

Associazione per l'Insegnamento della Fisica



**Prova di
Secondo Livello
21 Febbraio 2002**



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

ISTRUZIONI

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

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

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}	kg
		5.11×10^2	$\text{keV } c^{-2}$
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}	kg
		9.38×10^2	$\text{MeV } c^{-2}$
Costante di Planck	h	6.63×10^{-34}	J s
Costante universale dei gas	R	8.31	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
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}	$\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$
Costante gravitazionale	G	6.67×10^{-11}	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$
Accelerazione media di gravità	g	9.81	m 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}	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
Calore specifico dell'acqua	c_a	4.19×10^3	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$

Materiale prodotto dal gruppo

	PROGETTO OLIMPIADI
	Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica
	presso Liceo Scientifico "U. Morin"
	VENEZIA MESTRE
	fax: 041.584.1272
	e-mail: olifis@libero.it

OLIMPIADI DI FISICA 2002

21 Febbraio 2002

Gara di 2° Livello – 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 esplicitiva, come:

SEGUE A PAGINA ... (numero della pagina)

- Per ogni risposta corretta e chiaramente motivata verranno assegnati 4 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.

Quesito 1

In un'autofficina, per sollevare un autocarro da 3500 kg viene adoperato un torchio idraulico formato da due cilindri a stantuffo di diversa sezione comunicanti con un tubo e riempiti con olio. Sullo stantuffo a sezione minore un dispositivo esercita una forza di 300 N.

- Calcolare il rapporto dei diametri dei due cilindri.

Quesito 2

Un motociclista percorre una curva di 120 m di raggio alla velocità di 90 km/h.

- Che informazione se ne può ricavare circa il coefficiente di attrito statico tra la gomma della ruota e l'asfalto della strada?

quesito 3

Un liquido viene portato all'ebollizione assorbendo da un fornello una potenza W costante. Il recipiente che lo contiene ha capacità termica trascurabile.

Appena prima dell'ebollizione la temperatura del liquido cresce di 4 K al minuto e nei successivi 40 minuti tutto il liquido vaporizza.

- Determinare il rapporto fra il calore specifico c del liquido e il calore latente λ di ebollizione.

quesito 4

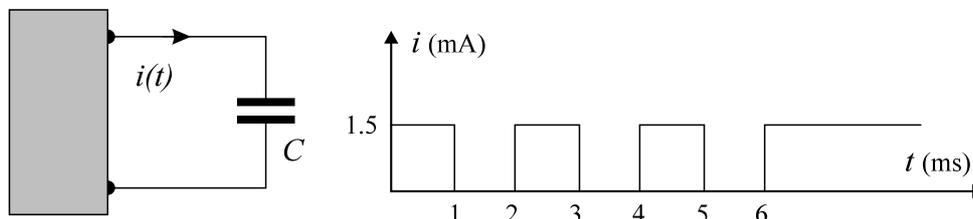
Carlo è miope e riesce a vedere distintamente solo gli oggetti che non siano a distanza superiore a 40 cm; usando però un paio di occhiali con due lenti divergenti uguali, può vedere nitidamente anche le stelle.

- Che potere diottrico devono avere le lenti, se vengono poste a distanza trascurabile dagli occhi?

NOTA: Il "potere diottrico" o "potere convergente" di una lente (in diottrie) è definito come il reciproco della distanza focale espressa in metri.

quesito 5

Un condensatore di capacità $C = 470$ nF, inizialmente scarico, viene caricato con un dispositivo che fornisce una corrente $i(t)$ il cui andamento nel tempo è rappresentato in figura.



- Disegnare il grafico dell'andamento della d.d.p. $V(t)$ ai capi del condensatore, specificando sui rispettivi assi i valori numerici caratteristici.

quesito 6

Un cilindro di vetro graduato, il cui diametro interno è $b = 4.10$ cm, è tarato in cm^3 ; la scala, le cui suddivisioni equivalgono a 2 cm^3 ciascuna, inizia in corrispondenza del fondo del recipiente.

Sul fondo del cilindro vuoto viene sistemato un oggetto, anch'esso di forma cilindrica, di altezza $h_0 = 5$ cm e densità media $d_0 = 0.8 \text{ g cm}^{-3}$.

Successivamente viene lentamente versata dell'acqua nel cilindro fino al momento in cui l'oggetto appoggiato sul fondo comincia a galleggiare, rimanendo in posizione verticale.

- Che valore si legge sulla scala graduata?



uesito 7

In uno scaldabagno a gas l'acqua entra alla temperatura di 16°C ed esce alla temperatura di 35°C . In un certo tempo sono prelevati 10.2 litri di acqua, per riscaldare i quali sono stati bruciati 27 litri di gas.

Il potere calorifico del gas, cioè la quantità di energia termica prodotta per unità di volume, è $C = 37.4 \times 10^6 \text{ J m}^{-3}$.

- Calcolare il rendimento dello scaldabagno.



uesito 8

Una lampadina posta 1 metro sopra a un tavolo riesce a illuminare sufficientemente il punto del tavolo posto proprio sotto di essa; questa viene sostituita da un lampadario posto 1.4 m più in alto della lampadina.

- Quante lampadine uguali alla prima deve avere il lampadario perché nello stesso punto il tavolo sia illuminato almeno quanto prima?

NOTA: Si faccia l'ipotesi che le lampadine montate sul lampadario siano molto vicine tra loro e tutte alla stessa distanza dal tavolo.



uesito 9

Si vuole determinare la resistenza interna r di un generatore reale di f.e.m. Avendo a disposizione 2 fili conduttori uguali, la cui resistenza R è nota, si osserva che la potenza dissipata nei fili quando essi sono disposti in parallelo è 3 volte maggiore di quando sono disposti in serie.

- Determinare il valore del rapporto r/R .



uesito 10

Un satellite in orbita polare circolare compie un giro in un giorno. Ad un certo istante, mentre sorvola il Polo Nord, si muove sul piano del meridiano di Roma (longitudine: 12°E , circa), provenendo dall'emisfero opposto al nostro.

- Motivando adeguatamente la risposta, dire se, ed eventualmente dopo quanto tempo, il satellite si troverà sulla verticale di Roma (latitudine: 42°N , circa).

OLIMPIADI DI FISICA 2002

21 Febbraio 2002

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 prodotto dal gruppo



PROGETTO OLIMPIADI

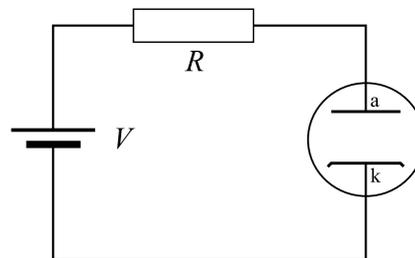
Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica
presso Liceo Scientifico "U. Morin"
VENEZIA MESTRE
fax: 041.584.1272
e-mail: olifis@libero.it

Problema 1

Placchetta riscaldata

Due elettrodi conduttori (anodo e catodo) sono disposti in un tubo di vetro nel quale è stato fatto il vuoto e sono collegati a una batteria con differenza di potenziale $V = 400\text{ V}$ attraverso una resistenza $R = 2.2\text{ k}\Omega$. Dal catodo vengono emessi elettroni, a velocità praticamente nulla, che, dopo essere stati accelerati dal campo, colpiscono l'anodo costituito da una placchetta di alluminio della massa di 1 g .

In queste condizioni nel circuito scorre una corrente costante $I = 100\text{ mA}$.



1. Calcolare la differenza di potenziale V_{ak} che si stabilisce fra anodo e catodo e la velocità v con cui gli elettroni colpiscono l'anodo.
2. Si osserva che l'anodo si riscalda. Nell'ipotesi che tutte le perdite di energia siano trascurabili, dopo quanto tempo la sua temperatura sarà cresciuta di 100°C ?

Si considera ora che l'anodo disperda calore nell'ambiente, che ha una temperatura $T_0 = 25^\circ\text{C}$, secondo la relazione $P = k(T - T_0)$, dove P è la potenza dispersa, T la temperatura dell'anodo, k una costante che vale $0.15\text{ J s}^{-1}\text{ K}^{-1}$.

3. Calcolare la temperatura di equilibrio raggiunta dall'anodo.

NOTA: Il calore specifico dell'alluminio è $c = 0.88 \times 10^3\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$.

Problema 2

Macchina di Stirling

Una macchina termica esegue cicli di Stirling reversibili, ovvero cicli formati da due trasformazioni isoterme e due isocore; la sostanza termometrica è costituita da 2 moli di gas perfetto.

Le trasformazioni isoterme avvengono alle temperature di due sorgenti esterne di calore: $T_1 = 500\text{ K}$ e $T_2 = 350\text{ K}$. Durante un ciclo, dalla sorgente a temperatura maggiore viene assorbita una quantità di calore pari a 4.0 kJ .

1. Mostrare che il calore assorbito durante la fase di riscaldamento è uguale a quello ceduto durante il raffreddamento.

Poiché, come si è detto, il calore assorbito durante la fase di riscaldamento è uguale a quello ceduto durante il raffreddamento, tra le stesse temperature, l'effettivo scambio di calore tra la macchina e l'esterno avviene solo durante le trasformazioni isoterme con le rispettive sorgenti di calore; ne segue che, dal punto di vista del rendimento, una macchina termica di Stirling è del tutto assimilabile a una di Carnot, che scambia calore con le stesse due sorgenti.

2. Dopo aver calcolato il rendimento della macchina di Stirling, trovare il lavoro eseguito in un ciclo.
3. Calcolare il rapporto tra valore iniziale e finale del volume durante ogni trasformazione isoterma.
4. Calcolare il rapporto tra valore iniziale e finale della pressione durante ciascuna trasformazione isocora.
5. Disegnare con accuratezza il ciclo termodinamico nel piano (p, V) tenendo conto delle relazioni trovate tra i volumi e le pressioni.

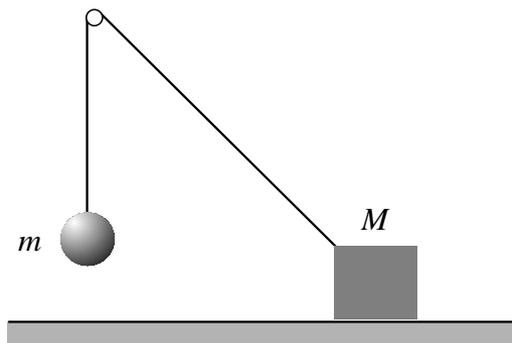
Problema

3

Equilibrio per attrito

Un blocco di massa M , appoggiato su un piano orizzontale scabro, è unito mediante un filo (inestensibile e di massa trascurabile) a un secondo corpo di massa $m = M/2$. Il filo viene fatto passare su una carrucola posta a una certa altezza sopra il piano in modo che il secondo corpo resti sospeso mentre il tratto di filo che va dal blocco alla carrucola forma un angolo di 45° con la verticale.

Dalla sola osservazione che il sistema è in equilibrio, si possono ricavare informazioni circa il coefficiente di attrito statico tra il blocco e il piano e sul rapporto delle due masse.



1. Mostrare che l'equilibrio del sistema è possibile se il coefficiente d'attrito statico tra blocco e piano è maggiore di un certo valore μ_0 e determinare tale valore.

L'equilibrio è possibile anche con un rapporto di masse maggiore di quello dato, ma fino ad un certo limite, oltre il quale i due corpi non possono rimanere fermi in quella posizione, qualunque sia il valore del coefficiente d'attrito statico.

2. Quanto può valere al massimo il rapporto m/M tra le due masse perché il sistema resti in equilibrio nella posizione data?

Successivamente si mette in oscillazione il corpo sospeso, con un'ampiezza θ (angolo massimo rispetto alla verticale) mentre il blocco rimane fermo sul piano. Ripetendo la prova con ampiezze di oscillazione progressivamente crescenti, si osserva che per $\theta = 30^\circ$ nell'istante in cui il corpo che oscilla passa nel punto più basso, il blocco inizia a muoversi sul piano.

3. Mostrare che è possibile adesso determinare il valore del coefficiente d'attrito statico (sempre nel caso $m = M/2$).