



Olimpiadi di FISICA 2011

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

Gara di 2° Livello
Venerdì 11
Febbraio 2011

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.

Ora aspetta che ti sia dato il via e...

BUON LAVORO !

ALCUNE COSTANTI FISICHE (*)

COSTANTE	SIMBOLO	VALORE	UNITÀ
Velocità della luce nel vuoto	c	3.00×10^8	m s^{-1}
Carica elementare	e	1.602×10^{-19}	C
Massa dell'elettrone	m_e	9.11×10^{-31} $= 5.11 \times 10^2$	kg keV c^{-2}
Costante dielettrica del vuoto	ϵ_0	8.85×10^{-12}	F m^{-1}
Permeabilità magnetica del vuoto	μ_0	1.257×10^{-6}	H m^{-1}
Massa del protone	m_p	1.673×10^{-27} $= 9.38 \times 10^2$	kg MeV c^{-2}
Costante di Planck	h	6.63×10^{-34}	J s
Costante universale dei gas	R	8.31	J $\text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Numero di Avogadro	N	6.02×10^{23}	mol^{-1}
Costante di Boltzmann	k	1.381×10^{-23}	J K^{-1}
Costante di Faraday	F	9.65×10^4	C mol^{-1}
Costante di Stefan-Boltzmann	σ	5.67×10^{-8}	W $\text{m}^{-2} \text{K}^{-4}$
Costante gravitazionale	G	6.67×10^{-11}	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$
Pressione atmosferica standard	p_0	1.013×10^5	Pa
Temperatura standard (0°C)	T_0	273	K
Volume molare di un gas perfetto in condizioni standard (p_0, T_0)	V_m	2.24×10^{-2}	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
Unità di massa atomica	u	1.661×10^{-27}	kg

ALTRI DATI CHE POSSONO ESSERE NECESSARI (*)

Accelerazione media di gravità	g	9.81	m s^{-2}
Densità dell'acqua	d_a	1.00×10^3	kg m^{-3}
Calore specifico dell'acqua	c_a	4.19×10^3	J $\text{kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
Calore di fusione dell'acqua	λ_f	3.34×10^5	J kg^{-1}
Calore di vaporizzazione dell'acqua (a 100°C)	λ_v	2.26×10^6	J kg^{-1}
Calore specifico del ghiaccio (a 0°C)	c_g	2.11×10^3	J $\text{kg}^{-1} \text{K}^{-1}$

(*) Valori arrotondati, con errore relativo minore di 10^{-3}

Materiale elaborato dal Gruppo

	PROGETTO OLIMPIADI
	Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica fax: 041.584.1272 e-mail: olifis@libero.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.

OLIMPIADI DI FISICA 2011

11 Febbraio 2011

Gara di 2° Livello

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: Tutti i valori numerici che compaiono nei testi devono essere intesi con un'incertezza non superiore all'1%, anche se sono dati con una sola cifra. Esprimere di conseguenza i risultati richiesti con l'adeguato numero di cifre.

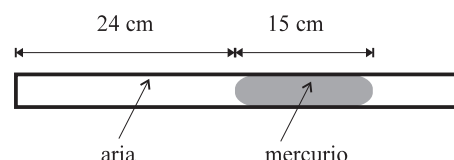
Q1 Un carrello di massa $m_1 = 200\text{ g}$ ed energia cinetica $E_1 = 0.9\text{ J}$ si muove in linea retta e ne urta un altro, di massa m_2 , inizialmente fermo. Dopo l'urto, il primo carrello torna indietro con energia cinetica $E'_1 = 0.4\text{ J}$.

- Calcolare la massa del secondo carrello nell'ipotesi che l'urto sia elastico.

Q2 Si consideri un calorimetro che contiene 200 g di acqua a 20°C . La capacità termica del calorimetro è di 80 J K^{-1} (fatte le dovute conversioni, essa può essere tenuta in conto come equivalente in acqua del calorimetro). Si versano nel calorimetro altri 300 g di acqua a 70°C .

- Quando si raggiunge l'equilibrio termico, qual è la temperatura dell'acqua?

Q3 Una bolla di mercurio è utilizzata per confinare una certa massa d'aria dentro un tubo chiuso ad un'estremità ed aperto all'altro, come mostrato in figura. Quando il tubo si trova in posizione orizzontale la lunghezza della colonna d'aria è $\ell = 24\text{ cm}$ e quella della colonna di mercurio è $h = 15\text{ cm}$.



La misura della pressione atmosferica fornisce un valore equivalente alla pressione esercitata da una colonna di mercurio di lunghezza pari a $h_0 = 75\text{ cm}$. Il diametro del tubo vale $d = 3\text{ mm}$. La pressione dovuta alla tensione superficiale del mercurio è trascurabile.

- Determinare la lunghezza della colonna d'aria quando il tubo viene posizionato verticalmente con l'estremità aperta posta in alto e la temperatura dell'aria non varia.

Q4

Sia $R = 6372 \text{ km}$ il raggio della Terra e g il campo gravitazionale sulla superficie terrestre.

- A quale altezza dalla superficie terrestre il campo gravitazionale si dimezza?

Q5

Un condensatore elettrico di capacità $C = 1 \mu\text{F}$ è caricato con una carica elettrica $Q = 10^{-5} \text{ C}$ e viene collegato ad una resistenza di valore $R = 10 \Omega$.

- Determinare l'intensità istantanea della corrente elettrica che fluisce appena viene stabilito il contatto.

Q6

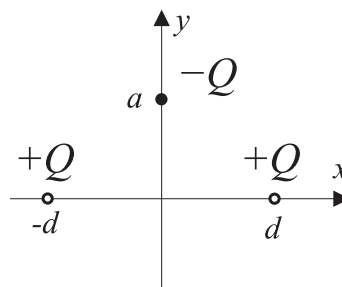
Una carica elettrica irraggia energia quando viene accelerata. Questo fenomeno in moltissimi casi può essere trascurato, ma non quando si voglia studiare l'evoluzione a lungo termine di un sistema come questo.

Due cariche elettriche puntiformi $+Q$ sono tenute ferme sull'asse x in posizione rispettivamente $\pm d$, come mostrato in figura.

Una terza carica elettrica puntiforme di valore $-Q$ si trova invece inizialmente nella posizione $+a$ dell'asse y con velocità nulla.

Si osserva che la carica $-Q$ oscilla intorno alla posizione di equilibrio irraggiando energia; dopo un tempo molto lungo, la carica è ferma nella posizione di equilibrio.

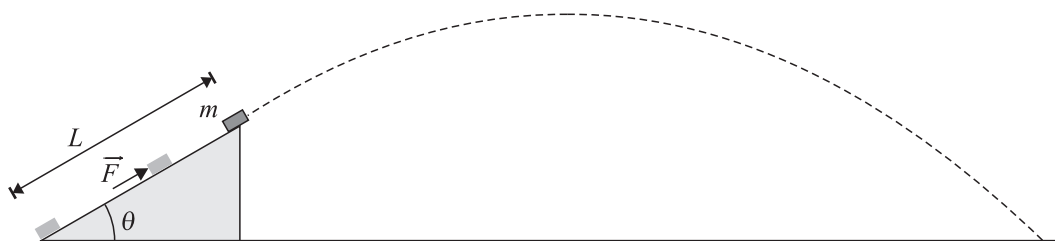
- Quanto vale l'energia totale irraggiata?



Q7

Una forza \vec{F} avente modulo di 400 N spinge una massa m di 5 kg su per un piano inclinato di 30° . Il piano è liscio e lungo $L = 2 \text{ m}$ e la massa, di dimensioni trascurabili rispetto al piano inclinato, inizialmente è ferma. Quando la massa raggiunge la sommità del piano, la forza \vec{F} cessa di agire e rimane solo la gravità.

- Con che velocità tocca terra la massa?



Q8

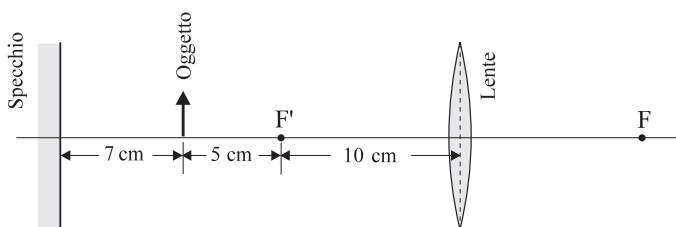
Un segnale acustico a frequenza ultrasonica di 50 kHz , indirizzato verso un camion che si sta allontanando e diffuso da questo, ritorna indietro e viene ricevuto ad una frequenza di 45.9 kHz .

- Sapendo che il suono nell'aria si propaga a velocità $c = 340 \text{ m/s}$ e nell'ipotesi che gli effetti del vento siano trascurabili, a quale velocità si sta muovendo il camion?

Q9

L'oggetto in figura si trova tra uno specchio piano e una lente convergente, come mostrato in figura.

- Determina la posizione rispetto allo specchio di tutte le immagini che si formano.



Q10

Un blocco di 2.5 kg , inizialmente fermo, è appoggiato su un piano orizzontale. Ad esso viene applicata una forza \vec{F} di modulo 40.1 N e inclinata di 60° verso l'alto.

- Calcolare il modulo dell'accelerazione del blocco.

OLIMPIADI DI FISICA 2011

11 Febbraio 2011

Gara di 2° Livello – 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.
- Alla soluzione di ciascun problema è assegnato un punteggio massimo di 20 punti.

NOTA importante sui DATI NUMERICI: Tutti i valori numerici che compaiono nei testi devono essere intesi con un'incertezza non superiore all'1%, anche se sono dati con una sola cifra. Esprimere di conseguenza i risultati richiesti con l'adeguato numero di cifre.

Materiale elaborato dal Gruppo



P₁

Un campo elettrostatico di modulo uniforme.

[20 punti]

Si considerino due superfici sferiche concentriche di raggi $R_1 = R$ ed $R_2 = 2R$. Sia \mathcal{V} il volume compreso tra le due superfici. Un campo elettrico radiale uscente, il cui modulo vale E_0 , uguale in tutti punti del volume \mathcal{V} , viene realizzato mediante un'opportuna distribuzione di cariche superficiali e volumetriche (nel volume \mathcal{V}) in posizione fissata. Altrove il campo elettrico è nullo.

Una particella di massa m e carica $q > 0$ che interagisce con le cariche solo attraverso il campo elettrico (*) viene lanciata con una certa velocità iniziale in direzione radiale, cioè puntando al centro della distribuzione, da un punto esterno. Si osserva che la particella oltrepassa il centro della distribuzione solo se la velocità iniziale è strettamente maggiore di un valore v_{\min} .

1. Esprimere v_{\min} in funzione dei dati del problema.
2. Se la particella viene lanciata con un'energia cinetica pari al doppio di quella corrispondente alla velocità v_{\min} definita sopra, in quanto tempo attraversa la distribuzione sferica? (ovvero percorre un diametro pari a $2R_2$)
3. Quanto vale la carica totale della distribuzione?
4. In quali punti la carica della distribuzione è positiva e in quali è negativa?

(*) Non si dovranno quindi considerare urti meccanici tra le particelle.

P2

Misura di spessori sottilissimi.

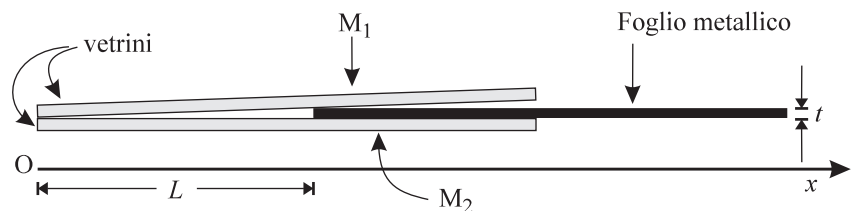
[20 punti]

Due vetrini da microscopio, M_1 e M_2 , sono mantenuti a contatto tra loro a una estremità e separati all'altra con un sottile foglio metallico, in modo tale che fra di essi ci sia uno strato d'aria in forma di cuneo. Il bordo del foglio metallico si trova inizialmente ad una distanza $L = 40$ mm dal punto di contatto dei vetrini.

Il sistema è illuminato con luce quasi monocromatica di lunghezza d'onda $\lambda = 589$ nm in direzione ortogonale ai due vetrini (l'angolo fra di essi è trascurabile). Si forma pertanto una figura di interferenza (osservata sempre in direzione ortogonale) fra la luce riflessa dalle superfici del primo e del secondo vetrino affacciate sul cuneo d'aria, con frange parallele alla linea di contatto fra i due vetrini.

Fra le molte frange di interferenza che si osservano, si consideri un intervallo di 20 frange nella regione centrale. La larghezza di questo intervallo, misurata dal minimo di luminosità che precede la prima frangia considerata fino al minimo che segue la ventesima, risulta $d = 4.9$ mm.

La figura illustra la situazione, ma lo spessore t del foglio metallico in realtà è molto più piccolo di quanto sembra ed è anche di alcuni ordini più piccolo dello spessore dei vetrini da microscopio.



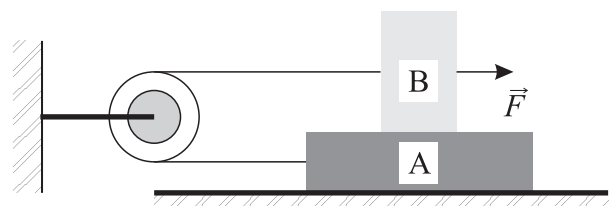
- Si determini l'espressione che fornisce la posizione x dell' n -simo massimo a partire dal punto di contatto delle piastrine in funzione dello spessore t del foglio metallico, della sua distanza L dal punto di contatto dei vetrini e della lunghezza d'onda λ della luce.
- Si determini lo spessore t del foglio metallico.
- Si dica cosa succede alla figura di interferenza se:
 - il foglio metallico viene lentamente allontanato;
 - il foglio metallico viene lentamente scaldato, mantenendo costante la distanza L ;
 - lo spazio fra i due vetrini viene riempito d'acqua.

P3

Due blocchi sovrapposti in moto.

[20 punti]

Due blocchi A e B, di massa rispettivamente m_A e m_B , sono collocati uno sopra l'altro. Una fune inestensibile e di massa trascurabile li collega scorrendo senza attrito su di una carrucola fissata ad una parete. I due tratti di fune al di fuori della carrucola sono orizzontali. Una forza \vec{F} viene applicata al blocco superiore, come mostrato in figura.



Si vuole studiare il comportamento del sistema nei quattro casi che si presentano in funzione delle forze di attrito statico agenti tra il blocco A ed il pavimento e tra i due blocchi A e B.

- Trascurando inizialmente ogni forma di attrito, disegnare, separatamente per i due blocchi, il diagramma di tutte le forze agenti e successivamente determinare l'accelerazione dei due blocchi e la forza risultante agente su ciascuno dei due.
- Per ognuno dei casi sottoelencati disegnare, separatamente per i due blocchi, il diagramma di tutte le forze agenti e determinare il modulo F della forza minima necessaria per mettere in moto il sistema:
 - attrito statico solamente tra il pavimento ed il blocco A, il cui coefficiente vale μ_A ;
 - attrito statico solamente tra il blocco A ed il blocco B, il cui coefficiente vale μ_B ;
 - attrito statico tra il pavimento ed il blocco A e tra il blocco A ed il blocco B, i cui coefficienti valgono rispettivamente μ_A e μ_B .