Associazione per l'Insegnamento della Fisica

PROGETTO AIF OLIMPIADI

14 Febbraio 2003

Non sfogliare il fascicolo finché l'insegnante non ti dica di farlo.

Leggi ATTENTAMENTE le istruzioni.

I S T R U Z I O N I

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}	$\mathrm{m\,s^{-1}}$
Carica elementare	e	1.602×10^{-19}	C
Massa dell'elettrone	m_{e}	9.11×10^{-31}	kg
		5.11×10^{2}	$\mathrm{keV}\,c^{-2}$
Costante dielettrica del vuoto	ε_0	8.85×10^{-12}	$\mathrm{F\,m^{-1}}$
Permeabilità magnetica del vuoto	μ_0	1.257×10^{-6}	$\mathrm{H\,m^{-1}}$
Massa del protone	m_{p}	1.673×10^{-27}	kg
		9.38×10^{2}	$\mathrm{MeV}\,c^{-2}$
Costante di Planck	h	6.63×10^{-34}	J s
Costante universale dei gas	R	8.31	$\mathrm{J\,mol^{-1}\,K^{-1}}$
Numero di Avogadro	N	6.02×10^{23}	$\mathrm{mol^{-1}}$
Costante di Boltzmann	k	1.381×10^{-23}	$\mathrm{J\,K^{-1}}$
Costante di Faraday	F	9.65×10^{4}	$\mathrm{C\,mol^{-1}}$
Costante di Stefan–Boltzmann	σ	5.67×10^{-8}	$\mathrm{W\,m^{-2}\,K^{-4}}$
Costante gravitazionale	G	6.67×10^{-11}	$\mathrm{m^{3}\,kg^{-1}\,s^{-2}}$
Accelerazione media di gravità	g	9.81	$\mathrm{m\,s^{-2}}$
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}	$\mathrm{m^{3}\,mol^{-1}}$
Calore specifico dell'acqua	c_{a}	4.19×10^{3}	$\mathrm{J\,kg^{-1}\,K^{-1}}$

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 2003

14 Febbraio 2003

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.

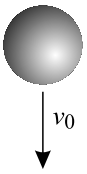
Quesito 1

Una bombola di volume $0.10\,\mathrm{m}^3$ contiene gas elio alla pressione di $1\,500\,\mathrm{kPa}$.

- Quanti palloncini di diametro pari a $25\,\mathrm{cm}$ possono essere riempiti, se la pressione dell'elio nei palloncini raggiunge il valore di $102\,\mathrm{kPa}$ e la temperatura finale è uguale a quella iniziale?

Quesito 2

Una pallina in caduta libera, come mostrato in figura, percorre in due secondi il triplo della distanza percorsa nel primo dei due secondi.



- Trascurando la resistenza dell'aria, quanto vale la sua velocità iniziale v_0?

Quesito 3

In un esperimento, una gocciolina di olio elettricamente carica è in equilibrio fra le armature – orizzontali e distanti d fra loro – di un condensatore se fra queste viene mantenuta una d.d.p. $V = 200\,\mathrm{V}$. Irradiando con raggi X la gocciolina, si ottiene un cambiamento di carica per cui è sufficiente una d.d.p. di 100 V per mantenerla in equilibrio.

- Se la carica iniziale era $Q = 6e$, quanto vale la nuova carica?

Quesito 4

Un naturalista fotografa un rinoceronte che gli mostra il fianco e si trova a 70 m di distanza. Usando un obiettivo con una distanza focale di 240 mm, l'immagine del rinoceronte sulla pellicola risulta lunga 12 mm.

- Quanto è lungo il rinoceronte?

  NOTA: Si tratti l'obiettivo fotografico come se fosse formato da un'unica lente sottile.

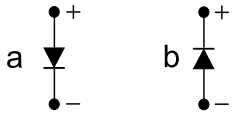
Quesito 5

In un'esperienza di Young effettuata con microonde di 3.0 cm di lunghezza d'onda, la distanza fra due massimi di interferenza su un piano situato a 8.4 m dalle fenditure, in prossimità del massimo centrale, è risultata di 50 cm.

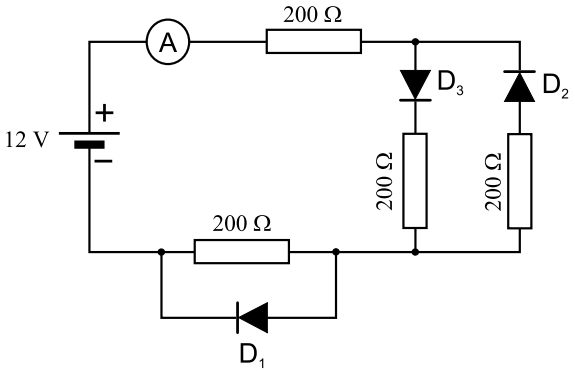
- Qual è la separazione fra le fenditure?

Quesito 6

Un diodo è un dispositivo che, in prima approssimazione, si comporta come un conduttore di resistenza trascurabile quando è collegato in modo diretto come nella figura a a destra, ma assume resistenza infinita quando è collegato in modo inverso (figura b).

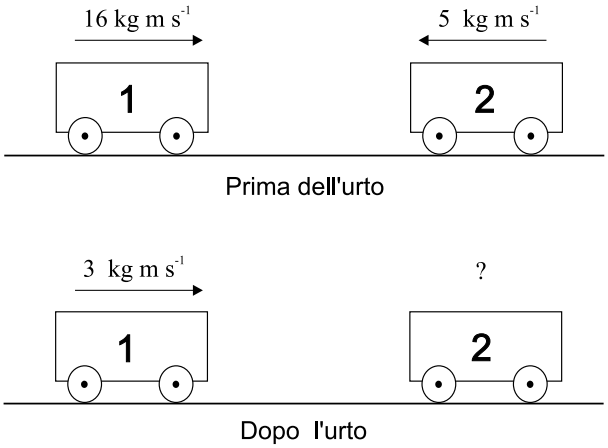


- Se la resistenza interna del generatore e dell'amperometro A sono trascurabili, quanto vale la corrente indicata dallo strumento, nel circuito seguente?



Quesito 7

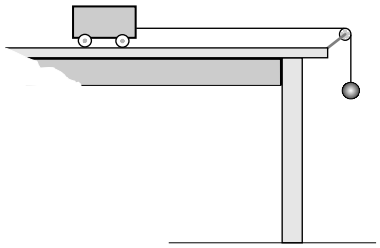
La figura mostra l'urto fra due carrelli. Sono indicate le quantità di moto del carrello 1 prima e dopo l'urto, e la quantità di moto del carrello 2 prima dell'urto. I due carrelli hanno masse uguali.



- Determinare se l'urto è stato elastico.

Quesito 8

Un carrello di massa $M = 200\,\mathrm{g}$ può muoversi senza attrito su un piano orizzontale ed è trainato, come in figura, per mezzo di un filo e una carrucola (entrambi sono di massa trascurabile e il filo è inestensibile) da un pesetto di massa $m = 50\,\mathrm{g}$.



- Se la massa trainante raddoppia, qual'è il rapporto fra le accelerazioni dei due carrelli?

Quesito 9

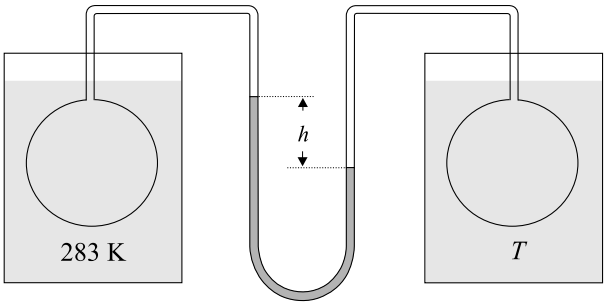
Un'auto lanciata a una velocità di $90\,\mathrm{km\,h^{-1}}$ si arresta in $50\,\mathrm{m}$ frenando su una strada orizzontale. Schematizziamo l'azione dei freni come l'applicazione, all'auto, di una forza costante.

- Quale sarebbe la distanza di arresto dell'auto se, viaggiando alla stessa velocità, la frenata avvenisse su una strada in discesa con una pendenza del 10%?

Nota: la pendenza si definisce come rapporto fra dislivello e proiezione in orizzontale dello spostamento. Per semplicità si schematizzi inoltre la forza frenante come uguale in entrambi i casi.

Quesito 10

Nella figura è rappresentato un sistema costituito da due bulbi di volume uguale, che hanno capacità termica e coefficiente di dilatazione trascurabili; i bulbi contengono la stessa quantità dello stesso gas perfetto. Il tubo che connette i due bulbi contiene del mercurio e ha un volume trascurabile rispetto a quello dei due bulbi.



Il bulbo di sinistra è immerso in un recipiente contenente acqua a 283 K. Se quello di destra è immerso in un recipiente di acqua in ebollizione, il dislivello del mercurio è $h_0 = 100\,\mathrm{mm}$; ponendolo invece in un recipiente d'acqua alla temperatura T, il dislivello del mercurio diventa $h = 40\,\mathrm{mm}$.

- Calcolare la temperatura T dell'acqua.

OLIMPIADI DI FISICA 2003

14 Febbraio 2003

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.
- Per ciascun problema è indicato il punteggio massimo che potrà essere assegnato.

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 Sonda SOHO (SOlar & Heliospheric Observatory) 20 punti

La sonda SOHO è stata mandata in orbita solare per studiare la struttura interna del Sole, la sua atmosfera ed il vento solare. In prima approssimazione si può affermare che essa staziona costantemente in un punto lungo la linea che congiunge la Terra al Sole.

1. Quanto dista SOHO dalla Terra?

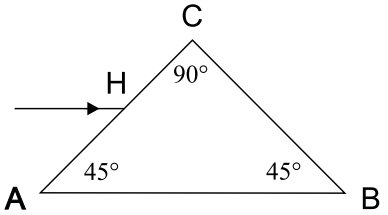
Nota: assumere l'orbita della Terra come circolare. Possono essere utili i seguenti dati:

- Distanza Sole - Terra 149.6×10^9 m.
- Rapporto fra la massa della Terra e quella del Sole $\alpha = 3.00 \times 10^{-6}$.

Suggerimento: ricorda che $(1 + x)^n \approx 1 + nx$, se $x \ll 1$.

Problema 2 Prisma 14 punti

Sia ABC la sezione normale di un prisma di vetro tale che l'angolo di vertice C valga 90°, quelli di vertici B e A valgano 45° ciascuno e la lunghezza del lato AC sia $l = 50$ mm. Un raggio di luce monocromatica, per la quale l'indice di rifrazione del vetro vale $n = 1.50$, viaggia parallelamente al lato AB e colpisce la faccia AC del prisma in un punto H tale che $\overline{HC} = x$. Il raggio uscirà da una delle altre due facce.



1. Calcolare l'angolo di rifrazione del raggio dopo che esso è entrato nel prisma.

2. Stabilire per quali valori di x il raggio esce dalla faccia AB, disegnando il suo percorso all'interno del prisma e calcolando la deviazione angolare rispetto alla direzione iniziale.

3. Stabilire per quali valori di x il raggio esce dalla faccia BC, disegnando il suo percorso all'interno del prisma e calcolando la deviazione angolare rispetto alla direzione iniziale.

Problema 3 Miscuglio di gas 14 punti

Un recipiente con pareti termicamente isolanti è diviso in due parti uguali, ciascuna di volume $V = 1\,\mathrm{dm}^3$, da un diaframma anch'esso isolante. Una delle due parti del recipiente contiene dell'elio (massa molare $4.00\,\mathrm{g\,mol^{-1}}$) a 300 K e a pressione atmosferica. L'altra parte contiene del neon (massa molare $20.18\,\mathrm{g\,mol^{-1}}$), sempre a pressione atmosferica ma a 500 K.

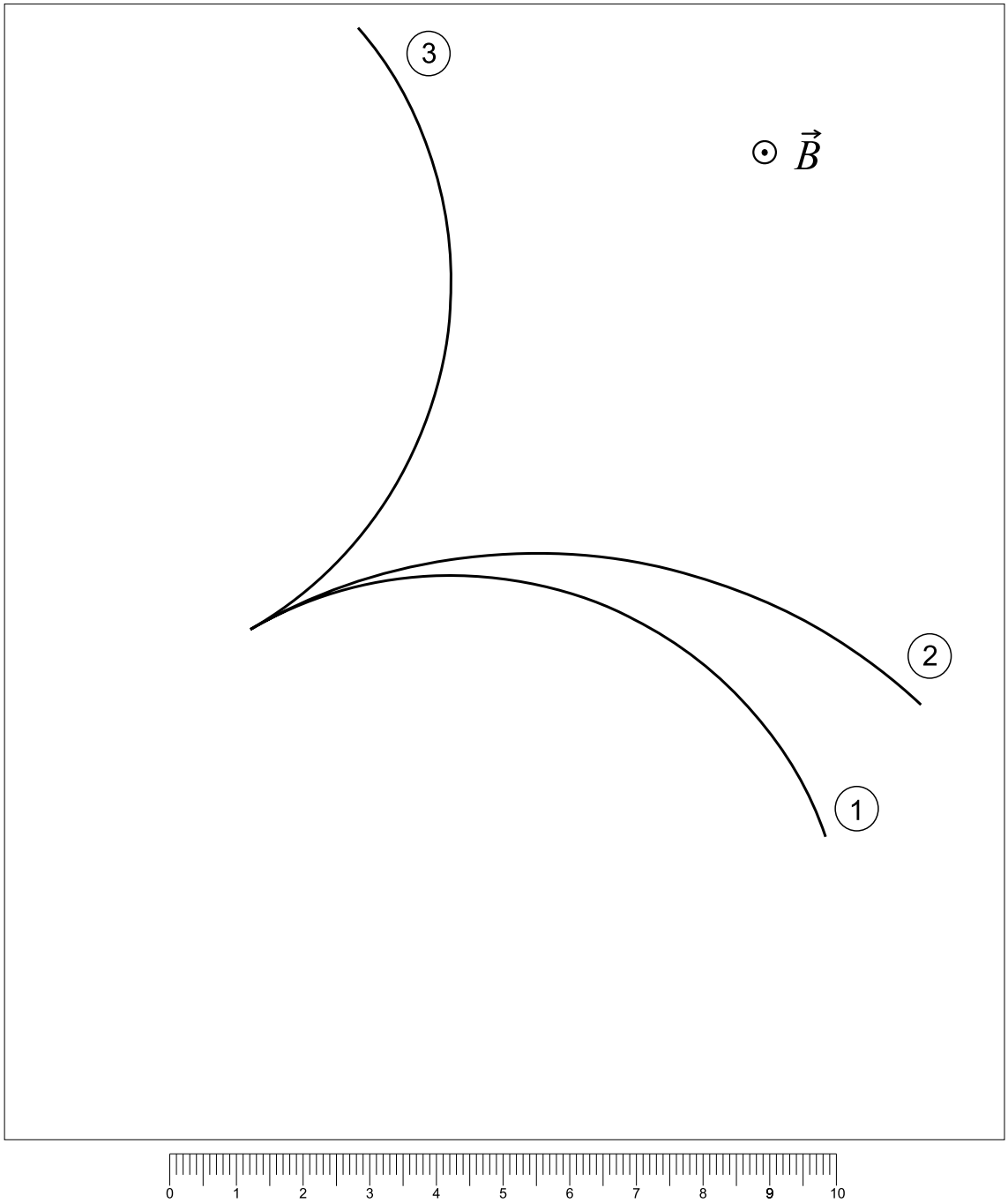
1. Determinare il numero di atomi di elio e di neon e le corrispondenti velocità quadratiche medie.

A un certo istante il diaframma viene rimosso e i due gas si mischiano.

2. Determinare la temperatura finale del miscuglio di gas.

3. Calcolare la variazione totale di energia interna del miscuglio.

Problema 4 Moto di cariche in un campo magnetico 12 punti

Tre particelle cariche vengono accelerate da una d.d.p. di 1000 V ed entrano, in tempi diversi e dallo stesso punto, in una zona sede di un campo magnetico uniforme $B = 3.0\,\mathrm{mT}$ perpendicolare alla velocità delle particelle. Le traiettorie, contrassegnate dai numeri 1, 2, 3 e relative alle tre particelle, sono riportate in figura. Il campo $\vec{B}$ è uscente dal piano del foglio. Il rapporto q/m per la particella 1 vale $9.58 \times 10^7\,\mathrm{C\,kg^{-1}}$.

1. Determinare il rapporto q/m ed il segno della carica elettrica di ciascuna delle altre due particelle.