

## Prova maturità 2010

Il candidato svolga una relazione su uno dei seguenti temi a sua scelta, prestando particolare attenzione al corretto uso della simbologia scientifica e alle cifre significative, unità di misura e nella presentazione dei risultati numerici

I prova

Nel 1897, dopo oltre sessanta anni dal primo esperimento di Faraday , modificando la sua teoria dei raggi catodici con campi magnetici. Sir John Thomson dimostrò che essi erano costituiti da particelle di materia cariche negative e per ogni particella riuscì a calcolare il rapporto tra carica e massa. Egli chiamò queste cariche elettroni.

Il candidato risponda ai seguenti quesiti:

1. Descrivere l'interpretazione ondulatoria del comportamento dell'elettrone secondo Luis De Broglie
2. Spieghi i concetti fondamentali della meccanica ondulatoria soffermandosi in particolare sull'interpretazione probabilistica della funzione d'onda e sul principio d'indeterminazione
3. Spiegare il significato dell'espressione "dualismo onda corpuscolo "

Risolva infine, il seguente problema

Una cella fotoelettrica emette elettroni, essendo illuminata con una luce di lunghezza d'onda  $\lambda=500\text{nm}$ . Sapendo che il lavoro di estrazione della placca fotosensibile è di  $2,1\text{eV}$ , calcolare la minima lunghezza d'onda di De Broglie associata agli elettroni.

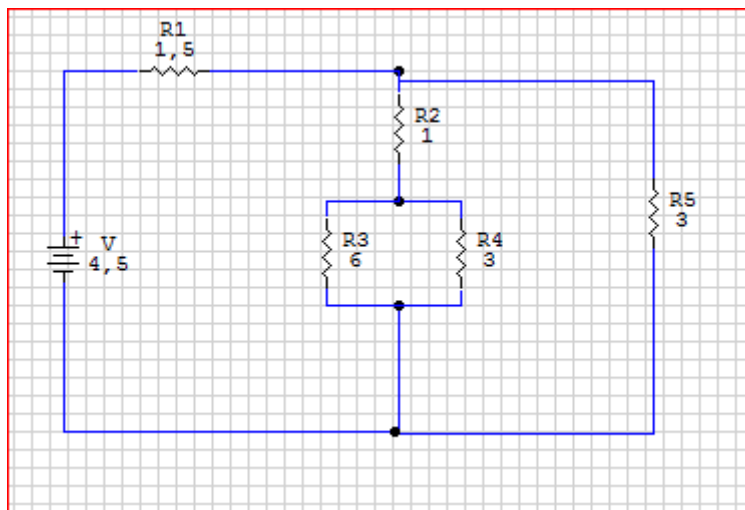
$$e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{C} \quad m_e=9,1 \cdot 10^{-31}\text{Kg} \quad h=6,6 \cdot 10^{-34}\text{J s} \quad c=3,0 \cdot 10^8\text{ m/s}$$

## Il prova

Alla fine del settecento il medico Bolognese Galvani propose una sua interpretazione sull'origine della corrente elettrica. L'ipotesi di Galvani non fu, però, accettata dal fisico Alessandro Volta, dell'università di Pisa, che propose un'ipotesi alternativa e costruì nel 1800 il primo generatore elettrico in corrente continua, la così detta pila di Volta.

Nell'ottocento seguirono poi le ricerche dei fisici Ohm, Kirchhoff che scoprirono le leggi dei circuiti elettrici. Il candidato

1. Spieghi il principio di funzionamento della pila di Volta.
  2. Spieghi il significato di circuito elettrico e si soffermi sulla natura e le unità di misura delle grandezze fisiche che caratterizzano un circuito in corrente continua
  3. Descriva teoricamente e graficamente come si collocano in un circuito elettrico gli strumenti di misura amperometro e voltmetro, con le necessarie considerazioni riguardanti la resistenza interna di questi strumenti confrontata con le resistenze presenti nel circuito
  4. Spieghi perché in ogni misura è necessario scegliere nello strumento la portata minima possibile
  5. Dato il seguente circuito in corrente continua, alimentato da una pila da 4,5V calcoli
    - L'intensità della corrente erogata dalla pila
    - La d.d.p. ai capi di  $R_1$  e  $R_2$
    - L'energia dissipata per effetto joule da  $R_1$  e  $R_2$  in 2 sec
- Valori  $R_1=1,5\Omega$ ,  $R_2=1\Omega$ ,  $R_3=6\Omega$ ,  $R_4=3\Omega$ ,  $R_5=3\Omega$



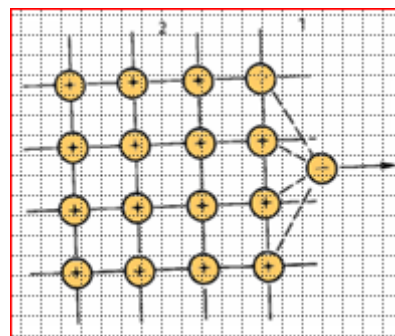
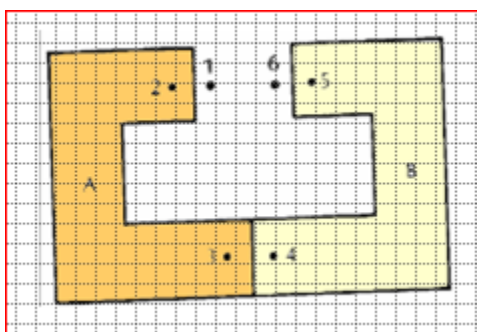
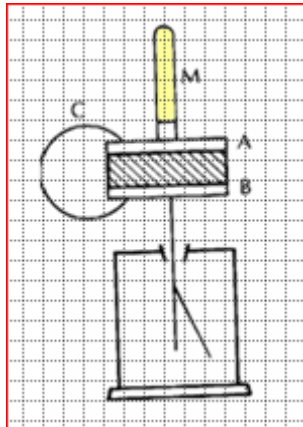
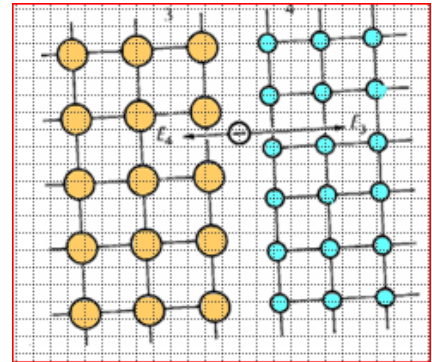
a) A.Volta , nel 1797, aveva osservato che se si pongono a contatto due metalli diversi, nasce tra loro una differenza di potenziale detta potenziale di contatto che varia da alcuni decimi di volt a qualche volt.

*Serie di materiali classificati*

*Al, Zn, Sn, Cd, Pb, Sb, Bi, Hg, Fe, Cu, Ag, Au, Pt, Pd*

Volta per classificare i seguenti materiali si servì di un elettroscopio su cui aveva montato l'armatura B di un condensatore piano, costituito dal materiale da esaminare.

Superiormente all'armatura fu inserito un dielettrico (materiale isolante) e sul dielettrico un'ulteriore armatura A fatta del secondo materiale da esaminare.



Prendiamo in esame il seguente anello aperto costituito dai metalli A e B.

Consideriamo la differenza di potenziale che si genera passando attraverso i punti 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6.

Tra i punti 1-2 gli elettroni del metallo nella zona superficiale sono attratti dagli ioni positivi del reticolo ionico del metallo.

Per portare un elettrone dal punto 1 al punto 2 occorre un lavoro  $L_A$ . L'energia cinetica massima degli elettroni del metallo non è sufficiente a realizzare questo lavoro. Il

potenziale di A è dato da  $V_A = \frac{L_A}{e}$

Il punto 2 ed il punto 3, punti dello stesso metallo, risultano allo stesso potenziale. Nella zona di contatto tra i due materiali, punti 3-4, nasce una differenza di potenziale dovuta alle seguenti cause:

a) Il lavoro di estrazione di un elettrone di un metallo varia da metallo a metallo ciò è dovuto alle forze con cui i reticoli agiscono sugli elettroni.

Per cui le forze che agiscono sulla superficie di separazione non sono equilibrate ciò determina un passaggio di elettroni da un metallo all'altro.

Inoltre la differenza di densità nei due metalli provoca una diffusione di elettroni dal metallo con densità maggiore a quello con densità minore.

I punti 4-5, punti dello stesso metallo, si trovano allo stesso potenziale.

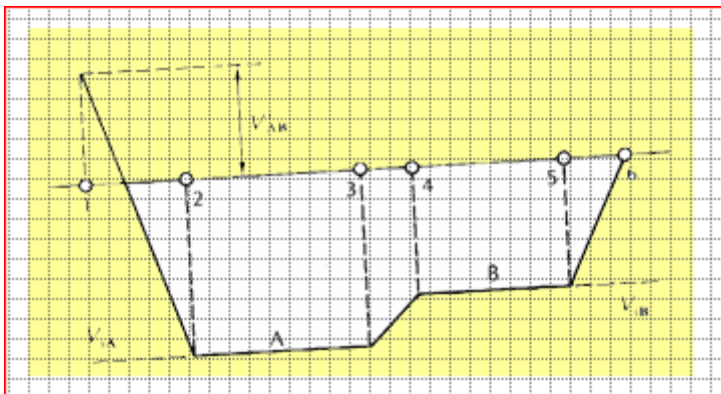
Tra i punti 5-6 nasce una differenza di potenziale pari a

$$V_B = \frac{L_B}{e}$$

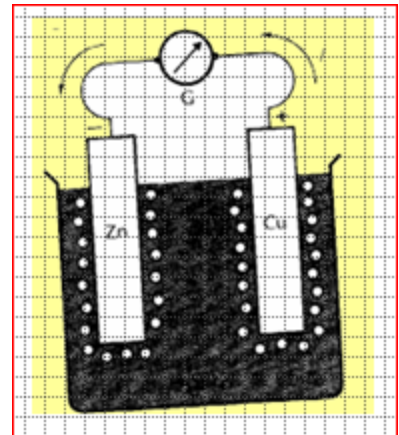
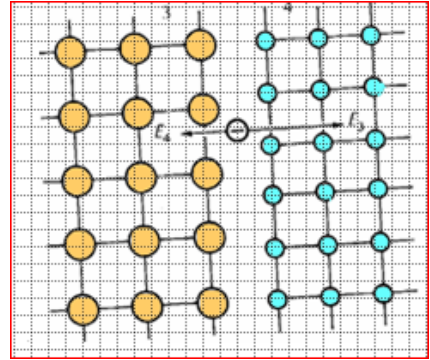
La differenza di potenziale tra i punti 1-6 risulta

$$V'_{AB} = V_B - V_A = \frac{L_B - L_A}{e}$$

nello spazio tra 1-6 vuoto, si crea un campo elettrico



La differenza di potenziale di contatto interna tra i metalli è pari a



$$V''_{AB} = V_{iB} - V_{iA}$$

che risulta molto piccola rispetto a  $V_{AB}$

$$V'_{AB} \gg V''_{AB}$$

$$V_{AB} = V'_{AB} + V''_{AB} = V'_{AB}$$

Se tra i due materiali diversi a contatto si crea una serie la differenza di potenziale dipende dai metalli estremi.

Se il primo metallo è uguale all'ultimo metallo, la differenza di potenziale è uguale a zero.

Se i due conduttori costituiscono un circuito chiuso la differenza di potenziale tra i punti A e B è uguale a zero.

Un circuito chiuso di conduttori di prima specie (metalli) non genera differenza di potenziale.

Se costruiamo un circuito chiuso formato da conduttori di prima specie (metalli) e da conduttori di seconda specie (elettroliti) possiamo ottenere una forza elettromotrice (pila).

La pila si ottiene immergendo due metalli diversi in un elettrolita. Ai capi dei due metalli nasce una forza elettromotrice.

Dalla teoria di Nernst la differenza di potenziale che si genera è dovuta al contatto fra metalli e soluzione.

Quando un metallo viene a contatto con una soluzione elettrolitica tende a inviare ioni in soluzione, la soluzione tende a caricarsi positivamente ed il metallo negativamente.

Per alcuni metalli può avvenire il contrario, gli ioni positivi della soluzione passano al metallo, il metallo si carica positivamente e la soluzione negativamente.

Tale emissione cessa quando il metallo diviene negativo richiamando gli ioni positivi della soluzione.

Raggiunto l'equilibrio si ha un doppio strato elettrico che genera una differenza di potenziale tra il metallo e la soluzione.

Con due metalli, ambedue subiscono lo stesso procedimento di dissoluzione per cui si genera tra metallo e soluzione una differenza di potenziale diversa che determina la nascita di una differenza di potenziale tra metallo e metallo.

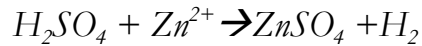
- Pila di Volta

È costituita da due elettrodi uno di rame (Cu) e uno di zinco (Zn) immersi in una soluzione acquosa di acido solforico. Per questioni di affinità elettrochimica gli ioni  $SO_4^{2-}$  migrano verso l'elettrodo di zinco (catodo) depositando su di esso due cariche negative. Questo ione a contatto con lo zinco si combina formando una molecola di solfato di zinco  $ZnSO_4$

A circuito aperto il processo elettrochimico si arresta quando le cariche accumulate dall'anodo (+) e dal catodo (-) raggiungono una differenza di potenziale

$e = 1\text{Volt}$  ( forza elettromotrice della pila)

Dal punto di vista teorico il processo dovrebbe continuare fino a quando tutto l'acido solforico  $\text{H}_2\text{SO}_4$  non si sia trasformato in solfato di zinco



Nella realtà la forza elettromotrice continua a diminuire a causa del deterioramento dell'anodo di rame dovuto ad assorbimento di idrogeno ( polarizzazione della pila).

La forza elettromotrice può essere riportata al suo valore iniziale liberando l'anodo del suo strato superficiale inquinato di idrogeno.

b) Un circuito elettrico è sempre caratterizzato da uno o più generatori con uno o più rami contenenti diversi elementi circuitali, resistenze, condensatori, induttanze o elementi attivi diodi o transistor.

Nel circuito si possono individuare i seguenti elementi i nodi, i rami e le maglie. I nodi sono i punti in cui convergono almeno 3 rami, le maglie sono costituite da rami che costituiscono una maglia. I rami, invece, sono i gli elementi collegati tra due nodi.

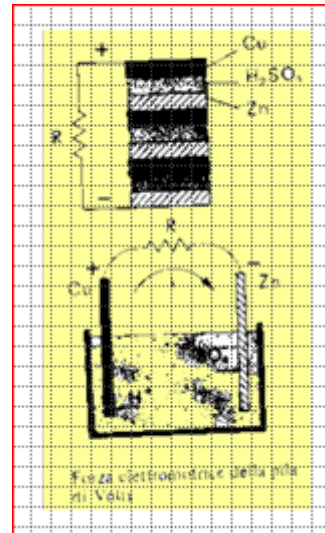
Un circuito in corrente continua contiene resistenze, generatori, induttanze, capacità. Su di esso si possono misurare potenziali, correnti, potenze.

Potenziale si misura in Volt  $V=RI$  [Volt]=[ohm][Amper]

Corrente di misura in Amper  $I=V/R$  [A]=[V]/[Ω]

Resistenza in Ohm  $R=V/I$  [Ω]=[V]/[A]

Potenza in Watt  $P=VI$   $P=V^2/R$   $P=R I^2$   
[W]=[V][A]



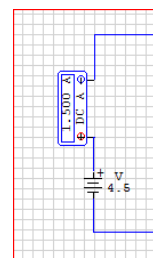
c) Per le misure di correnti, tensioni, resistenze e potenze, in corrente continua, abbiamo i seguenti strumenti di misura: amperometri, voltometri, ohmetri e Wattometri.

Per gli strumenti la misura deve essere effettuata con l'indice dello strumento verso il fondo scala.

Gli amperometri misurano corrente per cui devono essere posti in serie al ramo in cui si vuole misurare la corrente.

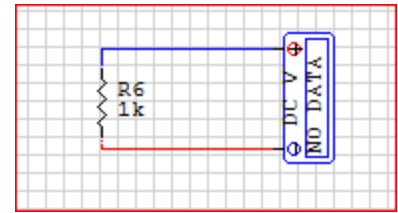
I voltometri misurano le tensioni devono essere in parallelo alle resistenze.

Per non alterare il circuito e modificare le misure, gli strumenti devono avere le seguenti caratteristiche:



### Caratteristiche dell'amperometro

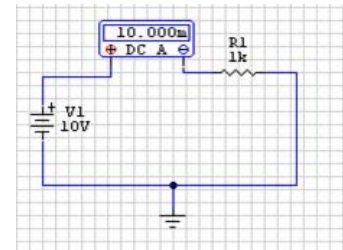
La sua resistenza interna di questo strumento deve essere piccola, uguale a zero, tale da non produrre variazioni nella corrente del ramo.



Consideriamo un generatore di tensione di 10V collegato ad una resistenza di 1KΩ, con in serie un amperometro. La corrente che circola nel circuito è data da

$$I=10V/1000= 10mA$$

trascurando la resistenza dell'amperometro.



Se la resistenza interna dell'amperometro  $r=10\Omega$

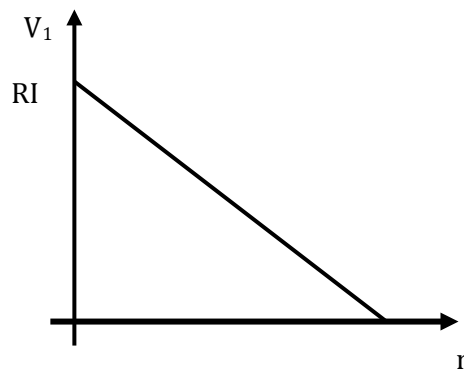
$$I=10V/(1000+10)=9,901A$$

Indicando con  $r$  la resistenza interna dell'amperometro possiamo scrivere

$$V_1=rI + R_1I \quad I=V_1/(R+r) \quad \text{se } R \gg r \quad I=V_1/R$$

$$\text{Se } R=r \quad I_{r=R}=I/2$$

Possiamo studiare l'equazione  $V_1=(R+r)I$

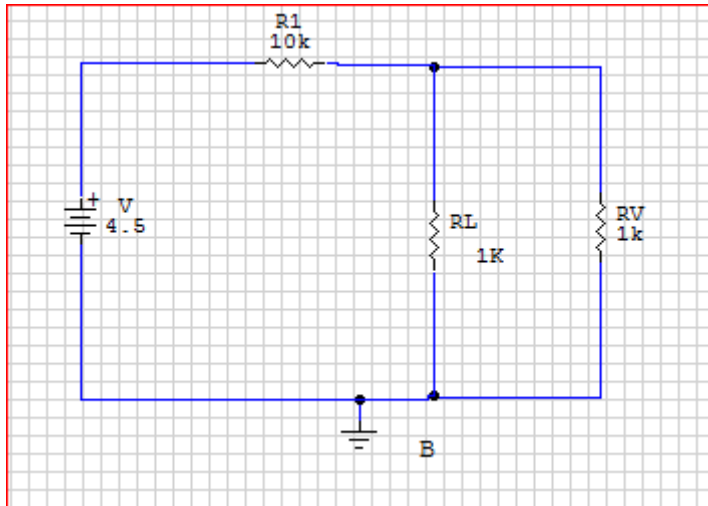


Dal grafico possiamo dire che la corrente segnata dall'amperometro è funzione della resistenza interna, quanto maggiore è  $r$  tanto minore è la corrente segnata dallo strumento.

### Voltmetro

Per i voltometri le cose vanno in modo diverso.

Un buon voltmetro deve avere una resistenza interna molto grande, tale, da non alterare la misura.



$$R_{eq} = 500\Omega \quad R_t = 10000 + 500 = 10500\Omega$$

$$\text{In Figura} \quad I = V/R = 4,5/R_t = 42,86\text{mA} \quad V = 42,86 \cdot 10^3 \cdot 500 = 0,214\text{V}$$

Se  $R_v$  molto grande

$$R_{eqt} = 11\text{K}\Omega$$

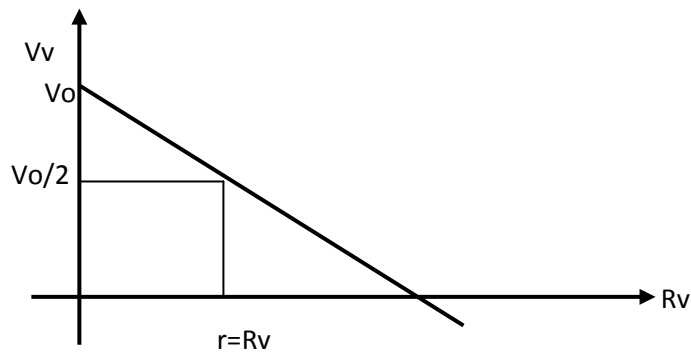
$$I = V/R_{eqt} = 4,5/11\text{K} = 4,091 \cdot 10^{-4} \text{A} \quad V = 1 \cdot 10^3 \cdot 4,091 \cdot 10^{-4} = 0,409\text{V}$$

Quanto minore è la resistenza del voltmetro tanto minore è il valore della misura.

$$V = (r_L \cdot R_v) / (r_L + R_v) \cdot I \quad V = \frac{r_L \cdot R_v}{r_L + R_v} \cdot I$$

$$\text{Se } r_L \ll R_v \quad \frac{r_L \cdot R_v}{r_L + R_v} = r \quad V = r \cdot I$$

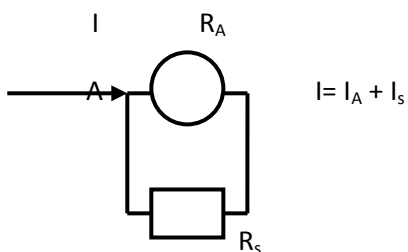
$$\text{Se } r_L = R_v \quad \frac{r_L \cdot R_v}{r_L + R_v} = r/2 \quad V_v = V/2$$



Per variare le portate degli strumenti s'inseriscono delle resistenze dette di shunt .

Per un amperometro se colleghiamo in parallelo una resistenza possiamo variare la

portata dell'amperometro



$$R_A I_A = R_S I_S \quad I_S = I_A \frac{R_A}{R_S} \quad I = I_A + I_S = I_A \frac{R_A}{R_S} + I_A \quad I = I_A \left(1 + \frac{R_A}{R_S}\right) = I_A \left(\frac{R_A + R_S}{R_S}\right)$$

Per conoscere la corrente che passa nel conduttore basta moltiplicare la corrente dell'ampmetro per  $(\frac{R_A+R_S}{R_S})$

Il rapporto  $(\frac{R_A+R_S}{R_S})$  si deve rendere multiplo di 10  $(\frac{R_A+R_S}{R_S})=10$

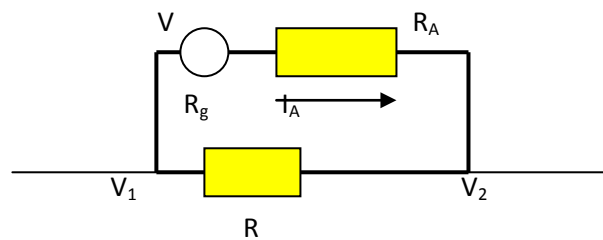
Se la corrente massima che può misurare l'ampmetro è di 1Amper e vogliamo misurare 10Amper.

Se  $R_A=1\Omega$   $R_S=999$   $1001/99$

$(\frac{R_A+R_S}{R_S})=10$   $10R_S = R_A + R_S$   $9 R_S = R_A$  se  $R_A = 1\Omega$   $R_S = 1/9 = 0,01\Omega$

L'ampmetro si può utilizzare anche per le misure di corrente

Se vogliamo misurare la tensione ai capi di R



$$V_1 - V_2 = R_A I_A$$

Affinchè lo strumento non alteri la differenza di potenziale tra il punto 1 e 2 la resistenza  $R_A$  deve essere molto grande.

$$V_1 - V_2 = V_g + V_A \quad V_g : V_A = R_g : R_A$$

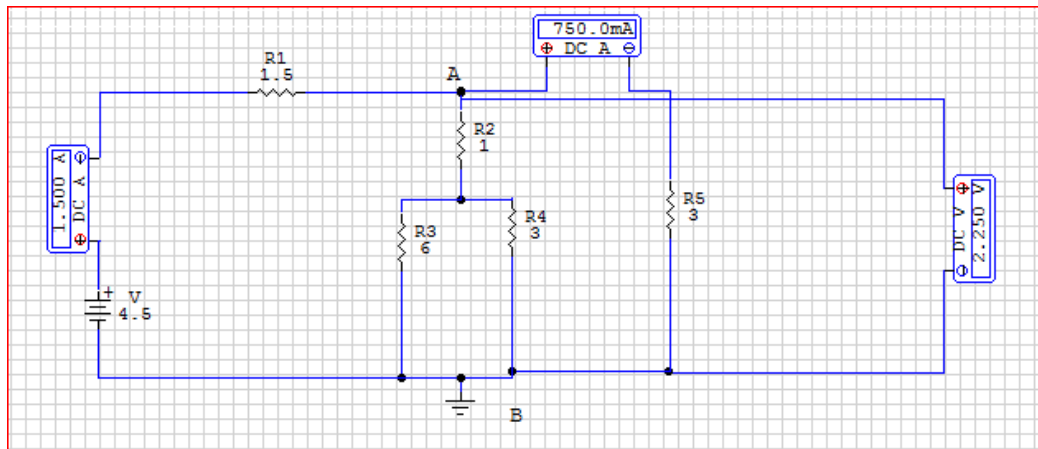
$$V_1 - V_2 = \frac{R_g + R_A}{R_g} V_g \quad \text{Per leggere il valore della tensione } V_1 - V_2 = K V_g$$

Se la portata dello strumento  $V_g=1V$

$$\frac{R_g + R_A}{R_g} = 10 \quad 10 R_g = R_g + R_A$$

$$R_A = 10 R_g - R_g = 9 R_g$$

## Esercizio



$$R_{34} = R_3 // R_4 = 2\Omega \quad R_{234} = 3\Omega$$

$$R_t = R_5 // R_{234} = 1,5\Omega$$

- La corrente erogata dal generatore

$$I_g = E/R_t = 1,5^\circ$$

- La tensione ai capi della resistenza  $R_1$

$$V_{AB} = E - R_1 I_g = 2,25V$$

- La tensione ai capi di  $R_3$

Corrente nel Ramo

$$R_{AB} = R_2 + R_3 // R_4 = 3\Omega$$

$$I_{AB} = V_{AB}/R_{AB} = 0,75A$$

$$V_{34} = R_{34} I_{AB} = 1,5V$$

- L'energia dissipata ai capi  $R_1$  e  $R_3$  in 2 sec

$$P_1 = R_1 I_g^2 = 3,375W$$

$$L_1 = \int_0^2 P_1 dt = 6,75Joule$$

$$I_3 = V_{34}/R_3 = 0,25A$$

$$P_3 = R_3 I_3^2 = 0,375W$$

$$L_3 = \int_0^2 P_3 dt = 6,75Joule$$

