



# CASIO

# Campionati di $\vec{F}$ isica GARA A SQUADRE

(2<sup>a</sup> edizione)  
5 marzo 2024

QUALIFICA ONLINE

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/>.





## $\mathcal{P}_1$ Pallina rimbalzante

---

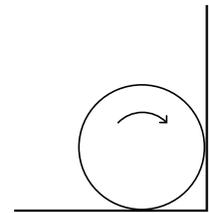
Marco lascia cadere una pallina di gomma da 1 m di altezza. Ogni volta che la pallina urta il pavimento, essa rimbalza verso l'alto; il modulo della velocità subito dopo l'urto è pari alla metà di quello subito prima dell'urto. Quanto tempo trascorre dal rilascio al momento in cui essa tocca il pavimento per la quinta volta?

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

## $\mathcal{P}_2$ Cilindro in un angolo

---

Un cilindro cavo di raggio 2 cm sta inizialmente ruotando attorno al suo asse con una velocità angolare di 70 rad/s. Esso viene delicatamente posizionato e rilasciato in un angolo tra il pavimento ed il muro, come mostrato in figura. Se il coefficiente di attrito tra il cilindro ed ognuna delle due superfici è pari a 0.4, dopo quanto tempo la rotazione cesserà?



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

## $\mathcal{P}_3$ Rinormalizzazione della massa dell'elettrone

---

Una particella elementare carica, come l'elettrone, è sempre inevitabilmente circondata dal campo elettromagnetico che essa stessa genera. Questo pone un problema alla definizione della sua massa: il campo elettromagnetico contiene energia e, dunque, aggiunge un'inerzia che non è sperimentalmente separabile dalla massa "nuda" della particella. Se l'elettrone fosse una sfera cava, composta da un tipo speciale di materia priva di massa "nuda", quale sarebbe il suo raggio?

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

## $\mathcal{P}_4$ Modellino di nave

---

Una nave è stata affondata da onde alte in pieno oceano. Per studiare l'accaduto, viene creato un modellino in scala 1 : 35 della nave, che viene messo in una piscina, molto profonda, con onde alte un 35-esimo di quelle reali. Sul modellino è montata una piccola videocamera che riprende la scena. Al fine di ottenere una rappresentazione realistica dell'affondamento, il video deve essere riprodotto ad una velocità moltiplicata di un fattore  $f$  rispetto alla ripresa naturale. Quanto vale  $f$ ?

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

## $\mathcal{P}_5$ Oscillazioni di precisione

---

Marco si trova su un pianeta alieno. Tramite una rapida stima, ha determinato che l'accelerazione di gravità vale  $g \approx 15 \text{ m/s}^2$ , con un'incertezza di circa il 4%. Marco vuole però ottenere una misura più precisa: si dota quindi di un pendolo ideale di lunghezza  $(1.000 \pm 0.001) \text{ m}$ , che mette in moto in regime di piccole oscillazioni. Dopo di ciò, conta un certo numero di oscillazioni complete e misura il tempo totale trascorso, con incertezza di  $\pm 0.5 \text{ s}$ . Quante oscillazioni complete deve contare, come minimo, per ottenere una misura di  $g$  con incertezza non superiore allo 0.4%?

Unità di misura: adimensionale. Precisione richiesta: 16.0%.



## P6 Temperatura di un pianeta

---

Un pianeta sferico, di raggio  $8.5 \times 10^3$  km, è composto da un particolare materiale radioattivo che, decadendo molto lentamente, rilascia energia sotto forma di calore. A causa di ciò, si genera un flusso netto di calore, dagli strati interni del pianeta (più caldi) a quelli esterni (più freddi). Il calore che giunge in superficie viene disperso nello spazio tramite radiazione di corpo nero. La composizione e la densità del pianeta sono uniformi nello spazio, e la sua conducibilità termica vale  $550 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

Un astrofisico, dopo aver misurato la temperatura superficiale del pianeta  $T_S$ , ha calcolato che la temperatura al centro del pianeta deve essere  $1.0 \times 10^6$  K. Supponendo che il pianeta sia all'equilibrio termodinamico, quanto vale  $T_S$ ? Si trascuri il riscaldamento della superficie causato dalla luce della stella madre.

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

## P7 Alta precisione

---

“Per misurare le onde gravitazionali è necessario avere uno strumento estremamente preciso: è come versare un bicchiere d’acqua nell’oceano e misurare l’innalzamento del livello medio del mare”. Questa frase viene spesso ripetuta durante le visite guidate presso l’interferometro Virgo.

È noto che gli oceani ricoprono circa il 70% della superficie terrestre. Se versassimo in essi un bicchiere d’acqua, presa da altrove, quanto varrebbe il rapporto tra l’innalzamento del loro livello medio e la loro profondità media, che è di circa 4 km?

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

## P8 Corrente dopo lo switch

---

Un circuito è composto da un generatore di tensione continua, un condensatore di 10 nF e una resistenza di 1 k $\Omega$ , collegati in serie tra di loro. Inizialmente, la tensione fornita dal generatore è 6 V e nel circuito non scorre corrente. Ad un certo punto, viene invertita la polarità del generatore, in modo che fornisca 6 V di tensione nel verso opposto al precedente. Quanto vale l’intensità della corrente che scorre nel circuito immediatamente dopo l’inversione di polarità?

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

## P9 Corsetta

---

Fabio è un corridore ossessionato dall’allenamento. Solitamente tiene un ritmo costante di 5 min/km per tutti i 7.5 km del lungomare della sua città. Questa volta, però, decide di accelerare lungo il tragitto. All’inizio parte con un ritmo di 5 min/km, ma sin da subito lo aumenta costantemente di  $5 \text{ s/km}^2$  fino alla fine del tragitto. L’aumento di ritmo è uniforme, il che vuol dire che in tratti di pari lunghezza il ritmo aumenta di una pari quantità. Quanto tempo impiegherà Fabio questa volta per percorrere il lungomare?

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



### $\mathcal{P}_{10}$ Cilindro in acqua

---

Un cilindro omogeneo, la cui altezza è molto maggiore del diametro, ha volume  $10\text{ m}^3$  e densità  $640\text{ kg/m}^3$ . Una delle basi del cilindro viene ricoperta con uno strato metallico di massa  $M$  e spessore trascurabile. Il cilindro viene immerso in acqua fino al punto di galleggiamento, con l'asse perfettamente verticale e la base ricoperta di metallo in basso. Si osserva che, se  $M$  è maggiore di una certa quantità  $M_0$ , il cilindro rimane nella posizione in cui viene lasciato. Invece, se  $M < M_0$ , il cilindro cambia posizione subito dopo il suo rilascio. Quanto vale  $M_0$ ?

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

### $\mathcal{P}_{11}$ Sottomarino difettoso

---

Un piccolo sottomarino si trova in immersione a una profondità di 70 m, adagiato sul fondale di un lago. L'aria al suo interno, approssimabile a un gas perfetto biatomico, ha una temperatura di  $20^\circ\text{C}$  e una pressione di 1 atm. Sfortunatamente, a causa di un piccolo foro sul fondo, l'acqua inizia a penetrare all'interno del sottomarino, riempiendolo lentamente di acqua. Il processo è comunque abbastanza rapido da non dare il tempo all'aria di scambiare calore con l'acqua né con il sottomarino. Quanto vale la temperatura dell'aria nel sottomarino alla fine del processo?

*Unità di misura:*  $^\circ\text{C}$ . *Precisione richiesta:* 0.5%.

### $\mathcal{P}_{12}$ Sensibilità della retina

---

I coni sono un tipo di fotorecettori della retina dell'occhio umano. Ogni cono è abbastanza sensibile da essere stimolato anche da un singolo fotone. Tuttavia, per evitare rumore visivo in condizioni di scarsa luminosità, il segnale viene trasmesso soltanto se un cono riceve, in media, almeno 5 fotoni in meno di 100 ms. Qual è la minima potenza di un fascio di luce verde a 550 nm che bisogna indirizzare verso un cono affinché esso trasmetta un segnale visivo?

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

### $\mathcal{P}_{13}$ Cosmocronologia nucleare

---

Si ritiene che tutto l'Uranio naturale sia stato creato da una particolare tipologia di reazione nucleare, il cosiddetto "processo r", che avviene durante la coalescenza di due stelle di neutroni. Il 99.28% dell'Uranio trovato sulla Terra è Uranio-238, che ha un tempo di dimezzamento di  $4.468 \times 10^9$  anni. Il restante 0.72%, invece, è Uranio-235, che ha un tempo di dimezzamento di  $7.038 \times 10^8$  anni. Supponiamo che il processo r crei  $\text{U}^{238}$  e  $\text{U}^{235}$  in pari quantità. Nel caso in cui il sistema solare si fosse formato a partire dal materiale rilasciato da un singolo evento di coalescenza di stelle di neutroni, quanto tempo fa sarebbe avvenuto tale evento?

*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.

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