

قناة لحظات فيزيائية

الصف 12 متقدم

الدرس	الرابط
التيار الكهربائي	https://www.youtube.com/watch?v=A0FQmqOLh-A
كثافة التيار الكهربائي	https://www.youtube.com/watch?v=WsvUC33q6KM



Electric Current

5.1 التيار الكهربائي

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

Chapter 5: Current and Resistance – التيار والمقاومة

5.1 Electric Current – التيار الكهربائي

5.2 Current Density - كثافة التيار

المطلوب: تعريف كثافة التيار والمعادلتان 5.3 – 5.4 ص: 119 p: (5.3) and (5.4) Required: Definition of current density and equations

إثرائي: المحتوى المتبقي من القسم – The remaining part of the section For Enrichment:

5.3 Resistivity and Resistance – المقاومة النوعية والمقاومة

(For Enrichment: Size Convention for Wires – Resistor Codes - Temperature Dependence and Superconductivity-Microscopic Basis of Conduction in Solids p: 123-125

إثرائي: الأبعاد المتفق عليها للأسلاك – رموز المقاوم – درجة الحرارة والموصلية الفائقة – الأساس المجهرى للتوصيل في المواد الصلبة ص: 123-125) =

5.4 Electromotive Force and Ohm's Law – القوة الدافعة الكهربائية وقانون أوم

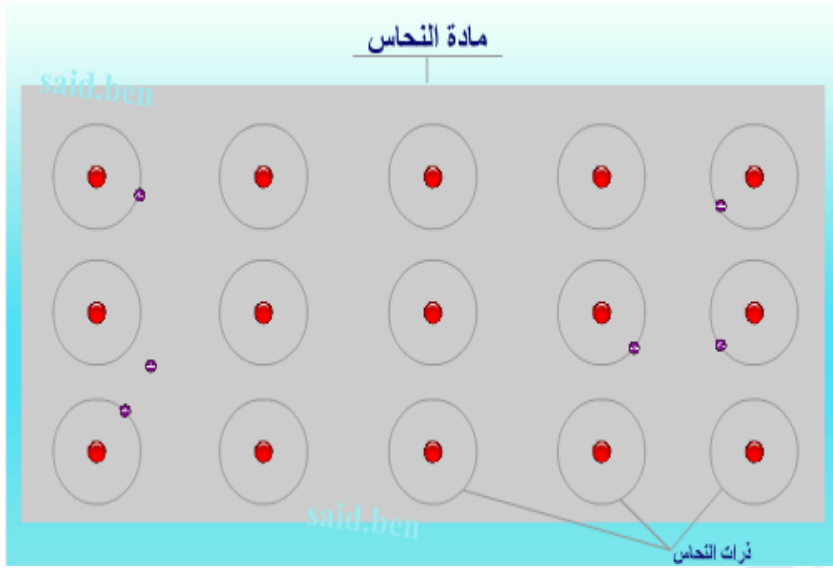
5.5 Resistors in Series – توصيل المقاومات على التوالي (إثرائي: مقاوم ذو مقطع عرضي غير ثابت ص: 129-130 p: For Enrichment: Resistor with a Nonconstant Cross Section)

5.6 Resistors in Parallel – توصيل المقاومات على التوازي

5.7 Energy and Power in Electric Circuits – الطاقة والقدرة في الدوائر الكهربائية

(إثرائي: نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد ص: 135-137 p: For Enrichment: High-Voltage Direct Current Power Transmission)

5.8 Diodes: One-Way Streets in Circuits (إثرائي – For Enrichment)



المواد الموصلة تحتوي علي الكترونات حرة مثل النحاس

Conductive materials contain free electrons such as copper

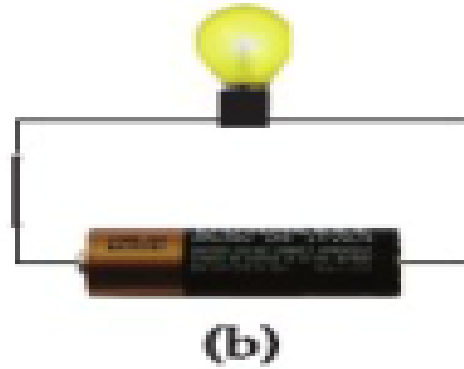
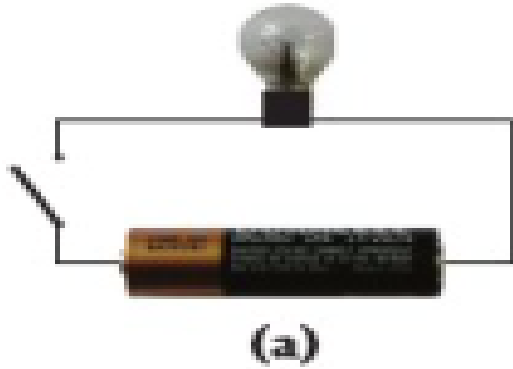
لا تمثل حركة الإلكترونات العشوائية في الموصل تيارًا .

The random movement of electrons in a conductor does not represent a current.

لأنها تتحرك بعشوائية في جميع الإتجاهات لذا تكون محصلة حركتها العشوائية صفر

Because it moves randomly in all directions, so the result of its random movement is zero

What does an electric circuit consist of?



The electrical circuit consists of

A battery provides a voltage difference to the circuit

A light bulb converts electrical energy into light energy connecting wires

A switch that controls the closing and opening of a circuit

مما تتكون الدائرة الكهربائية؟

تتكون الدائرة الكهربائية من

بطاريه توفر فرق جهد للدائرة

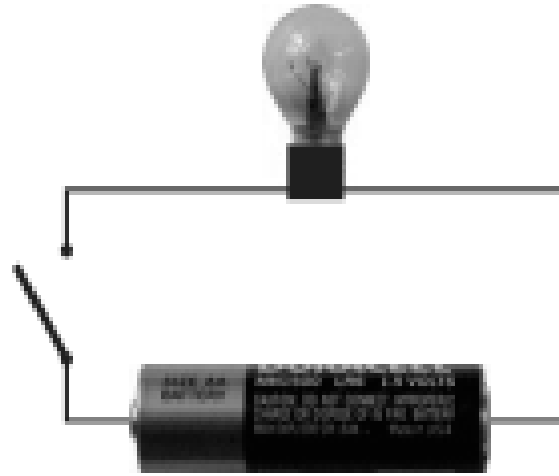
ومصباح كهربائي يحول الطاقة

الكهربائية الى طاقة ضوئية

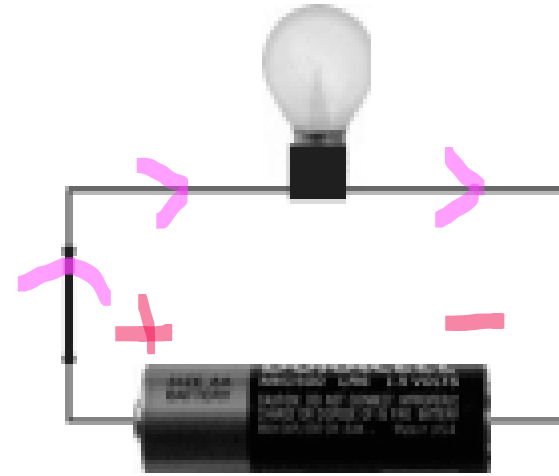
اسلاك توصيل

مفتاح يتحكم في غلق وفتح الدائرة

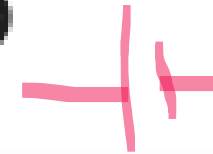
ماذا يمثل هذا الشكل ؟ ومما يتكون ؟



(a)



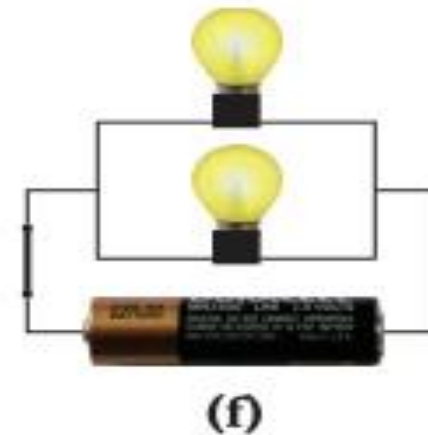
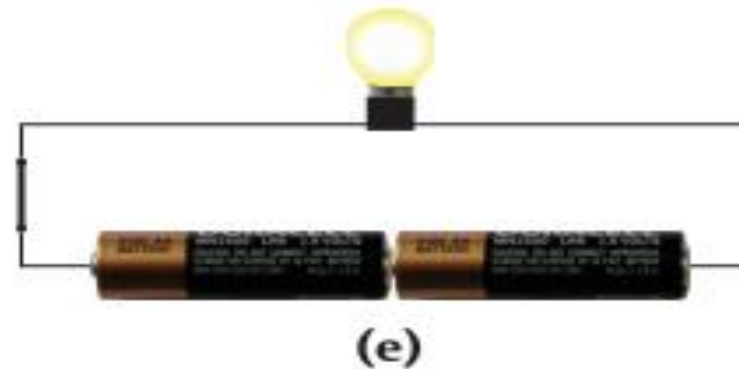
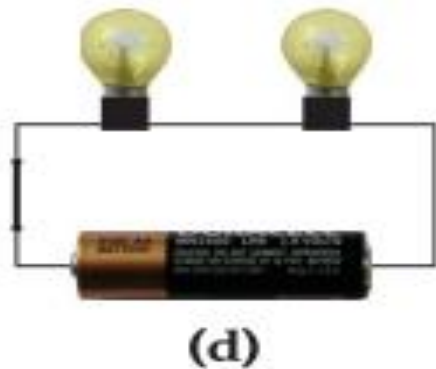
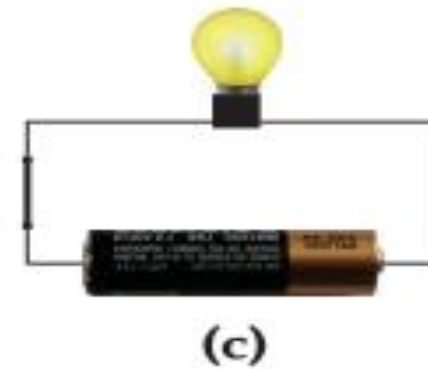
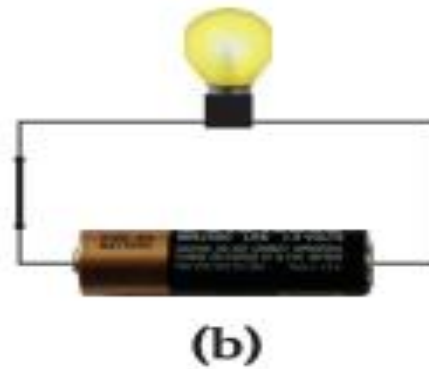
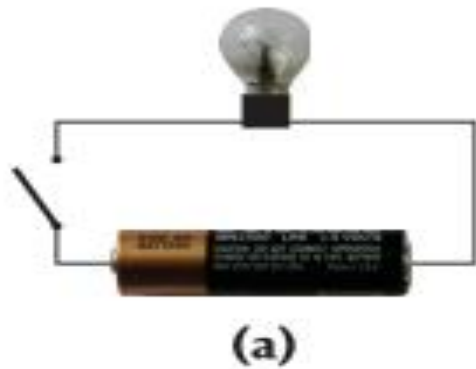
(b)



يرجع تأثير الكهرباء المغيّر للعالم إلى خصائص الشحنات المتحركة أو التيار الكهربائي. تعتمد جميع الأجهزة الكهربائية في تشغيلها على أحد أنواع التيار.

Explain the following shapes

اشرح الاشكال التاليه



الشكل 5.2 تجارب باستخدام البطاريات والمصابيح الضوئية.



(a)



(b)



(c)

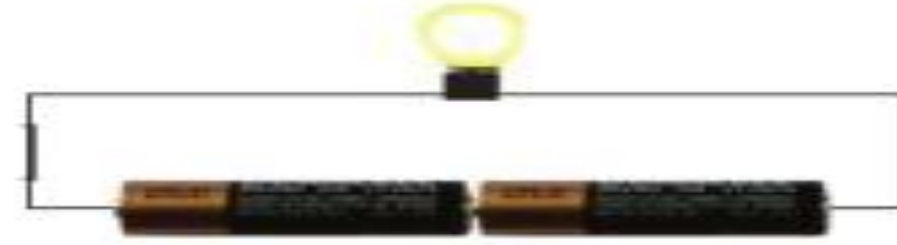
في الشكل a لا يضيء المصباح لأن المفتاح مفتوح فلا يمر تيار كهربائي

في الشكل b يضيء المصباح لتدفق التيار الكهربائي عبر الدائرة

في الشكل c يتبدل اتجاه البطارية فلا يؤثر ذلك على مرور التيار



(d)



(e)



(f)

في الشكل d عند توصيل المصباحين علي التوالي فتزداد المقاومة الكليه ويقل التيار الكلي ويقل فرق الجهد بين طرفي كل مصباح ويقل سطوع المصباح عن الحالة c

في الشكل e عند توصيل بطاريتين علي التوالي فيزداد فرق الجهد الكلي فيزداد سطوع المصباح عن الحالة c

في الشكل f عند توصيل مصباحين علي التوازي فإن سطوع المصباح مماثل سطوع المصباح عن الحالة c

$$q_e = -1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

الشحنة الكهربائية

تقاس الشحنة بوحدة الكولوم ($1 \text{ C} = 1 \text{ A.s}$)

كيف يمكن حساب شحنة جسم؟

$$q = N_e \times e$$

يمكن حساب شحنة جسم من علاقه

حيث q رمز الشحنة و N_e عدد الإلكترونات و e شحنة الإلكترون

How many electrons does it take to make 1.00 C of charge?

- a) 1.60×10^{19}
- b) 6.60×10^{19}
- c) 3.20×10^{16}
- d) 6.24×10^{18}
- e) 6.66×10^{17}

مراجعة المفاهيم 1.1

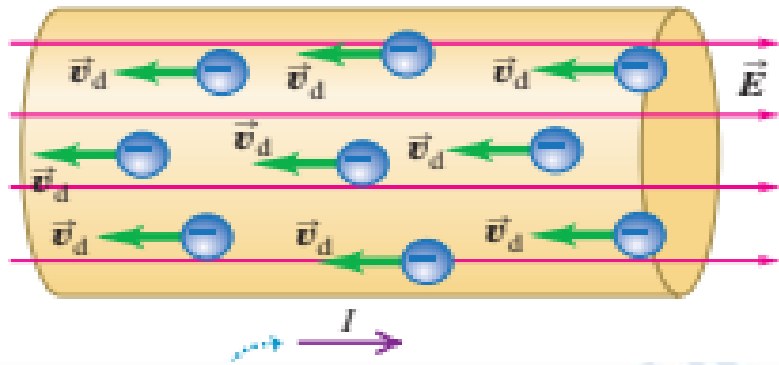
كم عدد الإلكترونات اللازمة لإنتاج شحنة مقدارها 1.00 C؟

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| $6.24 \cdot 10^{18}$ (d) | $1.60 \cdot 10^{19}$ (a) |
| $6.66 \cdot 10^{17}$ (e) | $6.60 \cdot 10^{19}$ (b) |
| | $3.20 \cdot 10^{16}$ (c) |

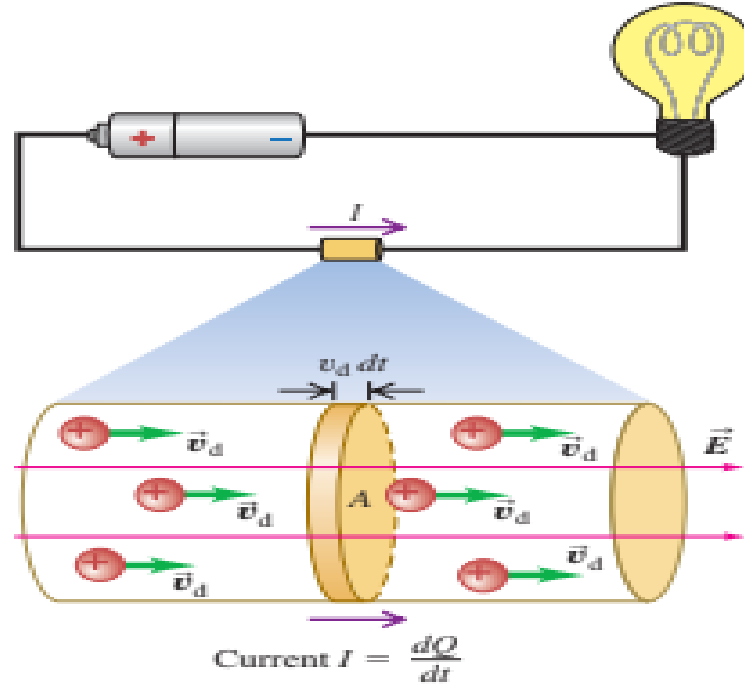
$$N = \pm \frac{q}{e} = \frac{1.00}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.24 \times 10^{18} e$$

Conventional current and electronic current:

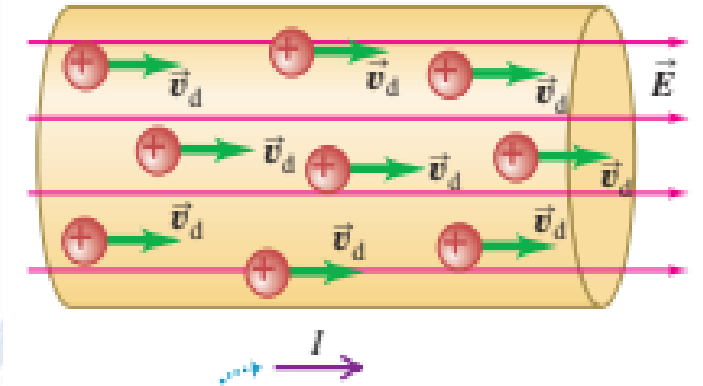
التيار الاصطلاحي والتيار الإلكتروني :



التيار الإلكتروني



التيار الكهربائي



التيار الاصطلاحي

conventional electric current:

التيار الاصطلاحي :

يُعرف باسم التيار الموجب وهو تيار يتدفق من الطرف الموجب إلى الطرف السالب خارج البطارية

It is known as positive current and is a current that flows from the positive terminal to the negative terminal outside the battery

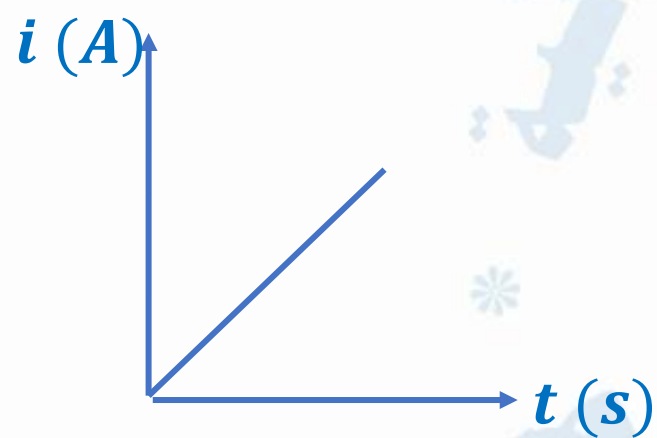
التيار الكهربائي : الشحنة الكلية المارة عبر مقطع من الموصل في زمن محدد مقسوماً على هذا الزمن

electric current :

It is the total charge passing through a specific point in a specific time divided by this time

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$$

$i = \frac{q}{t} = \frac{dq}{dt}$: $q = ne$: وحدة القياس : A الأمبير ثانية / C كوارم A الأمبير



لحساب كمية الشحنة عبر مقطع من الموصل في زمن t :

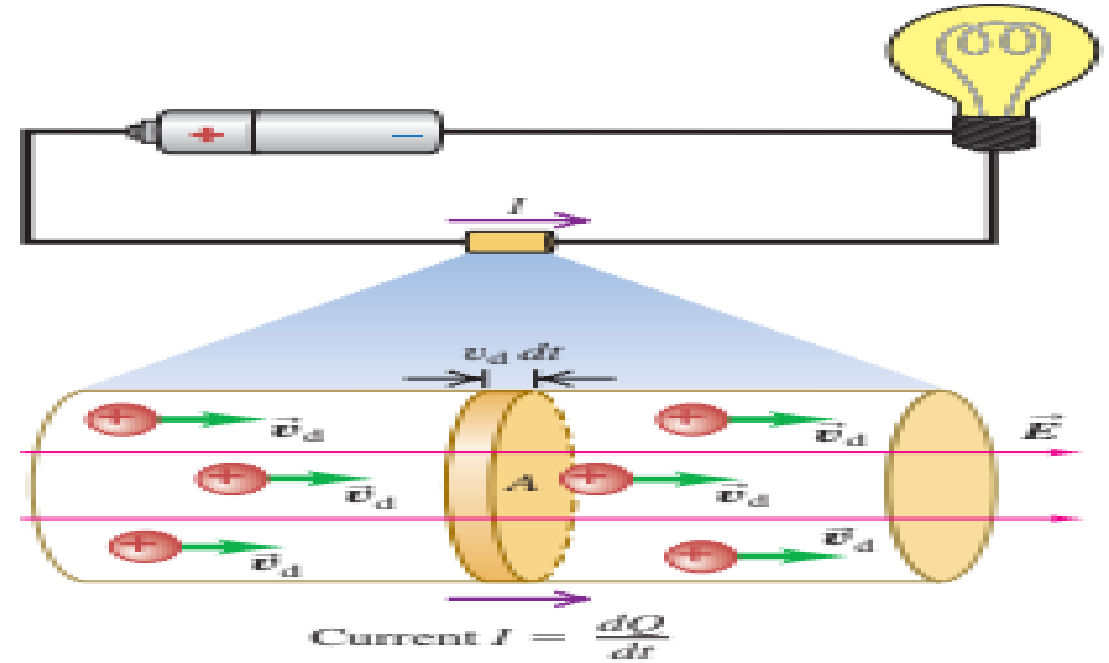
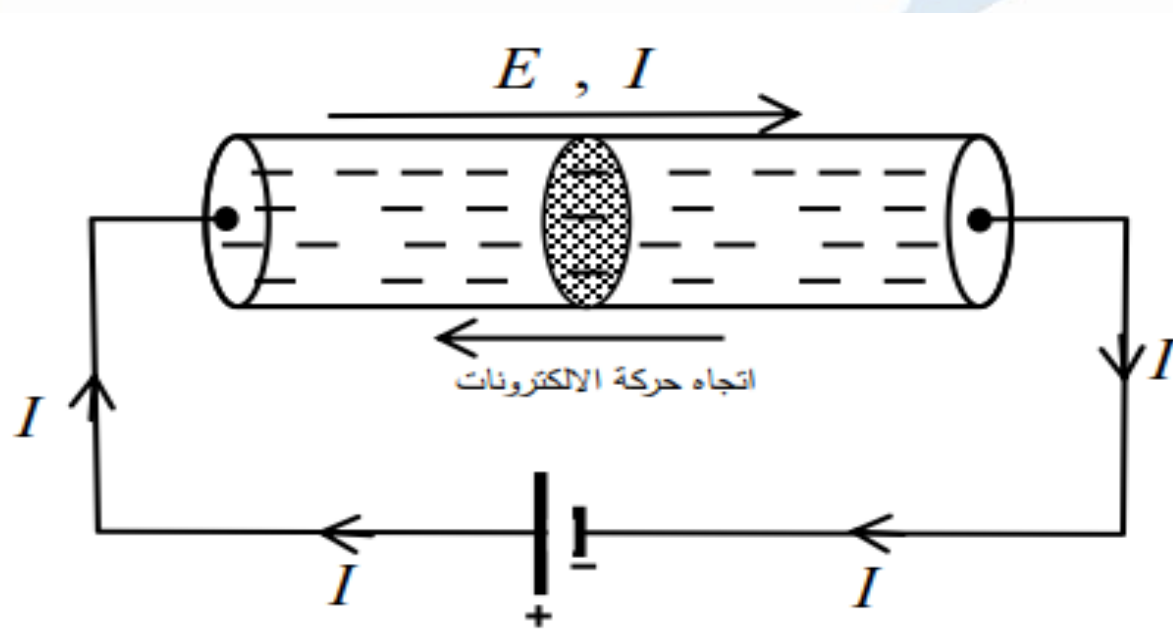
$$q = i t = \int_0^t i dt$$

علل / لا تمثل حركة الإلكترونات العشوائية في الموصل تياراً على الرغم من أن كمية من الشحنة تتجاوز نقطة محددة

■ لأنها تتحرك بعشوائية في كل الاتجاهات، ولهذا لا يوجد تدفق محصل لحركة الشحنات في أي من الاتجاهات وبالتالي لا يوجد تيار.

Remedial current: It is a current flowing from the positive terminal to the negative terminal

التيار الإصلاحية :- هو تيار متدفق من الطرف الموجب الي الطرف السالب



تتدفق شحنة مقدارها (9 C) خلال (4.5 s) من مقطع عرضي في سلك نيكروم

$$I = \frac{q}{t} = \frac{9}{4.5} = 2A$$

A wire carrying a charge of 20 C in 2 s Calculate the electric current

سلك يمر به شحنة 20C في زمن 2s احسب شدة التيار الكهربائي

$$q = 20C \text{ الشحنة}$$

$$t = 2S \text{ الزمن}$$

$$I = ? \text{ شدة التيار}$$

$$I = \frac{q}{t} \text{ شدة التيار}$$

$$I = \frac{20}{2} = 10A \text{ شدة التيار}$$

An electric current of 2A passes through. Calculate the number of electrons passing through the conductor after 15s

يمر تيار كهربائي شدة 2A احسب عدد الإلكترونات التي تمر في الموصل بعد 15s

$$i = \frac{q}{t}$$

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

$$n = \frac{2 \times 15}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.87 \times 10^{20}$$

An electric current passes, the intensity changes with time. Calculate the charge during the time period from 2s to 5s

يمر تيار كهربائي تتغير شدة بالنسبة للزمن احسب الشحنة خلال الفترة الزمنية من 2s الي 5s

$$i = 3t^2 - 2t$$

$$q = \int_{t_i}^{t_f} i dt$$

$$q = \int_2^5 3t^2 - 2t = 96c$$

If the equation for charge with respect to time is

$$q = t^4 + 2t^2 - 5t$$

إذا كانت معادلة الشحنة بالنسبة للزمن هي

What is the value of the electric current?

ماهي قيمة التيار الكهربائي ؟

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(t^4 + 2t^2 - 5t)$$

$$i = 4t^3 + 4t - 5$$

افرض أن تدفق الشحنات يتغير مع الزمن بالنسبة للاقتراح $q = 3t^3 - 2t + 4$ ، حيث إن وحدة q هي الكولوم C، وإن الزمن بوحدة الثواني s. إن التيار اللحظي عند $t = 5.0$ s يساوي A

$$q = 3t^3 - 2t + 4$$

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(3t^3 - 2t + 4)$$

$$i = 9t^2 - 2$$

$$i = 9(5)^2 - 2 = 223A$$

يَتَدَفَّقُ 5.5×10^{22} شحنةٌ عَبْرَ سِلْكِ المِرْوَحَةِ الكَهْرَبَائِيَّةِ خِلَالَ سَاعَتَيْنِ. مَا التِّيَّارُ الكَهْرَبَائِيُّ المَارُّ فِي سِلْكِ المِرْوَحَةِ؟



يُعْطَى التِّيَّارُ الكَهْرَبَائِيُّ بِالْمُعَادَلَةِ:

$$i = \frac{q}{\Delta t}$$

حَيْثُ يُقَاسُ الزَّمَنُ بِالثَّوَانِي.

يَتِمُّ حِسَابُ الشُّحْنَةِ الكَهْرَبَائِيَّةِ بِاسْتِخْدَامِ الْمُعَادَلَةِ:

$$q = Ne$$

$$i = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t}$$

$$i = \frac{ne}{t} = \frac{5.5 \times 10^{22} \times 1.6 \times 10^{-19}}{2 \times 60 \times 60} = 1.2A$$

في ذرة الهيدروجين، افترض أن الإلكترون في أدنى مستوى للطاقة، ويدور حول النواة بسرعة $2.0 \times 10^6 \text{ m/s}$. افترض أيضًا أن حركة الإلكترون دائرية. تساوي المسافة بين النواة والإلكترون

53 pm. إذا، يساوي التيار الكهربائي لهذا الإلكترون $9.6 \times 10^{-4} \text{ A}$.

يُكمل الإلكترون دورة كاملة في محيط المدار، وتساوي $2\pi r$ خلال فترة زمنية T . لذلك، تصبح السرعة:

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

يصبح التيار الكهربائي:

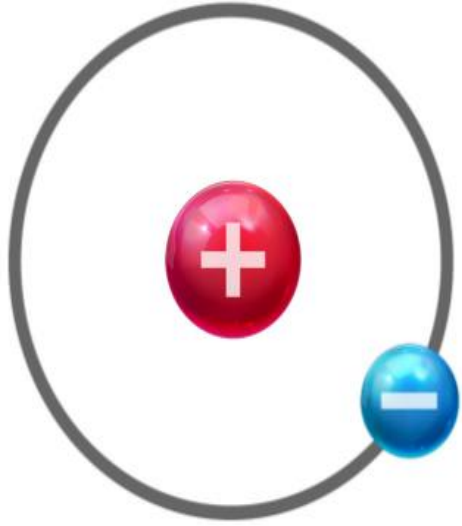
$$i = \frac{q}{\Delta t}$$

$$i = \frac{e}{\frac{2\pi r}{v}}$$

$$i = \frac{ev}{2\pi r}$$

$$i = \frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times (2.0 \times 10^6 \text{ m/s})}{2\pi(53 \times 10^{-12} \text{ m})}$$

$$i = 9.6 \times 10^{-4} \text{ A}$$



$$v = \frac{d}{t}$$

$$t = \frac{d}{v} = \frac{2\pi r}{v}$$

$$I = \frac{dq}{t}$$

تريد إحدى الممرضات إعطاء $80 \mu\text{g}$ من الديكساميثازون في كعب لاعب كرة القدم المصاب. إذا استخدمت جهاز الإرحال الأيوني الذي يستخدم تيارًا بمقدار 0.14 mA ، كما هو موضح في الشكل 5.4، فما المدة التي ستغرقها إعطاء جرعة واحدة؟ افترض أن الأداة لها معدل حقن مقداره $650 \mu\text{g/C}$ وأن التيار يتدفق بمعدل ثابت.

A nurse wants to administer $80 \mu\text{g}$ of dexamethasone to the heel of an injured soccer player. If she uses an iontophoresis device that applies a current of 0.14 mA , as shown in Figure 5.4, how long does the administration of the dose take? Assume that the instrument has an application rate of $650 \mu\text{g/C}$ and that the current flows at a constant rate.

$$650 \mu\text{g} \rightarrow 1 \text{ C}$$

$$80 \mu\text{g} \rightarrow ?? \text{ C}$$

$$q = \frac{1 \times 80}{650} = 0.123 \text{ C}$$

$$i = \frac{q}{t}$$

$$t = \frac{q}{i} = \frac{0.123}{0.14 \times 10^{-3}} = 880 \text{ s}$$

$$t = 880 \text{ s} = 15 \text{ min}$$



يُكْتَبُ على مُعْظَمِ بَطَّارِيَّاتِ السَّيَّارَاتِ وَحْدَةٌ تُسَمَّى "أَمْبِير-سَاعَة". ماذا تُمَثِّلُ هَذِهِ الْوَحْدَةُ؟

التَّيَّارُ الْكَهْرَبَائِيُّ

☐

الشُّحْنَةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ

☒

فَرْقُ الْجُهْدِ الْكَهْرَبَائِيِّ

☐

السَّعَةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ

☐

Self-Test Opportunity 5.1

A typical rechargeable AA battery is rated at 700 mAh. How long can this battery provide a current of 100 μ A ?

سؤال الاختبار الذاتي 5.1

تم تصنيف البطارية المثالية AA القابلة للشحن بمقدار 700 mAh. ما المدة التي يمكن لهذه البطارية خلالها تزويد تيار بمقدار 100 μ A ؟

$$i = \frac{q}{t}$$

$$t = \frac{q}{i} = \frac{700 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-6}} = 7000 \text{ h}$$

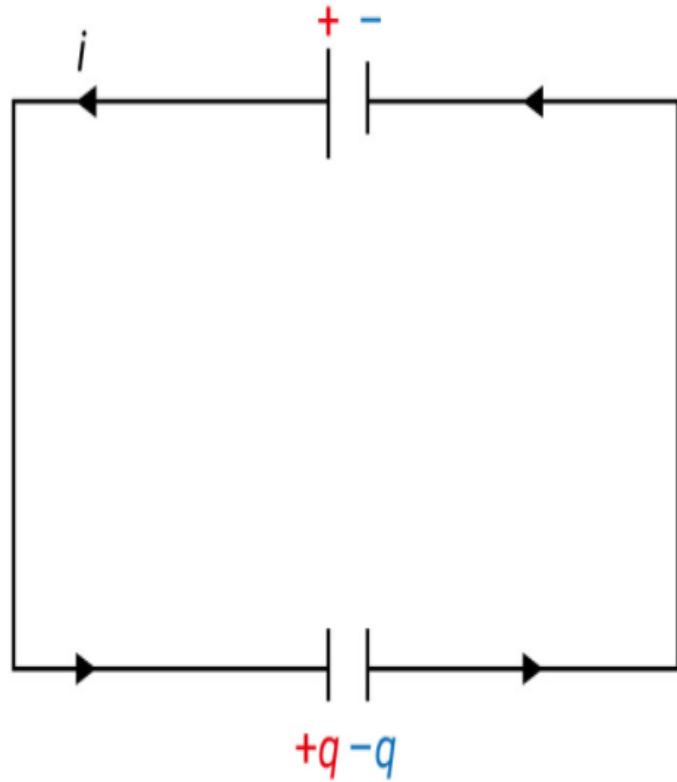
5.28 كم عدد البروتونات في الحزمة التي تتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء في معجل تيفاترون في مختبر فيرميلاب وتحمل 11 mA من التيار حول محيط طوله 6.3 km حلقة تيفاترون الرئيسة؟

5.28 How many protons are in the beam traveling close to the speed of light in the Tevatron at Fermilab, which is carrying 11 mA of current around the 6.3 km circumference of the main Tevatron ring?

$$v = \frac{d}{t} \quad t = \frac{d}{v} = \frac{6.3 \times 10^3}{3.0 \times 10^8} = 2.1 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$i = \frac{q}{t} = \frac{n e}{t} \quad n = \frac{i \times t}{e} = \frac{11 \times 10^{-3} \times 2.1 \times 10^{-5}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.44 \times 10^{12} e$$

تَمَّ تَوْصِيلُ مُكثِّفٍ سَعَتُهُ $12 \mu\text{F}$ عَبْرَ أَطْرَافِ بَطَّارِيَّةٍ جُهدُهَا 20 V بِاسْتِخْدَامِ أَسْلَاقِ التَّوْصِيلِ. بَعْدَ مُرُورِ $15 \mu\text{s}$ ، يَتَرَاكَمُ عَلَى أَلْوَاحِ الْمُكثِّفِ شِحنةٌ مِقْدَارُهَا q . مَا التَّيَّارُ الْكَهْرَبَائِيُّ عَبْرَ الْمُكثِّفِ بَعْدَ $15 \mu\text{s}$ ؟



12 A ☐

18 A ☐

16 A ☐

13 A ☐

$$C = \frac{q}{dV}$$

$$12 \times 10^{-6} = \frac{q}{20}$$

$$q = 12 \times 10^{-6} \times 20 = 2.4 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$i = \frac{q}{t} = \frac{2.4 \times 10^{-4}}{15 \times 10^{-6}} = 16 \text{ A}$$

أنواع التيار الكهربائي

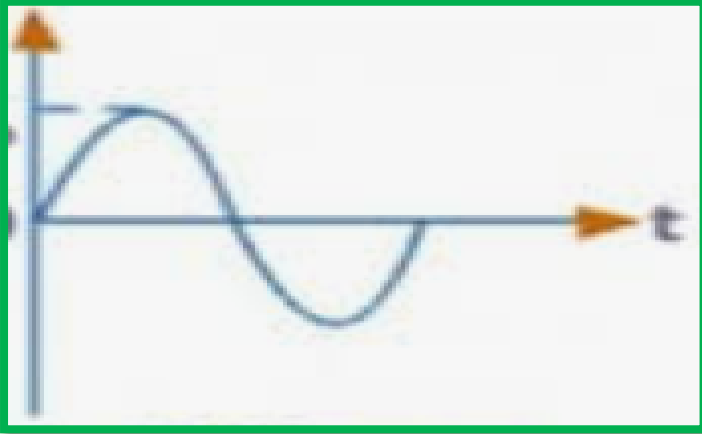
تيار متردد

تيار متغير الشدة متغير الإتجاه



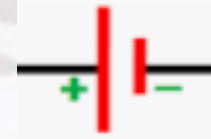
مصدره : المولدات

طاقة ميكانيكية إلى طاقة كهربائية



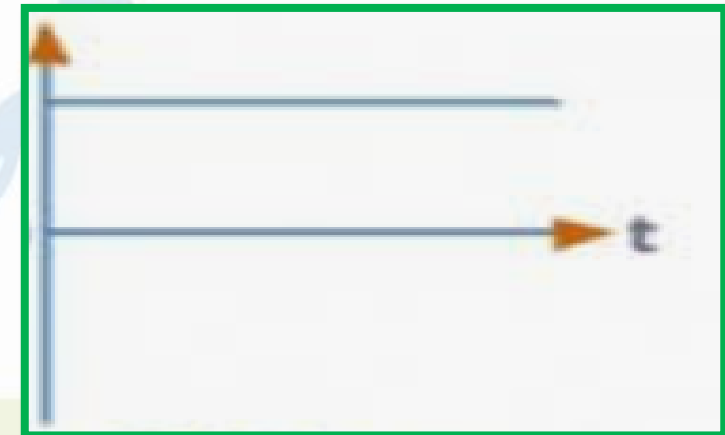
تيار مستمر

تيار ثابت الشدة موحد الإتجاه



مصدره : البطاريات

طاقة كيميائية إلى طاقة كهربائية

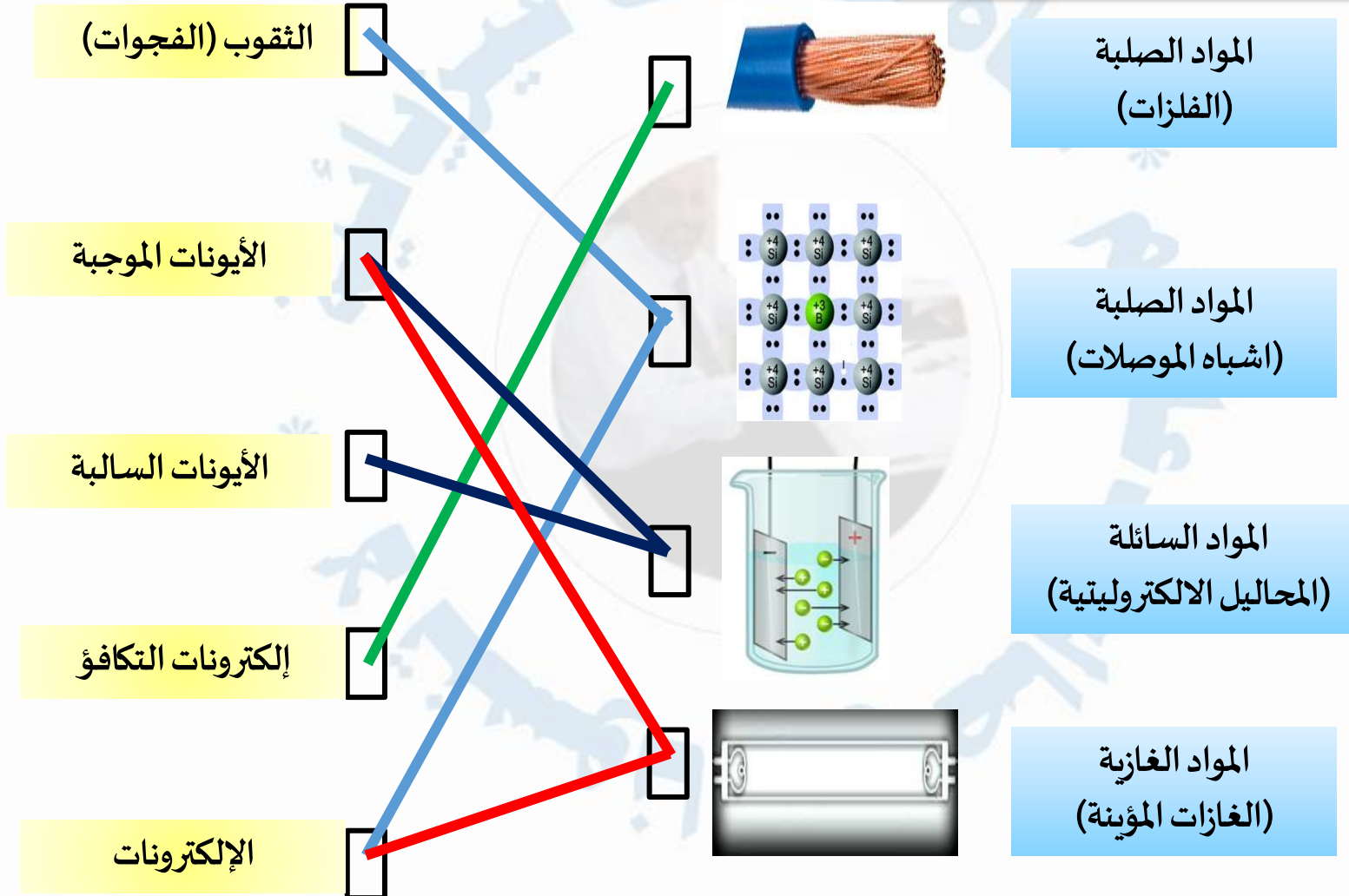




تيار شدته $1mA$ يشعر به جسم الانسان في صورة وخز

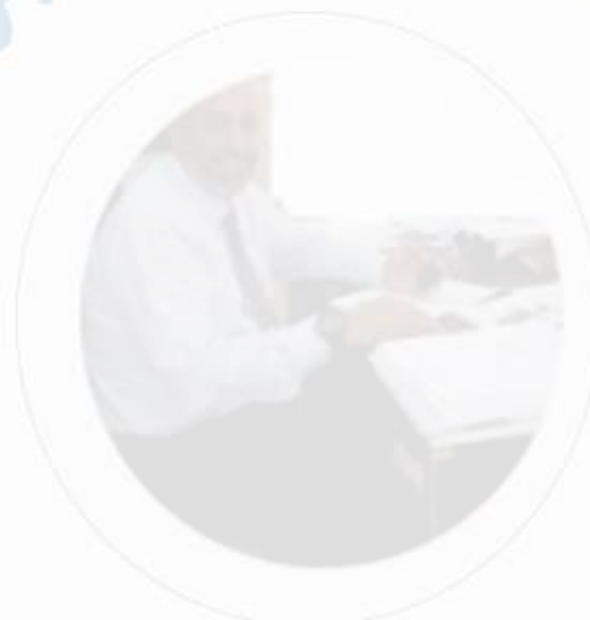
تيار شدته $10mA$ يؤدي إلى انقباض العضلات إلى حد لا يستطيع الإنسان إفلات السلك الحامل للتيار شدته $100 mA$ كافٍ لإيقاف القلب .

وصل وتعلم - حاملات الشحنة



قناة لحظات فيزيائية

الصف 12 متقدم



5.2 كثافة التيار Current Density

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

كثافة التيار Current Density

5.2 Current Density - كثافة التيار

المطلوب: تعريف كثافة التيار والمعادلتان 5.3 - 5.4 ص: 119 p: (5.3) and (5.4) Required: Definition of current density and equations

الرأي: المحتوى المتبقي من القسم - For Enrichment: The remaining part of the section

Consider a current flowing in a conductor. For a perpendicular plane through the conductor, the current per unit area flowing through the conductor at that point (the cross-sectional area A in Figure 5.5) is the **current density**, $\vec{J}$. The direction of $\vec{J}$ is defined as the direction of the velocity of the positive charges (or opposite to the direction of negative charges) crossing the plane. The current flowing through the plane is

$$i = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}, \quad (5.3)$$

where $d\vec{A}$ is the differential area element of the perpendicular plane, as indicated in Figure 5.5. If the current is uniform and perpendicular to the plane, then $i = JA$, and the magnitude of the current density can be expressed as

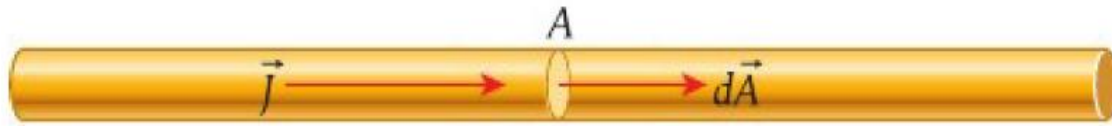
$$J = \frac{i}{A}. \quad (5.4)$$

فكر في تيار متدفق في موصل ما. بالنسبة إلى المستوى العمودي على الموصل، يمثل التيار المتدفق لكل وحدة مساحة عبر الموصل عند هذه النقطة (مساحة المقطع العرضي A في الشكل 5.5) **كثافة التيار**، $\vec{J}$ يعرف اتجاه $\vec{J}$ بأنه اتجاه السرعة المتجهة للشحنات الموجبة (أو الاتجاه المضاد للشحنات السالبة) المارة عبر المستوى. التيار المتدفق عبر المستوى يساوي

$$i = \int \vec{J} \cdot d\vec{A} \quad (5.3)$$

حيث يمثل $d\vec{A}$ عنصر المساحة التفاضلية للمستوى المتعامد، كما هو موضح في الشكل 5.5. بما أن التيار منتظم وعمودي على المستوى، إذا $i = JA$ ، ويمكن التعبير عن كثافة التيار كما يلي

$$J = \frac{i}{A}$$



كثافة التيار J :

تُمثل التيار المتدفق لكل وحدة مساحة عبر الموصل .
 the current per unit area flowing through the conductor at that point

لها نفس اتجاه السرعة المتجهة للشحنات الموجبة (عكس اتجاه حركة الشحنات السالبة)

the **current density**, $\vec{J}$. The direction of $\vec{J}$ is defined as the direction of the velocity of the positive charges (or opposite to the direction of negative charges) crossing the plane.

وحدة قياس كثافة التيار : $J = \frac{i}{A}$
 A/m^2

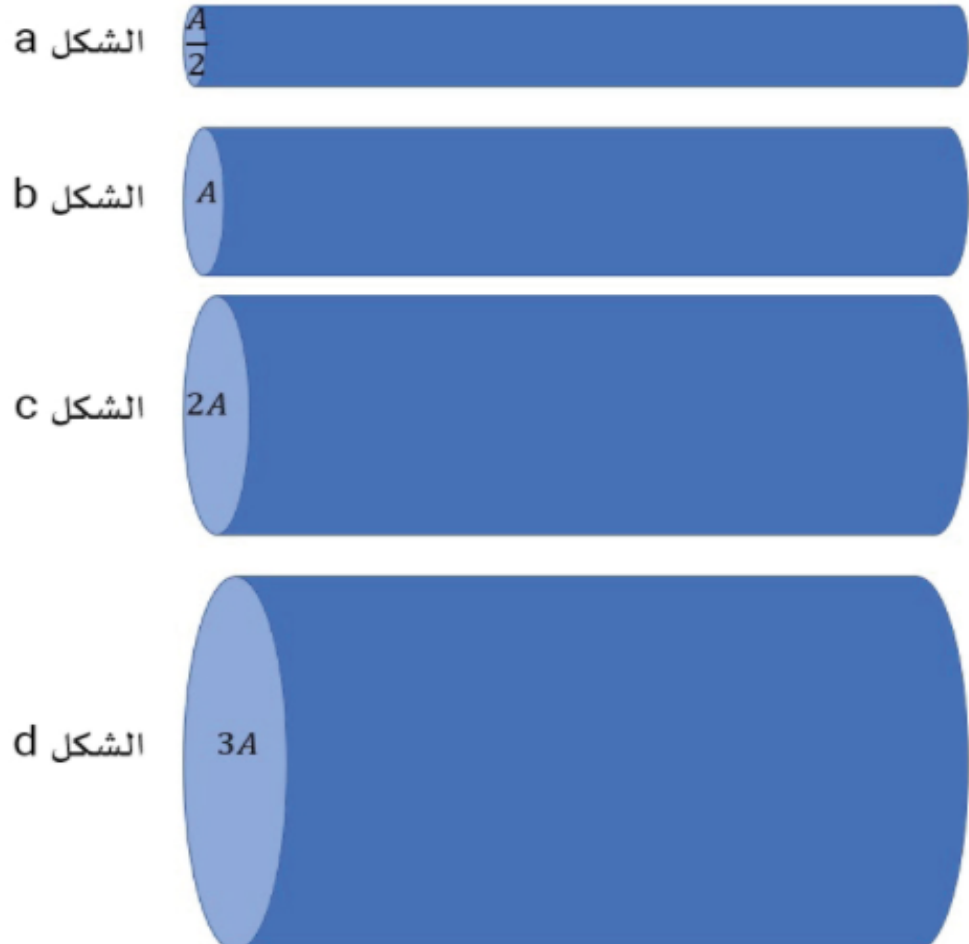
The current flowing through the plane is

التيار المتدفق عبر المستوي يساوي

$$i = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}$$

Which wire is larger, the intensity of the current is greater

اي الاسلاك الاكبر كثافة شدة التيار تكون أكبر؟



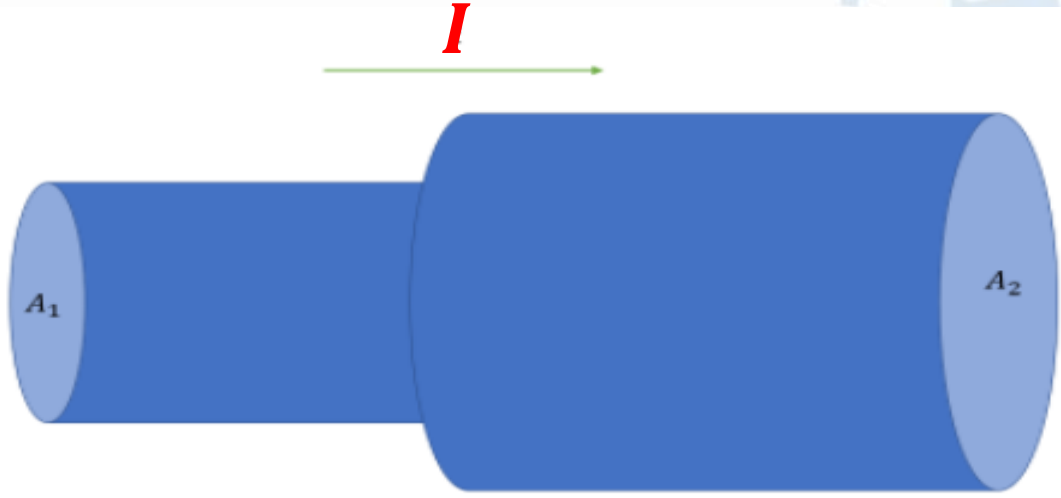
$$J = \frac{i}{A}$$

What is the unit of current density?

ما هي وحدة كثافة شدة التيار؟

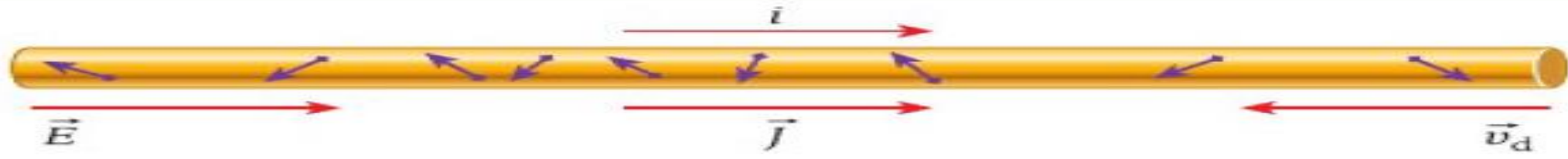
في الشكل المقابل مساحة 2 ضعف مساحة 1 ماذا يحدث لكثافة شدة التيار

In the figure, the area of 2 is twice the area of 1. What happens to the current density?



What happens to the current density when the area is halved and the current is tripled?

ماذا يحدث لكثافة شدة التيار عند نقص المساحة للنصف وزيادة التيار لثلاث أضعاف؟



يَتَّجُهُ التَّيَّارُ الكَهْرِبَائِيُّ لِلْيَمِينِ كَمَا هُوَ مَبِينٌ بِالصُّورَةِ. يَكُونُ التَّيَّارُ بِاتِّجَاهِ الْيَمِينِ ☒ وَاتِّجَاهُ سُرْعَةِ الْانْسِيَاقِ الْمَتَّجِهَةِ نَحْوَ الْيَسَارِ ☒. وَيَكُونُ اتِّجَاهُ



كثَافَةِ التَّيَّارِ نَحْوَ الْيَمِينِ ☒ أَيْضًا. يَكُونُ اتِّجَاهُ سُرْعَةِ الْانْسِيَاقِ الْمَتَّجِهَةِ دَائِمًا ☒ مُوَازِيَةً وَمَعَاكِسَةً ☒ لِمَتَّجِهَةِ كَثَافَةِ التَّيَّارِ.

اخْتَرِ الْإِجَابَةَ الصَّحِيحَةَ.

تَتَحَرَّكُ الْإِلِكْتْرُونَاتُ عِبْرَ السَّلَكِ كَمَا هُوَ مُوَضَّحٌ بِالصُّورَةِ عَلَى الْيَسَارِ. إِذَا كَانَ الْمَجَالُ الْكَهْرِبَائِيُّ يَتَّجُهُ مِنَ الْيَمِينِ لِلْيَسَارِ، مَا هُوَ اتِّجَاهُ سُرْعَةِ الْانْسِيَاقِ الْمَتَّجِهَةِ؟



E

تَتَّجُهُ سُرْعَةُ الْانْسِيَاقِ الْمَتَّجِهَةُ لِلْأَسْفَلِ.

تَتَّجُهُ سُرْعَةُ الْانْسِيَاقِ الْمَتَّجِهَةُ لِلْيَمِينِ.

تَتَّجُهُ سُرْعَةُ الْانْسِيَاقِ الْمَتَّجِهَةُ لِلْيَسَارِ.

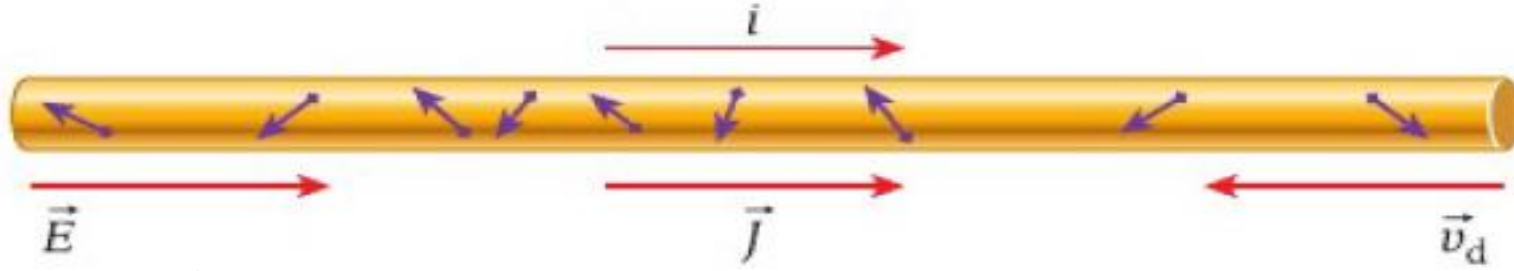
تَتَّجُهُ سُرْعَةُ الْانْسِيَاقِ الْمَتَّجِهَةُ لِلْأَعْلَى.

موصل لا يمر به تيار : تتحرك إلكتروناته حركة عشوائية محصلتها صفر لا ينشأ عنها تيار كهربائي

موصل يمر به تيار : تتحرك إلكتروناته حركة عشوائية ولكن يكون لها سرعة انسياق $\vec{v_d}$ عكس اتجاه المجال المطبق .

مقدار السرعة العشوائية للإلكترونات كبير جدًا يصل إلى $10^6 m/s$

بينما مقدار سرعة الإنسياق ضئيل جدًا يصل إلى $10^{-4} m/s$



اتجاه سرعة الإنسياق يكون عكس اتجاه المجال المطبق والتيار الإصطلاحي وكثافة التيار

فسر : إضاءة المصباح فور غلق المفتاح بالرغم من أن سرعة الإنسياق صغيرة جدًا

لحظة غلق المفتاح ينشأ مجال كهربائي في جميع أجزاء الدائرة بسرعة الضوء تقريبًا مما يؤدي إلى حركة فورية لجميع الإلكترونات الحرة في الدائرة

كثافة التيار وسرعة الانسياب:

$$n = \frac{\text{عدد الإلكترونات } N}{\text{الحجم } V} \quad \text{كثافة الإلكترونات}$$

كثافة الإلكترونات n

$$dq = Ne = nVe = nAle$$

$$v_d = \frac{l}{t}$$

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{nAle}{t} = nAv_d e \quad \text{شدة التيار}$$

$$\overline{J} = -\frac{i}{A} = -\frac{nAv_d e}{A} = -nv_d e$$

$$J = \frac{i}{A} = -n e v_d : n = \frac{N \rho N_A}{M}$$

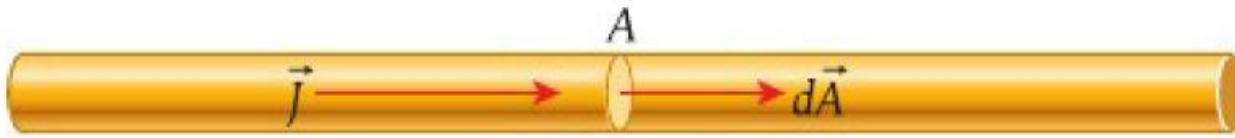
متجه سرعة الإنسيلاق موازٍ لمتجه كثافة التيار ومعاكس له في الإتجاه

n كثافة حاملات الشحنة :

تُمثل عدد الإلكترونات في وحدة الحجم وتعتمد على نوع المادة ووحدة قياسها e/m^3

v_d تُمثل سرعة الإنسيلاق :

$$v_d = \frac{x}{t} = \frac{i}{n e A}$$



موصل مساحة مقطعه العرضي A ومطبق عليه مجال كهربائي E :
 بفرض أن سرعة الإنسيق متساوية وكثافة التيار منتظمة

$$v_d dt$$

المسافة التي يتحركها الإلكترون في زمن dt :

$$A v_d dt$$

المسافة التي يتحركها الإلكترون في زمن dt عبر المقطع العرضي A :

$$n A v_d dt$$

عدد الإلكترونات التي تمر في زمن dt عبر المقطع العرضي A :

كمية الشحنة dq التي تمر في زمن dt عبر المقطع العرضي A : $dq = -en A v_d dt$

$$J = \frac{i}{A} = -n e v_d : n = \frac{N \rho N_A}{M}$$

$$i = \frac{dq}{dt} = -en A v_d$$

شدة التيار :
 كثافة التيار :

الألمونيوم

$$\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$M = 26.89 \text{ g}$$

5.29 ما كثافة التيار في سلك من الألمنيوم نصف قطره 1.00 mm ويحمل تياراً شدته 1.00 mA؟ ما سرعة انسياق الإلكترونات التي تحمل هذا التيار؟ تبلغ كثافة الألمونيوم $2.70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ، ويحتوي المول الواحد من الألمنيوم على كتلة قدرها 26.98 g. يوجد إلكترون موصل واحد في كل ذرة ألمنيوم.

5.28 How many protons are in the beam traveling close to the speed of light in the Tevatron at Fermilab, which is carrying 11 mA of current around the 6.3 km circumference of the main Tevatron ring?

5.29 What is the current density in an aluminum wire having a radius of 1.00 mm and carrying a current of 1.00 mA? What is the drift speed of the electrons carrying this current? The density of aluminum is $2.70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, and 1 mole of aluminum has a mass of 26.98 g. There is one conduction electron per atom in aluminum.

$$J = \frac{i}{A} = \frac{1.00 \times 10^{-3}}{\pi (1.00 \times 10^{-3})^2} = 318 \text{ A/m}^2$$

$$n = \frac{N \rho N_A}{M} = \frac{1 \times 2700 \times 6.02 \times 10^{23}}{26.89 \times 10^{-3}} = 6.04 \times 10^{28} \text{ e/m}^3$$

$$J = n e v_d \quad v_d = \frac{J}{n e} = \frac{318}{(6.04 \times 10^{28}) (1.6 \times 10^{-19})} = 3.29 \times 10^{-8} \text{ m/s}$$

الفضة

$$\rho = 1049 \text{ kg/m}^3$$

$$M = 107.9 \text{ g/mol}$$

5.31• يتدفق تيار شدته 0.123 mA في سلك من الفضة تبلغ مساحة مقطعه العرضي 0.923 mm^2 .

(a) أوجد كثافة الإلكترونات داخل السلك، مفترضًا وجود إلكترون توصيل واحد في كل ذرة فضة.

(b) أوجد كثافة التيار في السلك، مفترضًا أنَّ التيار منتظم.

(c) أوجد سرعة انسياق الإلكترونات.

$$a) n = \frac{N \rho N_A}{M} = \frac{1 \times 1049 \times 6.02 \times 10^{23}}{107.9 \times 10^{-3}} = 5.85 \times 10^{27} \text{ e/m}^3$$

$$b) J = \frac{i}{A} = \frac{0.123 \times 10^{-3}}{0.923 \times 10^{-6}} = 133 \text{ A/m}^2$$

$$c) J = n e v_d$$

$$v_d = \frac{J}{ne} = \frac{133}{(5.85 \times 10^{27}) (1.6 \times 10^{-19})} = 1.42 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

مسألة محلولة 5.1

سرعة أنسيق الإلكترونات في سلك نحاسي

النحاس

$$\rho = 8960 \text{ kg/m}^3$$

$$M = 63.5 \text{ g}$$

معيار 18 :

$$A = 0.823 \text{ mm}^2$$

المسألة

تلعب الآن لعبة "مدمر المجرات" على وحدة تحكم ألعاب الفيديو. تعمل وحدة تحكم الألعاب بجهد 12 V وتتصل بالوحدة الرئيسية عبر سلك نحاسي معيار 18 وطوله 1.5 m. وحينما تخلق بسفينتك الفضائية في المعركة، فإنك توجه ذراع التحكم إلى الوضع الأمامي لمدة 5.3 s، مرسلًا تيارًا بمقدار 0.78 mA إلى وحدة التحكم. ما مقدار المسافة التي تحركتها الإلكترونات في السلك خلال هذه الثواني القليلة، في الوقت الذي عبرت سفينتك الفضائية على الشاشة نصف النظام النجمي؟

$$n = \frac{N \rho N_A}{M} = \frac{1 \times 8960 \times 6.02 \times 10^{23}}{63.5 \times 10^{-3}} = 8.49 \times 10^{28} \text{ e/m}^3$$

$$v_d = \frac{x}{t} = \frac{i}{n e A}$$

$$\frac{x}{5.3} = \frac{0.78 \times 10^{-3}}{(8.49 \times 10^{28}) (1.6 \times 10^{-19}) (0.823 \times 10^{-6})}$$

$$x = 3.69 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$a) \frac{J_{Cu}}{J_{Al}} = \frac{A_{Al}}{A_{Cu}}$$

$$\frac{J_{Cu}}{J_{Al}} = \frac{R_{Al}^2}{R_{Cu}^2} = \frac{(0.0100)^2}{(0.0500)^2} = \frac{1}{25}$$

$$J = n e v_d$$

$$v_d = \frac{J}{n e}$$

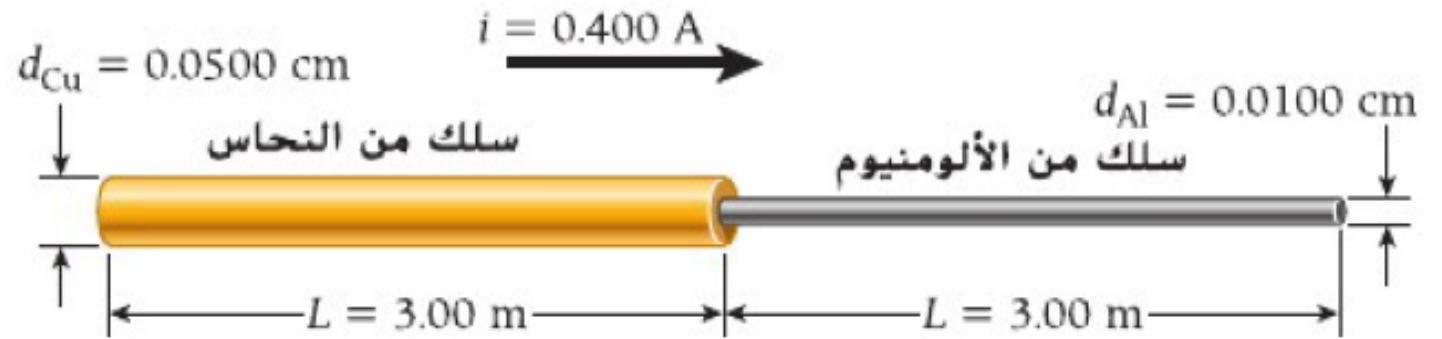
$$b) \frac{v_{d-Cu}}{v_{d-Al}} = \frac{J_{Cu} n_{Al}}{J_{Al} n_{Cu}}$$

$$\frac{v_{d-Cu}}{v_{d-Al}} = \frac{1}{25} \times \frac{6.04 \times 10^{28}}{8.49 \times 10^{28}} = 0.0285$$

5.30• سلك نحاسي قطره $d_{Cu} = 0.0500 \text{ cm}$ وطوله 3.00 m وله كثافة حامل شحنة تبلغ $8.50 \cdot 10^{28}$ إلكترون لكل متر³. كما هو مبين في الشكل، تم توصيل السلك النحاسي بسلك من الألمنيوم له الطول نفسه وقطره $d_{Al} = 0.0100 \text{ cm}$ وله كثافة حامل شحنة تبلغ 6.02×10^{28} إلكترون لكل متر³. يتدفق تيار قدره 0.400 A في السلك النحاسي.

(a) ما نسبة كثافتي التيارين في السلكين، J_{Cu}/J_{Al} ؟

(b) ما نسبة سرعتي الانسياب في السلكين، v_{d-Cu}/v_{d-Al} ؟



$$n_{Cu} = \frac{N \rho N_A}{M} = \frac{1 \times 8960 \times 6.02 \times 10^{23}}{63.5 \times 10^{-3}} = 8.49 \times 10^{28} \text{ e/m}^3$$

$$n_{Al} = \frac{N \rho N_A}{M} = \frac{1 \times 2700 \times 6.02 \times 10^{23}}{26.89 \times 10^{-3}} = 6.04 \times 10^{28} \text{ e/m}^3$$