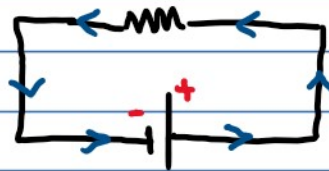
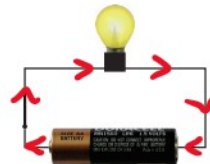


5.1 Electric Current

Current = flow of charge

Conventional current
(positive current)opposite to electrons
movement

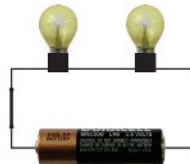
(a)

 $I = 0$ 

(b)



(c)

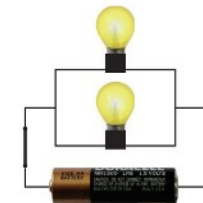


(d)

series



(e)



(f)

parallel

for each
light bulb

$$I_e > I_b = I_c = I_f > I_d$$

Electric Current

the rate at which net charge moves past a point

or

the net charge moves through a point in one second

$$i = \frac{q}{t} \quad : \quad q = n e$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

q : charge (C)

t : time (s)

i : current (A)
ampere

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

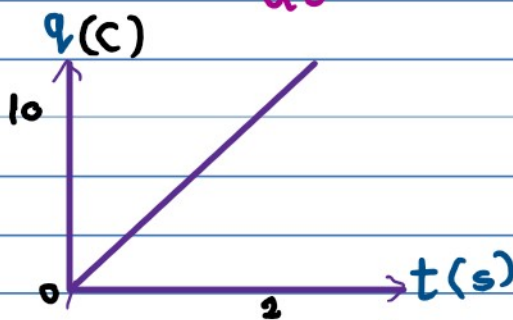
Current i

Unit: A ampere

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

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

$$i = \frac{dq}{dt}$$



$$i = \text{slope} = \frac{10-0}{2-0} = 5 \text{ A}$$

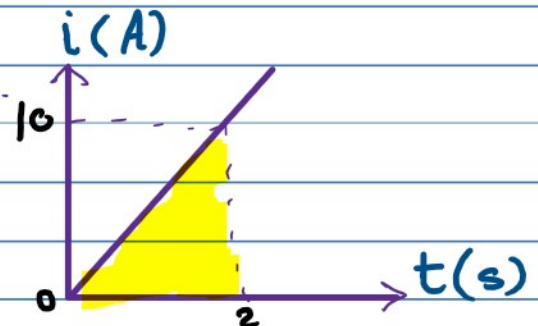
charge q

C coulomb

$$q = i t$$

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

$$q = \int i dt$$



$$q = \text{Area under graph}$$

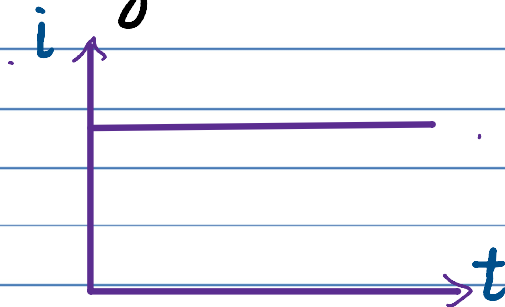
$$\frac{1}{2} \times 2 \times 10 = 10 \text{ C}$$

Electric Current

DC

Direct current

only one direction

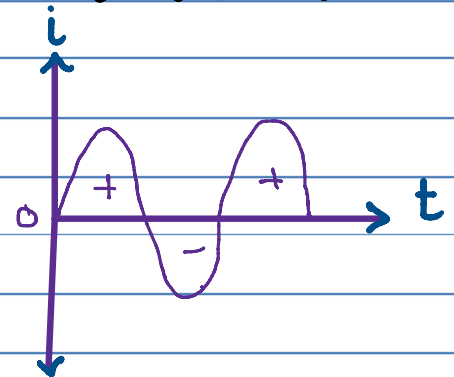


battery

AC

Alternating current

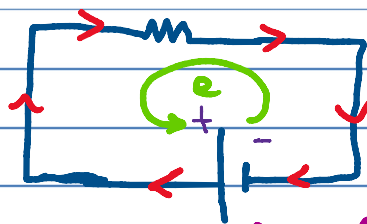
direction is variable



AC generator

Solid conductor (metals) →

have free electrons



no current
random motion

conventional current
(positive current)

Flow from ⊕ terminal to ⊖ terminal
out side the battery

opposite to the electron movement

لا تنسونا من صالح دعائكم

3

قناة قطوف فيزيائية

same direction of → positive charge movement
↳ electric field

mAh
milli ampere in hour

Unit of electric charge

$$\text{mAh} = 10^{-3} \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \text{ C}$$

$$1 \text{ mAh} = 3.6 \text{ C}$$

$$160 \text{ mAh} = \dots\dots\dots \text{ C}$$

$$160 \times 3.6 = 576 \text{ C}$$

1 التيار الكهربائي 5.1 Electric Current

1			
Which of the following statements is true about the conventional current?		أي العبارات التالية صحيحة بالنسبة للتيار الاصطلاحي؟	
The same direction of movement of electrons		نفس اتجاه حركة الإلكترونات	
It flows from the positive terminal to the negative terminal outside the battery		يتدفق من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج البطارية	
It flows from the negative terminal to the positive terminal outside the battery		يتدفق من القطب السالب إلى القطب الموجب خارج البطارية	
Opposite to the direction of the electric field		عكس اتجاه المجال الكهربائي	
2			
A 10-ohm resistor has a constant current. If 1200 C of charge flow through it in 4 minutes what is the value of the current?		مقاومة مقدارها (10Ω) يمر بها تيار ثابت. إذا تدفقت خلالها شحنة مقدارها 1200C خلال 4 دقائق، فما مقدار التيار الكهربائي؟	
3			
How many electrons flow through a battery that delivers a current of 3.0 A for 12 s?		ما عدد الإلكترونات التي تتدفق عبر بطارية تنتج تيار 3.0A لمدة 12s ؟	
4.0×10^{20}	4.8×10^{15}	6.4×10^{18}	2.2×10^{20}

4			
A 3.5-A current is maintained in a simple circuit with a total resistance of 1500 Ω. What net charge passes through any point in the circuit for two minutes?		تيار كهربائي 3.5A يمر في دائرة كهربائية لها مقاومة 1500Ω . ما محصلة الشحنة التي تمر عبر نقطة في الدائرة خلال دقيقتان ؟	
100C	220C	420C	700C
5			
If the equation between charge and time is . What is the correct $q(t) = 5t^2 + 3t$ expression of the current (i)?		إذا كانت علاقة الشحنة بالزمن هي $q(t) = 5t^2 + 3t$. ما التعبير الصحيح للتيار الكهربائي (i)؟	
$i = 10t + 3$		$i = 10t + 3t$	
$i = 5t^2 + 3t$		$i = \frac{5t^3}{3} + \frac{3t^2}{2}$	
6			
Which one is equivalent to ampere?		أي الوحدات التالية يكافئ الأمبير؟	
$1A = C/s$		$1A = C \cdot s$	
$1A = C/s^2$		$1A = C \cdot s^2$	
7			
Which is correct to find the electric charge at t ?		أي العلاقات التالية صحيحة لحساب الشحنة الكهربائية عبر نقطة محددة في زمن t ؟	
$q = \int_0^t i dt$		$q = - \int_0^t i dt$	
$q = \int_0^t i^2 dt$		$q = \int_0^t \frac{1}{i} dt$	

8

A metal wire through which an electric current passes, the intensity of which changes with time, according to the equation:

$$i(t) = 5t^2 - 4t$$

The current is measured in amps and the time is measured in seconds

Calculate the amount of electric charge that passes during the time from $t=1s$ to $t=4s$?

سلك فلزي يمر فيه تيار كهربائي تتغير شدته مع الزمن من المعادلة:

$$i(t) = 5t^2 - 4t$$

حيث يقاس التيار بالأمبير والزمن بالثواني احسب مقدار الشحنة الكهربائية التي تمر عبر مقطع من السك خلال الفترة الزمنية من $t=1s$ إلى $t=4s$ ؟

9

A battery (500mAh)

What does this value represent?

شحنة كهربائية وتعادل
0.5 C

تيار كهربائي وتعادل
0.5 A

بطارية مكتوب عليها (500mAh) .

ماذا يمثل هذا الرقم؟

شحنة كهربائية وتعادل
1800 C

تيار كهربائي وتعادل
1800 A

10

A rechargeable battery is rated at (3.0mAh). What is the total charge in Coulombs unit (C) of the battery can deliver when fully charged? (mAh means milliampere-hour)

1.6 C

3.6 C

بطارية قابلة للشحن تعمل بمعدل (3.0mAh). ما الشحنة الكلية بوحدة الكولوم (C) التي يمكن لهذه البطارية توفيرها عندما تكون مشحونة بالكامل؟ (mAh تعني مللي أمبير ساعة)

3.0 C

10.8 C

11			
A typical rechargeable AA battery is rated at (700mAh). How long can this battery provide a current of 100 μA ?		بطارية مكتوب عليها (700mAh) . ما المدة الزمنية التي يمكن لهذه البطارية خلالها تزويد تيار بمقدار (100 μA) ؟	
	7 min		7 s
	7000 h		7000s
12			
If the equation between charge in mC and time is $q(t) = 6t^2 + 2t$ What is the current (i) in (mA) at (t=2.5s)?		إذا كانت علاقة الشحنة بالميللي كولوم بالزمن هي : $q(t) = 6t^2 + 2t$ ما شدة التيار الكهربائي (i) بوحدة الميللي أمبير عند (t=2.5s) ؟	
	42 mA		32 mA
	9 mA		18 mA
13			
If the relationship of electric charge in coulombs and time in seconds is $q = xt^2 + 2t$ The electric current was 5mA at t=2s What is the magnitude and unit of measurement for x?		إذا كانت علاقة الشحنة الكهربائية بالكولوم والزمن بالثواني هي : $q = xt^2 + 2t$ وكان التيار الكهربائي 5mA عند t=2s ما مقدار ووحدة قياس x ؟	

14

A nurse wants to administer 80 μg of dexamethasone to the heel of an injured soccer player. If she uses an iontophoresis device that applies a current of 0.14 mA, how long does the administration of the dose take? Assume that the instrument has an application rate of 650 $\mu\text{g}/\text{C}$ and that the current flows at a constant rate	تريد إحدى الممرضات إعطاء 80 μg من الديكساميثازون في كعب لاعب كرة القدم المصاب. إذا استخدمت جهاز الإرحال الأيوني الذي يستخدم تيارا بمقدار 0.14 mA فما المدة التي يستغرقها إعطاء جرعة واحدة؟ افترض أن الأداة لها معدل حقن مقداره 650 $\mu\text{g}/\text{C}$ وأن التيار يتدفق بمعدل ثابت
قناة قطوف فيزيائية *	
15	
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?	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 لحلقة تيفاترون الرئيسية؟
قناة قطوف فيزيائية	

1 التيار الكهربائي 5.1 Electric Current

1			
Which of the following statements is true about the conventional current?		أي العبارات التالية صحيحة بالنسبة للتيار الاصطلاحي؟	
The same direction of movement of electrons		نفس اتجاه حركة الإلكترونات	X
It flows from the positive terminal to the negative terminal outside the battery		يتدفق من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج البطارية	✓
It flows from the negative terminal to the positive terminal outside the battery		يتدفق من القطب السالب إلى القطب الموجب خارج البطارية	X
Opposite to the direction of the electric field		عكس اتجاه المجال الكهربائي	X
2			
A 10-ohm resistor has a constant current. If 1200 C of charge flow through it in 4 minutes what is the value of the current?		مقاومة مقدارها (10Ω) يمر بها تيار ثابت. إذا تدفقت خلالها شحنة مقدارها 1200C خلال 4 دقائق، فما مقدار التيار الكهربائي؟	
$R = 10 \Omega$ $q = 1200 C$ $t = 4 \times 60 s$ $i = ?$		$i = \frac{q}{t}$ $i = \frac{1200}{4 \times 60} = 5 A$	
3			
How many electrons flow through a battery that delivers a current of 3.0 A for 12 s?		ما عدد الإلكترونات التي تتدفق عبر بطارية تنتج تيار 3.0A لمدة 12s؟	
4.0×10^{20}	4.8×10^{15}	6.4×10^{18}	2.2×10^{20}
$N = ?$ $i = 3.0 A$ $t = 12 s$		$i = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t}$ $3.0 = \frac{N \times 1.6 \times 10^{-19}}{12}$ $N = 2.25 \times 10^{20} e$	

4			
A 3.5-A current is maintained in a simple circuit with a total resistance of 1500 Ω. What net charge passes through any point in the circuit for two minutes?		تيار كهربائي 3.5A يمر في دائرة كهربائية لها مقاومة 1500Ω . ما محصلة الشحنة التي تمر عبر نقطة في الدائرة خلال دقيقتان ؟	
100C	220C	420C	700C
$i = 3.5 \text{ A}$ $R = 1500 \Omega$ $q = ?$ $t = 2 \times 60 \text{ s}$		$i = \frac{q}{t}$ $q = i t$ $q = 3.5 \times 2 \times 60 = 420 \text{ C}$	
5			
If the equation between charge and time is . What is the correct $q(t) = 5t^2 + 3t$ expression of the current (i)?		إذا كانت علاقة الشحنة بالزمن هي $q(t) = 5t^2 + 3t$. ما التعبير الصحيح للتيار الكهربائي (i)?	
$i = 10t + 3$		$i = 10t + 3t$	
$i = 5t^2 + 3t$		$i = \frac{5t^3}{3} + \frac{3t^2}{2}$	
$i = \frac{dq}{dt}$ $i = 10t + 3$			
6			
Which one is equivalent to ampere?		أي الوحدات التالية يكافئ الأمبير؟	
$1A = C/s$		$1A = C \cdot s$	
$1A = C/s^2$		$1A = C \cdot s^2$	
$q = i t$		$q = \int_0^t i dt$	
7			
Which is correct to find the electric charge at t ?		أي العلاقات التالية صحيحة لحساب الشحنة الكهربائية عبر نقطة محددة في زمن t ؟	
$q = \int_0^t i dt$		$q = - \int_0^t i dt$	
$q = \int_0^t i^2 dt$		$q = \int_0^t \frac{1}{i} dt$	

8

A metal wire through which an electric current passes, the intensity of which changes with time, according to the equation:

$$i(t) = 5t^2 - 4t$$

The current is measured in amps and the time is measured in seconds

Calculate the amount of electric charge that passes during the time from $t=1s$ to $t=4s$?

سلك فلزي يمر فيه تيار كهربائي تتغير شدته مع الزمن من المعادلة:

$$i(t) = 5t^2 - 4t$$

حيث يقاس التيار بالأمبير والزمن بالثواني
احسب مقدار الشحنة الكهربائية التي تمر عبر مقطع من السك خلال الفترة الزمنية من $t=1s$ إلى $t=4s$ ؟

$$q = \int_1^4 (5t^2 - 4t) dt = 75C$$

$$q = \left. \frac{5t^3}{3} - \frac{4t^2}{2} \right|_1^4 = \left(\frac{5(4)^3}{3} - 2(4)^2 \right) - \left(\frac{5(1)^3}{3} - 2(1)^2 \right) = 75C$$

9

A battery (500mAh)

What does this value represent?

شحنة كهربائية وتعادل
0.5 C

تيار كهربائي وتعادل
0.5 A

بطارية مكتوب عليها (500mAh)

ماذا يمثل هذا الرقم؟

شحنة كهربائية وتعادل
1800 C

تيار كهربائي وتعادل
1800 A

500mAh $\rightarrow$ electric charge
 $\rightarrow 500 \times 3.6 = 1800 C$

10

A rechargeable battery is rated at (3.0mAh). What is the total charge in Coulombs unit (C) of the battery can deliver when fully charged? (mAh means milliampere-hour)

1.6 C

3.6 C

بطارية قابلة للشحن تعمل بمعدل (3.0mAh).
ما الشحنة الكلية بوحدة الكولوم (C) التي يمكن لهذه البطارية توفيرها عندما تكون مشحونة بالكامل؟
(mAh تعني مللي أمبير ساعة)

3.0 C

10.8 C

$$q = 3.0mAh$$

$$3.0 \times 3.6 = 10.8 C$$

S $\div 3600 \rightarrow$ h		11	h $\times 3600 \rightarrow$ s	
A typical rechargeable AA battery is rated at (700mAh). How long can this battery provide a current of 100 μ A ?			بطارية مكتوب عليها (700mAh). ما المدة الزمنية التي يمكن لهذه البطارية خلالها تزويد تيار بمقدار (100 μ A) ؟	
	7 min $\times$		7 s $\times$	
	7000 h		7000s $\times$	
$q = 700 \text{ mAh} \times 3.6 = 2520 \text{ C}$ $t = ?$ $i = 100 \mu\text{A} \times 10^{-6} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ A}$			$i = \frac{q}{t}$ $t = \frac{q}{i} = \frac{2520}{10^{-4}} = 25.2 \times 10^6 \text{ s}$ $= 7000 \text{ h}$	

12	
If the equation between charge in <u>mC</u> and time is $q(t) = 6t^2 + 2t$ What is the current (i) in (<u>mA</u>) at (<u>t=2.5s</u>)?	
إذا كانت علاقة الشحنة بالميللي كولوم بالزمن هي : $q(t) = 6t^2 + 2t$ ما شدة التيار الكهربائي (i) بوحدة الميللي أمبير عند (<u>t=2.5s</u>) ؟	
42 mA	32 mA
9 mA	18 mA
$i = \frac{dq}{dt} = 12t + 2$ $= 12(2.5) + 2 = 32 \text{ mA}$	

13	
If the relationship of electric charge in <u>coulombs</u> and time in <u>seconds</u> is $q = xt^2 + 2t$ The electric current was <u>5mA</u> at <u>t=2s</u> What is the magnitude and unit of measurement for x?	
إذا كانت علاقة الشحنة الكهربائية بالكولوم والزمن بالثواني هي : $q = xt^2 + 2t$ وكان التيار الكهربائي 5mA عند t=2s ما مقدار ووحدة قياس x ؟	
$q = x t^2 + 2 t$ $\downarrow \quad \quad \downarrow$ $\text{C} \quad \quad \text{C}$ $\text{Unit of } x \cdot \text{s}^2 = \text{C}$ $x = \text{C} / \text{s}^2$ $= \text{C} \cdot \text{s}^{-2}$ لا تنسونا من صالح دعائكم	$i = \frac{dq}{dt}$ $5 \times 10^{-3} = 2 \times t + 2$ $5 \times 10^{-3} = 2 \times (2) + 2$ $x = -0.5$ قناة قطوف فيزيائية

14

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 , 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

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

$$i = 0.14 \text{ mA} \times 10^{-3}$$

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

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

$$80 \mu\text{g} = ??$$

$$t = ?$$

$$q = 0.123 \text{ C}$$

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

$$q = \frac{80 \times 1}{650}$$

$$t = 878 \text{ s}$$

$$q = 0.123 \text{ C}$$

$$t = 14.6 \text{ min}$$

15

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?

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 لحققة تيفاترون الرئيسية؟

$$N = ?$$

$$v = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$i = 11 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\lambda = 6.3 \times 10^3 \text{ m}$$

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

$$t = \frac{\lambda}{v} = \frac{6.3 \times 10^3}{3 \times 10^8}$$

$$t = 2.1 \times 10^{-5} \text{ s}$$

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

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

$$11 \times 10^{-3} = \frac{N \times 1.6 \times 10^{-19}}{2.1 \times 10^{-5}}$$

$$N = 1.44 \times 10^{12} \text{ protons}$$