

# OLIMPIADI DI FISICA 2012

GARA DI 2° LIVELLO  
VENERDI' 10  
FEBBRAIO 2012

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.
- Per prima cosa leggere **ATTENTAMENTE** le istruzioni riportate subito prima dei testi.

Ora aspetta che ti sia dato il via e... Buon lavoro !

## ALCUNE COSTANTI FISICHE (\*)

COSTANTE	SIMBOLO	VALORE	UNITÀ
Velocità della luce nel vuoto	$c$	$3.00 \times 10^8$	$\text{m s}^{-1}$
Carica elementare	$e$	$1.602 \times 10^{-19}$	C
Massa dell'elettrone	$m_e$	$9.11 \times 10^{-31}$ $= 5.11 \times 10^{-2}$	kg keV $c^{-2}$
Costante dielettrica del vuoto	$\epsilon_0$	$8.85 \times 10^{-12}$	F $\text{m}^{-1}$
Permeabilità magnetica del vuoto	$\mu_0$	$1.257 \times 10^{-6}$	H $\text{m}^{-1}$
Massa del protone	$m_p$	$1.673 \times 10^{-27}$ $= 9.38 \times 10^2$	kg MeV $c^{-2}$
Costante di Planck	$h$	$6.63 \times 10^{-34}$	J s
Costante universale dei gas	$R$	8.31	J $\text{mol}^{-1}$ K $^{-1}$
Numero di Avogadro	$N$	$6.02 \times 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$
Costante di Boltzmann	$k$	$1.381 \times 10^{-23}$	J K $^{-1}$
Costante di Faraday	$F$	$9.65 \times 10^4$	C $\text{mol}^{-1}$
Costante di Stefan-Boltzmann	$\sigma$	$5.67 \times 10^{-8}$	W $\text{m}^{-2}$ K $^{-4}$
Costante gravitazionale	$G$	$6.67 \times 10^{-11}$	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$
Pressione atmosferica standard	$p_0$	$1.013 \times 10^5$	Pa
Temperatura standard (0°C)	$T_0$	273	K
Volume molare di un gas perfetto in condizioni standard ( $p_0, T_0$ )	$V_m$	$2.24 \times 10^{-2}$	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
Unità di massa atomica	u	$1.661 \times 10^{-27}$	kg

## ALTRI DATI CHE POSSONO ESSERE NECESSARI (\*)

Accelerazione media di gravità	$g$	9.81	$\text{m s}^{-2}$
Densità dell'acqua	$d_a$	$1.00 \times 10^3$	kg $\text{m}^{-3}$
Calore specifico dell'acqua	$c_a$	$4.19 \times 10^3$	J $\text{kg}^{-1}$ K $^{-1}$
Calore di fusione dell'acqua	$\lambda_f$	$3.34 \times 10^5$	J $\text{kg}^{-1}$
Calore di vaporizzazione dell'acqua (a 100°C)	$\lambda_v$	$2.26 \times 10^6$	J $\text{kg}^{-1}$
Calore specifico del ghiaccio (a 0°C)	$c_g$	$2.11 \times 10^3$	J $\text{kg}^{-1}$ K $^{-1}$

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

Materiale elaborato dal Gruppo



**PROGETTO OLIMPIADI**  
 Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica  
 e-mail: [olifis@aif.it](mailto:olifis@aif.it) - fax: 041.584.1272  
 WEB: [www.olifis.it](http://www.olifis.it)

**NOTA BENE**

È possibile utilizzare, riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico questo materiale alle due seguenti condizioni: citare la fonte; non usare il materiale, nemmeno parzialmente, per fini commerciali.

# 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.



1

Due ciclisti fanno una gara ad inseguimento partendo da punti opposti di una pista circolare. Trascurando i brevi intervalli di tempo delle accelerazioni, il moto dei due ciclisti può essere trattato come uniforme.

- Se uno dei due mantiene una velocità superiore all'altro del 10 %, dopo quanti giri il più veloce raggiunge l'altro?



2

Un cavo d'acciaio ( $\rho = 7700 \text{ kg m}^{-3}$ ), del diametro di 8.6 mm, è teso verticalmente tra soffitto e pavimento di un locale alto 15.54 m.

La tensione del cavo, nell'estremità attaccata al pavimento, è 360 N.

- Qual è la tensione interna in un punto A del cavo situato 6.43 m sotto il soffitto?

**NOTA:** La tensione interna può essere definita come la forza che occorrerebbe applicare al cavo, se si rompesse in quel punto, per mantenerlo nello stesso stato.



3

Un campione di isotopo radioattivo contiene inizialmente  $n_0 = 10^{20}$  atomi.

- Sapendo che il tempo di dimezzamento (o emivita) dell'isotopo è di 4 ore e che dopo 12 ore l'energia emessa dal campione è pari a  $E = 70 \text{ MJ}$ , calcolare l'energia emessa da ciascun atomo in un decadimento.

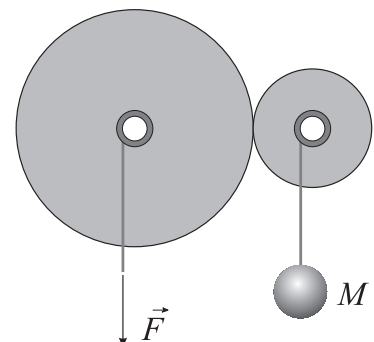


4

Il sistema in figura rappresenta due dischi di raggi  $R_1 = R$  ed  $R_2 = R/2$  che, per attrito, possono ruotare a contatto uno dell'altro senza slittare.

Su ciascun disco è fissato un rocchetto di raggio  $r$  su cui è avvolta una fune. Alla prima è applicata una forza verticale  $\vec{F}$  mentre alla seconda è appesa una massa  $M$ .

- Se sui perni non c'è attrito e tutto il sistema è in equilibrio, quanto vale il modulo della forza  $\vec{F}$ ?



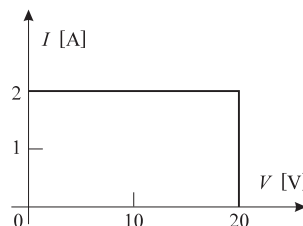


5

La relazione caratteristica tensione–corrente di una batteria di celle solari è rappresentata nella figura a lato.

Si collega ai morsetti della batteria di celle un resistore di resistenza  $R$  in modo da poter utilizzare una potenza  $P = 20 \text{ W}$ .

- Che valori di  $R$  soddisfano questo requisito?



6

Una piccola lampadina, che possiamo trattare come una sorgente puntiforme, è collocata sull'asse ottico principale di uno specchio circolare concavo avente un raggio di curvatura  $R = 1.2 \text{ m}$ .

Le dimensioni trasversali dello specchio sono piccole rispetto ad  $R$  e dunque il sistema si può studiare in approssimazione parassiale. Su uno schermo, perpendicolare all'asse ottico dello specchio, la luce riflessa forma una macchia luminosa circolare. Spostando la lampadina lungo l'asse ottico, si osserva che ci sono due posizioni della lampadina in corrispondenza delle quali la macchia luminosa sullo schermo ha le stesse dimensioni dello specchio. La distanza tra queste due posizioni è  $d = 40 \text{ cm}$ .

- Si trovi la distanza  $D$  tra lo schermo e il vertice dello specchio.



7

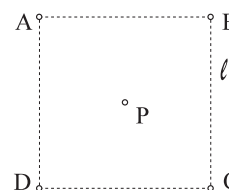
Una goccia di pioggia di massa  $m$  sta scendendo verticalmente a velocità costante a causa dell'azione di una forza di frenamento  $F = kv^2$ , dove  $k$  è una costante.

- Calcolare l'energia cinetica della goccia di pioggia, in funzione della massa  $m$ , della costante  $k$  e dell'accelerazione di gravità  $g$ .



8

Nella regione di spazio indicata in figura è presente un campo elettrico uniforme e parallelo al piano del foglio dove giacciono i punti A, B, C, D e P. I punti A, B, C e D sono posti ai vertici di un quadrato di lato  $\ell = 0.2 \text{ m}$  e il punto P si trova al centro del quadrato stesso. Nel punto A il potenziale elettrico vale  $V_A = 2 \text{ V}$ , nei punti B e D vale  $V_B = V_D = 5 \text{ V}$ , nel punto C vale  $V_C = 8 \text{ V}$ , mentre nel punto P vale  $V_P = 5 \text{ V}$ .



- Qual è il campo elettrico nel punto P?



9

Un motorino elettrico ha capacità termica  $C = 67 \text{ J K}^{-1}$ . Esso viene isolato termicamente e adoperato per sollevare da terra una massa  $m = 3.5 \text{ kg}$  attaccata all'asse del motore mediante un filo. Il motore viene arrestato quando la massa ha raggiunto un'altezza  $h = 1.5 \text{ m}$ . Quando si apre il circuito, la massa ritorna a terra lentamente, a velocità costante, srotolando il filo. Il motorino funziona per  $t = 48 \text{ s}$  e, in questo tempo, fluisce una corrente  $i = 1.02 \text{ A}$  mentre la tensione applicata è  $V = 4.85 \text{ V}$ .

- Di quanto aumenta la temperatura del motorino elettrico in seguito a tale processo?

NOTA: Si supponga che l'unico effetto del processo sia quello di riscaldare il motorino e che si possano trascurare le dispersioni di calore.

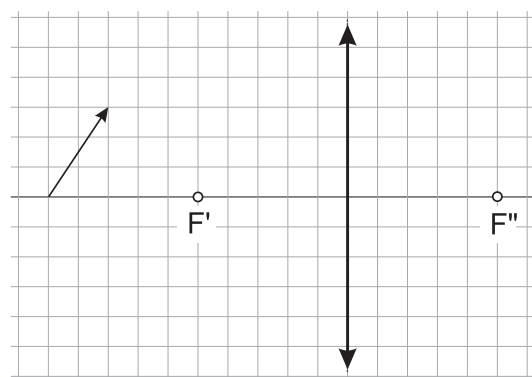


10

Il sistema ottico in figura è costituito da una lente sottile per la quale si suppone che i raggi incidenti siano vicini all'asse ottico e formino con questo angoli piccoli, in modo da rendere trascurabili gli effetti di ogni tipo di aberrazione ottica; in questa approssimazione (detta di Gauss) si può dimostrare che le immagini dei punti di una retta sono allineate su un'altra retta.

La lente è rappresentata dalla doppia freccia verticale e i punti  $F'$  e  $F''$  sono i suoi fuochi.

- Copiare la figura sul foglio protocollo delle soluzioni, accostandola al bordo sinistro e tracciare l'immagine reale della freccia prodotta dalla lente, giustificando opportunamente, mediante il disegno o calcoli algebrici, il risultato ottenuto.





GARA DI 2° LIVELLO

VENERDI' 10

FEBBRAIO 2012

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.

**P**

**1**

Un satellite cosiddetto "geostazionario" gira intorno alla Terra in (circa) 24 ore, stando ad un'altezza di circa 36 000 km sulla superficie terrestre.

1. In quanto tempo una sonda spaziale percorre un'orbita circolare se la sua altezza dal suolo è di circa 900 km?

Per un esperimento si vuole lanciare, dalla sonda spaziale verso la Terra, un oggetto che cada giù verticalmente, con una velocità iniziale  $v_0 = 1.5 \text{ km s}^{-1}$  rispetto alla Terra (l'oggetto ha una massa trascurabile rispetto a quella della sonda).

2. Rispetto alla direzione di moto della sonda, a che angolo sarà lanciato l'oggetto?
3. Che velocità viene data all'oggetto, rispetto alla sonda?
4. Supponendo di poter trascurare la presenza dell'atmosfera fino ad una quota di circa 20 km dal suolo, che velocità ha l'oggetto quando incontra l'atmosfera?

**NOTA:** Nella soluzione del problema utilizzare, oltre ai valori numerici dei dati, solo quelli dell'accelerazione di gravità al suolo  $g$  e del raggio della Terra  $R_T \approx 6400 \text{ km}$ .

**P****2**

Si consideri un recipiente con le pareti termicamente isolanti e diviso in due ambienti da una parete, anch'essa termicamente isolante, che può scorrere senza attrito. In ciascun ambiente ci sono inizialmente  $n$  moli di una miscela di gas perfetti che si trova a pressione  $p_0$ , temperatura  $T_0$  e volume  $V_0$ .

Un riscaldatore elettrico fornisce molto lentamente del calore all'ambiente posto a sinistra. Il gas si espande fino a quando nell'ambiente di destra la pressione raggiunge il valore  $27p_0/8$ .

Il rapporto  $\gamma$  tra il calore specifico molare a pressione costante  $C_p$  e quello molare a volume costante  $C_v$  vale  $\gamma = C_p/C_v = 3/2$ .

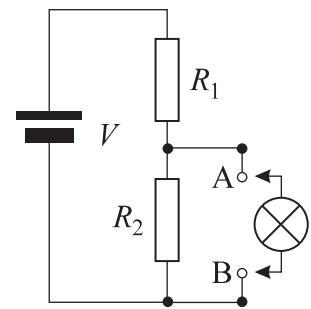
Determinare in funzione di  $n$ ,  $R$  e  $T_0$ :

1. la temperatura finale del gas nell'ambiente di destra.
2. il lavoro eseguito sul gas nell'ambiente di destra.
3. la temperatura finale del gas nell'ambiente di sinistra.
4. quanto calore è stato assorbito dal gas nell'ambiente di sinistra.

**P****3**

Una lampadina da 20 W di potenza nominale deve essere alimentata a 12 V, ma si dispone solamente di un alimentatore (generatore di f.e.m.) con  $V = 48$  V; la si vuole accendere utilizzando il circuito rappresentato in figura.

1. Si dispone di un resistore da  $15\ \Omega$  da utilizzare come  $R_1$ . Che valore deve avere la resistenza  $R_2$  perché, prima di inserire la lampadina nel circuito, fra i punti A e B vi sia una d.d.p. di 12 V?
2. Se, utilizzando i valori di  $R_1$  e  $R_2$  di cui al punto precedente, si inserisce la lampadina ai punti A e B, quanto vale la potenza assorbita dalla lampadina?
3. Che valore di  $R_2$  occorre affinché la lampadina assorba effettivamente la potenza nominale di 20 W?
4. Potendo variare anche il valore di  $R_1$ , quali valori conviene dare a  $R_1$  e  $R_2$  affinché la potenza erogata dal generatore sia minima, pur continuando la lampadina ad assorbire 20 W?



**NOTA:** Trascurare la dipendenza delle resistenze dalla temperatura.

*Materiale elaborato dal Gruppo*

	<p><b>PROGETTO OLIMPIADI</b>  <i>Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica</i>          e-mail: <a href="mailto:olifis@aif.it">olifis@aif.it</a> - fax: 041.584.1272          WEB: <a href="http://www.olifis.it">www.olifis.it</a></p>
---	--

### **NOTA BENE**

È possibile utilizzare, riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico questo materiale alle due seguenti condizioni: citare la fonte; non usare il materiale, nemmeno parzialmente, per fini commerciali.