

Olimpiadi di Fisica 2014

**Non sfogliare questo fascicolo
finché l'insegnante non ti dica di farlo.
Leggi ATTENTAMENTE le istruzioni!**

*GARA DI 2° LIVELLO
MARTEDÌ 18 FEBBRAIO 2014*

La prova consiste di due parti: nella prima parte si chiede di rispondere a dei quesiti che vertono su argomenti diversi della fisica; nella seconda parte di risolvere dei problemi.

- Hai 1 ora e 20 minuti di tempo a disposizione per rispondere ai quesiti della prima parte; dopo questo tempo le tue soluzioni saranno ritirate e ti verranno consegnati i testi dei problemi per i quali avrai ancora 1 ora e 40 minuti.
- Per ottenere il massimo punteggio previsto non basta riportare i risultati numerici corretti; devi anche indicare le leggi e i principi validi nella situazione in esame su cui si fondano i tuoi procedimenti risolutivi.
- Nel riportare la soluzione scrivi in forma simbolica le relazioni usate, prima di sostituire i dati numerici. Cerca di sviluppare il procedimento risolutivo in forma algebrica sostituendo i dati numerici alla fine. Fai seguire dati e risultati numerici dalle corrette unità di misura. Leggi attentamente la NOTA che precede i testi.
- Puoi usare la calcolatrice tascabile.
- Non è permesso l'uso di manuali di alcun tipo.
- I valori delle costanti fisiche di uso più comune, insieme ad alcuni dati utili, sono riportati a pagina 2.
- Per prima cosa leggere ATTENTAMENTE le istruzioni riportate subito prima dei testi.

Ora aspetta che ti sia dato il via e... Buon lavoro !

ALCUNE COSTANTI FISICHE

Valori arrotondati, con errore relativo minore di 10^{-5} , da considerare esatti

COSTANTE	SIMBOLO	VALORE	UNITÀ
Velocità della luce nel vuoto	c	2.9979×10^8	m s^{-1}
Carica elementare	e	1.60218×10^{-19}	C
Massa dell'elettrone	m_e	9.1094×10^{-31} $= 5.1099 \times 10^{-2}$	kg $\text{keV } c^{-2}$
Costante dielettrica del vuoto	ε_0	8.8542×10^{-12}	F m^{-1}
Permeabilità magnetica del vuoto	μ_0	1.25664×10^{-6}	H m^{-1}
Massa del protone	m_p	1.67262×10^{-27} $= 9.3825 \times 10^2$	kg $\text{MeV } c^{-2}$
Costante di Planck	h	6.6261×10^{-34}	J s
Costante universale dei gas	R	8.3145	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Numero di Avogadro	N	6.0221×10^{23}	mol^{-1}
Costante di Boltzmann	k	1.38065×10^{-23}	J K^{-1}
Costante di Faraday	F	9.6485×10^4	C mol^{-1}
Costante di Stefan-Boltzmann	σ	5.6704×10^{-8}	$\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$
Costante gravitazionale	G	6.6738×10^{-11}	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$
Pressione atmosferica standard	p_0	1.01325×10^5	Pa
Temperatura standard (0°C)	T_0	273.15	K
Volume molare di un gas perfetto in condizioni standard (p_0, T_0)	V_m	2.2414×10^{-2}	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
Unità di massa atomica	u	1.66054×10^{-27}	kg

ALTRI DATI CHE POSSONO ESSERE NECESSARI

Accelerazione media di gravità	g	9.8067	m s^{-2}
Densità dell'acqua (a 4°C)	d_a	1.0000×10^3	kg m^{-3}
Calore specifico dell'acqua	c_a	4.1855×10^3	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
Calore di fusione dell'acqua	λ_f	3.335×10^5	J kg^{-1}
Calore di vaporizzazione dell'acqua (a 100°C)	λ_v	2.272×10^6	J kg^{-1}
Calore specifico del ghiaccio (a 0°C)	c_g	2.093×10^3	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$

Materiale elaborato dal Gruppo



PROGETTO OLIMPIADI
Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica

e-mail: segreteria@olifis.it - Tel. 0732 1966045WEB: www.olifis.it**NOTA BENE**

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.

Prima parte: **QUESITI**

TEMPO: 1 ora e 20 minuti.

Si consiglia di leggere il testo di tutti i 10 quesiti che ti sono proposti prima di iniziare a risolverli, tenendo presente che non sono stati ordinati per argomento.

Cerca poi di rispondere al maggior numero possibile dei quesiti.

- Riporta il tuo nome su TUTTI i fogli che consegnerai, nell'angolo in alto a SINISTRA.
- Sui fogli di risposta indica il numero del quesito in testa alla relativa soluzione, secondo questo esempio:

Quesito 7 Soluzione: ...

Se usi più fogli numera le pagine, nell'angolo in alto a DESTRA. Se la soluzione di un quesito prosegue su due fogli diversi riporta una nota esplicativa, come:

SEGUE A PAGINA... (numero della pagina)

- Per ogni risposta corretta e chiaramente motivata verranno assegnati 3 punti.
- Nessun punto verrà detratto per le risposte errate.
- Nessun punto verrà assegnato alle mancate risposte.

NOTA importante sui DATI NUMERICI: I dati numerici forniti nei singoli problemi, qualunque sia il numero di cifre con cui vengono scritti, si devono considerare noti con un'incertezza dello 0.1 %, salvo esplicita indicazione contraria. Le costanti fornite nella tabella generale si possono invece considerare note con incertezza trascurabile. Di conseguenza si scrivano i risultati numerici, quando richiesti, con un numero di cifre appropriato all'incertezza del risultato stesso.



1

In questi giorni, 450 anni fa, nasceva a Pisa Galileo Galilei (15.02.1564 – 08.01.1642) universalmente riconosciuto come padre della scienza moderna. Nel *Sidereus Nuncius* egli racconta così la storia del cannocchiale astronomico:

“Circa dieci mesi fa ci giunse notizia che era stato costruito da un certo Fiammingo un occhiale, per mezzo del quale gli oggetti visibili, pur distanti assai dall’occhio di chi guarda, si vedevan distintamente come fossero vicini; (...) Preparai dapprima un tubo di piombo alle cui estremità applicai due lenti, entrambe piane da una parte, e dall’altra una convessa e una concava; posto l’occhio alla parte concava vidi gli oggetti abbastanza grandi e vicini, tre volte più vicini e nove volte più grandi di quanto non si vedano a occhio nudo...”

Un cannocchiale galileiano per osservazioni astronomiche è dunque realizzato con due semplici lenti sottili, una convergente (detta *obiettivo*) e l'altra divergente (*oculare*). Si supponga che la distanza focale dell'obiettivo sia 1 m e quella dell'oculare -5 cm (ricordiamo che per convenzione la distanza focale di una lente divergente viene assunta negativa). Per un occhio normale, una corretta visione si ha quando l'immagine del sistema ottico si forma all'infinito.

- Quale deve essere – in questo caso – la distanza fra le due lenti?



2

Una lastra è composta da uno strato di vetro (conducibilità termica $\sigma_v = 1 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) di spessore $s_v = 7$ mm sovrapposto ad uno strato di polistirene espanso ($\sigma_p = 0.045 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$). Le facce opposte della lastra sono mantenute rispettivamente alle temperature $t_v = 50^\circ\text{C}$ (dalla parte del vetro) e $t_p = 10^\circ\text{C}$ (dalla parte del polistirene). La temperatura all'interfaccia tra vetro e polistirene è $t_i = 48^\circ\text{C}$.

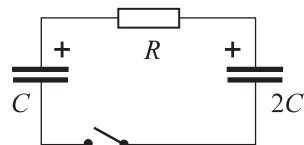
- Qual è lo spessore dello strato di polistirene?



3

Nel circuito in figura la resistenza vale $R = 5 \Omega$ e i condensatori hanno capacità C e $2C$, con $C = 2 \text{ nF}$; la carica iniziale di entrambi i condensatori è $Q = 0.8 \text{ nC}$.

- Quanto vale e in quale verso scorre la corrente nel circuito, subito dopo la chiusura dell'interruttore?





4

Su una rotaia orizzontale con attrito trascurabile, un carrellino di massa $m_1 = 5 \text{ kg}$ si muove ad una velocità $v_1 = 20 \text{ m s}^{-1}$ e ne raggiunge un secondo che si sta muovendo a $v_2 = 10 \text{ m s}^{-1}$ nello stesso verso. Dopo l'urto, che si può considerare elastico, quest'ultimo si muove a 15 m s^{-1} .

- Qual è la massa del secondo carrellino?



5

Un motore termico reale che opera fra una sorgente termica alla temperatura di 2000°C e un refrigerante a 100°C sviluppa una potenza meccanica di 1 kW e ha un rendimento pari al 40 % di quello di una macchina termica reversibile che scambi calore con gli stessi termostati.

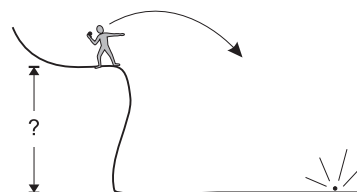
- Qual è la potenza termica che esso assorbe alla temperatura di 2000°C ?



6

Il disegno a fianco mostra una studentessa alta 170 cm che lancia una palla da tennis da un terrapieno, con una velocità iniziale di modulo $v_0 = 12 \text{ m s}^{-1}$, inclinata di 30° verso l'alto. Al momento del lancio la palla sta poco sopra la testa della ragazza e al momento dell'impatto col terreno, la velocità della palla ha un modulo di 18 m s^{-1} .

- Se la resistenza dell'aria può essere trascurata, qual è l'altezza del terrapieno?



NOTA: il disegno **non** intende fornire una riproduzione in scala della situazione.



7

Il signor Archimede decide di usare una bilancia a bracci uguali per pesare alcune pepite d'oro, ma lo fa ponendo tutto (bilancia, pepite e pesi di riferimento) sott'acqua. Trova che la bilancia è in perfetto equilibrio quando su un piatto ci sono le pepite e sull'altro c'è un blocco di rame che egli sa avere una massa $m_{\text{Cu}} = 1.2 \text{ kg}$. Egli sa anche che la densità del rame è $\rho_{\text{Cu}} = 8.93 \text{ kg/dm}^3$ e quella dell'oro è $\rho_{\text{Au}} = 19.28 \text{ kg/dm}^3$.

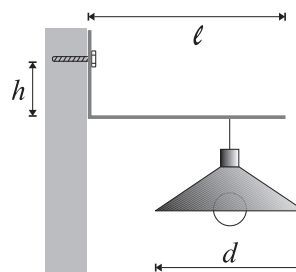
- Qual è la massa delle pepite?



8

Un lampione di diametro d viene appeso ad una staffa rigida a forma di L, di massa trascurabile e di lunghezza $\ell > d$; la staffa è fissata al muro con un bullone posto ad altezza h rispetto alla sua parte orizzontale, come mostrato in figura. Per strappare il bullone dal muro occorre applicare una forza orizzontale di intensità F .

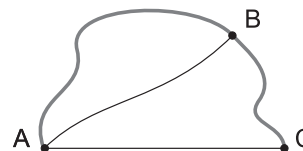
- Qual è il valore massimo del peso del lampione che può essere appeso alla staffa? Esprimerlo in termini delle grandezze date.



9

Tre fili elettrici, AB e AC, di lunghezza a , e ABC di lunghezza $\ell > a$ sono collegati come mostrato in figura. Il punto B può trovarsi in una qualsiasi posizione, lungo il terzo filo, tra A e C. I fili hanno la stessa sezione e sono fatti dello stesso materiale.

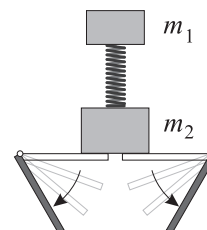
- Quale deve essere la lunghezza x del tratto BC del filo per ottenere la resistenza massima tra A e B?



10

Due corpi di massa $m_1 = 50 \text{ kg}$ e $m_2 = 100 \text{ kg}$ sono collegati fra loro da una molla di massa trascurabile. Il corpo di massa m_2 appoggia su una botola chiusa, mentre la molla è posta verticalmente e sostiene il corpo di massa m_1 . Improvvisamente la botola si spalanca e i due corpi precipitano.

- Qual è l'accelerazione di ciascun corpo immediatamente dopo l'apertura?





Associazione per l'Insegnamento della Fisica

Olimpiadi di Fisica 2014

*GARA DI 2° LIVELLO
MARTEDÌ 18 FEBBRAIO 2014*

Seconda parte: **PROBLEMI**

TEMPO: 1 ora e 40 minuti.

- Esponi con chiarezza il procedimento risolutivo e tieni conto che nella valutazione si prenderanno in considerazione anche le soluzioni parziali.
- Riporta il tuo nome su TUTTI i fogli che consegnerai, nell'angolo in alto a SINISTRA.
- Utilizza un foglio diverso per ogni problema che hai risolto, numerandone le pagine, nell'angolo in alto a DESTRA.
- Indica il numero del problema in testa alla relativa soluzione, secondo questo esempio:

Problema 2

Soluzione: ...

- Indica chiaramente la domanda (1., 2., ...) cui si riferisce la parte di soluzione che stai scrivendo.

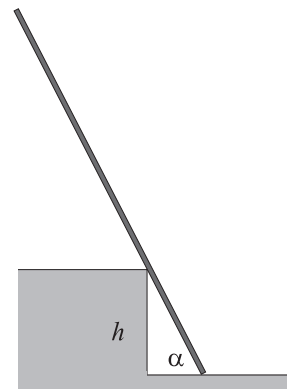
NOTA importante sui DATI NUMERICI: I dati numerici forniti nei singoli problemi, qualunque sia il numero di cifre con cui vengono scritti, si devono considerare noti con un'incertezza dello 0.1 %, salvo esplicita indicazione contraria. Le costanti fornite nella tabella generale si possono invece considerare note con incertezza trascurabile. Di conseguenza si scrivano i risultati numerici, quando richiesti, con un numero di cifre appropriato all'incertezza del risultato stesso.

P**1 – Asta in equilibrio****[Punti 24]**

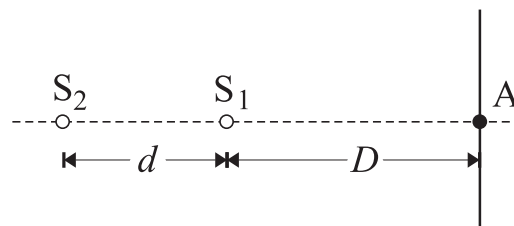
Un'asta rigida e sottile, di peso P e lunghezza $4h$, è appoggiata allo spigolo di un gradino, di altezza h . Sia $\mu = 0.80$ il coefficiente d'attrito statico tra l'asta e il pavimento. Si supponga invece che l'attrito nel punto di contatto tra l'asta e il gradino sia trascurabile.

1. Si trovi l'intervallo di valori entro cui può variare l'angolo α che l'asta forma con l'orizzontale (restando appoggiata al gradino), indipendentemente dalle condizioni di equilibrio.
2. Si trovino, in funzione di P e di α , le intensità delle forze vincolari necessarie per tenere in equilibrio l'asta.
3. Si trovi per quali valori di α l'asta risulta in equilibrio rispetto alla rotazione attorno allo spigolo del gradino. La disequazione che si ottiene può essere studiata analiticamente o anche numericamente.
4. Si trovi per quali valori di α l'asta risulta in equilibrio rispetto allo scivolamento sul pavimento. È richiesta la precisione di 1° .

Suggerimento: si consiglia uno studio numerico della disequazione che si ottiene.

**P****2 – Interferenza****[Punti 20]**

Due sorgenti puntiformi, S_1 ed S_2 emettono onde sonore di lunghezza d'onda λ , in fase tra loro. La distanza tra le due sorgenti è $d = N\lambda$, con N intero. Su un piano perpendicolare alla retta passante per le due sorgenti, distante D dalla sorgente più vicina (v. figura a lato), si hanno dei massimi e dei minimi di oscillazione che formano delle frange d'interferenza analoghe a quelle che si possono osservare in ottica.



1. Dire se nel punto A si ha un massimo, un minimo o nessuno dei due.
2. Dire qual è la forma delle frange d'interferenza, motivando la risposta.
3. Si indichi con h la distanza tra A e la frangia di minimi più vicina. Sia $\lambda = 0.2$ m, $N = 300$ e $D = 700$ m. Si calcoli l'espressione di h in funzione di D , N e λ .

Suggerimenti:

Può essere utile tenere presente che, con i valori indicati, si può dimostrare che risulta $h \ll D$. (Si ricordi che se $x \ll 1$ allora $\sqrt{1+x} \approx 1 + x/2$).

In alternativa, si può osservare che $d = 60$ m, ed è quindi molto minore di D .

4. Si calcoli il valore numerico di h .

P

3 – Forza elettrica e forza magnetica

[Punti 16]

Parte A

Infinite cariche elettriche, tutte uguali in modulo a 1 nC , ma di segno alterno $(\dots, +q, -q, +q, -q, \dots)$ sono fissate su una retta a distanza $d = 5\text{ cm}$ una dall'altra.

1. Stimare, con l'aiuto della calcolatrice, la forza elettrica che agisce su di un'ulteriore carica Q (di valore $+q$, uguale alle altre) posta nel punto medio tra due cariche consecutive.
2. Se si volesse verificare sperimentalmente la stima fatta entro lo 0.5% , quante cariche elettriche sarebbe sufficiente considerare?

Parte B

In un ideale esperimento un disco di massa m e carica q striscia su un piano orizzontale in presenza di un campo magnetico uniforme verticale \vec{B} ; sia μ il coefficiente d'attrito dinamico tra disco e piano.

- Si calcoli la variazione del raggio di curvatura della traiettoria seguita dal disco in un intervallo di tempo Δt .

————— ■ —————

Materiale elaborato dal Gruppo

	<p>PROGETTO OLIMPIADI <i>Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica</i> e-mail: segreteria@olifis.it - Tel. 0732 1966045 WEB: www.olifis.it</p>
---	---

NOTA BENE

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.