

OLIMPIADI di FISICA
GARA di 2° Livello

10 Febbraio 2005

**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}	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
DATI RELATIVI ALL'ACQUA			
Calore specifico	c_a	4.19×10^3	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
Calore di fusione	λ_f	3.34×10^5	J kg^{-1}
Calore di vaporizzazione (a 100°C)	λ_v	2.26×10^6	J kg^{-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 2005

10 Febbraio 2005

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.



In alcuni esperimenti la luce di un laser è stata inviata su un riflettore collocato sulla Luna in modo che essa torni sulla Terra. Dal tempo che impiega ad andare e tornare indietro si può valutare con notevole accuratezza la distanza Terra-Luna, o più esattamente la distanza fra osservatorio terrestre e riflettore lunare.

- Dare una stima dell'errore che si commette sulla distanza così determinata se la velocità di propagazione della luce si considera costante per tutto il percorso e pari a c , senza tener conto della presenza dell'atmosfera.

Per semplicità si consideri la Luna allo Zenit dell'osservatorio e l'atmosfera come uno strato uniforme di spessore 10 km e di indice di rifrazione 1.00023.



Ad un estremo di una molla di costante elastica k e lunghezza a riposo ℓ_0 viene collegata una massa m rispetto alla quale la massa della molla è trascurabile.

- Se il sistema massa-molla viene fatto ruotare uniformemente a velocità angolare ω , su un piano orizzontale intorno all'altro estremo della molla, mantenuto fisso, quanto vale la lunghezza della molla?

Quesito 3

Un condensatore di capacità elettrica C è caricato ad una differenza di potenziale V_0 e successivamente isolato. Un secondo condensatore, inizialmente scarico e di capacità elettrica nC , viene collegato in parallelo al primo.

- Indicata con $V' = V_0/7$ la differenza di potenziale elettrico presente ai capi dei due condensatori così collegati, quanto vale n ?

Quesito 4

Un'automobile con il motorino di avviamento guasto è parcheggiata in un tratto piano di strada rettilinea. Due persone si offrono di spingerla sviluppando complessivamente una forza di 650 N. La massa dell'automobile, compreso l'automobilista, è di 840 kg. L'attrito produce complessivamente una resistenza che si può stimare in 370 N.

- Se per riavviare il motore è necessario che l'automobile abbia raggiunto una velocità minima di 9 km/h, dopo quanto tempo dall'inizio della spinta l'automobilista può rilasciare il piede dalla frizione?

Quesito 5

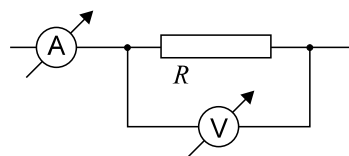
Un cilindro chiuso da un pistone mobile contiene 8 g di vapore acqueo alla temperatura di 55°C. Il vapore viene compresso isotericamente.

- Sapendo che a quella temperatura la densità di vapor saturo vale 104.3 g m^{-3} , determinare quanto vale il volume quando il vapore inizia a condensare.

Quesito 6

Nel tratto di circuito rappresentato in figura, l'amperometro A misura una corrente $i = 30 \text{ mA}$ ed il voltmetro V una differenza di potenziale $V = 100 \text{ V}$.

- Trovare il valore della resistenza R , se la resistenza interna del voltmetro è $r = 10 \text{ k}\Omega$.



Quesito 7

Un misuratore di gravità (*gravimetro*) può essere costituito, nella forma più semplice, da una molla tenuta verticalmente alla quale è appeso un oggetto che, a riposo, ne determina l'allungamento.

Carlo possiede un gravimetro e lo porta in ascensore. L'allungamento della molla quando l'ascensore parte è pari ai 4/5 di quello osservabile con l'ascensore fermo.

- Se la massa di Carlo è $M = 60 \text{ kg}$, calcolare la forza esercitata dall'ascensore sui piedi di Carlo nel momento in cui parte.

Quesito 8

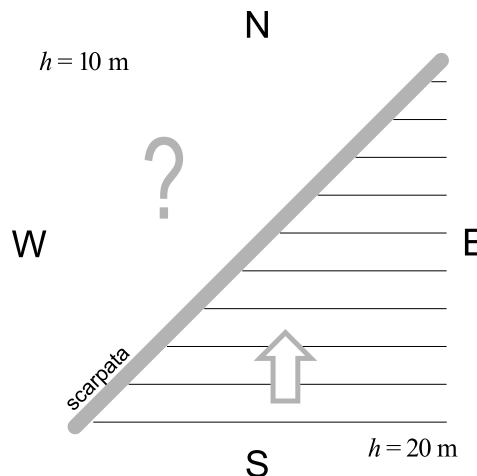
La velocità di propagazione v di onde lunghe in acque poco profonde (più dell'ampiezza dell'onda ma meno della sua lunghezza d'onda) è data con discreta approssimazione da

$$v = \sqrt{gh},$$

dove h è la profondità del fondale.

In una certa zona, in mare aperto, il fondale può essere schematizzato da due piani orizzontali, uno profondo 10 m e l'altro profondo 20 m, collegati fra loro da una scarpata di andamento pressoché rettilineo, che va da NE a SW. Delle onde si propagano nella zona dove il fondale è più profondo, in direzione N.

- In quale direzione si propagheranno queste onde dopo aver oltrepassato la scarpata, sul fondale meno profondo?



Quesito 9

Da un rubinetto, un getto d'acqua scende verticalmente con una sezione circolare di 1.20 cm di diametro. Più sotto, ad una distanza di 20 cm, il diametro del getto è diventato 1.10 cm.

- Sapendo che il flusso è stazionario, qual è la velocità con cui l'acqua esce dal rubinetto?

Quesito 10

L'ammoniaca è un composto di idrogeno ed azoto; alla pressione atmosferica e alla temperatura ambiente di 20°C ha una densità di 0.712 kg/m³ e può essere ragionevolmente trattata come un gas perfetto.

La massa molare dell'idrogeno atomico (H) è 1 g mol⁻¹; quella dell'azoto atomico (N) è 14 g mol⁻¹.

- Mostrare che con questi dati è possibile ricavare la nota composizione chimica dell'ammoniaca.

Materiale elaborato 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 2005

10 Febbraio 2005

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.

Problema 1

Un'auto in frenata.

20 punti

Un'automobile ha una massa (comprensiva di passeggeri e bagaglio) di 1400 kg. La distanza tra gli assi delle ruote è di 2.50 m e il baricentro si trova a 1.10 m dall'asse delle ruote anteriori, ad un'altezza di 60 cm dal suolo.

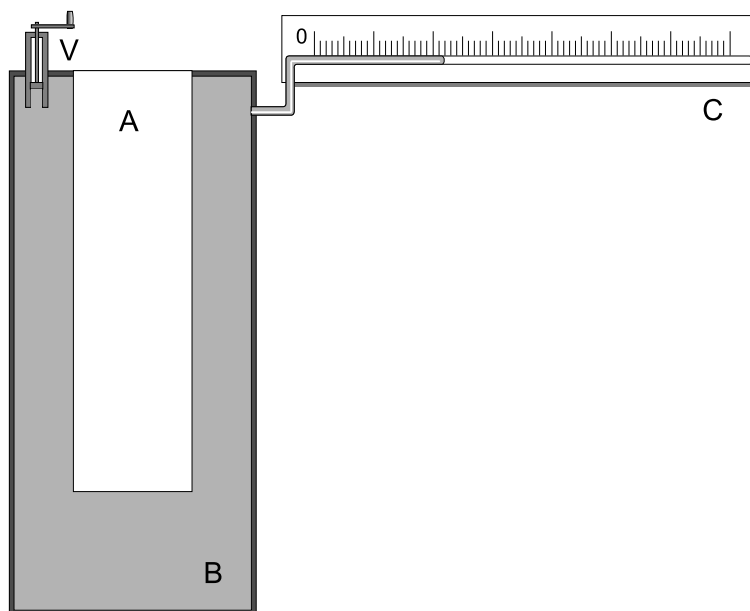
L'automobile sta viaggiando su un tratto rettilineo di una strada orizzontale, a velocità costante; la velocità non è elevata, cosicché in tutte le domande che seguono si può trascurare l'attrito dell'aria.

1. Calcolare il modulo della forza normale al piano stradale che questo esercita complessivamente sulle due ruote anteriori e di quella che viene esercitata sulle due ruote posteriori.
2. Ad un certo istante, sullo stesso tratto di strada, l'automobile frena con un'accelerazione (in modulo) di 2.10 m s^{-2} . Calcolare il modulo della forza frenante complessiva che la strada esercita sull'automobile durante questa fase.
3. Calcolare il modulo della forza normale complessiva che la strada esercita, durante la frenata, sulle due ruote anteriori e di quella che viene esercitata sulle due ruote posteriori.
4. Supponendo che gli ammortizzatori anteriori si comportino come molle, calcolarne la costante elastica, sapendo che durante la frenata si comprimono di 6.0 cm in più rispetto all'andatura a velocità costante, considerando che la forza normale si ripartisce in modo uguale tra le due ruote anteriori.

Problema 2

Il calorimetro di Favre-Silbermann.

20 punti



Il calorimetro di Favre e Silbermann (in figura è data una rappresentazione schematica) funziona come un grosso termometro a mercurio con un bulbo cilindrico B ben isolato e un cannello C graduato in joule o calorie anziché in gradi.

Facendo riferimento alla figura, nella cavità cilindrica A, di raggio 1 cm e altezza 7 cm, viene alloggiato un provettone con il materiale da studiare; il recipiente cilindrico B, di raggio 2 cm e altezza 9 cm, è riempito di mercurio; C è un cannello graduato di raggio 1 mm e V è una vite che serve per l'azzeramento.

1. Se il mercurio è a 20°C e nel provettone vengono messi 10 g d'acqua a 100°C , qual è la temperatura di equilibrio del sistema?
2. Nella situazione descritta, la colonnina di mercurio nel cannello C si allunga di $\Delta\ell = 8.45$ cm; determinare il coefficiente di dilatazione termica cubica del mercurio.
3. In un'operazione di misura del calore specifico di un liquido in cui le condizioni iniziali di massa e temperatura sono le stesse di prima, si ottiene un allungamento della colonnina di mercurio di $\Delta\ell' = 4.45$ cm. Calcolare il calore specifico del liquido.
4. Mostrare che è possibile tarare in joule la scala di misura del calore scambiato ottenendo una relazione lineare. Trovare il passo della scala, ovvero a quanti joule corrisponde un centimetro.

Densità del mercurio: $\rho_{\text{Hg}} = 13.1 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

Calore specifico del mercurio: $c_{\text{Hg}} = 0.139 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Problema

3

Sferette conduttrici.

20 punti

Due piccole sfere conduttrici identiche di raggio r , poste alle estremità di una sottile asticella isolante di lunghezza $\ell \gg r$, vengono caricate con una carica elettrica rispettivamente uguale a q_1 e q_2 ; sia $q_1 > q_2$.

In realtà l'asticella è stata fatta di un materiale non perfettamente isolante che presenta una resistività elettrica ρ ; di conseguenza, si ha uno spostamento di carica elettrica fino ad una situazione di equilibrio, in cui le cariche valgono rispettivamente q'_1 e q'_2 .

1. Sapendo che la sezione dell'asticella è A e la sua lunghezza è ℓ , determinare la corrente che scorre inizialmente tra le due sfere.

Dopo l'istante iniziale, l'intensità della corrente decresce progressivamente nel tempo, senza azzerarsi rigorosamente che in un tempo infinito. Tuttavia, ai fini pratici, si può ritenere che l'equilibrio sia raggiunto dopo un *tempo di scarica* finito, oltre il quale gli errori di misura e le fluttuazioni statistiche della corrente ne superano il valore teorico.

2. Detto Δt e supposto noto questo tempo finito, si esprima il valore medio della corrente in questo intervallo.
3. Scrivere l'espressione della variazione ΔU di energia elettrostatica del sistema delle due sfere.
4. Utilizzando il principio di conservazione dell'energia e approssimando – sia pure rozzamente – il valore istantaneo della corrente con quello medio calcolato prima, ricavare una stima dell'ordine di grandezza di Δt con i seguenti dati numerici: $r = 2 \text{ cm}$; $\ell = 200 \text{ cm}$; $\rho = 45 \text{ k}\Omega \text{ m}$; $A = 10 \text{ mm}^2$.

Materiale elaborato 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