

Associazione per l'Insegnamento della Fisica



Prova di
Secondo Livello
18 Febbraio 2000



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

COSTANTE	SIMBOLO	VALORE	UNITÀ
Velocità della luce nel vuoto	c	3.00×10^8	m s^{-1}
Carica elementare	e	1.60×10^{-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	1.26×10^{-6}	H m^{-1}
Massa del protone	m_p	1.67×10^{-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	1.38×10^{-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	1.01×10^5	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}	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$

Materiale prodotto dal gruppo



PROGETTO OLIMPIADI

c/o Dipartimento di Fisica dell'Università di Padova

Via Marzolo 8, 35131 PADOVA

Comunicare con la Segreteria via fax o e-mail:

fax: 049.827.7270

e-mail: olifis@no.sctrade.it

Solo per comunicazioni urgenti, telefonare al n. 041.584.0462

OLIMPIADI DI FISICA 2000

18 Febbraio 2000

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 esplicativa, 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.



Un'automobile che comincia ad accelerare uniformemente copre, nei primi 4s, una distanza pari a 32 m e nei successivi 4s un'ulteriore distanza di 56 m.

- Qual era la velocità iniziale dell'automobile?



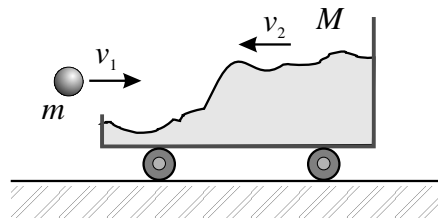
Due moli di He, in un recipiente, hanno una temperatura di 100°C e subiscono una trasformazione nella quale assorbono 2.0×10^4 J di calore. Al termine la temperatura del gas è di 1000°C.

- Determinare l'eventuale scambio di energia avvenuto sotto forma di lavoro meccanico.

Quesito 3

Un carrellino pieno di sabbia avente massa complessiva di 20 kg si muove verso sinistra lungo un piano orizzontale senza attrito alla velocità di 0.5 ms^{-1} . Una palla di massa 1 kg, mentre si muove orizzontalmente verso destra a 14 ms^{-1} , colpisce il carrellino e resta conficcata nella sabbia.

- Determinare il modulo e il verso della velocità del sistema dopo l'urto.



Quesito 4

Fra due elettrodi è mantenuta una differenza di potenziale $V = 400 \text{ V}$. I due elettrodi sono posti nel vuoto e da quello a potenziale minore sono emessi, a velocità trascurabile, 6.25×10^{16} elettroni al secondo.

Tutti gli elettroni sono catturati dal secondo elettrodo – costituito da una piastrina di alluminio avente una massa di 0.25 g – provocandone un aumento di temperatura.

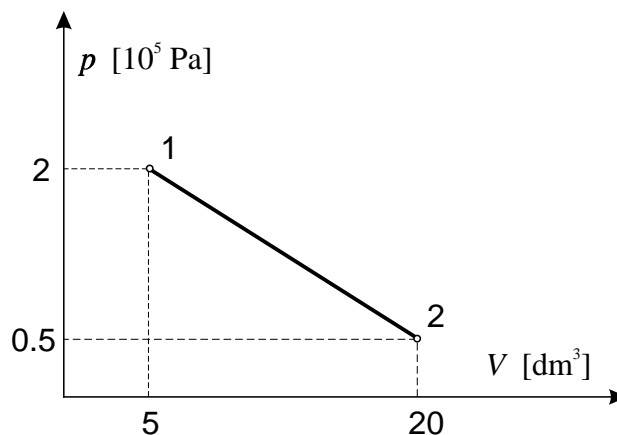
- Trascurando ogni perdita di calore, dopo quanto tempo la temperatura dell'elettrodo di alluminio sarà aumentata di 100°C ?

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

Quesito 5

Una mole di gas perfetto subisce la trasformazione in figura passando dallo stato 1 allo stato 2.

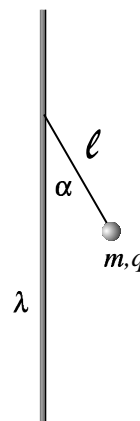
- Determinare la temperatura massima raggiunta dal gas durante il processo.



quesito 6

Un filo rettilineo molto lungo è carico elettricamente e la sua densità di carica è uniforme. Una sferetta di massa $m = 0.60$ g e carica $q = 10$ nC è sospesa ad un filo di lunghezza $l = 10$ cm come indicato in figura.

- Sapendo che l'angolo del filo di sospensione con la verticale è $\alpha = 30^\circ$, determinare la densità di carica λ sul filo rettilineo.



quesito 7

Un osservatore vede riflessi in uno specchio piano gli oggetti A e B; la situazione vista dall'alto è rappresentata in figura.

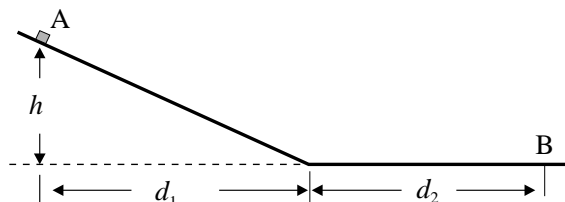
- Dopo aver riprodotto la figura, segnare su quella almeno un punto P dal quale l'osservatore vede allineate le immagini degli oggetti e indicare in quali regioni deve mettersi l'osservatore per vedere A a destra di B oppure B a destra di A, mediante una costruzione geometrica brevemente commentata.



A •

quesito 8

Un corpo viene lasciato da fermo nel punto A di uno scivolo piano che termina con un tratto orizzontale; il corpo si ferma nel punto B. Il percorso non è liscio e il coefficiente di attrito, μ , è lo stesso in ogni punto.

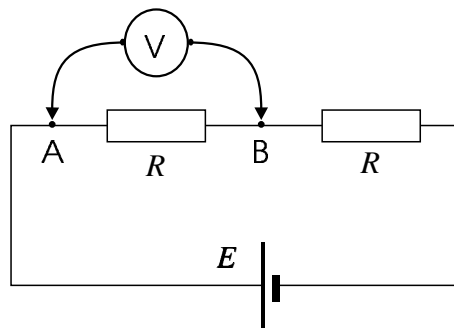


- Determinare, in funzione dei dati indicati in figura, il coefficiente di attrito.

quesito 9

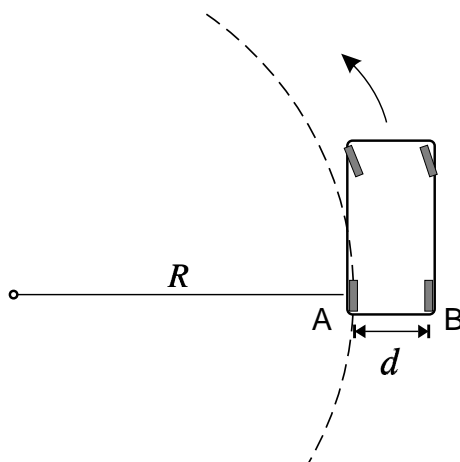
Un voltmetro con resistenza interna $r = 0.5 \text{ M}\Omega$ è usato per misurare V_{AB} . Se $R = 1 \text{ M}\Omega$, si legge sul voltmetro una d.d.p. di 6 V .

- Quanto vale V_{AB} in assenza del voltmetro?



quesito 10

La figura mostra un'automobile che affronta una curva; la distanza tra le ruote posteriori è d e la traiettoria circolare descritta dalla ruota A ha raggio R .



Si indichi con ω la velocità angolare della ruota A e con ω' quella della ruota B.

- Determinare, nell'ipotesi di rotolamento puro, la variazione relativa tra le due velocità angolari definita come $\varepsilon = (\omega' - \omega)/\omega$.

_____ ■ _____

OLIMPIADI DI FISICA 2000

18 Febbraio 2000

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

c/o Dipartimento di Fisica dell'Università di Padova

Via Marzolo 8, 35131 PADOVA

Comunicare con la Segreteria via fax o e-mail:

fax: 049.827.7270

e-mail: olifis@no.sctrade.it

Solo per comunicazioni urgenti, telefonare al n. 041.584.0462

Problema 1

Macchina di Atwood

Due sferette di massa rispettivamente m ed M sono appese alle estremità opposte di un lungo filo che può scorrere attorno a due carrucole fisse; filo e carrucole hanno massa trascurabile. Sulla sferetta m è appoggiato un anello di massa m_0 , infilato nel filo. Il dispositivo è costruito in modo che, quando il filo scorre:

- se m si alza sopra la linea di riferimento porta su anche l'anello come in fig. 2;
- se m va più in basso della stessa linea l'anello resta appoggiato ad un apposito sostegno (la superficie inferiore dell'anello permette urti totalmente anelastici) come in fig. 3.

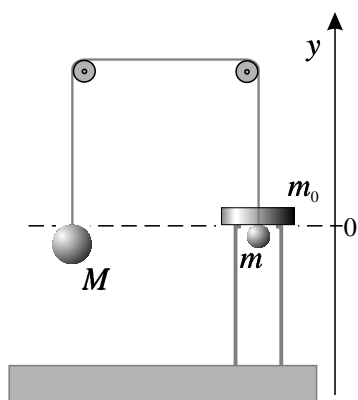


Fig.1

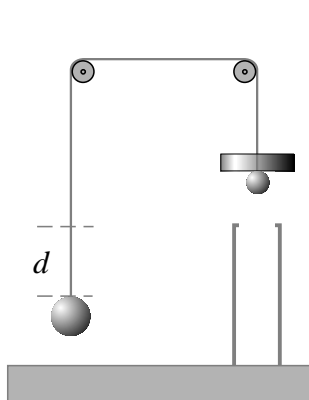


Fig.2

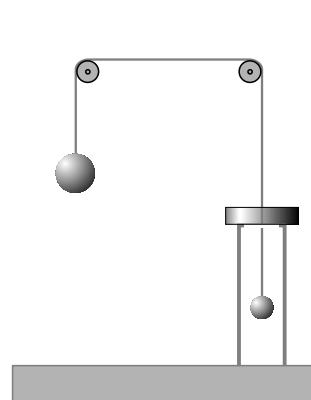


Fig.3

Rispetto alla posizione di equilibrio mostrata in fig. 1, che coincide con la linea di riferimento, il filo inizialmente viene tirato in modo che M si abbassi per una lunghezza d ; poi il tutto viene rilasciato. Si chiede di studiare il moto del sistema rispetto alla linea di riferimento ($y = 0$). In particolare si chiede di:

1. Calcolare il modulo dell'accelerazione di m quando è più in alto di M e viceversa (tali moduli verranno chiamati rispettivamente a_1 e a_2).
2. Calcolare l'istante t' nel quale m_0 cade per la prima volta sul sostegno e la velocità v_1 posseduta in quell'istante.
3. Calcolare la variazione di energia meccanica del sistema in seguito all'arresto di m_0 .
4. Calcolare l'istante t'' in cui m si trova nel punto più basso e quello t''' in cui m_0 e m sono di nuovo in contatto.
5. Disegnare i diagrammi della posizione e della velocità di m fino all'istante t''' .

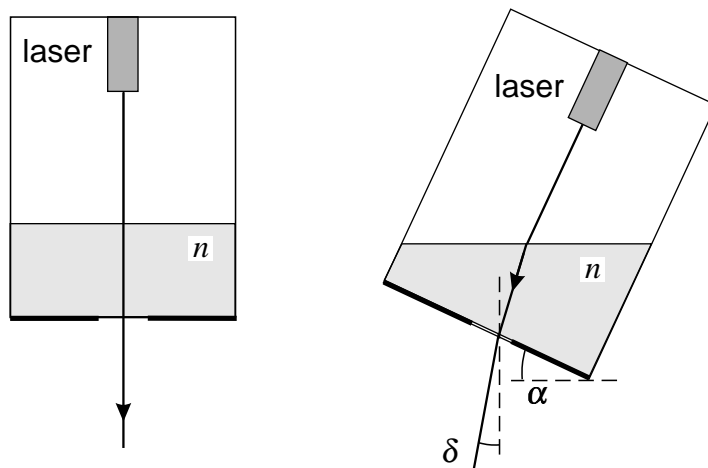
Dati numerici: $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$; $M = 90.0 \text{ g}$; $m = 70.0 \text{ g}$; $m_0 = 40.0 \text{ g}$; $d = 0.500 \text{ m}$.

Problema **2**

Un filo a piombo... laser

Un recipiente, con il fondo trasparente e di spessore trascurabile, contiene un liquido con indice di rifrazione n . Nella sua parte superiore è fissato un piccolo laser, come mostrato in figura a sinistra.

Si osserva che quando si varia l'angolo di inclinazione α del recipiente, il raggio che emerge dal fondo forma un angolo δ con la verticale, come nella figura a destra.



1. Determinare l'angolo δ nel caso in cui il liquido sia acqua ($n = 1.33$) e l'angolo di inclinazione del recipiente sia $\alpha = 10^\circ$.

Dal calcolo precedente si può osservare che il raggio laser in uscita viene “avvicinato” alla direzione verticale.

2. Raccogliere in una tabella i valori dell'angolo δ in funzione di α per un congruo numero di punti e rappresentarli in un grafico. Mostrare poi che per piccoli valori dell'angolo di inclinazione α vale la relazione approssimata $\delta = k\alpha$ con $k < 1$; determinare il valore numerico di k , sempre nel caso che il liquido sia acqua.
3. Sempre nell'ipotesi di piccoli angoli di inclinazione, si può verificare che esiste un particolare valore dell'indice di rifrazione n per il quale δ è approssimativamente nullo, indipendentemente da α . In questa condizione il raggio laser in uscita indicherebbe (con buona approssimazione) la direzione verticale anche per piccole inclinazioni del dispositivo che, come tale, potrebbe essere utilizzato come un “filo a piombo”. Determinare il particolare valore di n .

Nota. Può essere utile ricordare che se $\alpha \ll 1$ (essendo α espresso in radianti) valgono le due seguenti approssimazioni:

$$\sin \alpha \approx \alpha \quad \text{e} \quad \cos \alpha \approx 1.$$

Problema **3**

Carica di un condensatore

È noto che caricando un condensatore per mezzo di un generatore di f.e.m. V costante (fig. 1) metà dell'energia erogata dal generatore si dissipa in calore per effetto Joule, indipendentemente dal valore della resistenza; in questo senso si potrebbe dire che il *rendimento* di questa procedura è del 50 %.

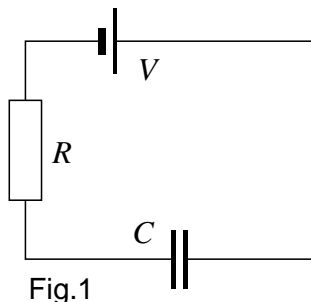


Fig.1

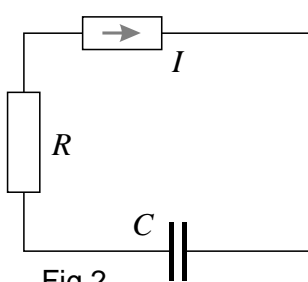


Fig.2

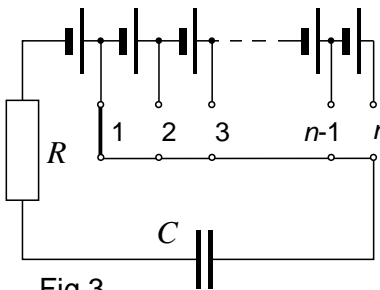


Fig.3

La stessa cosa non sarebbe vera se si utilizzasse un generatore di corrente (fig. 2), ovvero un dispositivo che carica il condensatore fino alla stessa d.d.p. V , facendo circolare nel circuito una corrente costante I , per il tempo necessario.

1. Tracciare un grafico che mostra come varia in questo caso il *rendimento* (sempre inteso come rapporto tra energia di carica del condensatore ed energia erogata dal generatore) in funzione della corrente I , calcolando per quale valore di I esso è pari al 50 %.

Si consideri ora una batteria di n generatori di f.e.m., uguali tra loro e tali che disposti in serie forniscano ancora una f.e.m. totale V , e si carichi il medesimo condensatore secondo la procedura che segue.

Prima fase: si collega il condensatore al primo generatore (connessione al punto 1 in fig. 3) e si attende che il condensatore sia carico, avendo raggiunto l'equilibrio elettrostatico.

Seconda fase: si sposta il commutatore nella posizione 2 (stessa figura) e si attende che il condensatore venga ulteriormente caricato per mezzo dei primi due generatori in serie.

Ulteriori fasi: si sposta il commutatore nella posizione 3 e si ripete l'operazione allo stesso modo con i primi tre generatori in serie, poi con quattro, e così via, fino ad arrivare alla posizione n .

2. Calcolare separatamente l'energia erogata dai generatori attivi nelle prime tre fasi del processo di carica.
3. Determinare il *rendimento* del sistema durante il processo completo di carica, valutandone l'estremo superiore al variare del numero n di generatori impiegati.

Nota. Può essere utile ricordare che la somma dei primi n numeri interi è data da:

$$\sum_{k=1}^n k = 1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}.$$