



Associazione
per l'Insegnamento
della Fisica



Campionati di Fisica 2024

38^a edizione

Gara Nazionale - Prova sperimentale

Senigallia (AN) - giovedì 11 aprile 2024

ISTRUZIONI:

Tempo: 4 ore

**Non sfogliare il fascicolo !
Aspetta che sia dato il via.**

1. Appena ti verrà dato il via, controlla che il **Codice Studente** riportato sulla busta grande, sulla busta piccola e sul cartoncino sia lo stesso.

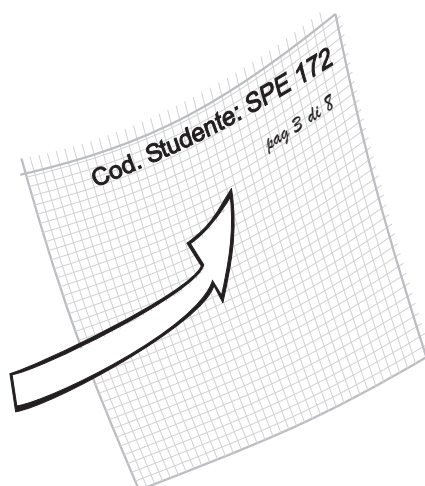
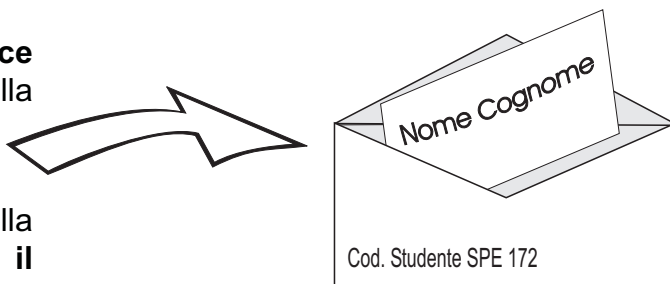
Scrivi chiaro il tuo **NOME e COGNOME**

sul cartoncino, poi inserisci il cartoncino nella busta piccola e chiudila **senza incollare il lembo**; metti subito la busta piccola chiusa in quella grande che userai alla fine per consegnare tutti i fogli.

Successivamente, NON dovrai scrivere il tuo nome su nessun foglio, né sulle buste, ma dovrai usare solo

il tuo Codice Studente !

2. Su ogni facciata scrivi chiaramente, in alto a destra, solo il tuo **Codice Studente**.
3. Scrivi il numero di pagina e il totale delle pagine



I Campionati di Fisica
sono organizzati dall'AIF
su mandato del



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE
E DEL MERITO

La Gara Nazionale ha il sostegno di

Comune di
Senigallia

Liceo Statale "Medi"
Senigallia

Istruzioni generali

Leggi attentamente tutto il testo prima di iniziare a lavorare con i materiali a disposizione.

Non ti si chiede una relazione di laboratorio, ma solamente una serie di risposte da scrivere nei fogli appositi.

Ogni risposta deve avere una sua giustificazione sintetica e chiara, anche se non è chiesto esplicitamente nella domanda.

Se, per migliorare un procedimento, adotti accorgimenti significativi, registrati nel corrispondente foglio risposte.

Al termine della prova inserisci i fogli con le risposte e la minuta nell'apposita busta da consegnare.



Materiale elaborato dal Gruppo

PROGETTO OLIFIS

Segreteria dei Campionati Italiani di Fisica

E-mail: segreteria@olifis.it - WEB: www.olifis.it



NOTA BENE:

È possibile utilizzare, riprodurre, distribuire,
comunicare al pubblico questo materiale
alle due seguenti condizioni:

citare la fonte;

non usare il materiale, nemmeno parzialmente, per fini commerciali.

I Campionati di Fisica
sono organizzate dall'AIF
su mandato del



MINISTERO dell'ISTRUZIONE
e del MERITO

P_{Sp}**LA CATENA OSCILLANTE****Punti 200**

Introduzione — In questo esperimento è proposto lo studio delle piccole oscillazioni di una catena appesa a una estremità. Verrà dapprima studiata la condizione in cui la catena oscilla senza un carico appeso all'altro estremo. Successivamente, verranno studiate le oscillazioni quando alla catena sono appesi degli oggetti. Infine, sarà studiata la condizione in cui la catena oscilla presentando un secondo nodo oltre a quello localizzato nel punto di sospensione. Per dare una descrizione accurata del moto sarà importante curare la precisione delle misure, in particolare di quelle del periodo. Inoltre, i risultati dovranno sempre essere espressi con un congruo numero di cifre significative. La catena va costruita con dei fermacarte (clip) seguendo le istruzioni.

L'accelerazione di gravità di Senigallia è $g = (9.8050 \pm 0.0005) \text{ m s}^{-2}$

MATERIALI A DISPOSIZIONE

13 clip del n.6;
 nastro metrico di carta;
 cronometro;
 riga millimetrata da 60 cm;
 3 rondelle grandi;
 3 rondelle medie;
 3 rondelle piccole;
 2 squadre da disegno;
 forbici;
 nastro adesivo di carta;
 2 fogli di carta millimetrata.

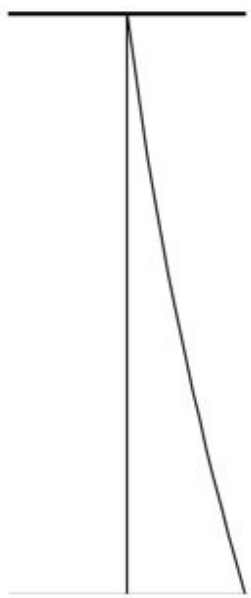


Fig. 1

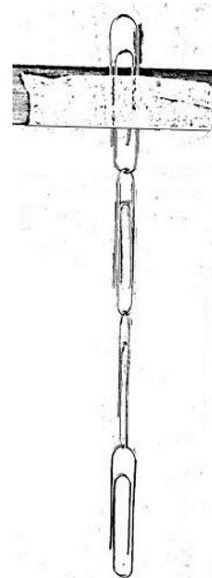


Fig. 2

PARTE PRIMA.

Piccole oscillazioni di una catena sospesa a un estremo – Lo studio delle piccole oscillazioni di una catena flessibile fu condotto già nella prima metà del XVIII secolo da Daniel Bernoulli. Nel suo lavoro Bernoulli dimostrò, tra l'altro, che

- I. teoricamente, la catena può oscillare con diversi modi stazionari di oscillazione, cioè con diverse frequenze;
- II. il primo modo di oscillazione è caratterizzato dal fatto che la catena non interseca la verticale in nessun punto diverso dal punto di sospensione, tranne quando tutte le maglie lo fanno contemporaneamente risultando allineate. A parte l'istante di attraversamento della verticale la forma della catena è curvilinea in tutte le altre fasi del moto. (Fig.1)

L'obiettivo proposto in questa fase dell'esperimento è quello di studiare il primo modo di oscillazione di catene realizzate con un numero di clip crescente da $n = 4$ a $n = 12$. Per tutte le catene, il gancio di sospensione, che costituisce il fulcro delle oscillazioni, va realizzato con un'ulteriore clip fissata al bordo del tavolo di lavoro con nastro adesivo in modo che risulti verticale.

TUTTE le clip vanno montate con il doppio arco posto sopra l'arco singolo (vedi la Fig.2).

In particolare, fissato il numero n di clip, è richiesto di:

- (a) misurare la lunghezza ℓ della catena di clip quando assume la posizione di equilibrio verticale;
- (b) misurare il periodo T del primo modo di oscillazione;
- (c) calcolare il periodo di oscillazione T_0 del pendolo semplice avente lunghezza ℓ .

QUESITI

Q.1

[42 p.]

Riporta in tabella l'esito delle misure e dei calcoli previsti ai punti (a); (b); (c). Assicurati di curare la precisione delle misure di periodo T e di T_0 in modo da avere errori relativi non superiori a 0.005. Dai evidenza al processo che hai seguito per raggiungere l'obiettivo.

Q.2

[20 p.]

Analizzando i risultati ottenuti cosa puoi concludere circa il valore del rapporto T/T_0 che caratterizza le catene impiegate?

PARTE SECONDA.

Piccole oscillazioni di una catena sospesa a un estremo e con un carico appeso all'altro estremo –

Sia, ora, m_c la massa di ciascuna clip, e $m = nm_c$ la massa dell'intera catena costituita da n clip. All'estremo libero della catena puoi appendere carichi di massa M che può essere opportunamente variata impiegando le rondelle in dotazione. L'obiettivo di questa seconda parte è lo studio della relazione $T/T_0 = f(M/m)$.

La lunghezza L da inserire nel calcolo di T_0 va misurata a partire dal punto di sospensione della catena fino al centro di massa del carico di rondelle.

La riga millimetrata da 60 cm va impiegata per ricavare informazioni utili per il calcolo di M/m . Se opportunamente usata, la riga può svolgere la stessa funzione del giogo di una bilancia. A tal scopo, il fulcro della riga può essere costituito dal bordo squadrato del tavolo di lavoro.

Q.3

[17 p.]

Indicando con M_g la massa di una rondella grande; M_m la massa di una rondella media; M_p la massa di una rondella piccola, usa la riga millimetrata per misurare i rapporti M_g/m_c , M_m/m_c , M_p/m_c .

Descrivi il metodo usato per le misure e gli accorgimenti utilizzati per ottenere la massima precisione. Riassumi in tabella le misure effettuate e i risultati della loro elaborazione. Non è richiesto il calcolo delle incertezze.

Si può dimostrare che la funzione $T/T_0 = f(M/m)$ valida per un pendolo fisico costituito da una sottile asta rigida, di massa m , caricata a un estremo da un piccolo corpo di massa M è

$$\frac{T}{T_0} = \sqrt{\frac{2 + 6M/m}{3 + 6M/m}} \quad (1)$$

Ma cosa si può affermare per un pendolo realizzato con un corpo di massa M appeso a una catena di massa m ? Ti viene proposto di studiare la situazione dal punto di vista sperimentale.

A tal scopo impiegherai una catena costituita da 12 clip alla quale applicherai carichi diversi che andranno realizzati con le rondelle disponibili. Indicando con “p”, “m” e “g”, rispettivamente, la rondella piccola, media e grande, andranno realizzati carichi costituiti da 1p, 2p, 3p, 1m, 2m, 3m, 1g, 2g, 3g.

Attenzione: per quanto l'entità dei carichi di rondelle sia compresa in un intervallo relativamente ampio, i corrispondenti periodi di oscillazione della catena varieranno entro pochi centesimi di secondo.

Q.4

[38 p.]

Per tutti i carichi selezionati calcola il valore del rapporto M/m . Effettua le misure necessarie per poter calcolare il rapporto T/T_0 da associare a ciascuno dei suddetti valori di M/m . Accertati di effettuare le misure di periodo T in modo da avere errori relativi $e_r(T) \simeq 0.001$. Dai evidenza al processo che hai seguito per raggiungere l'obiettivo. Assicurati che l'errore relativo sulla misura di T_0 sia tale che $e_r(T_0) < 0.005$. Riassumi in una tabella i risultati ottenuti includendo anche i valori ottenuti in precedenza per il caso $M/m = 0$.

Q.5

[30 p.]

Riporta su un unico piano cartesiano l'andamento della funzione $T/T_0 = f(M/m)$ valida per un pendolo semplice, i punti sperimentali ottenuti impiegando la catena, ed elencati nella tabella ottenuta in Q4, e i corrispondenti punti calcolati per un'asta rigida. Riassumi in tabella i risultati relativi al calcolo di quest'ultimi.

Si ipotizza che, nel caso della catena, la funzione $T/T_0 = f(M/m)$ assuma la forma

$$\frac{T}{T_0} = a \left(\frac{2 + 6M/m}{3 + 6M/m} \right)^b \quad (2)$$

Q.6

[28 p.]

Calcola il valore dei parametri a e b e confronta le tue misure con le corrispondenti previsioni fornite dalla (2). Commenta i risultati che hai ottenuto.

PARTE TERZA.

Secondo modo di oscillazione – Nel suo lavoro D. Bernoulli descrisse le condizioni che caratterizzano il secondo modo di oscillazione della catena, affermando che

... le oscillazioni della catena sono caratterizzate da due punti fissi (o nodi): il punto di sospensione, e un punto giacente sulla verticale ... (il punto B in Fig.3.)

e, con riferimento, ancora, alla Fig.3

... CN corrisponde a 0.47ℓ e MN è approssimativamente $(2/5) FC$...

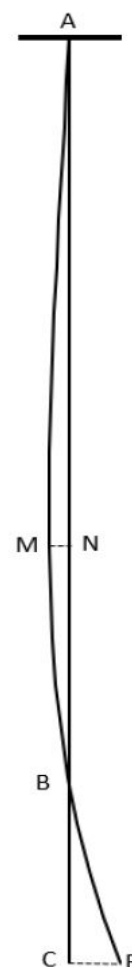


Fig.3

Q.7

[25 p.]

Fai oscillare la sola catena costituita da 11 clip in modo da realizzare le caratteristiche del secondo modo di oscillazione. Misura il periodo T_2 delle piccole oscillazioni e l'incertezza da associarvi. Riporta in tabella l'esito delle misure e la loro elaborazione. Misura il rapporto T_2/T_0 relativo a questo modo di oscillazione. Infine, misura il rapporto ℓ_2/ℓ tra la lunghezza ℓ_2 del pendolo semplice isocrono e la lunghezza ℓ della catena.