

Associazione per l'Insegnamento della Fisica

Olimpiadi di FISICA

2022

36^a edizione



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

Gara di 2° Livello
Lunedì 21 febbraio 2022

... 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 esplicitiva, 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:

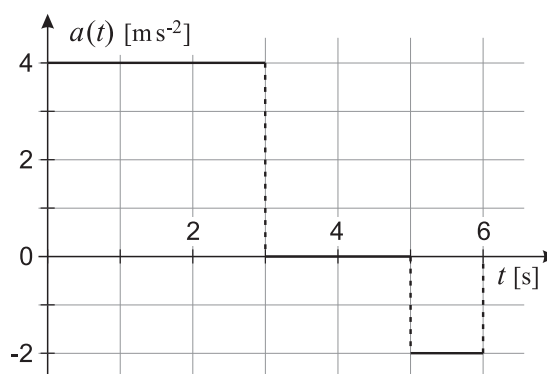
$$(1+x)^\alpha \approx 1+\alpha x; \quad \sin x \approx x; \quad \tan x \approx x; \quad \cos x \approx 1 - \frac{1}{2}x^2; \quad \ln(1+x) \approx x; \quad e^x \approx 1+x.$$

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

Q1

Nella figura è mostrato il grafico accelerazione-tempo di un oggetto che parte da fermo al tempo $t = 0$.

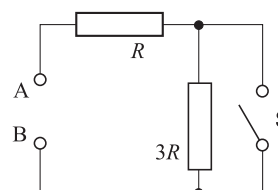
- Qual è la velocità dopo 6 s?



Q2

Nel circuito in figura un alimentatore mantiene una differenza di potenziale costante tra A e B. I due resistori hanno resistenza R e $3R$. Quando l'interruttore S è aperto, l'alimentatore fornisce al circuito una potenza di 30 W.

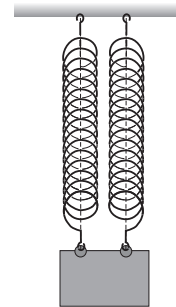
- Quale potenza viene fornita al circuito quando l'interruttore è chiuso?



Q3

Due molle identiche, di massa trascurabile, lunghezza a riposo $\ell_0 = 20\text{ cm}$ e costante elastica $k = 60\text{ Nm}^{-1}$, sono fissate ad un soffitto e poste in parallelo come in figura. Alla loro estremità inferiore è sospeso un blocco omogeneo del peso di 12 N

- Qual è la lunghezza delle molle?

**Q4**

Due altoparlanti, separati da una distanza di 3 m , emettono ciascuno un'onda sonora sinusoidale di potenza 2 W . Le due onde hanno la stessa frequenza e le sorgenti sono in fase.

- Qual è l'intensità dell'onda sonora in un punto M distante 4 m da entrambi gli altoparlanti?

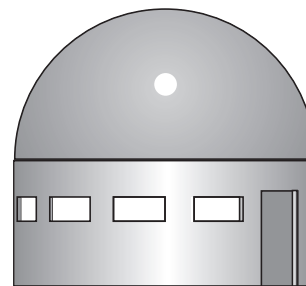
Q5

La figura rappresenta un edificio metallico fotografato a grande distanza con un teleobiettivo puntato in direzione orizzontale.

A metà altezza della grande cupola emisferica appare l'immagine del Sole.

- Qual era l'altezza angolare del Sole sull'orizzonte in quell'istante?

NOTA: In realtà il Sole apparirebbe sulla cupola come un piccolo punto luminoso; in figura è stato ingrandito per renderlo ben visibile.

**Q6**

Tre particelle identiche di massa $m = 2 \times 10^{-12}\text{ g}$ e carica $q = 2\text{ nC}$, inizialmente ferme a grande distanza una dall'altra, vengono fissate ai vertici di un triangolo equilatero. Il lavoro necessario per questa operazione è $L = 30\text{ nJ}$.

- Se le tre particelle vengono lasciate libere di muoversi nello stesso istante, che velocità raggiungono a grande distanza una dall'altra?

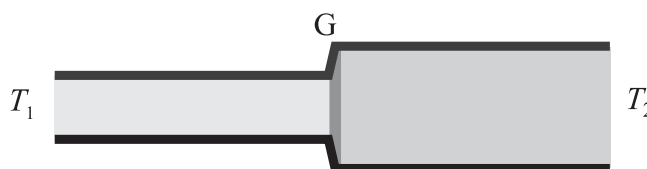
Q7

La camera d'aria della ruota di una bicicletta contiene 11.2 dm^3 di aria (che può essere trattata come gas perfetto) alla pressione di $5 \times 10^5\text{ Pa}$ e alla temperatura di 9°C . Dopo una gita in bicicletta, il volume d'aria è aumentato del 7% , la pressione è di circa $4 \times 10^5\text{ Pa}$ e la temperatura di 15°C .

- Quale frazione d'aria è fuoriuscita dalla ruota della bicicletta?

Q8

Due barre cilindriche, congiunte come in figura conducono calore tra un ambiente a temperatura $T_1 = 470^\circ\text{C}$ e uno a temperatura $T_2 = -20^\circ\text{C}$ (mantenute costanti). Tutta la superficie laterale del sistema è coperta di materiale isolante.



La prima barra ha lunghezza ℓ , diametro d e coefficiente di conduzione termica k ; la seconda ha uguale lunghezza, diametro doppio e coefficiente $k' = 3k/2$.

Il giunto di collegamento G, per il suo piccolo spessore e l'elevato coefficiente di conduzione, può essere considerato a temperatura uniforme T_G .

- In condizioni stazionarie determinare T_G .

Q9

Una navetta spaziale di massa m si trova su un'orbita circolare di raggio R attorno alla Terra.

L'equipaggio della navetta deve portarla su un'orbita circolare di raggio $3R$ utilizzando la seguente procedura: per prima cosa, accende i motori per un breve tempo in modo che al termine dell'accensione si trovi su un'orbita ellittica con apogeo a $3R$. Dopo aver percorso mezza orbita, la navetta si trova a distanza $3R$ dal centro della Terra; a questo punto viene dato un altro impulso con i motori per portare la navetta su un'orbita circolare a $3R$.

- Quanta energia devono fornire complessivamente i motori alla navetta spaziale?

Si trascurino le perdite di massa della navetta a causa dell'uso dei motori e si esprima il risultato in termini di R, m , della massa della Terra M e della costante G .

Q10

Su una lastra piana quadrata, di lato ℓ e spessore trascurabile, è distribuita uniformemente una carica elettrica positiva Q . Una lastra conduttrice, estesa come la precedente, scarica e isolata, viene disposta parallelamente alla prima a distanza $d \ll \ell$.

- Quanto valgono, all'equilibrio, le cariche indotte sulle due superfici della lastra conduttrice, se questa ha uno spessore $s \ll \ell$?

————— • —————

Materiale elaborato dal Gruppo

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

————— • —————

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}

† 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.