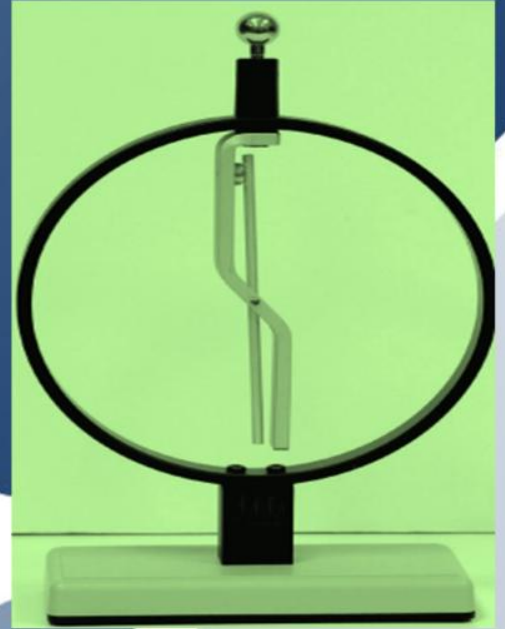


PHYSICS MADE EASY

أ. كمال الكركي
T. Kamal Alkaraki

Advance -physics-2026-2027-12
الفيزياء للثاني عشر متقدم

الوحدة الاولى: القوة الكهروستاتيكية



أسم الطالب:

فهرس القالب الموحد ومحاوړ الدراسة الشاملة

الشحنة الكهربائية والتكميم :1.2الدرس 1.

مفهوم الشحنة، حفظ الشحنة، وقانون تكميم الشحنة

$$q = \pm n \cdot e$$

طرق الشحن والتأريض والكشاف :1.3الدرس 2.

الحث، التأريض، والكشاف/التوصيل/الموصلات والعوازل، الشحن بالدلك

قانون كولوم والقوة المتبادلة :1.4الدرس 3.

القانون التربيع العكسي والوسط

التحليل المتجه للقوة في بُعين :1.5الدرس 4.

تحليل القوى وتطبيق نظرية فيثاغورس لحساب المحصلة

مبدأ التراكب والاتزان :1.6الدرس 5.

الجمع المتجهي للأنظمة المتعددة وشروط اتزان الشحنة

التطبيقات العملية وبنك المسائل الوزارية 6.

مسائل المراجعة الشاملة المحلولة +رش الطلاب والمرسبات

خارطة طريق القوى الكهروستاتيكية

1

1. الشحنة وتكميمها



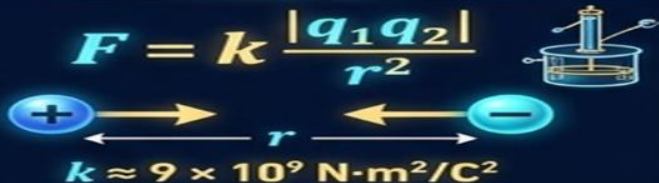
2

2. طرق الشحن والتأريض



3

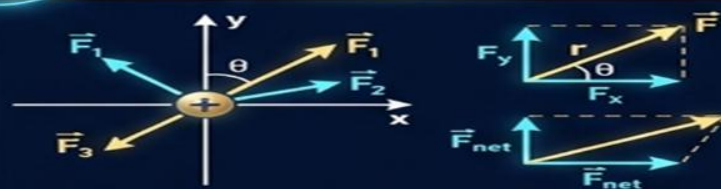
3. قانون كولوم



القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين، تتناسب طردياً مع حاصل ضربهما وعكسياً مع مربع المسافة.

4

4. تحليل المتجهات



6

6. التطبيقات والأسئلة الوزارية



5

5. التراكب والاتزان



الدرس الاول :الشحنة الكهربائية(1.2)

(Electrostatics) مفهوم الكهرباء الساكنة

- (الكهرباء الساكنة هي دراسة الشحنات الكهربائية الساكنة والقوى الناشئة بينها).

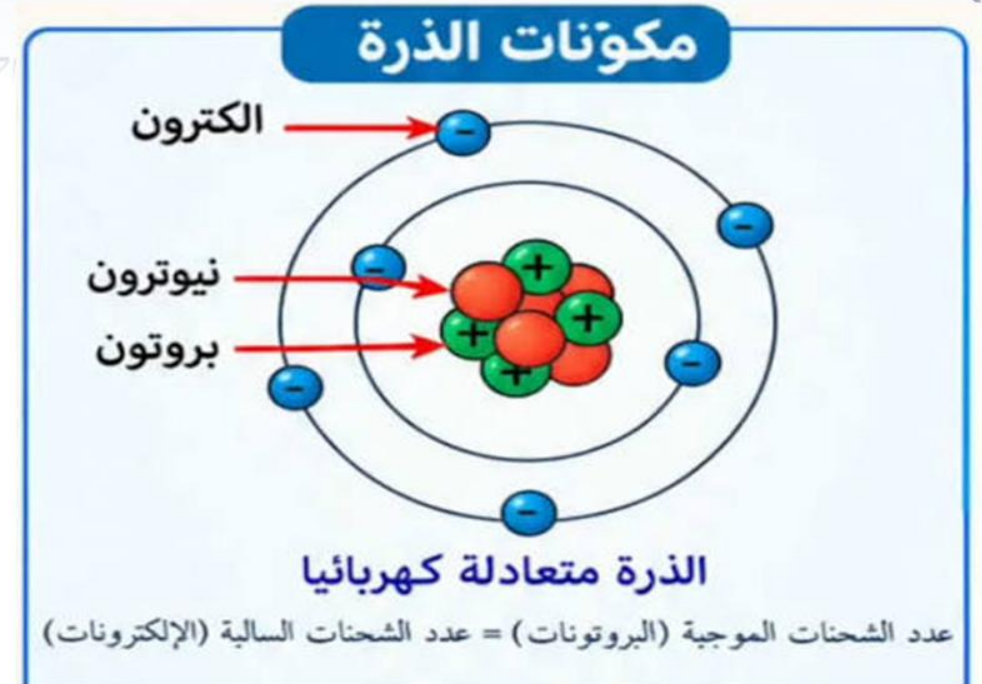
تتكون الذرة من نواة مركزية موجبة الشحنة تحتوي بروتونات ونيوترونات متعادلة (شحنتها الكلية = صفر)، تدور حولها إلكترونات سالبة

الشحنة الكهربائية :

وحدة قياسها : كولوم C

رمزها : q

$$(\mu C = 10^{-6} C) , (nC = 10^{-9} C)$$



أنواع الشحنات الكهربائية

. عند اكتساب الإلكترونات (-) شحنة سالبة عند فقد الإلكترونات (+) شحنة موجبة

قانون التفاعل الكهروستاتيكي

. (+-), والشحنات المختلفة تتجاذب (-- أو ++) الشحنات المتشابهة تتنافر

مبدأ حفظ الشحنة الكهربائية

الشحنة الكهربائية لا تفنى ولا تستحدث من العدم، بل تنتقل من جسم إلى آخر، والشحنة الكلية للنظام المغلق ثابتة



الشحنة مكماة :

شحنة أي جسم توجد دائماً على شكل مضاعفات صحيحة للشحنة الأساسية • $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$.

$$q = \mp n e \rightarrow n = \frac{q}{e}$$

يمثل عدد الإلكترونات ($n = 1, 2, 3, \dots$) هو عدد صحيح موجب n و، (C) هي الشحنة الكلية للجسم q حيث المفقودة أو المكتسبة.

أيضا يمكن التعبير عن الشحنة بدلالة مجموع عدد البروتونات طارحا منها مجموع عدد الالكترونات حسب العلاقة التالية :

$$q = e (N_p - N_e)$$

س1) أي من القيم التالية يمكن أن تمثل شحنة جسم وفقاً لمبدأ تكمية الشحنة؟

- A) $2.4 \times 10^{-19} \text{ C}$
- B) $3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$
- C) $4.0 \times 10^{-19} \text{ C}$
- D) $5.0 \times 10^{-19} \text{ C}$

س2) أي من الشحنات التالية لا يمكن أن يحملها جسم؟

- A) $+2e$
- B) $-5e$
- C) $+7e$
- D) $+2.5e$

س3) جسم متعادل فقد 4 إلكترونات. أي مما يلي يصف حالته الجديدة؟

- A) $-4e$ شحنته
- B) $+4e$ شحنته
- C) شحنته صفر
- D) $-8e$ شحنته

س4) جسم متعادل اكتسب 6 إلكترونات. ما شحنته النهائية؟

- A) $+9.6 \times 10^{-19} C$
- B) $-9.6 \times 10^{-19} C$
- C) $+3.75 \times 10^{-20} C$
- D) $-6.0 \times 10^{-19} C$

س5) جسم يحتوي على 8 بروتونات و 10 إلكترونات. ما شحنته النهائية:

- A) $+3.2 \times 10^{-19} C$
- B) $-3.2 \times 10^{-19} C$
- C) $-1.6 \times 10^{-19} C$
- D) $+1.6 \times 10^{-18} C$

س6)	إذا كانت الشحنة الصافية لجسم: $q = -8.0 \times 10^{-19} C$ فكم عدد الإلكترونات الزائدة على الجسم؟
A) إلكترون 2 B) إلكترونات 4 C) إلكترونات 5 D) إلكترونات 8	

س7)	جسم يحتوي على 12×10^4 بروتون و 4.5×10^{12} إلكترون. ما شحنته الصافية؟
A) $+8.0 \times 10^{-8} C$ B) $-8.0 \times 10^{-8} C$ C) $+7.2 \times 10^{-7} C$ D) $-7.2 \times 10^{-7} C$	

س8) جسم شحنته $q = +4.8 \times 10^{-18} C$ ذا كان يحتوي على 80 إلكترونًا، فما عدد البروتونات؟

- A) 30
- B) 50
- C) 110
- D) 160

س9) جسم متعادل اكتسب عددًا من الإلكترونات فأصبحت شحنته: $-2.4 \times 10^{-17} C$ كم إلكترونًا اكتسب؟

- A.15
- B.150
- C.1500
- D.1.5

س10) جسم شحنته الابتدائية $-6e$. إذا فقد 10 إلكترونات، فما شحنته النهائية؟

- A) $-16e$
- B) $-4e$
- C) $+4e$
- D) $+16e$

س11)	انتقل 5.0×10^{10} إلكترونًا من الجسم A إلى الجسم B، وكان الجسمان متعادلين في البداية. ما شحنتاهما بعد الانتقال؟
A. $Q_A = -8.0 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_B = +8.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ B. $Q_A = +8.0 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_B = -8.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ C. $+8.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ كلاهما D. $-8.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ كلاهما	

	س12) جسم شحنته $-9.6 \times 10^{-19} \text{ C}$. كم إلكترونًا يجب أن يفقد ليصبح ذا شحنة $+3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$ ؟	
A. إلكترونان B. إلكترونات 4 C. إلكترونات 6 D. إلكترونات 8		

س13)

شحنة الجسم A هي $+9.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، وشحنة الجسم B هي $-3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$. انتقلت إلكترونات من B إلى A حتى أصبحت شحنتاهما متساويتين. كم إلكترونًا انتقل؟

- A. إلكترونان
- B. 3 إلكترونات
- C. 4 إلكترونات
- D. 8 إلكترونات

(س14)

أيون يحتوي على 26 بروتونًا و 23 إلكترونًا. كم إلكترونًا يجب أن يكتسب لتصبح شحنته $-3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$ ؟

- A. إلكترونين
- B. إلكترونات 3
- C. إلكترونات 5
- D. إلكترونات 8

(س15)

شحنة الجسم A هي $-0.48 \mu\text{C}$ ، وشحنة الجسم B هي $+0.16 \mu\text{C}$. انتقل 1.5×10^{12} إلكترونًا من A إلى B. ما الشحنتان النهائيتان؟

- A. $Q_A = -0.24 \mu\text{C}$, $Q_B = -0.08 \mu\text{C}$
 B. $Q_A = -0.72 \mu\text{C}$, $Q_B = +0.40 \mu\text{C}$
 C. $Q_A = +0.24 \mu\text{C}$, $Q_B = -0.08 \mu\text{C}$
 D. $Q_A = -0.24 \mu\text{C}$, $Q_B = +0.40 \mu\text{C}$

الدرس الثاني: العوازل والموصلات وأشباه الموصلات والموصلات الفائقة التوصيل (1.3)

تصنف المواد حسب توصيلها للكهرباء الى :

1. الموصلات: مواد تسمح بانتقال الشحنات الكهربائية بسهولة

في المعادن: تتحرك الإلكترونات بحرية، بينما تبقى النوى الموجبة في مواقعها. مثال: النحاس المستخدم في الأسلاك.
في المحاليل: تتحرك الأيونات الموجبة والسالبة وتنقل الشحنة. مثال: الماء المالح، أما الماء المقطر النقي فضعيف التوصيل.
ملاحظة: يوصل جسم الإنسان الكهرباء؛ لذلك قد تكون التيارات الكبيرة خطيرة عليه

2. العوازل :

مواد ترتبط إلكتروناتها بقوة بذراتها، فلا تتحرك الشحنات خلالها بسهولة، وتبقى الشحنة المضافة قريبة من مكانها. مثل: لزجاج، والبلاستيك، والقماش

3. أشباه الموصلات:

مواد يمكن التحكم في قدرتها على توصيل الكهرباء، وتستخدم في الترانزستورات وشرائح الكمبيوتر والهواتف
يوجد نوعان من أشباه الموصلات

1. نقية: مثل السيليكون والجرمانيوم النقيين

2. غير النقية (المطعمة): حيث تصنع عن طريق التطعيم (تضاف إليها كميات صغيرة من مواد أخرى لتحسين توصيلها

النوع (n): يُطعم بشوائب مانحة للإلكترونات؛ لذا تكون الإلكترونات السالبة ناقلات الشحنة الأساسية)

النوع (p): يُطعم بشوائب مستقبلية للإلكترونات؛ فتتكون فجوات تتصرف كشحنات موجبة، وتكون ناقلات الشحنة الأساسية.

التطعيم: إضافة شوائب قليلة للتحكم في التوصيل الكهربائي.

الفجوة: مكان إلكترون مفقود، ويمكنها الانتقال داخل شبه الموصل

4. **الموصلات فائقة التوصيل**: مواد تصبح مقاومتها الكهربائية صفراً عند تبريدها إلى أقل من درجة الحرارة الحرجة ؛ لذلك يمر التيار دون فقد طاقة بسبب المقاومة
لا تكون المواد فائقة التوصيل فعليا الا عند درجات حرارة منخفضة جدا

مقاومة أشباه الموصلات تكون **أكبر** من مقاومة المواد الموصلة و**أقل** من مقاومة المواد العازلة، ولذلك سُميت بهذا الاسم (أشباه الموصلات)

س1) أي المواد التالية تُعد عازلاً كهربائياً؟

- A. النحاس
- B. البلاستيك
- C. الألومنيوم
- D. الماء المالح

س2) أي المواد التالية تُعد شبه موصل؟

- A. الحديد
- B. النحاس
- C. القماش
- D. السيليكون

س3) ما قيمة المقاومة الكهربائية لمادة في حالة التوصيل الفائق؟

- A. كبيرة جدًا
B. صفر
C. تساوي مقاومة النحاس
D. تزداد باستمرار

س4) لماذا يصعب انتقال الشحنات في العوازل؟

- A. لأنها لا تحتوي على إلكترونات
B. لأن البروتونات تتحرك بحرية
C. لأن إلكتروناتها مرتبطة بقوة بذراتها
D. لأن جميع ذراتها موجبة

س5) أي عبارة تصف شبه الموصل من النوع n وصفًا صحيحًا؟

- A. شوائبه مستقيمة، وناقلاته الأساسية فجوات
B. شوائبه مانحة، وناقلاته الأساسية بروتونات
C. شوائبه مستقيمة، وناقلاته الأساسية إلكترونات
D. شوائبه مانحة، وناقلاته الأساسية إلكترونات

س6) أي عبارة تصف شبه الموصل من النوع p وصفًا صحيحًا؟

- A. شوائبه مانحة، وناقلاته الأساسية إلكترونات
- B. شوائبه مستقيمة، وناقلاته الأساسية فجوات
- C. شوائبه مستقيمة، وناقلاته الأساسية بروتونات
- D. شوائبه مانحة، وناقلاته الأساسية فجوات

س7) لماذا تُعامل الفجوة في شبه الموصل كناقل لشحنة موجبة؟

- A. لأنها بروتون تحرر من النواة
- B. لأنها ذرة موجبة تتحرك داخل المادة
- C. لأن انتقال الإلكترونات لملء الأماكن الفارغة يجعل الفجوة تبدو متحركة في الاتجاه المعاكس
- D. لأنها نيوترون فقد إلكترونًا

س8) أُضيفت شحنة إلى موضع صغير على قضيب نحاسي وآخر بلاستيكي. أي نتيجة متوقعة؟

- A. تنتشر الشحنة على النحاس، وتبقى قريبة من موضع إضافتها على البلاستيك
- B. تنتشر الشحنة على البلاستيك فقط
- C. تبقى الشحنة في موضعها على القضيبين
- D. تتحرك النوى الموجبة لنقل الشحنة في النحاس

س9) عند تطعيم السيليكون بشوائب تستقبل إلكترونات، أي تغير يحدث؟

- A. تزداد الإلكترونات الحرة، ويتكوّن النوع n
- B. تتحرر البروتونات، ويتكوّن النوع p
- C. تصبح المقاومة صفرًا، ويتكوّن موصل فائق
- D. تتكوّن فجوات إضافية، ويتكوّن النوع p

س10) مادة تكون فائقة التوصيل تحت درجة حرارتها الحرجة. إذا ارتفعت حرارتها فوق هذه الدرجة، فما النتيجة المتوقعة؟

- A. تفقد حالة التوصيل الفائق، وتظهر مقاومة كهربائية
- B. تبقى مقاومتها صفرًا مهما ارتفعت الحرارة
- C. تتحول بالضرورة إلى عازل كامل
- D. تتوقف إلكتروناتها عن الحركة تمامًا

س11) درجة الحرارة الحرجة للمادة X هي 92 K، وللمادة Y هي 60 K. سُخّنت المادتان تدريجيًا من 50 K إلى 80 K. بافتراض تحقق الشروط الأخرى، أي عبارة صحيحة؟

- A. تفقد X حالة التوصيل الفائق وتحتفظ بها Y
- B. تفقد المادتان حالة التوصيل الفائق
- C. تحتفظ المادتان بحالة التوصيل الفائق
- D. تحتفظ X بحالة التوصيل الفائق وتفقد Y

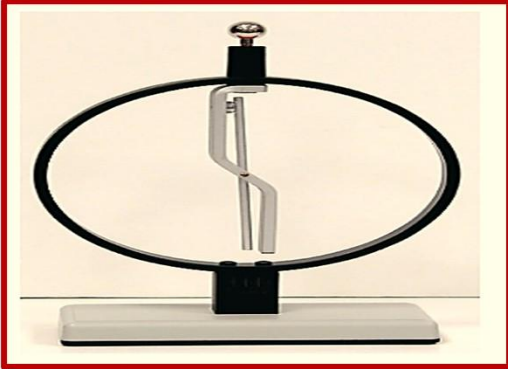
1.4 الشحن الكهروستاتيكي

1. مفهوم الشحن الكهروستاتيكي والتأريض

الشحن الكهروستاتيكي: هو إكساب جسم شحنة كهربائية ساكنة **التأريض** هو توصيل الجسم بالأرض بمسار موصل يسمح بانتقال الإلكترونات، فتعمل الأرض مستوداً كبيراً للشحنة. عند غياب مؤثر خارجي قريب، يؤدي التأريض إلى تعادل الجسم المشحون

	س1) عند تأريض جسم سالب الشحنة بعيداً عن أي جسم مشحون آخر، ما اتجاه انتقال الإلكترونات؟
	A. من الأرض إلى الجسم B. من النواة إلى السطح C. من الجسم إلى الأرض D. لا تنتقل إلكترونات
	س2) جسم موجب الشحنة متصل بالأرض ولا يوجد مؤثر كهربائي خارجي قريب. كيف يتعادل؟
	A. يكتسب إلكترونات من الأرض B. يفقد إلكترونات إلى الأرض C. يفقد بروتونات إلى الأرض D. تتكون فيه إلكترونات جديدة

2. الكشاف الكهربائي (Electroscope) ووظيفته



أكمال الكري

أكمال الكري

جهاز حساس يُستخدم للكشف عن الشحنات الكهربائية وتحديد نوعها (يتكون من كرة فلزية علوية متصلة بساق معدنية تنتهي بموصلين) أحدهما ثابت والآخر متحرك (بمفصلة) متماثلة فيحدث بينهما تنافر عند الشحن، يكتسب الموصلان شحنات متماثلة فيحدث بينهما تنافر كهرومغناطيسي يؤدي لانفراج الموصل المتحرك.

(س3) لماذا ينفرج الموصل المتحرك عند شحن الكشاف؟

- A. الشحنات المتماثلة تتجاذب
- B. الشحنات المختلفة تتنافر
- C. الجاذبية تزداد
- D. الشحنات المتماثلة تتنافر

(س4) هل انفراج الكشاف يعني دائماً أن شحنته الكلية غير صفرية؟

- A. نعم لأن الانفراج يخلق شحنة
- B. نعم لأن البروتونات تتحرك
- C. لا؛ قد ينفرج بسبب فصل الشحنات مع بقاء شحنته الكلية صفراً
- D. لا؛ لا تنفرج موصلاته عند الشحن

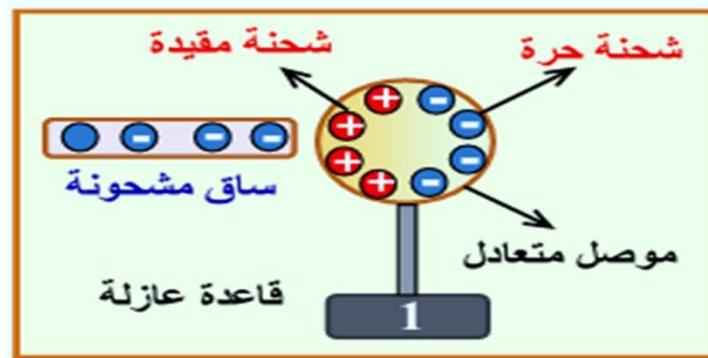
أكمال الكري

أكمال الكري

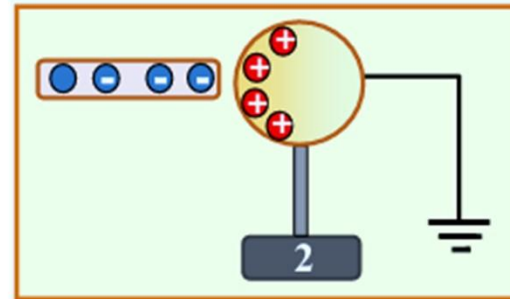
3. طرق الشحن: ways of charging:

1. **الشحن بالحث (التأثير):** (تحدث في الموصلات فقط): عند تقريب ساق مشحونة من موصل يحدث فقط إعادة لتوزيع الشحنة على الموصل (أي انه لا يكتسب أو يفقد شحنة)

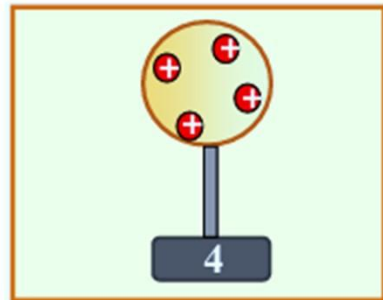
كيف يمكن شحن موصل بالحث بشحنة دائمة تبقى عليه بعد زوال المؤثر؟



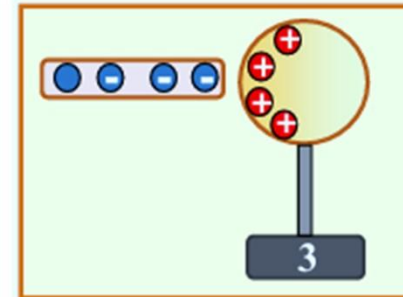
1- **تقريب الساق المشحونة (المؤثر) من الموصل دون ملامسته .**
(يحدث إعادة توزيع شحنة الموصل حيث يتكون على طرف الموصل القريب من المؤثر شحنة مخالفة مقيدة بسبب قوة التجاذب مع المؤثر و على الطرف البعيد شحنة حرة مشابهة لشحنة المؤثر) .



2- **توصيل الموصل بالأرض (تأريض)**
أو لمسه باليد . فتنقل الشحنة الحرة إلى الأرض .



4- **ابعاد المؤثر**
(تتوزع شحنة الموصل على اجزاء الموصل)



3- **قطع الاتصال مع الأرض**
مع بقاء المؤثر .

ملاحظة هامة: لو ابعد المؤثر قبل فصل التأريض يعود الجسم متعادلا



الشكل 1.11 الشحن بالحث: (a) كشاف كهربائي غير مشحون. (b) تقريب قضيب ذي شحنة سالبة إلى الكشاف الكهربائي. (c) وصلة أرضية متصلة بالكشاف الكهربائي. (d) إزالة الوصلة الأرضية. (e) إبعاد القضيب سالب الشحنة، تاركاً الكشاف الكهربائي مشحوناً بشحنة موجبة.

(س5) : عند تقريب قضيب موجب الشحنة من كرة كشاف متعادل دون ملامستها، فإن الإلكترونات في الموصلين المتدليين

(A) تتنافر وتتجه إلى الأسفل نحو أطراف الموصلين.

(B) تنجذب صاعدة نحو الكرة الموصلة في الأعلى.

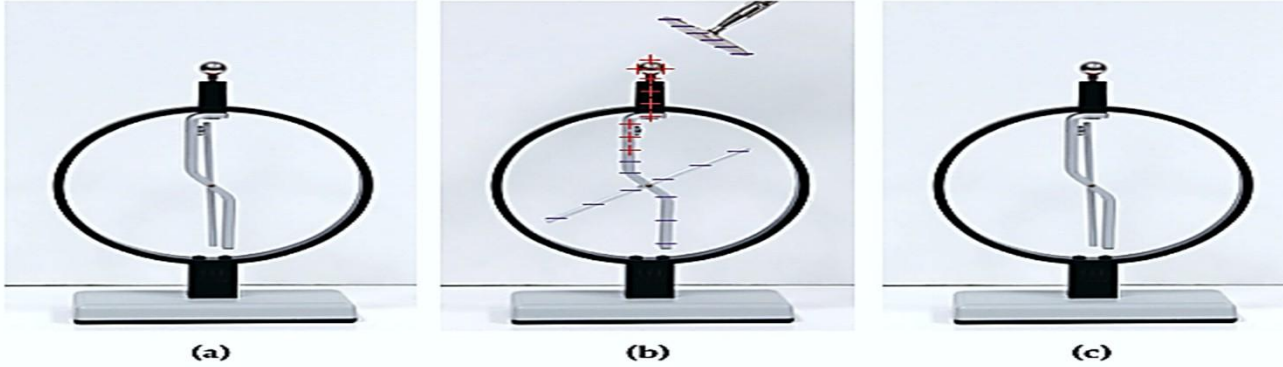
(C) تخرج تماماً خارج الكشاف إلى الهواء.

(D) تظل ثابتة دون أي حركة.

تقريب قضيب سالب دون ملامسة

ملاحظة 1

عند تقريب **قضيب سالب الشحنة** من كشاف متعادل دون ملامسته، تتنافر إلكترونات الكشاف مع القضيب فتنتقل من الكرة نحو الموصلين. تصبح الكرة موجبة نسبيًا، ويصبح الموصلان سالبين فيتنافران. تبقى الشحنة الكلية للكشاف صفرًا؛ لأن الإلكترونات يعاد توزيعها داخله دون انتقالها بينه وبين القضيب. وعند إبعاد القضيب يزول المؤثر الخارجي ويعود الموصل المتحرك إلى وضعه الأصلي. تسمى هذه الاستجابة فصلًا مؤقتًا للشحنات بالحث.



ملاحظة 2

تقريب قضيب موجب وتحديد نوع الشحنة

عند تقريب **قضيب موجب الشحنة** من كشاف متعادل، تتجذب الإلكترونات من الموصلين نحو الكرة. تصبح الكرة سالبة نسبيًا، ويصبح الموصلان موجبين فيتنافران، مع بقاء الشحنة الكلية للكشاف صفرًا. لذلك يكشف انفرج الكشاف المتعادل وجود شحنة على القضيب، لكنه لا يحدد نوعها؛ فالقضيب الموجب والسالب يسببان الانفرج. ويمكن الاستدلال على نوع الشحنة بتجربة مناسبة باستخدام كشاف ذي شحنة معلومة.



س6) للكشاف الكهربائي أثناء تجربة تقريب قضيب مشحون ثم إبعاده دون ملامسة (ماذا يحدث للشحنة الكلية الصافية

(A) تزداد الشحنة الكلية.

(B) تقل الشحنة الكلية.

(C) تبقى الشحنة الكلية مساوية للصفر في جميع مراحل التجربة.

(D) تتغير الشحنة الكلية حسب نوع مادة القضيب.

ما يحدث للورقتين

الحالة

يزداد الانفراج

تقريب شحنة من نوع شحنة الكشاف

يقل الانفراج

تقريب شحنة معاكسة لشحنة الكشاف

تنطبقان (يتعادل الكشاف)

لمس الكشاف باليد (تأريض)

الكشاف متعادل

الورقتان منطبقتان

س7) انفرج كشف ثم عاد إلى وضعه الأصلي عند إبعاد قضيب دون لمس. أي تفسير أدق؟

- A. كان الانفراج نتيجة إعادة توزيع مؤقتة للشحنة
- B. اكتسب الكشف شحنة دائمة
- C. فقد الكشف جميع إلكتروناته
- D. انتقلت البروتونات إلى القضيب

س8) كشف كهربائي مشحون بشحنة موجبة، قُرب من كرتة موصل موجب الشحنة. ماذا يحدث لانفراج ورقتيه (الموصلين)؟

- A. يقل الانفراج.
- B. يزداد الانفراج.
- C. تنطبق الورقتان تمامًا.
- D. لا يتغير الانفراج.

	س9) كشف كهربائي سالب الشحنة، قُرب من كرتة موصل موجب الشحنة، فقل انفراج الورقتين دون انطباقهما. ما التفسير الصحيح لما حدث ؟
	A. انتقلت إلكترونات من الموصل إلى الكشف. B. انتقلت بروتونات من الورقتين إلى الكرة. C. انجذبت بعض إلكترونات الورقتين نحو الكرة، فقلت شحنتهما السالبة. D. ازدادت الشحنة السالبة على الورقتين.

	س10) كشف سالب الشحنة، قُرب من كرتة موصل مجهول الشحنة تدريجيًا. قل انفراج الورقتين، ثم انطبقتا، ثم انفرجتا مجددًا. أي استنتاج صحيح ؟
	A. الموصل سالب، والورقتان سالبتان بعد الانفراج الثاني. B. الموصل موجب، والورقتان موجبتان بعد الانفراج الثاني، والكشف سالب كليًا. C. الموصل موجب، والكشف أصبح موجبًا كليًا. D. الموصل متعادل، والكشف فقد جميع إلكتروناته.

(س11) أثناء تقريب قضيب سالب من كشاف متعادل دون لمس، ما شحنة الكرة بالنسبة إلى الموصلين؟

- A. كلاهما موجب
- B. الكرة موجبة والموصلان سالبان
- C. الكرة سالبة والموصلان موجبان
- D. كلاهما سالب

(س12) إذا كانت الشحنة المستحثة على الكرة موجبة، فما العلاقة بين شحنتها ومجموع شحنات بقية الكشاف المتعادل؟

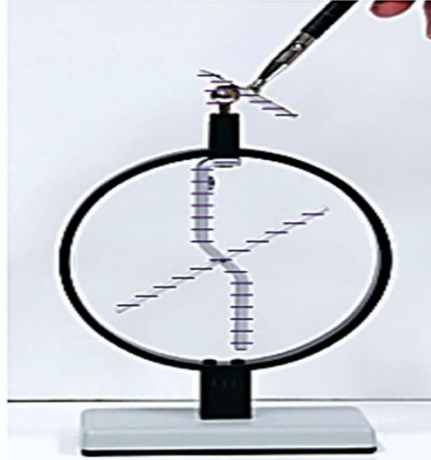
- A. متساويتان نوعًا
- B. لا توجد علاقة
- C. متساويتان مقدارًا ومتعاكستان نوعًا
- D. شحنة الكرة أكبر دائمًا

2. الشحن بالتوصيل (التعادل)

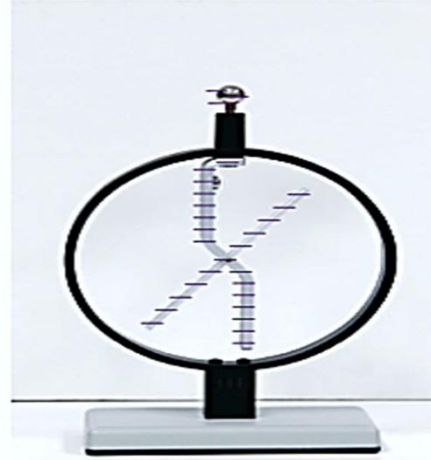
الشحن بالتوصيل هو انتقال الشحنة نتيجة الملامسة المباشرة. عند ملامسة قضيب سالب لكشاف متعادل، تنتقل إلكترونات إلى الكشاف فيصبح سالبًا. وعند ملامسة قضيب موجب، تنتقل إلكترونات من الكشاف إلى القضيب فيصبح الكشاف موجبًا. ملاحظة هامة : مجموع شحنتي الجسمين قبل اللمس يساوي مجموع شحنتيهما بعد اللمس (لان الشحنة محفوظة)



(a)



(b)



(c)

س13) عندما يلامس قضيب عازل سالب الشحنة كرة الكشاف الكهربائي، تتدفق الإلكترونات من

(A) الأرض إلى كرة الكشاف.

(B) القضيب إلى الكشاف الكهربائي.

(C) الكشاف الكهربائي إلى القضيب.

(D) الموصل المتحرك إلى المفصلة فقط.

س14) شحنة كشاف سالبة ثم ازدادت مقداراً بعد ملامسة جسم آخر. أي تغير يفسر ذلك؟

- A. اكتساب مزيد من الإلكترونات
- B. فقد جميع الإلكترونات
- C. فقد البروتونات من النوى
- D. اكتساب بروتونات حرة

س15)

كرتان موصلتان متماثلتان، شحنة الكرة A هي $(+12.0 \mu\text{C})$ ، وشحنة الكرة B هي $(-4.0 \mu\text{C})$. تلامستا ثم فُصلتا. ما شحنة كل كرة بعد الفصل؟

- A. $+8.0 \mu\text{C}$
- B. $-4.0 \mu\text{C}$
- C. $+4.0 \mu\text{C}$
- D. $+6.0 \mu\text{C}$

أسئلة متنوعة على طرق الشحن المختلفة :

س1) أي من الأشكال المرفقة يمثل جسماً عازلاً



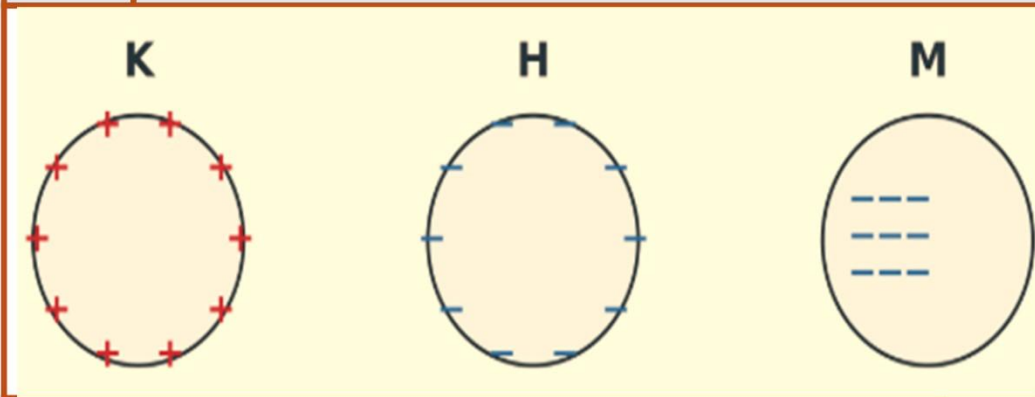
(A) الشكل K

(B) الشكل H

(C) الشكل M

(D) الشكلان K و H معاً

س2) أيّ تصنيف للأجسام الثلاثة يتفق مع توزيع الشحنات الموضّح؟



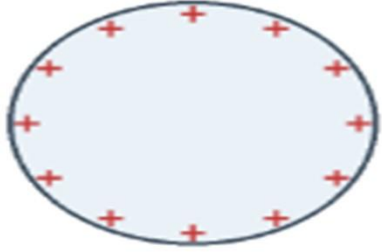
A. الجسمان K و H موصلان، والجسم M عازل.

B. الجسمان K و M موصلان، والجسم H عازل.

C. الجسمان H و M موصلان، والجسم K عازل.

D. الأجسام الثلاثة موصلات.

س3) يُظهر الشكل جسمًا كرويًا تتوزع شحناته الموجبة على سطحه الخارجي. أيّ العبارات الآتية تصف نوع الجسم وكيفية اكتسابه هذه الشحنة؟



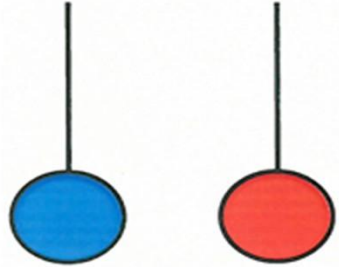
- A. الجسم موصل، وقد شُحن باكتساب إلكترونات.
- B. الجسم موصل، وقد شُحن بفقد إلكترونات.
- C. الجسم عازل، وقد شُحن باكتساب إلكترونات.
- D. الجسم عازل، وقد شُحن بفقد إلكترونات.

س4) في الشكل المجاور، عند تقريب ساق تحمل شحنة موجبة من موصلين متعادلين متلامسين (C و D)، ثم فصلهما عن بعضهما أثناء بقاء الساق قريبة، ما نوع الشحنة التي يكتسبها كل موصل وما طريقة شحنهما؟



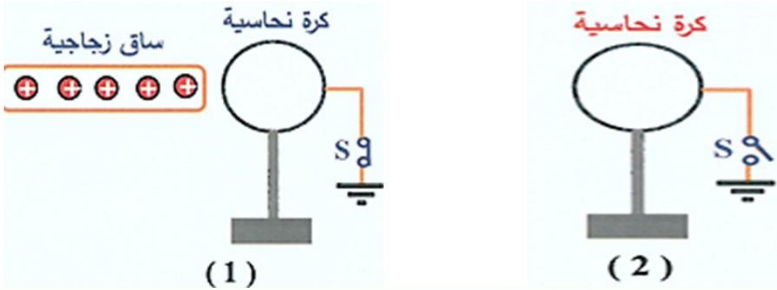
- A) طريقة الشحن: التوصيل | شحنة الموصل D : موجبة | شحنة الموصل C : موجبة
- B) طريقة الشحن: الحث | شحنة الموصل D : سالبة | شحنة الموصل C : موجبة
- C) طريقة الشحن: الحث | شحنة الموصل D : موجبة | شحنة الموصل C : سالبة
- D) طريقة الشحن: التوصيل | شحنة الموصل D : سالبة | شحنة الموصل C : سالبة

س5) يوضح الشكل كرة زرقاء كانت تحمل في البداية شحنة تساوي $(+6.4 \times 10^{-8} \text{ C})$ ثم لامست كرة حمراء متعادلة . بعد انفصال الكرتين أصبحت شحنة الكرة الحمراء تساوي $(+2.6 \times 10^{-8} \text{ C})$ ما شحنة الكرة الزرقاء؟



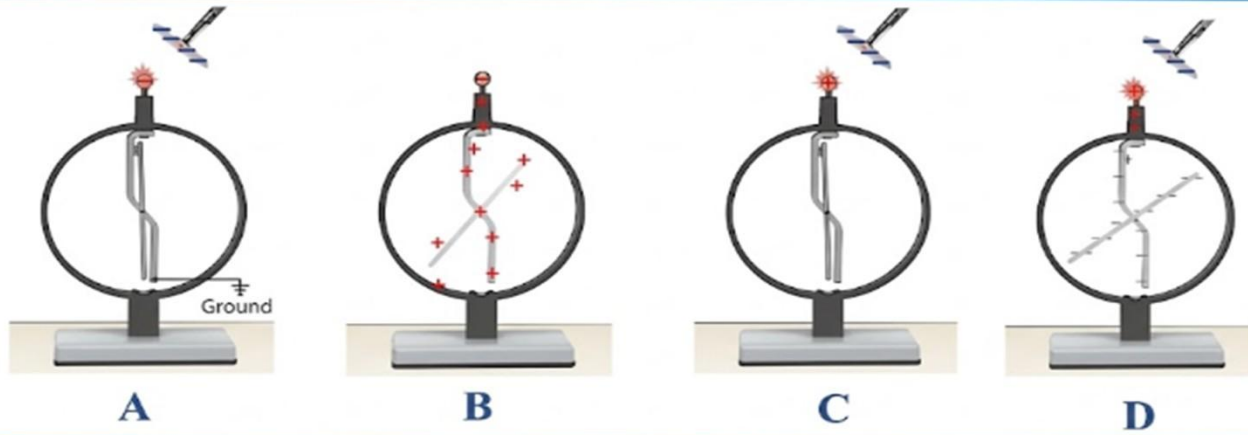
- (A) $+3.8 \times 10^{-8} \text{ C}$
 (B) $-3.8 \times 10^{-8} \text{ C}$
 (C) $-6.4 \times 10^{-8} \text{ m}$
 (D) 0

س6) في الشكل (1)، قُربت ساق زجاجية موجبة الشحنة من كرة نحاسية متعادلة دون ملامستها، ثم وُصلت الكرة بالأرض بإغلاق المفتاح S. فُتح المفتاح أولاً، ثم أُبعدت الساق كما في الشكل (2). أيّ العبارات الآتية تصف شحنة الكرة النهائية وتوزيعها وطريقة شحنها؟



- A. سالبة الشحنة، تتوزع على سطحها الخارجي، وشُحنت بالحث.
 B. موجبة الشحنة، تتوزع على سطحها الخارجي، وشُحنت بالحث.
 C. سالبة الشحنة، تتجمع في مركزها، وشُحنت بالتوصيل.
 D. متعادلة كهربائياً؛ لأن الساق لم تلامس الكرة.

س7) الشكل يبين أربع خطوات غير مرتبة بشكل صحيح لعملية شحن كشاف كهربائي عن طريق الحث (التأثير). أي مما يلي يمثل الترتيب الصحيح لهذه الخطوات؟



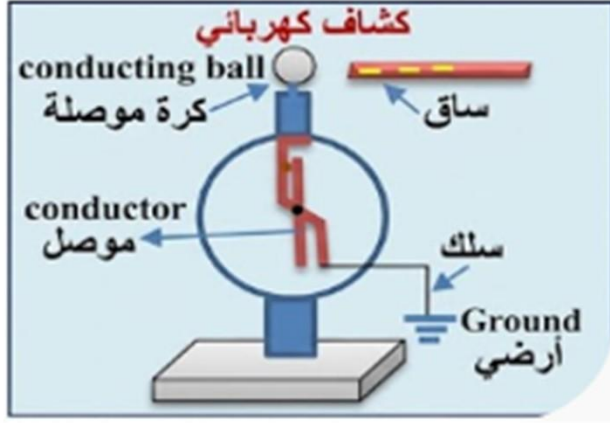
D $\rightarrow$ B $\rightarrow$ A $\rightarrow$ C (A

D $\rightarrow$ C $\rightarrow$ A $\rightarrow$ B (B

D $\rightarrow$ A $\rightarrow$ C $\rightarrow$ B (C

A $\rightarrow$ B $\rightarrow$ C $\rightarrow$ D (D

س8) قُربت ساق سالبة الشحنة من كشاف كهربائي متعادل دون ملامسته، ثم وُصل الكشاف بالأرض. فُصل اتصال الكشاف بالأرض أولاً، ثم أبعادت الساق. أيّ العبارات الآتية صحيحة؟



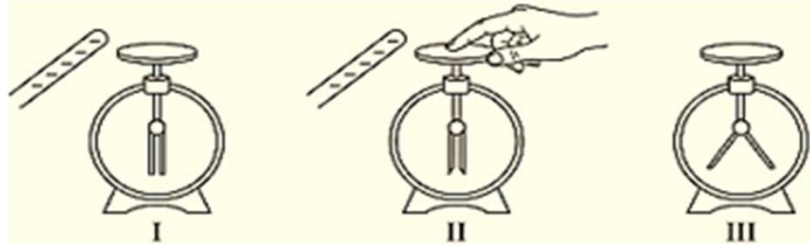
- A. تصبح الكرة الموصلة والموصل الداخلي كلاهما سالبي الشحنة.
B. تصبح الكرة الموصلة والموصل الداخلي كلاهما موجبي الشحنة.
C. تصبح الكرة الموصلة موجبة الشحنة، والموصل الداخلي سالب الشحنة.
D. تصبح الكرة الموصلة موجبة الشحنة، ويبقى الموصل الداخلي متعادلاً.

س9) يوضح الشكل جسمين مشحونين بشحنة سالبة: الجسم A موصل، والجسم B عازل. عند إغلاق المفتاحين S_1 و S_2 لتوصيل الجسمين بالأرض، ما الحالة الكهربائية النهائية لكلٍ منهما؟



- A. الجسم A متعادل، والجسم B موجب الشحنة.
- B. الجسم A سالب الشحنة، والجسم B سالب الشحنة.
- C. الجسم A متعادل، والجسم B سالب الشحنة.
- D. الجسم A موجب الشحنة، والجسم B موجب الشحنة.

س10) كشف كهربائي متعادل ومغزول، قُرب من قرصه جسم سالب الشحنة دون ملامسته في الحالة I. في الحالة II، لمس قرص الكشف باليد مع بقاء الجسم المشحون قريباً. ثم أبعدت اليد أولاً، وأبعد الجسم المشحون بعد ذلك للوصول إلى الحالة III. أما نوع شحنة ورقتي الكشف في الحالتين I و III؟



- A. موجبة في الحالة I، وموجبة في الحالة III.
- B. سالبة في الحالة I، وسالبة في الحالة III.
- C. موجبة في الحالة I، وسالبة في الحالة III.
- D. سالبة في الحالة I، وموجبة في الحالة III.

القوة الكهروستاتيكية – قانون كولوم

Electrostatic Force—Coulomb's Law

1.5

قانون كولوم: ينص على أن القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين نقطيتين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين، وعكسياً مع مربع المسافة بينهما.

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

F : القوة الكهروستاتيكية

r : المسافة بين الشحنتين

q_1 : مقدار الشحنة الأولى

q_2 : مقدار الشحنة الثانية

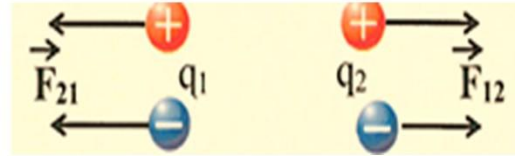
k : ثابت كولوم

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.99 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2 \approx 9.0 \times 10^9$$

ϵ_0 : السماحية الكهربائية للفراغ أو الهواء

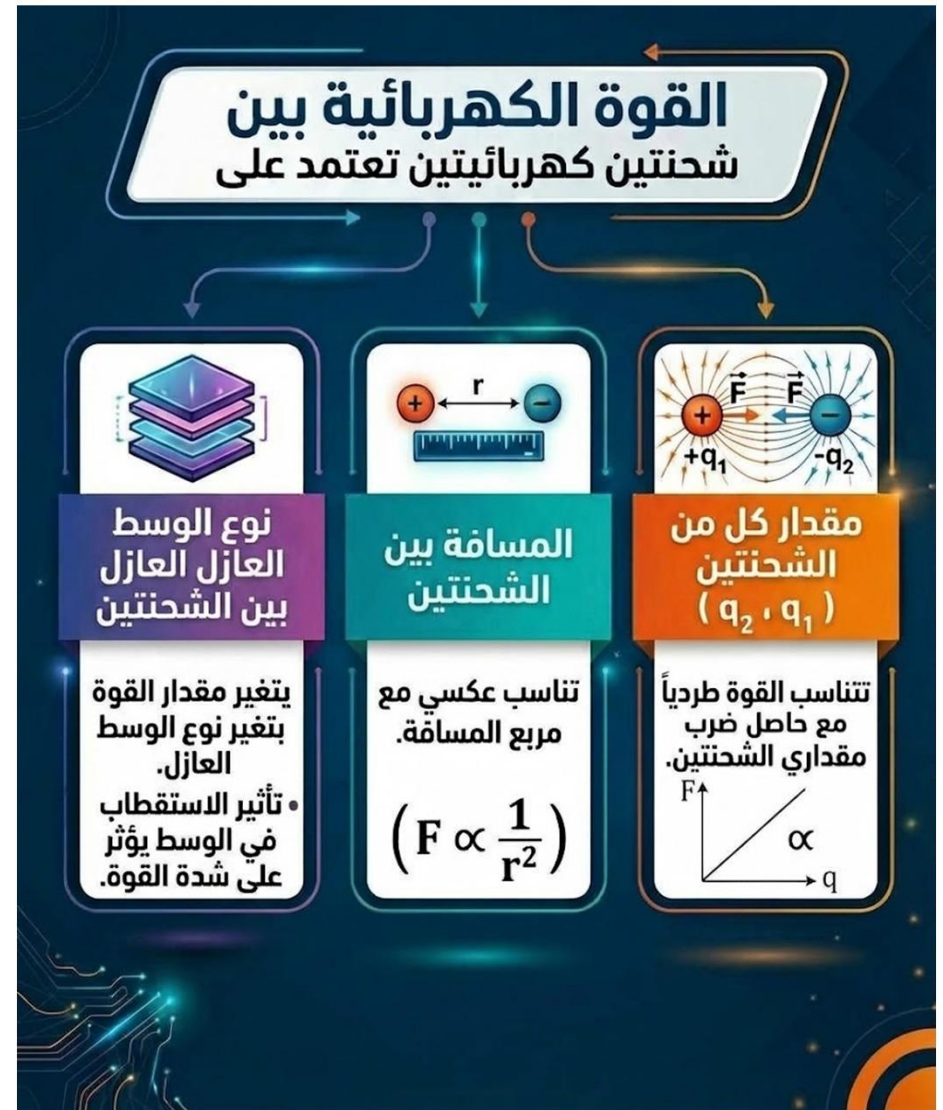
$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N.m}^2$$

قوة تنافر



قوة تجاذب





س1) كرتان مشحونتان توجد بينهما قوة تنافر، إذا زادت شحنة إحدى الكرتين إلى الضعف وبقيت المسافة ثابتة، فإن القوة تصبح:

(A) ضعف ما كانت عليه

(B) أربعة أضعاف

(C) نصف ما كانت عليه

(D) كما هي دون تغيير

س2) إذا ضاعفت المسافة بين شحنتين نقطيتين، فكيف يتغير مقدار القوة الكهروستاتيكية بينهما؟

A. يصبح ضعف مقدار القوة الأصلية.

B. يصبح نصف مقدار القوة الأصلية.

C. يصبح ربع مقدار القوة الأصلية.

D. يصبح أربعة أمثال مقدار القوة الأصلية.

س3) شحنتان $+2 \mu\text{C}$ و $-3 \mu\text{C}$ تفصل بينهما مسافة 0.30 m . ما مقدار القوة ونوعها؟

A. 0.20 N تجاذب

B. 0.60 N تنافر

C. 0.60 N تجاذب

D. 6.0 N تجاذب

س4) شحنتان متساويتان تفصل بينهما مسافة 0.30 m ، وقوة التنافر 0.40 N . ما مقدار كل شحنة؟

A. $1 \mu\text{C}$

B. $4 \mu\text{C}$

C. $0.5 \mu\text{C}$

D. $2 \mu\text{C}$

س5) شحنتان نقطيتان تتبادلان قوة كهربائية مقدارها 12 N إذا نُقصت المسافة بينهما إلى نصف قيمتها الأصلية، مع ثبات مقدار الشحنتين، فكم يصبح مقدار القوة الكهربائية بينهما؟

A. 3 N

B. 6 N

C. 24 N

D. 48 N

س6) أي وحدة صحيحة لثابت كولوم؟

A. N/C

B. $N \cdot m^2 / C^2$

C. $C^2 / (N \cdot m^2)$

D. $N \cdot m / C$

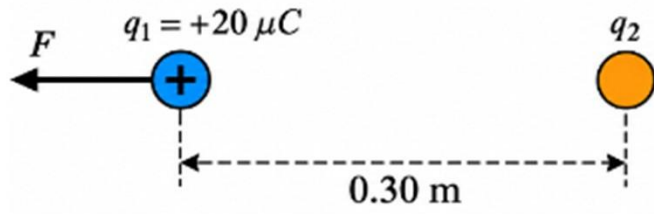
س7) وحدة قياس ثابت سماحية الفراغ ϵ_0 تكافئ أيًا مما يأتي؟

A. $N \cdot m^3 \cdot C^{-2}$

B. $kg \cdot m^3 \cdot s^{-4} \cdot A^{-2}$

C. $N \cdot m^{-3} \cdot C^{-2}$

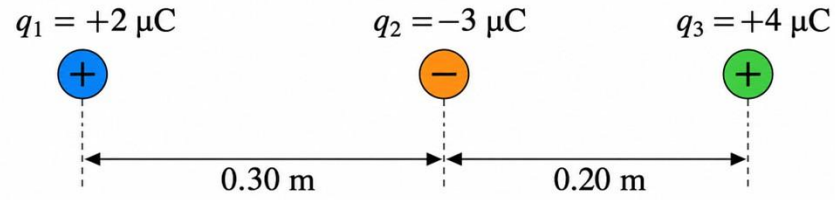
D. $s^4 \cdot A^2 \cdot m^{-3} \cdot kg^{-1}$



في الشكل، إذا كانت القوة الكهروستاتيكية المؤثرة على الشحنة (q_1) تساوي ($4 \times 10^{-3} \text{ N}$) باتجاه اليسار، احسب مقدار الشحنة (q_2) وحدد نوعها.

استخدم ثابت كولوم: $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

سؤال: ثلاث شحنات نقطية ثابتة في الفراغ مرتبة على خط مستقيم كما في الشكل المرفق احسب مقدار القوة الكهربائية المحصلة المؤثرة في الشحنة الطرفية اليمنى (q_3) ، وحدد اتجاهها



استخدم ثابت كولوم: $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

س8) يوضح الشكل ثلاث شحنات مرتبة على خط مستقيم، بالترتيب من اليسار إلى اليمين $-q$ ، $+q$ ، $+q$ ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المحصلة المؤثرة في الشحنة الوسطى؟



- A. نحو اليمين ($\rightarrow$).
- B. نحو اليسار ($\leftarrow$).
- C. نحو الأسفل ($\downarrow$).
- D. نحو الأعلى ($\uparrow$).

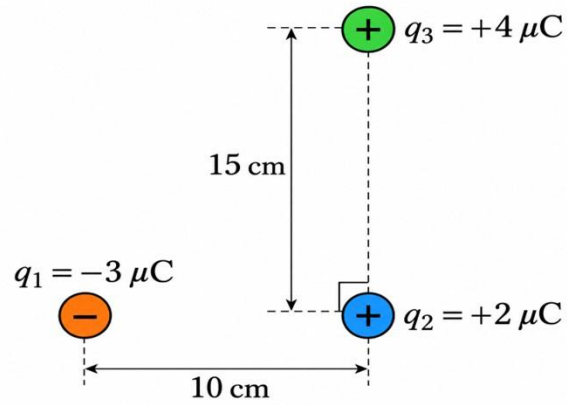
س9) يوضح الشكل ثلاث شحنات مرتبة على خط مستقيم، بالترتيب من اليسار إلى اليمين $-2q$ ، $+q$ ، $+q$ ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المحصلة المؤثرة في الشحنة اليمنى؟ لاحظ أن مقدار الشحنة اليسرى يساوي ضعف مقدارها في السؤال السابق.

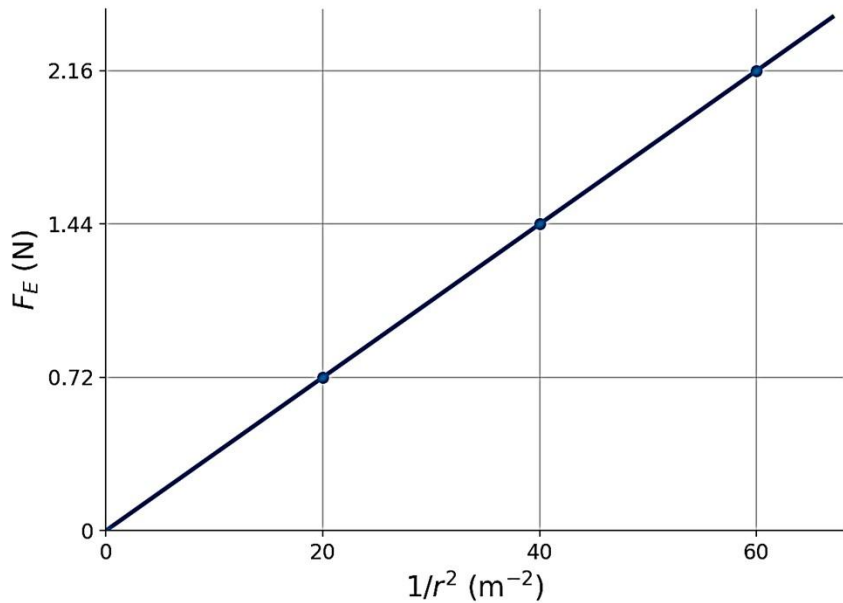


- A. نحو اليمين ($\rightarrow$).
- B. نحو اليسار ($\leftarrow$).
- C. نحو الأسفل ($\downarrow$).
- D. نحو الأعلى ($\uparrow$).

سؤال: ثلاث شحنات نقطية ثابتة في الفراغ مرتبة كما في الشكل المرفق احسب مقدار القوة الكهروستاتيكية المحصلة المؤثرة في الشحنة الثانية (q_2)، وحدد اتجاهه

استخدم ثابت كولوم: $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.





سؤال: يمثل الرسم البياني العلاقة بين مقدار القوة الكهروستاتيكية F_e بين شحنتين نقطيتين متساويتين في المقدار في الفراغ، ومقلوب مربع المسافة بينهما $1/r^2$.

1. ماذا يمثل ميل الخط البياني؟ احسب قيمته مع وحدة القياس.
2. احسب مقدار كل شحنة.

استخدم ثابت كولوم $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$

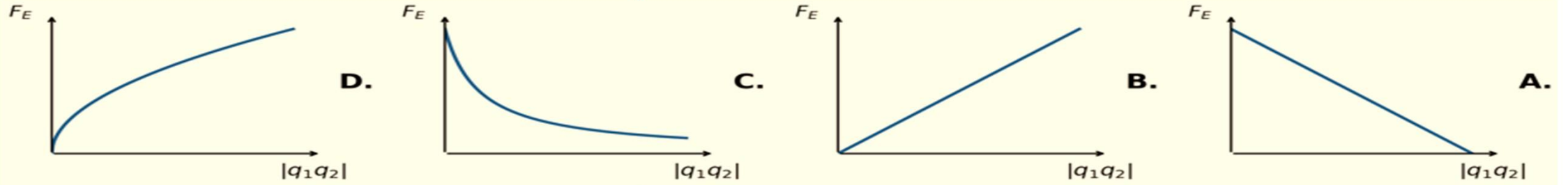
سؤال: ما مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين نواة الألومنيوم ($^{27}_{13}\text{Al}$) وأحد إلكتروناتها في مدار نصف قطره ($4.88 \times 10^{-12} \text{ m}$)؟

- الرقم السفلي: (13) يمثل العدد الذري (عدد البروتونات في النواة)
- الرقم العلوي: (27) يمثل العدد الكتلي مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في النواة.

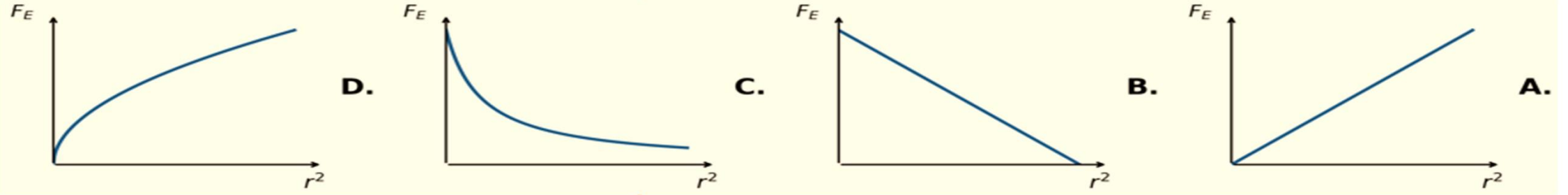
س10) عند ثبات المسافة بين شحنتين نقطيتين، أيّ الرسوم البيانية يوضّح العلاقة الصحيحة بين مقدار القوة الكهروستاتيكية F_E وحاصل ضرب مقدار الشحنتين $|q_1 q_2|$ ؟

أ. مجال الكري

أ. مجال الكري



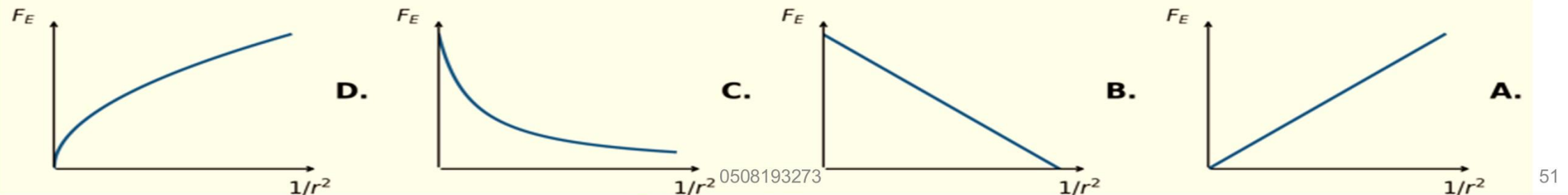
س11) عند ثبات مقدار الشحنتين، أيّ الرسوم البيانية يعبر بصورة صحيحة عن العلاقة بين مقدار القوة الكهروستاتيكية F_E ومربع المسافة بينهما r^2 ؟



س12) إذا بقي مقدار الشحنتين ثابتًا، فأَيّ الرسوم البيانية يمثّل العلاقة بين مقدار القوة الكهروستاتيكية F_E ومقلوب مربع المسافة بينهما $1/r^2$ ؟

أ. مجال الكري

أ. مجال الكري

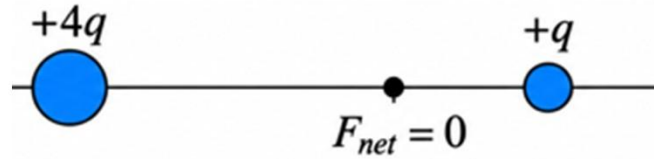


موضع انعدام المحصلة

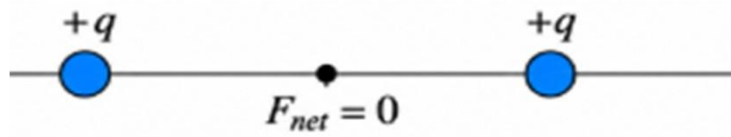
أبوالكرمي

هو الموضع الذي تنعدم عنده القوة الكهربائية المحصلة على شحنة لأن القوتين المؤثرتين فيها متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.

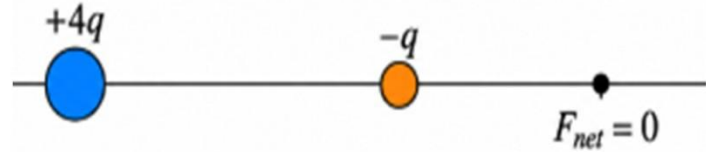
أبوالكرمي



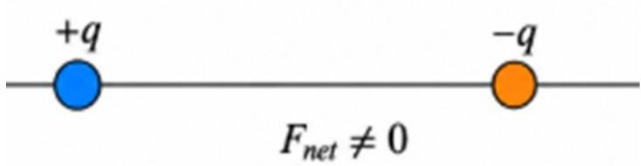
الحالة 1: شحنتان متماثلتان في الإشارة ومختلفتان في المقدار
تقع نقطة انعدام المحصلة بينهما، أقرب إلى الشحنة الأصغر مقدارًا.



الحالة 2: شحنتان متماثلتان في الإشارة ومتساويتان في المقدار
تقع نقطة انعدام المحصلة في منتصف المسافة بينهما.



الحالة 3: شحنتان مختلفتان في الإشارة ومختلفتان في المقدار
تقع نقطة انعدام المحصلة خارج القطعة الواصلة بينهما، من جهة الشحنة الأصغر مقدارًا.



الحالة 4: شحنتان مختلفتان في الإشارة ومتساويتان في المقدار
لا توجد نقطة على مسافة محدودة تنعدم عندها القوة المحصلة على شحنة الاختبار.

أبوالكرمي

أبوالكرمي

	س13) شحنتان $+1\text{ }\mu\text{C}$ و $+4\text{ }\mu\text{C}$ تفصل بينهما 0.60 m . ما بعد نقطة الانعدام عن الشحنة الأصغر؟	
		A. 0.30 m
		B. 0.40 m
		C. 0.20 m
		D. 0.10 m

س14) $+1 \mu\text{C}$ عند $X=0$ ، و $-4 \mu\text{C}$ عند $X=0.3\text{m}$. أين موقع نقطة الانعدام؟

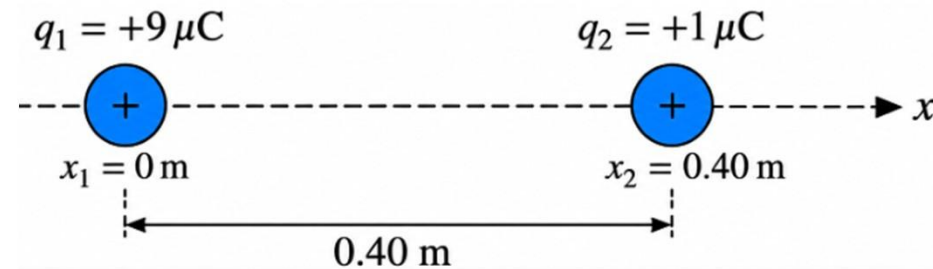
A. $X=-0.30 \text{ m}$

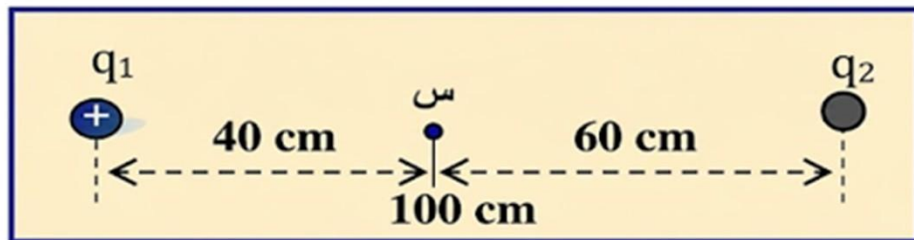
B. $X=+0.10 \text{ m}$

C. $X=+0.60 \text{ m}$

D. $X=+0.15 \text{ m}$

سؤال: شحنتان نقطيتان موجبتان ثابتتان على محور x كما في الشكل:
حدّد الموضع الذي يجب أن توضع فيه شحنة ثالثة غير صفرية q_3 حتى تنعدم القوة الكهروستاتيكية المحصلة المؤثرة فيها،



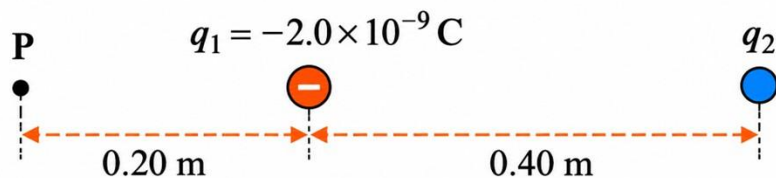


في الشكل المجاور شحنتان نقطيتان تبعدان عن بعضهما
(100 Cm). فإذا كان تأثير القوى الكهربائية منعدماً
عند النقطة (س) .

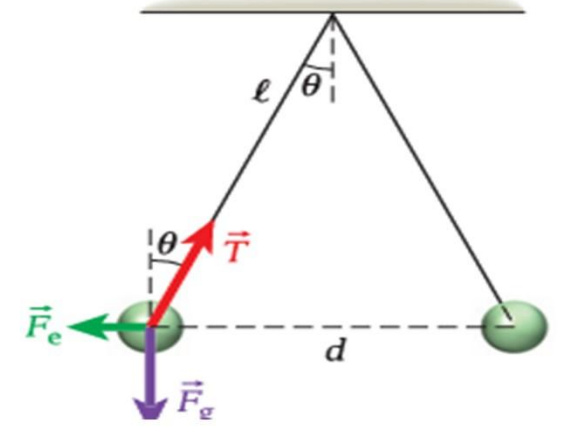
جد النسبة بين كميتي الشحنتين $(\frac{q_2}{q_1})$

سؤال: في الشكل المرفق، شحنتان نقطيتان ثابتتان إذا كانت محصلة شدة المجال الكهربائي عند النقطة P تساوي صفراً، فأجب عما يأتي:

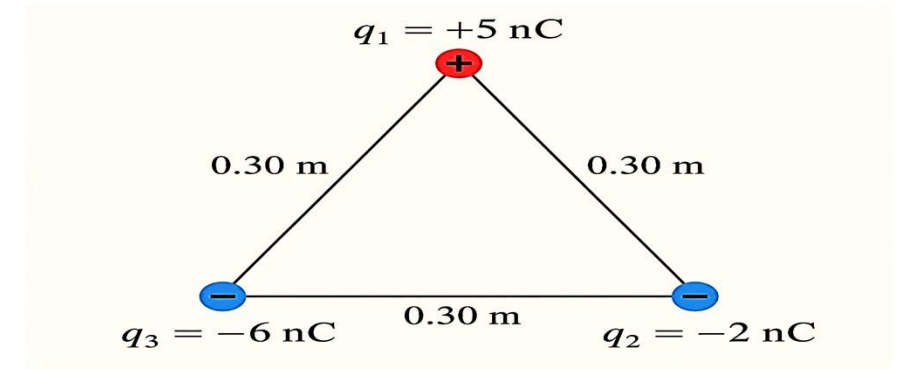
1. حدّد نوع الشحنة q_2 : موجبة أم سالبة، مع التعليل.
2. احسب مقدار الشحنة q_2 ، موضحاً خطوات الحل



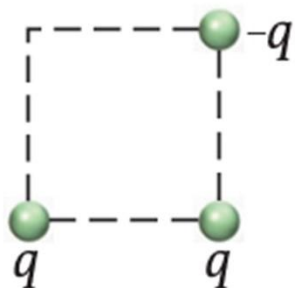
كرتان صغيرتان متماثلتان، كتلة كل منهما (m) وشحنتها (q)، تعلقت كل منهما بخيط خفيف عازل طوله ($L = 1.0 \text{ m}$). إذا اتزن الخيطان بحيث يصنع كل منهما زاوية ($\theta = 30^\circ$) مع الخط الرأسى نتيجة التنافر الكهربائي بينهما، فما المسافة الفاصلة بين الكرتين؟ ما شحنة الكرة اذا علمت ان كتلتها 0.3 كغم



سؤال: وُضعت ثلاث شحنات نقطية ثابتة عند رؤوس مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه 0.30 m ، كما في الشكل المرفق، احسب مقدار القوة الكهروستاتيكية المحصلة المؤثرة في الشحنة q_2 ، موضحاً خطوات الحل

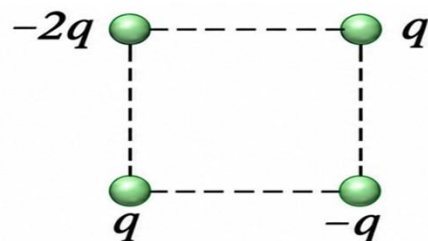


س15) يوضح الشكل ثلاث شحنات موضوعة بالترتيب عند زوايا مربع. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المؤثرة في الشحنة السفلى اليمنى؟



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

س16) يوضح الشكل أربع شحنات نقطية موضوعة عند رؤوس مربع: الشحنة العلوية اليسرى $-2q$ ، والعلوية اليمنى $+q$ ، والسفلية اليسرى $+q$ ، والسفلية اليمنى $-q$. ما اتجاه القوة الكهروستاتيكية المحصلة المؤثرة في الشحنة السفلية اليمنى؟



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

1.6 قانون كولوم وقانون نيوتن في الجذب Coulomb's Law and Newton's Law of Gravitation

مقارنة بين قانون كولوم وقانون الجذب العام

وجه المقارنة	القوة الكهربائية	قوة الجاذبية
العلاقة الرياضية	$F_e = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$	$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
تعتمد على	مقدار الشحنتين	مقدار الكتلتين
العلاقة بالمسافة	تتناسب عكسيًا مع مربع المسافة	تتناسب عكسيًا مع مربع المسافة
اتجاه القوة	على الخط الواصل بين الشحنتين	على الخط الواصل بين الكتلتين
نوع القوة	تجاذب أو تنافر	تجاذب بين الكتل العادية
الثابت المستخدم	ثابت كولوم k	ثابت الجذب العام G

- **على المستوى الفلكي:** تسود الجاذبية رغم ضعفها النسبي؛ لأن النجوم والكواكب متعادلة كهربائيًا تقريبًا، فتكون القوة الكهربائية المحصلة بينها ضئيلة.
- **على مستوى الذرة:** يُستخدم قانون كولوم لوصف القوى بين الشحنات، لكن التفاصيل الدقيقة تحتاج إلى الديناميكا الكهربائية الكمية.
- **حدود قانون نيوتن للجاذبية:** يفسّر معظم الحركات المعتادة، لكن بعض الظواهر الدقيقة، مثل تغيّر اتجاه مدار عطارد، تحتاج إلى النسبية العامة لأينشتاين. أما الأنظمة دون الذرية فتحتاج إلى وصف كمي

(س1) لماذا تكون الجاذبية مؤثرة في حركة الكواكب رغم ضعفها النسبي؟

- A. لأن الكواكب بلا كتلة
 B. لأن كل الكواكب سالبة الشحنة
 C. لأن قانون كولوم لا يعتمد على المسافة
 D. لأن الأجرام متعادلة تقريبًا وتتجمع آثار كتلتها

(س2) أيّ عبارة توضّح الفرق الصحيح بين القوة الكهربائية وقوة الجاذبية؟

- A. الكهربائية تعتمد على الكتلة، والجاذبية على الشحنات.
 B. الكهربائية تجاذب فقط، والجاذبية تجاذب أو تنافر.
 C. الكهربائية تجاذب أو تنافر، والجاذبية بين الكتل العادية تجاذب.
 D. الكهربائية تتناسب طرديًا مع مربع المسافة، والجاذبية عكسيًا معه.