تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج القطرية

شرح وأسئلة الوحدة الثالثة: الكهرباء الساكنة

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2025-02-05 20:34:39

المزيد من مادة فيزياء:	ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس

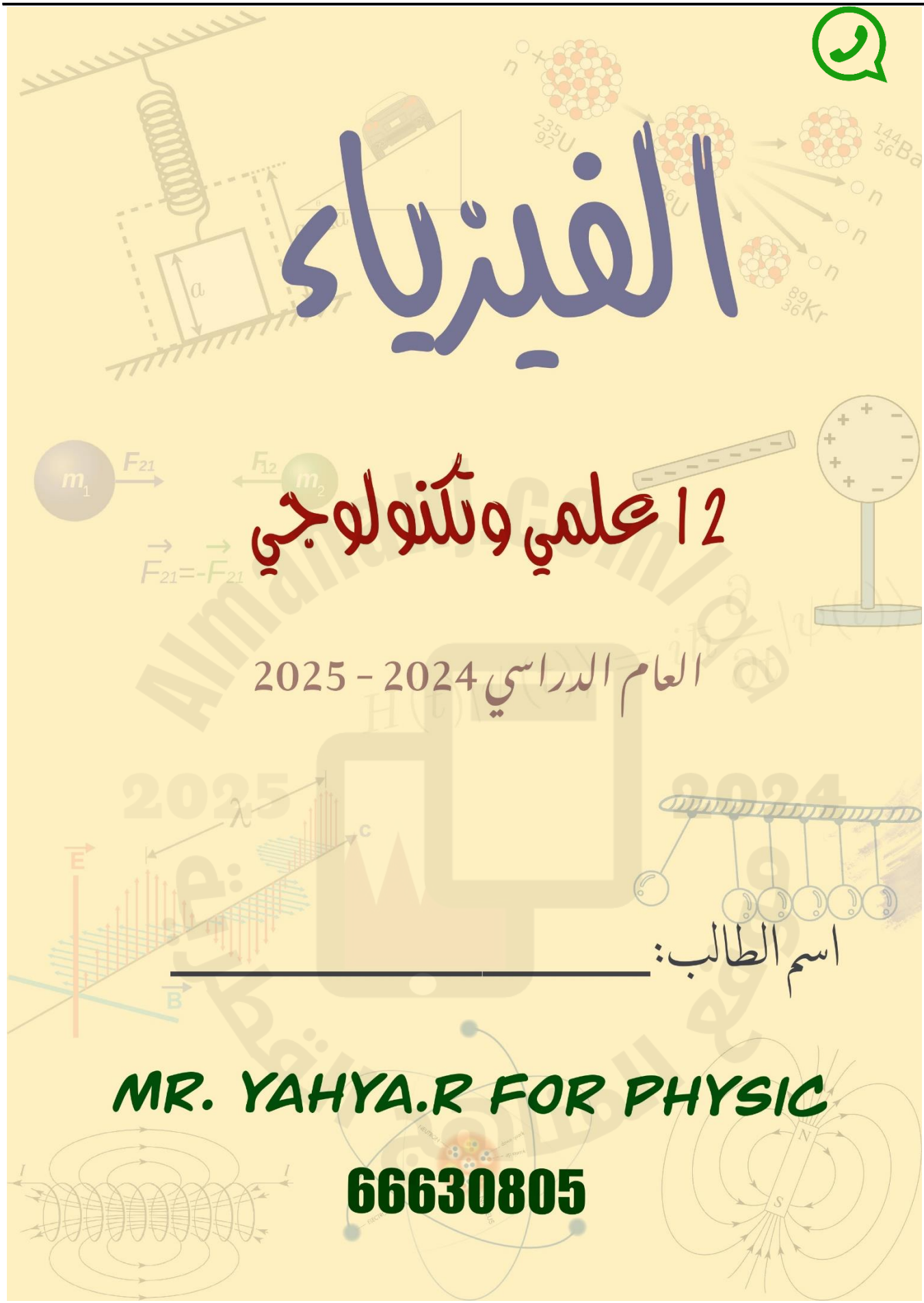
التواصل الاجتماعي بحسب المستوى الثاني عشر العلمي

صفحة المناهج القطرية على فيسبوك					

المواد على تلغرام	التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب المستوى الثاني عشر العلمي والمادة فيزياء في الفصل الثاني

1	اختبار يتضمن أسئلة اختيار من متعدد
2	ملزمة في الاختبار في الفيزياء
3	ملخص وتجميع وشرح بخط اليد للوحدة الرابعة: تدفق الموائع
4	ملخص وتجميع وشرح بخط اليد للوحدة الرابعة: تدفق الموائع
5	سلسلة النور في الفيزياء: تجميع شرح الوحدة الثالثة



الفيزياء

12 علمي وتكنولوجي

العام الدراسي 2024 - 2025

اسم الطالب: _____

MR. YAHYA.R FOR PHYSIC

66630805

الوحدة الثالثة: المجال الكهربائي والجهد الكهربائي

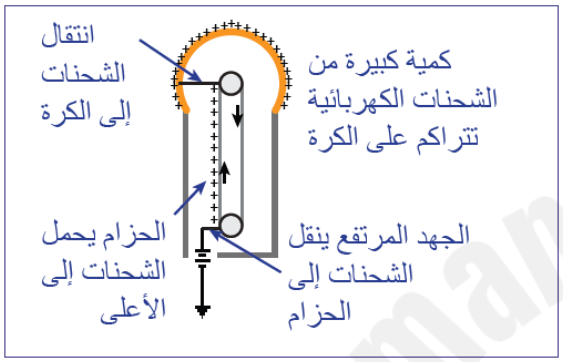
الدرس الأول: قانون كولوم

الكهرباء الساكنة

هي الكهرباء التي تتراكم على الأجسام العازلة، ويتم شحن الأجسام بإحدى الطرق الآتية:

1- الدلك 2- التلامس 3- الحث

مخبريا يتم توليد كميات كبيرة من الشحنات الكهربائية بواسطة جهاز فان دي جراف.



يؤدي وضع مصدر طاقة عالي الجهد داخل مولد فان دي جراف إلى توليد شحنة كهربائية على حزام عازل متحرك. عندما يصل الحزام إلى القمة، يتم نقل الشحنة بواسطة موصل إلى السطح الخارجي لكرة معدنية موصلة.

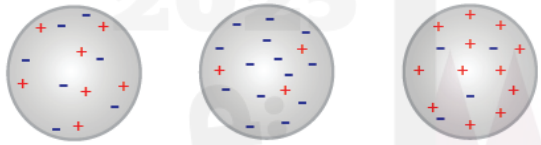
يمكن لجهد كرة فان دي جراف أن يصل إلى ملايين الفولتات.

إلا أن الصدمة الكهربائية للجهد العالي لمولّد فان دي جراف لا تملك تيارًا كهربائيًا يكفي ليسبّب الأذى لمن يلمسه

مراجعة حول الشحنات الكهربائية:

إن مصدر الشحنات الكهربائية هو مكونات الذرة حيث تحتوي الذرة على جسيمات مشحونة وجسيمات متعادلة كما هو موضح في الجدول التالي:

الجسيمة	الشحنة
البروتون	$+1.6 \times 10^{-19}\ C$
النيوترون	$0\ C$ متعادل
الإلكترون	$-1.6 \times 10^{-19}\ C$

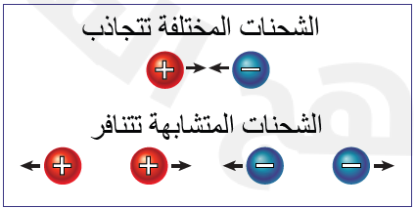


الشحنة الكهربائية الكلية للمادة تساوي الفرق بين الشحنة الموجبة والشحنة السالبة، ويوضح الشكل أعلاه الشحنة الكلية السالبة والموجبة والمتعادلة كهربائيًا.

وتتأثر الشحنات الكهربائية بنوعين من القوى:

1- قوى تجاذب: وتنشأ بين الشحنات المختلفة.

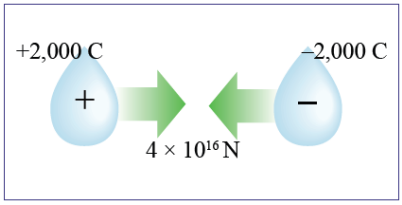
2- قوى تنافر: وتنشأ بين الشحنات المتشابهة.



الشكل 5-3 تجاذب الشحنات وتنافرها.

ملاحظة:

تعتبر القوى الكهربائية الساكنة قوى كبيرة جدًا.



الشكل 6-3 القوة بين الشحنات في قطرة ماء.

قانون كولوم:

ينص قانون كولوم على أن الشحنات الكهربائية تؤثر في بعضها بقوة كهربائية ساكنة تتناسب:

1- طرديًا: مع حاصل ضرب الشحنتين $(F \propto q_1 . q_2)$

2- عكسيا: مع مربع المسافة بين الشحنتين $(F \propto \frac{1}{r^2})$

3- مع طبيعة الوسط الذي توجد فيه الشحنتين.

ويعطى قانون كولوم بالعلاقة:

$$F = k\frac{q_1 . q_2}{r^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi . \varepsilon}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_o . \varepsilon_r$$

وعليه تكتب القوة الكهروستاتيكية بالعلاقة المفصلة على الشكل التالي: $F = \frac{1}{4\pi . \varepsilon_o . \varepsilon_r} . \frac{q_1 . q_2}{r^2}$

F: القوة الكهربائية (N)

k: ثابت كولوم $(N.m^2/C^2)$

$k = 9 \times 10^9\ N.m^2/C^2$ في الفراغ أو الهواء)

$q_1 . q_2$: الشحنات الكهربائية (C)

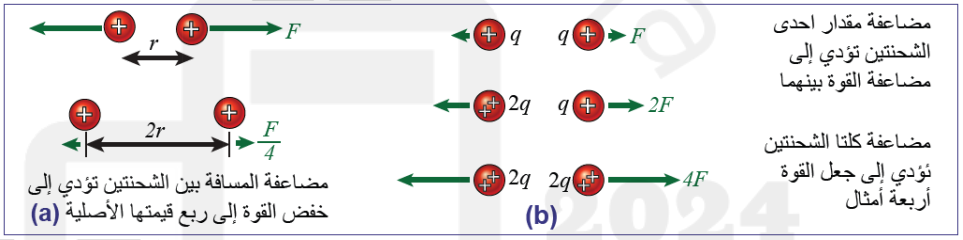
r: المسافة بين الشحنتين (m)

ε: السماحية الكهربائية (F/m)

ε_o: سماحية الفراغ $(\varepsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}\ F/m)$

ε_r: السماحية النسبية (ثابت العزل)

تخضع القوة الكهربائية لقانون التربيع العكسي. فإذا تمت زيادة المسافة بين جسمين مشحونين إلى ضعف قيمتها الأصلية، فإنَّ القوة الكهربائية تنخفض إلى ربع قيمتها الأصلية



الجدول 1-3 السماحية النسبية (ثابت العزل) لبعض المواد.

الفراغ	$\varepsilon_r = 1.000$
الهواء الجاف	$\varepsilon_r = 1.006$
الورق	$\varepsilon_r = 2.5\text{-}3.5$
التفلون	$\varepsilon_r = 2.0$
الجرافيت	$\varepsilon_r = 12$
الماء	$\varepsilon_r = \sim 80$

والجدول الموضح جانبًا يوضح قيم السماحية النسبية لبعض المواد.

ملاحظات لحل المسائل:

- إذا لم يذكر نوع الوسط بين الشحنات فيعتبر الوسط هو الفراغ أو الهواء.
- عند التعويض في قانون كولوم تعوض الشحنات بالقيم المطلقة فنوعية الشحنات تؤثر فقط في جهة القوة.
- بالنسبة للمسائل التي يتم فيها تغيير المسافة بين الشحنات فقط يمكن الاستعانة بالعلاقة:

$$F . r^2 = \acute{F} . \acute{r}^2$$

F: القوة قبل التغيير (N)

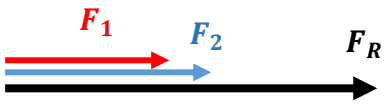
r: المسافة قبل التغيير (m)

$\acute{F}$: القوة بعد التغيير (N)

$\acute{r}$: المسافة بعد التغيير (m)

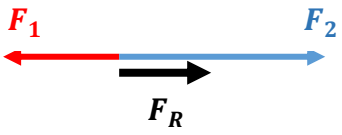
تذكير: حساب محصلة القوى:

القوتين بنفس الاتجاه:



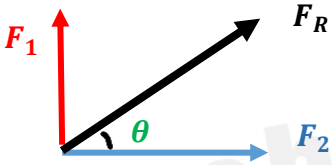
$$F_R = F_1 + F_2$$

القوتين باتجاهين متعاكسين:



$F_R = F_2 - F_1$ وتتجه بجهة القوة الأكبر

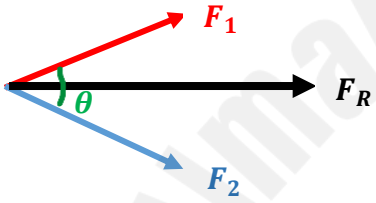
القوتين متعامدتين:



مقدار المحصلة: $F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

اتجاه المحصلة: $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_1}{F_2}\right)$

القوتين بينهما زاوية θ:



$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2.F_1.F_2.\cos\theta}$$

مثال 1:

شحنتان $+1\ \mu C$ و $-1\ \mu C$ المسافة بينهما $1\ cm$ في الفراغ. ما قيمة القوة بينهما؟ وما نوعها؟

مثال 2:

كرتان مشحونتان، تقع إحداهما على مسافة r من الأخرى في الفراغ، وتتأثر كلتاهما بقوة تنافر مقدارها $90\ N$. كم يجب أن تكون المسافة بينهما بحيث تنخفض قوة التنافر إلى $10\ N$؟

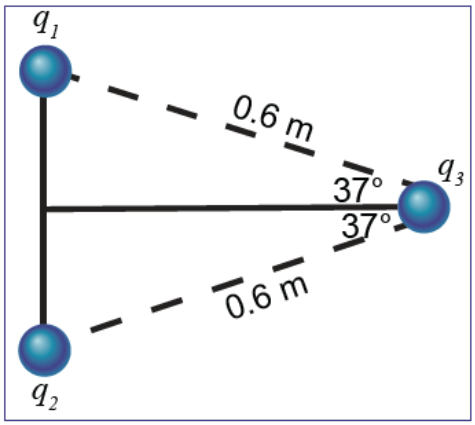
مثال 3:

مقدار القوة الكهربائية في الفراغ بين شحنتين كهربائيتين $10\ N$. كم سيصبح مقدار هذه القوة إذا وضعت الشحنتان في مادة الجر افيت وتضاعفت المسافة بينهما؟ علمًا بأن السماحية النسبية للجر افيت هي 12.

مثال 4:

وضعت شحنتان كهربائيتان موجبتان $q1 = 2\ \mu C$ و $q2 = 8\ \mu C$ على خط مستقيم وعلى مسافة $3\ cm$ بينهما. ووضعت شحنة كهربائية ثالثة q على الخط نفسه بينهما بحيث تكون محصلة القوة الكهربائية عليها صفرًا. احسب المسافة بين q و q_1.

مثال 5:



توضع ثلاث شحنات كهربائية كما في الشكل الموضح جانبًا، وقِيَمُها
$q1 = -3.5\ \mu C$ و $q2 = -3.5\ \mu C$ و $q3 = -5\ \mu C$.
احسب مقدار القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة $q3$.

تمرين: اختبار 2024

ماذا يحدث لمقدار القوة الكهروستاتيكية بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين تفصلهما مسافة ما في الفراغ إذا تم إنقاص مقدار إحدى الشحنتين إلى النصف مع بقاء المسافة بينهما كما كانت؟

A. تقل لربع ما كانت عليه
B. تقل لنصف ما كانت عليه
C. تزداد لضعف ما كانت عليه
D. تزداد لأربعة أمثال ما كانت عليه

تمرين:

أي العبارات التالية صحيحة بالنسبة للقوة الكهروستاتيكية بين شحنتين نقطيتين؟

A. تتناسب طرديا مع مربع المسافة بين الشحنتين.

B. تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين الشحنتين.

C. تتناسب طرديا مع المسافة بين الشحنتين.

D. تتناسب عكسيا مع المسافة بين الشحنتين.

تمرين:

عند قياس القوة المؤثرة بين جسيم ذي شحنة معروفة مقدارها $2.9 \times 10^{-6}\ C$ وجسيم ذي شحنة مجهولة وجد أنها تبلغ $37.9\ N$ عندما تكون المسافة الفاصلة بين الجسيمين هي $0.08\ m$

ما مقدار الشحنة المجهولة؟ $(k = 9 \times 10^{9}\ {}^{N.m^2}/_{C^2})$

A. $9.3 \times 10^{-6}\ C$

B. $1.2 \times 10^{-6}\ C$

C. $3.3 \times 10^{+5}\ C$

D. $4.1 \times 10^{6}\ C$

تمرين: اختبار تجريبي 2021

إذا كانت القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين موضوعتان على مسافة معينة من بعضهما تساوي $100N$ تم تغيير المسافة بينهما فأصبحت القوة الكهربائية بينهما $25N$ فما التغير الذي حدث للمسافة؟

A. قلت إلى النصف

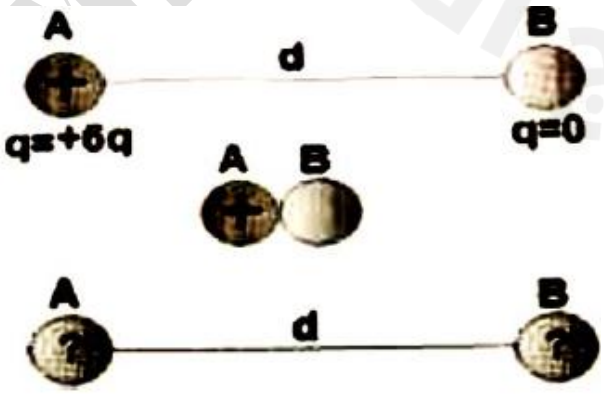
B. قلت إلى الربع

C. زادت إلى الضعف

D. زادت إلى أربعة أضعاف

تمرين: اختبار 2019

الشكل يوضح جسم شحنته $+6\ q$ تلامس مع جسم مماثل له وغير مشحون ثم تم إبعادهما إلى نفس موضعهما ما العلاقة المستخدمة لحساب القوة الكهربية المتبادلة بينهما؟



A. $F = \frac{kq^2}{d^2}$

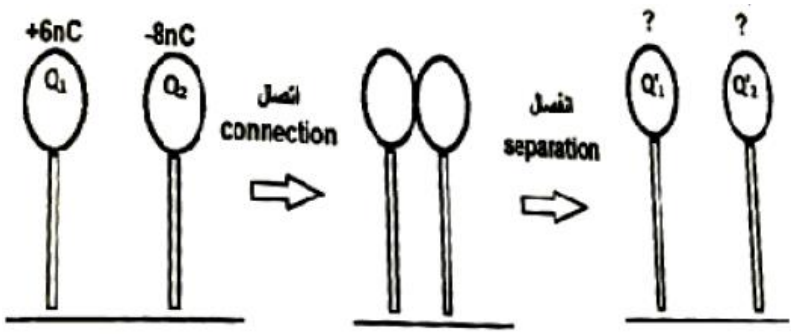
B. $F = \frac{3kq^2}{d^2}$

C. $F = \frac{6kq^2}{d^2}$

D. $F = \frac{9kq^2}{d^2}$

تمرين: اختبار 2015

كرتان معدنيتان متماثلتان مفصولتان عن بعضهما تم شحنهما بالشحنتين $(-8\ nC, +6\ nC)$ على التوالي. إذا سمح للكرتين بالاتصال ثم الانفصال مرة أخرى، ما مقدار الشحنة على كل منهما؟



A. $+14\ nC$
B. $-2\ nC$
C. $-1\ nC$
D. $0\ nC$

تمرين: اختبار تجريبي 2015

قوة التنافر بين جسيمين مشحونين $0.04\ N$، إذا تضاعفت المسافة بين الشحنتين ما قوة التنافر الجديدة؟

A. $0.16\ N$
B. $0.08\ N$
C. $0.02\ N$
D. $0.01\ N$

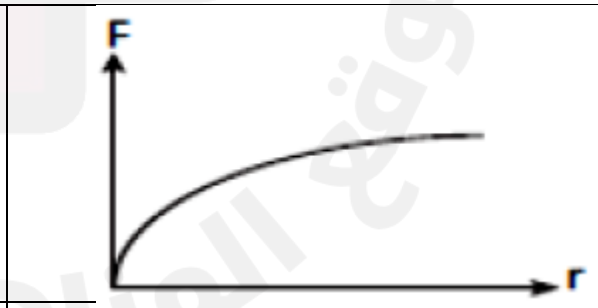
تمرين: اختبار 2014

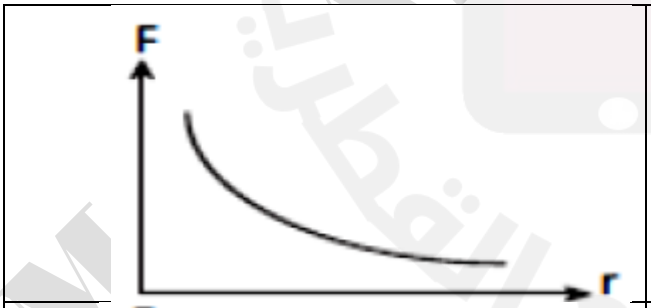
شحنتان إحداهما مقدارها $4 \times 10^{-6}\ C$ والأخرى مقدارها $-3 \times 10^{-6}\ C$ بينهما مسافة $6\ m$، ما مقدار القوة المحصلة على شحنة مقدارها $5 \times 10^{-6}\ C$ تقع في منتصف المسافة بين الشحنتين؟

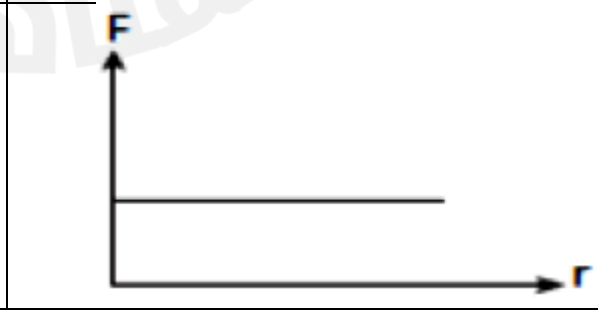
A. $1.5 \times 10^{-3}\ N$
B. $5 \times 10^{-3}\ N$
C. $3.5 \times 10^{-2}\ N$
D. $4.5 \times 10^{2}\ N$

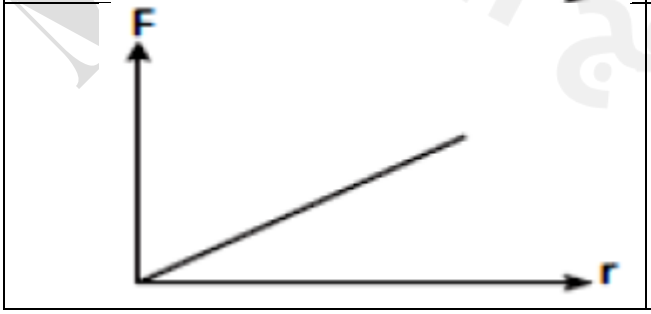
تمرين: اختبار تجريبي 2012

أي تمثيل بياني مثل العلاقة بين القوة الكهربائية بين جسمين مشحونين والمسافة بينهما؟

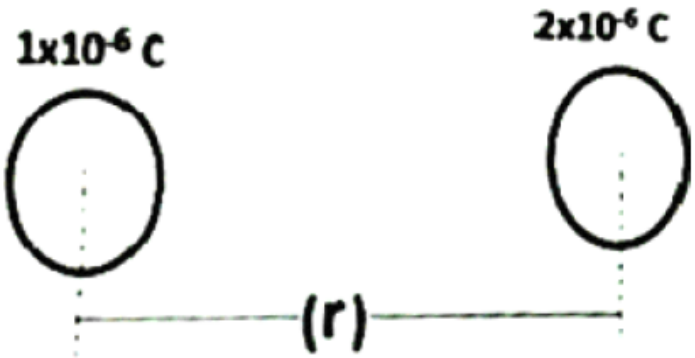
A


C


B


D


تمرين: اختبار 2015



موصلان كرويان صغيران موضوعان على مسافة (r) في الهواء يحملان شحنتين موجبتين $1 \times 10^{-6}\ C$ و $2 \times 10^{-6}\ C$ كما هو موضح في الشكل. إذا كانت قوة التنافر بينهما $0.2\ N$، ما مقدار البعد بين مركزيهما (r)؟

A. $0.3\ m$
B. $0.1\ m$
C. $3 \times 10^{-3}\ m$
D. $1 \times 10^{-3}\ m$

تمرين: اختبار تجريبي 2018

تولدت قوة كهربائية F بين كرتين متماثلتين تحمل كل منهما شحنة مقدارها q والمسافة بين مركزيهما r أي التعبيرات التالية لا ينتج عنه أي تغيير في القوة بين الشحنتين؟

A. مضاعفة الشحنة على أحد الكرتين ومضاعفة المسافة بينهما.
B. مضاعفة الشحنة على كلاً من الكرتين ومضاعفة المسافة بينهما.
C. مضاعفة الشحنة على أحد الكرتين وتقليل المسافة للنصف.
D. مضاعفة الشحنة على كلاً من الكرتين وتقليل المسافة للنصف.

تمرين: اختبار 2018

كرتان موصلتان تحملان شحنة موجبة تفصلهما في الهواء مسافة $0.2\ m$ وقوة التنافر بينهما تساوي $2 \times 10^{-4}\ N$ إذا أصبحت المسافة بينهما $0.9\ m$ كم تصبح القوة المتبادلة بينهما؟

A. $1.5 \times 10^{-6}\ N$
B. $2.5 \times 10^{-6}\ N$
C. $3.5 \times 10^{-6}\ N$
D. $9.9 \times 10^{-6}\ N$

تمرين: اختبار 2017

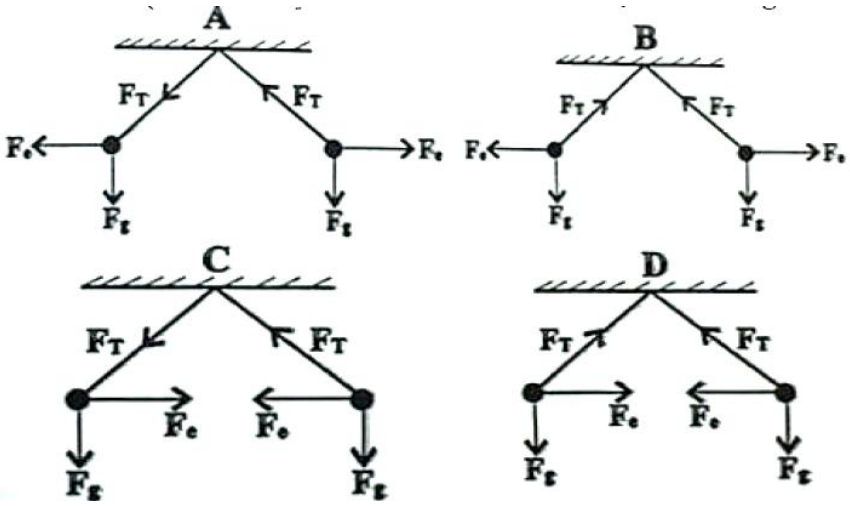
شحنتان نقطيتان $(q1, q2)$ المسافة بينهما في الهواء $10\ cm$ والقوة الكهروستاتيكية المتبادلة بينهما $(200\ N)$، فإذا وضعت بينهما مادة أخرى معامل النفاذية الكهربائية لها يساوي أربعة أمثال معامل النفاذية الكهربائية للهواء، فكم تصبح القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بينهما؟

A. 50 N
B. 100 N
C. 200 N
D. 800 N

تمرين: اختبار تجريبي 2017

كرتان من الألمنيوم متماثلتان في الكتلة m وفي الشحنة q معلقتان بخيطين متماثلين في الطول، فإذا كانت الكرتان في حالة اتزان فأي الاشكال التالية يمثل الاتجاهات الصحيحة للقوى المؤثرة على الكرتين؟

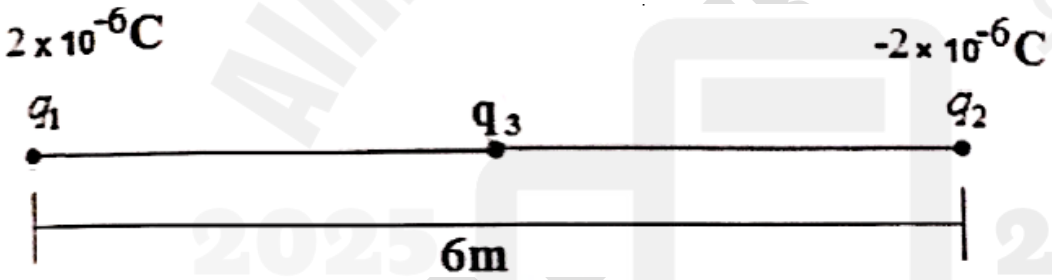
(الوزن: Fg ، القوة الكهروستاتيكية: Fe ،
قوة الشد في الخيط: F_T)



A .A
B .B
C .C
D .D

تمرين: اختبار 2016

شحنتان نقطيتان إحداهما مقدارها $2 \times 10^{-6} C$ و $-2 \times 10^{-6} C$ والمسافة الفاصلة بينهما في الهواء $6\ m$.
ما مقدار القوة الكهربائية الكلية المؤثرة على شحنة مقدارها $4 \times 10^{-6} C$ تقع في منتصف المسافة بين الشحنتين؟



A .A $2.4 \times 10^{-2}\ N$
B .B $1.6 \times 10^{-2}\ N$
C .C $1.6 \times 10^{-3}\ N$
D .D $0\ N$

تمرين: اختبار تجريبي 2017

شحنتان نقطيتان $q_2 = 9 \times 10^{-6} C$ و $q_1 = 16 \times 10^{-6} C$ المسافة بينهما $6\ cm$

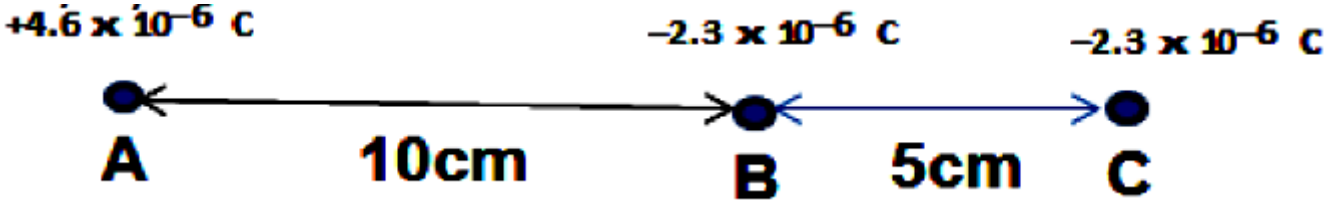
أين توضع شحنة بينهما بحيث لا تتأثر بقوة؟ (حدد موضع نقطة التعادل بين الشحنتين)

Almanahj.com/qa 2025 2024 Mr. YAHYA. R 66630805 موقع المناهج القطري

تمرين: اختبار تجريبي 2018

الشكل أدناه يوضح ثلاث شحنات نقطية موضوعة على خط مستقيم في الهواء.

احسب القوة الكهربائية المحصلة المؤثرة على الشحنة الموضوعة في النقطة B.



تمرين: اختبار 2015

شحنتان مقدارهما $-1\ nC$ و $-4\ nC$ موضوعتان على خط مستقيم تفصل بينهما مسافة $1m$

عند أي بعد من الشحنة الأولى q_1 توضع شحنة ثالثة q_3 بحيث تكون محصلة القوى = 0

Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R

تمرين: اختبار تجريبي 2022

1- احسب مقدار ونوع القوة الكهربائية بين شحنتين في الهواء $q_1 = 4 \times 10^{-6}\ C$ و $q_2 =$ $-6 \times 10^{-6}\ C$ والبُعد بينهما $m\ 0.15$ (ثابت كولوم $k = 9 \times 10^9\ {}^{N.m^2}/_{C^2}$)

2- فإذا سُمح للشحنتين بالتلامس ثم الانفصال مرة أخرى والعودة لنفس البعد (m 0.15) احسب مقدار ونوع القوة الكهربائية بينهما.

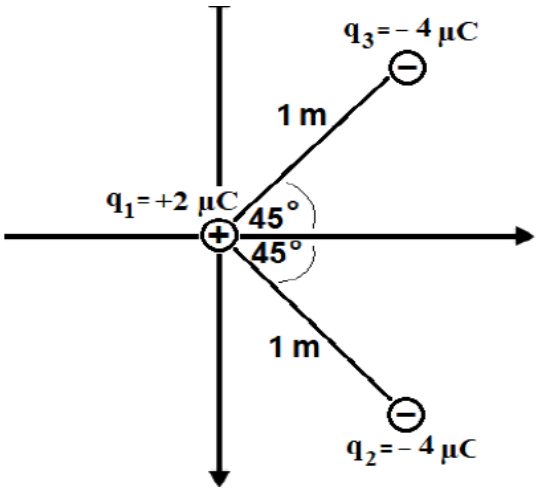
Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R 2025 2024 موقع المناهج

تمرين: دورة 2021

يوضح الشكل أدناه ثلاث شحنات نقطية في الهواء.

احسب مقدار القوة الكهربائية المحصلة المؤثرة في الشحنة q_1

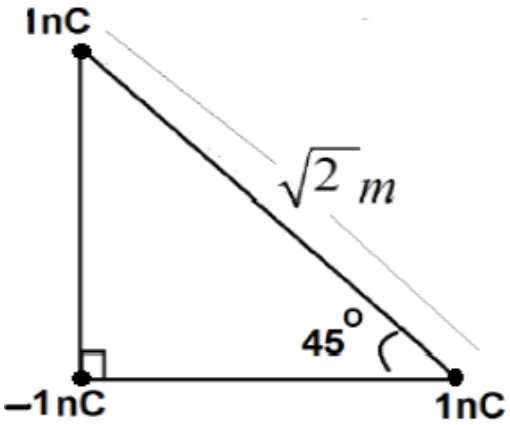
(ثابت كولوم $k = 9 \times 10^9 \ N.m^2/C^2$)



Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R 2025 2024 موقع المناهج

اختبار تجريبي 2020:

وضعت ثلاث شحنات نقطية مقاديرها $1\ nC$ و $-1\ nC$ و $1\ nC$ في أركان مثلث قائم الزاوية كما هو موضح بالشكل: احسب مقدار و اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة $-1\ nC$

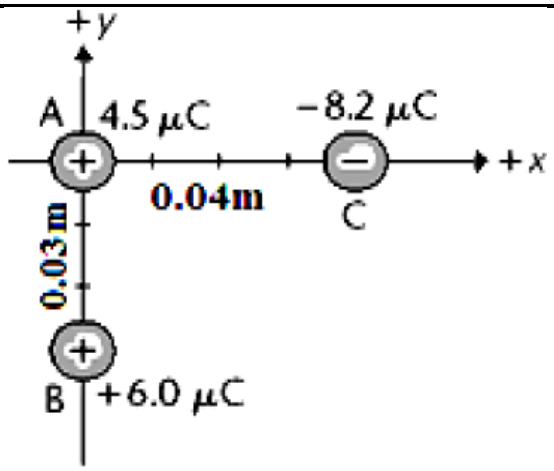


Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R

تمرين: اختبار 2018

ثلاث شحنات كروية وضعت كما في الشكل

احسب مقدارو اتجاه القوة الكهربية المؤثرة على الشحنة A



Almanahj.com/qa
Mr. YAHYA. R 66630805
2025 2024
موقع المناهج القطرية

تقويم الدرس 3-1

1. ما أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين قانون كولوم وقانون الجاذبية لنيوتن؟

أوجه التشابه:

أوجه الاختلاف:

2. يوجد جسمان مشحونان يفصل بينهما متر واحد. احسب مقدار القوة الكهربائية بينهما و اتجاهها إذا كانت قيم شحنة الجسمين كما يلي:

a. $+1\ C$ و $+1\ C$

b. $+1\ C$ و $-1\ C$

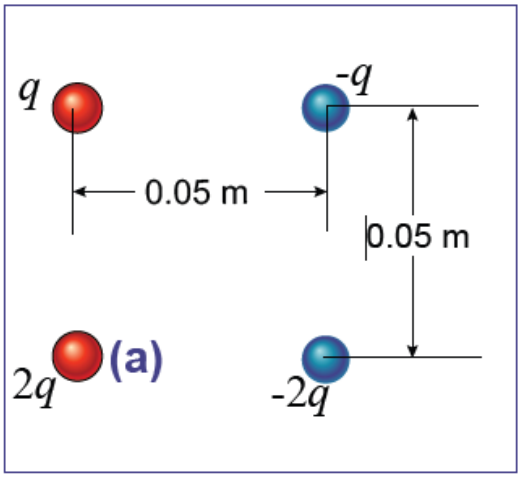
c. $-1\ C$ و $-1\ C$

3. إذا كانت المسافة بين شحنتين كهربائيتين متماثلتين $1\ m$ وقوة التنافر الكهربائية بينهما $1\ N$، فكم يكون مقدار كل من الشحنتين؟

4. شحنتان إحداهما موجبة والأخرى سالبة تفصل بينهما مسافة $25\ cm$ وتتأثر كل منهما بقوة جذب مقدارها $5N$ ما مقدار القوة الكهربائية و اتجاهها التي تؤثر في كل منهما عندما تصبح المسافة بينهما $50\ cm$؟

5. إذا كانت المسافة بين شحنتين كهربائيتين $q1 = 3.5\ \mu C$ و $q2 = -1.5\ \mu C$ في الفراغ هي $0.12\ m$ فكم يكون مقدار القوة الكهربائية بينهما؟

6. وُضِعَت أربع شحنات عند رؤوس مربع طول ضلعه $0.05\ m$ كما في الشكل حيث:



$q = 1 \times 10^{-7}\ C$.

احسب محصلة القوى الكهربائية على الشحنة $2q$ عند رأس المربع (a) السفلي إلى اليسار.

Almanahj.com/qa 2025 2024 Mr. YAHYA. R 66630805 موقع المناهج القطري

7. وُضِعَت شحنتان $+1 \times 10^{-7}\ C$ و $+3 \times 10^{-7}\ C$ في مادة التفلون البلاستيكي، على مسافة $0.1\ m$ من بعضهما البعض. احسب القوة الكهربائية بين الشحنتين (ملاحظة: استخدم الجدول 3-1)

8. تمت زيادة المسافة بين شحنتين كهربائيتين $+q$ و $-q$ من r إلى $3r$. بأي معامل يجب تغيير قيمة كل من الشحنتين معًا بحيث تبقى القوة الكهربائية بينهما هي ذاتها؟

Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R 2025 2024 موقع المناهج

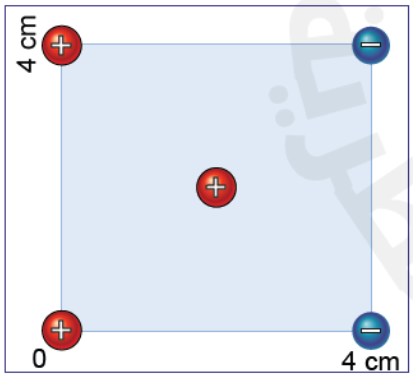
مراجعة الوحدة

1. شحنتان كهربائيتان وضعتا في الفراغ على مسافة معينة من بعضهما. كيف تتغير القوة بين الشحنتين إذا مُلئ الفراغ بينهما بمادة ذات سماحية كهربائية أعلى؟
   a. تزداد القوة.
   b. تنخفض القوة.
   c. تبقى القوة كما كانت.
   d. ينعكس اتجاه القوة.

2. يدلك طالب ساقين من اللافلزات، كل منهما من مادة مختلفة، بقطعتين مختلفتين من القماش. وجد الطالب أن كلاً من الساقين تجذب الأخرى، فما هو التفسير الأكثر احتمالًا؟
   a. يؤدي دلك الساقين بالقطعتين إلى وجود شحنات موجبة على ساق وشحنات سالبة على الساق الأخرى.
   b. يؤدي دلك الساقين بالقطعتين إلى وجود شحنات موجبة على كل من الساقين.
   c. يؤدي دلك الساقين بالقطعتين إلى وجود شحنات سالبة على كل من الساقين.
   d. كل من الساقين متعادلة كهربائيًا.

3. ما مقدار القوة الكهربائية بين شحنتين، مقدار كل منهما $+1\ \mu C$ ، وتفصل بينهما مسافة $1\ cm$ ؟
   a. $0.009\ N$
   b. $90\ N$
   c. $9 \times 10^{9}\ N$
   d. $9 \times 10^{25}\ N$

4. وُضعت أربع شحنات متساوية على زوايا مربع كما هو مبيّن في الشكل المجاور، فماذا سيحدث لشحنة موجبة إذا وُضعت في مركز المربّع بالضبط؟



   a. ستتحرك نحو الأعلى.
   b. لن تتحرك.
   c. ستتحرك قطريًا نحو الركن السفلي الأيمن.
   d. ستتحرك نحو اليمين

6. إذا تضاعفت المسافة بين شحنتين موجبتين، فماذا سيحدث للقوة الكهربائية بينهما؟
   a. لا تتغير.
   b. تنخفض إلى نصف قيمتها.
   c. تزداد إلى أربعة أمثالها.
   d. تنخفض إلى ربع قيمتها.

10. اذكر ثلاثة أمثلة على القوة الكهربائية في الحياة اليومية.

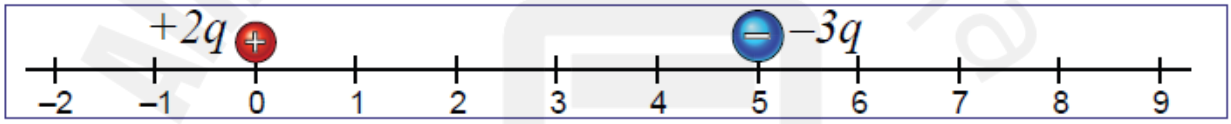
✓ _____

✓ _____

✓ _____

11. تزداد السماحية النسبية في مادة تحتوي على شحنتين كهربائيتين من 1 إلى 2. كيف تتغير القوة الكهربائية بينهما نتيجة لذلك؟

12. شحنتان كهربائيتان 2 + q و 3 – q وضعتا على خط كما هو موضح



أثبت أنه لا يوجد نقطة على الخط بين الشحنتين تكون عندها القوة على شحنة اختبار تساوي صفر.

13. ما القوة الكهربائية التي تؤثر في جسيم مشحون بشحنة سالبة مقدارها $q1 = -10\ \mu C$ بواسطة جسيم آخر يحمل شحنة موجبة مقدارها $q2 = 20\ \mu C$ ، ويبعد عنه مسافة $r = 10\ c$ ؟

14. يفصل بين شحنتين $q1$ مقدارها $2.0\ \mu C$ و $q2$ مقدارها $4.0\ \mu C$ مسافة $r = 4.0\ cm$.

a. احسب القوة بين الشحنتين.

b. إذا كانت القوة المحسوبة في (a) هي F ، كم تصبح القوة في الحالات التالية بدلالة F ومن دون حساب:

- إذا تضاعفت r ؟
- إذا تضاعفت كل من $q1$ و r ؟
- إذا تضاعفت كل من $q1$ و $q2$ و r ؟

15. يفصل بين جسمين، كتلة كل منهما 10 g وشحنتاهما $+5\ \mu C$ و $-10\ \mu C$ مسافة $1\ cm$.

a. ما اتجاه القوة الكهربائية بينهما؟

b. ما مقدار القوة بينهما؟

c. ما تسارع الشحنة الموجبة عند لحظة بداية تأثرها بالقوة؟

d. ما تسارع الشحنة السالبة عند لحظة بداية تأثرها بالقوة؟

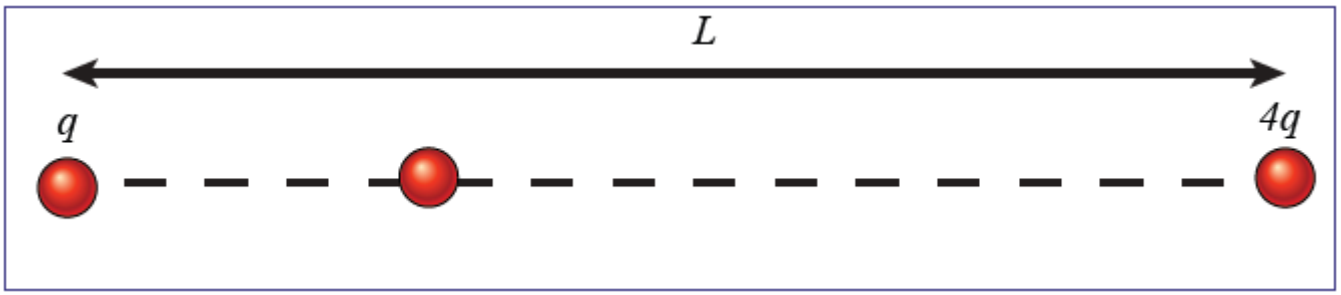
16. جسمان مشحونان بشحنتين $+20\ \mu C$ و $-20\ \mu C$، ويفصل بينهما مسافة $5\ cm$.

a. ما مقدار القوة الكهربائية بينهما؟

b. ما مقدار الكتلة التي تتعرّض لقوّة مكافئة للقوة الكهربائية، ولكن بسبب الجاذبية بالقرب من سطح الأرض؟

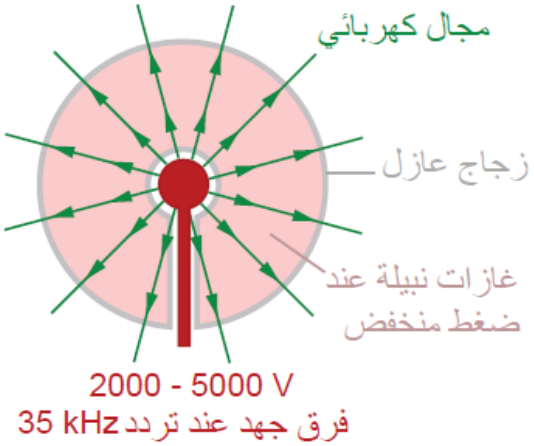
17. وُضع جسيم شحنته $-100\ \mu C$ في منتصف المسافة بين جسيمين آخرين. يقع أحد الجسيمين عند النقطة $x = -5\ cm$ وشحنته $-50\ \mu C$ ؛ ويقع الآخر عند النقطة $x = +5\ cm$ وشحنته $+50\ \mu C$. ما اتجاه القوة المؤثرة في الجسيم الأوسط؟ وما هو مقدارها؟

18. وُضِعت شحنتان كهربائيتان q و $4q$ كما هو موضح أدناه. إذا وضعت شحنة ثالثة بينهما بحيث تكون محصلة القوة على أي من الشحنات الثلاث صفرًا، فكم يكون مقدار هذه الشحنة الثالثة؟



الوحدة الثالثة: المجال الكهربائي والجهد الكهربائي

الدرس الثاني: المجال الكهربائي والجهد الكهربائي



كيف يمكننا ملاحظة الكمّيات غير المرئية، مثل المجال الكهربائي؟

كرة البلازما: هي أداة ممتازة لرؤية المجالات الكهربائية.

تُصنع كرة البلازما من:

- ✓ زجاج عازل
- ✓ مزيج من الغازات النبيلة، مثل النيون والأرجون عند ضغط منخفض
- ✓ ملف كهربائي عالي الجهد في مركز كرة البلازما ينتج فرق جهد متردد يتراوح بين (2000 V) و (5000 V)، تردده 35kHz .

ما سبب نشوء الإصدارات الضوئية في كرة البلازما؟

تتأيَّن بعض الذرات في كل دورة وينطلق الضوء منها عندما تصطدم الإلكترونات بذرات الآرجون وتتسبّب في إصدار إلكترونات ضوئية.

فسر: تتجه الأقواس الكهربائية المتكونة إلى حافة كرة البلازما.

مقارنة بالجهد العالي داخل الكرة، فإن الهواء الموجود خارج كرة البلازما يتصل بالأرض. لذلك، تشكل البلازما شرارات ضوئية من المركز إلى الحافة.

فسر: تتجه الأقواس الكهربائية المتكونة إلى المكان الذي تضع فيه إصبعك.

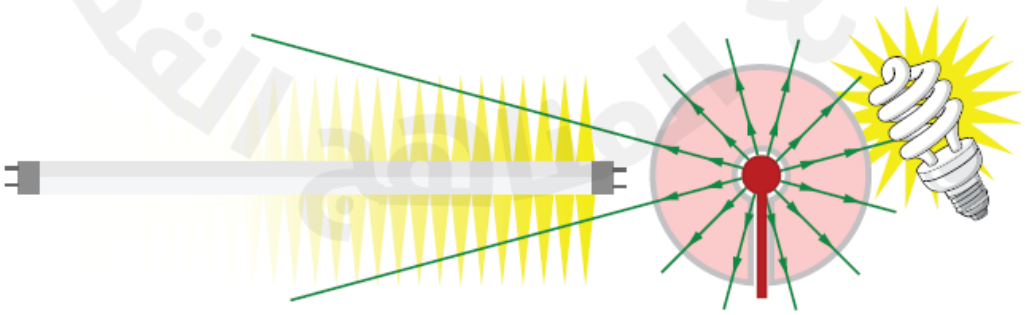
يؤدّي لمس كرة البلازما إلى اتصال أفضل بالأرض فتنتقل الشرارات إلى موضع إصبعك.

فسر: يضيء مصباح الفلورسنت المدمج عند تقريبه من كرة البلازما.

يتجه المجال الكهربائي الناتج عن كرة البلازما إلى ما هو أبعد من الزجاج الذي يحتوي على النيون والأرجون. إذا وضعت مصباح الفلورسنت المدمج بالقرب من كرة البلازما فإن المصباح سوف يضيء.

فسر: تخفت إضاءة أنبوب الفلورسنت الطولي عند طرفه الأبعد عن كرة البلازما.

لأن المجال الكهربائي يكون أضعف.

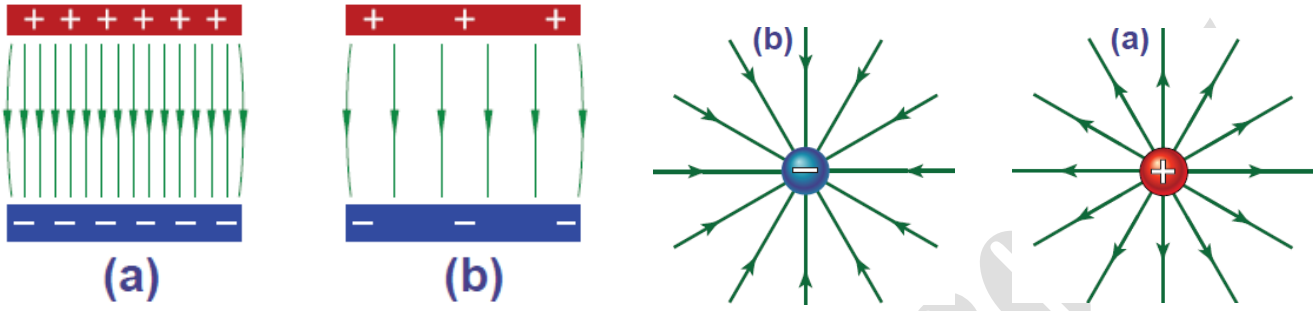


المجال الكهربائي:

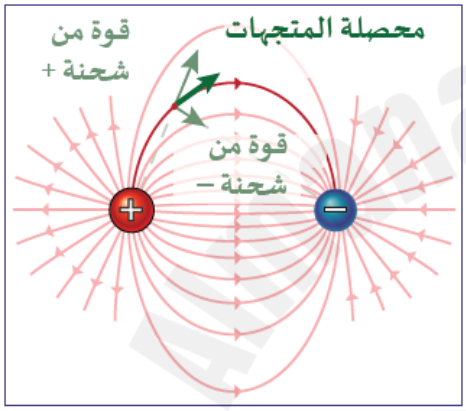
هو خاصية كهربائية للمنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية والتي يظهر فيها تأثير قوتها الكهربائية في الشحنات الأخرى.

ويتم تمثيل المجال الكهربائي بخطوط وهمية، لا تتقاطع، كثافتها تعبر عن شدة المجال الكهربائي تدعى خطوط المجال الكهربائي.

ويعبر عن جهتها بجهة القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة اختبار موجبة (وهمية).



الشكل 3-16 خطوط المجال الكهربائي لشحنتين موجبتين (a) ولشحنتين سالبتين (b).



الشكل 3-17 المجال الكهربائي لشحنتين، إحداهما موجبة والأخرى سالبة.

حساب شدة المجال الكهربائي:

تعبر شدة المجال الكهربائي عن القوة الكهربائية المؤثرة على وحدة الشحنات الكهربائية وهي مقدار متجه وتحسب شدة المجال الكهربائي من العلاقة:

$$E = \frac{F}{q'}$$

E: شدة المجال الكهربائي (N/C)

F: القوة الكهربائية (N)

q: الشحنة الكهربائية (المراد حساب شدة مجالها) (C)

q': الشحنة الكهربائية المتأثرة (C)

k: ثابت كولوم $(N.m^2/C^2)$

استنتاج شدة المجال الكهربائي لشحنة نقطية:

لحساب شدة المجال الكهربائي لشحنة نقطية q عند نقطة تبعد عنها مسافة r نفترض وجود شحنة ثانية q_2 عند تلك النقطة، وبالتعويض في القانون أعلاه يكون:

$$E = \frac{F}{q_2} = \frac{\frac{kqq_2}{r^2}}{q_2} \xrightarrow{\text{وبالاختصار}} E = \frac{kq}{r^2}$$

مثال 6:

a. احسب شدة المجال الكهربائي E و اتجاهه عند نقطة تبعد $4\ mm$ من شحنة نقطية $2\ nC$

b. ما القوة الكهربائية الناتجة على شحنة $-0.025\mu c$ موجودة عند النقطة المذكورة في الفرع (a).

مثال (7):

إذا كانت المسافة بين شحنة موجبة وأخرى سالبة $15\ cm$ كما في الشكل أدناه، احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة x نتيجة للشحنتين.

تمرين:

تؤثر قوة مقدارها $(14\ N)$ على شحنة q مقدارها $(2.1 \times 10^{-9} C)$ ما مقدار شدة المجال الكهربائي؟

A. $0.15 \times 10^{9}\ N/C$
B. $6.7 \times 10^{-9}\ N/C$
C. $29 \times 10^{-9}\ N/C$
D. $6.7 \times 10^{9}\ N/C$

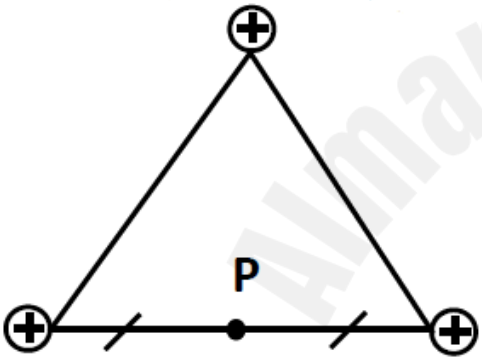
تمرين:

ما شدة المجال الكهربائي على مسافة قدرها $12\ m$ *من شحنة نقطية موجبة مقدارها* $0.35\ C$.

A. $2.2 \times 10^{7}\ N/C$
B. $6.3 \times 10^{7}\ N/C$
C. $2.5 \times 10^{8}\ N/C$
D. $3.8 \times 10^{10}\ N/C$

تمرين:

وضعت ثلاث شحنات كهربائية نقطية موجبة متساوية في المقدار في أركان مثلث متساوي الأضلاع كما هو مبين في الشكل التالي أي من الأسهم التالية يبين اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة P تقع في منتصف قاعدة المثلث؟



A. نحو اليمين ⟶
B. نحو اليسار ⟵
C. للأعلى ↑
D. للأسفل ↓

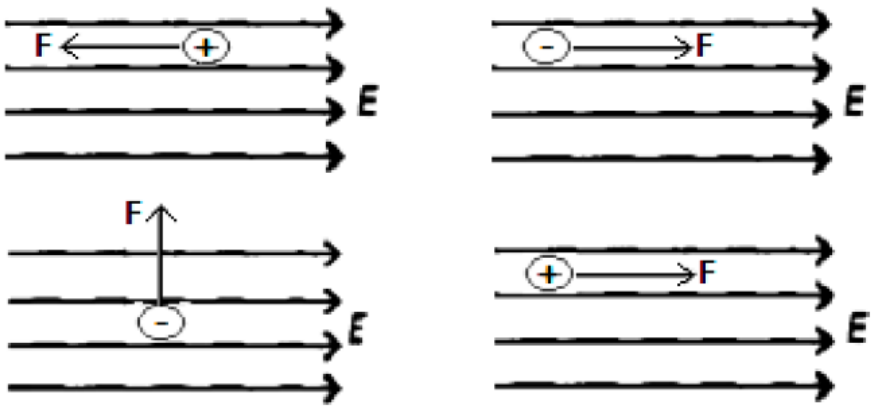
تمرين: دورة 2021

في الشكل أدناه شحنتان نقطيتان متساويتان في المقدار الأولى موجبة والثانية سالبة، إذا كانت شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة الأولى عند النقطة P يساوي $10\ N/C$ فما قيمة شدة المجال الكهربائي المحصل عند النقطة P؟

A. $0\ N/C$
B. $10\ N/C$
C. $15\ N/C$
D. $20\ N/C$

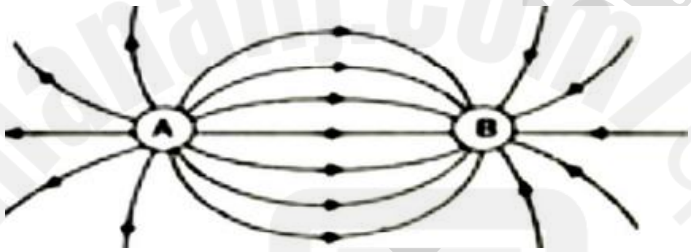
تمرين:

أي من الأشكال التالية يمثل الاتجاه الصحيح للقوة الكهربائية المؤثرة على جسيم مشحون وضع في مجال كهربائي؟



تمرين:

يمثل شكل خطوط المجال الكهربائي الناتج من شحنتين نقطيتين، ما نوع الشحنة لكل منهما.



A. A سالبة و B موجبة

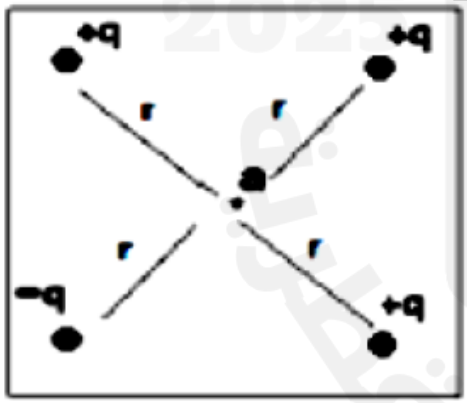
B. A موجبة و B سالبة

C. A و B كلاهما موجبتين

D. A و B كلاهما سالبتين

تمرين:

أربع شحنات متساوية موضوعة كما في الشكل التالي فإذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) الناشئ عن الشحنة (q+) هو E فما هي شدة المجال الكهربائي الكلية عند النقطة (a)



a. 0

b. $\frac{E}{2}$

c. $2E$

d. E

تمرين: اختبار 2024

أي العبارات التالية تصف خطوط المجال الكهربائي بشكل صحيح؟

A. تتجه نحو الشحنة الموجبة

B. تتجه بعيدًا الشحنة السالبة

C. الخطوط المتقاربة تدل على أن المجال الكهربائي أقوى

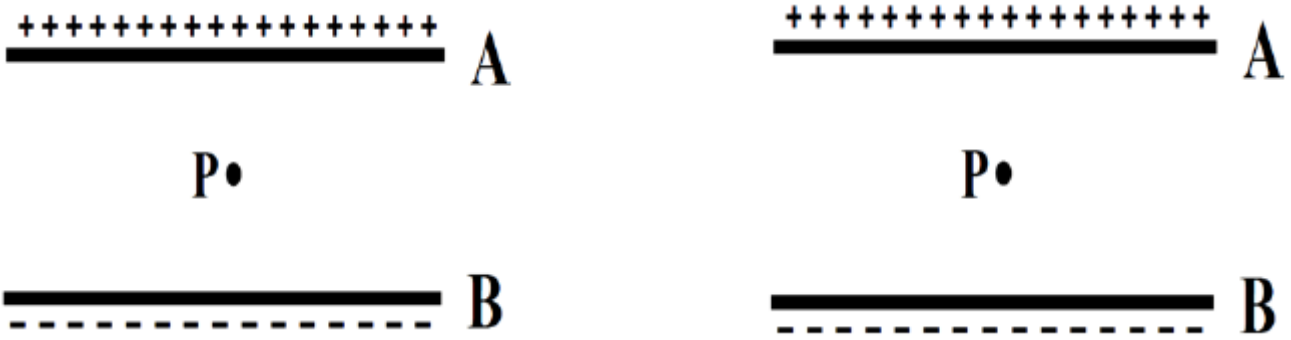
D. الخطوط المتقاربة تدل على أن المجال الكهربائي أضعف

تمرين: اختبار2021

لوحان معدنيان متوازيان A ، B مشحونان وموضوعان في الفراغ كما في الشكل لينتج عنهما مجال كهربائي، وضع بينهما بروتون P، ادرس الشكل وأجب عن الأسئلة التالية:

1- ارسم مستخدما الأسهم خطوط المجال الكهربي بين اللوحين (على الرسم الأيمن).

2- ارسم مستخدما الأسهم اتجاه القوة الكهربية المؤثرة على البروتون (على الرسم الأيسر).



تمرين: اختبار تجريبي 2018

ما مقدار و اتجاه شدة المجال الكهربائي في نقطة تبعد مسافة $0.8\ m$ في الشمال من شحنة نقطية سالبة $-10\mu C$؟

A. $1.4 \times 10^5 N/C$ شمال

B. $1.4 \times 10^5 N/C$ جنوب

C. $3 \times 10^5 N/C$ شمال

D. $3 \times 10^5 N/C$ جنوب

تمرين: اختبار2022

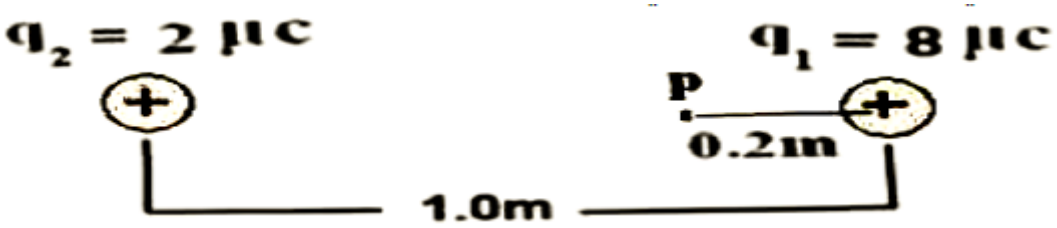
شحنتان نقطيتان الأولى $q_1 = 2 \times 10^{-6} C$ والثانية $q_2 = 4 \times 10^{-6} C$ المسافة بينهما في الهواء $12\ cm$، احسب مقدار محصلة شدة المجال الكهربائي عند نقطة تقع في منتصف المسافة بينهما.

علمًا بأن ثابت كولوم: $k = 9 \times 10^9\ {N.m^2}/{C^2}$

تمرين: اختبار 2019

شحنتان الاولى $q1 = 8\ \mu C$ والثانية $q2 = 2\ \mu C$ تبعدان عن بعضهما مسافة $1.0m$

احسب شدة المجال الكلي عند النقطة P التي تبعد مسافة $0.2m$ عن الشحنة الأولى.



تمرين:

ما مقدارشدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد $1.2\ m$ عن شحنة نقطية مقدارها $4.2 \times 10^{-6} C$؟

$$k = 9 \times 10^9\ {}^{N.m^2}/_{C^2}$$

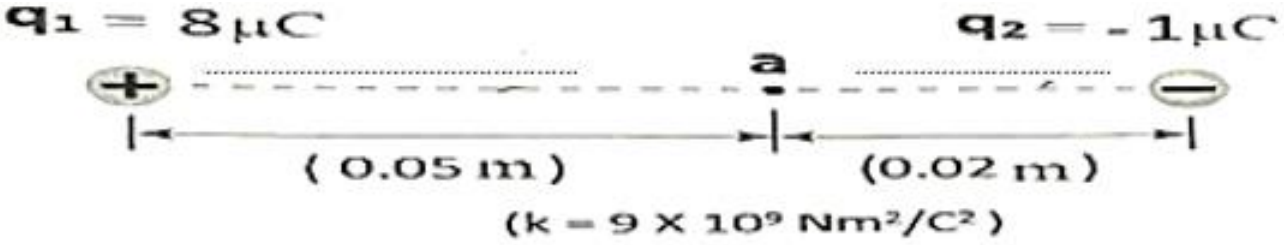
ما مقدارالقوة الكهربائية التي يؤثربها المجال الكهربائي على شحنة مقدارها $3 \times 10^{-7} C$ وضعت عند تلك النقطة؟

تمرين: اختبار 2024

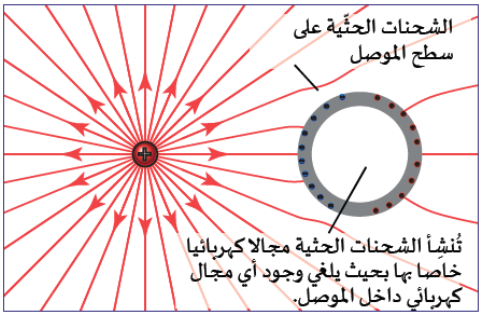
في الشكل التالي شحنتان نقطيتان موضوعتان في الفراغ، احسب مقدار كل مما يلي:

1- شدة المجال الكهربائي E عند النقطة a.

2- القوة الكهربائية F والمؤثرة في شحنة مقدارها $20\ \mu C$ موضوعة عند النقطة a.



قفص فاراداي كدرع فلزي:



عند تعرض موصل استاتيكي لمجال كهربائي تعيد شحنات الموصل ترتيب نفسها وتنتج مجال كهربائي إضافي يعاكس المجال الخارجي ويصبح المجال الكلي داخل الموصل صفرًا وهو ما يعرف بمبدأ التدريع.

س: ما أهمية تغليف أسلاك الكمبيوتر بشبكة معدنية كما هو موضح في الشكل التالي؟

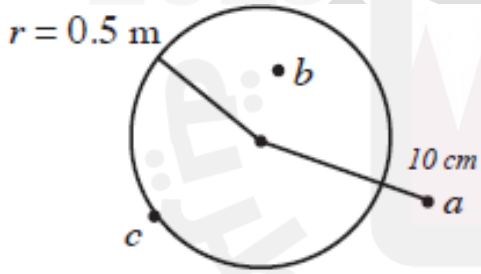
تعمل هذه الشبكة المعدنية على حماية الإشارات المنقولة عبر تلك الأسلاك من تأثير المجالات الكهربائية الخارجية وفق مبدأ التدريع

س: ما هو قفص فاراداي وما هو مبدأ عمله؟

عبارة عن قفص من مادة موصلة تعمل على حماية ما بداخلها من تأثير المجالات الكهربائية الخارجية

مثال 8:

كرة موصلة موضوعة في الهواء مشحونة بشحنة كهربائية $2\ C$ ونصف قطرها $0.5\ m$، احسب شدة المجال الكهربائي عند النقاط الآتية:



a. نقطة خارج الكرة وتبعد $10\ cm$ عن سطحها.

b. نقطة تقع داخل الكرة

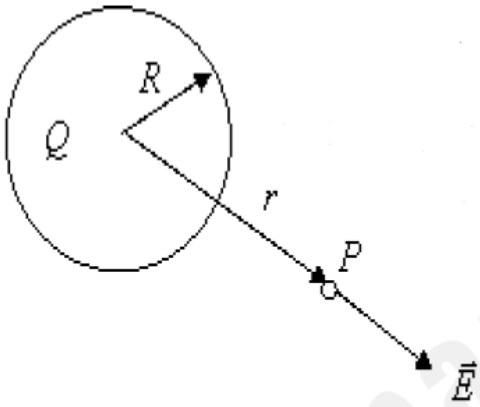
c. نقطة تقع خارج الكرة وقريبة جدًا من سطحها.

تمرين: تجريبي 2022

ما قيمة شدة المجال الكهربائي عند مركز موصل معدني كروي نصف قطره $0.2\ m$ ومشحون بشحنة موجبة مقدارها $-1 \times 10^{-6} C$ ، إذا كان ثابت كولوم $k = 9 \times 10^{9}\ {}^{N.m^2}/_{C^2}$ ؟

تمرين:

كرة موصلة نصف قطرها $15\ cm$ ومشحونة بشحنة سالبة قدرها $-4\mu C$



a. احسب شدة المجال الكهربائي على بعد $5\ cm$ من مركز الكرة.

b. احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة P على بعد $15cm$ من سطح الكرة

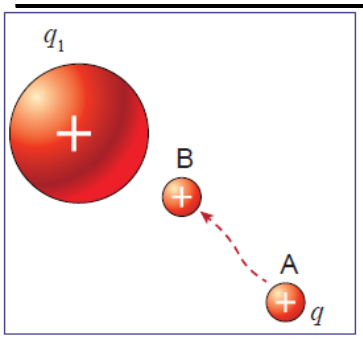
c. احسب شدة المجال عند النقطة E والتي تقع على ضعف بعد النقطة P من السطح.

تمرين:

شحنتان مقدارهما $(10 \times 10^{-8} C)$ والثانية $(-5 \times 10^{-8} C)$ تفصلهما مسافة مقدارها $20\ cm$

a. احسب مقدار شدة المجال الكهربائي عند منتصف المسافة بينهما.

b. احسب مقدار القوة الكهربائية التي يؤثر بها المجال على الكترون وضع عند تلك النقطة.



طاقة الوضع الكهربائية:

تمثل طاقة الوضع الكهربائية الشغل المبذول للتغلب على القوة الكهروستاتيكية.

فإذا تم تحريك شحنة موجبة (q) من الموضع (A) إلى الموضع (B) فإنه يجب بذل شغل للتغلب على قوة التنافر مع الشحنة (q_1) وقيمة هذا الشغل تمثل التغير في طاقة الوضع الكهربائية لـ (q).

الجهد الكهربائي:

يمثل الجهد الكهربائي طاقة الوضع الكهربائية بالنسبة لوحدة الشحنات $V = \frac{E_p}{q}$

فرق الجهد الكهربائي:

يمثل الاختلاف في الجهد الكهربائي بين نقطتين، ويمكن كتابته على الشكل:

$$\Delta V(A \to B) = V_B - V_A$$

$$= \frac{E_{P_{(B)}}}{q} - \frac{E_{P_{(A)}}}{q} = \frac{E_{P_{(B)}} - E_{P_{(A)}}}{q}$$

$$\Delta V(A \to B) = \frac{\Delta E_p(W)}{q}$$

E_p: طاقة الوضع الكهربائية (J)

q: الشحنة الكهربائية (C)

V: الجهد الكهربائي (v)

ΔV: فرق الجهد الكهربائي (v)

k: ثابت كولوم $(N.m^2/C^2)$

الإلكترون - فولت هو وحدة لقياس الطاقة:

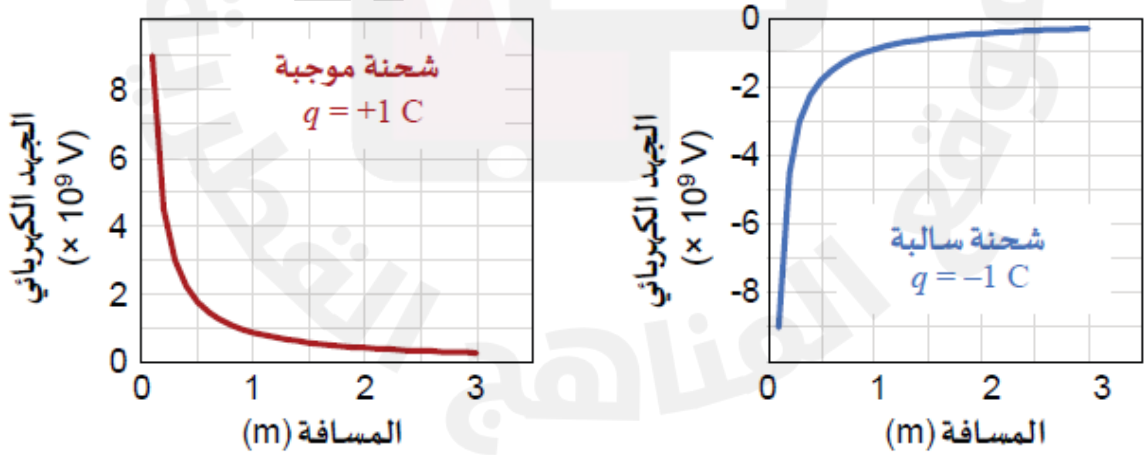
يمثل الإلكترون - فولت الطاقة التي يمتصها أو يحررها الإلكترون الواحد عندما ينتقل بين نقطتين فرق الجهد بينهما يساوي (1 V). $(1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J)$

الجهد الكهربائي لشحنة نقطية

يعطى الجهد الكهربائي لشحنة نقطية عند نقطة تبعد مسافة عن الشحنة بالعلاقة:

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

ملاحظة: يجب إدراج إشارة الشحنة في حساب الجهد الكهربائي (لأن الجهد مقدار عددي)



خصائص الجهد الكهربائي:

1- الجهد الكهربائي الناتج عن مجموعة شحنات في نقطة ما هو المجموع الجبري لجهود الشحنات عند تلك النقطة.

2- فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين لا يعتمد على المسار المتبع بين هاتين النقطتين.

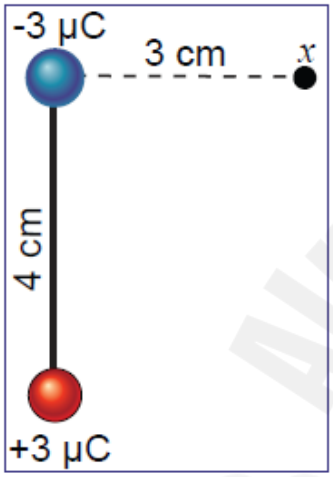
3- جهد شحنة نقطية في اللانهاية يساوي الصفر

مثال (9):

احسب الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد $1m$ عن شحنة $1\ C$. قارن إجابتك مع جهد بطارية $9\ V$.

مثال (10):

احسب الجهد الكهربائي عند النقطة x الناتج عن الشحنتين الموضحتين في الشكل أدناه.



تمرين: اختبار 2024

أي العبارات التالية غير صحيحة لوصف الجهد الكهربائي؟

A. الجهد الكهربائي عند نقطة يعتبر كمية قياسية

B. فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين يعتمد على المسار المتبع

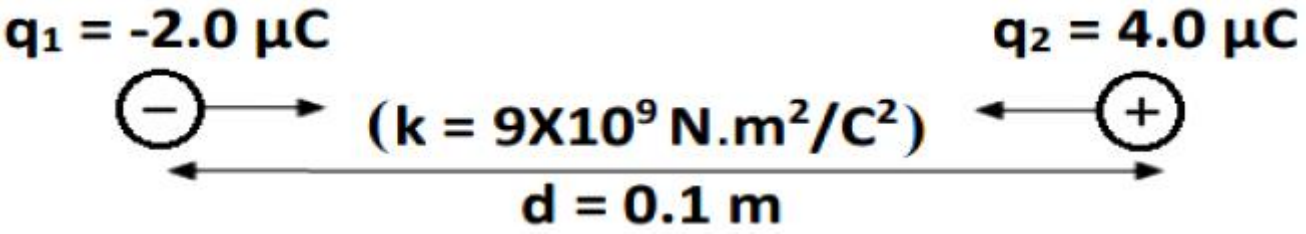
C. الجهد الكهربائي عند نقطة ما يساوي المجموع الجبري لجهود الشحنات المحيطة

D. الجهد الكهربائي عند نقطة ما يتناسب عكسيا مع المسافة بين الشحنة والنقطة

تمرين: اختبار تجريبي 2021

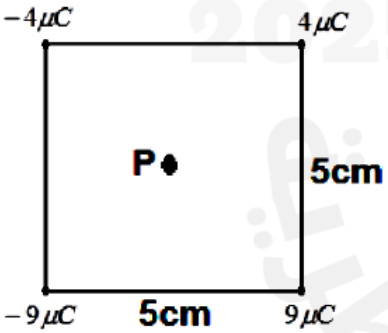
في الشكل التالي يوضح شحنتان كهربائيتان $q1$ و $q2$ تبعدان عن بعضهما مسافة d

احسب الجهد الكهربائي الكلي عند منتصف المسافة بين الشحنتين.



تمرين: اختبار تجريبي 2018

أربع شحنات نقطية مرتبة في الهواء كما هو موضح بالأسفل. احسب جهد النقطة P والتي تقع في مركز المربع.



التغير في طاقة الوضع الكهربائية:

يحسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية (ΔE_p) لشحنة q تتحرك في مجال كهربائي حيث يكون التغير في الجهد الكهربائي (ΔV) وفق المعادلة:

$$\Delta E_p(W) = q \times \Delta V$$

ΔE_p: التغير في طاقة الوضع الكهربائية (J)

q: الشحنة الكهربائية (C)

ΔV: فرق الجهد الكهربائي (v)

التغير في طاقة الوضع الكهربائية ΔE_p

سالبًا

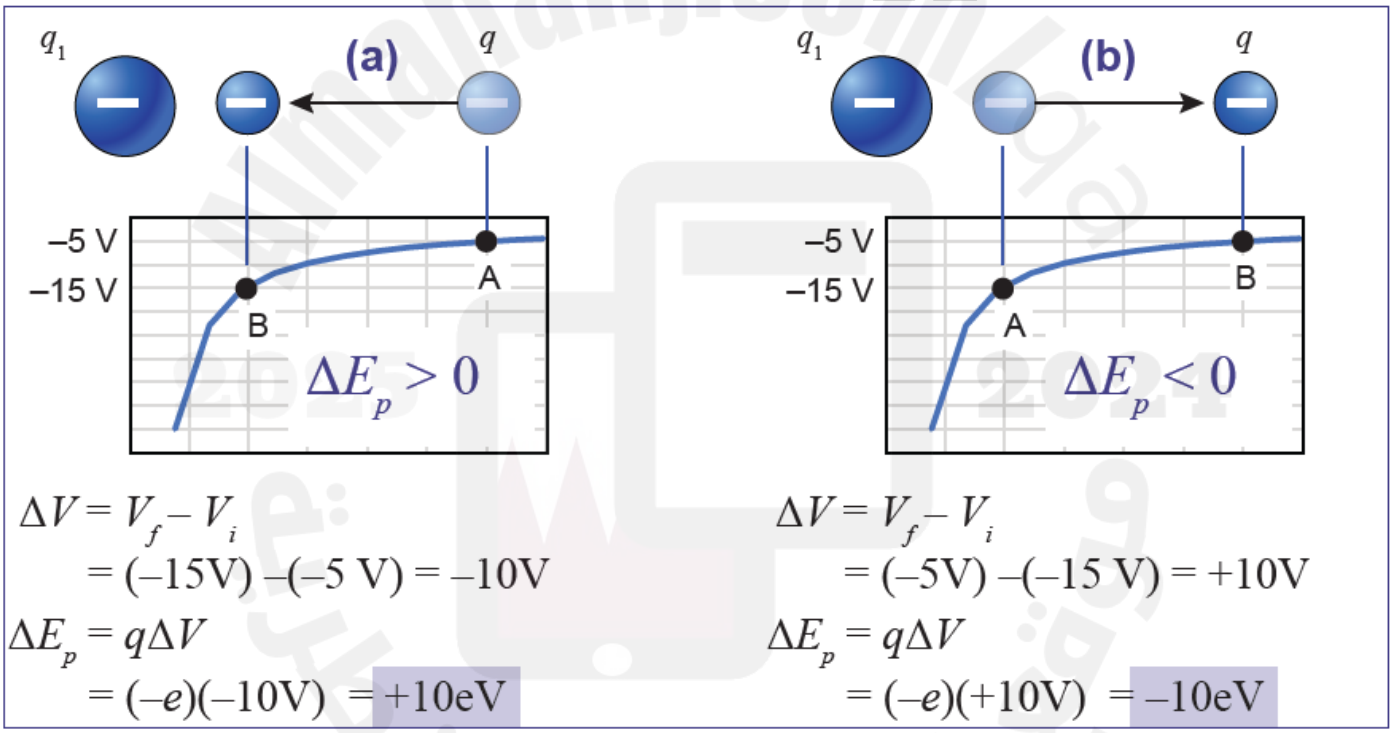
إذا تحركت الشحنة مع اتجاه القوة المؤثرة عليها

(تحرك الشحنة سهلاً)

موجبًا

إذا تحركت الشحنة عكس اتجاه القوة المؤثرة عليها

(تحرك الشحنة صعبًا)



تمرين:

ما مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها $4\ \mu C$ عبر فرق جهد $12\ V$؟

A. $4.8 \times 10^{-5}\ J$

B. $3 \times 10^{6}\ J$

C. $3.3 \times 10^{-7}\ J$

D. $1.6 \times 10^{-7}\ J$

تمرين:

إذا كان الشغل المبذول لتحريك الشحنة نقطية موجبة $3\ \mu C$ بسرعة ثابتة من نقطة إلى أخرى يساوي $120\ \mu J$ فكم تكون قيمة فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين؟

A. $0.025\ V$
B. $40\ V$
C. $120\ V$
D. $360\ V$

مثال (12):

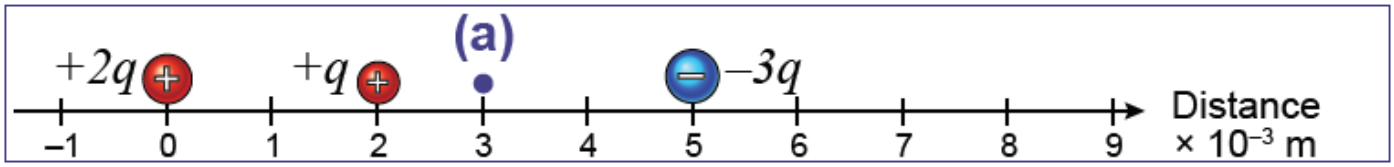
احسب الجهد الكهربائي على بعد $0.5 \times 10^{-10}\ m$ من بروتون. (شحنة البروتون هي $1.6 \times 10^{-19}\ C$)

مثال (11):

تحتاج المصابيح الأمامية للسيارة ذات القدرة $30\ W$ إلى بطارية جهدها $12\ V$. احسب عدد الإلكترونات التي تمر عبر المصابيح الأمامية في كل ثانية.

مثال (13):

احسب الجهد الكهربائي عند النقطة (a) إذا كانت $q = 5 \times 10^{-10} C$.



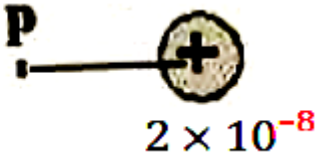
تمرين: اختبار 2024

ما مقدار التغير في طاقة الوضع لشحنة مقدارها $(3.2 \times 10^{-19}\ C)$ تتحرك في مجال كهربائي إذا كان التغير في الجهد $(500\ V)$؟ $(1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J)$

$A.\ 1.6 \times 10^{-16}\ eV$
$B.\ 4 \times 10^{-22}\ eV$
$C.\ 4 \times 10^{-3}\ eV$
$D.\ 1000\ eV$

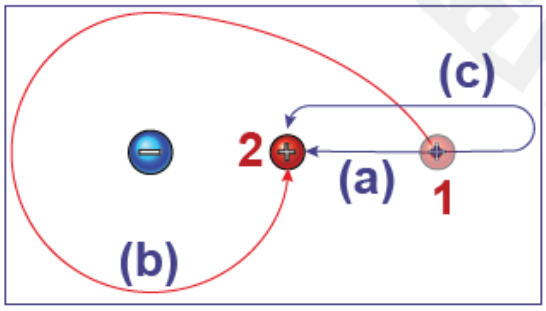
تمرين: اختبار دورة 2019

شحنة مقدارها $2 \times 10^{-8}C$ وضعت على بعد $15\ cm$ من شحنة أخرى مقدارها $-3 \times 10^{-8}C$، ما موضع النقطة P التي يكون عندها قيمة الجهد الكلي منعدم.



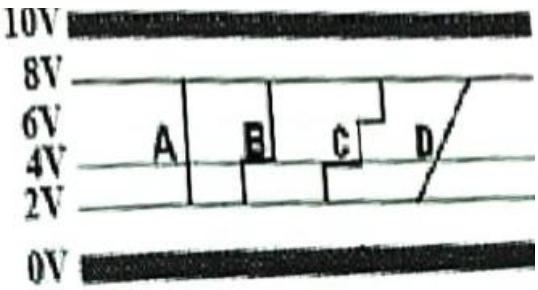
مثال (14):

يمكن لشحنة موجبة أن تسلك ثلاثة مسارات مختلفة بين الموقعين 1 و2.
أي المسارات (a, b, c) يحقق أكبر فرق في طاقة الوضع الكهربائية بين الموقعين؟ وأيها يحقق أقل فرق؟



تمرين: اختبار 2017

في الشكل أدناه تم نقل شحنة كهربائية بين جهدين في مجال كهربائي منتظم الجهد الأول 2 فولت والجهد الثاني 8 فولت عبر أربع مسارات مختلفة هي (A, B, C, D) أي هذه المسارات يحتاج اقل مقدار من الشغل لنقل هذه الشحنة؟



A. فقط المسار A

B. فقط المسار D

C. المسار A والمسار D

D. جميع المسارات تحتاج نفس الشغل

تمرين: اختبار تجريبي 2021

ما التغير في طاقة وضع شحنة نقطية مقدارها $2 \times 10^{-6}\ C$ تحركت بين نقطتين فرق الجهد بينهما يساوي $3\ V$ ؟

A. $0.66 \times 10^{-6}\ J$

B. $1.5 \times 10^{-6}\ J$

C. $5 \times 10^{-6}\ J$

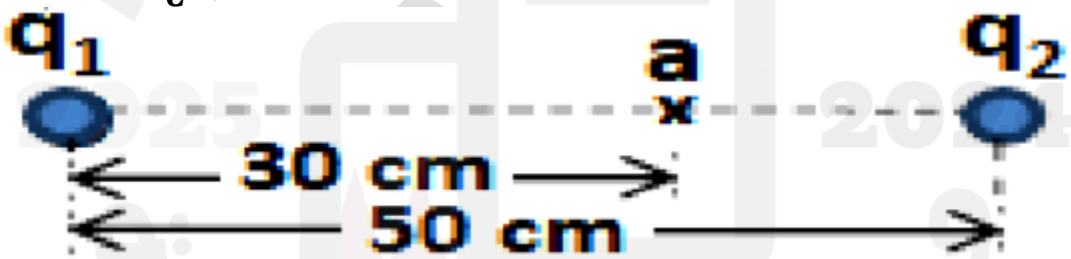
D. $6 \times 10^{-6}\ J$

تمرين: اختبار تجريبي 2022

الشكل التالي يوضح شحنتين كهربائيتين $q1$ و $q\ 2$ موضوعتين في الفراغ وتفصلهما مسافة $50\ cm$

فإذا كان مقدار الشحنة الأولى $q1 = 3 \times 10^{-6} C$ ومقدار الشحنة الثانية $q_2 = -1 \times 10^{-6} C$

ثابت كولوم $k = 9 \times 10^9\ {}^{N.m^2}/_{C^2}$



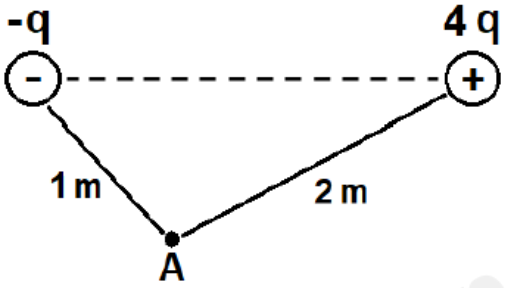
احسب الجهد الكهربائي الناتج عند النقطة

تمرين: اختبار 2022

إذا كان مقدار شدة المجال الكهربائي في مجال شحنة نقطية سالبة عند نقطة تبعد عن الشحنة مسافة $0.1\ m$ يساوي $5.4\ N/C$ فما جهد تلك النقطة؟

A. $-54\ V$
B. $54\ V$
C. $-0.54\ V$
D. $0.54\ V$

تمرين: اختبار 2021



في الشكل أدناه، إذا كان الجهد الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة A يساوي 36 V فما قيمة الشحنة q؟

A. $2 \times 10^{-9} C$
B. $4 \times 10^{-9} C$
C. $6 \times 10^{-9} C$
D. $8 \times 10^{-9} C$

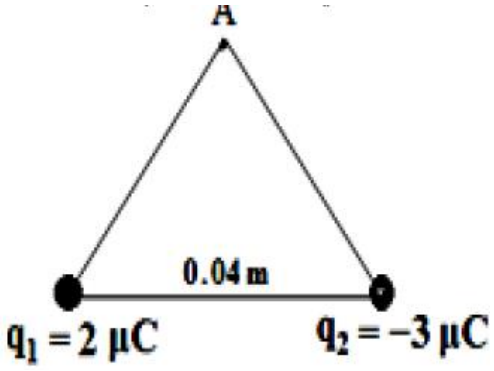
تمرين: اختبار 2018

شحنتان نقطيتان موجبتان $q_1 = 9 \times 10^{-6} C$ و $q_2 = 4 \times 10^{-6} C$ تفصلهما في الهواء مسافة $10\ cm$

1- احسب محصلة شدة المجال عند نقطة تبعد عن الشحنة الأولى مسافة $8\ cm$ وعن الثانية $6\ cm$

2- الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد عن الشحنة الأولى مسافة $8\ cm$ وعن الثانية $6\ cm$

تمرين: اختبار تجريبي 2018

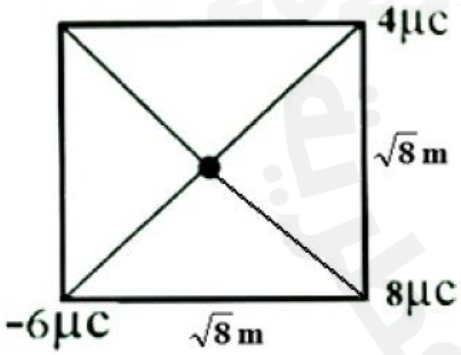


شحنتان نقطيتان مقدار كل منهما $q1 = 2\ \mu C$ و $q2 = -3\mu C$ وضعتا عند رأسي مثلث متساوي الأضلاع، طول ضلعه $0.04m$ أوجد:

1- الجهد الكهربائي عند رأس المثلث A

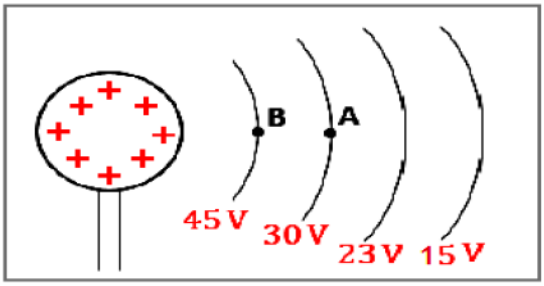
2- الشغل اللازم لنقل شحنة قدرها $5\ \mu C$ من ما لانهاية إلى النقطة A.

تمرين: اختبار 2017



مربع طول ضلعه $\sqrt{8}\ m$ وضعت على ثلاث من رؤوسه ثلاث شحنات كما هو مبين في الشكل أدناه، احسب الجهد الكلي عند مركز المربع.

تمرين: اختبار 2016

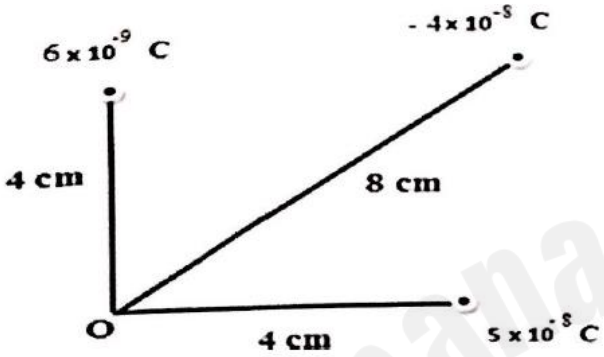


في الشكل التالي ما قيمة فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين A & B ؟

$15\ V.A$
$30\ V.B$
$45\ V.C$
$75\ V.D$

تمرين: اختبار 2016

ثلاث شحنات مقاديرها $6 \times 10^{-9}C$ ، $-4 \times 10^{-8}C$ ، $5 \times 10^{-8}C$ تقع جميعها في مستوى واحد ومثبتة في المواقع المبينة في الشكل.



$$k = 9 \times 10^9\ {}^{N.m^2}/_{C^2}$$

احسب مقدار الجهد الكهربائي الكلي عند النقطة O الناشئ عن الشحنات الثلاثة.

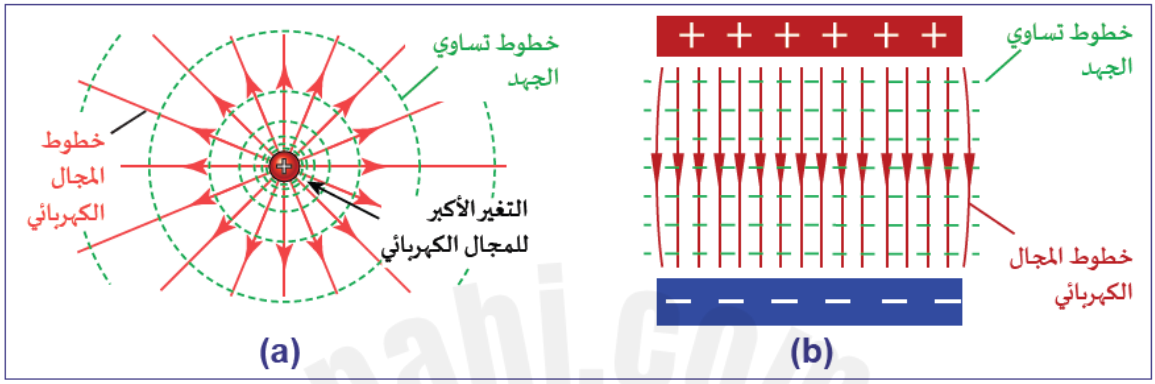
خطوط تساوي الجهد:

عبارة عن خطوط يكون لنقاطها الجهد نفسه

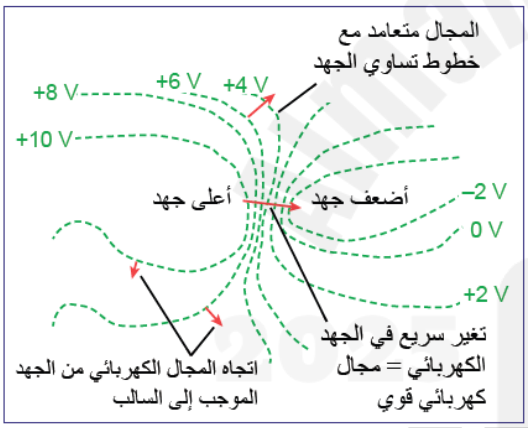
فبالنسبة للشحنة النقطية تكون خطوط تساوي الجهد عبارة عن دوائر متحدة المركز، بينما تكون خطوط تساوي الجهد لمجال كهربائي منتظم متوازية ولها التباعد ذاته فيما بينها.

ملاحظة:

إن فرق الجهد بين أي نقطتين على خط تساوي الجهد نقسه يساوي الصفر، وعليه فإن الشغل المبذول لنقل أي شحنة بين أي نقطتين على خط تساوي الجهد يكون معدومًا



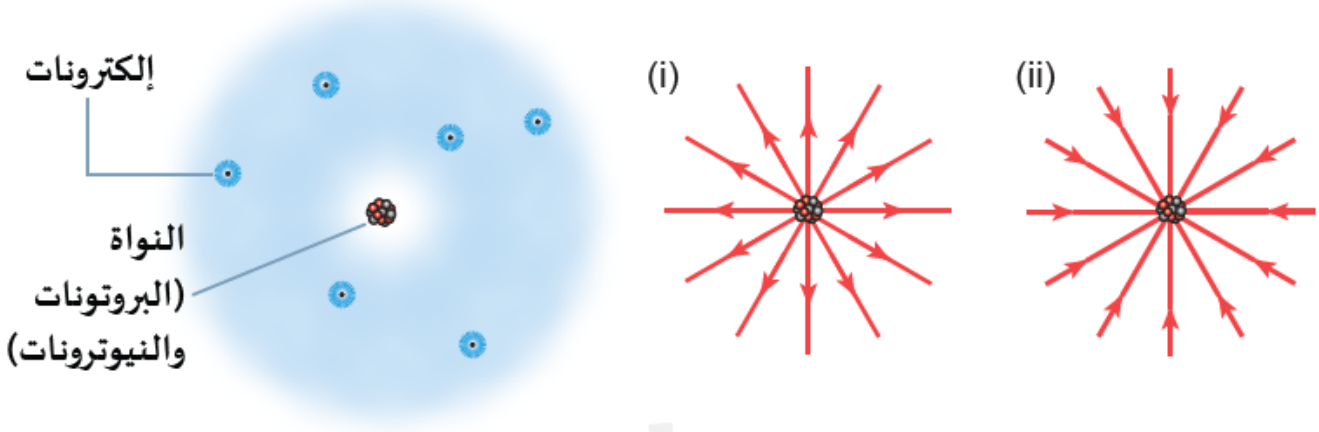
خصائص خطوط تساوي الجهد وخطوط المجال الكهربائي:



- ✓ اتجاه المجال الكهربائي يكون دائما عموديا على خطوط تساوي الجهد.
- ✓ يكون اتجاه خطوط المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي الموجب نحو الجهد الكهربائي السالب.
- ✓ المو اقع التي تكون فيها خطوط تساوي الجهد كثيفة تمثل منطقة مجال كهربائي قوي.

تقويم الدرس 3-2

1- تتألف الذرة من نواة تحتوي على شحنات موجبة (البروتونات) محاطة بسحابة من الإلكترونات ذات الشحنة السالبة.



a. أيٌّ من الرسمين (*i*) أم (*ii*) يمثل المجال الكهربائي للنواة؟

b. أي من الرسمين (*i*) أم (*ii*) يمثل اتجاه القوة المؤثرة في الإلكترونات؟

c. هل اخترت الرسم ذاته في السؤالين الماضيين؟ لماذا؟

2- نفخ طالب بالونًا مطّاطيًّا وربطه بخيط وعلّقه بسقف الغرفة، ثم دلكه بسترة صوفية. لنفرض أن تريليون إلكترون ($10^{12}e^-$) انتقل من السترة إلى البالون؛ ولنفرض أيضًا أن هذه الإلكترونات تمركزت في مركز البالون. احسب المجال الكهربائي للبالون على بعد متر واحد من مركزه.

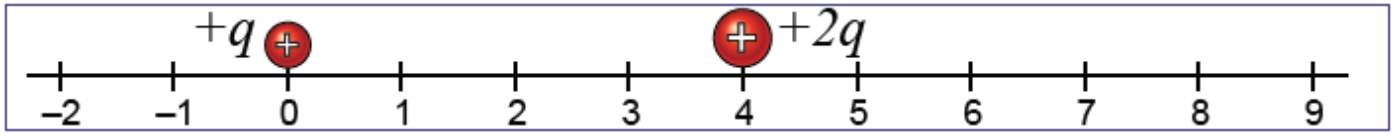
3- المسافة بين الشحنتين في الشكل المجاور $0.15\ m$

a. احسب شدة المجال الكهربائي وحدد اتجاهه عند منتصف المسافة بين الشحنتين

b. احسب مقدارو اتجاه القوة الكهربائية التي تؤثرفي إلكترون وُضِع عند منتصف المسافة بين الشحنتين.

Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R 2025 2024 موقع المناهج

4- وُضِعت شحنتان كهربائيتان على مسافة $0.4\ m$ من بعضهما كما في الشكل أدناه.



a. عند أي نقطة تكون محصلة المجال الكهربائي للشحنتين صفرًا؟

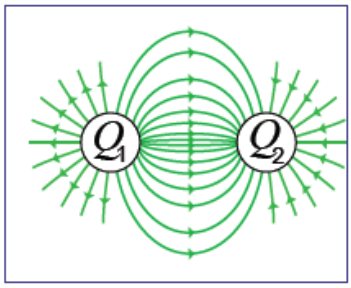
b. إذا تم استبدال الشحنة $+2q$ بشحنة أخرى $-2q$ ، فعند أي نقطة يصبح المجال الكهربائي صفرًا؟

c. احسب الجهد الكهربائي في الحالتين a وb

Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R

مراجعة الوحدة

5- ما نوع كل من الشحنتين $Q1$ و $Q2$ على التوالي في الشكل المجاور؟



a. موجبة، موجبة

b. موجبة، سالبة

c. سالبة، موجبة

d. سالبة، سالبة

7- حُرّكت شحنة نقطية مقدارها $2.0\ \mu C$ من النقطة X إلى النقطة Y. النقطة X جهدها $+6.0\ V$ والنقطة Y جهدها $+9.0\ V$. ما طاقة الوضع التي تكتسبها الشحنة النقطية؟

a. $0.02\ \mu J$

b. $1.5\ \mu J$

c. $6\ \mu J$

d. $30\ \mu J$

8- حُرّكت شحنة نقطية موجبة مقدارها $3.0\ nC$ بسرعة ثابتة من نقطة إلى أخرى. كان الشغل المبذول على الشحنة النقطية $12\ nJ$ ما فرق الجهد بين النقطتين؟

a. $0\ V$

b. $0.025\ V$

c. $4\ V$

d. $36\ V$

19- تنشئ كرة موجبة الشحنة ومعزولة، مجالًا كهربائيًا في الفضاء المحيط بها، ويكون مقداره E_1 على بعد $1\ m$ من الشحنة.

a. إذا تضاعفت المسافة إلى $2\ m$ ، فما معامل تغيّر E؟

b. إذا تضاعفت المسافة ثلاث مرات إلى $3\ m$ ، فما معامل تغيّر E؟

c. ما البعد عن الشحنة الذي يكون المجال عنده صفرًا؟

20- ارسم مخططًا للمجال الكهربائي حول جسيمين مشحونين بشحنتين موجبين متماثلتين وتفصل بينهما مسافة قصيرة.

21- ارسم مخططًا للمجال الكهربائي حول جسيمين مشحونين بشحنتين سالبتين متماثلتين وتفصل بينهما مسافة قصيرة.

22- ينتج عن شحنة $q1$ المجال الكهربائي الموضح.

وضعت شحنة أخرى $q2$ على مسافة r من $q1$

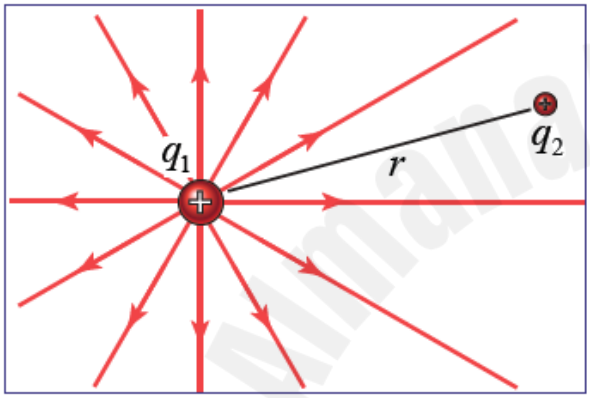
كيف سيتأثّر الجهد الكهربائي إذا:

a. تضاعفت $q1$؟

b. تضاعفت $q2$؟

c. تضاعفت الشحنتان؟

d. تضاعفت المسافة بين الشحنتين؟



23- بيّن أن وحدتَيْ شدة المجال الكهربائي V/m و N/C متكافئتان.

24- تتعرض شحنة مقدارها $+5\ \mu C$ موضوعة في نقطة في الفراغ لقوة كهربائية مقدارها $3 \times 10^{-5}\ N$.
احسب شدة المجال الكهربائي عند تلك النقطة.

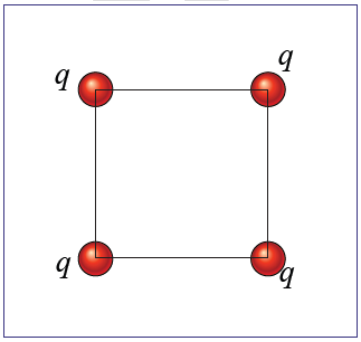
25- كرة موصلة، نصف قطرها $15\ cm$ ، مشحونة بشحنة موجبة مقدارها $4\ \mu C$ ، موزعة على سطحها. ما شدة المجال الكهربائي الناتج عن تلك الشحنة عند الأبعاد الآتية من مركز الكرة:

a. $0\ cm$
b. $5\ cm$
c. $15\ cm$ خارج الكرة وعلى مقربة من سطحها.
d. $20\ cm$

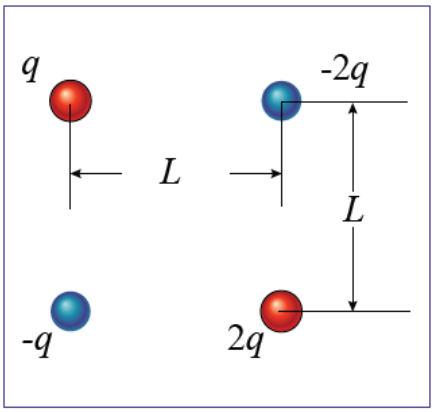
26- كتلة الإلكترون $9.1 \times 10^{-31}\ kg$ وشحنته $-1.6 \times 10^{-19}\ C$ افترض أنك تستطيع عزل إلكترون واحد في فراغ تام، ثم أنشأت مجالًا كهربائيًا لشدّ الإلكترون نحو الأعلى. ما شدة المجال الكهربائي اللازم لمعادلة وزن الإلكترون؟ (بمعنى آخر، وضع الإلكترون في حالة اتزان قوى)

27- ثلاثة جسيمات مشحونة، شحناتها موجبة ومتساوية، وضعت عند رؤوس مثلث متساوي الأضلاع. ارسم مخططًا للمجال الكهربائي الناتج عنها.

28- وضعت أربع شحنات كهربائية متماثلة كل منها q عند زوايا مربع كما هو موضح. ما شدة المجال الكهربائي عند مركز المربع؟



29- وضعت أربع شحنات كهربائية عند زوايا مربع طول ضلعه L كما هو موضح. احسب شدة المجال الكهربائي عند مركز المربع.



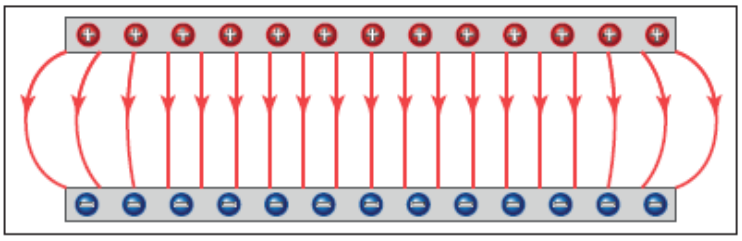
Almanahj.com/qa 2025 2024 Mr. YAHYA. R 66630805 موقع المناهج القطر

الوحدة الثالثة: المجال الكهربائي والجهد الكهربائي

الدرس الثالث: المجال الكهربائي المنتظم

المجال الكهربائي المنتظم

هو مجال كهربائي ثابت الشدة (القيمة) والاتجاه، ويتكون بين لوحين متوازيين بجهدين مختلفين، وتتجه خطوط المجال من الجهد الأعلى للأدنى



الشكل 3-31 المجال الكهربائي بين لوحين فلزّيين مشحونين.

خصائص خطوط المجال الكهربائي المنتظم

- ✓ متوازية
- ✓ على مسافات متساوية من بعضها البعض

وتحسب شدة المجال الكهربائي المنتظم بين لوحين متوازيين يبعدان عن بعضهما مسافة وفرق الجهد بينهما من العلاقة:

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

E: شدة المجال الكهربائي (N/C)

d: البعد بين لوحي المجال الكهربائي المنتظم (C)

ΔV: فرق الجهد الكهربائي (v)

مثال (15):

احسب شدة المجال الكهربائي الناتج بين لوحين مشحونين تفصل بينهما مسافة $6\ mm$ ، وفرق الجهد بينهما يساوي $30V$.

القوة المؤثرة في جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم

تتأثر الجسيمات المشحونة في المجال الكهربائي المنتظم بمركبة قوة رأسية فقط في حين أن المركبات الأفقية تلغي بعضها البعض.

حساب السرعة النهائية لجسيم يتحرك ضمن مجال كهربائي منتظم:

لنفترض أن شحنة بدأت حركتها من السكون من اللوح ذو الجهد $(+V)$ وستنتقل للوح ذو الجهد المرجعي (0)

$$E_{P(+V)} = E_{k(0)}$$

$$q.\Delta V = \frac{1}{2}m.v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2.q.\Delta V}{m}}$$

v: السرعة النهائية للشحنة (m/s)

q: الشحنة الكهربائية (C)

ΔV: فرق الجهد الكهربائي (V)

m: كتلة الجسيم المشحون (Kg)

مثال (16):

وُضع لوحان متوازيان مشحونان بشحنتين مختلفتين تفصل بينهما مسافة $5\ cm$. فنشأ مجال كهربائي منتظم بين اللوحين المتوازيين، شدته $4.5 \times 10^5\ N/C$.

a- احسب محصلة القوة التي يتعرض لها إلكترون موضوع داخل المجال الكهربائي المنتظم.

b- ما السرعة النهائية والطاقة الحركية للإلكترون؟

علما بأن: شحنة الإلكترون هي ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R

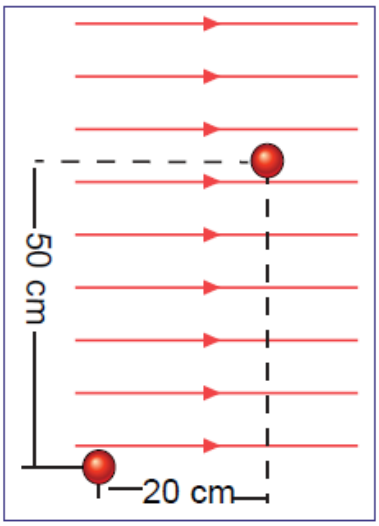
مثال (17):

شدة المجال الكهربائي المنتظم في الشكل 3-33 تبلغ $250\ V/m$.

تتحرك شحنة كهربائية مقدارها $12\ \mu C$ مسافة $20\ cm$ في اتجاه المجال ومسافة $50\ cm$ باتجاه عمودي على خطوط المجال

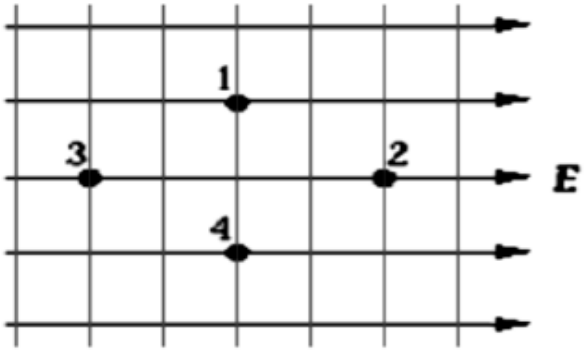
a- احسب التغير في الجهد الكهربائي بين النقطتين.

b- احسب التغير الناتج في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة.



الشكل 3-33

تمرين: دورة 2022



الشكل يوضح جزء من مجال كهربائي منتظم، أي النقاط يكون لها نفس الجهد وأيها يكون لها أكبر جهد؟

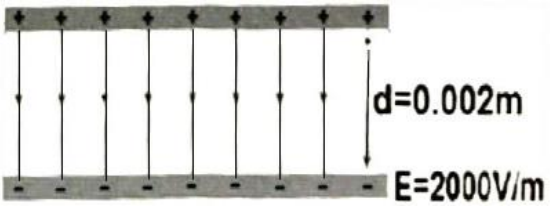
a. النقطتان 1 و4 لهما نفس الجهد، والنقطة 2 لها أكبر جهد.

b. النقطتان 1 و4 لهما نفس الجهد، والنقطة 3 لها أكبر جهد.

c. النقطتان 2 و3 لهما نفس الجهد، والنقطة 1 لها أكبر جهد.

d. النقطتان 2 و3 لهما نفس الجهد، والنقطة 4 لها أكبر جهد.

تمرين: دورة 2022



يوضح الشكل أدناه لوحين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين في المقدار إحداهما موجبة والأخرى سالبة.

احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية لبروتون عندما يتحرك من اللوح الموجب إلى اللوح السالب. علما بأن شحنة البروتون $1.6 \times 10^{-19} C$

تمرين: اختبار تجريبي 2022

تم تعجيل جسيم مشحون شحنته $3.2 \times 10^{-19} C$ من السكون عبر فرق جهد مقداره $200\ V$ ما قيمة الطاقة الحركية للجسيم بعد التعجيل؟

A. $1.6 \times 10^{-21} J$

B. $2.6 \times 10^{-19} J$

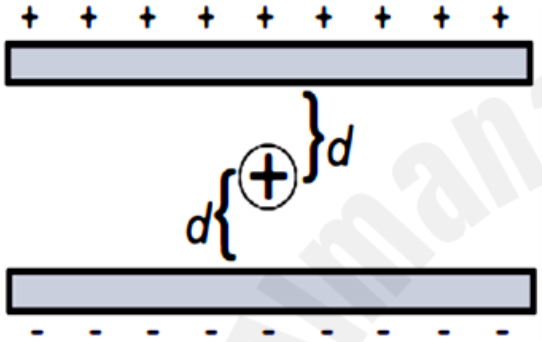
C. $6.4 \times 10^{-17} J$

D. $3.2 \times 10^{-16} J$

تمرين: اختبار تجريبي 2022

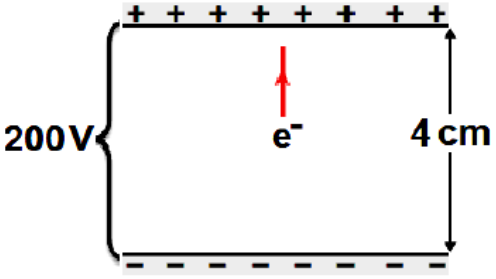
احسب المسافة الفاصلة بين لوحين معدنيين موصلين ومتوازيين، إذا علمت أن فرق الجهد الكهربائي بينهما $6 \times 10^4 V$ وشدة المجال الكهربائي المنتظم بينهما $3 \times 10^6 \ N/C$

تمرين: اختبار تجريبي 2022



جسيم مشحون بشحنة $8.73 \ \mu C$ وضع بين لوحين متوازيين العلوي تم شحنه $+132 \ V$ والسفلي $-236 \ V$ ومقدار المسافة d كما بالشكل هو $176 \ mm$. احسب مقدار و اتجاه القوة المؤثرة على الجسيم المشحون.

تمرين: اختبار 2021



تم تطبيق فرق جهد مقداره $200\ V$ بين لوحين معدنيين مشحونين تفصل بينهما مسافة $4\ cm$

احسب مقدار القوة التي تؤثر في إلكترون موضوع في المجال الكهربائي بينهما $(e = 1.6 \times 10^{-19} C)$

تمرين: اختبار 2021

A. احسب شدة المجال الكهربائي بين لوحين معدنيين متوازيين تفصل بينهما مسافة $5\ cm$ إذا كان فرق الجهد بينهما مقداره $200\ V$

B. احسب القوة الكهربائية المحصلة التي يتعرض لها إلكترون موضوع داخل المجال الكهربائي، علما بأن: شحنة الإلكترون هي $(e = 1.6 \times 10^{-19} C)$

C. احسب طاقة حركة الإلكترون علما بأن: كتلة الإلكترون هي $(m = 9.1 \times 10^{-31} Kg)$

تمرين: اختبار 2020

لوحين متوازيين يفصل بينهما مسافة قدرها $0.5\ cm$ إذا كان الوسط بين اللوحين هو الفراغ له نفاذية كهربية $8.85 \times 10^{-16} F/m$ و اتصل باللوحين بطارية فرق الجهد بين طرفيها $60.0\ V$

1- احسب شدة المجال بين اللوحين

2- ماذا يحدث لشدة المجال بين اللوحين عند وضع مادة السماحية النسبية لها 4.4 بدلاً من الفراغ

تمرين: اختبار تجريبي 2020

إلكترون يتحرك في مجال كهربائي شدته $5000\ V/m$ كم مقدار المسافة التي سيقطعها داخل المجال ليفقد $3 \times 10^{-16} J$ من طاقة الوضع الكهربائية؟ علما بأن شحنة الإلكترون ($1.6 \times 10^{-19} C$)

A. 266.7 cm

B. 93.7 cm

C. 37.5 cm

D. 2.67 cm

تمرين: اختبار تجريبي 2020

لوحان معدنيان متماثلان متوازيان تفصل بينهما مسافة $10\ mm$ وبينهما فرق في الجهد الكهربائي مقداره $100\ V$ احسب كلاً مما يلي:

1- شدة المجال E بين اللوحين عند نقطة لا تقع بالقرب من حواف اللوحين.

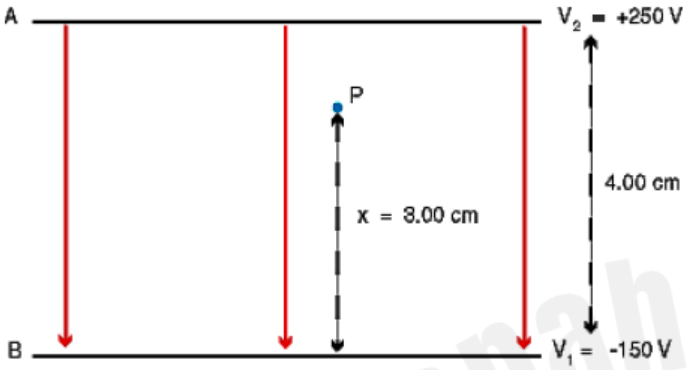
2- الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها $2\ \mu C$ بين اللوحين.

تمرين: اختبار 2019

شحنة مقدارها $2C$ وضعت بين لوحين متوازيين مشحونين جهد أحداهما $336\ V$ وجهد الاخر $348\ V$ كم يكون الشغل المبذول لنقل الشحنة بين اللوحين؟

$2\ J\ .A$
$12\ J\ .B$
$24\ J\ .C$
$48\ J\ .D$

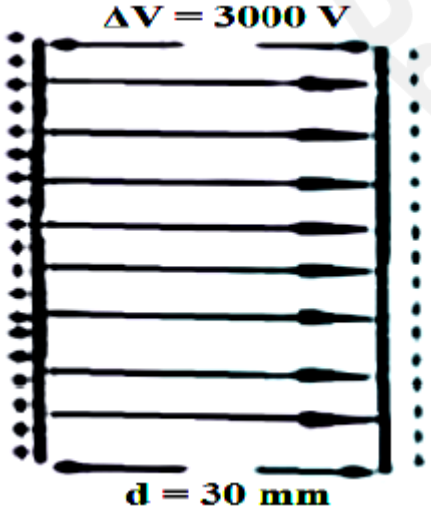
تمرين: اختبار 2019



لوحين معدنيين A و B متوازيين والبعد بينهما $4\ cm$ والجهد الكهربائي على اللوح A هو $250\ V+$ والجهد الكهربائي على اللوح B مقداره $150\ V\ -$

احسب الجهد الكهربائي عند النقطة P التي تبعد مسافة $3cm$ عن اللوح B

تمرين: اختبار 2018

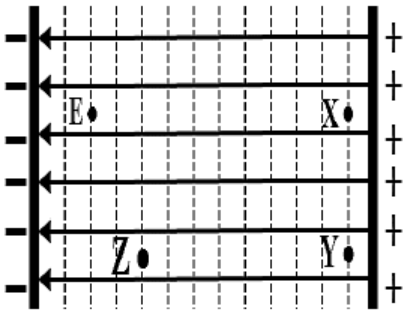


الشكل يوضح لوحين موصلين متوازيين تفصلهما مسافة $30\ mm$ في الهواء موصولان مع مصدر يعطي فرق جهد بينهما مقداره $3000\ V$ ما القوة الكهربية التي يؤثر بها المجال المنتظم بين اللوحين على شحنة نقطية موجبة مقدارها $3\ nC$ موضوعة بين اللوحين؟

$3 \times 10^{-4} N\ .A$
$3.5 \times 10^{-4} N\ .B$
$4 \times 10^{-4} N\ .C$
$4.5 \times 10^{-4} N\ .D$

تمرين: اختبار 2017

في الشكل المجاور لا تتغير طاقة الوضع الكهربائية لجسيم مشحون عند انتقاله في المجال الكهربائي بين النقطتين ..... و.....



E و Z .A

X و E .B

Y و E .C

Y و X .D

تمرين: اختبار 2017

ما فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين المسافة بينهما $0.35\ m$ إذا كانت شدة المجال الكهربائي بينهما تساوي $3.75 \times 10^3 N/C$؟

$1.3 \times 10^3\ V$ .A

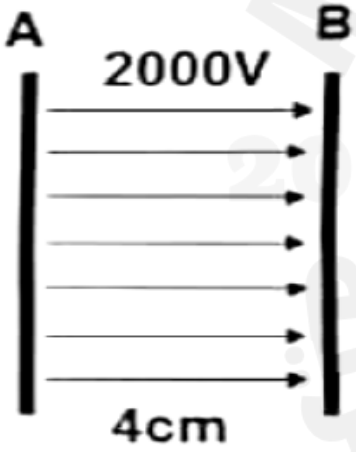
$1.07 \times 10^4\ V$ .B

$1.07 \times 10^3\ V$ .C

$1.31\ V$ .D

تمرين: اختبار 2018

الشكل أدناه يوضح لوحين موصلين متوازيين وصلا بمصدر يعطي فرق جهد بينهما $2000\ V$ وتفصلهما مسافة $4\ cm$ ارجع للشكل وأجب عن الأسئلة التالية:



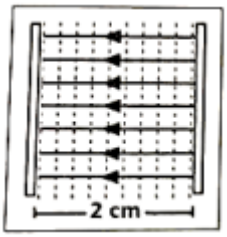
1- ما نوع الشحنة الكهربائية على كل من اللوحين A و b

2- احسب التغير في طاقة الوضع الكهربية لشحنة نقطية مقدارها $2 \times 10^{-6} C$ عندما تنتقل بين اللوحين

3- احسب شدة المجال الكهربائي بين اللوحين

تمرين: اختبار 2024

إذا علمت أن شدة المجال الكهربائي المنتظم بين اللوحين المتوازيين الموضحين في الشكل المجاور تساوي $(3 \times 10^4 \ V/m)$ احسب كلاً مما يلي:



1- فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين المتوازيين

2- السرعة النهائية للإلكترون يتحرك من السكون بين اللوحين

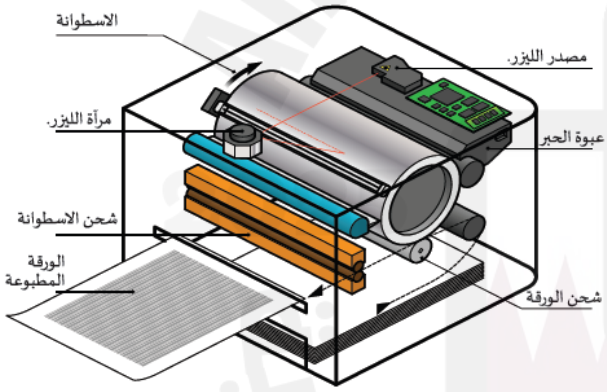
إذا علمت أن كتلة الإلكترون $(9.1 \times 10^{-31} Kg)$ وشحنته $(1.6 \times 10^{-19} C)$

Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R 2025 2024 موقع المناهج

مقارنة المجال الكهربائي بمجال الجاذبية:

المجال الكهربائي	مجال الجاذبية
أوجه التشابه:	
➢ تخضع القوة في كلا المجالين لقانون التربيع العكسي. ➢ كلا المجالين كمية فيزيائية متجهة. ➢ الطاقة المختزنة في النظام الناتج عن وجود (شحنة أو كتلة) في المجال تتناسب عكسيًا مع المسافة. ➢ الجهد الكهربائي وجهد الجاذبية كلاهما كميات عددية.	
أوجه الاختلاف:	
➢ القوة التي يؤثر بها تنتج عن الشحنة. ➢ ثابت التناسب يختلف من وسط لآخر. ➢ اتجاه القوة تجاذب أو تنافر حسب نوع الشحنات ➢ الجهد الكهربائي يكون موجب أو سالب حسب نوع الشحنة.	➢ القوة التي يؤثر بها تنتج عن الكتلة. ➢ ثابت التناسب هو نفسه لجميع الأوساط (ثابت كوني). ➢ اتجاه القوة دائمًا يكون تجاذب. ➢ جهد الجاذبية يكون دائمًا سالب.

✓ **اشرح مبدأ عمل طابعة الليزر:**



- تُزَوّدُ الأسطوانة داخل الطابعة بشحنة موجبة.
- تقوم حزمة من أشعة الليزر بتفريغ الأجزاء المطلوب طباعتها.
- يتم رش الحبر المشحون بشحنة موجبة على الأسطوانة حيث يلتصق بالأجزاء المفرغة ذات الشحنة السالبة فقط، فينشأ مجال كهربائي عمودي على الورقة.
- تدور الورقة المشحونة بشحنة سالبة تحت الأسطوانة وتجذب مسحوق الحبر المشحون بالشحنة الموجبة

تمرين: اختبار 2024

قارن بين المجال الكهربائي ومجال الجاذبية حسب الجدول أدناه:

المقارنة	المجال الكهربائي	مجال الجاذبية
القوة المسببة		
نوع الجهد		

تقويم الدرس 3-3

1- كيف يمكن تعريف شدة المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين ومشحونين بشحنتين مختلفتين؟

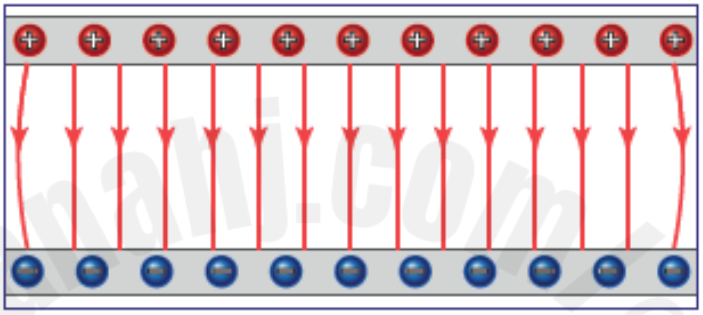
a. له القيمة نفسها في أيّ مكان بين اللوحين.

b. يتناقص من اللوح الموجب إلى اللوح السالب.

c. يكون عند الأطراف أكبر من الوسط.

d. يكون عند الأطراف أصغر من الوسط.

2- يبين الشكل المجاور مكثفًا كهربائيًا ذا لوحين مشحونين ومتوازيين، ارسم عدة خطوط تساوي الجهد في المنطقة بين اللوحين على طول المجال الكهربائي بينهما. أشر إلى الخط الذي له أعلى جهد كهربائي.



3- لإنشاء مجال كهربائي منتظم بين لوحين متوازيين يحملان شحنتين متساويتي المقدار ومتعاكستين، افترض أن فرق الجهد بين اللوحين $6\ V$. فكم يجب أن تكون المسافة الفاصلة بينهما للحصول على مجال كهربائي شدته $50\ N/C$ ؟ (علمًا بأن الوسط بين اللوحين هو الفراغ).

4- احسب شدة المجال الكهربائي بين لوحين موصلين ومتوازيين تفصل بينهما مسافة $1.5\ cm$ ، وفرق الجهد بينهما يساوي $1.5 \times 10^4\ V$

5- تفصل بين لوحين موصلين متوازيين مسافة $4\ cm$ وشدة المجال الكهربائي بين اللوحين $7.5 \times 10^4 V/m$

a. احسب فرق الجهد بين اللوحين.

b. إذا افترضنا أن جهد اللوح ذي الجهد المنخفض هو $0\ V$ ، فما جهد نقطة تبعد $1\ cm$ عن هذا اللوح و $3\ cm$ عن اللوح الآخر؟

6- جد سرعة إلكترون، طاقته الحركية $100\ eV$ علمًا أن كتلة الالكترون تساوي $9.1 \times 10^{-31}\ kg$

مراجعة الوحدة

9- تم تعجيل إلكترون من السكون عبر فرق جهد $2 \times 10^3\ V$. أيٍّ المقادير الآتية يساوي الطاقة الحركية للإلكترون بعد التسريع؟

a. $8 \times 10^{-23}\ J$
b. $3.2 \times 10^{-16}\ eV$
c. $2 \times 10^3\ eV$
d. $2 \times 10^3\ J$

30- ما الفرق بين المجال الكهربائي المنتظم والمجال الكهربائي غير المنتظم؟

31- لماذا ينحني المجال الكهربائي بين اللوحين المتوازيين المشحونين بالقرب من أطرافه؟

32- صف الفرق بين القوة الكهربائية وقوة الجاذبية.

33- قارن بين القوة الكهربائية التي تؤثر في إلكترون في ذرة هيدروجين وقوة الجاذبية التي تؤثر فيه.

34-لوحان متوازيان و أفقيّان تفصل بينهما مسافة $15\ cm$. وُصل اللوح السفلي مع جهد $-250\ V$ ووُصل اللوح العلوي مع جهد $+250\ V$. ووُضعت شحنة مقدارها $-2\ \mu C$ عند نقطة بين اللوحين وتبعد عن اللوح السفلي $3\ cm$.

a. ما طاقة الوضع الكهربائية للشحنة؟

b. ما طاقة الوضع الكهربائية للشحنة إذا تحركت الشحنة رأسيًا إلى أعلى إلى أن وصلت إلى نقطة تبعد $3\ cm$ من اللوح العلوي؟

c. ما مقدار الشغل المبذول على الشحنة؟

Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R

35- ما البعد بين لوحين موصلين، شدة المجال الكهربائي بينهما $4.5 \times 10^3\ N/C$ ، وفرق الجهد بينهما $15\ kV$ ؟

36- يتعرّض إلكترون لتسارعٍ في مجال كهربائي منتظم، شدته $2. \times 10^6\ V/m$.

a. ما الطاقة بوحدة keV التي تُعطى للإلكترون إذا تسارع خلال مسافة $4\ cm$ ؟

b. ما البعد الذي يجب أن يُسَرَّع إليه الإلكترون لزيادة طاقته بمقدار $50\ GeV$ ؟

Almanahj.com 66630805 Mr. YAHYA. R 2025 2024 موقع المناهج