



CASIO

# Campionati di $\vec{F}$ isica

# GARA A SQUADRE

(3a edizione)  
11 marzo 2025

## QUALIFICA

### Informazioni utili per la gara

- 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 alla fine di ciascun problema. A volte, l'unità di misura indicata è corredata da una potenza di 10, che non necessariamente corrisponde all'ordine di grandezza della risposta corretta. **Esempio:** se l'unità di misura indicata è  $10^{-3}$  m e la risposta corretta è 15 cm, il numero da inserire è  $1.50 \times 10^2$ .
- Alla fine di ogni problema è indicata la precisione  $p$  entro cui le risposte saranno giudicate corrette. Si noti che  $p$  è indicata come percentuale, e va convertita in numero decimale (**Es.:**  $0.5\% = 0.005$ ). Detta  $X$  la risposta indicata dagli organizzatori, una risposta  $Y$  è 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 i valori di alcune costanti universali. Essi, da considerarsi esatti, sono riportati in una tabella alla fine del documento.
- I problemi **non** sono riportati in ordine di difficoltà.
- È consentito l'uso di strumenti da disegno (righe, squadre, compassi) e delle calcolatrici ammesse all'Esame di Stato. Non è consentito l'uso di internet, né di ogni comunicazione con l'esterno durante la gara, fatta eccezione per il professore di riferimento, che può fornire istruzioni ricevute nella chat dell'evento. Non è possibile consultare libri, dispense o eserciziari. È permesso portare cibo e medicine durante la gara.
- Per qualsiasi domanda sul testo, rivolgersi agli organizzatori tramite la chat Discord ufficiale.



*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/>.





## $\mathcal{P}_1$ Aggiornamento software interstellare

---

Usando un innovativo sistema di accelerazione laser, gli scienziati del futuro hanno lanciato una piccola sonda interstellare a una frazione significativa della velocità della luce. La sonda si muove di moto rettilineo uniforme a velocità  $v$  e ha il compito di studiare due stelle, che si trovano entrambe molto vicine alla traiettoria della sonda, rispettivamente a 12 e 16 anni luce dalla Terra. Appena la sonda passa presso una stella, scatta delle fotografie e le invia a Terra. Quando gli scienziati ricevono le foto della prima stella, si rendono conto che il software a bordo della sonda contiene un bug. Allora preparano in poche ore un aggiornamento software, che inviano immediatamente verso la sonda. Quanto può valere al massimo  $v$  affinché la sonda riceva l'aggiornamento prima di visitare la seconda stella?

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

## $\mathcal{P}_2$ Pianeti allineati

---

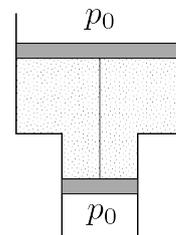
Due pianeti orbitano circolarmente, sullo stesso piano e nello stesso verso, attorno a una stella. In un certo istante iniziale, le posizioni dei tre corpi celesti giacciono su una stessa retta. L'allineamento successivo avviene quando il pianeta più esterno ha spazzato un angolo di  $60^\circ$  nel suo moto attorno alla stella. Quanto vale il rapporto tra il raggio dell'orbita del pianeta esterno e il raggio dell'orbita del pianeta interno?

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

## $\mathcal{P}_3$ Pistone asimmetrico

---

Una mole di gas ideale è contenuta in un tubo disposto verticalmente, la cui forma è indicata in figura e la cui sezione vale  $95\text{ cm}^2$  nella parte inferiore e  $110\text{ cm}^2$  nella parte superiore. Due pistoni, connessi da un'asta inestensibile, delimitano la zona riempita dal gas. Sulle facce esterne dei pistoni agisce la pressione atmosferica. Il sistema, la cui massa complessiva vale  $3\text{ kg}$ , è immerso nel campo gravitazionale terrestre e si trova in equilibrio. Di quanto bisogna aumentare la temperatura del gas affinché i pistoni si spostino verso l'alto di  $5\text{ cm}$ , verso una nuova posizione di equilibrio?



Nota: si assuma che la pressione del gas sia uniforme all'interno del tubo.

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

## $\mathcal{P}_4$ Oscillazioni degli elettroni in un conduttore

---

Gli elettroni liberi all'interno di un conduttore possono oscillare collettivamente con una frequenza che dipende solo dalla costante dielettrica del vuoto, dalla carica elementare, dalla massa dell'elettrone e dalla loro densità numerica all'interno del conduttore. Dati due conduttori, tali che la densità degli elettroni nel primo è il triplo di quella nel secondo, quanto vale il rapporto tra la frequenza di oscillazione nel primo conduttore e quella nel secondo?

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



## **$\mathcal{P}5$ Lavori inefficienti**

---

Il giocattolo preferito di Manuele è caduto in fondo a una piscina di dimensioni  $3\text{ m} \times 25\text{ m} \times 50\text{ m}$ . Il bambino però non sa nuotare, e per recuperarlo prova a svuotare completamente la vasca utilizzando un bicchiere. Supponendo che Manuele abbia a disposizione un'altra piscina vuota in cui trasferire l'acqua, quanti travasi deve fare con il suo bicchiere?

*Unità di misura:* adimensionale. *Precisione richiesta:* 100.0%.

## **$\mathcal{P}6$ Tubo sul fondo di un lago**

---

Sul fondo di un lago profondo 60 m, la cui superficie è sottoposta alla pressione atmosferica, è adagiato orizzontalmente un tubo sottile contenente una certa quantità di gas biatomico. Una delle due basi del tubo è sigillata, mentre un pistone mobile impedisce al gas di fuoriuscire dall'altra estremità. La distanza tra la base sigillata e il pistone mobile è 10 m. Le pareti del tubo e il pistone sono isolanti termici. Il tubo viene lentamente ruotato e posizionato verticalmente, in modo che poggi sulla sua base sigillata. Supponendo che il tubo sia sufficientemente lungo da permettere al pistone di muoversi senza fuoriuscirne, di quanto aumenta la distanza tra la base sigillata e il pistone?

*Nota:* si assuma che la pressione del gas sia uniforme all'interno del tubo.

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

## **$\mathcal{P}7$ Giramondo**

---

Quando Lorenzo viaggia, è solito raccogliere l'aria dei posti che visita con una bottiglia da mezzo litro, che porta a casa per scopi collezionistici. La settimana scorsa era a Giza per visitare le piramidi, dove la pressione era pari a quella atmosferica e la temperatura valeva  $38^\circ\text{C}$ . L'anno scorso è andato in Perù per visitare Machu Picchu, dove la pressione era 0.73 atm e il termometro segnava  $2^\circ\text{C}$ . Quanto vale il rapporto tra il numero di molecole contenute nella bottiglia del viaggio a Giza e quelle contenute nella bottiglia del viaggio a Machu Picchu?

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

## **$\mathcal{P}8$ Tre autisti**

---

Fabio e Gimmy stanno viaggiando sulle rispettive automobili lungo la stessa strada rettilinea, rispettivamente con velocità costanti di modulo 69 km/h e 100 km/h. Daniele viaggia su un'altra strada rettilinea con velocità di modulo 82 km/h, in modo che la distanza che lo separa da Fabio sia sempre uguale alla distanza che lo separa da Gimmy. A che velocità si muove Daniele rispetto a Fabio?

*Unità di misura:* km/h. *Precisione richiesta:* 0.5%.

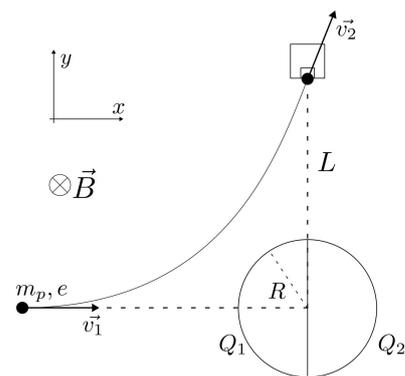
## P<sub>9</sub> Branching ratio

Uno stato eccitato (che chiameremo “stato 0”) di un certo atomo può decadere in due possibili stati stabili: stato 1, emettendo un fotone di energia  $E_1$ ; oppure stato 2, emettendo un fotone di energia  $E_2$ . La probabilità che uno stato 0 decada, in uno qualunque dei due modi, è indipendente dal tempo. Un gran numero di atomi vengono preparati nello stato 0 e posti in una scatola le cui pareti sono perfettamente riflettenti per i fotoni di energia  $E_1$  e trasparenti per quelli di energia  $E_2$ . In tal modo, i fotoni di energia  $E_1$  rimangono intrappolati nella scatola e perciò eccitano atomi dallo stato 1 allo stato 0, compensando perfettamente i relativi decadimenti. In tali condizioni, si osserva che il numero di atomi nello stato 0 si dimezza dopo 30 giorni, per via di decadimenti verso stati 2. Si ripete l’esperimento con pareti riflettenti per i fotoni di energia  $E_2$  e trasparenti per quelli di energia  $E_1$ , osservando un tempo di dimezzamento pari a 70 giorni. Usando pareti trasparenti per fotoni di tutte le energie, dopo quanti giorni si dimezzerebbe il numero di atomi nello stato 0?

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

## P<sub>10</sub> Semisfere cariche

Una sfera di raggio  $R = 2$  cm, composta di materiale isolante, è posizionata nell’origine degli assi ed è stata divisa in due metà identiche, ciascuna uniformemente carica, con un taglio lungo il piano  $yz$ , come in figura. Nella regione attorno della sfera è presente un campo magnetico  $\vec{B}$  diretto lungo il verso negativo dell’asse  $z$ . Un protone si muove nel piano  $xy$ . A grande distanza dalla sfera, esso ha velocità  $v_1 = 1.34 \times 10^5$  m/s, diretta lungo il verso positivo dell’asse  $x$  e verso il centro della sfera. La sua traiettoria lo porta a colpire con velocità  $v_2 = 0.87 \times 10^5$  m/s un rivelatore posizionato sull’asse  $y$ , a distanza  $L = 29$  cm dal centro della sfera. Sapendo che la semisfera posizionata a valori negativi delle ascisse ha carica  $Q_1 = 1.2$  nC, quanto vale la carica dell’altra semisfera?



*Nota: per ridurre l’ingombro grafico, l’origine degli assi in figura è stata disegnata in un punto diverso dal centro della sfera, e la traiettoria raffigurata non è da considerarsi fedele alla realtà.*

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

## P<sub>11</sub> Il cannocchiale di Barbossa

Il Capitano Barbossa ha un cannocchiale speciale, composto da due lenti sottili convergenti allineate lungo lo stesso asse. La particolarità del suo strumento è che l’ingrandimento non dipende dalla distanza dall’oggetto osservato. Se le due lenti distano 7 cm e la distanza focale della lente più vicina agli occhi è 6.2 cm, quanto vale, in modulo, l’ingrandimento del cannocchiale?

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

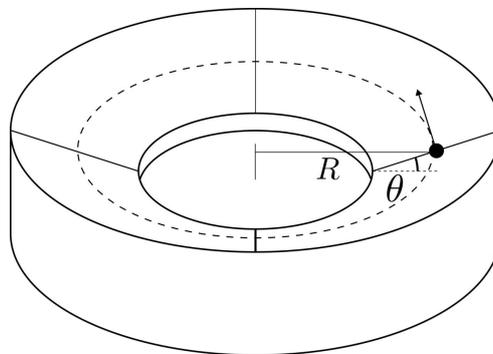
## $\mathcal{P}_{12}$ Pile scariche

Una pila ministilo si può schematizzare come un generatore di tensione ideale pari a  $1.5\text{ V}$ , collegato in serie a una resistenza  $r$ . Questa resistenza dipende da quanto è stata utilizzata la pila, secondo la legge  $r = r_0 + \alpha q$ , dove  $r_0 = 1\ \Omega$  e  $\alpha = 1 \times 10^5\ \Omega\text{ C}^{-1}$  sono due costanti, mentre  $q$  è la carica totale che ha attraversato il generatore. Si assuma che la pila venga usata in modo che la carica scorra nello stesso verso della tensione generata dalla pila. Una pila ministilo nuova viene collegata a un dispositivo, di resistenza  $1\text{ M}\Omega$ , che smette di funzionare quando la differenza di potenziale ai suoi capi scende al di sotto di  $1.2\text{ V}$ . Dopo quanto tempo il dispositivo smette di funzionare?

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

## $\mathcal{P}_{13}$ Pista inclinata

In una competizione automobilistica, i concorrenti percorrono una pista perfettamente circolare, seguendo una traiettoria di raggio  $R$ . Il coefficiente di attrito statico fra le ruote e l'asfalto vale  $\mu = 1.2$ . Per aumentare lo spettacolo, si decide di inclinare la pista di  $\theta = 10^\circ$  rispetto al piano orizzontale, come in figura, in modo che i concorrenti possano percorrerla a velocità più alta. In questo modo la pista è ora diventata la superficie laterale di un tronco di cono. Quanto vale il rapporto tra la velocità massima con cui si può percorrere la nuova curva e la velocità massima con si poteva percorrere quella vecchia?



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

## $\mathcal{P}_{14}$ Pendolo in accelerazione

Un pendolo semplice, di lunghezza  $1\text{ m}$ , è attaccato a un supporto che si muove orizzontalmente con accelerazione costante pari a  $2\text{ m/s}^2$ . La massa del pendolo è inizialmente ferma rispetto al supporto. Dopo aver dato un lieve colpo alla massa, con quale periodo essa oscilla?

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

## $\mathcal{P}_{15}$ Dilatazione dei tempi gravitazionale

Se due osservatori sono separati da una differenza di energia potenziale gravitazionale (per unità di massa)  $\Delta V$ , la Relatività Generale predice che il tempo misurato dall'osservatore che si trova in un punto a potenziale più basso sia dilatato di un fattore  $1 + \Delta V/c^2$  rispetto al tempo misurato dall'altro osservatore. In base a misurazioni condotte sulla superficie, l'età della Terra è di 4.543 miliardi di anni. Se la densità della Terra fosse uniforme, di quanto tempo sarebbe più giovane il nucleo rispetto alla superficie?

*Unità di misura:* anni. *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 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.

† Salvo diversa indicazione, questi dati si potranno utilizzare anche ad altre temperature senza errori importanti.

**CASIO**