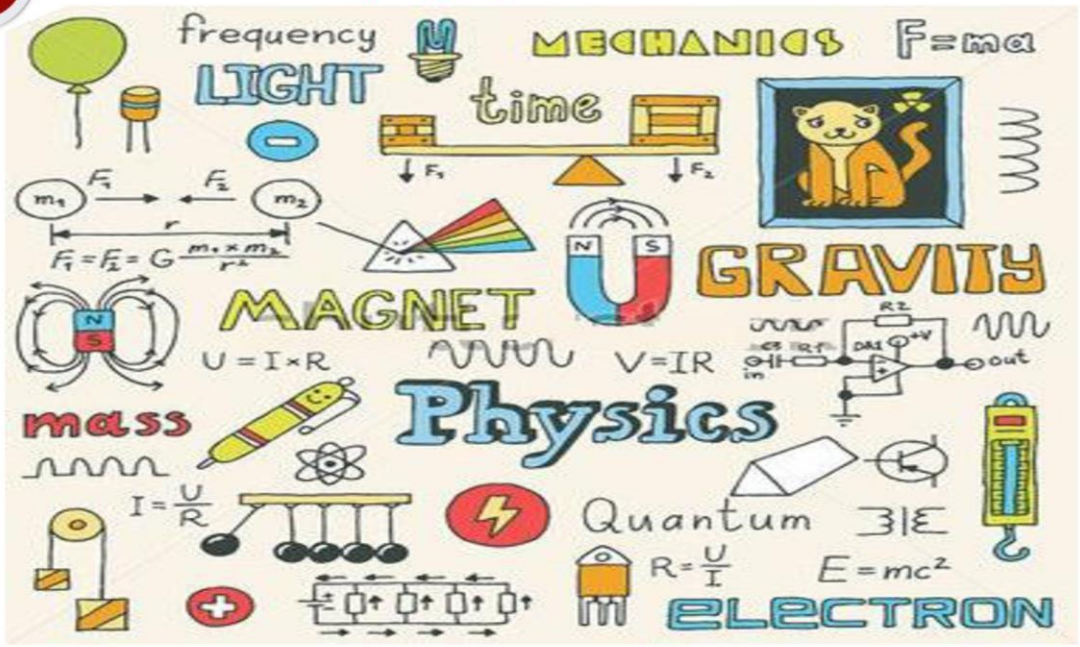
almanahj.com/ae

G12

مادة الفيزياء

2017



الصف الثانى عشر - متقدم

الفصل الدراسى الثانى

(الوحدة الأولى - الكهرباء الساكنة)

[شرح – تدريبات – امتحانات سابقة – اجابات]

أ / محمد محسن محمد

القسم 1 - 1

الشحنات الكهربائية

تجربة استهلالية أي القوى تؤثر عن بُعد

الخطوات	1	ضع 20 – 15 قصاصة ورق (مما ينتج عن استخدام الخرامة) على الطاولة
	2	خذ مسطرة بلاستيكية وأدلكها بقطعة صوف .
	3	قرب المسطرة إلى قصاصات الورق ، ولاحظ تأثيرها في القصاصات .
المشاهدة و الملاحظات	نلاحظ إنجذاب قصاصات الورق إلى المسطرة البلاستيكية	
	سؤال 1	ما القوى المؤثرة في قصاصات الورق قبل تقريب المسطرة إليها ؟
	الإجابة	◉ القوى المؤثرة هي : 1. قوة الجاذبية الأرضية للأسفل . 2. قوة دفع سطح الطاولة للأعلى (قوة رد فعل) ◉ لا تتحرك القصاصات تحت تأثير هاتين القوتين ، لأنها في حالة إتزان .
	سؤال 2	ما القوى المؤثرة في قصاصات الورق بعد تقريب المسطرة إليها (المشحونة بالدلك) ؟
	الإجابة	◉ القوى المؤثرة هي : 1. قوة الجاذبية الأرضية للأسفل 2. قوة دفع سطح الطاولة للأعلى (قوة رد فعل) 3. قوة جذب كهربائية للأعلى بسبب جذب المسطرة (المشحونة بشحنة سالبة) للشحنات الموجبة في قصاصات الأوراق . ◉ وبعد التصاق القصاصات بالمسطرة فإنها تسقط أو تتطاير لاكتسابها شحنات مشابهة لشحنات المسطرة .
الخلاصة	توجد قوة كهربائية تنشأ بسبب الدلك (احتكاك جسمين مختلفين ببعضهما) .	

أنواع الكهرباء

الكهرباء الساكنة (الكهروسكونية)	الكهرباء التيارية (المتحركة)
◉ هي تراكم الجسيمات المشحونة (الشحنات) على سطوح الأجسام ◉ أو هي شحنات كهربائية تتجمع وتُحتجز في مكان مـا .	◉ تدفق الجسيمـات المشحونة (الشحنات) التي يتم توليدها بواسطة البطاريات والمولدات .

الأجسام المشحونة

الشحن بالدلك	◉ هو احتكاك جسمان ببعضهما مما يسبب انتقال الإلكترونات من احداهما إلى الآخر . ◉ فيحدث لأحدهما زيادة فى الإلكترونات فيقال عنه مشحون بـ [شحنة سالبة] . ◉ و يحدث للآخر نقص في الالكترونات فيقال عنه مشحون بـ [شحنة موجبة] .	
أمثلة	❑ إنجذاب شعرك نحو المشط عند تمشيطه فى يوم جاف .	❑ إنجذاب قصاصات الورق للمسطرة بعد دلكها بقطعة صوف .
	❑ التصاق الجوارب ببعضها عند إخراجها من مجففة الملابس .	❑ دلك قضيب العنبر (الكهرمان) يجعله يجذب قصاصات الورق .
قوة الجذب الكهربائية	◉ فى التجربة السابقة : عند الدلك تتولد قوة كبيرة نسبياً تعمل على تسارع القصاصات إلى أعلى بمقدار أكبر من تسارعها إلى أسفل بسبب الجاذبية الأرضية . ◉ قوة الجذب هذه لا تتولد إلا بعد الدلك ، وتفقد هذه الخاصية بعد فترة قصيرة من الزمن .	
ما هي الشحنة الكهربائية ؟	❑ هي صفة تطلق على الإلكترونات (سالبة الشحنة) والبروتونات (موجبة الشحنة) . ❑ فعند وصف جسماً بأنه مشحون فذلك يعني : [تعبيراً عن مدى الزيادة أو النقصان في عدد الإلكترونات بالنسبة لعدد البروتونات في هذا الجسم]	
الأجسام المشحونة	هي الأجسام التي تُبدي تفاعلاً كهربائياً بعد الدلك .	

أنواع الشحنات

أنشطة عملية

أنشطة و ملاحظات	نشاط 1	ماذا يحدث عند لصق شريطين شفافين لاصقين متماثلين كل واحد منهما منفرداً سطح طاولة ثم سحبهما ، و تقريبهما من بعضهما ؟
	الملاحظة	سيتنافر الشريطان عن بعضهما لأنهما اكتسبا نفس الشحنة .
	نشاط 2	ماذا يحدث عند لصق شريط شفاف لاصق على طاولة ثم لصق شريط أخر متماثل فوق الشريط الأول . و بعد نزع الشريطين معاً نقوم بدلكها باليد لتفريغهما من الشحنات ، ثم بعد ذلك نقوم بسحب الشريطين بسرعة أحدهما بعيداً عن الآخر ، ثم تقريبها من بعض ؟
	الملاحظة	سيتجاذب الشريطان معاً لأنهما اكتسبا شحنتين مختلفتين .
الخلاصة		الشحنات المتماثلة تتنافر و الشحنات المختلفة تتجاذب

أنشطة عملية

أنشطة و ملاحظات	نشاط 3	◉ نقوم بلصق شريط شفاف لاصق على طاولة و نضع عليه الرمز [B] ثم نلصق شريط أخر متماثل فوق الشريط الأول نضع عليه الرمز [T] ثم نسحب الشريطين معاً و نفرغهما من الشحنات ، ثم بعد ذلك نقوم بسحب الشريطين بسرعة أحدهما بعيداً عن الآخر ، و نعلقهما بحيث يتدليا لأسفل . ◉ نقوم بشحن أجسام أخرى مثل كؤوس زجاجية ، اكياس بلاستيكية ، و غيرها بمواد مختلفة مثل الصوف أو الحرير و نقربهما من الشريطين .
	الملاحظة	❑ ستجذب معظم الأجسام المشحونة أحد الشريطين و تتنافر مع الآخر . ❑ لا يمكن أن نجد جسماً مشحوناً يتنافر مع الشريطين .
	الاستنتاج	❖ يوجد نوعان فقط من الشحنات (موجبة) و (سالبة) ❖ يتكون نوعا الشحنات على شكل أزواج ، و لا يمكن أن يتكونا بشكل منفصل .
الخلاصة		الشحنات نوعان [موجبة و سالبة]

ملاحظات

- ❑ هذه الاجسام المشحونة (لا) تظل مشحونة لفترة طوية بل تفقد شحنتها .
- ❑ يمكن أن نجد جسماً يتجاذب مع الشريطين (مثل اصبع اليد) لأنه عند تقريب جسم متعادل من جسم مشحون (سواء بشحنة موجبة أو شحنة سالبة) فإنه ينجذب له .
- ❑ المطاط و البلاستيك يشحنان بشحنات سالبة عند دلكهما ، أما الزجاج و الصوف فيشحنان بشحنات موجبة .

تدريبات 1

1- علل : عند دلك مشط بسترة مصنوعة من الصوف يمكنه جذب قصاصات ورق صغيرة ، و لكن المشط يفقد هذه القدرة بعد عدة دقائق ؟

.....

2- علل : يمكن أن نحدد بدقة أن الجسم مشحون أم لا عن طريق التنافر مع جسم أخر ، و لكن لا يمكننا ذلك عن طريق التجاذب ؟

.....

3- من خلال التجارب السابقة ، كيف يمكنك أن تعرف أيّ الشريطين B أو T موجب الشحنة ؟

.....

.....

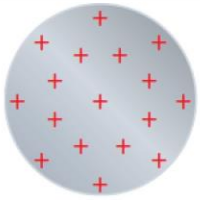
لا تنسونا من صالح الدعاء

almanahj.com/ae

النظرية المجهرية للشحنة

اكتشف طومسون	أن جميع المواد تحتوي على : جسيمات صغيرة جداً سالبة الشحنة ، تسمى [الالكترونات] .
اكتشف رذفورد	أن هناك جسماً مركزياً موجب الشحنة ، تتركز فيه كتلة الذرة ، يسمى [النـواة] .
س: متى تكون الذرة متعادلة ؟	إذا كانت الشحنة الموجبة في النواة (تساوى) الشحنة السالبة للإلكترونات التي تدور حول النواة
إكتساب الشحنة	❑ هي عملية إنتقال للإلكترونات .
س: كيف تُكتسب الشحنات ؟	⊙ يمكن إزالة إلكترونات المدارات الخارجية للذرات المتعادلة بإضافة طاقة إليها ، وبالتالي تفقد هذه الذرات إلكترونات وتصبح (موجبة) الشحنة . ⊙ هذه الإلكترونات يمكن أن تبقى حرة غير مرتبطة ، أو ترتبط مع ذرات أخرى فتجعلها (سالبة) الشحنة .
فصل الشحنة	❑ عند دلك قضيب مطاط بالصوف مثلاً ، سيكتسب المطاط شحنة كلية (سالبة) لإنتقال الإلكترونات إليه ، فى حين تجعل الالكترونات التى فقدها الصوف شحنته الكلية (موجبة) . ❑ أما المجموع الكلي للشحنة على الجسمين فيبقى هو نفسه ، أي أن الشحنة محفوظة لا تزداد ولا تقل .
عملية الشحن	هو عمل يتم فيها فصل للشحنات الكهربائية نتيجة انتقال الإلكترونات .
حفظ الشحنة الكهربائية	⊙ الشحنات المفردة لا يمكن أن تفنى أو تستحدث ، بل تنفصل .

الموصلات و العوازل

المقارنة	المواد الموصلة (الموصلات)	المواد العازلة (العوازل)
المفهوم	هي التي تسمح بانتقال الشحنات من خلالها	هي المواد التي لا تسمح بانتقال الشحنات من خلالها
سلوك الشحنات عليها	تتوزع الشحنات على كامل سطحها	تبقى الشحنات في المكان الذى توضع فيه و لا تتحرك
رسم توضيحي		
أمثلة	البلازما (غاز متأين بدرجة كبيرة) ، الجرافيت ، الفلزات (نحاس ، ألومنيوم ، ....)	الزجاج ، الخشب الجاف ، معظم البلاستيك ، الملابس الجو الجاف ، الماس

عندما يصبح الهواء موصلاً

❑ يُعدّ الهواء عازلًا، إلا أنه تحت ظروف معيّنة تتحرك الشحنات خلاله كما لو كان موصلًا .

❑ و يحدث هذا عندما يكون هناك تجمع كبير للشحنات بشكل كاف لفصل الإلكترونات من جزيئات الهواء ، و تتكون نتيجة لذلك البلازما ، التى تتكون من الإلكترونات و الذرات موجبة الشحنة و الذرات سالبة الشحنة ، و التى تعد (موصلاً) ، فيحدث (تفريغ للشحنات) .

❑ أمثلة : ⊙ يولد تفريغ الشحنات الذى يحدث بين الأرض و السحب الرعدية ما يسمى بـ (البرق) .

⊙ عندما تمشى على سجادة و تلمس مقبض الباب يحدث تفريغ للشحنات يسمى بـ (الشرارة الكهربائية) .

علل : الفلزات موصلات جيدة ؟	لأنه يوجد في كل ذرة إلكترون واحد على الأقل يمكن أن ينفصل عنها بسهولة .
علل : الجرافيت أكثر موصلية من الألماس رغم أن كليهما يتركب من ذرات كربون ؟	• لأن ذرات الكربون في الألماس ترتبط بقوة مع أربع ذرات كربون و بالتالى لا توجد أى الكترونات حرة . • أما في الجرافيت فتكوّن ذرات الكربون ثلاث روابط قوية و رابطة رابعة ضعيفة تسمح للإلكترونات بحركة محدودة .

almanahj.com/ae

تدريبات 2

1- كرة البيلسان كرة صغيرة مصنوعة من مادة خفيفة ، مثل البوليسترين، وتكون عادة مطلية بطبقة من الجرافيت أو الألومنيوم . كيف يمكنك أن تحدد ما إذا كانت كرة البيلسان المعلقة بخيط عازل متعادلة كهربائيًا أو ذات شحنة موجبة أو ذات شحنة سالبة ؟

2- يُشحن قضيب مطاط بشحنة سالبة عند دلكه بالصوف . ماذا يحدث لشحنة الصوف ؟ و لماذا؟

3- افترض أنك علّقت قضيبًا فلزيًا طويلاً بخيوط حرير بحيث أصبح القضيب معزولاً ، ثم لامست أحد طرفي القضيب الفلزي بقضيب زجاجي مشحون بشحنة موجبة ، فصف كيف يُشحن القضيب الفلزي؟ و ما نوع الشحنات عليه ؟

4- يمكنك مسك قضيب مطاط بيدك و شحنه بشحنة سالبة بدلكه بالصوف ، ماذا يحدث عند دلك قضيب نحاس بالصوف بنفس الطريقة ؟

5- فسر : يمكن أن يفترض أحدهم أن الشحنة الكهربائية نوع من الموائع تتدفق من أجسام لديها فائض في المائع إلى أجسام لديها نقص فيه ، لماذا يكون نموذج التيار الثنائي الشحنة أفضل من نموذج المائع الأحادي؟

6- إذا مشّطت شعرك في يوم جاف فسوف يُشحن المشط بشحنة موجبة . هل يمكن أن يبقى شعرك متعادلاً ؟ وضّح إجابتك ؟

7- يحدث البرق عادة عندما تنتقل الشحنات السالبة فى الغيوم إلى الأرض ، فإذا كان سطح الأرض متعادلاً فما الذي يوفر قوة الجذب المسؤولة عن سحب الإلكترونات نحو الأرض ؟

8- علل : يعتبر الفلز موصلاً جيدًا ، بينما المطاط عازلاً جيدًا ؟

9- علل : عندما نخرج الجوارب من مجفّف الملابس تكون أحيانًا ملتصقة بملابس أخرى ؟

10- علل :يجذب قرص مدمج الغبار إذا مسحته بقطعة قماش نظيفة ؟

almanahj.com/ae
محمد محسن

القسم 2 - 1

القوة الكهربائية

مقارنة بين القوى الكهربائية و قوة الجاذبية الأرضية

المقارنة	قوة الجاذبية	القوة الكهربائية
نوع القوى	تجاذب فقط	تجاذب و تنافر
	قوى مجالية	قوى مجالية
مقدارها	صغيرة	كبيرة
القانون	$F_e = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$	$F_e = K_c\frac{q_1 q_2}{r^2}$
الكميات الفيزيائية التى تعتمد عليها	• الكتلة [m] • المسافة بين الجسمين [r]	• مقدار الشحنات [q] • المسافة بين الشحنتين [r]
قانون التربيع العكسى	تخضع لقانون التربيع العكسى كما أضح (نيوتن)	تخضع لقانون التربيع العكسى كما أضح (كافندش)
قيمة و وحدة الثابت	$G = 6.67x10^{-11}\ N.m^2/Kg^2$	$K_c = 9x10^9\ N.m^2/C^2$

علل : القوى الكهربائية قوى كبيرة مقارنة بقوة الجاذبية الأرضية ؟	لأنها يمكن أن تنتج بسهولة تسارعاً أكبر من التسارع الذى ينتج بفعل قوة الجاذبية
علل : القوى الكهربائية قوى مجالية ؟	لأنها تؤثر عن بعد ، بدون حدوث تلامس .

الكشاف الكهربائى

التعريف	هو جهاز يُستخدم للكشف عن الشحنات الكهربائية .
وظيفته	❑ الكشف عن وجود الشحنات الكهربائية . ❑ الكشف عن نوع الشحنات الكهربائية .
تركيبه	يتركّب من قرص فلزّي مُثبّت على ساق فلزية متصلة بقطعتين فلزيتين خفيفتين رقيقتين، تسمّيان الورقتين .
لاحظ	في الكشاف الكهربائي المتعادل تكون الورقتان معلقتين رأسيًّا بحرية ، وتلامس إحداهما الأخرى.
علل	❑ الورقتان تكونان معلّقتان بصورة حرة داخل إناء زجاجي شفاف مغلق؟ ◉ الإجابة : و ذلك للحد من تأثير تيارات الهواء.

فصل الشحنات على الأجسام المتعادلة

المفهوم	هى عملية ابتعاد (انفصال) الشحنات الموجبة عن الشحنات السالبة فى الجسم المتعادل
مثال	❑ عند تقريب جسم A غير مشحون إلى جسم B له شحنة سالبة ستنجذب الشحنات الموجبة في الجسم A نحو الجسم B و تتنافر الشحنات السالبة فى الجسمين . ❑ سيظل الجسم A متعادلاً ، إلا أن الشحنات الموجبة فيه تُفصل عن الشحنات السالبة . ❑ و يكون سبب هذا الانفصال هو قوة التجاذب بين شحنات الجسم المشحون B و الشحنات المخالفة لها فى النوع على الجسم المتعادل A
رسم توضيحى	

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

طرق شحن الأجسام

الشحن بالدلك | الشحن بالتوصيل | الشحن بالحث

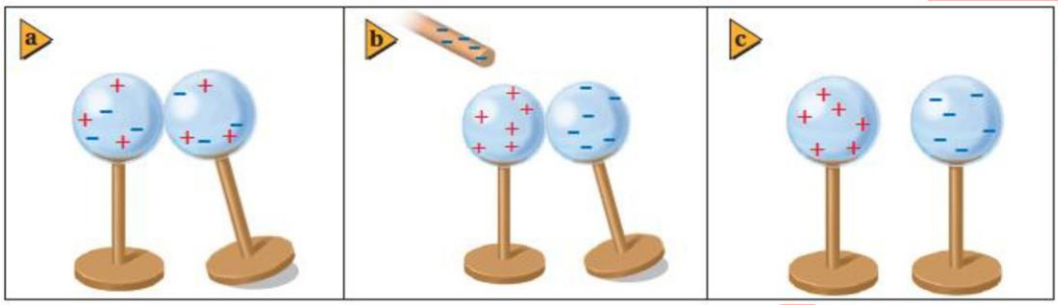
أولاً : الشحن بالدلك

الطريقة	يتم دلك الجسم بقطعة صوف أو حرير أو فرو ، إلخ .. و يزداد مقدار الشحنة بزيادة عدد مرات الدلك .
الاستخدام	تستخدم هذه الطريقة لشحن (الموصلات) و (العوازل)
الشحنة	◉ يكتسب الدالك و المدلوك شحنات [متساوية بالمقدار و مختلفة بالنوع] (تحقيقا لمبدأ حفظ الشحنات) ◉ حيث تنتقل الالكترونات من أحدى المادتين إلى الأخرى ، فتكسب المادة التى فقدت الكترونات شحنة موجبة ، و تكتسب المادة التى فقدت إلكترونات شحنة السالبة .
لاحظ	◉ عند شحن العوازل بهذه الطريقة تبقى الشحنة المكتسبة في أماكن التماس (الدلك) بين الجسمين و لا تنتقل لباقي أجزاء الجسم ◉ عند شحن الموصلات بهذه الطريقة تنتشر الشحنة المكتسبة على جميع أجزاء الموصل . ◉ عند استخدام هذه الطريقة مع الموصل يجب أن يُمسك بعازل حتى لا تنتقل الشحنات المتكونة عليه إلى الجسم ثم إلى الأرض (حتى لا يفقد شحنته) . ◉ يتوقف نوع الشحنات التي يكتسبها الجسمين بالتماس على نوع مادة الدالك و مادة المدلوك . ◉ ليس من الضروري حدوث احتكاك بين جسمين لكي يكتسب كل منهما شحنة كهربائية بل يكفي أن يحدث تلامس نوعين مختلفين من العوازل معاً ثم يفصلان عن بعضهما ليكتسبا شحنة كهربائية كما يحدث عندما نقوم بأخذ قطعة من شريط من الورق اللاصق من لفافة الشريط .
رسم توضيحى	

ثانياً : الشحن بالتوصيل

الطريقة	يحدث عندما (يلامس) جسم مشحون جسما متعادلا معزولاً فإن الجسم المتعادل يصبح مشحوناً .
الاستخدام	تستخدم هذه الطريقة لشحن (الموصلات) ، و يكون تأثيرها محدود فى حالة استخدامها فى شحن العوازل .
الشحنة	❑ تكون شحنة الجسم المؤثر و الموصل بعد التلامس من (نفس) النوع . ❑ تقل شحنة الجسم المؤثر لأنه يحدث انتقال للشحنة بين الجسم المؤثر و الموصل . ❑ مجموع الشحنتين قبل التلامس يساوي مجموعهما بعد التلامس (تحقيقا لمبدأ حفظ الشحنات). ❑ إذا تلامس موصلان كرويان أحدهما مشحون والآخر متعادل فانهما يتقاسمان الشحنة بنسبة انصاف الأقطار
مثال	❑ عند لمس قضيب مشحون بشحنة سالبة بقرص كشاف كهربائي تنتقل الإلكترونات إلى قرص الكشاف و منه إلى الساق و إلى الورقتان فتتنافران و تبتعدان عن بعضهما . ❑ يتوقف الانفراج فى الورقتين عند زاوية معينة بسبب حدوث توازن مع قوة الجاذبية .
رسم توضيحى	

ثالثاً : الشحن بالحث (التأثير)

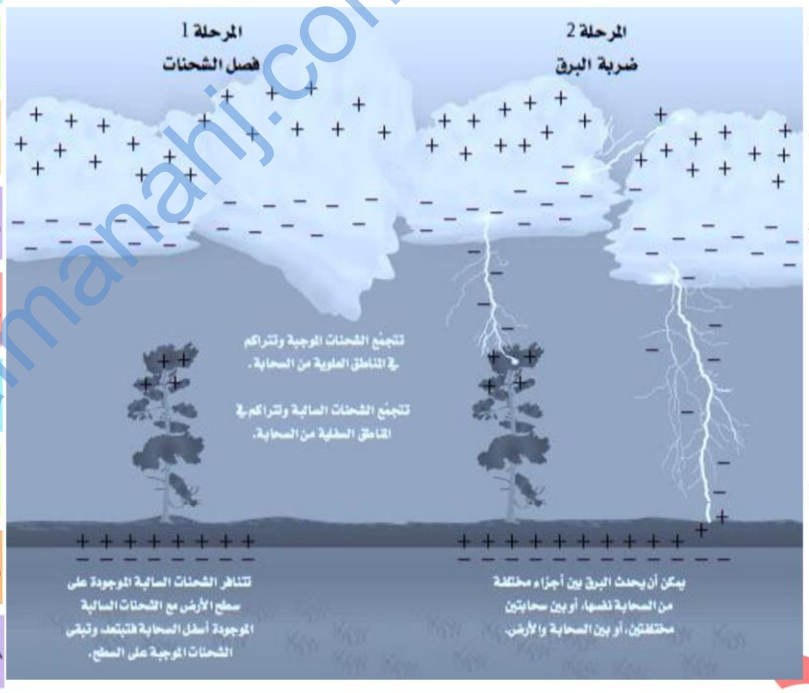
الطريقة	هى عملية شحن جسم دون ملامسته .
الاستخدام	تستخدم هذه الطريقة لشحن (الموصلات فقط) .
الشحنة	❑ تكون شحنة الموصل النهائية (مخالفة) لشحنة الجسم المؤثر فى النوع . ❑ لا تنقص شحنة المؤثر ، لأنه لا يحدث انتقال للشحنات من المؤثر إلى الموصل . ❑ مقدار الشحنة على الجسم الأول لا يساوي مقدارها على الجسم الثاني إلا في الإحاطة ام أو التوازي التام .
مثال 1	a - اذا كان لدينا كرتين فلزيتين متماثلتين و متعادلتين و و معزولتين قد تلامسا . b - و قرب من احداهما قضيب مشحون بشحنة سالبة فإن ، الإلكترونات ستنتقل من الكرة القريبة من القضيب إلى الكرة البعيدة عن القضيب بسبب التنافر مع شحنات القضيب السالبة فتصبح الكرة الأول القريبة من القضيب موجبة الشحنة و الكرة الثانية البعيدة عن القضيب سالبة الشحنة c - إذا ابعدت الكرتان عن بعضهما و القضيب مازال قريباً منهما فإنهما ستشحنان بشحنتين متساويتين فى المقدار و مختلفتين فى النوع .
رسم توضيحى	
مثال 2	❑ يمكن أن يتم شحن جسم مفرد بالحث عن طريق (التأريض) . ❑ التأريض : وهو عملية توصل جسم بالأرض للتخلص من الشحنات الفائضة . ❑ حيث الأرض كرة كبيرة لها القدرة على استيعاب كمية كبيرة من الشحنة دون ان تظهر عليها آثار الشحنة ، فإذا لامس جسم الأرض تنتقل كل شحناته غالباً إلى الأرض . a - إذا قرب قضيب مشحون بشحنة سالبة إلى قرص كشاف كهربائي متعادل فإن الإلكترونات تتنافر مع شحنات و تتحرك مبتعدة نحو الورقتين. b - ● إذا (أرضنا) لامسنا الطرف الأخر لقرص الكشاف فإن الإلكترونات تنتقل من الكشاف إلى الأرض إلى أن تتعادل الورقتان و تنطبقا . ● لكن تبقى الشحنة الموجبة على قرص الكشاف (لانها مقيدة بوجود القضيب السالب) . c – ● و بفصل التأريض قبل ابعاد القضيب المشحون تصبح شحنة الكشاف موجبة . ● و بابعاد القضيب المشحون تتوزع الشحنة الموجبة على ورقتى الكشاف فتتنافران .
رسم توضيحى	

لا تنسونا من صالح الدعاء

almanahj.com/ae

ملاحظات

حدوث البرق



يمكن للشحنات السالبة في أسفل الغيوم الرعدية أن تؤدي أيضًا إلى (فصل الشحنات) على سطح الأرض ، حيث تنجذب الشحنات الموجبة على الأرض نحو سطح الأرض أسفل الغيمة .

تكون القوى الكهربائية المتبادلة بين الشحنات الموجودة على الغيوم و الشحنات الموجودة على سطح الأرض قادرة على كسر الجزيئات إلى جسيمات موجبة و سالبة (عملية تحول الهواء من مادة عازلة إلى بلازما موصل)

تكون هذه الجسيمات المشحونة حرة الحركة و تنشئ مساراً موصلا من الأرض إلى الغيوم ، فيتم تفريغ شحنة الغيمة بواسطة البرق عندما تنتقل صاعقة بسرعة 500.000 km/h على امتداد المسار المواصل بين الغيمة و الأرض .

الكشف عن نوع الشحنة باستخدام الكشاف الكهربائى

يمكن معرفة نوع شحنة جسم مشحون باستخدام كشاف كهربائى مشحون بشحنة معلومة .

نقرب الجسم المطلوب معرفة شحنته من الكشاف ، إذا :

- زاد انفراج ورقتي الكشاف فهذا يعني أن شحنة الجسم مماثلة لشحنة الكشاف.
- تناقص الانفراج فإن شحنة الجسم معاكسة لشحنة الكشاف.

مقارنة مقدار الشحنة على الأجسام المختلفة باستخدام الكشاف الكهربائى

حيث تزداد زاوية انفراج (تباعد) الورقتين بزيادة الشحنة ، و يمكن استخدام تلك الخاصية للمقارنة بين شحنة الأجسام المختلفة .

استخدام التأريض مصدرا للإلكترونات

عند تقريب قضيب موجب الشحنة إلى قرص كشّاف كهربائي مع توصيل الطرف المقابل للقرص بالأرض فإن الإلكرونات تنجذب من الأرض نحو الكشّاف الكهربائي، و يصبح سالب الشحنة . و في هذه الخطوة تكون الشحنات المستحثة على الكشّاف الكهربائي مخالفة لشحنة الجسم المؤثر ، ولأن القضيب المشحون لم يلمس قرص الكشّاف الكهربائي فإن شحنة القضيب لم تنتقل ، و لذلك يمكن استخدامه أكثر من مرة لشحن الأجسام بالحث .

أ / محمد محسن محمد

ملاحظات

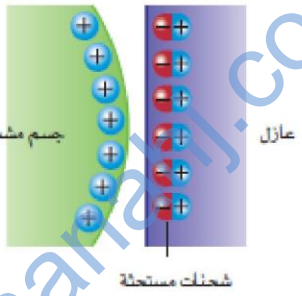
الاستقطاب

التعريف هو إعادة اصطفاف الشحنات داخل الجزيئات على سطح المادة العازلة بتأثير شحنة المؤثر.

يتشابه الاستقطاب مع الحث فى كونهما يعملان على تكون شحنة على جسم متعادل دون حدوث تلامس

يختلف الاستقطاب عن الحث فى كون الحث يحدث فى الموصلات ، بينما الاستقطاب يحدث فى العوازل

تكون الشحنة الكلية للجسم المستقطب تساوى(صفر) ، و رغم ذلك فإنه يكون قادراً على التجاذب مع الأجسام القريبة منه بسبب اصطفاف الشحنات و وجود شحنة سطحيه مستحثة .



يفسر الاستقطاب سبب انجذاب الأجسام المتعادلة (مثل قصاصات الورق) إلى جسم مشحون (مثل المشط بعد دلكه) .

سلسلة الدلك الكهربائي

رتب العلماء المواد حسب قدرتها على الاحتفاظ بالكتروناتها أو فقدها ، أطلق على هذا الترتيب (سلسلة الدلك الكهربائي) .

إذا دلكت مادتين معاً فإن المادة في أعلى السلسلة تفقد الكترونات وتصبح موجبة والمادة في أسفله تكتسب الإلكترونات وتصبح سالبة .

تكمية الشحنات

الشحنة مكماة ، أي أن شحنة أي جسم تساوي مضاعفات صحيحة لشحنة أولية .

هذه الشحنة الأولية هى شحنة الالكترون $e = q_e = 1.60 \times 10^{-19}\ C$

لحساب الشحنة نستخدم العلاقة التالية : $q = \pm n\, e$

تقاس الشحنات بوحدة تسمى [كولوم - C] .

جذب الأجسام المتعادلة

تنجذب الأجسام المتعادلة إلى الأجسام المشحونة ، و يمكن تفسير ذلك كما يلى :

- ينتج فصل الشحنات الكهربائية عن قوة التجاذب بين الشحنات المختلفة وقوة التنافر بين الشحنات المتشابهة ، حيث تتحرك شحنات الجسم المتعادل باتجاه الشحنات المخالفة لها بالنوع في الجسم المشحون .
- العلاقة العكسية بين القوة الكهربائية و المسافة بين الشحنات ، تبين أن الشحنات الأقرب تتأثر بقوة أكبر ، فعند تقريب جسم مشحون من آخر متعادل تتباعد الشحنات المشابهة لشحنة الجسم المشحون و تنجذب الشحنات المخالفة لشحنة ذلك الجسم .

أسألكم الدعاء بالرحمة و المغفرة لوالدى

يمكنك تسجيل إعجاب Like لصفحة الفيس بوك http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn
لضمان وصول ملازم الفصول التالية إليك مباشرة ، بالتوفيق للجميع إن شاء الله

تدريبات 3

1 - اشرح كيف يمكن شحن كشّاف كهربائي بشحنة موجبة باستخدام :

a. قضيب موجب :

.....

.....

b. قضيب سالب :

.....

.....

2 - ماذا يحدث عند شحن كشاف كهربائى بالحث ، و ابعاد قضيب الشحن قبل فصل تأريض القرص ؟

.....

.....

3 - اشرح كيف يمكنك شحن موصل بشحنة سالبة إذا كان لديك قضيب موجب الشحنة فقط ؟

.....

.....

4 - كيف يمكنك أن تحدّد ما إذا كان جسم ما موصلاً أم لا ؟ باستخدام قضيب مشحون وكشّاف كهربائي ؟

.....

.....

.....

5 - وضّح ما يحدث لورقتي كشّاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة عند تقريب قضيب مشحون بالشحنات التالية إليه، مع مراعاة عدم لمس القضيب للكشّاف الكهربائي :

شحنة موجبة	.....
شحنة سالبة	.....

6 - مجموع شحنة جميع إلكترونات عملة مصنوعة من النيكل يساوي مئات الآلاف من الكولوم ، هل يخبرنا هذا بشيء عن صافي الشحنة على هذه العملة ؟ وضّح إجابتك ؟

.....

.....

almanahj.com/ae
محمد محسن

تدريبات 4

1- علل : اذا ألصقت قطعة من شريط لاصق شفاف على طاولتك ، ثم نزعتها بسرعة ، تجد أن الشريط ينجذب إلى مناطق أخرى من الطاولة غير المشحونة ؟

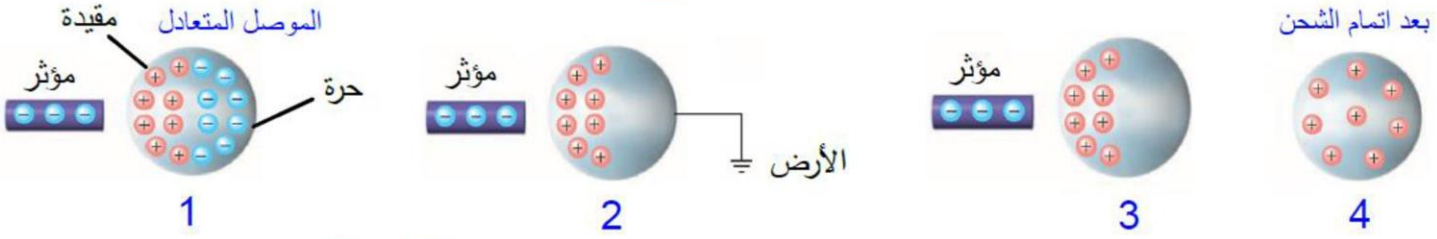
2- علل : يمكن شحن معادن كلنحاس و الفضة بواسطة الحث ، بينما لا يمكن ذلك مع المواد البلاستيكية ؟

3- علل : عند شحن موصل بواسطة الحث ، تكون الشحنة المستحثة على الموصل مخالفة فى النوع لشحنة المؤثر ؟

4- أيهما يعتبر دليلاً قطعياً على أن جسماً ما مشحون : تجاذبه مع جسم آخر مشحون أم تنافره معه ؟ فسر ذلك ؟

5- هل يدل تجاذب بالون مشحون بشحنة سالبة مع الجدار على أن شحنة الجدار موجبة ؟

6- فى الشكل التالى ما هى الطريقة المستخدمه لشحن الموصل ؟ و ما هى الخطوات التى تمت لاتمام عملية الشحن ؟

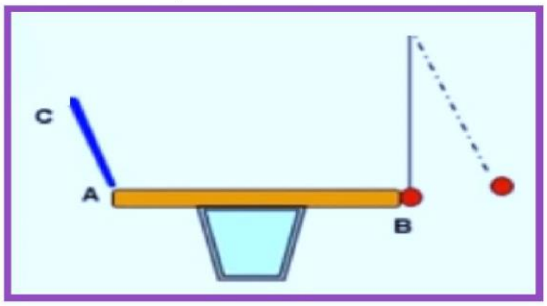


أسألكم الدعاء بالرحمة و المغفرة لوالدى

almanahj.com/ae

تدريبات 5

1 - نضع قضيباً معدنياً AB على حامل عازل ثم نعلق كره صغيره من البولسترين المغلف بالألومنيوم ملامسه للنهاية B كما يبينه الشكل المقابل نمسك القضيب C باليد مباشرة و ندلكه بقطعة قماش ثم نلمس به النهاية A ، فتبتعد الكرة الصغيرة .



a – من بين المواد التالية (الزجاج – الحديد – البلاستيك – الألومنيوم) ما هى المواد التى يمكن أن يكون قد صنع منها القضيب C ؟

b – فسر سبب ابتعاد الكرة الصغيرة ؟

❑ عند دلك القضيب C بقطعة القماش شُحن بشحنة كهربائية قدرها $q = -64 \times 10^{-5}\ C$

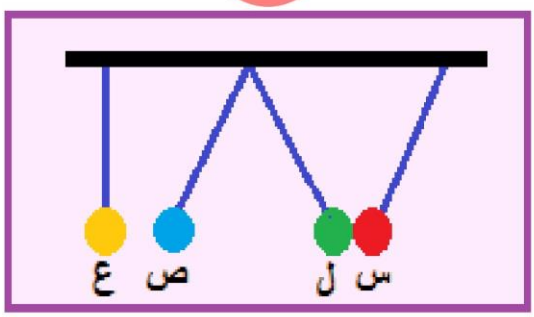
c – ما هى المادة التى صنع منها القضيب C ؟

d – هل اكتسب هذا القضيب أم فقد الكترونات ؟ و لماذا ؟

e – أحسب عدد هذه الالكترونات

2 – كيف يمكن شحن كشاف كهربائى متعادل بشحنة موجبة بطريقتين مختلفتين ؟

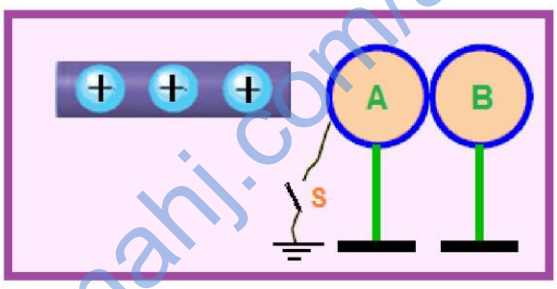
3 - قُربت ساق زجاجية مدلوكة بقطعة من الحرير من كرة مشحونة (ل) فحدث بينهما تجاذب ، ثم علقت الكرة بين مجموعة من الكرات المعلقة (س ، ص ، ع) فانتظمت كما هو موضح فى الشكل التالى ، اختر الاستنتاج الصحيح من الجدول المقابل :



الاختيار	الكرة (س)	الكرة (ص)	الكرة (ع)
أ	متعادلة	سالبة	موجبة
ب	موجبة	متعادلة	سالبة
ج	موجبة	سالبة	متعادلة
د	سالبة	موجبة	موجبة

almanahj.com/ae
محمد محسن
http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn

تدريبات 6

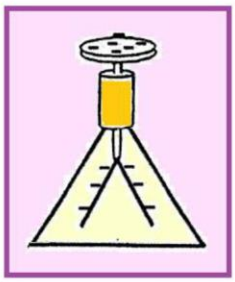


يظهر الشكل المجاور موصلين كرويين متماثلين متلامسين ، حيث يتصل الموصل A بالأرض بواسطة سلك توصيل و مفتاح (S) مفتوح ، كما يظهر الشكل ساق زجاجية مشحونة بشحنة موجبة ،و قد قُربت من الموصل من جهة اليسار دون أن تلامسه ، اجب عما يلى :

a – ارسم على الشكل توزيع الشحنات على الموصلين ؟

b – فى الجدول أدناه حدد نوع كل شحنة كل من الموصلين فى كل حالة من الحالات الموضحة فى العمود الأول :

الحالة	شحنة الموصل A	شحنة الموصل B
عند غلق المفتاح (S) ثم ابعاد الموصلين عن بعضهما البعض ثم ابعاد ساق الزجاج	.....	.....
عند غلق المفتاح (S) ثم فتحه ثم ابعاد ساق الزجاج ثم ابعاد الموصلين عن بعضهما	.....	.....



2 - يوضح الشكل المجاور كشاف كهربائى مشحون بشحنة سالبة :

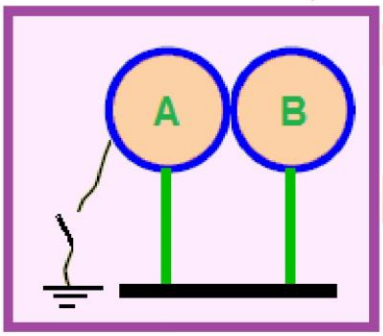
a – إذا قربنا جسم معزول من قرص الكشاف ، ما نوع شحنة الجسم فى الحالات التالية :

ازداد انفراج ورقتى الكشاف	نقص انفراج ورقتى الكشاف	لم يتغير انفراج ورقتى الكشاف
.....	.....	.....

b – ماذا يحدث لورقتى الكشا عند تقريب جسم موصل غير معزول من قرص الكشاف ، مع التفسير ؟

.....

.....



3 - حدد بأربع خطوات كيف يمكنك أن تُكسِب الموصلان الموضحان فى الشكل المجاور نفس المقدار و النوع من الشحنات الكهربائية دون لمسهما ؟

.....

.....

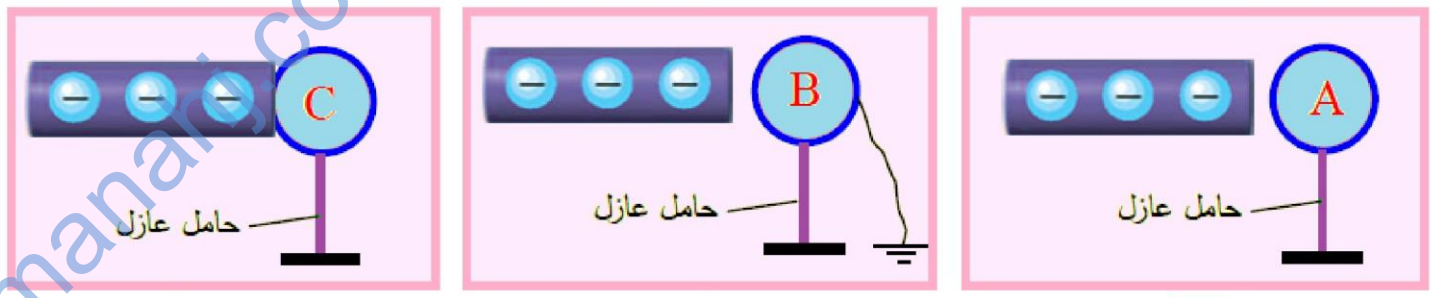
.....

.....

almanahj.com/ae

تدريبات 7

1 - استخدمت ساق أبونيت بعد دلكها بقطعة صوف لشحن كرة فلزية صغيرة بثلاث طرق مختلفة موضحة في الأشكال التخطيطية الآتية :



a - فى أى الطرق الثلاث يتم انتقال الشحنة من ساق الأبونيت إلى الكرة ؟

b - ارسم مخططا لتوزيع الشحنات على الكرات في كل طريقة ؟

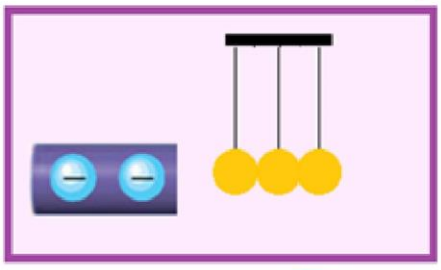
c - فى أى من الطرق الثلاث أصبحت الكرة مشحونة بشحنة إضافية وذلك بعد إبعاد الساق عنها ؟

d - في أي طريقة تشحن الكرة بطريقة الحث ؟

e - وضح ما حدث للشحنة على الساق بعد إبعادها عن الكرة في كل طريقة من الطرق الثلاث ؟

f – فى الطريقة B افترض أن الاتصال قطع بالأرض أولاً ثم أبعدت الساق عن الكرة قارن بين نوعى الشحنة على الكرة فى الطرقتين B , C ؟

2 - قُرّب قضيب مشحون إلى مجموعة كرات بلاستيكية صغيرة كما بالشكل ،
فانجذبت بعض الكرات إلى القضيب ، إلا أنه لحظة ملامستها للقضيب اندفعت
مبتعدة عنه في اتجاهات مختلفة . وضّح ذلك ؟



3 - قُرب ساق معدني مشحون موجب من قرص كشاف كهربائي متعادل كما في الشكل دون أن يلامسه

a - ماذا يحدث لورقتي الكشاف مع التفسير ؟

b - إذا أُبعد الساق المعدني ماذا يحدث لورقتي الكشاف ؟

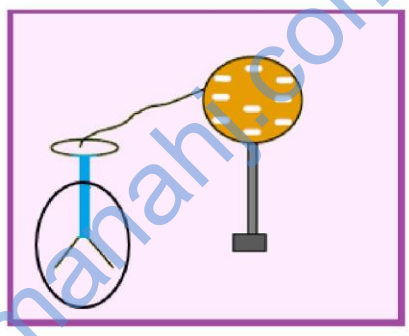
c - إذا قُرب الساق المعدني المشحون من جديد من القرص و تم لمس القرص باليد
ثم قطع التلامس و أبعد الساق ماذا يحدث لورقتي الكشاف ؟

لا تنسونا من صالح الدعاء

almanahj.com/ae

تدريبات 8

1 - موضح فى الشكل موصل كروي مشحون و يرتكز على عازل و سطحه متصل بقرص كشاف كهربائى ، فسر الأتى :



a - عدم تأثر ورقتي الكشاف عند ملامسة سطح الموصل الكروي بجسم معين ؟

.....

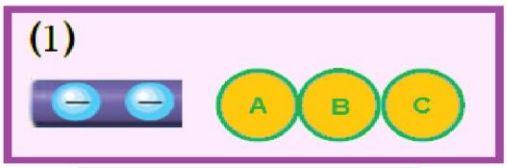
.....

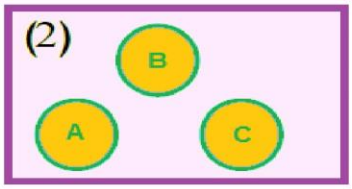
b - يقل انفراج ورقتي الكشاف عند تقريب جسم موصل من الموصل الكروى ؟

.....

.....

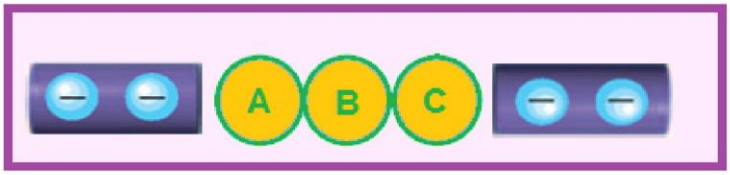
2 - في الشكل (1) الكرات الثلاث موصلة و متعادلة ، إذا أبعدت الكر ة B بعازل فحدد شحنة كل كرة فى الشكل (2) ؟





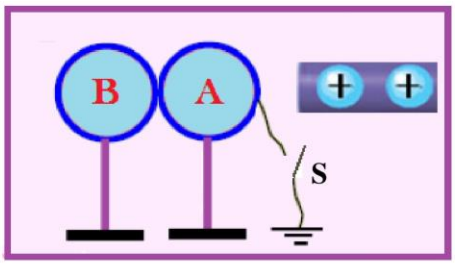
الكرة	A	B	C
الشحنة	.....	.....	.....

3 - في الشكل الكرات A , B , C موصلة و متعادل , و المؤثران متماثلان تماما إذا أبعدت الكرة B بعازل فحدد شحنة كل كرة ؟



الكرة	A	B	C
الشحنة	.....	.....	.....

4 - فى الشكل المقابل أذكر شحنة كل من الموصلين (A , B) قبل غلق المفتاح و بعد فتح المفتاح (S) :



حالة المفتاح	q_A	q_B
قبل الغلق	.....	.....
بعد الغلق	.....	.....

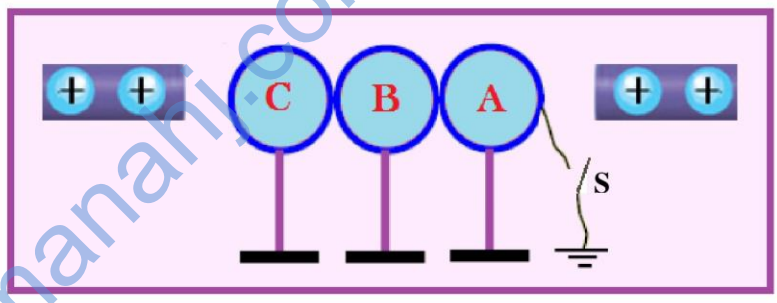
almanahj.com/ae

0544555703

http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn

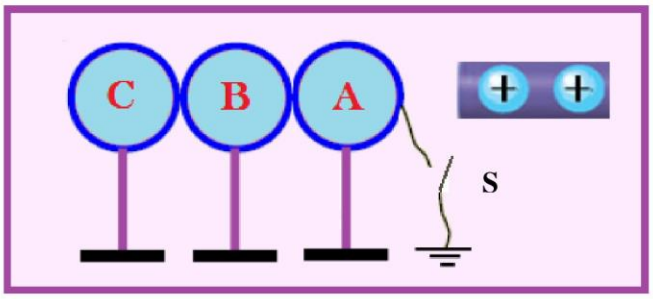
تدريبات 9

1 - فى الشكل المقابل أذكر شحنة كل من الموصلات (A , B , C) قبل غلق المفتاح و بعد غلق المفتاح (S) :



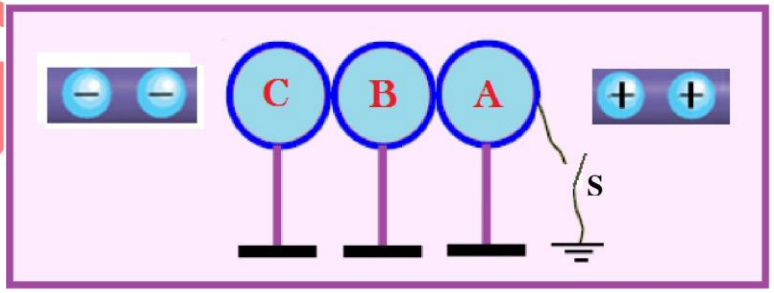
المفتاح	q_A	q_B	q_C
مفتوح	.....	.....	.....
مغلق	.....	.....	.....

2 - فى الشكل المقابل أذكر شحنة كل من الموصلات (A , B , C) قبل غلق المفتاح و بعد غلق المفتاح (S) :



المفتاح	q_A	q_B	q_C
مفتوح	.....	.....	.....
مغلق	.....	.....	.....

3 - فى الشكل المقابل أذكر شحنة كل من الموصلات (A , B , C) قبل غلق المفتاح و بعد غلق المفتاح (S) :



المفتاح	q_A	q_B	q_C
مفتوح	.....	.....	.....
مغلق	.....	.....	.....

4 - أوصف طريقة لشحن كرتين A و B بحيث تكون الشحنة على الكرة B نصف الشحنة على الكرة A تمامًا ثم اقترح طريقة تطبقها لتصبح شحنة الكرة B مساوية لثلث شحنة الكرة A ؟

.....

.....

.....

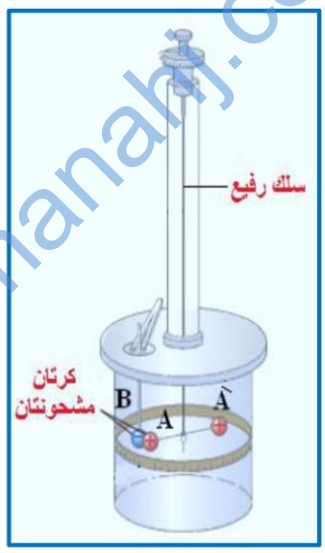
.....

أسألكم الدعاء بالرحمة و المغفرة لوالدى

يمكنك تسجيل إعجاب Like لصفحة الفيس بوك http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn
لضمان وصول ملازم الفصول التالية إليك مباشرة ، بالتوفيق للجميع إن شاء الله

almanahj.com/ae

تجربة كولوم

التجربة	⊙ استخدم كولوم لإثبات قانونه جهاز ميزان اللي و هو عبارة عن : ⊙ قضيب عازل في طرفيه كرتان صغيرتان A ، Ả معلق في منتصفه بسلك رفيع ⊙ وضعت كرة مماثلة B متصلة مع الكرة A ، وعند ملامسة جسم مشحون لهاتين الكرتين تنتقل الشحنات من الجسم المشحون إلى الكرتين و تتوزع عليهما بالتساوي ، حيث تكتسبان الكمية نفسها من الشحنة ⊙ وبمعرفة مقدار القوة التي تسبب (للي) سلك التعليق بزاوية معينة تمكن كولوم من دراسة تأثير مقدار الشحنتين والبعد بينهما على القوة وذلك بتغير شحنة الكرتين وبتغير البعد بينهما .	
استنتج كولوم من هذه التجربة ما يلي	1	خط عمل القوة التي تؤثر بها إحدى الشحنتين على الأخرى يكون على امتداد الخط الواصل بين مركزي الشحنتين .
	2	مقدار القوة بين الشحنتين يتناسب طرديا مع حاصل ضرب مقدار كل من الشحنتين .
	3	مقدار القوة بين الشحنتين يتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين الشحنتين
الخلاصة	القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين تتناسب	طرديا مع ناتج ضرب مقدار الشحنتين عكسيا مع مربع المسافة بينهما

قانون كولوم

القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين تساوي ثابت كولوم مضروبًا في حاصل ضرب مقداري الشحنتين مقسومًا على مربع المسافة بينهما .

$$F_e = K_c \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

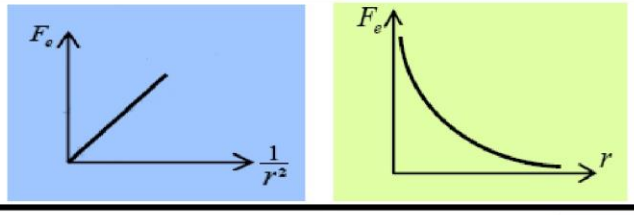
ملاحظات

الكولوم C	⊙ الكولوم : هو الوحدة المعيارية لقياس الشحنة الكهربائية حسب نظام SI . ⊙ الكولوم الواحد : يساوي شحنة 6.24×10^{18} إلكترون أو بروتون . ⊙ الشحنة الأساسية (الأولية) : هى مقدار شحنة الالكترون المفرد و تساوي 1.6×10^{-19} كولوم . ⊙ تبلغ شحنة البرق أو الصاعقة بين $5\ C$ إلى $25\ C$. ⊙ تحتوي العملة المعدنية على شحنة سالبة قد تصل إلى : $10^6\ C$. (هذا المقدار الهائل لا ينتج غالبا أي تأثيرات خارجية لأنه مُعادل ومُوازن بكمية شحنة موجبة مساوية له) ، (و لكن في حال كانت غير متعادلة فسوف تتولد قوى كهربائية حتى ولو كانت الشحنة صغيرة ، فمثلا : $10^{-9}\ C$ يمكن أن تولد قوى كهربائية كبيرة) .
ثابت كولوم K_c	⊙ وحدة قياس ثابت كولوم ← تتوقف على الوحدات المستخدمة . ⊙ قيمة ثابت كولوم ← تتوقف على نوع الوسط الفاصل بين الشحنتين . ⊙ فى حالة الهواء أو الفراغ و باستخدام الوحدات الدولية ، تكون قيمته ← $K_C = 9\times10^9\ N.m^2/C^2$
قانون التربيع العكسى	تخضع القوة الكهربائية لـ (قانون التربيع العكسى) ← لأن مقدارها يتناسب عكسياً مع مربع البعد بين الشحنتين

لا تنسونا من صالح الدعاء

almanahj.com/ae

القوة الكهربائية F_e

تعريفها	هى القوة التي تُؤثر بها الشحنات الكهربائية على بعضها البعض .
أنواعها	⊙ تجاذب ⊙ تنافر
خصائصها	⊙ مجالية (تؤثر عن بعد دون تماس) ⊙ متبادلة (تؤثر الشحنتين على بعضهما البعض بقوتين متساويتين فى المقدار و متعاكستين فى الاتجاه) ⊙ تخضع لقانون التربيع العكسى $F\alpha \frac{1}{r^2}$
اتجاهها	خط عمل القوة التي تؤثر بها إحدى الشحنتين على الأخرى يكون على امتداد الخط الواصل بين مركزي الشحنتين .
العوامل التى تتوقف عليها	⊙ مقدار الشحنتين ← $F\ \alpha\ q_1q_2$ ⊙ البعد بين الشحنتين ← $F\ \alpha\ \frac{1}{r^2}$ ⊙ نوع الوسط الفاصل بين الشحنتين ← $F\ \alpha\ K_C$ 

ملاحظات مهمة

القوة الكهربائية كمية متجهه ، أى لها مقدار ة لها اتجاه

- ❑ مقدار القوة الكهربائية يتم حسابه باستخدام قانون كولوم ، لذلك فعند التعويض فى قانون كولوم (لا) نعوض بإشارة الشحنة ، حيث أن اشارة الشحنة تفيد فى تحديد اتجاه القوة و ليس مقدارها .
- ❑ اتجاه القوة الكهربائية يتحدد بناءا على نوعي الشحنتين (تنافر أو تجاذب) :
  - ⊙ الشحنات المتشابهة تتنافر و يكون اتجاه القوى الكهربائية (للخارج) على امتداد الخط الواصل بينهما .
  - ⊙ الشحنات المختلفة تتجاذب و يكون اتجاه القوى الكهربائية (للداخل) على الخط الواصل بينهما .

القوة الكهربائية قوة متبادلة

- ❑ القوة التي تؤثر فيها الشحنة الأولى في الثانية (تساوي) القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية في الأولى فى المقدار (تعاكسها) فى الاتجاه ، و ذلك تبعا لقانون نيوتن الثالث .

الشحنات النقطية

- ❑ يُطبق قانون كولوم على الشحنات النقطية فقط و يمكن تطبيق قانون كولوم على الموصلات الكروية المنتظمة المشحونة ، بحيث نعتبر أن الشحنة مجمعة في مركزها و بذلك نتعامل معها باعتبارها شحنة نقطية .

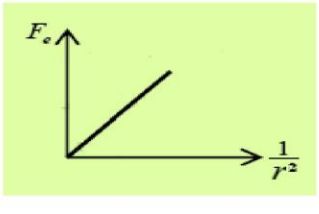
قانون التربيع العكسى

- ❑ عندما يتناقص البعد (r) بين الشحنتين فإن القوة تـــزداد بمعدل مربع التناقص .
- ❑ عندما يـــزداد البعد (r) بين الشحنتين فإن القوة تتناقص بمعدل مربع الزيـــادة .

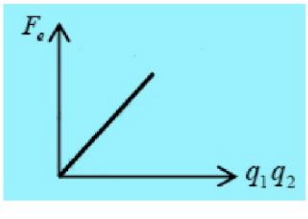
شحنتان متساويتان

- ❑ اذا كانت الشحنتان q_1 و q_2 متساويتان فى المقدار ، فإنه يمكن كتابة قاونون كولوم على الشكل التالى : $F_e = K_c\frac{q^2}{r^2}$

ميل الخط المستقيم

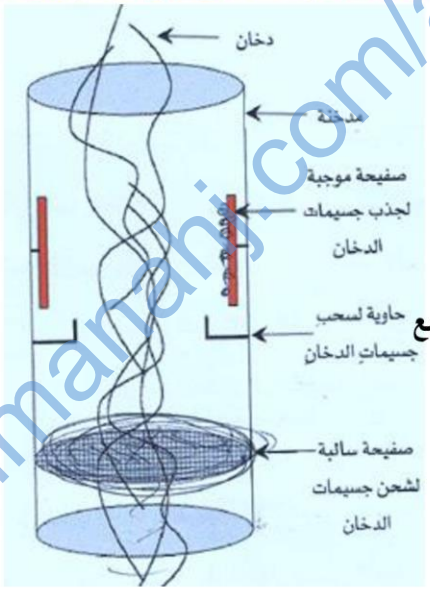


- ميل الخط المستقيم $= \frac{\Delta y}{\Delta x}$
- ميل الخط المستقيم $= \frac{F_e}{1/r^2}$
- ميل الخط المستقيم $= K_c q_1 q_2$



- ميل الخط المستقيم $= \frac{\Delta y}{\Delta x}$
- ميل الخط المستقيم $= \frac{F_e}{q_1q_2}$
- ميل الخط المستقيم $= \frac{K_c}{r^2}$

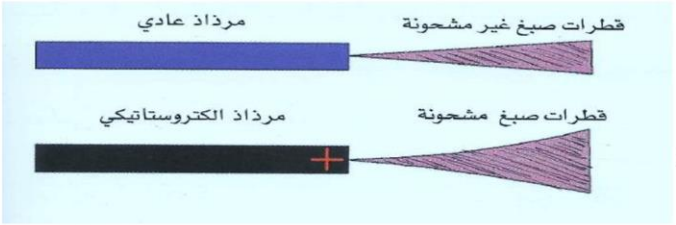
تطبيقات القوى الكهروسكونية



مرشحات الترسيب الكهروسكونى : تستخدم فى المداخن الصناعية التي تقوم بتجميع الغبار (السناج) و تمنع من انطلاقه للجو وذلك عن طريق شحن الغبار بشحنة معينة من خلال تمريره من شبك مشحون بهذه الشحنة ثم تمريره من خلال لوحين مشحونين بشحنة معاكسة لشحنته مما يؤدي لجذب السناج .

آلات التصوير الفوتوجرافي : تستخدم آلات التصوير الفوتوغرافي الكهرباء الساكنة لوضع الحبر الأسود علي الورق حيث تشحن دقائق الحبر بشحنة والورق بشحنة معاكسة أي أنها تستخدم في عملية نسخ الوثائق الفوتوجرافي .

الأفلام والمعدات الالكترونية : يتم تصميم المعدات الالكترونية و الافلام بطريقة يتم فيها التحكم في الشحنة الساكنة حتى لا تتراكم حيث يتم ازالتها بطرقة آمنة مما قد يؤدي لإتلاف الأفلام إذا جذبت غبارا و كذلك يمكن أن تتعطل معدات الكترونية عند تفريغ الشحنة .

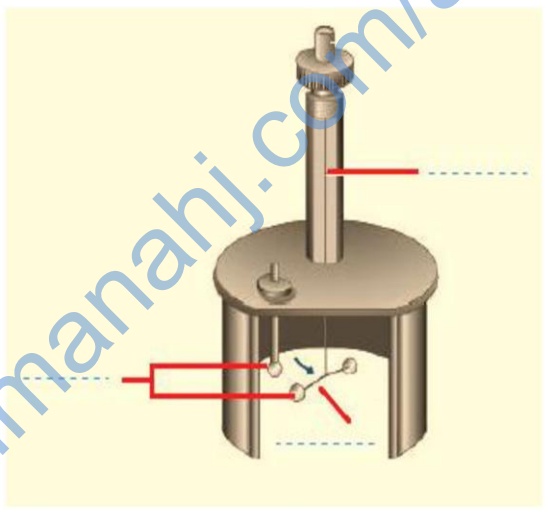


طلاء الأجسام : حيث يمكن شحن قطرات الطلاء بالحث فتشحن القطرات بشحنة و السيارة بشحنة معاكسة ، و يمكن استخدتم هذه الطريقة لطلاء السيارات و أجسام أخري بصورة منظمة وموحدة جدا

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

تدريبات 10



1 - الشكل التالى يمثل الجهاز الذى استخدمه شارل كولوم :

A - ما اسم الجهاز ؟

B - أكمل على الرسم مما يتركب الجهاز ؟

C – ما الذى لاحظه بعد اجراء تجربه ؟

D - ما الذى استنتجه كولوم ؟

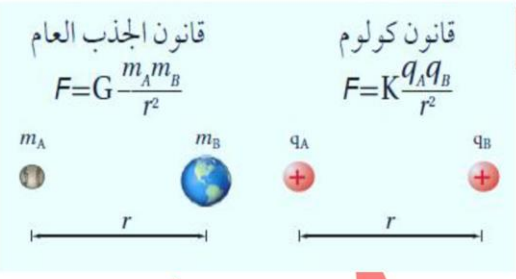
E - ما القانون الذى لخص النتائج التى استنتجها كولوم ؟ و ما نصه ؟

2 - افترض أنك تختبر صحة قانون كولوم باستخدام كرة بلاستيكية صغيرة موجبة الشحنة وكرة فلزية كبيرة موجبة الشحنة ، فوفق قانون كولوم تتناسب القوة مع $\frac{1}{r^2}$ حيث تمثل r المسافة بين مركزي الكرتين . و لكن عند تقريب الكرتين إحداهما إلى الأخرى وجِد أن القوة بينهما أصغر مما هو متوقع من قانون كولوم ؟ وضّح ذلك ؟

3 - قيمة الثابت K في قانون كولوم أكبر كثيرًا من قيمة الثابت G في قانون الجذب العام .علاّم يدل ذلك ؟

4 - القوى الكهربائية بين الشحنات كبيرة جدًّا عند مقارنتها بقوى الجاذبية بينها ، ومع ذلك لا نشعر عادة بالقوى الكهربائية بيننا و بين المحيط من حولنا، إلا أننا نشعر بتأثيرات قوى الجاذبية مع الأرض . فسّر ذلك ؟

5 - يبدو أن قانون كولوم وقانون نيوتن في الجذب العام متشابهان ، كما هو موضح في الشكل فيم تتشابه القوى الكهربائية و قوة الجاذبية ؟ و فيم تختلفان ؟



أسألكم الدعاء بالرحمة و المغفرة لوالدى

يمكنك تسجيل إعجاب Like لصفحة الفيس بوك http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn
لضمان وصول ملازم الفصول التالية إليك مباشرة ، بالتوفيق للجميع إن شاء الله

أ / محمد محسن محمد

تدريبات 11

1 - كيف ترتبط القوة الكهربائية بالشحنة ؟ صِف القوة عندما تكون الشحنات متشابهة ، وصِفها عندما تكون الشحنات مختلفة ؟

.....

.....

2 - كيف ترتبط القوة الكهربائية مع المسافة ؟ وكيف تتغير القوة إذا زادت المسافة بين شحنتين إلى ثلاثة أمثالها ؟

.....

.....

3 - قاس كولوم انحراف الكرة A عندما كان للكرتين A و B الشحنة نفسها ، و بعد إحداهما عن الأخر مسافة مقدارها r ثم جعل شحنة الكرة B تساوي $\frac{1}{3}$ شحنة الكرة A ، كم يجب أن تكون المسافة الجديدة بين الكرتين بحيث تنحرف الكرة A بمقدار مساوٍ لانحرافها السابق

.....

.....

4 - يؤثر جسمان مشحونان أحدهما في الآخر بقوة مقدارها 0.145 N عندما كانا على بُعد معيّن أحدهما من الآخر. فإذا قُرب أحدهما إلى الآخر بحيث أصبحت المسافة بينهما رُبع المسافة السابقة فما مقدار القوة المؤثرة في كل منهما ؟

.....

5 - شحنتان كهربائيتان، q_1 و q_2 ، تفصل بينهما مسافة r ، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها F . حلّل قانون كولوم ، و حدّد القوة الجديدة التي تنتج تحت الظروف التالية :

A	مضاعفة الشحنة q_1 مرتين	.....
B	تقليل الشحنتان q_1 و q_2 إلى النصف	.....
C	مضاعفة r ثلاث مرات	.....
D	تقليل r إلى النصف	.....
E	مضاعفة q_1 ثلاث مرات و r مرتين	.....

6 - البرق إذا نقلت صاعقة برق قوية شحنة مدارها 25C إلى الأرض فما عدد الإلكترونات المنقولة ؟

.....

.....

7 - الشحنة على عملة نقدية ما مقدار الشحنة المقيسة بالكولوم للإلكترونات الموجودة في قطعة نقدية مصنوعة من النيكل؟ استخدام الطريقة التالية لتجد الإجابة :

A - أوجد عدد الذرات في قطعة النقد إذا كانت كتلة هذه القطعة 5g ، و 75% منها نحاس، أما الـ 25% المتبقية منها فمن النيكل ، لذا تكون كتلة كل مول من ذرات العملة 62 g ؟

.....

.....

B - أوجد عدد الإلكترونات في قطعة النقد ، علماً أن متوسط عدد الإلكترونات التي لكل ذرة يساوي 28.75 ؟

.....

.....

C - أوجد شحنة الإلكترونات بالكولوم ؟

.....

.....

almanahi.com/ae

تدريبات على مسائل قانون كولوم

أولاً : فى حالة وجود شحنتين كهربائيتين

1 - **حساب مقدار القوة** : تفصل مسافة مقدارها 0.30 m بين شحنتين؛ الأولى سالبة ومقدارها 2.0×10^{-4} C ، و الثانية موجبة و مقدارها 8.0×10^{-4} C ما القوة المتبادلة بين الشحنتين ؟

[$F = 1.6\times10^{4}$ N]

2 - **حساب مقدار إحدى الشحنتين** : إذا أثرت الشحنة السالبة 0.6×10^{-6} C بقوة جذب مقدارها 65 N في شحنة ثانية تبعد عنها مسافة 0.050 m ، فما مقدار الشحنة الثانية ؟

[$q_2 = 3.0 \times 10^{-6}$ C]

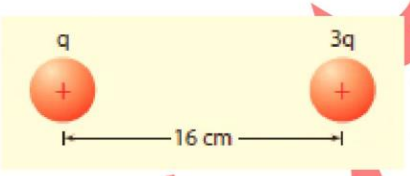
3 - **حساب المسافة بين الشحنتين** : إذا كانت القوة التي تؤثر في كل من الشحنتين $+8\times10^{-5}$ C و $+3\times10^{-5}$ C تساوي 2.4×10^{2}N فاحسب مقدار المسافة بينهما ؟

[r = 0.03 m]

4 – **شحنات متماثلة** : إذا أثرت شحنتان موجبتان متماثلتان كل منهما في الأخرى بقوة تنافر مقدارها 6.4×10^{-9} N، عندما كانت إحداهما تبعد عن الأخرى مسافة 3.8×10^{-10}m فاحسب مقدار شحنة كل منهما ؟

[$q = 3.2 \times 10^{-19}$ C]

5 - **شحنة بدلالة شحنة أخرى** : يوضح الشكل كرتين مشحونتين بشحنتين موجبتين، شحنة إحداهما تساوي ثلاثة أضعاف شحنة الأخرى و المسافة بين مركزيهما 16 cm ، إذا كانت القوة المتبادلة بينهما 0.28 N فما مقدار الشحنة على كل منهما ؟



[$q_1 = 5.2 \times 10^{-7}$ C & $q_2 = 1.5 \times 10^{-6}$ C]

6 - **انتقال الشحنة** : إذا لامَسَت كرة فلزية صغيرة شحنتها 1.2×10^{-5}C كرة مماثلة متعادلة، ثم وضعت على بعد 0.15m منها فما القوة الكهربائية بين الكرتين ؟

[F = 14 N]

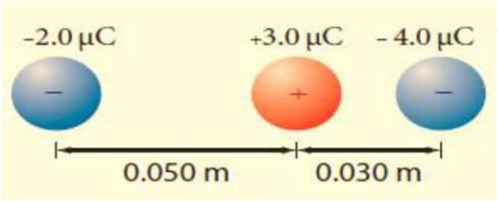
لا تنسونا من صالح الدعاء

almanahj.com/ae

ثانياً : فى حالة وجود أكثر من شحنتين كهربائيتين [مبدأ التراكب]

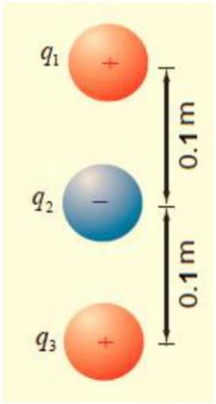
أولاً	حسب جميع القوى F_1 و F_2 المؤثرة على الشحنة المطلوب حساب محصلة القوى عليها		
ثانياً	رسم مخطط القوى لتحديد اتجاهات القوى المختلفة .		
ثالثاً حساب محصلة القوى	إذا كانت القوتان بنفس الاتجاه	$F_R = F_1 + F_2$	اتجاه F_R يكون بنفس اتجاه F_2 و F_1
	إذا كانت القوتان متعاكستين	$F_R = F_1 - F_2$	اتجاه F_R يكون بنفس اتجاه F الأكبر
	إذا كانت القوتان متعامدتان	$F_R = \sqrt{F_1 + F_2}$	اتجاه F_R يكون $\theta = \tan^{-1}(\frac{F_y}{F_x})$

مثال تُسحب شحنة موجبة مقدارها $3.0\ \mu C$ بشحنتين سالبتين ، كما هو موضح في الشكل فإذا كانت إحدى الشحنتين السالبتين $-2.0\ \mu C$ تبعد مسافة $0.05\ m$ إلى الغرب ، وتبعد الشحنة الأخرى $-4.0\ \mu C$ مسافة $0.030\ m$ إلى الشرق ، فما مقدار و اتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة الموجبة ؟



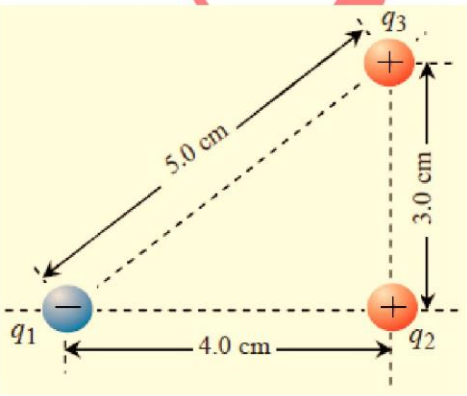
[$F_R = 89\ N$ في اتجاه الشرق]

مثال ثلاث شحنات نقطية تقع على المحور (y) كما فى الشكل ، إذا كان ($q_1 = 2\ \mu C$) ($q_2 = -3\ \mu C$) ($q_3 = 6\ \mu C$) فأوجد مقدار و اتجاه القوى المؤثرة فى الشحنة (q_3) ؟



[$F_R = 13.5\ N$ في اتجاه الشمال]

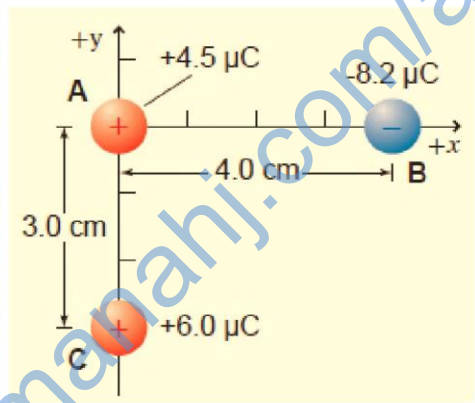
مثال وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث ، كما يُظهر الشكل المقابل ، إذا كانت : ($q_1 = -6\ nC$) ($q_2 = +2\ nC$) ($q_3 = +5\ nC$) جد مقدار و اتجاه القوة الكهربائية التى تؤثر فى الشحنة q_2 ؟



[$F_R = 1.2x10^{-2}\ N$ في اتجاه الشمال]

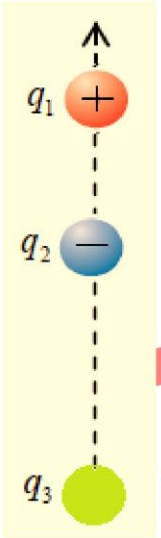
almanahj.com/ae

قوتان غير متعامدتان : وضعت ثلاث كرات مشحونة ، كما هو موضح في الشكل ، أوجد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة B ؟



[$F_R = 366\ N$ تميل بزاوية $\theta = 17^\circ$ أسفل x^-]

حساب احدى الشحنات إذا كانت محصلة القوى معطاة : وضعت ثلاث شحنات نقطية على المحور (y) كما فى الشكل إذا كانت محصلة قوة الكهربائية على الشحنة (q_1) تساوى ($4.2\ N$) باتجاه ($-y$) ، و كانت ($F_{21} = 5.4\ N$) باتجاه (y) ، أوجد مقدار القوة الكهربائية التى تؤثر بها الشحنة (q_3) على الشحنة (q_1) و حدد نوع الشحنة (q_3) ؟



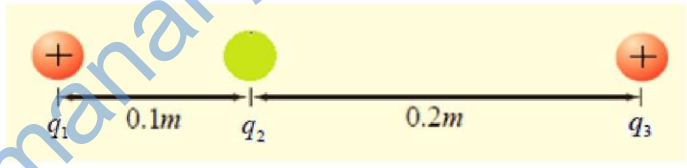
[$F_{31} = 1.2\ N$ & $q_3 = +$]

almanahj.com/ae
محمد حسن

ثانياً : الشحنة المتزنة

عندما تكون الشحنة متزنة فإن ذلك يعنى أنه يؤثر عليها قوتان متساويتان فى المقدار و متعاكستان فى الاتجاه [$F_1 = F_2$]
و بالتالى فإن محصلة القوى عليها تساوى صفراً [$F_R = 0$]

محمد محسن احسب مقدار الشحنة (q_2) و حدد نوعها إذا علمت اذا الشحنة $q_3 = +9\mu C$ ، و كانت الشحنة (q_2) متزنة ؟



[$q_3 = -1x10^{-6}$ C]

محمد محسن وضعت الكرة A التي تحمل شحنة مقدارها $+64\ \mu C$ عند نقطة الأصل ، ووضعت كرة ثانية B تحمل شحنة مقدارها $-16\ \mu C$ عند النقطة $+1.00\ m$ على محور x ، أجب عن الأسئلة التالية :

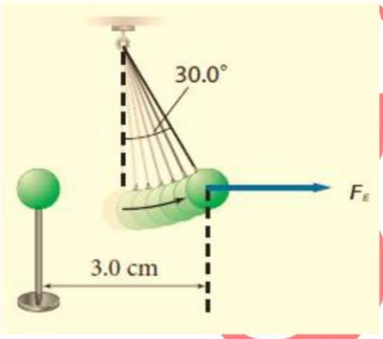
A - أين يجب وضع كرة ثالثة C شحنتها $+12\ \mu C$ بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة فيها صفراً ؟

[$+2.00\ m$]

B - إذا كانت شحنة الكرة الثالثة C تساوي $+6\ \mu C$ فأين يجب وضعها على أن تبقى محصلة القوى المؤثرة فيها صفراً ؟

[الشحنة الثالثة C ، تختصر من المعادلة، لذا فان مقدارها ونوعها لا يكون مهماً]

محمد محسن يوضح الشكل كرتي بيلسان، كتلة كل منهما 1.0 g، و شحنتاهما متساويتان، إحداهما معلّقة بخيط عازل ، و الأخرى قريبة منها ومثبتة على حامل عازل، والبعد بين مركزيهما 3.0 cm.
فإذا اتزنت الكرة المعلقة عندما شكّل الخيط العازل الذي يحملها زاوية مقدارها 30.0° مع الرأسي
فاحسب كلاً مما يأتي :



A – القوة الكهربائية المؤثرة فى الكرة المعلقة ؟

B – الشحنة على كل من الكرتين ؟

[$F_e = 5.7x10^{-3}$N q $= 2.4x10^{-8}$C]

almanahj.com/ae

تدريبات إضافية

1 - الذرات إذا كانت المسافة بين إلكترونين في ذرة $1.5\times10^{-10}m$ فما مقدار القوة الكهربائية بينهما ؟

[$F_e = 1.0\times10^{-8}\ N$]

2 - شحنتان كهربائيتان مقدار كل منهما $2.5\times10^{-5}C$، والمسافة بينهما 15 cm أوجد القوة التي تؤثر في كل منهما ؟

[$F_e = 2.5\times10^{2}\ N$]

3 - الذرات ما القوة الكهربائية بين إلكترون وبروتون يبعد إحداهما عن الآخر $5.3\times10^{-11}m$؟ هذه المسافة تساوي نصف القطر التقريبي لذرة الهيدروجين ؟

[$F_e = 8.2\times10^{-8}\ N$]

4 - تؤثر قوة مقدارها 0.36 N في كرة صغيرة شحنتها 2.4 µC، وذلك عند وضعها على بُعد 5.5 cm. من مركز كرة ثانية مشحونة بشحنة غير معروفة . ما مقدار شحنة الكرة الثانية ؟

[$q_2 = 5\times10^{-8}C$]

5 - كرتان متماثلتان مشحونتان، المسافة بين مركزيهما 12 cm. فإذا كانت القوة الكهربائية بينهما 0.28 N فما شحنة كل كرة ؟

[$q = 6.7\times10^{-7}C$]

6 - في التجربة المستخدم فيها جهاز كولوم، بعد مركز كرة شحنتها $3.6\times10^{-8}C$ مسافة 1.4 cm عن مركز كرة ثانية غير معلومة الشحنة . فإذا كانت القوة بين الكرتين 2.7×10^{-2} N فما شحنة الكرة الثانية ؟

[$q = 1.6\times10^{-8}C$]

7 - إذا كانت القوة بين بروتون وإلكترون 3.5×10^{-10} N فما المسافة بين الجسيمين ؟

[$q = 8.1\times10^{-10}\ C$]

8 - إذا أثرت شحنتان 2.0×10^{-5} C و 8.0×10^{-6} C إحداهما في الأخرى بقوة مقدارها 9.0 N فاحسب مقدار البعد بينهما ؟

[$r = 0.4\ m$]

almanahj.com/ae
محمد محسن

9 - وضعت كرة A شحنتها $+2.0\times10^{-6}\ C$ عند نقطة الأصل ،و وضعت كرة B مشحونة بشحنة سالبة مقدارها $3.6\times10^{-6}C$ عند الموقع $+0.60\ cm$ على المحور x أما الكرة C المشحونة بشحنة مقدارها $+4.0\times10^{-6}\ C$ فقد وضعت عند الموقع $+0.80\ m$ على المحور x :

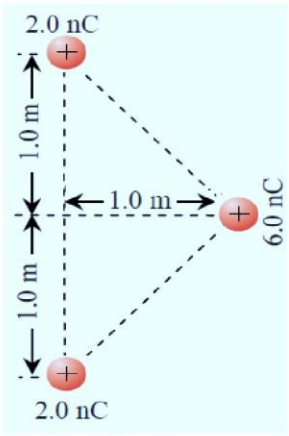
A - احسب القوة المحصلة المؤثرة في الكرة A ؟

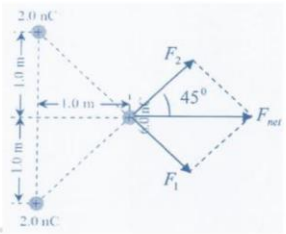
[$F_A = 0.0675N$ نحو اليمين]

B – احسب القوة المحصلة المؤثرة فى القوة B ؟

[$F_B = 3.1\ N$ نحو اليمين]

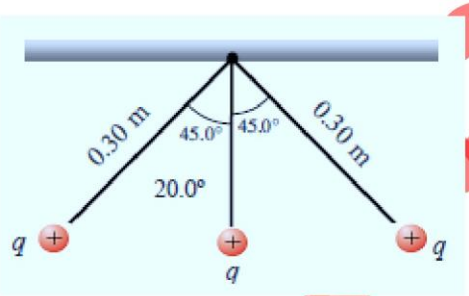
10 - وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوسمثلث كما فى الشكل ، جد مقدار القوة التى تؤثر فى الشحنة $6.0\ nC$ و حدد اتجاهها على الرسم ؟





[$F_e = 7.6x10^{-8}N$]

ثلاث كرات صغيرة كتلة كل منها $m = 0.10\ kg$ و شحنة كل منها q ، علقت كل منها بخيط عازل و خفيف لا يمتط ثم ثبتت أطراف الخيوط الثلاثة بنقطة ثابتة فاستقرت الكرات متزنة كما فى الشكل ، جد شحنة كل كرة ؟



[$q = 2\ x\ 10^{-6}\ C$]

حديث شريف

عن أبي هريرة - رضي الله عنه - أن رسول الله - صلى الله عليه وسلم - قال :

[إذا مات ابن آدم انقطع عمله إلا من ثلاث : صدقة جارية ، أو علم ينتفع به ، أو ولد صالح يدعو له]

رواه مسلم

almanahj.com/ae

من اسئلة الامتحانات السابقة

اسئلة الاختيار من متعدد

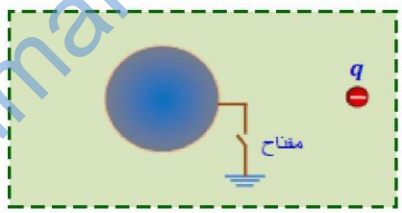
1 أى القيم التالية لا يمكن أن تكون كمية لشحنة جسم ما بوحدة الكولوم ؟ نهائى 2015

A - $3.2\ x\ 10^{-19}$ B - $3.2\ x\ 10^{-20}$ C - $3.2\ x\ 10^{-18}$ D - $-3.2\ x\ 10^{-19}$

2 شحنتان نقطيتان تتبادلان قوة كهربائية مقدارها (9 N) فإذا انقصت المسافة بينهما إلى نصف ما كانت عليه ، فكم يصبح مقدار القوة ؟ نهائى 2015

A - 18 N B - 36 N C - 4.5 N D - 2.25 N

3 يُظهر الشكل المجاور موصلا كرويا متصل بالأرض بوساطة سلك توصيم ومفتاح مفتوح، فإذا أغلق المفتاح ثُم فتح ثم أبعدت الشحنة النقطية (q) فما شحنة الموصل ؟ تدريبي 2015



A - موجبة B - سالبة C - غير مشحون D – لا يمكن تحديدها

4 بأى معامل يتغير مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين إذا انقص البعد بينهما إلى الثلث ؟ نهائى 2014

A - 9 B - 3 C - $\frac{1}{9}$ D - $\frac{1}{3}$

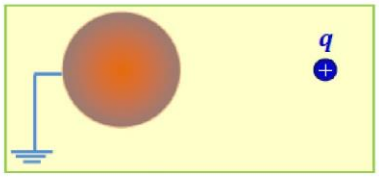
5 بأى معامل يتغير مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين إذا زيد البعد بينهما إلى ثلاثة أمثال ما كان علي ؟ مؤجل 2014

A - 9 B - 3 C - $\frac{1}{9}$ D - $\frac{1}{3}$

6 أى من الاتية وحدة ثابت كولوم فى النظام الدولى للوحدات ؟ مؤجل 2014

A - $N.C^2/m^2$ B - $N.m^2/C^2$ C - $N.m^2/C$ D - $C/(N.m)^2$

7 وضعت شحنة نقطية موجبة بالقرب من سطح موصل كروى يتصل سطحه بالأرض ، أى من الآتى ينطبق على الموصل فى هذه الحالة ؟ تدريبى 2014



A – يكتسب شحنة موجبة B – يكتسب جهداً سالباً

C – يكتسب شحنة سالبة D - يكتسب جهداً موجباً

8 بأى عامل يتغير مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين عند زيادة البعد بينهما إلى مثلى ما هو عليه ؟ تدريبى 2014

A - 2 B - $\frac{1}{2}$ C - $\frac{1}{4}$ D - 4

9 أى مما يلى يدل على التعبير الصحيح لمفهوم تكمية الشحنة الكهربائية ؟ نهائى 2012

A – شحنة الجسم عدد غير صحيح من الشحنة الأولية . B – شحنة الجسم عدد صحيح من الشحنة $+1\ C$

C – شحنة الجسم عدد صحيح من الشحنة الأولية . D – شحنة الجسم عدد صحيح من الشحنة $-1\ C$

10 شُحنت قطعة من مادة ما بطريقة الاستقطاب ، نستنتج من ذلك أن القطعة : نهائى 2012

A – من المواد الموصلة B – من المواد العازلة C – اكتسبت شحنات كهربائية D – فقدت شحنات كهربائية

11 الشحنة $+2C$ تعادل شحنة : مؤجل 2012

A - $1.25x10^{19}$ الكتروناً B - $1.25x10^{19}$ بروتوناً C - الكترونين D - بروتونين

12 أى مما يلى لا يمكن بواسطتها شحن ساق من الأبونيت ؟ مؤجل 2012

A – طريقة الدلك B – طريقة الحث C – طريقة الاستقطاب D – طريقتى الاستقطاب و الدلك

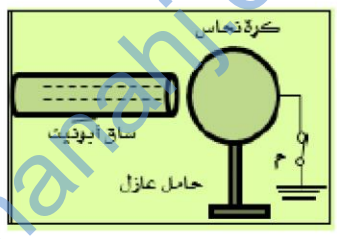
almaraahi.com/ae
أ / محمد محسن

أسئلة الاختيار من متعدد

13 اذا كان جسم مشحون بشحنة كهربائية سالبة فإن شحنته يمكن أن تعادل شحنة : تدريبى 2012

A - $-1.6\,e$ B - $+1.6\,e$ C - $-3\,e$ D - $+3\,e$

14 فى الشكل المجاور بعد فتح المفتاح (م) ثم ابعاد ساق الأبونيت عن الكرة : تدريبى 2012



A – تشحن الكرة بشحنة موجبة . B – تبقى الكرة متعادلة .

C – تشحن الكرة بشحنة سالبة . D – لا يمكن معرفة شحنة الكرة .

15 شحنتان نقطيتان متجاورتان المسافة بينهما r و القوة الكهربائية المتبادلة بينهما 10 N ، إذا اصبحت المسافة بين الشحنتين $\frac{r}{4}$ ، فإن القوة الكهربائية المتبادلة بينهما تصبح : تدريبى 2012

A - 20 N B - 40 N C - 80 N D - 160 N

16 لاثبات قانون التربيع العكسى للقوة المتبادلة بين الشحنات الكهربائية نستخدم : نهائى 2011

A – الميزان الزنبركى B – ميزان اللى C – ميزان القوة D – الكشاف الكهربائى

17 شحنتان نقطيتان موجبتان متجاورتان ، القوة الكهربائية المتبادلة بينهما (1.6 N) اذا انقص البعد بينهما إلى النصف فإن مقدار القوة المتبادلة بينهما تصبح : تدريبى 2011

A - 0.40 N B - 3.2 N C - 0.80 N D - 6.4 N

18 شحنتان كهربائيتان نقطيتان $-q_2$ & $+q_1$ موضوعتان فى الهواء و المسافة بينهما r ينتج بينهما قوة كهربائية F عندما تقل المسافة بينهما إلى 0.25 r مع ثبات مقدار شحنة كل منهما ، فإن القوة تصبح : نهائى 2008

A - 4F تجاذب B - 4F تنافر C - 16F تجاذب D - 16F تنافر

19 إذا تناقصت المسافة بين كرتين مشحونتين بشحنتين سالبتين إلى النصف فإن قوة التنافر بينهما تصبح : إعادة 2008

A – ربع ما كانت عليه B – نصف ما كانت عليه C – أربعة أضعاف ما كانت عليه D – ضعف ما كانت عليه

20 واحدة مما يلى لا يمكن أن تصف شحنة جسم ما : إعادة 2008

A - $\pm 2e$ B - $+33e$ C - $-4e$ D - $+1.5e$

21 يمكن احداث شحنة سطحية على العوازل بواسطة : إعادة 2008

A – التوصيل بالأرض B – الاستقطاب C – الحث D – الاتصال

22 شحنتان كهربائيتان موضوعتان فى الهواء تتنافران بقوة مقدارها F عند مضاعفة مقدار كل من الشحنتين مع بقاء المسافة بين الشحنتين ثابتة فإن مقدار التنافر يصبح : نهائى 2007

A - 4F B - 2F C - $\frac{F}{2}$ D - $\frac{F}{4}$

23 القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين البعد بينهما 10 cm هى 36 N ، فإن مقدار القوة بينهما إذا اصبح البعد بينهما 20 cm تساوى : إعادة 2007

A - 36 N B - 18 N C - 9 N D - 72 N

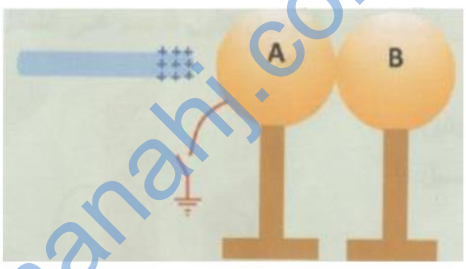
لا تنسونا من صالح الدعاء

almanahj.com/ae

من اسئلة الامتحانات

متنوع

الإمتحان النهائى 2015



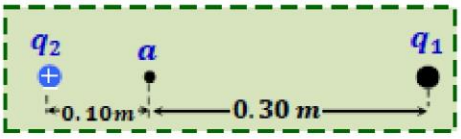
يظهر الشكل المجاور موصلين كرويين متماثلين متلامسين ، حيث يتصل الموصل A . بالأرض بوساطة سلك توصيل و مفتاح مفتوح , كما يظهر الشكل ساق زجاجية مشحونة بشحنة موجبة ، و قد قربت من الموصل A من جهة اليسار دون أن تلامسه ، أجب عما يلى :

A - ارسم على الشكل توزيع الشحنات على الموصلين .

B – فى الجدول أدناه حدد نوع شحنة كل من الموصلين بكتابة (موجبة أو سالبة أو غير مشحون) فى كل حالة من الحالات الموضحة فى العمود الأول .

الحالة	شحنة الموصل A	شحنة الموصل B
عند غلق المفتاح (S) ثم ابعاد الموصلين عن بعضهما البعض ثم ابعاد ساق الزجاج	.....	.....
عند غلق المفتاح (S) ثم فتحه ثم ابعاد ساق الزجاج ثم ابعاد الموصلين عن بعضهما	.....	.....

الإمتحان التدريبي 2015



وضع إلكترون حراً في النقطة (a) فبقي ساكنا ، فإذا كانت $q_1 = 3.2\ x\ 10^{-19}\ C$ و أبعدت الشحنة (q_1) نهائياً عن الاكترون و الشحنة (q_2) .

- جد القوة المؤثرة على الالكترون ؟

.....

.....

.....

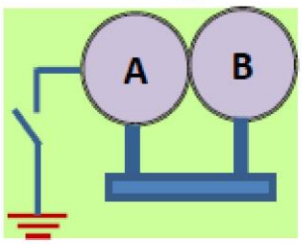
.....

.....

.....

.....

الإمتحان التدريبي 2015



حدد بأربع خطوات كيف يمكنك أن تُكسِب الموصلان الموضحان فى الشكل المجاور نفس المقدار و النوع من الشحنات الكهربائية دون لمسهما ؟

.....

.....

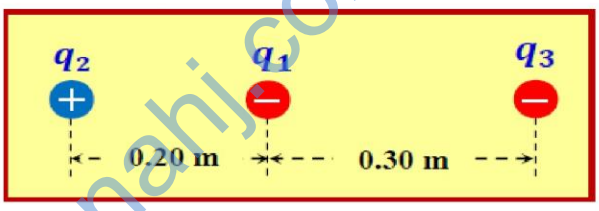
.....

.....

almanahj.com/ae
محمد محسن

الإمتحان النهائى 2014

وضعت ثلاث شحنات نقطية فى الفراغ كما فى الشكل ، إذا كانت ($q_1 = -2.0\,x\,10^{-6}\ C$) و ($q_2 = +1.6\,x\,10^{-6}\ C$) و ($q_3 = -2.0\,x\,10^{-6}\ C$)

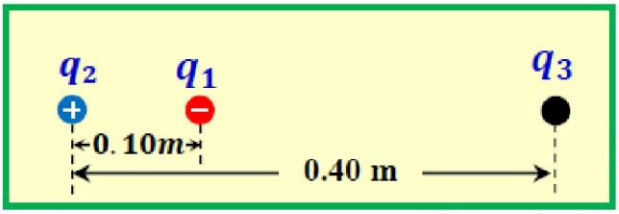


A – جد مقدار محصلة القوى الكهربائية المؤثرة فى الشحنة (q_1) ؟

B – اذا ابعدت الشحنة (q_2) نهائياً عن الشحنتين (q_1 و q_3) فهل تزداد القوة الكهربائية المؤثرة فى الشحنة (q_1) أم تقل أم لا تتغير ؟ برر اجابتك ؟

الإمتحان المؤجل 2014

فى الشكل المجاور الشحنات النقطية الثلاث موضوعة فى الفراغ إذا كانت ($q_1 = -2.0\,x\,10^{-6}\ C$) ($q_2 = +4.0\,x\,10^{-6}\ C$) و كانت محصلة القوى الكهربائية فى الشحنة (q_1) تساوى صفراً .



A – جد كمية الشحنة (q_3) ؟

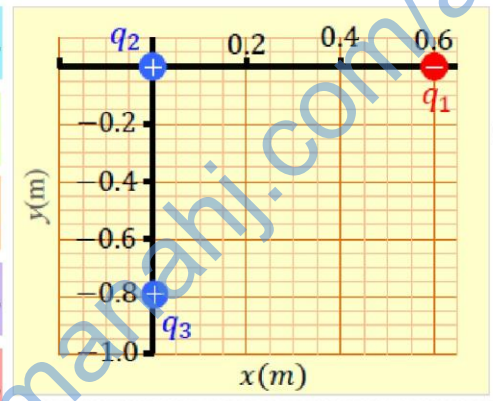
B – اذا زيدت كمية كل من الشحنتين (q_2 و q_3) إلى مثلى ما كانت عليه فهل تبقى الشحنة (q_1) فى حالة اتزان ؟ برر اجابتك ؟

almanahj.com/ae
محمد محسن

أ / محمد محسن محمد

لا تنسونا من صالح الدعاء

الإمتحان التدريبي 2014



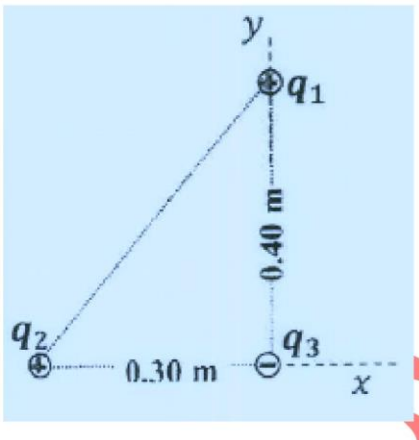
وضعت الشحنات (q_1 & q_2 & q_3) متجاورات فى الفراغ كما هو مبين فى الشكل ،

و ($q_1 = 4\,x\,10^{-8}\ C$) ($q_2 = +8\,x\,10^{-6}\ C$) ($q_3 = +6\,x\,10^{-8}\ C$)

A – جد مقدار القوة الكهربائية المؤثرة فى الشحنة (q_2) ؟

B – إذا ابعدت الشحنة (q_3) نهائياً عن الشحنة (q_2) مع بقاء (q_1) فى مكانها فهل يزداد مقدار القوة الكهربائية المؤثرة فى (q_2) أم يقل أم يبقى ثابتاً ؟ و لماذا ؟

الإمتحان النهائى 2013



وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث قائم الزاوية كما فى الشكل المجاور ، إذا كانت :

($q_1 = 6.0\,x\,10^{-6}\ C$) ($q_3 = -8.0\,x\,10^{-6}\ C$) ($q_2 = -q_3$)

و كان الهواء يحيط بالشحنات ، أجب عما يلى :

A - احسب مقدار القوة الكهربائية التى تؤثر فى الشحنة q_3 ؟

B – حدد اتجاه حركة الشحنة q_3 بالنسبة لمحور x إذا سمح لها بالحركة ؟

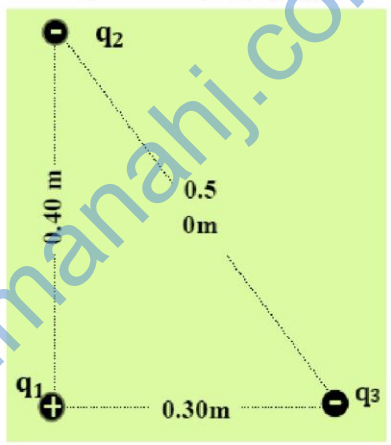
أ / محمد محسن محمد

لا تنسونا من صالح الدعاء

almanahj.com/ae

الإمتحان التدريبي 2013

وضعت الشحنات النقطية الثلاث ($q_1 = +5.0\ \mu C$) ($q_2 = -3.0\ \mu C$) ($q_3 = -5.0\ \mu C$) فى الهواء كما فى الشكل المجاور ، احسب مقدار القوة المؤثرة فى q_1 و حدد اتجاهها ؟

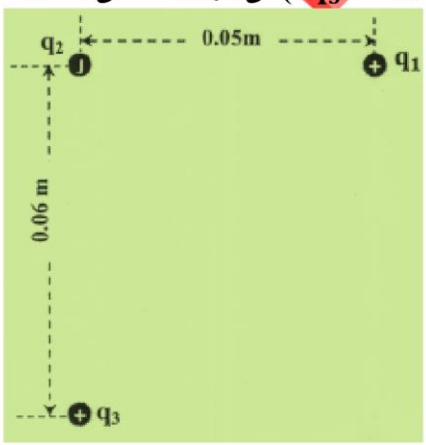


الإمتحان التدريبي 2013

كرتان صغيرتان من نخاع البيلسان وزن كل منهما 0.050 N ، عُلقت كل من الكرتين بطرف خيط خفيف طوله 0.60 m ، ثم ثبت طرفا الخيطين الحرين إلى النقطة نفسها و عند شحن الكرتين بشحنتين متماثلتين تنافرتا بحيث صارت الزاوية بين الخيطين 30° احسب كمية الشحنة على كل كرة من كرتى نخاع البيلسان ؟

الإمتحان النهائى 2012

وضعت ثلاث شحنات نقطية ($q_1 = +5.0\ nC$) ($q_2 = -2.0\ nC$) ($q_3 = +8.0\ nC$) فى الهواء كما فى الشكل المجاور ، احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة فى الشحنة q_2 ؟

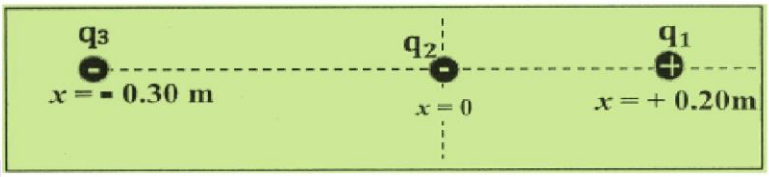


الإمتحان النهائى 2012

اشرح بخطوات كيفية شحن الكرة فى الشكل المجاور بشحنة سالبة بطريقة الحث ؟

الإمتحان المؤجل 2012

وضعت الشحنات النقطية الثلاث ($q_1 = +5.0\ \mu C$) ($q_2 = -3.0\ \mu C$) ($q_3 = -6.0\ \mu C$) فى الهواء كما فى الشكل



احسب القوة الكهربائية المؤثرة فى الشحنة q_2 و حدد اتجاهها ؟

الإمتحان المؤجل 2012

بعد فتح المفتاح (م) و ابعاد الساق الزجاجية عن الكرة فى الشكل المجاور ،
ارسم توزيع الشحنة الكهربائية على الكرة فى الشكل (2) المجاور ،
و اكتب اسم طريقة شحن الكرة ؟

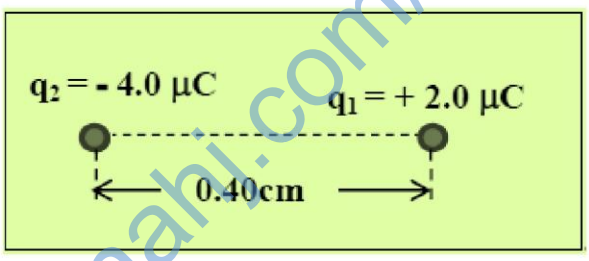
الإمتحان المؤجل 2012

علقت كرتان صغيرتان من نختع البيلسان بخيطين خفيفين متجاورين فى الهواء البعد بينهما 0.06 m عند شحن الكرتين بشحنتين متماثلتين تنافرتا بقوة مقدارها 4.0 N ، احسب كمية الشحنة على كل من كرتى نخاع البيلسان ؟

http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn

almanahi.com/ae

الإمتحان التدريبي 2012

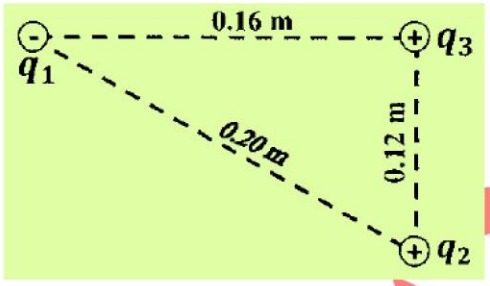


وضعت شحنتان نقطيتان فى الهواء كما فى الشكل المجاور ، اعتماداً على الشكل ، احسب مقدار القوة الكهربائية التى تؤثر فى الكترون يوضع فى منتصف المسافة بين الشحنتين ثم حدد اتجاهها ؟

الإمتحان التدريبي 2012

ان اعادة اصطفاف الشحنات داخل الجزيئات يُحدث شحنة مستحثة على سطح العازل ، اشرح العبارة فى ضوء دراستك للاستقطاب ؟

الإمتحان النهائى 2011



وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث ،كما فى الشكل المجاور إذا كانت :

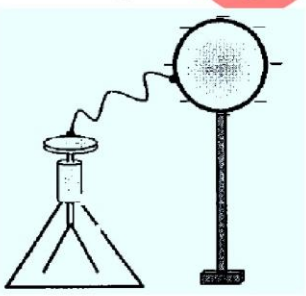
($q_2 = +1.4\ x\ 10^{-8}\ C$) ($q_3 = +2.2\ x\ 10^{-8}\ C$)

و تؤثر الشحنة q_1 على الشحنة q_3 بقوة جذب مقدارها ($1.4\ x\ 10^{-4}$) ،

جد مقدار محصلة القوى المؤثرة فى الشحنة q_3 ، و حدد اتجاهها على الشكل نفسه .

الإمتحان النهائى 2011

يبين الشكل المجاور موصل كروى مشحون يرتكز على حامل عازل و سطحه متصل بقرص كشاف كهربائى ، فسر الأتى :



a - عدم تأثر ورقتي الكشاف عند ملامسة سطح الموصل الكروي بجسم معين ؟

b - يقل انفراج ورقتي الكشاف عند تقريب جسم موصل من الموصل الكروى ؟

أ / محمد محسن محمد

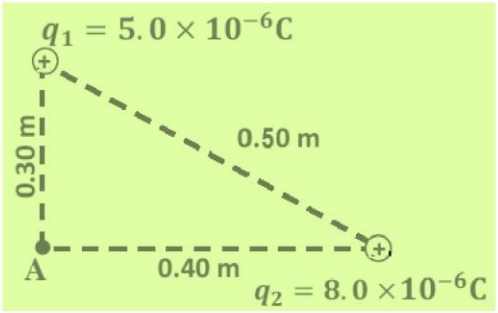
almanahj.com/ae

الإمتحان التدريبي 2011

يُبين الشكل المجاور موصل كروى يرتكز على عازل وسطحه متصل بقرص كشاف كهربائى :
ما التغير الذى يطرأ على ورقتى الكشاف عند تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من جهة اليمين للموصل الكروى ؟ (برر اجابتك ؟)

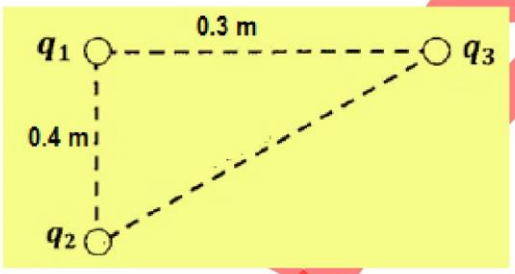
الإمتحان التدريبي 2011

وضعت شحنتان نقطيتان موجبتان فى الهواء كما فى الشكل المجاور ، أحسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة فى الشحنة q_2 و حدد اتجاهها على الشكل نفسه ؟



الإمتحان إعادة 2008

تقع ثلاث شحنات نقطية ($q_1 = -2\ nC$) ($q_2 = 32\ nC$) ($q_3 = 9\ nC$) مثبتة على الزوايا الثلاث كما يظهر فى الشكل المجاور جد مقدار و اتجاه القوة المؤثرة على q_1 ؟



أسألكم الدعاء بالرحمة و المغفرة لوالدى

يمكنك تسجيل إعجاب Like لصفحة الفيس بوك http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn
لضمان وصول ملازم الفصول التالية إليك مباشرة ، بالتوفيق للجميع إن شاء الله

2017

almanahj.com/ae

الإجابات

تدريب 1	
1	لأنه يفقد شحنته فى الوسط المحيط و يصبح متعادلاً من جديد .
2	لأنه فى حالة حدوث تجاذب ممكن أن يكون كلا الجسمين مشحونين ، أو قد يكون أحدها متعادل و الآخر مشحون ، أما التنافر فيحدث فقط فى حالة إذا كان الجسمين مشحونين .
3	نقرّب قضيبًا زجاجيًّا مشحونًا بشحنة موجبة إلى كل من الشريطين، فيكون الشريط الذي يتنافر معه موجب الشحنة.

تدريب 2	
1	• أحضر جسمًا مشحونًا بشحنة معلومة ، ولتكن سالبة ، و قربه إلى كرة البيلسان ، إذا تنافرت الكرة معه فإن شحنتها تكون مشابهة لشحنة الجسم المقرّب ، و إذا انجذبت إليه فإن شحنتها إما تكون مخالفة لشحنة الجسم أو متعادلة . • و لتحديد الشحنة الموجبة قرّب قضيبًا زجاجيًّا مشحونًا بشحنة موجبة إلى كرة البيلسان فإذا تنافرا ؛ فإن شحنة الكرة تكون موجبة ، أما إذا انجذب أحدهما إلى الآخر فإن كرة البيلسان تكون متعادلة الشحنة .
2	يصبح الصوف موجب الشحنة ؛ لأنه فقد الإلكترونات التي اكتسبها قضيب المطاط .
3	يجذب قضيب الزجاج الإلكترونات من القضيب الفلزي ؛ لذا يصبح الفلز موجب الشحنة ، وتتوزع الشحنات عليه بانتظام .
4	لأن النحاس مادة مو صلة ؛ لذا يبقى متعادل ما دام ملامسا ليدك .
5	يمكن لنموذج التيار الثنائي الشحنة أن يوضح التنافر والتجاذب بطريقة أفضل، وهو يوضح أيضا كيف يمكن أن تشحن الأجسام عند دلك بعضها ببعض في حين يشير نموذج المائع الأحادي إلى أن الشحنة يجب أن تتساوى على الأجسام المتلامسة .
6	6- لا ... فوفق مفهوم حفظ الشحنة فإن شعرك يجب أن يصبح سالب الشحن لأنه اكتسب الكترونات من المشط .
7	الشحنة في الغيمة تتنافر مع الإلكترونات على الأرض في المنطقة المقابلة لها، مما يؤدي إلى فصل الشحنات فتصبح شحنة هذه المنطقة القريبة من الغيمة موجبة ، مما يؤدي إلى ظهور قوة تجاذب .
8	تحتوي الفلزات على إلكترونات حرة ، أما المطاط فلا يحتوي إلكترونات حرّة ؛ لأن قوة الإرتباط بين الإلكترونات و النواة كبيرة جدًا.
9	لأنها شحنت بالدلك مع الملابس الأخرى ، لذا فهي تنجذب إلى الملابس المتعادلة أو التي لها شحنة مخالفة .
10	إن عملية دلك القرص المدمج CD تؤدي إلى شحنه، فيجذب الجسيمات المتعادلة، كجسيمات الغبار .

تدريب 3	
1	a - لامس القضيب للكشاف الكهربائي، فتنتقل الشحنات السالبة إلى القضيب، تاركة الكّشاف الكهربائي مشحونًا بشحنة موجبة. b - قرب القضيب السالب إلى الكّشاف الكهربائي دون لمسه، ثم اعمل على تأريض الكّشاف الكهربائي بلمسه بإصبعك للسماح للإلكترونات بالإنتقال إلى إصبعك، ثم أزِل التأريض و أبعد القضيب عن الكّشاف الكهربائي.
2	تعود الشحنات التي فرِّغت إلى الأرض ؛ لذا يبقى الكشاف الكهربائي متعادلاً .
3	حرك الموصل بحيث يصبح قريبًا من القضيب،ولكن دون أن يلامسه ، صل الموصل بالأرض بوجود القضيب المشحون ، ثم أزِل التأريض قبل إزالة القضيب المشحون ، فيكتسب القضيب شحنة سالبة.
4	استخدم عازل معروفا لتمسك إحدى نهايتي الجسم بالقرب من الكشاف الكهربائي ، المس النهاية الأخرى للجسم بالقضيب المشحون ، إذا انفرجت ورقتا الكّشاف الكهربائي فإن الجسم يكون موصلاً .
5	شحنة موجبة: يزداد انفراج ورقتي الكّشاف. شحنة سالبة: يقـل انفراج ورقتي الكّشاف.
6	7 - لا ، إن صافي الشحنة هو الفرق بين الشحنات الموجبة و السالبة ، فيبقى صافي الشحنة على قطعة العملة المعدنية صفرًا.

http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn

تدريب 4

1	يحدث الشريط شحنة سطحية على سطح الطاولة لذلك ينجذب إليها .
2	لأن البلاستيك مادة عازلة لا تسمح بمرور الشحنات خلالها بسهولة ، بينما النحاس و الفضه من الموصلات التى تسمح بمرور الشحنات خلالها .
3	لأن الشحنة المشابهه لشحنة المؤثر تكون حرة ، و تتعادل عند التأريض .
4	الدليل القطعى يكون عن طريق التنافر ، لأن التجاذب قد يكون نتيجه لشحنة سطحية مستحثة ، إنما التنافر يحدث فقط عندما يكون لكل من الجسمين شحنة محصلة .
5	5 – لا .. لأن البالون ينجذب للجدار بسبب تكون شحنة سطحية مستحثة عليه مخالفة لشحنة البالون .
6	1 - تقريب المؤثر من الموصل دون تلامس بينهما ، فيتكون طرف الموصل القريب من المؤثر شحنة مقيدة لتجاذبها مع شحنة المؤثر المخالفة لها فى النوع و يكون على الطرف البعيد شحنة حرة . 2- التأريض (د وصل الموصل بالأرض أو لمسه باليد بوجود المؤثر) 3- قطع الاتصال مع الأرض بوجود المؤثر بوجود المؤثر والا سيتعادل الموصل ولا يُشحن 4 - إبعاد المؤثر ، لتتوزع الشحنة المقيدة على سطح الموصل و يصبح مشحوناً بشحنة مخالفة لشحنة المؤثر . لاحظ : التوصيل بالأرض وقطع الاتصال بالأرض يجب أن يتم بوجود المؤثر و إلا سيتعادل الموصل و لا يشحن

تدريب 5

1	a	الزجاج و البلاستيك
	b	ابتعدت الكرة لأنها شُحنت بشحنة مماثلة لشحنة القضيب المعدنى .
	c	المادة التى صنع منها القضيب C هى البلاستيك لأنه شُحن بشحنة سالبة .
	d	هذا القضيب اكتسب الكترونات لأن شحنته سالبة .
	e	e – عدد الالكترونات = $n = \frac{q}{e} = \frac{64\ x\ 10^{-5}}{1.6\ x\ 10^{-19}}$
2		• الطريقة الأولى : بالتلامس حيث نلامس الكشاف بقضيب مشحون بشحنة موجبة . • الطريقة الثانية : بالحث حيث نقرب من الكشاف قضيب مشحون بشحنة سالبة (لا يلامسه) القضيب السالب يقيد الشحنة الوجبة فى قرص الكشاف ز تتجه الشحنات السالبة إلى الأوراق ، ثم نلامس قرص الكشاف باليد (تأريض) فتخرج الشحنات السالبة الحرة ، ثم نقطع التأريض و نبعد القضيب المؤثر ، فتتوزع الشحنة الموجبة على الكشاف .
3		ج | موجبة | سالبة | متعادلة

تدريب 6

1	a	الكرة A (سالبة) & الكرة B (موجبة)
	b	

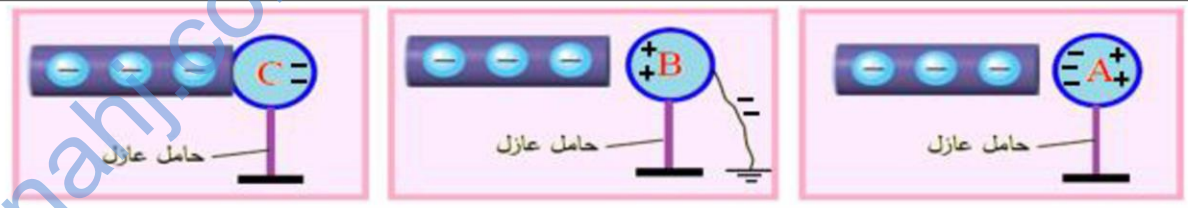
الحالة	شحنة الموصل A	شحنة الموصل B
عند غلق المفتاح (S) ثم ابعاد الموصلين عن بعضهما البعض ثم ابعاد ساق الزجاج	سالبة	متعادلة
عند غلق المفتاح (S) ثم فتحه ثم ابعاد ساق الزجاج ثم ابعاد الموصلين عن بعضهما	سالبة	سالبة

2	a	

ازداد انفراج ورقتى الكشاف	نقص انفراج ورقتى الكشاف	لم يتغير انفراج ورقتى الكشاف
سالب	موجب	متعادل

	B	يقل الانفراج بينهما ، لأن الجسم الموصل يشحن بالحث فتعمل الشحنات الموجبة فيه على جذب الشحنات السالبة فى الكشاف ، مما يقلل من تركيز الشحنة السالبة على ورقتى الكشاف ، و بالتالى يقل الانفراج بينهما
3		1 – تقريب جسم مشحون و معزول منهما . 2 – غلق المفتاح مع وجود الجسم المشحون 3 – فتح المفتاح مع وجود الجسم المشحون 4 – ابعاد الجسم المشحون عنهما

تدريب 7

1	a	C
	b	
	c	C
	d	B
	e	A- لاتتأثر B- لاتتأثر C- تقل
	f	B- موجبة C- سالبة
2		فى البداية ، تنجذب الكرات المتعادلة إلى القضيب المشحون ، و عندما تلامس الكرات القضيب تكتسب شحنة مشابهة لشحنته ؛ لذا فإنها تتنافر معه .
3	a	a - تنفرج الورقتان لأن الشحنة الحرة (الموجبة) تتجمع على الورقتين ، في حين أن الشحنة المقيدة تتجمع على القرص .
	B	b - تعود الورقتان إلى التطابق دون وجود أى انفراج .
	C	c - عند لمس القرص باليد تتعادل الشحنة الحرة على الورقتين فتنقبض الورقتان ، و عند إبعاد الساق تتوزع شحنة القرص السالبة على القرص و الساق و الورقتين و تعود الورقتان للإنفراج من جديد و لكن بدرجة أقل من ذي قبل .

تدريب 8

1	a	A- الجسم غير موصل (عازل) ما يعنى عدم انتقال الشحنة من الموصل الكروى إلى الجسم عن طريق اللمس (التوصيل) لذلك لم تتأثر ورقتى الكشاف
	b	B – الجسم مشحون بشحنة موجبة ، و ذلك لأن شحنته كانت قادرة على جذب جزء من الشحنة السالبة المتواجدة على ورقتى الكشاف و الموصل الكروى لتتجمع فى جهه الموصل الكروى القريبة من الجسم ، ما يؤدى إلى نقصان قوة التنافر بين ورقتى الكشاف فيقل انفراج الورقتين .

2

الكرة	A	B	C
الشحنة	موجبة	متعادلة	سالبة

3

الكرة	A	B	C
الشحنة	موجبة	سالبة	موجبة

4

حالة المفتاح	q_A	q_B
قبل الغلق	سالب	موجب
بعد الغلق	سالب	متعادل

حديث شريف

عن أبي هريرة - رضي الله عنه - أن رسول الله - صلى الله عليه وسلم - قال :

[إذا مات ابن آدم انقطع عمله إلا من ثلاث : صدقة جارية ، أو علم ينتفع به ، أو ولد صالح يدعو له]

رواه مسلم

almanahj.com/ae

تدريب 9

1

المفتاح	q_A	q_B	q_C
مفتوح	سالب	موجب	سالب
مغلق	سالب	متعادل	سالب

2

المفتاح	q_A	q_B	q_C
مفتوح	سالب	متعادل	موجب
مغلق	سالب	متعادل	متعادل

3

المفتاح	q_A	q_B	q_C
مفتوح	سالب	متعادل	موجب
مغلق	سالب	متعادل	موجب

4 بعد شحن الكرتين A و B بشحنتين متساويتين اجعل الكرة B تلامس كرتين أخريين غير مشحونتين ومماثلتين لها في الحجم، وتلامس كل منهما الأخرى ، ستتوزع الآن شحنة الكرة B بالتساوي على الكرات الثلاث، بحيث تحمل كل منها ثلث الشحنة الكلية.

تدريب 10

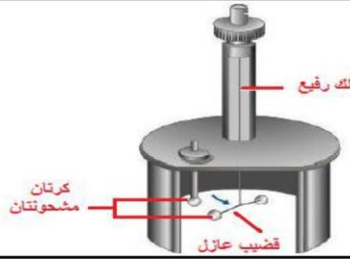
1

A — ميزان اللى

C — انحراف القضيب العازل

D — مع تقليل المسافة تزداد القوة الكهربائية

E — القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين تساوي ثابت كولوم مضروبًا في حاصل ضرب مقداري الشحنتين مقسومًا على مربع المسافة بينهما . $F_e = K_c \frac{q_1 q_2}{r^2}$



2 بعض الشحنات على الكرة الفلزية ستتنافر مع الشحنات على الكرة البلاستيكية، ممّا يؤدي إلى تحركها إلى الجهة البعيدة عن الكرة البلاستيكية وهذا يجعل المسافة الفعلية بين الشحنات أكبر من المسافة بين مركزي الكرتين.

3 يدل أن القوة الكهربائية أكبر كثيرًا من قوة الجاذبية.

4
- ❑ التشـــابه : يعتمد التربيع العكسي فى كلاهما على المسافة ، تتناسب القوة طردياً فيهما مع حاصل ضرب كتلتين أو شحنتين.
- ❑ الاختلاف : هناك إشارة واحدة فقط للكتلة لذا فان قوة الجاذبية دائماً قوة تجاذب، أما الشحنة فلها إشارتان لذا فان القوة الكهربائية يمكن أن تكون إما قوة تجاذب أو قوة تنافر .

5 القوى الكهربائية فهي إما قوى جذب أو قوى تنافر، و يكون شعورنا فقط بالمجموع الإتجاهي لها، والذي يكون عادة صغيرًا . أما قوى الجاذبية قوى جذب فقط و شعورنا بكبر قوة الجاذبية الأرضية يعود إلى كبر كتلة الأرض .

تدريب 11

1 تتناسب القوة الكهربائية طرديًا مع مقدار كل شحنة ، الشحنات المتشابهة تتنافر، والشحنات المختلفة تتجاذب.

2 تتنا سب القوة عكسيًا مع مربع المسافة بين الشحنتين .القوة الجديدة ستساوي 1/9 القوة الأصلية

3 لنحصل على القوة نفسها بثلث مقدار الشحنة الأصلية يجب تقليل المسافة بين الشحنتين بحيث تكون($r^2 = \frac{1}{3}$) أو تساوي 0.58 مرة ضعف المسافة الابتدائية بينهما .

4 أكبر من القوة الأصلية 16 مرة.

5

a — 2F

B — 1/4 F

C — 1/9 F

D — 4 F

6 [1.6×10^{20} إلكترون]

7

A — 5×10^{22} ذرة

B — 1×10^{24} إلكترون

C — 2×10^{5} C

almanahj.com/ae

اجابات من اسئلة الامتحانات (الاختيار من متعدد)

11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
B	B	C	C	C	B	C	A	A	B	B	

23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
C	D	B	D	C	C	D	B	D	A	C	B

اجابات من اسئلة الامتحانات

نهائى 2015

شحنة الموصل A	شحنة الموصل B
سالبة	غير مشحون
سالبة	سالبة

تدريبى 2015

$F_e = 1.0 \times 10^{-17}$ C نحو اليسار

تدريبى 2015

1 – تقريب جسم مشحون و معزول منهما .
2 – غلق المفتاح مع وجود الجسم المشحون
3 – فتح المفتاح مع وجود الجسم المشحون
4 – ابعاد الجسم المشحون عنهما

نهائى 2014

$F_R = 1.12$ N - A
B – تقل ، لأن الشحنة فى هذه الحالة تقع تحت تأثير قوة واحدة فقط ، بينما كانت تقع تحت تأثير قوتين بالاتجاه نفسه مقدارها يساوى مجموع مقدارى القوتين .

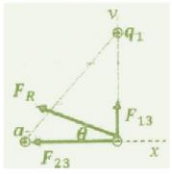
مؤجل 2014

$q_3 = 3.6\ x\ 10^{-5}$ C - A
B – نعم ، لأن مقدار كل من القوتين F_{31} و F_{21} ، سيزيد إلى مثلى ما كان عليه ، و لذلك تظلان متساويتان مقداراً و متعاكستان اتجاهاً ، و تبقى محصلتهما تساوى صفراً .

تدريبى 2014

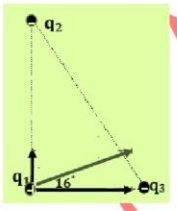
$F_2 = 1.05 \times 10^{-4}$ N - A
B – يقل ، لأن محصلة القوى تكون مساوية لـ (F_{12}) و التى مقدارها أقل من محصلة القوتين (F_{12} و F_{32})

نهائى 2013



$F_R = 6.94$ N - A
B - $\theta = 22.9°$ أى أن الشحنة تتحرك باتجاه يصنع زاوية 157.1° مع المحور X

تدريبي 2013



$F_R = 6.22\ X\ 10^5 \times 5.0 \times 10^{-6}$ N - A

تدريبى 2013

$q = \pm 6.80 \times 10^{-7}$ C

نهائى 2012

$F_R = 5.4 \times 10^{-5}$ N

نهائى 2012

- تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من الكرة
- تأريض الكرة مع وجود الجسم المشحون
- فصل التأريض ثم ابعاد الجسم المشحون ، فتصبح الكرة مشحونة بشحنة موجبة .

المؤجل 2012

$F_2 = 5.16$ N

المؤجل 2012

(الشحنة على الكرة 2 سالبة) (طريقة الشحن الحث أو التأثير)

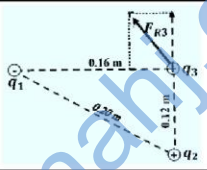
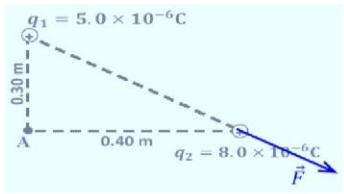
المؤجل 2012

$q = 1.26 \times 10^6$ C

التدريبي 2012

$F_R = 2.16 \times 10^{-13}$ N اتجاهها إلى اليمين نحو الشحنة q_1

almanahj.com/ae

من اسئلة الامتحانات	
التدريبي 2012	اذا قرب جسم مشحون من الجسم العازل فإن مركز الشحنة الموجبة يبتعد عن مركز الشحنة السالبة قليلاً جداً ، مما يحدث شحناً موجباً على أحد طرفى الجزئ بمقدار أكبر منه على الطرف الآخر .
النهائى 2011	 $F_{R3} = 2.4\ x\ 10^{-4}\ N$
النهائى 2011	A- الجسم غير موصل (عازل) ما يعنى عدم انتقال الشحنة من الموصل الكروى إلى الجسم عن طريق اللمس (التوصيل) لذلك لم تتأثر ورقتى الكشاف B – الجسم مشحون بشحنة موجبة ، و ذلك لأن شحنته كانت قادرة على جذب جزء من الشحنة السالبة المتواجدة على ورقتى الكشاف و الموصل الكروى لتتجمع فى جهه الموصل الكروى القريبة من الجسم ، ما يؤدى إلى نقصان قوة التنافر بين ورقتى الكشاف فيقل انفراج الورقتين .
التدريبي 2011	تنفرج ورقتا الكشاف ، لأن الموصل الكروى يُشحن بالحث (التأثير) بشحنة مخالفة على الجهة المقابلة للجسم و بشحنه مشابهه عند الجهة البعيدة عنه ، فيشحن الكشاف بشحنة موجبة نتيجة اتصال قرصه بالجهة البعيدة للموصل و تنفرج ورقتاه .
التدريبي 2011	 $F_{12} = 1.4\ N$
إعادة 2008	$F_{R1} = 4x10^{-6}\ N$ $\theta = 27^0$ جنوب شرق

almanahj.com/ae

أسألكم الدعاء بالرحمة و المغفرة لوالدى

يمكنك تسجيل إعجاب Like لصفحة الفيس بوك http://www.facebook.com/mr.m7md.mo7sn
لضمان وصول ملازم الفصول التالية إليك مباشرة ، بالتوفيق للجميع إن شاء الله

2017