

# Campionati di $\vec{F}$ isica

# GARA A SQUADRE

FINALE NAZIONALE

(3a edizione)  
11 aprile 2025

Sponsorizzato da:



**CASIO**

con il sostegno di

Comune di Senigallia

Liceo Statale "Medi" - Senigallia





### Informazioni importanti per la gara. Leggi con attenzione!

- La risposta da consegnare per ciascun problema è un numero in notazione scientifica, eventualmente negativo. Prestare attenzione al fatto che abbia al più 4 cifre dopo la virgola (o punto).
- Le dimensioni fisiche della risposta sono indicate sotto ogni problema. Può essere presente anche una potenza di 10 per facilitare l'inserimento. Tale potenza non è detto che corrisponda all'ordine di grandezza della risposta esatta. **Esempio:** se l'unità di misura indicata è  $10^{-3}$  m e la risposta corretta è 15 cm, il numero da inserire è  $1.50 \times 10^2$ .
- Le risposte saranno giudicate corrette entro un range di validità stabilito per ogni domanda nell'apposita tabella. Detta  $X$  la risposta esatta e  $p$  la percentuale in tabella convertita in numero decimale (**Es.:**  $0.5\% = 0.005$ ), una risposta  $Y$  viene considerata corretta se vale:

$$\frac{X}{1+p} \leq Y \leq (1+p)X$$

e similmente per numeri negativi.

- Nella risoluzione dei problemi può essere necessario utilizzare delle costanti universali, i cui valori, da considerarsi esatti, sono riportati nell'apposita tabella a fine documento.
- È consentito l'uso di strumenti da disegno (righe, squadre, compassi) e delle calcolatrici che vengono ammesse all'Esame di Stato. Non è consentito l'uso di internet, né di ogni comunicazione con l'esterno durante la gara. Non è possibile consultare libri, dispense o eserciziari. È permesso portare cibo e medicine durante la gara.
- I problemi **non** sono riportati in ordine di difficoltà.
- Per qualsiasi domanda sul testo, rivolgersi agli organizzatori all'apposito bancone entro la prima metà della gara.

*Materiale elaborato dalla collaborazione fra*

Gruppo OliFis e Gruppo GaS  
La lista dei collaboratori è reperibile all'indirizzo <https://gas.olifis.it/about-us/>

### NOTA BENE

Il seguente materiale è distribuito secondo la licenza CC-BY-NC. 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 dettagli della licenza CC-BY-NC si possono leggere all'url <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/it/>.



### $\mathcal{P}_1$ Chitarra scordata

---

Fabio sta cercando di accordare una corda della sua chitarra. Per farlo, si aiuta con un diapason che vibra alla frequenza di 440 Hz. Quando Fabio suona contemporaneamente il diapason e la corda, sente l'intensità del suono risultante aumentare e diminuire periodicamente, con periodo di 0.87 s. Allora Fabio aumenta leggermente la tensione della corda, e stavolta l'intensità del suono risultante aumenta e diminuisce ogni 1.75 s. Quanto valeva la frequenza del suono emesso originariamente dalla corda?

Unità di misura: Hz. Precisione richiesta: 0.02%.

### $\mathcal{P}_2$ Velocità di fuga

---

Un satellite viene lanciato dalla superficie terrestre in direzione radiale, con la minima velocità necessaria ad allontanarsi indefinitamente. Quanto tempo è necessario affinché esso percorra una distanza pari al raggio della Terra?

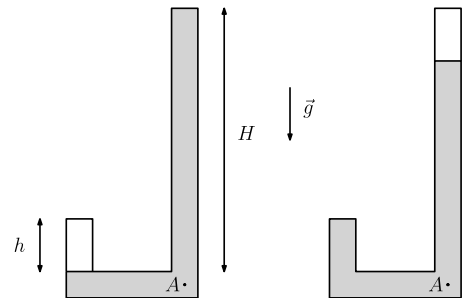
Nota: si ignorino gli effetti della rotazione terrestre e della resistenza atmosferica.

Unità di misura: s. Precisione richiesta: 0.5%.

### $\mathcal{P}_3$ J sigillata

---

Un contenitore sigillato, a forma di “J” con angoli squadrati come in figura (sinistra), è appoggiato su un piano. Un braccio verticale è lungo  $h = 5$  cm ed è pieno d'aria, mentre l'altro braccio verticale è lungo  $H = 25$  cm ed è pieno d'acqua. I due bracci hanno sezione uguale e sono connessi da un braccio orizzontale pieno d'acqua. A un certo punto, il contenitore viene inclinato in modo da far salire l'intera bolla d'aria in cima al braccio verticale più lungo, e poi viene riappoggiato sul piano, come in figura (destra). Quanto vale la differenza tra la pressione, calcolata nel punto A, nella nuova configurazione e quella nella vecchia configurazione?



Nota: si assuma che il processo avvenga a temperatura costante e che l'acqua sia un fluido incompressibile.

Unità di misura: Pa. Precisione richiesta: 0.5%.

### $\mathcal{P}_4$ Boa di tungsteno

---

Un guscio sferico, avente raggio esterno  $r$ , spessore 2 mm e densità  $19250 \text{ kg/m}^3$ , galleggia sull'acqua immerso esattamente per metà del suo volume. Quanto vale  $r$ ?

Unità di misura: m. Precisione richiesta: 2.0%.

### $\mathcal{P}_5$ Specchio relativistico

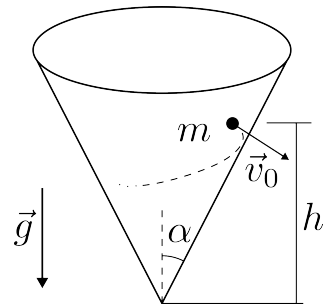
---

Marco punta un laser, che emette luce di lunghezza d'onda 460 nm, contro uno specchio che si allontana da lui alla velocità di  $0.2c$ . La luce si riflette ortogonalmente sullo specchio e torna nel punto in cui si trova Marco, dove egli ne misura la lunghezza d'onda  $\lambda$ . Qual è il valore di  $\lambda$  misurato da Marco?

Unità di misura: nm. Precisione richiesta: 0.5%.

## P6 Traiettorie sul cono

Un punto materiale di massa 100 g, immerso nel campo gravitazionale terrestre, è vincolato a muoversi senza attrito sulla superficie di un cono di semiapertura  $\alpha = 15^\circ$ , come in figura. L'asse del cono è verticale, il suo vertice punta verso il basso e la sua altezza è sufficiente a non far fuoriuscire l'oggetto. Quest'ultimo viene messo in moto con una velocità  $v_0 = 0.5$  m/s diretta orizzontalmente, a una quota verticale di  $h = 10$  cm rispetto al vertice del cono. Quanto vale il modulo della differenza fra la quota massima e la quota minima che l'oggetto raggiunge durante il suo moto?



Unità di misura: m. Precisione richiesta: 0.5%.

## P7 Orologio a pendolo

Il pendolo di un orologio, progettato per funzionare correttamente quando si trova a una temperatura di  $0^\circ\text{C}$ , è costituito da un'asta sottilissima, di massa 100 g e lunghezza 75 cm, alla cui estremità libera è fissato il centro di un disco di spessore trascurabile, massa 2 kg e raggio 10 cm. Il disco e l'asta giacciono sullo stesso piano verticale, nel quale sono liberi di compiere piccole oscillazioni. Il materiale con cui sono stati costruiti i due oggetti ha una costante di dilatazione termica lineare pari a  $10^{-5} \text{K}^{-1}$ . Quanto vale la differenza tra il tempo segnato dall'orologio e il tempo reale, dopo che l'orologio è stato messo in funzione per un giorno alla temperatura di  $25^\circ\text{C}$ ?

Unità di misura: s. Precisione richiesta: 0.5%.

## P8 Stella lontana

Un pianeta orbita circolarmente attorno a una stella con periodo di 500 giorni terrestri. Osservata dal pianeta, la stella ha un diametro angolare pari a  $0.412^\circ$ . Quanto vale la densità media della stella?

Unità di misura:  $\text{kg}/\text{m}^3$ . Precisione richiesta: 0.5%.

## P9 Oscillazioni di molecole

Una molecola composta da due atomi di idrogeno può vibrare in modo che la distanza tra i due nuclei oscilli con frequenza di  $1.32 \times 10^{14}$  Hz. Quanto vale tale frequenza di oscillazione per una molecola composta da un atomo di idrogeno e da uno di deuterio?

Nota: il nucleo dell'idrogeno è composto da un solo protone, mentre quello del deuterio è composto da un protone e un neutrone.

Unità di misura: Hz. Precisione richiesta: 0.5%.

## P10 Linee di campo

Due cariche puntiformi di segno opposto,  $q_1$  e  $q_2 = -10q_1$ , sono posizionate a una certa distanza l'una dall'altra. Si consideri una linea del campo elettrico che emerge da  $q_1$  formando un angolo di  $90^\circ$  con la congiungente le due cariche. Tale linea di campo cade su  $q_2$  formando un angolo acuto  $\theta$  con la congiungente le due cariche. Quanto vale  $\theta$ ?

Unità di misura: rad. Precisione richiesta: 0.5%.

**P<sub>11</sub> E.T.1982**

I simpatici abitanti del pianeta E.T.1982 sanno bene che ogni anno dura esattamente 198.2 giorni ETiani. Sapendo che i versi di rivoluzione e rotazione del pianeta sono opposti, quanto vale (in un sistema di riferimento inerziale) il periodo di rotazione del pianeta E.T.1982?

*Unità di misura:* giorni ETiani. *Precisione richiesta:* 0.05%.

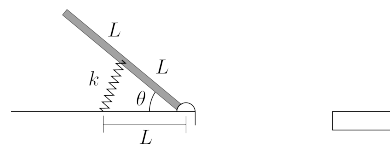
**P<sub>12</sub> Batterie burlone**

La batteria di alcuni dispositivi presenta uno strano comportamento: meno essa è carica, più pare scaricarsi velocemente. Per spiegare questo fenomeno, supponiamo che la tensione ai capi di una batteria valga  $V(Q) = \min\{Q/C, 12\text{ V}\}$ , dove  $C = 5\text{ F}$  e  $Q$  è la carica residua che la batteria può erogare prima di scaricarsi. Ipotizzando che il dispositivo consumi una potenza costante pari a  $1\text{ W}$ , quanto tempo impiega la batteria a scaricarsi completamente se essa è in grado di erogare una carica totale di  $120\text{ C}$ ?

*Unità di misura:* s. *Precisione richiesta:* 0.5%.

**P<sub>13</sub> Chiudere una porta**

Una porta di larghezza  $2L = 0.80\text{ m}$  (rappresentata figura con una prospettiva dall'alto) è incardinata a un muro, ed è inizialmente ferma e completamente aperta, ossia  $\theta = 0^\circ$ . Una molla di lunghezza a riposo nulla e costante elastica  $2 \times 10^3\text{ N/m}$  connette orizzontalmente il centro della porta a un punto sul muro, a distanza  $L$  dal perno. La molla fa sì che la porta rimanga aperta. Luca vuole chiudere la porta: se riesce a modificarne l'angolo da  $\theta = 0^\circ$  a  $\theta = 180^\circ$ , un meccanismo la manterrà chiusa. Luca è in grado di esercitare una forza di modulo costante  $F$ , potendo scegliere in ogni istante il punto e la direzione di applicazione. Qual è il minimo valore di  $F$  necessario affinché Luca riesca a chiudere la porta?



*Unità di misura:* N. *Precisione richiesta:* 0.5%.

**P<sub>14</sub> Parole al vento**

Un vento a  $30\text{ km/h}$  spira diretto da Alice verso Barbara, entrambe sedute su una panchina. Marta arriva e si siede in mezzo, equidistante dalle altre due. Quando Marta parla, quanto vale il rapporto tra l'intensità del suono udito da Alice e l'intensità del suono udito da Barbara? Si supponga che la velocità del suono sia pari a  $340\text{ m/s}$  e che la voce di Marta sia approssimabile a un emettitore ideale isotropo.

*Unità di misura:* adimensionale. *Precisione richiesta:* 0.5%.

**P<sub>15</sub> Frigorifero regolabile**

Un frigorifero, posizionato in un ambiente con una temperatura di  $22^\circ\text{C}$  con il quale scambia calore solo tramite conduzione, è mantenuto a una temperatura costante di  $5^\circ\text{C}$  tramite una macchina di Carnot. Consumando una potenza di  $39\text{ W}$ , la macchina estrae calore dal frigorifero e lo rilascia nell'ambiente in cui si trova il frigorifero. Quale potenza sarebbe necessaria per mantenere la temperatura del frigorifero a  $-5^\circ\text{C}$ , con la stessa temperatura ambiente?

*Unità di misura:* W. *Precisione richiesta:* 0.5%.



## TAVOLA DI COSTANTI FISICHE

COSTANTE	SIMBOLO	VALORE
COSTANTI FISICHE PRIMARIE [VALORI ESATTI PER DEFINIZIONE]		
Velocità della luce nel vuoto	$c$	$2.99792458 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Carica elementare	$e$	$1.602176634 \times 10^{-19} \text{ C}$
Costante di Planck	$h$	$6.62607015 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Costante di Boltzmann	$k_B$	$1.380649 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Numero di Avogadro	$N_A$	$6.02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
ALTRE COSTANTI FISICHE *		
Costante di gravitazione	$G$	$6.674 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
Permeabilità magnetica del vuoto	$\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$
Costante dielettrica del vuoto: $1/(\mu_0 c^2)$	$\epsilon_0$	$8.8542 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$
Costante elettrostatica: $1/(4\pi\epsilon_0)$	$k_{es}$	$8.9876 \times 10^9 \text{ F}^{-1} \text{ m}$
Costante di Faraday: $N_A e$	$F$	$9.6485 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Costante di Stefan-Boltzmann	$\sigma$	$5.6704 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Raggio di Bohr	$a_0$	$0.52917772 \times 10^{-10} \text{ m}$
Massa del protone	$m_p$	$1.67262 \times 10^{-27} \text{ kg}$ $938.27 \text{ MeV}/c^2$
Massa del neutrone	$m_n$	$1.67493 \times 10^{-27} \text{ kg}$ $939.55 \text{ MeV}/c^2$
Massa dell'elettrone	$m_e$	$9.1094 \times 10^{-31} \text{ kg}$ $511.00 \text{ keV}/c^2$
Unità di massa atomica	$u$	$1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Costante universale dei gas	$R$	$8.31446 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
DATI CHE POSSONO ESSERE NECESSARI *		
Accelerazione di gravità al suolo	$g$	$9.80665 \text{ m s}^{-2}$
Massa della Terra	$M_{\oplus}$	$5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$
Massa del Sole	$M_{\odot}$	$1.988 \times 10^{30} \text{ kg}$
Distanza media Terra-Sole	UA	$149.6 \times 10^9 \text{ m}$
Raggio terrestre	$R_{\oplus}$	$6.375 \times 10^6 \text{ m}$
Raggio del Sole	$R_{\odot}$	$6.957 \times 10^8 \text{ m}$
Pressione atmosferica standard	$p_0$	$1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$
Temperatura standard di fusione dell'acqua (0 °C)	$T_0$	$273.15 \text{ K}$
Densità dell'acqua (a 4 °C) <sup>†</sup>	$\rho_a$	$1.000 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Calore specifico dell'acqua (a 20 °C) <sup>†</sup>	$c_a$	$4.182 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Calore di vaporizzazione dell'acqua (a 100 °C) <sup>†</sup>	$\lambda_v$	$2.257 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$
Densità del ghiaccio (a 0 °C) <sup>†</sup>	$\rho_g$	$0.917 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Calore di fusione del ghiaccio	$\lambda_f$	$3.344 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$

\* Valori arrotondati, da considerare esatti nella soluzione dei problemi.

<sup>†</sup> Salvo diversa indicazione, questi dati si potranno utilizzare anche ad altre temperature senza errori importanti.**CASIO**