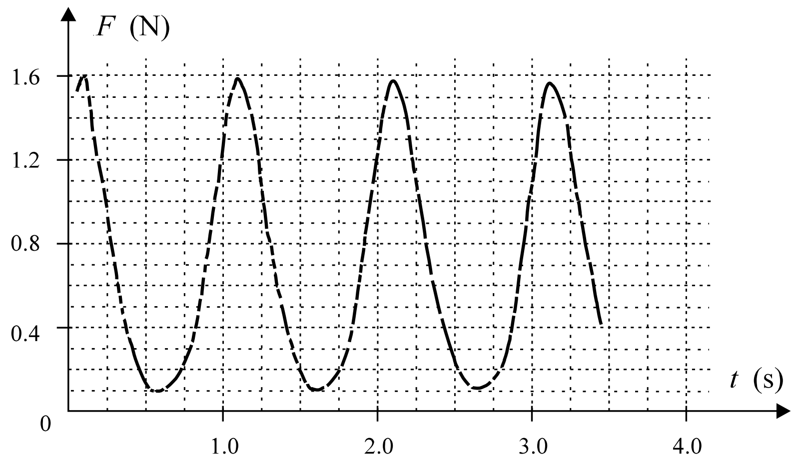
PROBLEMA n. 1 — Tensione del filo di un pendolo

50 Punti

Un sensore di forza collegato a un sistema di acquisizione automatica di dati consente di registrare valori di forze che variano rapidamente nel tempo.

Un pendolo è costituito da una sfera di massa m collegata a un'estremità di un filo di lunghezza ℓ il quale è fissato, all'altra sua estremità, a un sostegno. Il pendolo viene deviato dalla verticale di un angolo α e quindi lasciato oscillare liberamente, mentre un sensore di forza misura la componente verticale della tensione del filo; i valori misurati di tale componente sono riportati nel grafico che segue.



1. Mettere in relazione l'andamento del grafico con le successive posizioni del pendolo, motivando l'asimmetria tra i massimi e i minimi della curva.
2. Stimare il periodo del pendolo.
3. Utilizzando i valori massimo e minimo delle misure riportate nel grafico, determinare l'angolo α e la massa del pendolo.

Note: Si tenga conto che non ci sono motivi per considerare piccolo l'angolo α. Gli effetti di smorzamento sono da considerarsi trascurabili. Assumere $g = 9.80\,\mathrm{m\,s^{-2}}$.

PROBLEMA n. 2 — Interferenza

50 Punti

Una lastra di vetro spessa viene posta sopra un cubo di vetro. Tra la lastra e il cubo resta una sottile intercapedine d'aria di spessore uniforme d. Un fascio di luce monocromatica di lunghezza d'onda compresa tra $0.40\,\mu$m e $0.80\,\mu$m incide perpendicolarmente sulla lastra producendo interferenza. Al variare della lunghezza d'onda in tutto l'intervallo considerato, si notano due soli massimi di luce riflessa, uno dei quali in corrispondenza del valore $\lambda_1 = 0.40\,\mu$m.

1. Scrivere la condizione d'interferenza costruttiva in termini di λ e d e determinare l'insieme dei possibili rapporti tra due qualunque lunghezze d'onda che danno luogo a massimi di interferenza.
2. Calcolare il valore della seconda lunghezza d'onda per cui si ha un massimo di luce riflessa.
3. Calcolare lo spessore d dell'intercapedine d'aria.

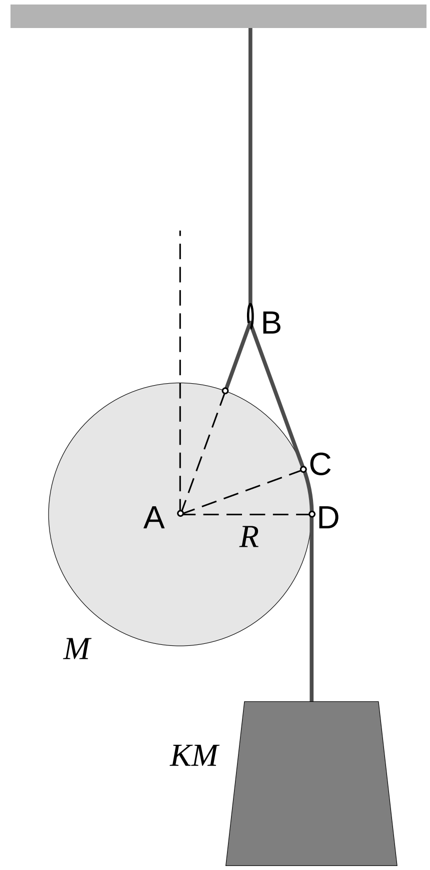
Nota: Poiché la lastra è spessa *l'interferenza è dovuta solo alla presenza dell'intercapedine d'aria.*

PROBLEMA n. 3 — Equilibrio

100 Punti

Dal soffitto di una stanza pende un filo di lunghezza maggiore di 1 m che termina in un piccolo anello B. Nell'anello passa un secondo lungo filo, di massa trascurabile, alle cui estremità sono appesi due corpi: uno è una sfera omogenea di centro A, raggio $R = 0.5\,\mathrm{m}$ e massa M e l'altro è un contrappeso di massa KM, con $K > 1$.

In assenza di attriti, i corpi si dispongono in una situazione di equilibrio in cui la sfera è più in alto e il contrappeso più in basso. La porzione di filo che regge il contrappeso si adagia per un tratto CD sulla superficie della sfera.



1. Disegnare le forze agenti sulla sfera e spiegarne l'origine fisica.
2. Determinare quanto è lungo il tratto $\overset{\frown}{\mathrm{CD}}$ di filo che regge il contrappeso che rimane in contatto con la sfera.
3. Descrivere, anche con un disegno, il caso limite in cui K tende a 1, esplicitando le condizioni in cui ciò può verificarsi.
4. Descrivere, anche con un disegno, il caso limite in cui K tende a infinito, discutendo anche che cosa succede se la sfera tocca l'anello in B.
5. Calcolare una risposta numerica per $K = 2$ e per $K = 4$.

PROBLEMA n. 4 — Lampada stroboscopica

100 Punti

Si consideri il circuito in figura 1. Se si indica con q_0 la carica sul condensatore C al tempo $t = 0$, in cui viene chiuso l'interruttore, allora la carica ad ogni istante successivo è data dalla funzione

$$(1) \qquad q(t) = Q + (q_0 - Q)\, e^{-t/\tau} \quad \text{con} \quad \tau = R_\mathrm{p} C$$

essendo R_p la resistenza equivalente al parallelo delle resistenze R_1 e R_2.

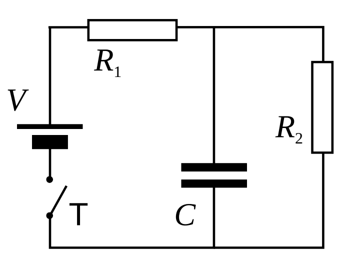


Fig. 1

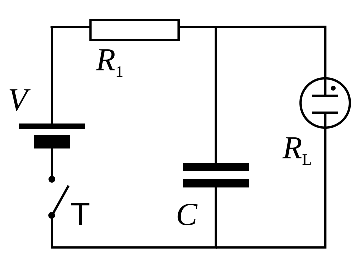


Fig. 2

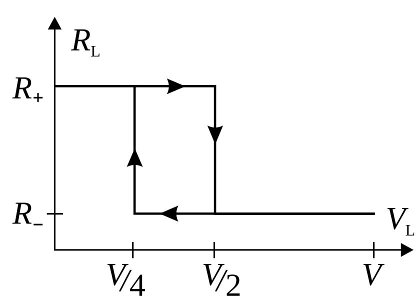


Fig. 3

1. Mostrare che la costante Q rappresenta il valore di regime della carica sul condensatore e determinarne il valore in funzione dei parametri V, R_1, τ.

2. Calcolare le correnti nei tre rami del circuito usando la relazione (1) e verificare che il risultato è consistente con la legge dei nodi di Kirchhoff.

Traccia suggerita: ricavare nell'ordine
- *la ddp ai capi del condensatore $V_C(t)$;*
- *la corrente nel ramo del condensatore;*
- *la corrente in R_2;*
- *la corrente in R_1;*
- *verificare la legge di Kirchhoff a uno dei nodi.*

La resistenza R_2 viene sostituita da una lampada a gas (figura 2) schematizzabile come un componente resistivo definito in questo modo:

- quando la tensione applicata è nulla la resistenza è molto elevata ($R_{\rm L} = R_+ \gg R_1$) e rimane tale finché la tensione non supera il valore $V_2 = V/2$; a questo punto la resistenza scende a $R_- \ll R_1$ e la lampada emette luce;
- la resistenza rimane molto bassa ($R_{\rm L} = R_- \ll R_1$) quando la tensione applicata ai suoi capi resta superiore al valore $V_1 = V/4$; quando la tensione scende al di sotto di questo valore la resistenza torna ad R_+ e la lampada si spegne.

Il grafico di figura 3 mostra come la resistenza della lampada, nell'intervallo di tensione applicata $V_1 < V_{\rm L} < V_2$, dipende dalla storia precedente.

3. Partendo dalla condizione $q_0 = 0$ riportare in un grafico l'andamento della $V_C(t)$ mostrando che la lampada emette una successione di lampi (*lampada stroboscopica*).

4. Determinare la frequenza dei lampi nel caso $R_+ = 100\, R_1$ ed $R_- = R_1/100$, dandone poi il valore numerico per $C = 100 \mu F$ ed $R_1 = 4.7\,\mathrm{k\Omega}$.

Si vuole osservare una corda vibrante alla luce di una lampada stroboscopica la cui frequenza può essere variata; è noto solo il valore minimo della frequenza $\nu_0 = 2\,\mathrm{Hz}$.

A partire da un valore certamente maggiore di quello di vibrazione della corda, la frequenza della lampada viene lentamente diminuita, fino al valore minimo.

A un certo istante, durante questa operazione, si osserva che la corda appare ferma, ma poiché la frequenza dei lampi non è nota, non è possibile determinare la frequenza di oscillazione della corda.

Diminuendo ancora progressivamente la frequenza della lampada, la corda appare ferma una seconda volta e subito dopo, raggiunta la frequenza minima della lampada, ν_0, la corda sembra oscillare con un periodo *apparente* $T_{\rm app} = 3\,\mathrm{s}$.

5. A che frequenza oscilla la corda?

Materiale prodotto dal gruppo

PROGETTO OLIMPIADI
Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica
presso Liceo Scientifico "U. Morin"
VENEZIA MESTRE
fax: 041.584.1272
e-mail: olifis@libero.it