

IDEE PER UNA LEZIONE DIGITALE

PARAGRAFO	CONTENUTO	DURATA (MINUTI)
1. L'intensità della corrente elettrica	 ANIMAZIONE L'intensità di corrente	2
2. I generatori di tensione e i circuiti elettrici	 ANIMAZIONE Il generatore di tensione	1,5
	 IN LABORATORIO Lampadine in serie e in parallelo	2
4. I resistori in serie e in parallelo	 ESPERIMENTO VIRTUALE Circuiti e resistori Gioca, misura, esercitati.	
6. L'effetto Joule: trasformazione di energia elettrica in energia interna	 ANIMAZIONE L'effetto Joule e la potenza dissipata	1,5
7. La forza elettromotrice e la resistenza interna di un generatore di tensione	 ANIMAZIONE La forza elettromotrice	1,5
 MAPPA INTERATTIVA	 IN 3 MINUTI • Le leggi di Ohm 20 TEST INTERATTIVI SU ZTE CON FEEDBACK «Hai sbagliato, perché...»	

VERSO IL CLIL

 FORMULAE IN ENGLISH

 AUDIO

Current	$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	The electric current in a medium equals the electric charge transferred through a surface Δq over a time interval Δt .
Ohm's law	$\Delta V = IR$	The potential difference across two points in a conductor equals the current in the conductor I multiplied by the electrical resistance R of the conductor.

 QUESTIONS AND ANSWERS


► **What is conventional electric current?**

An electric current is a flow of either positive or negative charges: in the Earth's atmosphere there are currents of positive ions moving down to Earth and negative ions up to the ionosphere; whilst in electric circuits, free electrons moving in the metal wires carry charge. Benjamin Franklin defined the direction of charge flow as from wax to wool when rubbed together: from positive, a surplus of charge, to negative, a deficit of charge. Thus, *conventional electric current* in electric circuits describes the direction of flow of charge as though positive charge carriers were responsible whilst the actual flow of electrons is termed the *electron current*.

► **Explain the role of the different parts of a simple battery.**

A simple 1.5 V zinc-carbon battery consists of a graphite rod surrounded by a mixture of manganese dioxide and carbon powder, all encased in a zinc container. Within the battery chemical energy is transformed into electrical energy through a redox reaction – the zinc in the container is oxidised releasing electrons and the manganese in the powder accepts electrons and is reduced. The zinc casing is the *-ve* terminal and the graphite rod is the *+ve* terminal. Carbon takes no part in the reaction: the graphite terminal collects current and the carbon in the powder increases the conductivity of the battery.

► **What constitutes a *complete circuit*?**

There are six categories of parts from which electrical circuits can be constructed: an *energy source* to provide the voltage; *conductors*, through which the current flows; *insulators* that confine the current to the required path; a *load* (the wires, resistors, etc. connecting the terminals of the source) that converts the energy from the source; a *control device* to open or close the circuit – like a switch; and a *protection device* to break the circuit in case of a malfunction.

► **Explain the difference between ohmic and non-ohmic devices.**

If, when a potential difference or voltage is applied across a device in a closed circuit, the current that flows through the device is directly proportional to the applied voltage then the device conforms to Ohm's law and is described as ohmic. The constant of proportionality for the device is called its resistance and is a measure of the extent to which the device impedes the flow of current. Some devices, such as filament bulbs, diodes and transistors, do not exhibit a linear relationship between voltage and current and such devices are called non-ohmic or non-linear devices.

► **Are household circuits wired in series or in parallel?**

If lights in a house were wired in series, each light when switched on in turn would share the voltage and the lights would get dimmer. If one of the lights were to fail, the circuit would short and all the lights would go off. For lights wired in parallel, the voltage drop across each light is the same and each light glows at its watt rating. If one light fails, the other lights would not be affected. The same considerations, of devices working at the desired voltage and the failure of one not affecting the others, means all household appliances are wired in parallel. One element of the household circuit that has to be in series is the fuse or circuit breaker.

PROBLEMI MODELLO, DOMANDE E PROBLEMI IN PIÙ

1 L'INTENSITÀ DELLA CORRENTE ELETTRICA

PROBLEMA MODELLO 1 CARICHE IN MOVIMENTO

Un filo è attraversato da una corrente elettrica pari a $5,0 \times 10^{-3}$ A.

- ▶ Calcola la carica totale che attraversa una sezione qualsiasi di filo ogni 10 s.
- ▶ Calcola il numero n di elettroni che ogni secondo attraversano una sezione qualsiasi del filo.

■ DATI

Corrente elettrica: $i = 5,0 \times 10^{-3}$ A.
 Tempo di transito delle cariche: $\Delta t = 10$ s.

■ INCOGNITE

$\Delta Q = ?$
 $n = ?$

L'IDEA

- Inverto la formula che esprime la definizione di intensità di corrente elettrica e calcolo la carica totale che attraversa la sezione del filo nel tempo richiesto, cioè $\Delta Q = i\Delta t$.
- Calcolo il numero di portatori di carica ricordando la carica elettrica di un elettrone, cioè $1,6022 \times 10^{-19}$ C.

LA SOLUZIONE

Calcolo della carica che attraversa la sezione del filo.

$$\Delta Q = i\Delta t = (5,0 \times 10^{-3} \text{ A}) \times (10 \text{ s}) = 5,0 \times 10^{-2} \text{ C}$$

Calcolo del numero di elettroni che attraversano la sezione del filo.

La relazione che lega la carica totale al numero di portatori di carica è:

$$n = \frac{\Delta Q}{e} = \frac{5,0 \times 10^{-2} \text{ C}}{1,6022 \times 10^{-19} \text{ C}} = 3,1 \times 10^{17}$$

3 ★★★ Un filo di tungsteno è percorso da una corrente di 0,35 A. La carica che passa attraverso una qualunque sezione del filo è di 4,20 C.

- ▶ Calcola il tempo necessario perché la carica data attraversi la sezione del filo.

[12 s]

4 ★★★ Attraverso la sezione di un filo di rame passa in ogni minuto la quantità di carica $Q = 0,36$ C.

- ▶ Calcola l'intensità di corrente che attraversa il filo.
- ▶ Calcola il numero di elettroni che attraversano una sezione del filo.

[6,0 mA; $2,3 \times 10^{18}$ elettroni al minuto]

3 LA PRIMA LEGGE DI OHM

18 ★★★ Una batteria che mantiene una differenza di potenziale di 4,5 V è collegata a un resistore e l'intensità di corrente che fluisce nel circuito vale 0,060 A.

- ▶ Calcola il valore della resistenza del resistore.

[75 Ω]

- ▶ What is the value of the potential difference between its ends.

[$2,4 \times 10^{-1}$ V]

19 ★★★  A conductor has an electric resistance of 12 Ω and the electric current that flows through it has a value of 20 mA.

20 ★★★ Un conduttore di resistenza $2,0 \times 10^6 \Omega$ è sottoposto a una differenza di potenziale di $5,0 \times 10^2$ V.

- Calcola l'intensità di corrente che percorre il conduttore.

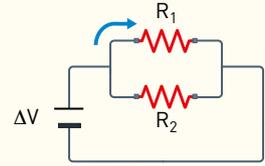
[$2,5 \times 10^{-4}$ A]

4 I RESISTORI IN SERIE E IN PARALLELO

PROBLEMA MODELLO 3 CIRCUITO CON RESISTENZE IN PARALLELO

Un circuito contiene una batteria da 18,0 V e due resistori collegati in parallelo. Le loro resistenze sono rispettivamente uguali a 400 Ω e a 600 Ω.

- ▶ Quanto vale l'intensità di corrente erogata dal generatore?
- ▶ Calcola le correnti che circolano nei singoli resistori.



■ DATI

Differenza di potenziale della batteria: $\Delta V = 18 \text{ V}$
 Resistenza del primo resistore: $R_1 = 400 \text{ } \Omega$
 Resistenza del secondo resistore: $R_2 = 600 \text{ } \Omega$

■ INCOGNITE

$i = ?$
 $i_1 = ?$
 $i_2 = ?$

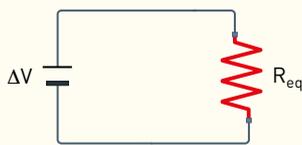
L'IDEA

- Per prima cosa, calcolo la resistenza equivalente del circuito, notando che i due resistori sono in parallelo, cioè $R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$.
- Poi applico la prima legge di Ohm per determinare la corrente totale che esce dal generatore e che è la stessa che attraversa la resistenza equivalente $i = \frac{\Delta V}{R_{eq}}$.
- Per calcolare le correnti che scorrono nelle singole resistenze, osservo che, poiché i resistori sono disposti in parallelo, ognuno di essi è sottoposto alla stessa differenza di potenziale.

LA SOLUZIONE

Calcolo della corrente totale che scorre nel circuito.

Il circuito dato è equivalente a:



quindi:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(400 \text{ } \Omega) \times (600 \text{ } \Omega)}{(400 \text{ } \Omega) + (600 \text{ } \Omega)} = 240 \text{ } \Omega$$

Otteniamo quindi:

$$i = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{18,0 \text{ V}}{240 \text{ } \Omega} = 7,50 \times 10^{-2} \text{ A}$$

Calcolo dell'intensità di corrente che attraversa i singoli resistori.

Poiché sono in parallelo, i due resistori sono sottoposti alla stessa differenza di potenziale, che nel nostro circuito è pari alla tensione fornita dal generatore.

Quindi si trova

$$i_1 = \frac{\Delta V}{R_1} = \frac{18,0 \text{ V}}{400 \text{ } \Omega} = 4,5 \times 10^{-2} \text{ A}$$

e

$$i_2 = \frac{\Delta V}{R_2} = \frac{18,0 \text{ V}}{600 \text{ } \Omega} = 3,0 \times 10^{-2} \text{ A}.$$

Le correnti nei due rami sono inversamente proporzionali alle corrispondenti resistenze: dove la resistenza è minore, l'intensità di corrente è maggiore.

34 In un circuito sono inseriti, in serie, una batteria da 6,0 V e tre resistori con resistenze rispettivamente uguali a 60 Ω, 80 Ω, e 50 Ω.

- ▶ Quanto vale l'intensità di corrente?

[32 mA]

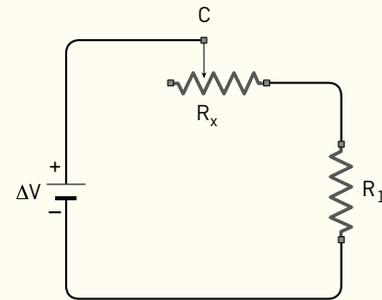
35 Un circuito contiene una batteria da 12,0 V e due resistori collegati in parallelo. Le loro resistenze sono rispettivamente uguali a 150 Ω e 300 Ω.

- ▶ Quanto vale l'intensità di corrente erogata dal generatore?

[0,12 A]

36 Nel circuito della figura, che semplifica il principio del dimmer in una piantana da appartamento, la resistenza R_1 vale 250 Ω ed è collegata in serie a una resistenza

variabile R_x che può assumere valori compresi fra 0 Ω e 500 Ω. Il generatore mantiene una differenza di potenziale di 220 V.



- ▶ Per quale valore di R_x l'intensità di corrente che attraversa il circuito è minima?
- ▶ Quanto vale la minima intensità di corrente che può attraversare il circuito?

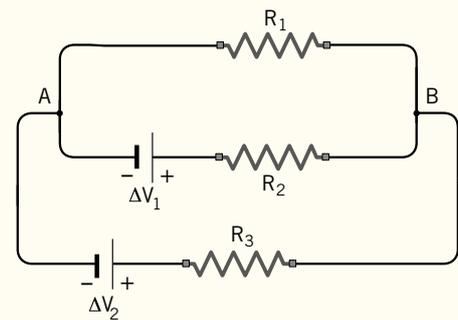
[$R_x = 500 \Omega$; 0,338 A]

5 LE LEGGI DI KIRCHHOFF

50 Nel circuito della figura a fianco si ha $\Delta V_1 = 10 \text{ V}$, $\Delta V_2 = 15 \text{ V}$, $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 60 \Omega$ e $R_3 = 40 \Omega$.

- ▶ Determina il verso e il valore di tutte le correnti presenti nel circuito.

$$[i_1 = 2,9 \times 10^{-1} \text{ A}, i_2 = 6,8 \times 10^{-2} \text{ A}, i_3 = 2,3 \times 10^{-1} \text{ A}]$$



6 LA TRASFORMAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

60 Un filo di ferro, attraversato da una corrente di 0,28 A dissipa una potenza di 28 mW.

- ▶ Quanto vale la sua resistenza?

[0,36 Ω]

61 Un resistore dissipa una potenza di 15 W.

- ▶ Quanti kilowattora consuma in 24 ore?
- ▶ Quanto vale questa energia, espressa in joule?

[0,36 kWh; 1,3 MJ]

7 LA FORZA ELETTROMOTRICE

PROBLEMA MODELLO 7 DALL'IDEALE AL REALE!

La batteria di un'automobile ha una forza elettromotrice dichiarata di 12 V. L'accendisigari eroga una potenza di 40 W e quando è in funzione è attraversato da una corrente di 3,6 A.

- ▶ Calcola la resistenza R del circuito alimentato dalla batteria e la resistenza interna r della batteria.
- ▶ Quanto vale la differenza di potenziale ΔV effettivamente erogata dalla batteria?

■ DATI

Forza elettromotrice: $f_{em} = 12 \text{ V}$
 Potenza erogata: $P = 40 \text{ W}$
 Corrente: $i = 3,6 \text{ A}$

■ INCOGNITE

$R = ?$
 $\Delta V = ?$

L'IDEA

- Schematizzo la batteria reale come una batteria ideale più una resistenza interna in serie.
- Dalla formula della potenza $P = R i^2$, calcolo la resistenza del circuito.
- Dalla formula $i = \frac{f_{em}}{R+r}$ ricavo la resistenza interna della batteria.

LA SOLUZIONE

Calcolo la resistenza del circuito.

$$R = \frac{P}{i^2} = \frac{40 \text{ W}}{(3,6 \text{ A})^2} = 3,1 \Omega$$

Calcolo la resistenza interna della batteria

Inverto la formula $i = \frac{f_{em}}{R+r}$ per ricavare la resistenza interna r cioè:

$$r = \frac{f_{em}}{i} - R = \frac{12 \text{ V}}{3,6 \text{ A}} - 3,1 \Omega = 0,2 \Omega$$

Calcolo la differenza di potenziale ai capi dell'accendisigari.

$$\Delta V = Ri = (3,1 \Omega) \times (3,6 \text{ A}) = 11 \text{ V}$$

A causa della resistenza interna r , la differenza di potenziale ΔV prodotta da un alimentatore reale è minore della sua forza elettromotrice f_{em} .

- 72** *** Ai capi di una batteria risulta una differenza di potenziale di 12,0 V se è misurata a circuito aperto e 11,8 V se è misurata quando il circuito è chiuso su una resistenza

$R = 400 \Omega$.

- Quanto vale la resistenza interna r della pila?

[7 Ω]

PROBLEMI GENERALI

- 11** *** In una resistenza di $R = 1 \Omega$ circola una corrente di $I = 1 \text{ A}$. Tale resistenza è immersa in 1 g di acqua per $t = 100 \text{ s}$. Si calcoli l'aumento di temperatura dell'acqua, ricordando che il calore specifico dell'acqua è $c = 4186 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$.

(Esame di Fisica, Corso di laurea in Biotecnologie, Università degli Studi di Milano, 2002/2003)

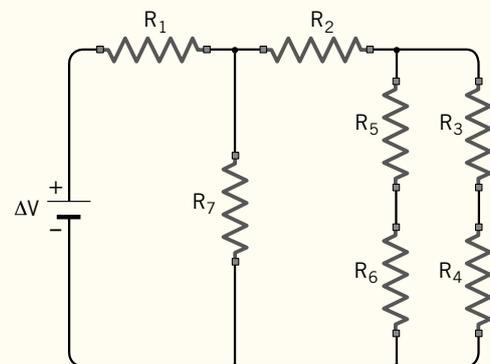
[$2 \times 10^\circ \text{C}$]

- 12** *** Una lampada a filamento dissipa una potenza di 200 W quando è alimentata da una tensione di rete, pari a 220 V. Calcolare la corrente che attraversa il filamento.

(Esame di Fisica, Corso di laurea in Scienze biologiche, Università di Genova, 2004/2005)

[0,909 A]

- 13** *** Nel circuito della figura si hanno i seguenti valori delle resistenze: $R_1 = 5,0 \Omega$, $R_2 = R_3 = 10 \Omega$, $R_4 = R_5 = 20 \Omega$, $R_6 = 40 \Omega$, $R_7 = 30 \Omega$. La differenza di potenziale ai capi del generatore è 10 V.



- Determina la resistenza equivalente del circuito.
 ► Determina la corrente totale che lo attraversa.
 ► Determina la differenza di potenziale ai capi di R_7 .

[20 Ω; 0,50 A; 7,5 V]

- 14** *** Una lampada è alimentata da un generatore di tensione da 15 V, con resistenza interna trascurabile. La resistenza della lampada vale 10 Ω. In un secondo momento, una

seconda lampadina è inserita in serie alla prima e l'intensità di corrente diminuisce fino al valore 1,0 A.

- ▶ Calcola l'intensità di corrente che attraversa la lampada prima che venga inserita la seconda lampadina.
- ▶ Quanto vale la resistenza della seconda lampadina?
- ▶ Supponi che la seconda lampadina sia inserita in parallelo invece che in serie. Quanto vale adesso l'intensità di corrente attraverso la prima lampada?

[1,5 A; 5,0 VΩ; 1,5 A]

- 15** In un cantiere una gru solleva carichi da 50 kg ciascuno a 20 m di altezza. Per un guasto del sistema elettrico è necessario ricorrere a un motore in corrente continua alimentato da una batteria di automobile da 12 V e 40 Ah (cioè in grado di fornire una corrente di 40 A per un'ora). Per sollevare ciascun carico la gru impiega 1 minuto. Il rendimento del sistema è del 60%. Calcola:

- ▶ la potenza necessaria per sollevare ciascun carico.
- ▶ la quantità di carichi che la gru riesce a sollevare prima che si esaurisca la batteria.

[$1,6 \times 10^2$ W; $1,1 \times 10^2$]

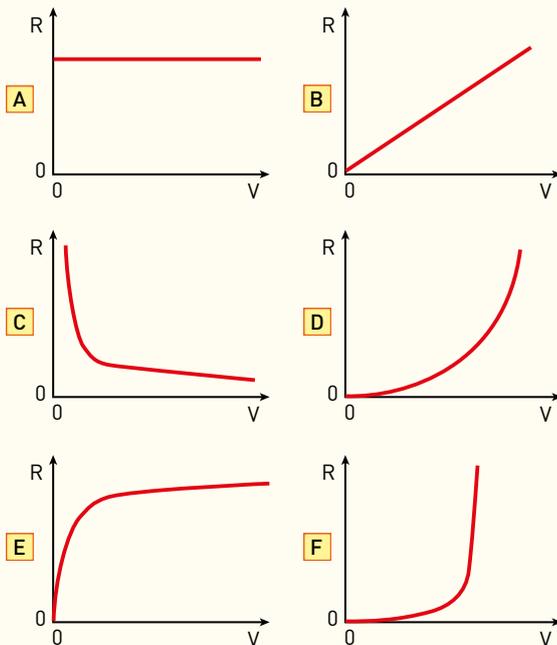
TEST

- 10** The supply voltage to a room is 120 V. The resistance of the lead wires is 6Ω . A 60 W bulb is already switched on. What is the decrease of voltage across the bulb, when a 240 W heater is switched on in parallel to the bulb?

- A 2.9 Volt C 10.04 Volt
 B 13.3 Volt D zero volt

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (JEE) – 2013

- 11** Which graph correctly shows how the resistance (R) varies with applied voltage (V) for a resistor at constant temperature?



BioMedical Admission Test BMAT – 2011

- 12** Stabilisci quale delle seguenti affermazioni è corretta.

- A Un conduttore ohmico è sempre un resistore.
 B Un resistore è sempre un conduttore ohmico.
 C Una pila è un resistore.
 D Un filo di metallo non è un resistore.

- 13** La curva caratteristica di un conduttore ohmico è:

- A una parabola.
 B un'iperbole.
 C una retta che non passa per l'origine.
 D una retta che passa per l'origine.

- 14** Un resistore presenta quattro fasce colorate, rispettivamente rosso, verde, arancione e oro. Calcola quanto vale la resistenza e la sua incertezza.

- A 25 Ω e 1,25 Ω
 B 250 Ω e 12,5 Ω
 C 2500 Ω e 125 Ω
 D 25000 Ω e 1250 Ω

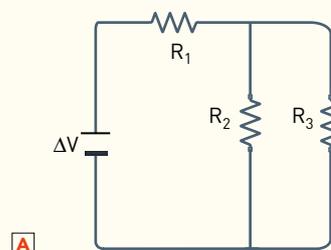
- 15** Quale delle seguenti affermazioni è esatta?

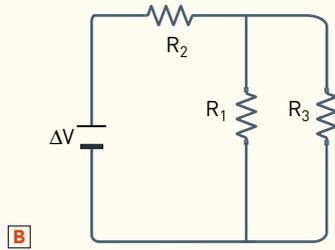
- A 1 A = 1 $\Omega \times 1$ V
 B 1 V = 1 $\Omega \times 1$ A
 C 1 Ω = 1 V \times 1 A
 D 1 = 1 $\Omega \times 1$ V \times 1 A

- 16** Una maglia di un circuito è:

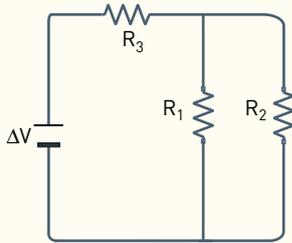
- A un tratto chiuso di circuito.
 B un punto in cui convergono più conduttori.
 C un singolo resistore del circuito.
 D un tratto chiuso di circuito che non contiene alcun generatore di tensione.

- 17** Un circuito ha una resistenza equivalente data dalla formula $R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$. Lo schema del circuito è:

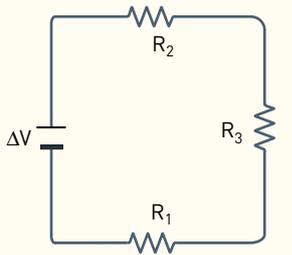




B



C



D

18 Le resistenze R_1 e R_2 , con $R_1 < R_2$, sono collegate in serie. La resistenza equivalente R ha un valore tale che:

- A $R < R_1 < R_2$
- B $R > R_2 > R_1$
- C $R_2 > R > R_1$
- D $R_1 < R < R_2$

19 Un joule è uguale a:

- A $2,78 \times 10^{-7} \text{ kWh}$
- B $2,77 \times 10^{-7} \text{ kWh}$
- C $2,78 \times 10^{-6} \text{ kWh}$
- D $3,6 \times 10^6 \text{ kWh}$

20 Un resistore da 80Ω è collegato a un generatore reale di tensione con una forza elettromotrice di 15 V e una resistenza interna di 10Ω . Quanta corrente eroga?

- A $1,7 \times 10^{-1} \text{ A}$
- B $1,7 \text{ A}$
- C $1,7 \times 10^2 \text{ A}$
- D 1350 A

21 Sia i_1 l'intensità di corrente che entra in una lampadina ad incandescenza di potenza W e i_2 l'intensità della corrente che esce. Qual è la relazione fra i_1 e i_2 ?

- A $i_1 = i_2 \cdot W$
- B $i_1 = i_2/W$
- C $i_1 = i_2$
- D $i_1 = i_2 \cdot W/2$
- E $i_1 = 2 \cdot i_2/W$

Test di ammissione Professioni Sanitarie 2012/2013

22 Cinque lampadine da 25 ohm sono collegate in serie. La resistenza totale del circuito è:

- A 6,1
- B 5,0
- C 500
- D 550
- E 125

Test di ammissione Professioni Sanitarie 2013/2014

23 Quando due resistenze elettriche (rispettivamente uguali a R e $4R$) sono collegate in serie, la resistenza equivalente della combinazione è pari a 50Ω . Se le medesime resistenze fossero collegate in parallelo, quale sarebbe la resistenza equivalente?

- A 8Ω
- B 10Ω
- C 12Ω
- D 32Ω
- E 50Ω

Test di ammissione Medicina e Chirurgia 2014/2015

24 Una resistenza $R_1 = 5 \Omega$ e una seconda resistenza R_2 ignota, collegate in serie, dissipano 10 W se collegate a un generatore di tensione continua da 20 V . Quanto vale R_2 ?

- A 35Ω
- B 15Ω
- C circa $3,3 \Omega$
- D circa $5,7 \Omega$
- E 1Ω

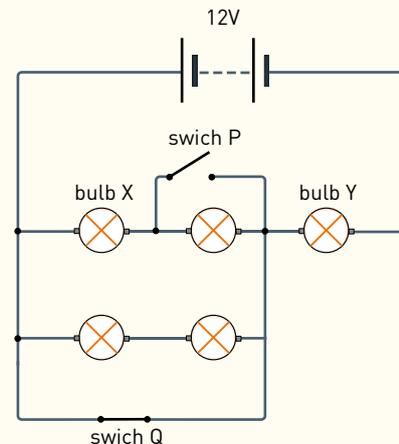
Test di ammissione Veterinaria 2012/2013

25 Two resistors R_1 and R_2 are connected in series with a potential difference V across them. The power dissipated by the resistor R_1 is:

- A $V^2 R_1 / (R_1 + R_2)^2$
- B $V^2 R_2^2 / (R_1 (R_1 + R_2)^2)$
- C $V^2 R_1 \times (R_1 + R_2)^2$
- D $V^2 R_2^2 \times (R_1 (R_1 + R_2)^2)$

Oxford University - Physics Aptitude Test (Pat) 2010

26 The circuit shows five identical filament bulbs designed to work at 12 V connected in a circuit with two switches. Switch P is initially open and switch Q is initially closed.

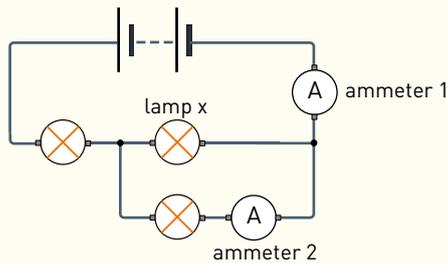


Switch P is then closed and switch Q is opened. Compared with their brightness before these changes were made, how has the brightness of bulbs X and Y changed?

	BULB X	BULB Y
A	brighter	brighter
B	brighter	dimmer
C	dimmer	brighter
D	dimmer	dimmer
E	unchanged	brighter
F	brighter	unchanged

BioMedical Admission Test BMAT – 2010

27 The circuit shows three lamps and two ammeters in a circuit.

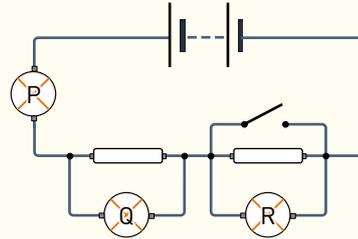


Lamp X 'blows' (the filament breaks). What happens to the reading on each ammeter, and to the total resistance of the circuit?

	READING ON AMMETER 1	READING ON AMMETER 2	TOTAL RESISTANCE OF CIRCUIT
A	decreases	decreases	decreases
B	decreases	decreases	increases
C	decreases	increases	decreases
D	decreases	increases	increases
E	increases	decreases	decreases
F	increases	decreases	increases
G	increases	increases	decreases
H	increases	increases	increases

BioMedical Admission Test BMAT – 2012

28 The diagram shows three appropriate meters, P, Q and R, connected in the conventional way in a circuit. The switch is initially open.



The switch is now closed. What happens to the readings on each meter?

- A P decreases, Q decreases, R decreases
- B P decreases, Q decreases, R increases
- C P decreases, Q increases, R decreases
- D P decreases, Q increases, R increases
- E P increases, Q decreases, R decreases
- F P increases, Q increases, R increases
- G P increases, Q decreases, R increases
- H P increases, Q increases, R decreases

BioMedical Admission Test BMAT – 2013

