



CASIO



Campionati di \vec{F} isica GARA A SQUADRE

(1^a edizione)
7 marzo 2023

ALLENAMENTO 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/>

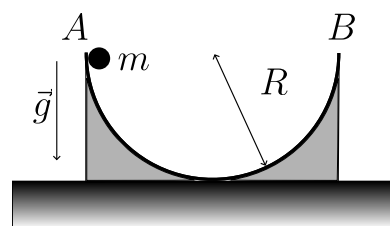
NOTA BENE

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/>.



P₁ Riscalare il tempo

Un oggetto di massa $m = 1 \text{ kg}$ si muove senza attrito e sotto l'effetto della gravità su una guida semicircolare fissata al suolo. La guida è disposta su un piano verticale e il suo diametro, i cui estremi sono i punti A e B , è orizzontale, come in figura. Sappiamo che l'oggetto impiega $t_0 = 2.2 \text{ s}$ per andare da A a B partendo da fermo. Se il raggio della guida raddoppiasse, quanto tempo impiegherebbe l'oggetto?



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

P₂ Biliardo interrotto

Marco sta giocando a biliardo. Egli colpisce una pallina, che raggiunge una velocità di $\vec{v} = 5 \text{ m s}^{-1}$; questa ne urta altre (in modo parzialmente anelastico), che a loro volta iniziano a muoversi e ad urtare altre palline. La sorellina di Marco passa di lì e ingenuamente prende una pallina dal tavolo. Ella dice a Marco che le palline in movimento restano sul tavolo sono 3 e si muovono:

- con velocità di 2 m s^{-1} e angolo di 43° rispetto a \vec{v} ;
- con velocità di 0.5 m s^{-1} e angolo di 187° rispetto a \vec{v} ;
- con velocità di 1 m s^{-1} e angolo di 321° rispetto a \vec{v} .

Si assuma che tutte le palline siano identiche, che nessuna di esse abbia sbattuto sui bordi, che gli angoli siano misurati in senso antiorario e che gli attriti e i moti rotatori delle palline siano trascurabili. Marco vuole calcolare la velocità \vec{u} della pallina rubata dalla sorellina. Se u_{\parallel} e u_{\perp} sono le componenti di \vec{u} parallela e perpendicolare a \vec{v} rispettivamente, quanto vale $|u_{\parallel}| + |u_{\perp}|$? Se ciò che dice la sorellina è impossibile, rispondere 0.

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

P₃ Bottiglietta in freezer

Consideriamo una bottiglietta rigida alla temperatura di 300 K , il cui volume è occupato per una frazione f di acqua, e per una frazione $1 - f$ di aria a pressione atmosferica. La bottiglietta viene chiusa in modo ermetico e posta in un freezer, che ne porta la temperatura a 270 K . Quanto deve valere f affinché la pressione finale all'interno della bottiglietta sia ancora uguale a quella atmosferica? Si supponga che l'aria si comporti come un gas perfetto e si trascuri la presenza di vapore acqueo.

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

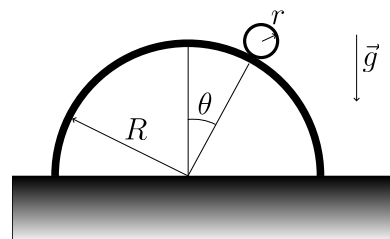
P₄ Svuotamento di un secchio

Un secchio cilindrico, con area di base pari ad A , è riempito di acqua fino ad un'altezza h ignota. Sul fondo del secchio viene fatto un foro di sezione $S \ll A$, anch'essa sconosciuta. Sapendo che in 20 s il secchio si è svuotato di una frazione $f = 20\%$, quanto vale il tempo rimanente prima dello svuotamento completo?

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

P5 Discesa dal cilindro

Un cilindro cavo, di raggio $r = 10$ cm, rotola senza strisciare su una superficie fissa a forma di semicilindro, di raggio $R = 1$ m, sotto l'effetto della gravità. Sia θ l'angolo formato dalla verticale con la congiungente i centri dei due oggetti, come in figura. Sapendo che quando $\theta = 0$ la velocità del cilindro è molto piccola, qual è il valore di θ nel momento in cui il cilindro si stacca dalla superficie?



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

P6 Equazione del diodo

Il diodo è un componente circuitale non lineare. Quando ai suoi capi viene applicata una tensione V , la corrente che scorre attraverso il diodo è determinata dall'equazione di Shockley:

$$I(V) = I_0 \left(\exp \left[\frac{eV}{\eta k_B T} \right] - 1 \right),$$

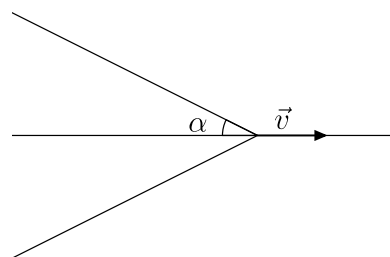
dove I_0 e η sono delle costanti che dipendono dallo specifico diodo, mentre e è la carica elementare, k_B la costante di Boltzmann e T la temperatura del diodo. In una stanza a temperatura $T = 293$ K, vengono effettuate alcune misure su un diodo, i cui risultati sono riportati in tabella. Quanta corrente scorrerebbe attraverso il diodo se venisse applicata ai suoi capi una tensione di 0.375 V?

V [V]	I [mA]
0.100	0.000262
0.150	0.00135
0.200	0.00679
0.250	0.0336
0.300	0.174
0.350	0.848
0.400	4.38
0.450	21.5
0.500	105

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

P7 Radiazione Cherenkov

In un mezzo trasparente di indice di rifrazione n è possibile che una particella si muova a velocità $v > c/n$. In tal caso, se la particella è carica, si osserva l'emissione di radiazione elettromagnetica (nota come radiazione Cherenkov) e la conseguente formazione di un "cono d'urto", in perfetta analogia con quanto accade durante il volo di un aereo supersonico. Calcolare l'angolo di semiapertura del cono (indicato con α in figura) per un elettrone che si muove nell'acqua ($n = 4/3$) con velocità $v = 0.95c$.



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

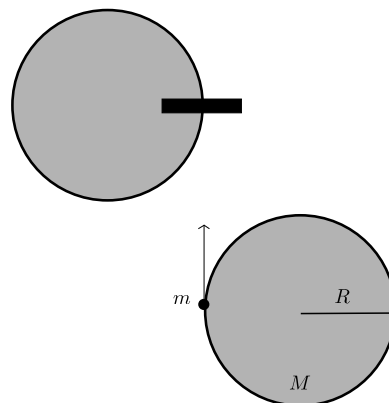
P8 Particelle su un segmento

10^{19} particelle uguali di massa $m = 1$ μ g sono vincolate a muoversi su un segmento di lunghezza $L = 1$ cm. Tutti gli urti sono completamente elastici e la temperatura del sistema è $T = 300$ K. Quanto vale la forza media esercitata dalle particelle più esterne sugli estremi del segmento?

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

P₉ Lanci da piattaforme rotanti

Una piattaforma circolare, di densità uniforme, massa $M = 50 \text{ kg}$ e raggio $R = 0.75 \text{ m}$, è in grado di ruotare liberamente attorno al proprio centro, come in figura. Sul bordo della piattaforma è collocato un cannone che lancia un proiettile di massa $m = 15 \text{ kg}$, con una velocità di $v' = 5.44 \text{ m/s}$ rispetto al cannone. Il proiettile viaggia di moto rettilineo uniforme, fino ad essere raccolto da uno schermo di sabbia posto sul bordo di un'identica piattaforma. La velocità del proiettile è tangente ad entrambe le piattaforme e le masse del cannone e della sabbia sono trascurabili. Sapendo che inizialmente le piattaforme sono ferme, quanto vale la velocità angolare finale della seconda piattaforma?



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

P₁₀ Filo che si scalda

Un certo filo metallico di forma cilindrica è un conduttore ohmico di corrente e conduce perfettamente il calore. L'ambiente è a temperatura $T_a = 20.0^\circ\text{C}$, costante nel tempo. Il filo perde calore per contatto con l'aria con la seguente legge di proporzionalità: $W \propto A\Delta T$, dove W è la potenza dissipata, ΔT è la differenza tra la temperatura tra il filo e l'aria e A è l'area della superficie di contatto. La resistività del metallo è $\rho = \rho_0(1 + \alpha(T - T_0))$ dove ρ_0 è un'opportuna costante, $\alpha = 4.00 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, T è la temperatura del filo e $T_0 = 0^\circ\text{C}$. Se ai capi del filo viene posta una differenza di potenziale $V_1 = 20.0 \text{ V}$, si misura, dopo un tempo molto lungo, che la temperatura del filo vale $T_1 = 25.0^\circ\text{C}$. Quale sarebbe la temperatura del filo, dopo un tempo molto lungo, se la differenza di potenziale venisse raddoppiata?

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

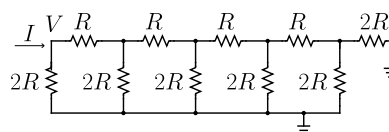
P₁₁ Superman supersonico

Superman riesce a volare più veloce del suono (che ricordiamo avere velocità $c_s = 340 \text{ m/s}$)! Muovendosi di moto rettilineo uniforme, egli vola da casa sua ad una cabina telefonica e torna immediatamente indietro alla stessa velocità v . Se egli all'andata parla ad una frequenza $f_0 = 200 \text{ Hz}$, qual è il minimo valore di v affinché egli possa sentire sulla via del ritorno ciò che aveva detto all'andata (seppur distorto e al contrario)? Si supponga che le sue orecchie siano sensibili a suoni di frequenza compresa tra 20 Hz e 20 kHz .

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

P₁₂ Scaletta di resistenze

Si consideri la "scaletta" di resistenze in figura, dove $R = 330 \Omega$. Nel vertice in alto a sinistra viene iniettata una corrente $I = 100 \text{ mA}$. Quanto vale la tensione V nel punto di ingresso della corrente?



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



TAVOLA DI COSTANTI FISICHE

COSTANTE	SIMBOLO	VALORE
COSTANTI FISICHE PRIMARIE [VALORI ESATTI PER DEFINIZIONE]		
Velocità della luce nel vuoto	c	$2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
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	$0.529\,177\,72 \text{ Å}$
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.**CASIO**