

CADUTA LIBERA DI UNA SFERETTA D'ACCIAIO

Premessa

In questa prova devi determinare l'accelerazione di una sferetta d'acciaio in caduta libera, utilizzando la legge oraria che lega l'altezza con la durata della caduta. Con il materiale a disposizione, l'altezza potrà essere al massimo di una quarantina di centimetri, o poco più.

Potrai risalire alla sua brevissima durata, misurando il voltaggio o tensione V di carica di un condensatore C , in serie ad un resistore R , alimentati da una pila, sostanzialmente come nel circuito di figura Fig.1.

Se all'istante iniziale il condensatore è scarico, cioè $V(0) = 0$, il voltaggio V ai suoi capi cresce nel tempo t secondo la legge:

$$V(t) = V_{\max} (1 - e^{-t/\tau}) \quad (1)$$

Il parametro τ (*costante di tempo*) è appunto una costante che ha le dimensioni di un tempo e dipende dal condensatore e dal resistore in uso, il numero reale e è la base dei logaritmi naturali e $V_{\max}$ è il valore massimo che il voltaggio può raggiungere ai capi del condensatore durante la sua carica.

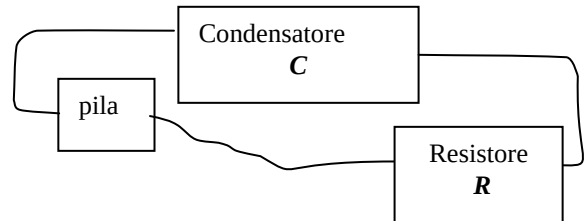


Fig.1
Schema di collegamento tra la pila,
il condensatore ed il resistore

Se ad un certo istante t il processo di carica si interrompe, si può determinare il valore di t dal corrispondente valore raggiunto da V utilizzando la relazione (1), noti τ e $V_{\max}$.

Sincronizzando inizio e fine della caduta con inizio e fine della carica, dal valore finale di V si può risalire quindi alla durata t della caduta.

Il circuito da realizzare, un po' più complesso di quello schematizzato in Fig.1, comprenderà anche (Fig.2):

- un voltmetro V da collegare in parallelo al condensatore per misurarne il voltaggio V ;
- un interruttore A per fare partire la carica del condensatore nell'istante in cui inizia la caduta;
- un interruttore B per arrestare la carica del condensatore nell'istante in cui termina la caduta.

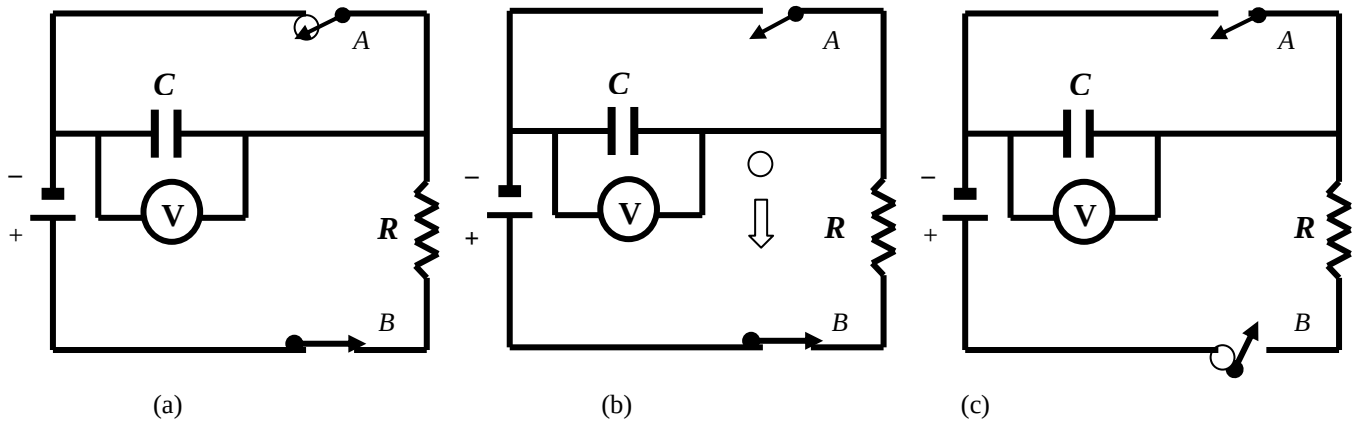


Fig.2

Prima della caduta gli interruttori A e B sono chiusi (a). Aprendo l'interruttore A la sferetta cade verticalmente ed il condensatore C , non più cortocircuitato da A , inizia a caricarsi mentre l'interruttore B è ancora chiuso (b). Nell'istante in cui la sferetta termina la caduta si apre l'interruttore B e si blocca la carica del condensatore. Al termine della caduta gli interruttori A e B sono entrambi aperti (c).

Istruzioni per il montaggio dell'apparecchiatura

1) Interruttore A

Materiali:

- 2 cavetti corti con capocorda a forchetta spellati ad una estremità;
- 1 molletta da bucato (grande);
- nastro isolante e forbici;
- 1 sferetta d'acciaio.

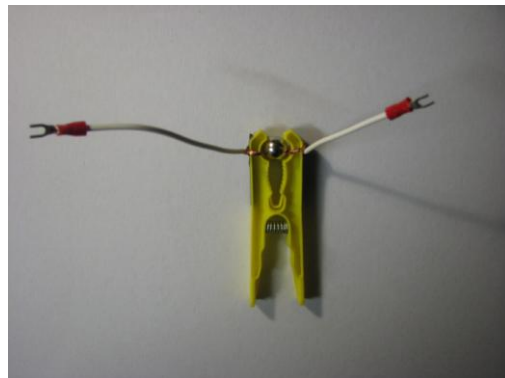


Fig. 3a

Ritorni un po' su se stesso il fascio di fili sottili di rame dell'estremo spellato di ciascuno dei cavetti corti, in modo che formi un cordoncino.

Avvolgi stretto ogni cordoncino a ciascuna ganascia della molletta, nella zona dove l'incavo è più largo (Fig. 3a). Controlla che non vi siano fili singoli che sfuggono e fissa ciascun cordoncino con nastro isolante alla corrispondente faccia esterna della molletta.

La sferetta andrà sistemata tra le due ganasce a contatto con i fili di rame così da chiudere l'interruttore. Per aprirlo basterà allargare le ganasce della molletta.

Per tenere chiuso l'interruttore A, puoi anche, più comodamente, appoggiare la sferetta sui fili di rame, anche senza stringerla tra le ganasce.

2) Interruttore B

Materiali:

- 2 stecconi da spiedini;
- 1 cavetto corto con capocorda a forchetta "spellato ad una estremità";
- 1 bicchierino di plastica;
- 1 striscia rettangolare di cartone;
- 1 cannuccia;
- foglio d'alluminio;
- scatola di sale;
- un po' di pasta adesiva
- nastro isolante e forbici
- coppia di magneti che fanno da "manico" per la sferetta per ripescarla dal bicchierino

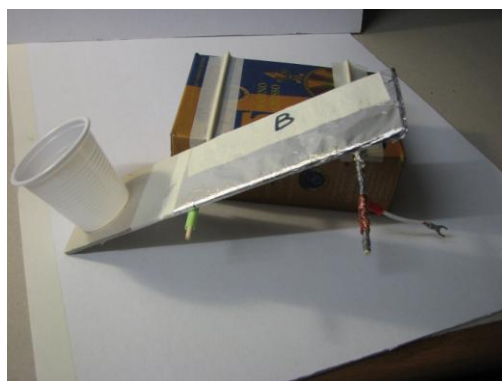


Fig. 3b

Blocca con il nastro adesivo i due stecconi paralleli sulla faccia di area maggiore della scatola di sale, ad una decina di centimetri l'uno dall'altro, e sporgenti di un paio di centimetri oltre la striscia di cartone appoggiata.

Manipola tra le dita tre o quattro piccoli pezzi di pasta adesiva e usali per fissare il fondo del bicchierino sulla striscia di cartone ad un'estremità. Rivesti la striscia di cartone con il foglio di alluminio, a partire dalla base del bicchiere fino all'altro estremo. Ritaglia un pezzetto di cannuccia di lunghezza un po' superiore a quella del lato corto della striscia di cartone e fissalo sotto la striscia con nastro adesivo parallelamente al suo lato corto dalla parte del bicchierino, a circa un terzo della lunghezza della striscia stessa. Infila poi la cannuccia in uno dei due stecconi che farà da asse di rotazione per l'interruttore. Avvolgi sulla parte sporgente dell'altro steccone un po' di foglio di alluminio e su questo la parte spellata del cavetto, in modo da avere un contatto elettrico quando la striscia metallizzata è appoggiata sullo steccone.

Controlla, infine, che la presenza della sferetta nel bicchierino inclini stabilmente l'altalena così che l'interruttore resti aperto (vedi Fig. 3b e Fig. 2c).

3) Apparato di sostegno

Materiali:

- 1 molletta da bucato (piccola) di sostegno;
- 1 bottiglia da 1,5 litri piena di acqua e ben chiusa;
- 1 tubo rigido di plastica;
- nastro metrico di carta;
- nastro adesivo trasparente;
- forbici;
- riga millimetrata
- un po' di filo di cotone e un fermaglio (filo a piombo)

Attacca il nastro metrico di carta lungo il tubo con nastro adesivo trasparente. Blocca il tubo così rivestito sulla bottiglia con almeno tre pezzi di nastro adesivo e fa' in modo che sia verticale, poi stringi ad esso la molletta di sostegno sulla quale si appoggerà la molletta - interruttore A. Facendo scorrere la molletta di sostegno lungo il tubo di plastica potrai variare l'altezza di caduta della sferetta, che puoi misurare con il nastro metrico e/o riga millimetrata a disposizione (Fig.4).

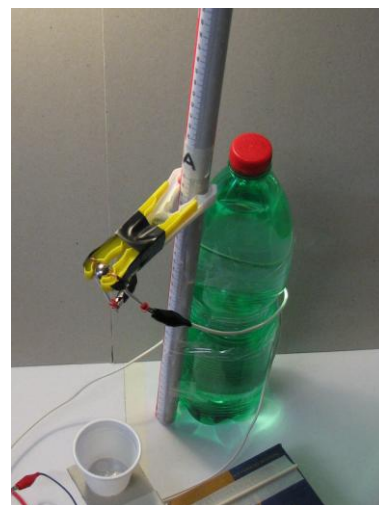


Fig. 4

4) Circuito elettrico

Materiali:

- 1 pila (tipo D) con "portapila" e fermaglio (elettrodo per il polo +);
- 1 multimetro da usare esclusivamente come voltmetro; l'interruttore è in alto a sinistra indicato con "POWER"
- 4 cavetti con morsetti a coccodrillo;
- fermaglio deformato (elettrodo per il polo -) _ condensatore _ resistore , collegati in serie tra loro;
- interruttore A ed interruttore B;
- nastro isolante e forbici.

Per effettuare i collegamenti utilizza i cavetti a disposizione. Nel voltmetro sono già sistemati i cavetti per il suo collegamento, non usare pertanto gli altri ingressi dello strumento.

Inserisci il fermaglio deformato nel "portapila" in corrispondenza del polo negativo della pila stessa; collega all'ingresso dell'interruttore B (chiuso) il reoforo uscente dal resistore all'estremo della serie,.

Non collegare per il momento l'uscita dall'interruttore B al polo positivo della pila (+) in modo da lasciare aperto il circuito temporaneamente. Collega il voltmetro in parallelo al condensatore: il cavetto nero con il reoforo dalla parte del polo negativo (-) della pila, il cavetto rosso all'altro reoforo. Controlla che il selettore dello strumento sia sulla portata 2V nel settore contrassegnato dal simbolo V_{DC} . Questa portata è da usare per tutte le misure con il multimetro.

L'incertezza strumentale delle letture vale: 0,5% della lettura + 0,001 V.

Collega infine l'interruttore A (chiuso con la sferetta inserita) in parallelo al condensatore (vedi Fig. 2a).

La vista d'insieme del circuito elettrico completo è indicata in Fig. 5 a pag. 5.

Altri materiali

- cronometro, necessario per determinare la costante di tempo τ .

Materiali sul tavolo di servizio

- Cronometri di riserva;
- carta millimetrata;
- fogli di alluminio di riserva.

Avvertenze

- Attenzione alle letture con il voltmetro!

Quando si interrompe la carica del condensatore, il voltmetro indica con un piccolo ritardo il voltaggio raggiunto. Questo valore resta stabile sul visore *solo* per poco tempo, perché poi c'è un effetto indesiderato: *il condensatore si scarica attraverso la resistenza del voltmetro ed il voltaggio diminuisce.*

Tieni spento il multimetro quando non lo usi. È probabile che si spenga spontaneamente dopo una decina di minuti di funzionamento; riaccendilo se lo devi usare ancora.

- Attenzione ai cortocircuiti!

È da evitare massimamente il cortocircuito della batteria, che la scaricherebbe rapidamente riscaldandola. Può capitare anche che le parti metalliche dei morsetti a coccodrillo dei cavetti si tocchino tra loro, creando contatti indesiderati. Coprile eventualmente con nastro isolante.

- Attenzione al condensatore!

Il condensatore in uso è polarizzato e va collegato alla pila come indicano le istruzioni del punto **4)**, con il reoforo uscente dalla parte contrassegnata con il segno “—” al polo negativo della pila, attraverso il fermaglio deformato. Se lo colleghi al contrario, lo metti fuori uso e c'è anche il pericolo che scoppi!

- Attenzione ai collegamenti e al funzionamento del circuito!

Prima di eseguire le misure richieste ai punti **1. 2. 3.** del **Testo** ti consigliamo di fare le seguenti operazioni per controllare il circuito e per meglio renderti conto del suo funzionamento.

- Iniziando dal polo negativo della batteria segui il percorso: condensatore_resistore_interruttore B_cavetto da collegare al polo + della pila. Controlla per ultimi i collegamenti in parallelo del condensatore con l'interruttore A e del condensatore con il voltmetro. Controlla il contatto mobile all'interruttore B e i contatti dei fermagli alla pila.
- Chiudi i due interruttori e alimenta il circuito elettrico collegando il polo + della batteria al cavetto che esce dall'interruttore B. Osserva l'indicazione del voltmetro.
- Apri ora l'interruttore A per circa un minuto togliendo la sferetta dalla molletta e tenendola in mano, con l'interruttore B chiuso. Osserva l'indicazione del voltmetro.
- Apri poi anche l'interruttore B a mano oppure facendo cadere la sferetta nel bicchierino e attendi un altro minuto. Osserva l'indicazione del voltmetro.

Testo

- 1. Lascia caricare il condensatore per almeno sette, otto minuti e determina il voltaggio $V_{\max}$.**
- 2. Usando cronometro e voltmetro, e aprendo a mano l'interruttore B, determina la costante di tempo τ .**
- 3. Misura l'accelerazione di caduta libera della sferetta con l'apparecchiatura e i materiali a disposizione.**
Prescindi totalmente dalle tue conoscenze pregresse circa il valore dell'accelerazione di gravità.

Nella relazione:

- **Indica in modo sintetico come procedi, limitandoti a indicare chiaramente misure e calcoli;**
- **Se hai usato accorgimenti significativi e non indicati in questa scheda, descrivili brevemente;**
- **Scrivi il numero del condensatore e ricopia i tuoi risultati finali nel quadro riassuntivo, che consegnerai insieme con la relazione. Non scrivere nulla nelle ultime due colonne.**

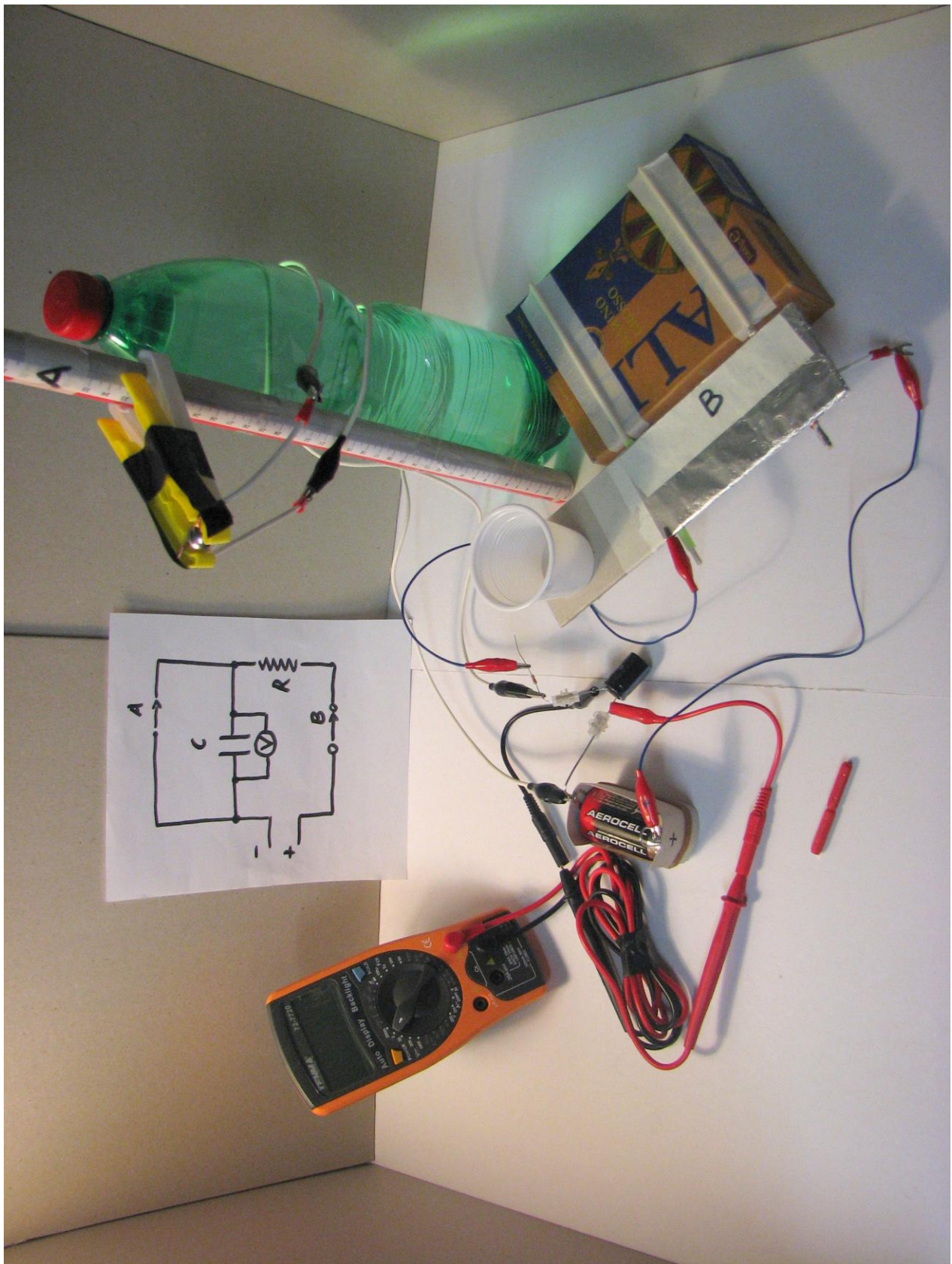


Fig. 5

Quadro riassuntivo delle risposte

Condensatore n

	Risultati	Punteggio Massimo		
1	Voltaggio $V_{\max}$	30		
2	Costante di tempo τ	80		
3	Accelerazione a	90		