



Associazione
per l'Insegnamento
della Fisica



Olimpiadi di Fisica



35^a Edizione

**Non sfogliare il fascicolo !
Aspetta che sia dato il via.**

*Gara di 2° Livello
Lunedì 1° marzo 2021*

... mentre aspetti, leggi con attenzione qui:

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 punteggio previsto non basta riportare la formula risolutiva o 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 5.
- Per prima cosa leggi ATTENTAMENTE le istruzioni riportate subito prima dei testi.

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

Le Olimpiadi di Fisica
sono organizzate dall'AIF
su mandato del



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE

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.

APPROSSIMAZIONI UTILI: Per $x \ll 1$ si possono utilizzare queste approssimazioni:

$$(1+x)^\alpha \approx 1+\alpha x; \quad \sin x \approx x; \quad \tan x \approx x; \quad \cos x \approx 1 - \frac{1}{2}x^2; \quad \ln(1+x) \approx x; \quad e^x \approx 1+x.$$

Attenzione: se si tratta di un angolo x è espresso in radianti.

Q1

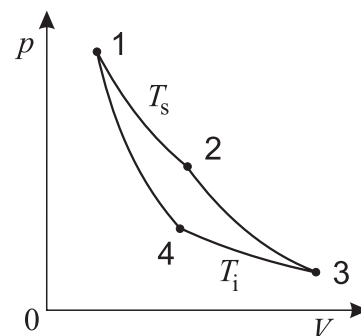
Un corpo celeste sferico ha densità uniforme ρ e ruota attorno ad un suo asse in modo uniforme. Un sassolino è posto in un punto dell'equatore.

- Si esprima, in funzione di ρ , il periodo minimo di rotazione che il corpo può avere affinché il sassolino possa rimanere appoggiato.

Q2

Un gas perfetto è sottoposto a un ciclo reversibile di Carnot ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$) tra le temperature superiore e inferiore T_s e T_i ($T_s > T_i$) nel piano $V - p$, come mostrato in figura.

- Rappresentare lo stesso ciclo in un piano $S - T$, dove S è l'entropia e dimostrare che l'area racchiusa nel grafico che si ottiene è ancora il lavoro netto fatto nel ciclo.



Q3

Si supponga di voler misurare la distanza focale di una lente convergente.

Per fare questo si fissano su un banco ottico la lente, una sorgente luminosa e uno schermo in modo che su questo l'immagine della sorgente sia a fuoco; si misura la distanza D tra sorgente e schermo.

Detta A la posizione della lente, si osserva che, spostando solo la lente in una diversa posizione B l'immagine della sorgente è ancora a fuoco sullo schermo; sia d la distanza misurata tra le posizioni A e B .

- Si esprima la distanza focale della lente in termini di D e d .

Q4

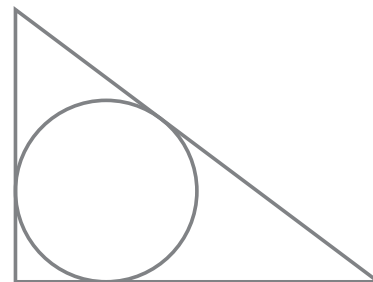
L'insegna dell'*Osteria della Luna piena* è realizzata con un tondino di ferro che forma un triangolo rettangolo di lati pari a 60, 80 e 100 cm e, all'interno, una circonferenza che rappresenta la Luna, tangente ai tre lati. Il diametro del tondino di ferro è trascurabile rispetto alle dimensioni dell'insegna.

- In quale punto dell'ipotenusa deve essere sospesa l'insegna se si vuole che il cateto maggiore risulti orizzontale?

Suggerimenti:

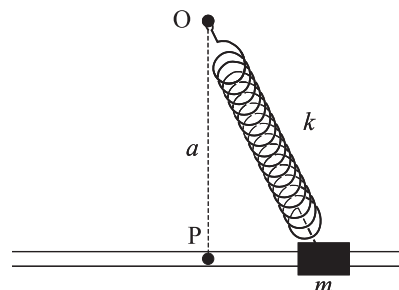
Il raggio del cerchio inscritto in un triangolo è dato dal rapporto tra il doppio dell'area del triangolo e il suo perimetro.

È utile fissare un sistema di assi cartesiani in modo che i cateti stiano su di essi e l'origine nel vertice comune.

**Q5**

Una massa m può scorrere senza attrito su una guida rettilinea in un piano orizzontale; la massa viene agganciata ad una molla avente costante elastica k e lunghezza a riposo trascurabile. La molla è fissata a un punto del piano a distanza a dalla guida, come in figura, vista dall'alto.

- Determinare il periodo delle oscillazioni della massa attorno alla sua posizione di equilibrio.

**Q6**

Le osservazioni delle macchie solari mostrano che il Sole ruota attorno a un asse perpendicolare alla linea di vista. La rotazione non è uniforme: il periodo aumenta spostandosi verso i poli. Per una misura accurata del periodo minimo, si osserva la riga H_β dell'idrogeno nello spettro della luce emessa ai due estremi del diametro equatoriale.

A causa della rotazione, le misure di lunghezza d'onda della stessa riga H_β , nei due spettri, differiscono di $\Delta\lambda = 0.0067 \text{ nm}$ con l'incertezza dell'1%.

- Trovare il periodo di rotazione della fascia equatoriale del Sole attorno al proprio asse.

Si considerino trascurabili gli effetti dovuti al moto dell'osservatore. I dati necessari si possono trovare nella tabella delle costanti.

Q7

Un solenoide formato da 240 spire, affiancate una all'altra, è lungo 20 cm ed è percorso da una corrente di 2.2 A; in un caso reale come questo anche la superficie laterale su cui è avvolto il solenoide è attraversata da linee di campo.

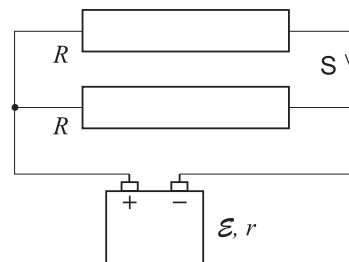
La circuitazione del campo magnetico lungo una particolare linea di campo vale $5.3 \times 10^{-4} \text{ T m}$.

- A che distanza dalle estremità la linea di campo considerata interseca la superficie laterale del solenoide?

Q8

Nel circuito in figura, alimentato da una batteria di f.e.m. \mathcal{E} e resistenza interna r , viene dissipata una potenza W quando l'interruttore S è chiuso.

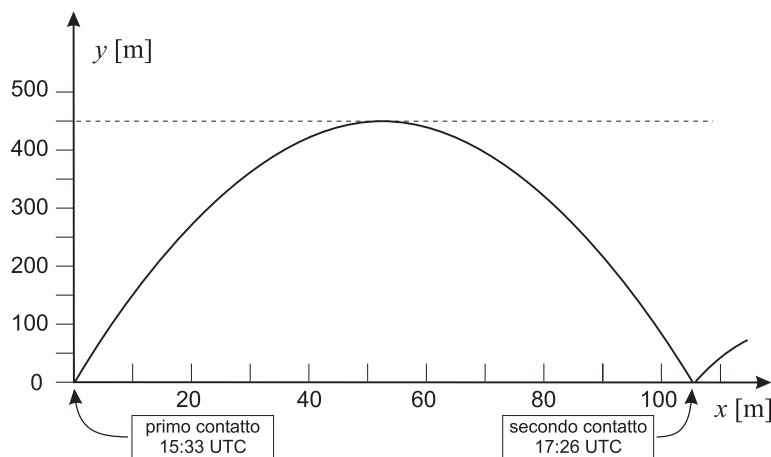
- Calcolare la variazione relativa della potenza dissipata nel circuito quando l'interruttore è aperto, in funzione del rapporto $\rho = r/R$.

**Q9**

Il 12 novembre 2014 il *lander* Philae, trasportato dalla sonda spaziale Rosetta, atterrò sulla cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko.

Il *lander* rimbalzò due volte stabilizzandosi solo al terzo contatto con la superficie. In figura è mostrata la traiettoria del primo rimbalzo e sono indicati i tempi dei primi due contatti con la cometa.

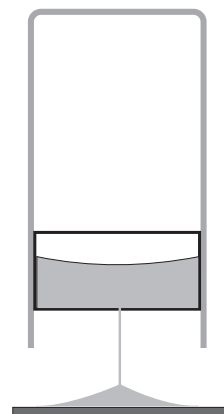
- Stimare l'intensità media dell'accelerazione di gravità della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, con un modello (estremamente semplificato) di gravità uniforme.

**Q10**

Una mole di gas perfetto monoatomico è contenuta in un cilindro isolante di volume V_0 chiuso nella parte inferiore da un pistone. Il pistone è di materiale isolante, cavo e riempito di sabbia con una massa complessiva M_0 . Siano T_0 e $p_0 = p_a/4$ la temperatura e la pressione del gas dove p_a è la pressione atmosferica esterna al cilindro.

Inizialmente il sistema è all'equilibrio. A un certo istante, e per un certo tempo, la sabbia contenuta nel pistone comincia a cadere molto lentamente (v. figura), da un forellino presente nel pistone, finché la massa complessiva del pistone si è ridotta ad un terzo di quella iniziale. Il pistone si muove con attrito trascurabile e si può quindi ritenere che il gas subisca una trasformazione reversibile.

- Calcolare la pressione e il volume finali del gas in funzione di p_a e V_0 .



Materiale elaborato dal Gruppo



PROGETTO OLIMPIADI

Segreteria delle Olimpiadi Italiane di Fisica

e-mail: segreteria@olifis.it

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.

TAVOLA DI COSTANTI FISICHE

COSTANTI FISICHE PRIMARIE [Valori esatti per definizione – (26. CGPM/16.11.2018)]			
COSTANTE	SIMB.	VALORE	UNITÀ
Velocità della luce nel vuoto	c	$2.997\,924\,58 \times 10^8$	m s^{-1}
Carica elementare	e	$1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$	C
Costante di Planck	h	$6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$	J s
Costante di Boltzmann	k	$1.380\,649 \times 10^{-23}$	J K^{-1}
Costante di Avogadro	N_A	$6.022\,140\,76 \times 10^{23}$	mol^{-1}
ALTRE COSTANTI FISICHE †			
Massa dell'elettrone	m_e	9.1094×10^{-31} $= 5.1100 \times 10^2$	kg $\text{keV } c^{-2}$
Massa del protone	m_p	1.67262×10^{-27} $= 9.3827 \times 10^2$	kg $\text{MeV } c^{-2}$
Massa del neutrone	m_n	1.67493×10^{-27} $= 9.3955 \times 10^2$	kg $\text{MeV } c^{-2}$
Permeabilità magnetica del vuoto	μ_0	$4\pi \times 10^{-7} = 1.25664 \times 10^{-6}$	H m^{-1}
Costante dielettrica del vuoto: $1/(\mu_0 c^2)$	ε_0	8.8542×10^{-12}	F m^{-1}
Costante elettrostatica: $1/(4\pi\varepsilon_0)$	k_{es}	$c^2 \times 10^{-7} = 8.9876 \times 10^9$	m F^{-1}
Costante universale dei gas: $N_A k$	R	8.3145	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Costante di Faraday: $N_A e$	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 di gravitazione universale	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

TAVOLA DI DATI CHE POSSONO ESSERE NECESSARI †

Accelerazione di gravità (val. convenzionale)	g	9.80665	m s^{-2}
Densità dell'acqua (a 4°C)*	ρ_a	1.00000×10^3	kg m^{-3}
Calore specifico dell'acqua (a 20°C)*	c_a	4.182×10^3	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
Densità del ghiaccio (a 0°C)*	$\rho_{g,0}$	0.917×10^3	kg m^{-3}
Calore di fusione del ghiaccio	λ_f	3.344×10^5	J kg^{-1}
Calore di vaporizzazione dell'acqua (a 100°C)*	λ_v	2.257×10^6	J kg^{-1}
Raggio equatoriale del Sole	R_\odot	6.95508×10^8	m
Lunghezza d'onda della riga H_β	λ_0	486.133	nm

† Valori arrotondati, da considerare **esatti** nella soluzione delle prove delle Olimpiadi di Fisica.

* Salvo diversa indicazione esplicita, questi dati si potranno utilizzare anche ad altre temperature senza errori importanti.



Associazione
per l'Insegnamento
della Fisica



Olimpiadi di Fisica



35^a Edizione

Non sfogliare il fascicolo !
Aspetta che sia dato il via.

Gara di 2° Livello
Lunedì 1° marzo 2021

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.

APPROSSIMAZIONI UTILI: Per $x \ll 1$ si possono utilizzare queste approssimazioni:

$$(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x; \quad \sin x \approx x; \quad \tan x \approx x; \quad \cos x \approx 1 - \frac{1}{2}x^2; \quad \ln(1+x) \approx x; \quad e^x \approx 1 + x.$$

Attenzione: se si tratta di un angolo x è espresso in radianti.

Le Olimpiadi di Fisica
sono organizzate dall'AIF
su mandato del



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE

P1

Due piani carichi

Punti 20

Su due piani paralleli molto estesi, A e B, posti a distanza a , è distribuita, in modo uniforme, una carica negativa con densità superficiale σ e 2σ , rispettivamente. Si fissa un sistema di riferimento con origine nel piano A e asse x perpendicolare ad esso e diretto verso il piano B, come in figura. Nel seguito si consideri la regione di spazio in un intorno dell'origine O, lontana dai bordi dei piani.

1. Assumendo che il potenziale elettrostatico $V(x)$ sia nullo nel punto $x = -a$, determinarne l'espressione; tracciare il grafico della funzione $V(x)$, indicando sugli assi i valori principali.

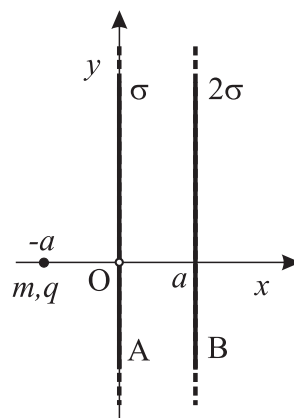
Suggerimento: ricordare che il potenziale è una funzione continua della posizione.

Una particella di massa m e carica $q > 0$ viene posta nel punto $x = -a$ e lasciata andare da ferma; si supponga che i piani possano essere attraversati dalla particella senza che le distribuzioni di cariche siano modificate.

2. Indicare in quale punto la particella si ferma nuovamente.
3. Dire in quale punto la particella raggiunge la massima velocità e quanto vale tale velocità.

Si supponga ora che i due piani siano di materiale conduttore e che vengano collegati con un filo di resistenza R .

4. Quanto vale la corrente che scorre inizialmente nel filo?
5. Quanto vale la densità di carica nei due piani ad equilibrio raggiunto?



P2

Piano inclinato scabro

Punti 20

Un corpo di massa m viene lanciato in salita su di un piano inclinato scabro, con velocità iniziale v_0 ; dopo aver percorso un tratto di lunghezza d il corpo si ferma, inizia a scendere e passa per il punto di partenza a velocità v_f .

Con questi dati si vogliono determinare il coefficiente di attrito dinamico μ , l'inclinazione α del piano rispetto all'orizzontale e fornire una stima del coefficiente di attrito statico μ_s .

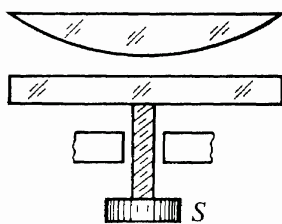
Esprimere, in funzione dei dati del problema:

1. Il lavoro \mathcal{L} fatto dalla forza d'attrito dinamico tra l'istante iniziale e quello finale.
2. L'altezza h raggiunta dal corpo rispetto al punto di partenza.
3. L'angolo α e il coefficiente di attrito dinamico μ .
4. Gli estremi dell'intervallo in cui è compreso il coefficiente di attrito statico μ_s .

P3

Anelli di Newton

Punti 20



Una lente piano convessa di vetro di indice di rifrazione $n = 1.50$ è fissata con l'asse verticale e la convessità verso il basso. Al di sotto di essa c'è un piano di vetro orizzontale che può essere spostato verticalmente mediante una vite micrometrica di passo 0.100 mm (vedi figura). Il tutto è illuminato dall'alto, in direzione verticale, con una lampada spettrale al sodio (lunghezza d'onda di emissione: 589 nm), e si formano anelli di Newton a causa dell'interferenza tra la luce riflessa dalla superficie curva della lente e quella riflessa dal piano di vetro.

Note.

1. Per questione di chiarezza, il raggio di curvatura della lente mostrata in figura è molto minore di quello reale per cui l'intercapedine tra lente e vetrino piano risulta molto esagerata.
2. I raggi di luce da considerare sono quelli parassiali ossia prossimi e circa paralleli all'asse della lente.

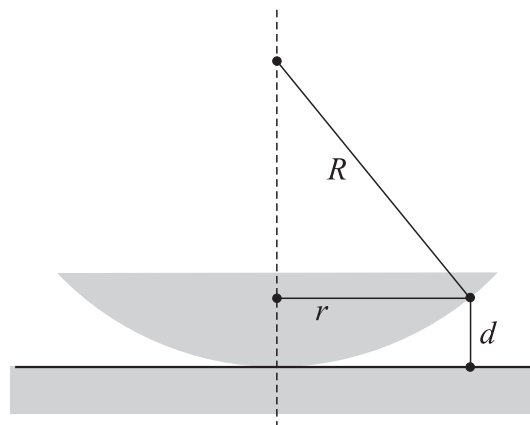
Suggerimento: tenere presente le approssimazioni riportate nel riquadro della pagina 1 di 3.

Inizialmente la lente e il piano di vetro sono a contatto, e si osserva che la 5^a frangia chiara ha il raggio $r_5 = 5.00\text{ mm}$.

1. Dopo aver dimostrato che tra le grandezze indicate in figura vale la relazione $r^2 = 2Rd$, si determini il raggio di curvatura R della lente.
2. Si determini la distanza focale della lente piano-convessa utilizzata, trattandola come una lente sottile.
3. Si calcoli il raggio della 3^a frangia chiara.

Successivamente, mediante la vite micrometrica, si allontana il piano di vetro dalla lente.

4. Si dica come cambia il sistema di anelli specificando se il raggio di una data frangia aumenta o diminuisce.
5. Scelto un punto a una distanza dal centro pari al raggio della terza frangia chiara, quante frange chiare lo attraversano mentre la vite fa un giro completo?



Materiale elaborato dal Gruppo

	<p>PROGETTO OLIMPIADI Segreteria delle Olimpiadi Italiane di Fisica e-mail: segreteria@olifis.it WEB: www.olifis.it</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.