15}} = 2.3 \times 10^{-13} \text{ J}$$

12

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 ؟

$U_i = 0$
 $r_i = 1 \text{ mm}$
 $v_f = ?$
 $r_f = 10 \text{ mm}$
 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
 $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

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

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

$$9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2 \left(\frac{1}{1 \times 10^{-3}} - \frac{1}{10 \times 10^{-3}} \right) = 1.67 \times 10^{-27} v_f^2$$

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

13

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

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

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

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

$$v_f = ?$$

$$v_f = 0$$

$$K_i = U_f$$

$$\frac{1}{2} m v_i^2 = \frac{k q_1 q_2}{r}$$

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

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

14

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.

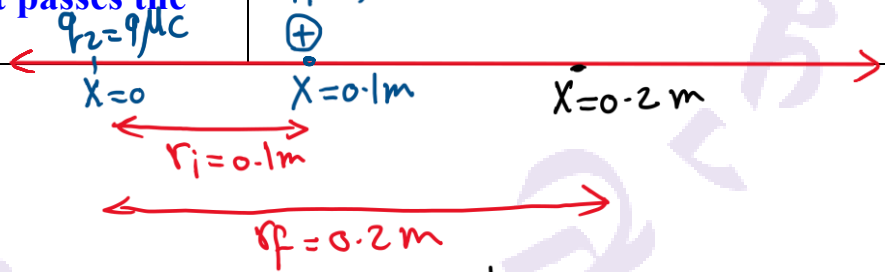
ما مقدار الطاقة الحركية للجسيم في لحظة مروره بالنقطة $x = 0.200$ m?

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

$$v_i = 0$$

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

$$K_f = ?$$



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

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

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

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

15

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

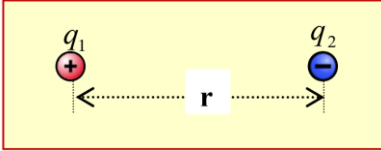
في الشكل المجاور إذا كانت طاقة وضع الشحنة q_1 تساوي $-8.4 \times 10^6 \text{ J}$ فإن الشغل الذي يبذله المجال الكهربائي لتحريك إحدى الشحنتين إلى منتصف المسافة بينهما يساوي

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

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

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

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



فككت المسافة للنصف

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

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

$$W_e = -8.4 \times 10^6 - (-16.8 \times 10^6)$$

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

$$W_e = -\Delta U$$

$$= U_i - U_f$$

16

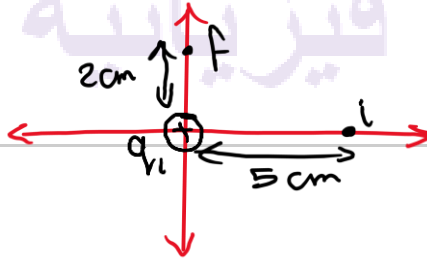
A fixed point charge $(+3.0 \mu\text{C})$ is placed at a $(0,0)$ in the (x,y) plane. What work is required to move a point charge $(+2.0 \mu\text{C})$ from $(5.0 \text{ cm}, 0.0 \text{ cm})$ to $(0.0 \text{ cm}, 2.0 \text{ cm})$

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 $(0.0 \text{ cm}, 2.0 \text{ cm})$

$$q_1 = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$W_{ex} = ?$$

$$q_2 = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$$



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

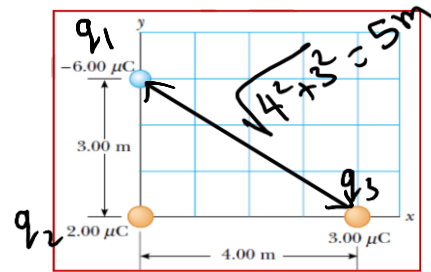
$$W_{ex} = 9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6} \left(\frac{1}{0.02} - \frac{1}{0.05} \right)$$

$$W_{ex} = 1.62 \text{ J}$$

17

From the adjacent figure calculate the potential energy for the system

من الشكل المجاور احسب طاقة الوضع الكهربائية للنظام



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

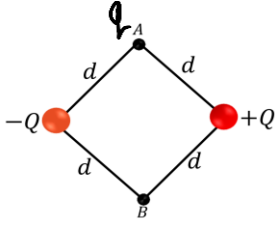
$$U_{\text{نظام}} = 9 \times 10^9 \left(\frac{-6 \times 2}{3} + \frac{-6 \times 3}{5} + \frac{2 \times 3}{4} \right) \times 10^{-12}$$

$$U_{\text{نظام}} = -0.055 \text{ J}$$

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



$$U_i = \frac{kqQ}{d} + \frac{kq(-Q)}{d} = 0$$

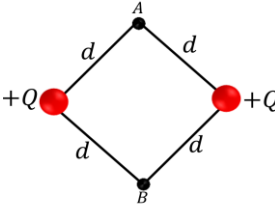
$$U_f = 0$$

$$W_{ex} = \Delta U = 0$$

19

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



$$U_i = 2 \frac{kqQ}{d}$$

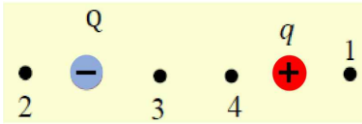
$$U_f = \frac{2kqQ}{d}$$

$$W_{ex} = U_f - U_i = 0$$

20

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 ؟



على الصيحي

①