



CASIO



Campionati di \vec{F} isica GARA A SQUADRE

(1^a edizione)
21 marzo 2023

QUALIFICA ONLINE

Informazioni utili per la gara

- La risposta da consegnare per ciascun problema è un numero decimale, eventualmente negativo. Le risposte devono avere al più 10 cifre significative (escluse virgola e segno), di cui al più 5 dopo la virgola.
- 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 150.
- 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

$$|X - Y| \leq p|X|.$$

- 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 BArtico

Dario spezzetta tutta la calotta antartica, che ha approssimativamente diametro 4000 km e spessore 2 km, in N cubetti di ghiaccio di dimensione utile ad essere usati nelle bevande del suo bar. Quanto vale $\log_{10} N$?

Unità di misura: adimensionale. *Precisione richiesta:* 7.0%.

\mathcal{P}_2 Asse terrestre

L'asse terrestre è inclinato di $23^\circ 27'$ rispetto alla normale al piano dell'orbita. Due pannelli solari identici vengono posizionati paralleli alla superficie terrestre, uno all'equatore e uno al polo nord. A mezzogiorno del solstizio d'estate, quanto vale il rapporto tra la potenza solare ricevuta dal pannello all'equatore e quella ricevuta dal pannello al polo nord? Nota: si trascuri ogni influenza dovuta all'atmosfera terrestre e si assuma che il Sole sia abbastanza lontano da considerare paralleli i suoi raggi che giungono a Terra.

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

\mathcal{P}_3 Fuga dal prisma

La regione $x > 0, y > 0$ di spazio tridimensionale è occupata da un materiale di indice di rifrazione n , mentre nel resto dello spazio c'è un materiale di indice di rifrazione 1. Si invia verso la prima regione un raggio di luce che si muove nel piano $x-y$. Qual è il più piccolo valore di n per cui, qualunque sia l'angolo incidente, il raggio non esce più dalla regione dopo esservi entrato?

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

\mathcal{P}_4 Sorgente monodirezionale

Un soldato vuole costruire un'antenna mono-direzionale, in modo da poter comunicare con la propria base senza essere ascoltato da quella nemica. La posizione del soldato giace sulla congiungente le due basi, molto lontano da entrambe. L'antenna è costituita da due emettitori di onde sferiche, posti a distanza d tra di loro e aventi un certo sfasamento ϕ relativo. Il soldato regola questi due parametri affinché, a grande distanza lungo la congiungente, in un verso il segnale abbia la massima intensità possibile, mentre nell'altro verso il segnale sia praticamente nullo. Sapendo che i due emettitori producono onde di ampiezza uguale e lunghezza d'onda 1.00 m, quanto deve valere d , come minimo, affinché l'antenna funzioni correttamente?

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

\mathcal{P}_5 Astronauta giocoliere

Un'enorme navicella spaziale ha la forma di un cilindro cavo di raggio 1.00 km e ruota attorno al suo asse a una velocità angolare tale che un astronauta in piedi sulla parete senta un'accelerazione pari a g . Un astronauta in tale posizione lancia una pallina verso l'alto con una velocità di 10.0 m/s. La pallina atterra sul pavimento dell'astronave in una posizione diversa da quella in cui si trova l'astronauta. Quanto deve camminare egli, come minimo, per raggiungere la pallina?

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



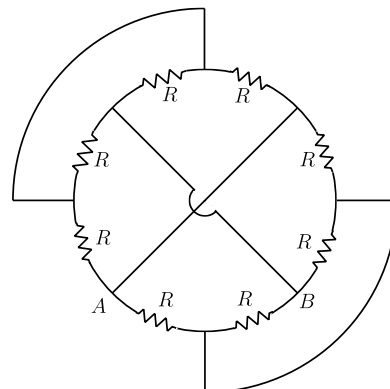
P6 Molecole nell'atmosfera

Si supponga che l'atmosfera terrestre sia composta da N molecole identiche, ciascuna di massa pari a 30 volte quella del protone. Quanto vale $\log_{10} N$?

Unità di misura: adimensionale. Precisione richiesta: 1.0%.

P7 Circuito simmetrico

Si consideri il circuito in figura. Tutte le resistenze R sono uguali e valgono $R = 220 \Omega$. Quanto vale la resistenza equivalente tra i punti A e B ?



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

P8 Hula hoop

Francesco gioca con un bracciale, di circonferenza 30 cm, facendolo roteare, senza strisciare, attorno ad un dito della sua mano, approssimabile a un cilindro di raggio 0.50 cm. Un determinato punto P del bracciale si trova inizialmente a contatto col dito. Come minimo, quanti giri attorno al dito deve fare il centro del bracciale affinché il punto P torni nuovamente a contatto col dito? Nota: il numero di giri non è necessariamente intero.

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

P9 Pianeta ristretto

Un satellite è inizialmente in orbita circolare di raggio 4.00×10^8 m attorno ad un pianeta di massa 6.00×10^{24} kg. Improvvisamente, la massa del pianeta diminuisce del 30%. Quanto dista il punto più lontano della nuova orbita del satellite dal centro del pianeta?

Unità di misura: 10^8 m. Precisione richiesta: 0.5%.

P10 Collasso di un atomo

Una carica elettrica q sottoposta ad una accelerazione di modulo a irraggia onde elettromagnetiche, emettendo una potenza totale $P = \frac{q^2 a^2}{6\pi\epsilon_0 c^3}$. A causa di questo fatto, gli atomi non potrebbero essere stabili senza la meccanica quantistica, perché l'elettrone "cadrebbe" progressivamente sul nucleo. Supponendo che la perdita di energia sia abbastanza lenta da far sì che l'orbita dell'elettrone rimanga approssimativamente circolare in ogni istante, quanto tempo impiegherebbe un elettrone a cadere sul nucleo di un atomo di idrogeno, partendo da un'orbita iniziale di raggio pari al raggio di Bohr?

Unità di misura: 10^{-12} s. Precisione richiesta: 0.5%.



\mathcal{P}_{11} Superman e la cannuccia

Superman tenta di bere l'acqua di un lago usando una cannuccia lunga più di 2 km, ma non ci riesce. Quanto vale, al massimo, l'altezza sul livello del lago raggiunta dall'acqua nella cannuccia?

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

\mathcal{P}_{12} Rimbalzo su una palla

All'interno di un tubo verticale di altezza h e raggio $R \ll h$ viene lasciata cadere, da ferma, una palla di massa M . Dopo un certo tempo t , viene lasciata cadere, sempre da ferma, una seconda palla, di massa $m = 0.1M$. La prima palla rimbalza sul suolo e poi colpisce la seconda palla, scaraventandola verso l'alto. Si supponga che tutti gli urti siano elastici, che ogni forma di attrito sia trascurabile e che il raggio delle palle sia pari a quello del tubo. Al variare di t , sia H l'altezza massima raggiungibile dalla seconda palla. Quanto vale H/h ?

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

\mathcal{P}_{13} Il piccolo principe

Il piccolo principe, di massa 50 kg, vive su un asteroide sferico uniforme, di massa 3.75×10^{13} kg e raggio 1960 m. Inizialmente l'asteroide è fermo e il piccolo principe è seduto a guardare il tramonto. Invidioso dei pianeti che ruotano attorno al proprio asse, egli decide di far sì che anche il suo asteroide ruoti su se stesso: perciò inizia a spostarsi, camminando a piccoli passi, lungo il suo equatore. Usando questa strategia, tuttavia, egli non riesce a dare all'asteroide una velocità angolare maggiore di un certo valore Ω . Quanto vale Ω ?

Unità di misura: 10^{-15} rad/s. Precisione richiesta: 0.5%.

\mathcal{P}_{14} Coefficiente adiabatico

Uno scienziato americano ha sintetizzato un nuovo gas e ne vuole studiare le proprietà termodinamiche. Per fare ciò, riempie di questo gas un contenitore isolato termicamente il cui volume può essere variato tramite un pistone. Lo scienziato effettua misure di pressione facendo espandere il gas molto lentamente in maniera reversibile, ottenendo i dati in tabella. Quanto vale il coefficiente di dilatazione adiabatica γ del gas?

p [psi]	V [gal]
17.24	0.70
13.95	0.80
12.06	0.90
9.95	1.00
9.18	1.10
7.19	1.20
6.92	1.30
6.34	1.40
5.24	1.50
4.65	1.60
4.62	1.70
4.06	1.80
3.55	1.90
3.37	2.00
3.33	2.10
3.03	2.20

Unità di misura: adimensionale. Precisione richiesta: 1.0%.



TAVOLA DI COSTANTI FISICHE

COSTANTE	SIMBOLO	VALORE
COSTANTI FISICHE PRIMARIE [VALORI ESATTI PER DEFINIZIONE]		
Velocità della luce nel vuoto	c	$2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Carica elementare	e	$1.602\,176\,634 \times 10^{-19} \text{ C}$
Costante di Planck	h	$6.626\,070\,15 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Costante di Boltzmann	k_B	$1.380\,649 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Numero di Avogadro	N_A	$6.022\,140\,76 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
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	μ_0	$4\pi \cdot 1 \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$
Costante dielettrica del vuoto: $1/(\mu_0 c^2)$	ϵ_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	σ	$5.6704 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Raggio di Bohr	a_0	$0.529\,177\,72 \times 10^{-10} \text{ m}$
Massa del protone	m_p	$1.672\,62 \times 10^{-27} \text{ kg}$ $938.27 \text{ MeV}/c^2$
Massa del neutrone	m_n	$1.674\,93 \times 10^{-27} \text{ kg}$ $939.55 \text{ MeV}/c^2$
Massa dell'elettrone	m_e	$9.1094 \times 10^{-31} \text{ kg}$ $511.00 \text{ keV}/c^2$
Unità di massa atomica	u	$1.660\,54 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Costante universale dei gas	R	$8.314\,46 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
DATI CHE POSSONO ESSERE NECESSARI *		
Accelerazione di gravità al suolo	g	$9.806\,65 \text{ m s}^{-2}$
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	$1.013\,25 \times 10^5 \text{ Pa}$
Temperatura standard dell'acqua (0 °C)	T_0	273.15 K
Densità dell'acqua (a 4 °C) [†]	ρ_a	$1.000 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Calore specifico dell'acqua (a 20 °C) [†]	c_a	$4.182 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Calore di vaporizzazione dell'acqua (a 100 °C) [†]	λ_v	$2.257 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$
Densità del ghiaccio (a 0 °C) [†]	ρ_g	$0.917 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Calore di fusione del ghiaccio	λ_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.