



Associazione per l'Insegnamento della Fisica

2016

Olimpiadi di Fisica

30^a Edizione

Gara di 2° livello

Martedì 16 Febbraio 2016

*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

Valori arrotondati, con errore relativo minore di 10^{-5} , da considerare **esatti**

COSTANTE	SIMBOLO	VALORE	UNITÀ
Velocità della luce nel vuoto	c	2.9979×10^8	m s^{-1}
Carica elementare	e	1.60218×10^{-19}	C
Massa dell'elettrone	m_e	9.1094×10^{-31} $= 5.1100 \times 10^{-2}$	kg $\text{keV } c^{-2}$
Costante dielettrica del vuoto	ϵ_0	8.8542×10^{-12}	F m^{-1}
Permeabilità magnetica del vuoto	μ_0	1.25664×10^{-6}	H m^{-1}
Massa del protone	m_p	1.67262×10^{-27} $= 9.3827 \times 10^2$	kg $\text{MeV } c^{-2}$
Costante di Planck	h	6.6261×10^{-34}	J s
Costante universale dei gas	R	8.3145	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Costante di Avogadro	N	6.0221×10^{23}	mol^{-1}
Costante di Boltzmann	k	1.38065×10^{-23}	J K^{-1}
Costante di Faraday	F	9.6485×10^4	C mol^{-1}
Costante di Stefan-Boltzmann	σ	5.6704×10^{-8}	$\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$
Costante gravitazionale	G	6.674×10^{-11}	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$
Pressione atmosferica standard	p_0	1.01325×10^5	Pa
Temperatura standard (0°C)	T_0	273.15	K
Volume molare di un gas perfetto in condizioni standard (p_0, T_0)	V_m	2.2414×10^{-2}	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
Unità di massa atomica	u	1.66054×10^{-27}	kg

ALTRI DATI CHE POSSONO ESSERE NECESSARI

Valori arrotondati, con errore relativo minore di 10^{-5} , da considerare **esatti**.

Per semplicità – salvo che non sia detto esplicitamente – questi dati, quando riferiti ad una specifica temperatura, si potranno utilizzare anche ad altre temperature senza errori importanti.

Accelerazione media di gravità	g	9.8067	m s^{-2}
Densità dell'acqua (a 4°C)	ρ_a	1.000×10^3	kg m^{-3}
Calore specifico dell'acqua (a 20°C)	c_a	4.182×10^3	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
Calore di fusione dell'acqua	λ_f	3.335×10^5	J kg^{-1}
Calore di vaporizzazione dell'acqua (a 100°C)	λ_v	2.257×10^6	J kg^{-1}
Calore specifico del ghiaccio	c_g	2.093×10^3	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
Calore specifico del rame	c_r	0.385×10^3	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$

Materiale elaborato dal Gruppo



PROGETTO OLIMPIADI

Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica

e-mail: segreteria@olifis.it - Tel. 0732 1966045

WEB: 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.

Leggere attentamente !

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)

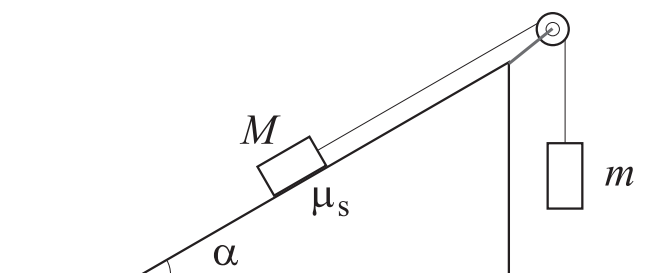
- Per ogni risposta corretta e chiaramente motivata verranno assegnati 3 punti.
- Nessun punto verrà detratto per le risposte errate.
- Nessun punto verrà assegnato alle mancate risposte.

NOTA importante sui DATI NUMERICI: I dati numerici forniti nei singoli problemi, qualunque sia il numero di cifre con cui vengono scritti, si devono considerare noti con un'incertezza dello 0.1 %, salvo esplicita indicazione contraria. Le costanti fornite nella tabella generale si possono invece considerare note con incertezza trascurabile. Di conseguenza si scrivano i risultati numerici, quando richiesti, con un numero di cifre appropriato all'incertezza del risultato stesso.

Q1

Nel sistema in figura, che è in condizioni di equilibrio, l'angolo α è di 30° , la massa appesa è $m = M/2$ e il coefficiente di attrito statico tra la massa M e il piano è μ_s ; la massa del filo si può trascurare.

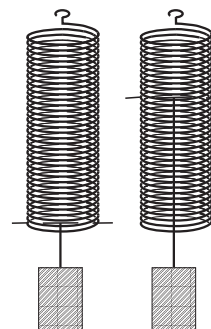
- Quanto vale – in modulo – la forza d'attrito che il piano esercita sulla massa M ?



Q2

Un corpo, appeso ad una molla ideale di massa trascurabile, oscilla con un periodo di 3 s quando è fissato all'ultima spira della molla, la trentaseiesima, come mostrato nella parte a sinistra della figura.

- Se il corpo fosse appeso alla dodicesima spira (parte a destra della figura), con che periodo oscillerebbe?



Q3

Viene condotto un esperimento di interferenza alla Young. Luce proveniente da una lampada al sodio (lunghezza d'onda $\lambda = 589 \text{ nm}$) incide normalmente su una coppia di fenditure parallele. Su uno schermo parallelo al piano delle fenditure si formano delle frange di interferenza.

Nella zona centrale della figura d'interferenza, la distanza tra due frange successive è pari a 3 mm e quella tra lo schermo e le fenditure è pari a 2 m.

- Qual è la distanza fra le due fenditure?

Q4

In ognuno di due vertici consecutivi, A e B, di un quadrato di lato L c'è una carica elettrica positiva q .

- Determinare il modulo del campo elettrico in uno degli altri due vertici del quadrato.

Q5

Un oggetto di peso 90 N viene parzialmente immerso in un liquido sconosciuto per $1/3$ del proprio volume. In queste condizioni per mantenerlo in equilibrio, è necessario applicargli una forza verticale di 57 N rivolta verso l'alto.

- Quale forza occorre applicargli per mantenerlo in equilibrio quando è completamente immerso?

Q6

In un calorimetro termicamente isolato, dell'acqua è in equilibrio termico con il recipiente ad una temperatura T_a . Vi si introducono un lingotto di rame alla temperatura T_r e del ghiaccio alla temperatura T_g . Il sistema si porta all'equilibrio alla temperatura T_{eq} .

Sono date: $T_a = 40^\circ\text{C}$, $T_r = 100^\circ\text{C}$, $T_g = -20^\circ\text{C}$ e $T_{eq} = 25^\circ\text{C}$.

Si conoscono inoltre la capacità termica del calorimetro $C = 184 \text{ J K}^{-1}$, la massa di ghiaccio $m_g = 25 \text{ g}$ e quella del rame $m_r = 100 \text{ g}$.

- Si calcoli la massa d'acqua inizialmente presente nel calorimetro.

Q7

Un'automobile che sta viaggiando a 90 km/h decelera in modo uniforme per 5 s.

- Se alla fine la sua velocità è pari a 50 km/h, quanto spazio ha percorso durante la frenata?

Q8

Un condensatore di capacità 1 mF è caricato con una carica di $15 \mu\text{C}$.

- Calcolare la massima corrente che si ha quando viene connesso ad un resistore di 25Ω .

Q9

Una macchina termica opera tra una sorgente S_A ed una più fredda S_B con rendimento η_1 . Una seconda macchina tra la stessa sorgente S_B ed una ancora più fredda S_C con rendimento η_2 . Le due macchine vengono collegate in serie nel senso che il calore espulso dalla prima viene integralmente assorbito dalla seconda.

- Si calcoli, in funzione di η_1 ed η_2 , il rendimento del sistema formato dalle due macchine.

Q10

Un laser a He-Ne irraggia una potenza di 1 mW alla lunghezza d'onda di 632.8 nm.

- Quanti fotoni emette in 2 s?



2016

Associazione per l'Insegnamento della Fisica

Olimpiadi di Fisica

30^a Edizione

Gara di 2° livello
Martedì 16 Febbraio 2016

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.

NOTA importante sui DATI NUMERICI: I dati numerici forniti nei singoli problemi, qualunque sia il numero di cifre con cui vengono scritti, si devono considerare noti con un'incertezza dello 0.1 %, salvo esplicita indicazione contraria. Le costanti fornite nella tabella generale si possono invece considerare note con incertezza trascurabile. Di conseguenza si scrivano i risultati numerici, quando richiesti, con un numero di cifre appropriato all'incertezza del risultato stesso.

Materiale elaborato dal Gruppo



PROGETTO OLIMPIADI
Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica
e-mail: segreteria@olifis.it - Tel. 0732 1966045
WEB: 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.

P1**Una lente allo specchio****Punti 20**

Su un banco ottico ci sono una lente sottile convergente di lunghezza focale 20 cm e un oggetto di altezza h , collocato a 32.9 cm dalla lente.

Si fissi un sistema di riferimento lungo l'asse ottico della lente con origine nella posizione della sorgente, orientato in modo che la lente si trovi sul semiasse $x > 0$.

1. Qual è, nel sistema di riferimento scelto, la posizione dell'immagine dell'oggetto? È reale o virtuale? Diritta o capovolta? Qual è l'ingrandimento?

Sullo stesso banco ottico, ad una distanza $d = 30$ cm dalla lente e dalla parte opposta rispetto all'oggetto, viene posto uno specchio piano, rivolto verso la lente. Lo specchio è perpendicolare all'asse ottico della lente.

Il sistema lente+specchio forma ora due immagini dell'oggetto. Una prima è quella formata dai raggi riflessi dallo specchio piano.

2. Qual è, nel sistema di riferimento scelto, la coordinata x_1 di questa prima immagine? È reale o virtuale? Diritta o capovolta?

Questa prima immagine costituisce a sua volta una sorgente per la lente, che ne fornisce una seconda.

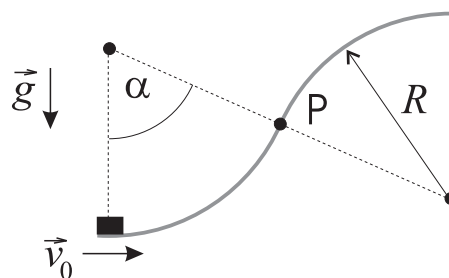
3. Qual è la coordinata x_2 della seconda immagine? È reale o virtuale? È diritta o capovolta (rispetto all'oggetto)? Qual è il suo ingrandimento (sempre rispetto all'oggetto)?
4. Si vuole ottenere la prima di queste due immagini, nella stessa posizione e con le stesse caratteristiche, con un unico specchio sferico. Dev'essere concavo o convesso? Quale dev'essere il suo raggio di curvatura?

P2**Sull'Ottovolante****Punti 20**

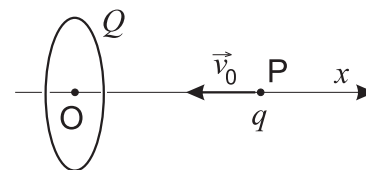
Un carrello di massa m viene appoggiato su una rotaia che presenta attrito trascurabile e lanciato con velocità v_0 dal punto più basso, come mostrato in figura. La rotaia è formata da due archi di cerchio uguali, di raggio R su un piano verticale, raccordati nel punto P. Sia α l'angolo che la normale comune ai due archi di circonferenza nel punto di raccordo forma con la verticale (v. figura).

Si vuole che il carrello arrivi nel punto più alto senza distaccarsi mai dalla rotaia.

1. Supponendo che il carrello possa arrivare nel punto più alto senza staccarsi dalla rotaia, qual è – in funzione dei dati forniti – la minima velocità iniziale v_0 che deve avere?
2. Si dimostri che, se il carrello si stacca dalla rotaia, questo avviene appena superato il punto P.
3. Che condizione deve soddisfare la velocità iniziale v_0 perché il carrello non si stacchi?
4. Per quali valori dell'angolo α non è possibile che il carrello arrivi nel punto più alto mantenendo il contatto con la rotaia?

**P3****Anello elettrico****Punti 10**

Una carica $Q = +1.5$ nC è distribuita su un sottile anello conduttore di raggio $r = 10$ cm. Una particella di carica $q = +3.2 \times 10^{-19}$ C viene lanciata verso il centro dell'anello da un punto P, posto sull'asse di questo, a distanza $d = 2$ m. Si osserva che la particella riesce a passare attraverso il centro O dell'anello solo se ha velocità \vec{v}_0 di modulo superiore a 1.11×10^5 m s⁻¹.



1. Indicando con x la distanza di un punto dell'asse dal centro dell'anello, calcolare il potenziale $V(x)$ dovuto alla carica sull'anello.
2. Calcolare la massa della particella.

P4**Luce sul Potassio****Punti 10**

Viene condotto un esperimento con una fotocellula avente un fotocatodo di potassio. Il fotocatodo viene illuminato con radiazione monocromatica. Per certe lunghezze d'onda della radiazione incidente si osserva che dal fotocatodo vengono emessi elettroni. Alcuni di essi riescono a raggiungere l'anodo anche se questo viene portato ad un potenziale minore di quello del catodo. Tuttavia, questo accade purché la d.d.p. tra catodo e anodo rimanga inferiore ad un valore detto *differenza di potenziale d'arresto*.

Per alcuni valori della lunghezza d'onda λ della luce incidente viene misurata la d.d.p. di arresto. I risultati sono elencati nella seguente tabella:

Lunghezza d'onda [nm]	579	562	546	491	436	423	405
D.d.p. di arresto [V]	0.14	0.20	0.27	0.53	0.84	0.91	1.06

1. Individuate due grandezze x e y , legate ai dati sperimentali e tra le quali la teoria indica che esiste una relazione lineare, le si riportino in un grafico.
2. Si ricavi dal grafico l'energia minima necessaria per estrarre un elettrone dal potassio (chiamato *lavoro di estrazione*.)
3. Si determini la lunghezza d'onda massima della radiazione incidente al di sopra della quale non viene estratto nessun elettrone (*soglia fotoelettrica* per il potassio).

_____ . _____