

Olimpiadi di Fisica 2018

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

**Gara di 2° livello
Martedì 20 Febbraio 2018**

... intanto 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 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 !

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



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA

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}	kg
		$= 5.1100 \times 10^2$	keV c^{-2}
Massa del protone	m_p	1.67262×10^{-27}	kg
		$= 9.3827 \times 10^2$	MeV c^{-2}
Massa del neutrone	m_n	1.67493×10^{-27}	kg
		$= 9.3955 \times 10^2$	MeV 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}
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 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

ALTRI DATI CHE POSSONO ESSERE NECESSARI

Valori arrotondati, ma 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	1.00000×10^3	kg m^{-3}
	(a 0°C)	ρ_0	0.99987×10^3	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)	ρ_g	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}
Massa della Terra		M_T	5.972×10^{24}	kg

Materiale elaborato dal Gruppo

	PROGETTO OLIMPIADI <i>Segreteria delle Olimpiadi Italiane di Fisica</i> 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.

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

Un'onda acustica piana giunge sulla superficie di separazione fra due mezzi con un angolo di incidenza di 45° .

- Sapendo che la velocità di propagazione nel primo mezzo è di 800 m s^{-1} e nel secondo mezzo è di 340 m s^{-1} , si trovi l'angolo di rifrazione.

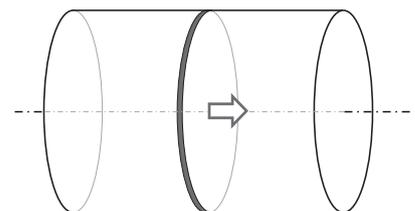
Q2

Un blocco di marmo di massa $M = 2500 \text{ kg}$, con una base tale da non potersi ribaltare, è appoggiato sul pianale di un camion; l'elevato attrito statico tra piano e carico ($\mu_s = 0.5$) assicura la stabilità del sistema anche quando il camion deve effettuare una brusca frenata con accelerazione di modulo $a = 0.35 g$ su una strada rettilinea piana.

- Quanto vale il modulo della forza d'attrito agente sul blocco di marmo durante la frenata?

Q3

Un cilindro di volume $2L^{(*)}$ e lunghezza 40 cm contiene un gas perfetto alla pressione di 100 kPa ed è diviso in due parti uguali da un pistone di spessore trascurabile. Il sistema è a temperatura uniforme e in equilibrio.



- Se il pistone viene lentamente spostato verso destra di 5 cm , mantenendo la temperatura del gas costante, qual è, in modulo, la forza di richiamo che agisce sul pistone?

(*) Si ricorda che dal 1979 (in deroga alla convenzione secondo cui i simboli che iniziano con lettera maiuscola sono solo quelli che derivano da nomi propri) si è deciso di adottare, come simbolo SI del litro, anche la L maiuscola, per evitare una possibile confusione tra la lettera l (elle) e la cifra 1 (uno).

Q4

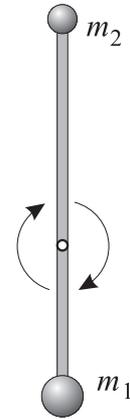
Un corridore amatoriale fa una sessione di allenamento, alternando dei tratti di corsa alla velocità di 12.6 km/h con una marcia alla velocità di 5.7 km/h.

- Se al termine dell'allenamento la sua velocità media è stata di 11.2 km/h, quale percentuale della durata della sessione ha trascorso correndo?

Q5

Un'asta rigida di massa trascurabile può ruotare attorno ad un perno. Due masse, una di $m_1 = 250$ g e l'altra di $m_2 = 200$ g, sono poste alle estremità dell'asta rispettivamente a distanza $d_1 = 100$ cm e $d_2 = 150$ cm dall'asse di rotazione. Il sistema, inizialmente fermo in posizione verticale con la massa m_2 in alto, viene spostato leggermente, nel verso indicato in figura. L'attrito è trascurabile.

- Qual è la velocità angolare quando il sistema passa per la posizione di equilibrio stabile?

**Q6**

La resistenza di un filo conduttore è 1.78Ω ; il filo viene tirato finché la sua lunghezza aumenta dello 0.9%, in un ambiente mantenuto a temperatura costante.

- Quanto vale la resistenza del filo allungato?

Q7

Un recipiente cilindrico ha sezione uguale a 25 cm^2 ed è disposto con asse verticale; contiene solo una massa compatta di ghiaccio a 0°C fino a un certo livello. Dopo un po' di tempo tutto il ghiaccio si è trasformato in acqua a 0°C e il livello si è abbassato di 2 cm.

- Calcolare la quantità di calore assorbita.

Q8

Tre resistori, rispettivamente da 1Ω , 2Ω e 5Ω , sono collegati in parallelo e attraversati complessivamente da una corrente di 10 A.

- Quanto vale la corrente che attraversa il resistore da 2Ω ?

Q9

In una certa regione dello spazio, giungono due onde sonore della stessa frequenza aventi intensità $W_1 = 0.16 \text{ W/m}^2$ e $W_2 = 0.36 \text{ W/m}^2$.

- Si calcoli l'intensità sonora nei punti in cui le due onde arrivano in fase.

Q10

Quando il catodo di un apparecchio per lo studio dell'effetto fotoelettrico viene irradiato con un fascio di lunghezza d'onda $\lambda_1 = 440 \text{ nm}$ si misura un potenziale di arresto V_1 . Se, invece, viene irradiato con un fascio di lunghezza d'onda $\lambda_2 = 680 \text{ nm}$ si misura un potenziale di arresto V_2 . Il rapporto tra i potenziali di arresto è $k = V_1/V_2 = 3.3$.

- Si calcoli il lavoro di estrazione W_0 .



Associazione per l'Insegnamento della Fisica



32^a Edizione

Olimpiadi di Fisica 2018

Gara di 2° livello
Martedì 20 Febbraio 2018

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 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.

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



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA

P1**Un granello di polvere su un satellite****Punti 22**

Un satellite di raggio a e massa m descrive un'orbita circolare di raggio r attorno a un pianeta di massa M ; si trattino pianeta e satellite come sferici e omogenei.

Il centro di massa del sistema si può considerare coincidente con il centro del pianeta. I periodi di rotazione e rivoluzione del satellite sono identici, cosicché il satellite rivolge al pianeta sempre la stessa faccia (come la Luna fa con la Terra). In tutto il problema si trascuri la gravità della stella attorno a cui orbita il pianeta.

1. Si calcoli, in funzione di M ed r , la velocità angolare del moto di rivoluzione del satellite attorno al pianeta.

Si consideri un piccolo corpo di massa μ appoggiato sulla superficie del satellite, nel punto più vicino al pianeta.

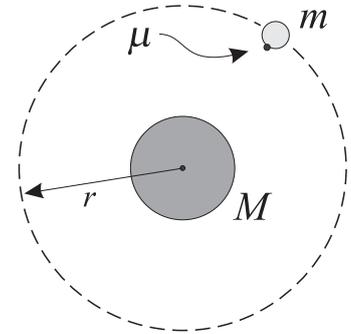
2. Si calcoli il modulo N della forza normale esercitata dalla superficie del satellite sul corpo. Si esprima il risultato in funzione di μ , M , m , r e a .
3. Qual è la condizione che deve essere verificata affinché il corpuscolo non si stacchi dalla superficie del satellite?

Se il satellite fosse troppo vicino al pianeta, il piccolo corpo non riuscirebbe a rimanere appoggiato sulla superficie del satellite.

4. Nell'ipotesi $a/r \ll 1$ si calcoli il minimo raggio orbitale r_0 per cui il corpuscolo non si stacca dalla superficie del satellite. Si esprima il risultato in funzione di M , m e a .

Suggerimento: si ricordi che, per $|x| \ll 1$ si può usare l'approssimazione $(1 \pm x)^\alpha \approx (1 \pm \alpha x)$ per qualunque α (anche negativo). Di conseguenza i binomi $(r \pm a)^\alpha$ con $a \ll r$ si possono approssimare ponendo $r \pm a = r(1 \pm a/r)$

5. Qual è il minimo raggio a cui potrebbe orbitare intorno alla Terra un piccolo satellite sferico di densità pari a $(2.49 \pm 0.01) \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ senza che un corpo appoggiato sulla sua superficie, nel punto più vicino al pianeta, si stacchi?

**P2****Onde su corda verticale****Punti 16**

La velocità delle onde trasversali su una corda tesa dipende dalla tensione F , dalla densità ρ del materiale e dall'area A della sezione trasversale, in questo modo

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}.$$

1. Ricavare tale espressione della velocità da sole considerazioni dimensionali, sapendo che il fattore numerico adimensionale è uguale a 1.

NOTA BENE: non si chiede di fare semplicemente una verifica dimensionale dell'espressione data, ma di mostrare come tale relazione può essere trovata.

Una corda di massa non trascurabile e sezione uniforme è tesa verticalmente tra due punti fissi al soffitto e al pavimento; sia F_0 il modulo della tensione all'estremità inferiore.

2. Si trovi l'espressione della tensione della corda in funzione dell'altezza h , misurata a partire dall'estremità inferiore.
3. Si trovi l'espressione della velocità con cui si propaga un impulso trasversale su questa corda, in funzione dell'altezza h e della velocità v_0 alla base della corda.
4. Si calcoli l'accelerazione dell'impulso, indicandone anche il verso.

P3

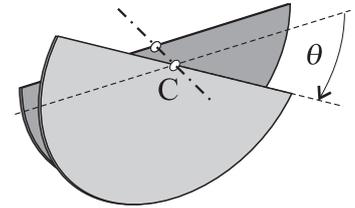
Condensatore semicircolare

Punti 22

Si consideri un condensatore piano a facce parallele le cui armature hanno la forma di semicerchi di raggio R , ad una distanza $d = \eta R$ con $\eta \ll 1$: le due armature sono in aria ($\epsilon_r \approx 1$).

Una delle due armature è fissa ed è disposta con il diametro orizzontale, mentre l'altra, di massa m , può ruotare di un angolo θ attorno ad un asse perpendicolare alla faccia e passante per il centro del cerchio C .

Poiché la distanza d tra le armature è molto minore del raggio R di queste, si può ritenere – con sufficiente approssimazione – che, quando il condensatore è carico, il campo elettrico tra le armature sia non nullo solo nella parte in cui le due superfici sono affacciate, che sia perpendicolare alle armature e uniforme.



1. Determinare la capacità del condensatore in funzione dell'angolo θ , di R e di η .
2. Se il condensatore viene caricato con un generatore di f.e.m. V_0 nella posizione $\theta = 0$, e successivamente isolato, qual è l'energia elettrostatica U_{es} immagazzinata nel condensatore in funzione dell'angolo θ nell'intervallo $[-\pi/2; \pi/2]$? Rappresentare schematicamente in un grafico la funzione $U_{es}(\theta)$.
3. Utilizzando la risposta precedente, spiegare perché l'armatura mobile del condensatore rimane in equilibrio solo per $\theta = 0$ sia che il condensatore sia carico sia che sia scarico.

All'armatura mobile viene ora fissato un filo sottile al quale viene appeso un corpo di massa m pari a quella dell'armatura, come mostrato in figura.

4. Determinare l'angolo θ_0 di equilibrio del sistema quando il condensatore è scarico, sapendo che il centro di massa di un semicerchio si trova a distanza $h = 4R/(3\pi)$ dal centro del cerchio.
5. Spiegare perché, se il condensatore è carico, la posizione di equilibrio si ha per un angolo θ^* minore di θ_0 trovato al punto precedente.
6. Nel caso particolare di un condensatore descritto dai valori dati qui di seguito, e calcolando l'energia totale del sistema a partire dalla posizione θ_0 con passo pari a 1° , stimare il valore di θ^* .

$$R = 25 \text{ cm}; \quad \eta = 0.004; \quad V_0 = 1500 \text{ V}; \quad m = 5 \text{ g}.$$

