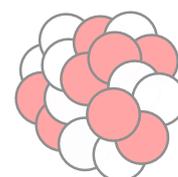
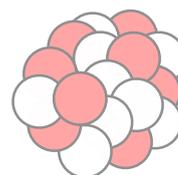
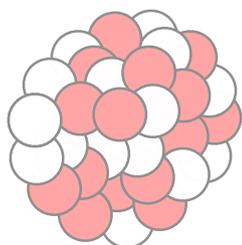


Campionati di Fisica a squadre



FINALE NAZIONALE

(2^a edizione)
12 aprile 2024



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 1.50×10^2 .
- 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, fatta eccezione per il professore di riferimento, che può dare istruzioni ricevute nella chat dell'evento. 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 Dislivello in un tubo ad U

Un tubo a forma di U, con i due rami dritti di sezione 3 cm^2 e posizionati verticalmente, contiene una certa quantità d'acqua. In una delle due aperture vengono versati 0.08 L di olio, la cui densità è 920 kg/m^3 . Quanto vale, in valore assoluto, la differenza di quota tra le due superfici libere di liquido?

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

\mathcal{P}_2 Circuito ignoto

Un circuito elettrico è composto da sole resistenze e ha tre terminali accessibili dall'esterno, numerati da 1 a 3. Le resistenze equivalenti R_{ij} viste dai terminali i e j lasciando il terzo libero sono le seguenti:

$$R_{12} = 12\ \Omega, \quad R_{13} = 14\ \Omega, \quad R_{23} = 16\ \Omega.$$

Quanto vale la resistenza equivalente tra i terminali 1 e 2 se i terminali 2 e 3 sono cortocircuitati?

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

\mathcal{P}_3 Dilatazione termica in un contenitore

Lungo le pareti di un contenitore cilindrico di vetro (il cui coefficiente di dilatazione termica lineare è $\alpha = 8.5 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}$) è disegnata una scala graduata. Il contenitore è riempito di un liquido fino ad una altezza 1200.0 mm , come letto dalla scala graduata. Il sistema viene poi riscaldato di $50\text{ }^\circ\text{C}$ e il liquido arriva fino a 1202.7 mm , come letto dalla scala graduata. Quanto vale il coefficiente di dilatazione termica lineare del liquido?

Unità di misura: K^{-1} . Precisione richiesta: 0.5%.

\mathcal{P}_4 Freni a disco

Il disco di un freno può essere schematizzato come un cerchio metallico di raggio 15 cm , libero di ruotare attorno al proprio asse. Su di esso agisce una pastiglia, ovvero un elemento che non ruota insieme al disco e che può essere messo in contatto con esso, con una pressione regolabile. La pastiglia ha la forma di un settore di corona circolare, concentrica al disco, con raggio interno 7 cm , raggio esterno 10 cm e che corrisponde a un angolo al centro pari a $\pi/2$. Il coefficiente d'attrito dinamico tra pastiglia e disco vale 1.2 . Se, mentre il disco è in moto, si preme la pastiglia con una pressione uniforme di 150 kPa , quanto vale il momento torcente applicato dalla pastiglia rispetto al centro del disco?

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

\mathcal{P}_5 Acqua e ghiaccio

Una scatola viene riempita completamente di acqua, alla temperatura di $0\text{ }^\circ\text{C}$ e pressione 1 atm , e in seguito chiusa ermeticamente. La scatola è perfettamente rigida e non contiene alcuna bolla d'aria. Essa viene poi raffreddata e la pressione all'interno cambia di conseguenza, fino a un punto in cui le densità dell'acqua e del ghiaccio sono aumentate rispettivamente del 4.6% e del 2.2% rispetto ai valori che avevano nelle condizioni iniziali. Quale frazione della massa iniziale d'acqua si è convertita in ghiaccio?

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



P6 Fotografia relativistica

Una piccola fotocamera si muove lungo il verso positivo dell'asse y con velocità costante pari a $0.95c$. Essa ha un campo visivo di 180° , centrato nel verso del moto. All'istante $t = 0$ la fotocamera passa per l'origine degli assi, e all'istante $t = 1$ s scatta una fotografia. Quanto dista dall'origine il punto appartenente all'asse x più vicino all'origine tra quelli che compaiono nella fotografia?

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

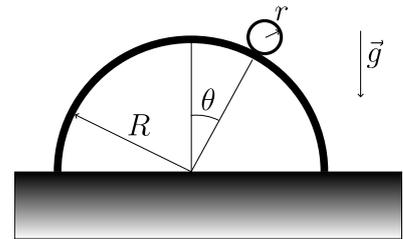
P7 Fireball atomica

Quando esplode una bomba atomica, una fireball (“palla di fuoco”) si crea e si espande rapidamente. La fireball della prima bomba atomica aveva un raggio di 80 m dopo 0.006 s dall'esplosione. Sapendo che il modo in cui la fireball si espande nel tempo dipende soltanto dall'energia sprigionata dalla bomba e dalla densità dell'aria, quanto era grande il raggio della fireball dopo 0.016 s dall'esplosione?

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

P8 Discesa dal cilindro con attrito

Un cilindro cavo, di raggio $r = 10$ cm, rotola senza strisciare su una superficie fissa a forma di semicilindro, di raggio $R = 1.0$ m, sotto l'effetto della gravità. Sia θ l'angolo formato dalla verticale con la congiungente i centri dei due oggetti, come illustrato in figura. Supponendo che il coefficiente di attrito statico tra cilindro e superficie valga $\mu = 0.5$ e che il cilindro parta da $\theta = 0$ con velocità pressoché nulla, quanto vale θ nell'istante in cui il cilindro inizia a strisciare?



Unità di misura: $^\circ$. Precisione richiesta: 0.5%.

P9 Quanta energia rilascia la fissione nucleare?

Per rispondere a questa domanda, Otto Frisch disse: «L'energia rilasciata da un singolo nucleo di uranio sarebbe sufficiente a far compiere ad un granello di sabbia un salto visibile ad occhio nudo.»

In una tipica reazione di fissione nucleare, un nucleo di uranio ^{235}U assorbe un neutrone per poi dividersi in bario ^{141}Ba , kripton ^{92}Kr e 3 neutroni, rilasciando energia. Se l'energia di una singola fissione venisse usata per lanciare verso l'alto un granello di sabbia di quarzo dal diametro di 0.2 mm, quanto sarebbe alto il salto? I pesi atomici di ^{235}U , ^{141}Ba e ^{92}Kr valgono rispettivamente 235.0439 u, 140.9144 u e 91.9261 u, mentre la densità del quarzo vale 2.65 g/cm^3 .

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

P10 Raggio di luce in una goccia d'acqua

Un raggio di luce incide su una goccia d'acqua sferica, il cui indice di rifrazione vale 1.33. Parte della luce, dopo due riflessioni interne alla goccia, emerge perpendicolarmente alla direzione iniziale. Quanto vale l'angolo d'incidenza del raggio che entra nella goccia?

Unità di misura: $^\circ$. Precisione richiesta: 0.5%.



\mathcal{P}_{11} Mongolfiera

Un esploratore inesperto è in viaggio su una mongolfiera, la cui massa complessiva (esploratore incluso) ammonta a 350 kg. Alcune decisioni sbagliate portano la mongolfiera a cadere verso il basso con un'accelerazione di 1.5 m/s^2 . Per evitare una collina sul percorso, l'esploratore si libera di una zavorra fino a raggiungere un'accelerazione di 1 m/s^2 verso l'alto. Quanto vale la massa della zavorra?

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

\mathcal{P}_{12} Luce polarizzata

Antonio ha a disposizione un laser a diodo (che produce luce polarizzata) e due polarizzatori ideali, che utilizza per ottenere luce polarizzata in una direzione che forma un angolo $\theta \neq 0$ rispetto alla polarizzazione del laser. Non potendo modificare l'orientazione del laser, egli dispone i polarizzatori in modo da massimizzare l'intensità del fascio di luce con la polarizzazione desiderata. Durante la notte, Beatrice si intrufola nel laboratorio e sostituisce il laser con una lampadina a filamento di pari intensità luminosa, che però produce luce non polarizzata. Dopo essersi accorto del fattaccio, Antonio cambia il modo in cui sono disposti i polarizzatori, nuovamente con lo scopo di massimizzare l'intensità del fascio di luce polarizzata. Sorprendentemente, tale intensità risulta uguale a quella che aveva ottenuto il giorno precedente usando il laser. Quanto vale θ ?

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

\mathcal{P}_{13} Cambio di orbita

Una particella si muove su un'orbita ellittica di eccentricità 0.5, sotto l'attrazione gravitazionale esercitata da un corpo posizionato in uno dei due fuochi dell'ellisse. Quando la particella raggiunge il punto di massima velocità, il corpo attrattore viene improvvisamente trasferito nell'altro fuoco dell'ellisse. Quanto vale l'eccentricità della nuova orbita su cui la particella si muove?

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

\mathcal{P}_{14} Quanto dista il satellite?

Pietro ha posizionato la sua videocamera sul terreno, a metà strada tra due muri paralleli distanti tra loro 2 m e alti 3 m. La videocamera è rivolta verso il cielo e il suo filmato mostra un satellite artificiale, che appare sulla sommità di un muro, si muove ortogonalmente a esso, passa per lo zenit e scompare quando raggiunge la sommità dell'altro muro 46 s dopo. Supponendo che l'orbita del satellite sia circolare, quanto dista il satellite dalla superficie terrestre?

Unità di misura: m. *Precisione richiesta:* 5.0%.

\mathcal{P}_{15} Traiettoria elicoidale

Un filo infinito ha densità lineare di carica $1.0 \times 10^{-12} \text{ C/m}$ ed è percorso da una corrente 1.0 A. Un elettrone si muove di moto elicoidale uniforme attorno al filo, con l'asse dell'elica coincidente col filo. Quanto vale, come minimo, la velocità dell'elettrone?

Unità di misura: m/s. *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	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$
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	$0.52917772 \times 10^{-10} \text{ m}$
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 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 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.**CASIO**