
2004 OLIMPIADI di FISICA

PROGETTO AIF OLIMPIADI

GARA di 2° Livello
13 Febbraio 2004

Non sfogliare questo fascicolo
finché l'insegnante non ti dica di farlo.
Leggi **ATTENTAMENTE** le 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 2004

13 Febbraio 2004

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 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.



Una sfera di massa $m = 1$ kg che ha una velocità $v = 5$ m/s urta una seconda sfera di massa $M = 2$ kg, ferma. L'urto è centrale ed il moto unidimensionale.

- Se la prima sfera rimbalza all'indietro con velocità $v' = 1$ m/s, con quale velocità si muoverà la seconda sfera?



Un corpo di massa $m = 5$ kg viene fatto ruotare uniformemente, in un piano verticale, per mezzo di un'asta lunga 2 m. Il periodo della rotazione è $T = 2$ s ed il corpo non è soggetto a forze di resistenza idrodinamica.

- Calcolare la forza F esercitata dall'asta sul corpo quando questo passa nel punto più basso.



Quesito 3

La luce di un laser a He-Ne di lunghezza d'onda $\lambda = 633\text{ nm}$ viene usata per un'esperienza di interferenza secondo Young, passando attraverso due sottili fenditure parallele. Su uno schermo si osserva un sistema di frange di interferenza.

Una lastrina trasparente (con indice di rifrazione $n = 1.633$) a forma di cuneo, di spessore variabile da zero a $s = 10\text{ }\mu\text{m}$, viene fatta scorrere davanti ad una delle fenditure facendone progressivamente aumentare lo spessore. Si osserva che il sistema di frange si sposta gradualmente.

- In che direzione si sposta, e di quante frange si è spostato quando la lastrina è inserita nel suo spessore massimo s ?

NOTA: Lo spessore massimo del cuneo è trascurabile rispetto alla sua larghezza, per cui ai fini della rifrazione le due facce della lastrina possono comunque essere considerate parallele fra loro e al piano delle fenditure, e quindi ininfluenti.



Quesito 4

La densità del rame metallico è 9.0 g cm^{-3} .

- Sapendo che il peso atomico del rame è 64 g mol^{-1} , determinare il volume occupato, approssimativamente, da ciascun atomo di rame.



Quesito 5

Il filamento di una lampadina, lungo 4 mm , è posto a 1 m da una lente da 3 diottrie, e la sua immagine si forma, oltre la lente, su uno schermo.

- Se l'immagine è perfettamente a fuoco, quanto è lunga?



Quesito 6

I segnali radio della sonda spaziale Voyager1 hanno continuato ad essere ricevuti sulla Terra anche quando la sonda era ben oltre l'orbita di Nettuno. La potenza della trasmittente è $P = 23\text{ W}$.

- Supponendo che l'antenna direzionale emetta la radiazione in un cono equivalente a 10^{-4} di semisfera, e considerando una distanza sonda-Terra $d = 50\text{ UA}^{(1)}$, calcolare la potenza ricevuta sulla Terra da un'antenna parabolica avente diametro $D = 40\text{ m}$.

Nota: $1\text{ UA} \approx 1.5 \times 10^{11}\text{ m}$.

⁽¹⁾La sonda fu lanciata il 5 settembre 1977; attualmente, secondo delle stime elaborate dalla NASA, la sonda potrebbe trovarsi ad una distanza dalla Terra di circa 80 UA .



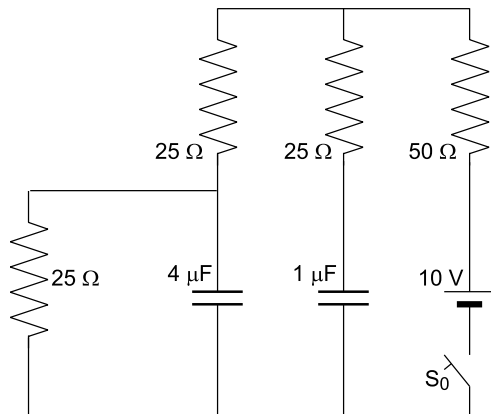
Quesito 7

Tre cariche elettriche identiche sono disposte ai vertici di un triangolo equilatero.

- Come deve essere scelta una quarta carica che, posizionata opportunamente, consenta alle tre cariche di rimanere in equilibrio, ossia permetta di avere una forza nulla su ciascuna delle cariche iniziali?

quesito 8

Nel circuito elettrico mostrato in figura inizialmente l'interruttore S_0 è aperto ed i condensatori scarichi.



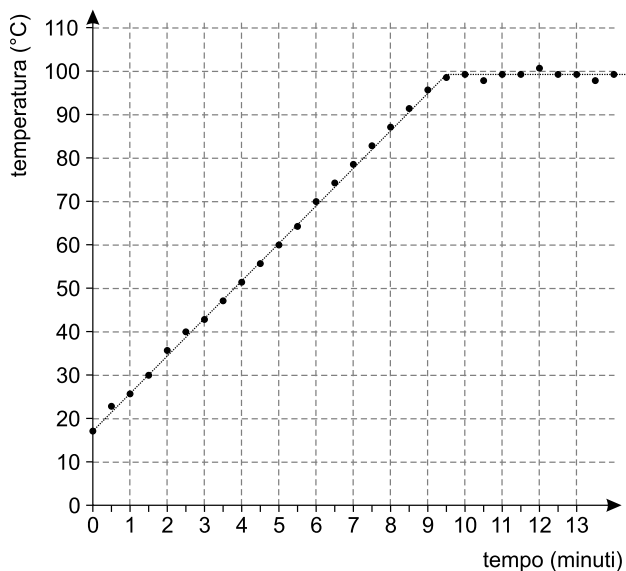
L'interruttore S_0 viene chiuso.

- Dopo un tempo molto lungo quanto vale la carica su ciascun condensatore?

quesito 9

In un esperimento di laboratorio si sta studiando il comportamento dell'acqua che viene riscaldata.

Un becker contiene 200 g di acqua che viene riscaldata mentre ogni 30 secondi viene misurata la sua temperatura. Il grafico seguente riporta i valori registrati.



- Sapendo che il calore specifico dell'acqua vale $4.18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$, stimare la potenza trasferita dalla fiamma all'acqua.



Un recipiente contiene dell'elio che espande a pressione costante mentre gli vengono trasferiti dall'esterno 15 kJ di energia sotto forma di calore.

- Di quanto varia l'energia interna del gas durante il processo?

OLIMPIADI DI FISICA 2004

13 Febbraio 2004

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 22 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

La sicurezza nel traffico stradale

20 punti

Si vuole determinare la velocità ottimale che le automobili devono mantenere per ottenere, nel rispetto delle norme di sicurezza, il maggior flusso possibile del traffico in una corsia di un certo tratto di strada.

Un modello fisico del problema, relativamente semplice, ma tuttavia efficace per fornire una prima risposta ipotizza l'esistenza di una (stessa) *distanza di sicurezza*⁽¹⁾ tra automobili consecutive. Siano noti i seguenti parametri:

- a) ogni automobile è lunga $\ell = 4$ m ed è in grado di decelerare con accelerazione costante $a = -4.5 \text{ m s}^{-2}$;
- b) il *tempo di reazione*⁽²⁾ di ogni automobilista vale $t_r = 0.5$ s.

1. Indicata con v la velocità di ogni automobile, determinare, in funzione di questa, di a e di t_r , la distanza di sicurezza d che deve essere mantenuta da ogni automobile.

Si supponga che il tratto di strada considerato, di lunghezza $L = 5$ km, contenga esattamente N automobili che stanno viaggiando in sicurezza.

2. Esprimere in funzione di N e degli altri parametri del modello la velocità v consentita in questa condizione. Calcolare v e d nel caso particolare $N = 100$.

Sia F il *flusso automobilistico* definito come $F = N/\Delta t$ dove N è il numero di automobili che passano in un certo punto della strada nell'intervallo di tempo Δt .

3. Qual è la velocità ottimale v delle automobili, affinché F sia massimo?
4. Quanto vale F_{massimo} ?

⁽¹⁾ In questo problema consideriamo come *distanza di sicurezza* la minima distanza tra la parte posteriore dell'automobile che precede e la parte anteriore dell'automobile che segue, per fare in modo che la vettura possa fermarsi senza urtare quella precedente anche nel caso teoricamente più sfavorevole di un arresto istantaneo di questa.

⁽²⁾ Per *tempo di reazione* si intende l'intervallo di tempo che trascorre dall'istante in cui si presenta un pericolo all'istante in cui l'automobilista mette in atto la corretta reazione.

Problema 2

Due lenti sottili su un banco ottico

8 punti

Su un banco ottico ci sono due lenti sottili con gli assi coincidenti; la prima è convergente con distanza focale $f_1 = 20$ cm e diametro utile $D = 5$ cm, e la seconda è divergente, dello stesso diametro. Prima della prima lente, sull'asse a distanza $p = 40$ cm, viene posta una sorgente puntiforme di luce. Dopo essere passata anche attraverso la seconda lente, la luce emessa si presenta in un fascio cilindrico, parallelo all'asse, di diametro $d = 1$ cm.

1. Determinare la distanza focale f_2 della lente divergente.
2. Determinare la distanza ℓ fra la prima lente e la seconda.

Problema 3

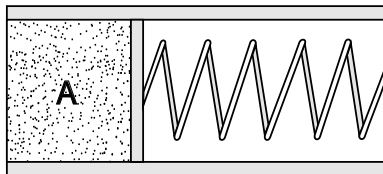
Un gas che si espande

20 punti

Un cilindro orizzontale ha l'area di base $S = 0.1 \text{ m}^2$ ed è diviso in due parti da un pistone perfettamente scorrevole e a tenuta. Il pistone è sottoposto, come in figura, all'azione di una molla che ha costante

$k = 200 \text{ Nm}^{-1}$; quando la molla è a riposo il pistone è in contatto con la parete sinistra del cilindro (quindi la parte A ha volume nullo).

Nella parte A vengono introdotte 0.01 moli di elio e il tutto è portato alla temperatura $T = 300 \text{ K}$. Nella parte del cilindro dove si trova la molla è fatto il vuoto.



1. Determinare il volume V e la pressione p del gas.

Successivamente il gas viene lentamente riscaldato fino a raddoppiare il volume iniziale.

2. Determinare la quantità di calore necessaria per il riscaldamento, trascurando la capacità termica del cilindro e del pistone, come tutte le eventuali perdite di calore verso l'esterno.

Problema 4

Un guasto alla linea telefonica

22 punti

In un punto P di una linea telefonica lunga $\ell = 2 \text{ km}$ si è prodotto un danneggiamento al rivestimento isolante dei cavi elettrici ed in conseguenza di ciò in P viene a crearsi una resistenza elettrica “di fuga” tra i due fili della linea telefonica.

Per individuare il punto esatto in cui è avvenuto il danneggiamento, la squadra addetta alla manutenzione collega ad un'estremità della linea una batteria con una f.e.m. $V_0 = 24 \text{ V}$ e resistenza interna trascurabile. Quando la linea è aperta, cioè all'altra estremità della linea i terminali sono liberi, la corrente erogata dalla batteria è $i_1 = 1.5 \text{ A}$, mentre quando la linea è chiusa, cioè all'altra estremità della linea i terminali vengono cortocircuitati, la corrente erogata dalla batteria è $i_2 = 2.4 \text{ A}$. Esaminando i dati progettuali della linea si sa inoltre che la resistenza elettrica di un filo del cavo telefonico vale $r = 8 \Omega$.

1. Determinare la resistenza elettrica “di fuga” in P tra i fili del cavo telefonico.
2. Determinare la posizione esatta del punto P lungo la linea telefonica.

Individuato il punto P il danno viene riparato dalla squadra addetta alla manutenzione della linea, ma per un maldestro errore l'isolamento non viene ripristinato correttamente e tra i due cavi elettrici permane una resistenza di fuga *residua* pari a 200Ω .

Una linea telefonica funziona in modo tale che una comunicazione telefonica o risulta disturbata o al limite impossibile da farsi, se ai due terminali d'ingresso di un telefono la differenza di potenziale “portata” dalla linea telefonica risulta inferiore al valore di progetto. Tuttavia una comunicazione telefonica può ancora avvenire senza eccessivi disturbi se la differenza di potenziale ai capi del telefono non è inferiore al 95% della differenza di potenziale di progetto.

3. Schematizzando il telefono come un oggetto dotato di una resistenza elettrica $R = 1800 \Omega$, determinare se dopo la maldestra riparazione del danno all'isolamento dei cavi elettrici è di nuovo possibile effettuare una comunicazione telefonica senza eccessivi disturbi.