

## الوحدة الأولى: القوى الكهروستاتيكية



### تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

موقع المناهج ← المناهج الإماراتية ← الصف الثاني عشر المتقدم ← فيزياء ← الفصل الأول ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-08-27 17:24:09

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب | اختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل  
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي | للمدرس

المزيد من مادة  
فيزياء:

إعداد: عبدالرحمن عصام عيد

### التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر المتقدم



صفحة المناهج  
الإماراتية على  
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

### المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر المتقدم والمادة فيزياء في الفصل الأول

نموذج اختبار تجريبي مطابق 2026

1

حل مراجعة شاملة وفق الهيكل الوزاري الجديد منهج انسابير

2

حل مراجعة شاملة وفق الهيكل الوزاري منهج انسابير

3

المراجعة الشاملة وفق الهيكل الوزاري منهج انسابير Inspire بدون الحل

4

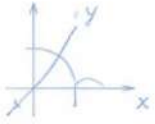
شرح مراجعة نهائية مع تجميعية أسئلة امتحانات وزارية سابقة مع الحلول

5

# الوحدة الأولى : القوى الكهربائية

اينشتاين العرب مصدر الاول للعلامة الكاملة...

$$E = mc^2$$

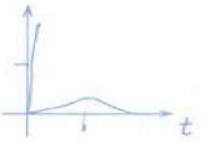


$$\Sigma F = ma$$

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



$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$



$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$



Term 1

Mr. Abdulrahman Esam Eid

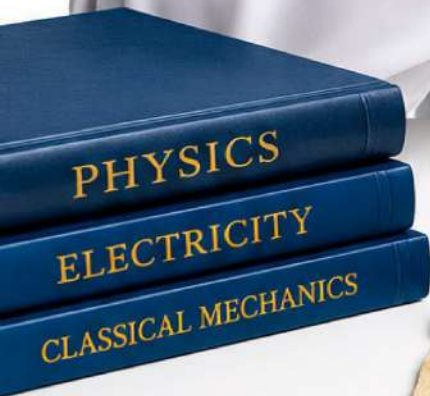


0509886279

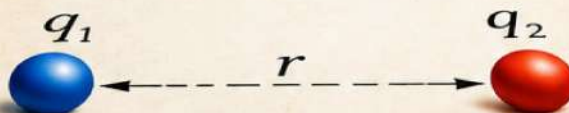


Einsteinabdo

Einstein\_AE



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



## القوى الكهروستاتيكية

## الوحدة الأولى :

الدروس الوحدة:

- 1.1 الكهرومغناطيسية (إثرائي)
- 1.2 الشحنة الكهربائية
- 1.3 العوازل والموصلات وأشياء الموصلات والموصلات فائقة التوصيل
- 1.4 الشحن الكهروستاتيكي
- 1.5 القوة الكهروستاتيكية (قانون كولوم)
- 1.6 قانون كولوم وقانون الجذب العام لنيوتن (تعلم ذاتي)

## هذه الملزمة

أعدت خصيصًا لمساعدة الطلاب على

تحقيق

العلامة الكاملة

اينشتاين العرب

أستاذ عبدالرحمن عصام عيد

من خلال تبسيط المفاهيم،

وتنظيم المعلومات،

والتركيز على أهم النقاط التي

يحتاجها الطالب لتحقيق أفضل نتيجة في الاختبار.



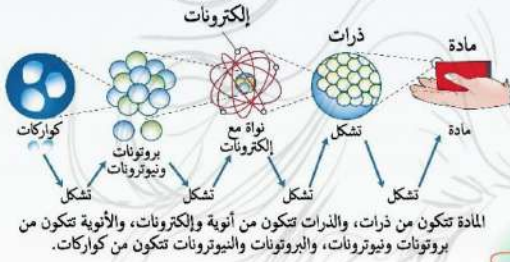
اينشتاين في الفيزياء

استاذ عبدالرحمن عصام عيد

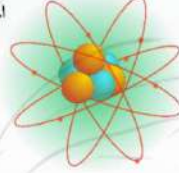
**المفهوم:** فرع من فروع الفيزياء يختص بدراسة العلاقات والقوى والتفاعلات بين الشحنات الكهربائية وهي في حالة سكون.

### النموذج الذري ومصدر الشحنة

تتكون جميع المواد في الطبيعة من ذرات، وتتكون كل ذرة من:



المادة تتكون من ذرات، والذرات تتكون من أنوية وإلكترونات، والأنوية تتكون من بروتونات ونيوترونات، والبروتونات والنيوترونات تتكون من كواركات.



#### 1. نواة مركزية:

##### داخل النواة

**بروتونات** ( $p^+$ ): جسيمات ذات شحنة موجبة.

نيوترونات ( $n^0$ ): جسيمات متعادلة الشحنة (شحنتها = 0).

#### 2. مدارات حول النواة:

**إلكترونات** ( $e^-$ ): جسيمات ذات شحنة سالبة تدور حول النواة وتتحرك بسهولة بين الأجسام.

### 3. الشحنة الكهربائية (Electric Charge)

**التعريف:** خاصية فيزيائية للجسم تبين محصلة الشحنات الموجبة والسالبة التي يحتويها.

الرمز: يُرمز لها بالرمز ( $Q$ ) أو ( $q$ ).

وحدة القياس: الكولوم ( $C$  - Coulomb).

الشحنة الأساسية:

أصغر جسيم مشحون حر في الطبيعة هو الـ **إلكترون**، وتعتبر شحنته هي أصغر قيمة شحنة حرة:

$$\text{شحنة الإلكترون } (e^-) = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

شحنة الـ **بروتون** مساوية لها في المقدار ومعاكسة في الإشارة:

$$\text{شحنة البروتون } (p^+) = +1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

#### حالات شحن الأجسام

| حالة الجسم                | الوصف والتفسير                                           | العلاقة الرياضية |
|---------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|
| جسم متعادل كهربائياً      | عدد البروتونات الموجبة يساوي عدد الإلكترونات السالبة.    | $N_p = N_e$      |
| جسم مشحون بشحنة موجبة (+) | نتاج عن فقد أو إزالة أو انتزاع بعض الإلكترونات من الجسم. | $N_p > N_e$      |
| جسم مشحون بشحنة سالبة (-) | نتاج عن كسب أو إضافة بعض الإلكترونات إلى الجسم.          | $N_e > N_p$      |

### 5. قانون حفظ الشحنة وملاحظات مهمة

#### نص قانون حفظ الشحنة

"الشحنات الكهربائية لا تفنى ولا تُستحدث من العدم، ولكن تنتقل من ذرة (أو جسم) إلى أخرى."

ملاحظات هامة

حركة الشحنات

الإلكترونات السالبة فقط هي التي تنقل بين الأجسام بسهولة حركتها خارج النواة.

بينما البروتونات مقيدة داخل النواة بقوى نووية قوية ولا تنتقل.

عدد الإلكترونات المفقودة = عدد الإلكترونات المكتسبة.

## 6. تطبيق: إعادة توزيع الشحنة عند تلامس موصلين متماثلين

عند ملاصقة أو توصيل جسمين متساويين في الحجم والشكل:  
نحسب الشحنة الكلية للنظام:



$$Q_{total} = Q_1 + Q_2$$

تتوزع الشحنة الكلية بالتساوي بين الجسمين بعد الانفصال:

$$Q'_1 = Q'_2 = \frac{Q_{total}}{2}$$

### مثال عملي

قبل التلامس: جسم شحنته (+8) وجسم آخر شحنته (-2).

$$Q_{total} = (+8) + (-2) = +6$$

بعد التلامس: يكتسب كل جسم نصف الشحنة الكلية:

$$Q'_1 = Q'_2 = \frac{6}{2} = +3$$

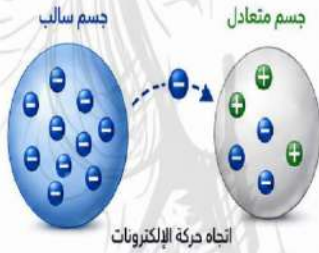
نلاحظ أن الشحنة الكلية بعد التلامس (+6) وهي مساوية للشحنة قبل التلامس تحقيقاً لقانون حفظ الشحنة.

### قاعدة ذهبية لتذكر حركة الإلكترونات

الإلكترونات تهرب (تتحرك) من المكان الذي فيه إلكترونات كثيرة إلى المكان الذي فيه إلكترونات أقل

**في حالة جسم سالب + جسم متعادل**

الجسم السالب عنده فائض من الإلكترونات، والجسم المتعادل عنده توازن في الشحنات. لما يلمسوا بعض،  
الإلكترونات تتحرك من الجسم السالب للجسم المتعادل.



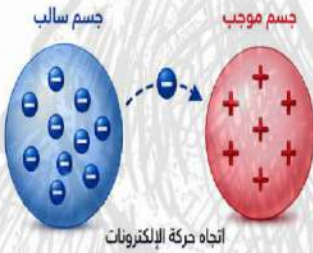
### النتيجة

✓ السالب يفقد إلكترونات → تقل سالبيه شحنته.

✓ المتعادل يكتسب إلكترونات → يصبح سالبًا.

**في حالة جسم سالب + جسم موجب**

الجسم السالب عنده فائض من الـ إلكترونات، والجسم الموجب عنده نقص في الإلكترونات. لما يلمسوا بعض،  
الإلكترونات تتحرك من الجسم السالب للجسم الموجب.



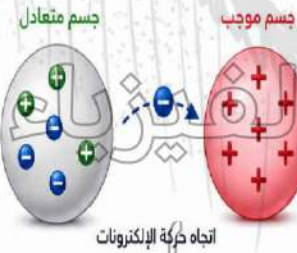
### النتيجة

✓ السالب يفقد إلكترونات → تقل سالبيه شحنته.

✓ الموجب يكتسب إلكترونات → تقل موجبه شحنته.

**في حالة جسم موجب + جسم متعادل**

الجسم الموجب عنده نقص في الإلكترونات، والجسم المتعادل عنده إلكترونات يمكنها الحركة. لما يلمسوا بعض،  
الإلكترونات تتحرك من الجسم المتعادل للجسم الموجب.



### النتيجة

المتعادل يفقد إلكترونات → يصبح موجبًا.

الموجب يكتسب إلكترونات → تقل موجبه شحنته.

اينشتاين في الفيزياء

استاذ عبدالرحمن عصام عيد

### مبدأ تكمية الشحنة؟

يصبح الجسم مشحوناً عندما **يفقد أو يكتسب عدداً صحيحاً من الإلكترونات**؛ لذلك فإن شحنة أي جسم في الطبيعة يجب أن تكون مضاعفات **صحيحة** لشحنة **الإلكترون الأساسية**.

### العلاقة الرياضية:

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

حيث:

- ✓ q: الشحنة الكلية للجسم وتُقاس بوحدة الكولوم (C).
- ✓ n: عدد **الإلكترونات** المفقودة أو المكتسبة (وهو عدد صحيح دائماً:  $n = 1, 2, 3, \dots$ ).
- ✓ e: الشحنة الأساسية (شحنة **الإلكترون**) ومقدارها ثابت:  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

الإشارة ( $\pm$ ):

- ✓ (+) في حالة فقد **إلكترونات** (الجسم **موجب** الشحنة).
- ✓ (-) في حالة اكتساب **إلكترونات** (الجسم **سالب** الشحنة).

### ملاحظات وقواعد هامة

لا يمكن لشحنة أي جسم أن تكون كسراً أو عدداً غير صحيح من الشحنة الأساسية. مثلاً: لا توجد شحنة تساوي  $1.5e$  أو  $e(4/3)$ .

### سؤال امتحاني للتفكير السريع:

فسر لا يمكن لجسم أن يحمل شحنة مقدارها  $2.4 \times 10^{-19} \text{ C}$  ؟

$$n = \frac{q}{e} = \frac{2.4 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.5$$

بما أن الناتج عدد غير صحيح n ليس عدداً صحيحاً، فإن هذه الشحنة مستحيلة فيزيائياً وتتعارض مع مبدأ تكمية الشحنة.

### حساب الشحنة الكلية للجسم (Net Electric Charge)

يمكن التعبير عن شحنة أي جسم بدلالة الفرق بين إجمالي عدد **البروتونات** ( $N_p$ ) وإجمالي عدد **الإلكترونات** ( $N_e$ ) التي تشكل مادته مضروباً في الشحنة الأساسية.

### العلاقة الرياضية:

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

حيث:

- ✓ q: الشحنة الكلية للجسم بوحدة الكولوم (C).
- ✓  $N_p$ : إجمالي عدد **البروتونات الموجبة** في الجسم.
- ✓  $N_e$ : إجمالي عدد **الإلكترونات السالبة** في الجسم.
- ✓ e: مقدار الشحنة الأساسية الثابتة ( $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ).

# اينشتاين في الفيزياء

## استاذ عبدالرحمن عصام عيد

## دليل أفكار المسائل — الشحنة الكهربائية

التعويض بالإشارة في القوانين:

إذا كان الجسم فقد إلكترونات: نعوض بإشارة موجبة (+).

إذا كان الجسم اكتسب إلكترونات: نعوض بإشارة سالبة (-).

1. تحويل بادئات القياس إلى كولوم (C):

ميكرو كولوم  $C \times 10^{-6} \rightarrow (\mu C)$ نانو كولوم  $C \times 10^{-9} \rightarrow (nC)$ بيكو كولوم  $C \times 10^{-12} \rightarrow (pC)$ 

الفكرة (1): حساب الشحنة (q) من عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة (n)

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

الفكرة (2): حساب عدد الإلكترونات (n) من الشحنة المعطاة (q)

$$n = \frac{|q|}{e}$$

اختبار تكمية الشحنة: إذا طلب التأكد من إمكانية وجود الشحنة، يجب أن يكون n عدداً صحيحاً بدون كسور.

الفكرة (3): مسائل البروتونات (Np) والإلكترونات (Ne) معاً

$$q = (Np - Ne) \cdot e$$

الحالة (2): المطلوب حساب عدد الإلكترونات (Ne) أو البروتونات (Np) كمجهول.

## تنبيه

في هذه الحالة يجب تعويض الشحنة (q) بإشارتها الجبرية (+ أو -) لأنها تدل علي الفقد او الاكتساب.

## أسئلة تدريبية — القسم الأول

1. أي مما يلي صحيح بالنسبة إلى الموصلات غير المشحونة (المتعادلة)؟

Ⓐ لا تحتوي على بروتونات Ⓑ لا تحتوي على إلكترونات

Ⓒ لا تحتوي على بروتونات أو إلكترونات Ⓓ تحتوي على عدد متساو من البروتونات والإلكترونات

2. تتمثل إحدى طرق شحن معدن متعادل بشحنة سالبة في:

Ⓐ إزالة بعض الإلكترونات Ⓑ قطع جزء من المعدن

Ⓒ إضافة بعض الإلكترونات Ⓓ إضافة بعض الذرات المتعادلة

3. قضيب من الألومنيوم أصبح موجب الشحنة. كيف حدث ذلك؟

Ⓐ إزالة (فقد) بعض الإلكترونات Ⓑ قطع جزء من المعدن

Ⓒ إضافة بعض الإلكترونات Ⓓ إضافة بعض الذرات المتعادلة

4. ما شحنة جسيم ألفا الذي يتكون من (2p + 2n) ؟

Ⓐ +4e Ⓑ 0 Ⓒ +2e Ⓓ  $1.602 \times 10^{-19}C$ 

اينشتاين في الفيزياء

استاذ عبدالرحمن عصام عيد

## الوحدة الاولى القوى الكهروستاتيكية

القسم الثاني: حساب الشحنة من البروتونات والإلكترونات —  $q = (N_p - N_e)e$

5. ما شحنة الذرة التي تحتوي على 6 بروتونات و 8 إلكترونات؟

- A  $+1.6 \times 10^{-18} C$  B  $-3.2 \times 10^{-19} C$  C  $+1.28 \times 10^{-18} C$  D  $+1.6 \times 10^{18} C$

6. يحتوي جسيم مشحون على  $3 \times 10^9$  بروتون و  $5 \times 10^9$  إلكترون، ما شحنة هذا الجسيم؟

- A  $+3.2 \times 10^{-10} C$  B  $3.2 \times 10^{-10} C$  C  $+5.6 \times 10^{-14} C$  D  $5.6 \times 10^{-14} C$

7. تحتوي قطعة من المعدن شحنتها  $(6.4 C -)$  على  $2.0 \times 10^{20}$  بروتون. ما عدد الإلكترونات في هذه القطعة؟

- A إلكترون  $1.6 \times 10^{20}$  B إلكترون  $2.0 \times 10^{20}$  C إلكترون  $2.4 \times 10^{20}$  D إلكترون  $4.0 \times 10^{19}$

القسم الثالث: مفهوم كمية الشحنة وتحديد الشحنات الممكنة

8. ما المقصود بـ «الشحنة كممة»؟

- A لا تُفنى الشحنات أو تُستحدث  
B تظهر الشحنة كمضاعف صحيح لشحنة صغيرة  
C تتكون الشحنات من نوعين  
D تظهر الشحنة عند فقدان الإلكترون فقط

9. أي من هذه الكميات تمثل شحنة سالبة حقيقية (ممكّمة)؟

- A  $1.6e$  B  $3e$  C  $+1.5e$  D  $+5e$

10. أي من القيم الآتية لا يمكن أن تكون شحنة لجسم ما؟

- A  $1.5 C$  B  $3.2 \times 10^{-18} C$  C  $1.6 \times 10^{-17} C$  D  $1.6 \times 10^{-20} C$

11. أي من الكميات الآتية لا يمكن أن تكون شحنة لجسم ما؟

- A  $1.6 \times 10^{+3} C$  B  $4.0 \times 10^{-19} C$  C  $1.6 \times 10^{-18} C$  D  $3.2 \times 10^{-19} C$

القسم الرابع: مسائل حساب عدد الإلكترونات والشحنة —  $q = \pm n \cdot e$

12. ما شحنة جسيم فقد  $3.5 \times 10^5$  إلكترون؟

- A  $+3.2 \times 10^{-14} C$  B  $3.2 \times 10^{-14} C$  C  $+5.6 \times 10^{-14} C$  D  $5.6 \times 10^{-14} C$

13. يُشحن قضيب زجاجي عن طريق ذلك بحيث أُزيل منه  $13 \times 10^{10}$  إلكترون. ما الشحنة المتولدة على القضيب؟

- A  $-20.8 nC$  B  $-6.40 nC$  C  $+8.12 nC$  D  $+20.8 nC$

14. ما عدد الإلكترونات التي أُزيلت من الكبروسكوب موجب الشحنة إذا كانت الشحنة الكلية له  $75.2 pC$  ؟

- A  $7.5 \times 10^{11}$  إلكترون B  $2.5 \times 10^7$  إلكترون C  $1.2 \times 10^8$  إلكترون D  $4.7 \times 10^8$  إلكترون

15. ما عدد الإلكترونات اللازمة لتكوين شحنة مقدارها  $(-2.00 \text{ C})$  ؟

- إلكترون  $3.2 \times 10^{-19}$  @ إلكترون  $1.6 \times 10^{-19}$  @ إلكترون  $1.25 \times 10^{19}$  @ إلكترون 2 @

16. تم شحن كرة موصلة متعادلة بشحنة  $+8.32 \mu\text{C}$  أي من الآتي صواب عن الكرة؟

- اكتسبت  $5.20 \times 10^{13}$  بروتون @  
فقدت  $8.32 \times 10^6$  إلكترون @  
فقدت  $5.20 \times 10^{13}$  إلكترون @  
اكتسبت  $32 \times 10^6.8$  بروتون @

القسم الخامس: قانون حفظ الشحنة والتوصيل (التلامس)

17. عندما يُفرك جسمان متعاذل ان معاً، يكتسب الأول شحنة  $(3e^-)$ . أي العبارات الآتية صواب عن الجسم الثاني؟

- يكتسب  $3e$  ويُشحن بموجب @  
يكتسب  $3e$  ويُشحن بسالب @  
يفقد  $3e$  ويُشحن بموجب @  
يفقد  $3e$  ويُشحن بسالب @

18. كرة زرقاء شحنتها الابتدائية  $+6.4 \times 10^{-8} \text{ C}$  لامست كرة حمراء متعادلة. بعد فصل الكرتين، أصبحت شحنة الكرة الحمراء  $+2.6 \times 10^{-8} \text{ C}$ . فما شحنة الكرة الزرقاء؟

- +  $3.8 \times 10^{-8} \text{ C}$  @ 0 C @  $-6.4 \times 10^{-8} \text{ C}$  @  $-3.8 \times 10^{-8} \text{ C}$  @

19. كرة معدنية (X) شحنتها الابتدائية  $-6 \times 10^{-6} \text{ C}$  ، وكرة متطابقة (Y) شحنتها الابتدائية  $+2 \times 10^{-6} \text{ C}$  تلامست الكرتان ثم انفصلتا، ما الشحنة النهائية على الكرة (X)؟

- 0 C @  $-2 \times 10^{-6} \text{ C}$  @  $-4 \times 10^{-6} \text{ C}$  @  $-6 \times 10^{-6} \text{ C}$  @

20. كرتان موصلتان متماثلتان لهما نفس مساحة السطح؛ شحنة الكرة (A) تساوي  $+4.50 \mu\text{C}$ ، والكرة (B) لها شحنة  $-2.40 \mu\text{C}$ . تلامست الكرتان ثم قُصّلتا، ما الشحنة النهائية على الكرة (A)؟

- $1.05 \mu\text{C}$  @  $6.90 \mu\text{C}$  @  $3.45 \mu\text{C}$  @  $2.10 \mu\text{C}$  @

القسم السادس: تغير شحنة المادة وحساب الإلكترونات المنتقلة (الفقد والاكتساب)

21. تتغير شحنة مادة من  $-5.0 \times 10^8 \text{ C}$  إلى  $+3.0 \times 10^9 \text{ C}$ ، ما الذي حدث للمادة؟

- فقدت  $10^{10} \times 1.25$  إلكترونات @  
اكتسبت  $10^{10} \times 1.25$  إلكترونات @  
فقدت  $10^{10} \times 5.00$  إلكترونات @  
اكتسبت  $10^{10} \times 5.00$  إلكترونات @

اينشتاين في الفيزياء  
استاذ عبدالرحمن عصام عيد

22. تغيرت شحنة مادة من  $4.8 \times 10^{-9} \text{ C}$  إلى  $3.2 \times 10^{-9} \text{ C}$  ما الذي حدث للمادة؟

- إلكترونات  $5.00 \times 10^{10}$  اكتسبت Ⓐ  
إلكترونات  $5.00 \times 10^{10}$  فقدت Ⓑ  
إلكترونات  $1.00 \times 10^{10}$  اكتسبت Ⓒ  
إلكترونات  $1.00 \times 10^{10}$  فقدت Ⓓ

23. تغيرت شحنة كرة فلزية من  $2.4 \mu\text{C}$  إلى  $-5.6 \mu\text{C}$ ، ما الذي حدث للكرة؟

- إلكترونات  $5.00 \times 10^{13}$  فقدت Ⓑ  
إلكترونات  $5.00 \times 10^{13}$  اكتسبت Ⓐ  
إلكترونات  $2.00 \times 10^{13}$  فقدت Ⓓ  
إلكترونات  $2.00 \times 10^{13}$  اكتسبت Ⓒ

24. تغيرت شحنة موصل معزول من  $9.6 \times 10^{-9} \text{ C}$  إلى  $4.8 \times 10^{-9} \text{ C}$  ما الذي حدث للموصل؟

- إلكترونات  $3.00 \times 10^{10}$  فقدت Ⓑ  
إلكترونات  $3.00 \times 10^{10}$  اكتسبت Ⓐ  
إلكترونات  $6.00 \times 10^{10}$  فقدت Ⓓ  
إلكترونات  $6.00 \times 10^{10}$  اكتسبت Ⓒ

25. عند ملاصقة كرة فلزية مشحونة بشحنة موجبة مع كرة مماثلة متعادلة كهربائياً، فإن الإلكترونات الحرة تتحرك:

- من الكرة المتعادلة إلى الكرة الموجبة Ⓐ  
من الكرة الموجبة إلى الكرة المتعادلة Ⓑ  
لا تنتقل إلى إلكترونات Ⓒ  
تنتقل إلى بروتونات من الموجبة إلى المتعادلة Ⓓ

26. عند تلامس موصل مشحون بشحنة سالبة مع موصل متماثل غير مشحون (متعاد)، فإن الموصل المتعاد:

- يكتسب إلكترونات ويشحّن بـ سالب Ⓐ  
يفقد إلكترونات ويشحّن بـ موجب Ⓑ  
يكتسب بروتونات ويشحّن بـ موجب Ⓒ  
يفقد بروتونات ويشحّن بـ سالب Ⓓ

27. كرتان متماثلتان تحمل الأولى شحنة  $8 \mu\text{C}$  والثانية  $2 \mu\text{C}$  عند تلامسهما فإن اتجاه حركة الإلكترونات يكون:

- من الكرة ذات الشحنة  $2 \mu\text{C}$  إلى ذات  $8 \mu\text{C}$  Ⓐ  
من الكرة ذات الشحنة  $8 \mu\text{C}$  إلى ذات  $2 \mu\text{C}$  Ⓑ  
لا تنتقل شحنات لتماثل الإشارة Ⓒ  
تنتقل إلى بروتونات من  $8 \mu\text{C}$  إلى  $2 \mu\text{C}$  Ⓓ

28. كرتان متطابقتان (A) شحنتها  $10 \text{ nC}$  و (B) شحنتها  $4 \text{ nC}$ ، بعد تلامسهما وانفصالهما، أي العبارات الآتية صحيحة؟

- تفقد الكرة (A) إلكترونات وتصبح شحنتها  $7 \text{ nC}$  Ⓐ  
تكتسب الكرة (A) إلكترونات وتصبح شحنتها  $7 \text{ nC}$  Ⓑ  
تفقد الكرة (B) إلكترونات وتصبح شحنتها  $7 \text{ nC}$  Ⓒ  
تصبح شحنة كل منهما  $14 \text{ nC}$  Ⓓ

29. كرتان موصلتان متماثلتان شحنة الأولى  $6 \mu\text{C}$  وشحنة الثانية  $-6 \mu\text{C}$ ، بعد تلامسهما تكون الشحنة النهائية لكل كرة:

- $0 \text{ C}$  Ⓐ  
 $+6 \mu\text{C}$  Ⓑ  
 $-6 \mu\text{C}$  Ⓒ  
 $+3 \mu\text{C}$  Ⓓ

استاذ عبدالرحمن عصام عيد

30. كرتان متماثلتان شحنة الأولى ( $A = +5 \text{ nC}$ ) وشحنة الثانية ( $B = -3 \text{ nC}$ )، بعد تلامسهما فإن عدد الإلكترونات المنتقلة واتجاهها هو:

- Ⓐ  $2.5 \times 10^{10}$  إلكترون من B إلى A Ⓑ  $2.5 \times 10^{10}$  إلكترون من A إلى B  
Ⓒ  $1.25 \times 10^{10}$  إلكترون من B إلى A Ⓓ  $1.25 \times 10^{10}$  إلكترون من A إلى B

### الشحنة الكلية لأنظمة من الجسيمات

1. أي من الأنظمة التالية له أكبر شحنة سالبة؟

- Ⓐ إلكترونان Ⓑ 3 إلكترونات وبروتون Ⓒ 5 إلكترونات و 5 بروتونات Ⓓ N إلكترونات و ( $N - 3$ ) بروتونات Ⓔ إلكترون واحد

2. أي من الأنظمة التالية يمتلك أكبر شحنة موجبة؟

- Ⓐ أربعة بروتونات وإلكترونان Ⓑ جسيما ألفا ( $2\alpha$ ) وإلكترون واحد  
Ⓒ N بروتونات و ( $N - 4$ ) إلكترونات Ⓓ سبعة بروتونات وسبعة إلكترونات

3. أي من الأنظمة التالية يكون متعادلاً كهربائياً ( $q = 0$ )؟

- Ⓐ جسيم ألفا وإلكترونان Ⓑ ثلاثة بروتونات وإلكترون واحد  
Ⓒ ( $N + 2$ ) بروتونات و N إلكترونات Ⓓ أربعة إلكترونات وبروتونان

4. نظام ذري يتكون من ( $2N + 1$ ) بروتونات و ( $2N + 5$ ) إلكترونات. تكون الشحنة الكلية لهذا النظام مساوية لـ:

- Ⓐ  $4e^-$  Ⓑ  $4e^+$  Ⓒ  $6e^-$  Ⓓ  $2e^+$

اينشتاين في الفيزياء  
استاذ عبدالرحمن عصام عيد

فكرة امتحان وزارى — إعادة توزيع الشحنة بين كرتين

كرتان فلزيتان معزولتان ومتماثلتان في الحجم والشكل (A) و (B):

تحمل الكرة (A) شحنة مقدارها:  $q_A = -8 \mu C$

تحمل الكرة (B) شحنة مقدارها:  $q_B = -2 \mu C$

تم توصيل الكرتين معاً بواسطة سلك موصل، وانتظرنا حتى الوصول إلى الاتزان الكهروستاتيكي، ثم قُطِل السلك.

### المطلوب:

1. حدّد اتجاه حركة الإلكترونات بين الكرتين مع توضيح السبب.
2. احسب الشحنة النهائية على كل كرة.
3. احسب مقدار الشحنة التي انتقلت، وعدد الإلكترونات المنتقلة.

### الحل:

#### ① اتجاه حركة الإلكترونات:

◆ شحنة الكرة (A) تساوي  $-8 \mu C$

◆ شحنة الكرة (B) تساوي  $-2 \mu C$

بما أن الكرة (A) أكثر سالبة، فهذا يعني أن لديها أكبر عدد من الإلكترونات؛ لذلك عند توصيل الكرتين بالسلك تتحرك الإلكترونات الحرة في الاتجاه  $A \rightarrow B$

#### ② الشحنة النهائية على كل كرة:

1. حساب الشحنة الكلية للنظام (حفظ الشحنة):

$$Q_{total} = q_A + q_B = -8 + (-2) = -10 \mu C$$

2. توزيع الشحنة بالتساوي (نظراً لتماثل الكرتين):

$$q'_A = q'_B = \frac{10}{2} = 5 \mu C$$

#### النتيجة بعد الاتزان

شحنة الكرة (A) أصبحت  $-5 \mu C$

شحنة الكرة (B) أصبحت  $-5 \mu C$

#### ③ مقدار الشحنة وعدد الإلكترونات المنتقلة:

1. مقدار الشحنة المفقودة أو المكتسبة ( $\Delta q$ ):

تغيرت شحنة الكرة (A) من  $-8 \mu C$  إلى  $-5 \mu C$ ، وبالتالي يكون مقدار الشحنة المفقودة:

$$\Delta q = |-5 - (-8)| = 3 \mu C = 3 \times 10^{-6} C$$

وهي نفس كمية الشحنة التي اكتسبتها الكرة B.

عدد الإلكترونات المنتقلة (n):

علماً شحنة الإلكترون الأساسية  $e = 1.6 \times 10^{-19} C$

$$n = \frac{\Delta q}{e} = \frac{3 \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.875 \times 10^{13}$$

(العدد بوحدة إلكترون)

### خلاصة

الكرة (A) تفقد إلكترونات → تصبح أقل سالبة.

الكرة (B) تكتسب إلكترونات → تصبح أكثر سالبة.

انفشتاين في الفيزياء  
استاذ عبدالرحمن عصام عيد

حساب الشحنة الكهربائية من الكتلة

الخطوات الأساسية الثابتة

الخطوة (1): حساب عدد الذرات ( $N_{atom}$ )

$$N_{atom} = \left(\frac{m}{M}\right) \times N_{Avo}$$

حيث:  $N_{Avo}$  هو عدد أفوجادرو ( $6.022 \times 10^{23} \text{ atom/mol}$ )

الخطوة (2): حساب عدد الإلكترونات الكلية ( $N_{total}$ )

$$N_{total} = N_{atom} \times Z$$

حيث  $Z$  هو العدد الذري.

حالات المسائل

| الحالة (1):<br>الشحنة معطاة والمطلوب حساب النسبة (rate)                   | الحالة (2):<br>النسبة معطاة والمطلوب حساب الشحنة (q)                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. حساب عدد الإلكترونات المنقولة (n):<br>$n = \frac{ q }{e}$              | 1. حساب عدد الإلكترونات المنقولة (n):<br>$rate = \frac{n}{N_{total}} \Rightarrow n = rate \times N_{total}$ |
| 2. حساب نسبة الإلكترونات المنقولة (rate):<br>$rate = \frac{n}{N_{total}}$ | 2. حساب الشحنة (q):<br>$q = n \times e$                                                                     |

ملاحظات هامة جداً

1. في حال كانت الكتلة غير معطاة ومُعطى الكثافة ( $\rho$ ) والحجم ( $Vol$ ):  $\rho = m/Vol \Rightarrow m = \rho \times Vol$

2. مطابقة الوحدات: يجب أن تكون الكتلة ( $m$ ) والكتلة المولية ( $M$ ) بنفس وحدة القياس (كلاهما بوحدة  $g$  أو كلاهما بوحدة  $kg$ ).

مثال 1.1 الشحنة الكلية (قالب الحديد) كتاب المدرسة

قالب حديدي كتلته  $m = 3.25 \text{ kg}$  يراد شحنه بشحنة موجبة مقدارها  $q = +0.010 \text{ C}$ .  
**المطلوب:** احسب النسبة بين عدد الإلكترونات المنزوعة وإجمالي عدد الإلكترونات الكلية في قالب.  
(علماً بأن:  $Z = 26$ ، والكتلة المولية للحديد  $M = 0.056 \text{ kg/mol}$ )

خطوات الحل:

حساب إجمالي عدد ذرات الحديد في قالب ( $N_{atom}$ ):

$$N_{atom} = \left(\frac{m}{M}\right) \times N_A$$

$$N_{atom} = \left(\frac{3.25 \text{ kg}}{0.056 \text{ kg/mol}}\right) \times (6.022 \times 10^{23})$$

$$N_{atom} = 58.036 \times (6.022 \times 10^{23}) = 3.495 \times 10^{25} \text{ ذرة}$$

حساب إجمالي عدد الإلكترونات الكلية في قالب ( $N_{total}$ ):

$$N_{total} = N_{atom} \times Z$$

$$N_{total} = (3.495 \times 10^{25}) \times 26 = 9.087 \times 10^{26} \text{ إلكترون}$$

حساب عدد الإلكترونات المنزوعة (n):

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

$$n = \frac{0.010 \text{ C}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 6.25 \times 10^{16} \text{ إلكترون}$$

حساب النسبة المطلوبة (rate):

$$\text{النسبة} = \frac{\text{عدد الإلكترونات المنزوعة (n)}}{\text{إجمالي عدد الإلكترونات (N_{total})}}$$

$$\text{النسبة} = \frac{6.25 \times 10^{16}}{9.087 \times 10^{26}} = 6.88 \times 10^{-11}$$

اينشتاين في الفيزياء

استاذ محمد الرحمن عصام عيد

## مسألة (4) | تطعيم السيليكون (أشبه الموصلات)

تم تطعيم عينة من السيليكون بذرات الفوسفور بنسبة (1 ذرة فوسفور لكل  $1.00 \times 10^6$  ذرة سيليكون)، حيث تمنح كل ذرة فوسفور إلكترونًا حراً واحداً.

**المعطيات:** كثافة السيليكون  $\rho = 2.33 \text{ g/cm}^3$ ، وكتلته المولية  $M = 28.09 \text{ g/mol}$ .

**المطلوب:** احسب عدد الإلكترونات الحرة (الموصلة) لكل وحدة حجم ( $1 \text{ cm}^3$ ) في السيليكون المطعم.

خطوات الحل التفصيلية (لوحة حجم  $V = 1 \text{ cm}^3$ )

حساب كتلة وعدد مولات السيليكون في  $1 \text{ cm}^3$ :

$$m = \rho \cdot V = 2.33 \text{ g/cm}^3 \times 1 \text{ cm}^3 = 2.33 \text{ g}$$

حساب عدد ذرات السيليكون ( $N_{\text{Si}}$ ):

$$(N_{\text{Si}}) = \frac{m}{M} \times N_A = \frac{2.33 \text{ g}}{28.09 \text{ g/mol}} \times (6.022 \times 10^{23}) = 4.995 \times 10^{22}$$

3. حساب عدد الإلكترونات الحرة الناتجة عن التطعيم: ( $n_e$ )

بما أن كل ذرة فوسفور تمنح إلكترونًا حراً واحداً بنسبة (1 لكل  $10^6$  ذرة سيليكون):

$$n_e = \frac{N_{\text{Si}}}{1.00 \times 10^6}$$

$$n_e = \frac{4.995 \times 10^{22}}{1.00 \times 10^6} = 4.995 \times 10^{16} \text{ إلكترون/سم}^3 \approx 5.00 \times 10^{16} \text{ إلكترون/سم}^3$$

## مسألة (5) | عملة الدرهم الإماراتي

عملة معدنية (درهم إماراتي) مصنوعة من سبيكة النحاس والنيكل كتلتها  $m = 6.1 \text{ g}$ :

(الكتلة المولية  $= 63.54 \text{ g/mol}$ ، والعدد الذري  $Z = 29$ )

**المطلوب:**

(a) ما عدد الإلكترونات التي يجب إزالتها لتترك شحنة موجبة مقدارها  $q = +1.0 \times 10^{-7} \text{ C}$  على العملة؟

(b) ما النسبة المئوية التي تمثلها هذه الإلكترونات من إجمالي عدد الإلكترونات في العملة؟



1. أُزيلت نسبة 0.5% من الإلكترونات من كرة حديدية كتلتها 110 mg.

ما الشحنة الكلية التي تكتسبها الكرة؟

(الحديد:  $M = 0.056 \text{ kg/mol} = 56 \text{ g/mol}$ ، والعدد الذري  $Z = 26$ )

- Ⓐ 2.2 C Ⓑ 3.5 C Ⓒ 1.5 C Ⓓ 24.6 C

2. إذا أردنا أن تكتسب كتلة من الحديد مقدارها 0.112 kg شحنة موجبة مقدارها 0.01 C،

ما نسبة الإلكترونات التي يجب إزالتها من إجمالي الإلكترونات؟

(الحديد:  $M = 0.056 \text{ kg/mol}$ ، والعدد الذري  $Z = 26$ )

- Ⓐ  $6.25 \times 10^{-16}$  Ⓑ  $1.20 \times 10^{-10}$  Ⓒ  $2.63 \times 10^{-10}$  Ⓓ  $2.00 \times 10^{-9}$

3. شحن قضيب من الألومنيوم بشحنة موجبة مقدارها  $2.60 \mu\text{C}$  نتيجة إزالة نسبته  $(2.00 \times 10^{-12})$  من إجمالي إلكتروناته الكلية، ما كتلة قضيب الألومنيوم؟

(الألومنيوم: الكتلة المولية  $M = 27.0 \text{ g/mol}$ ، والعدد الذري  $Z = 13$ ،  $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ )

- Ⓐ 14.0 g Ⓑ 28.0 g Ⓒ 56.0 g Ⓓ 81.0 g