

# Olimpiadi di Fisica 2019

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

**Gara di 2° livello**

Giovedì 21 Febbraio 2019

... 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 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 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, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA

## 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	$c$	$2.997\,924\,58 \times 10^8$	$\text{m s}^{-1}$
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	$k$	$1.380\,649 \times 10^{-23}$	$\text{J K}^{-1}$
Costante di Avogadro	$N_A$	$6.022\,140\,76 \times 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$
ALTRE COSTANTI FISICHE †			
Massa dell'elettrone	$m_e$	$9.1094 \times 10^{-31}$ $= 5.1100 \times 10^2$	kg $\text{keV } c^{-2}$
Massa del protone	$m_p$	$1.67262 \times 10^{-27}$ $= 9.3827 \times 10^2$	kg $\text{MeV } c^{-2}$
Massa del neutrone	$m_n$	$1.67493 \times 10^{-27}$ $= 9.3955 \times 10^2$	kg $\text{MeV } c^{-2}$
Permeabilità magnetica del vuoto	$\mu_0$	$4\pi \times 10^{-7} = 1.25664 \times 10^{-6}$	$\text{H m}^{-1}$
Costante dielettrica del vuoto: $1/(\mu_0 c^2)$	$\epsilon_0$	$8.8542 \times 10^{-12}$	$\text{F m}^{-1}$
Costante elettrostatica: $1/(4\pi\epsilon_0)$	$k_{es}$	$c^2 \times 10^{-7} = 8.9876 \times 10^9$	$\text{m F}^{-1}$
Costante universale dei gas: $N_A k$	$R$	8.3145	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Costante di Faraday: $N_A e$	$F$	$9.6485 \times 10^4$	$\text{C mol}^{-1}$
Costante di Stefan-Boltzmann	$\sigma$	$5.6704 \times 10^{-8}$	$\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$
Costante di gravitazione universale	$G$	$6.674 \times 10^{-11}$	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$
Pressione atmosferica standard	$p_0$	$1.01325 \times 10^5$	Pa
Temperatura standard (0°C)	$T_0$	273.15	K
Volume molare di un gas perfetto in condizioni standard ( $p_0, T_0$ )	$V_m$	$2.2414 \times 10^{-2}$	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$
Unità di massa atomica	u	$1.66054 \times 10^{-27}$	kg

## TAVOLA DI DATI CHE POSSONO ESSERE NECESSARI †

Accelerazione di gravità (val. convenzionale)	$g$	9.80665	$\text{m s}^{-2}$
Densità dell'acqua (a 4°C)*	$\rho_a$	$1.00000 \times 10^3$	$\text{kg m}^{-3}$
Calore specifico dell'acqua (a 20°C)*	$c_a$	$4.182 \times 10^3$	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
Densità del ghiaccio (a 0°C)*	$\rho_{g,0}$	$0.917 \times 10^3$	$\text{kg m}^{-3}$
Calore di fusione del ghiaccio	$\lambda_f$	$3.344 \times 10^5$	$\text{J kg}^{-1}$
Calore di vaporizzazione dell'acqua (a 100°C)*	$\lambda_v$	$2.257 \times 10^6$	$\text{J kg}^{-1}$

† 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.

Materiale elaborato dal Gruppo



**PROGETTO OLIMPIADI**  
Segreteria delle Olimpiadi Italiane di Fisica

e-mail: [segreteria@olifis.it](mailto:segreteria@olifis.it)  
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.

*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**

In una corsa sui 10 000 m, che si svolge su una pista di 400 m, il concorrente più debole corre ad una velocità pari al 95 % di quella del più forte.

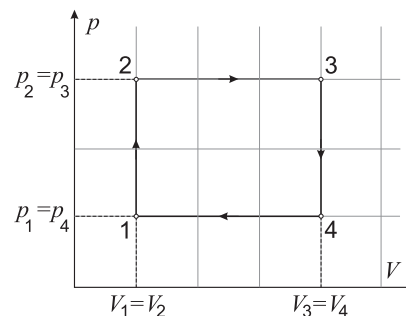
- Supponendo che le velocità dei corridori siano praticamente costanti, quale distanza ha percorso il primo quando raggiunge l'ultimo?

**Q2**

Una certa quantità di gas perfetto compie il ciclo di trasformazioni mostrato in figura, dove

$$p_2 = 3 p_1 \quad \text{e} \quad V_3 = 4 V_1.$$

- Disegnare lo stesso ciclo nel piano  $V - T$ , indicando anche il verso di percorrenza.

**Q3**

Una bobina formata da 120 spire, ognuna di area pari a  $0.07 \text{ m}^2$ , viene posizionata con il suo asse parallelo ad un campo magnetico uniforme. L'intensità del campo magnetico viene fatta variare in maniera uniforme da 80 mT a 20 mT in 4 s.

- Determinare il modulo della forza elettromotrice indotta sulla bobina in questo intervallo di tempo.

**Q4**

Due lastre conduttrici di grande dimensione (con superfici di area  $S$ ) vengono affacciate parallelamente una all'altra a piccola distanza cosicché gli effetti di bordo possano essere trascurati.

Sulle due lastre vengono poste rispettivamente le cariche  $Q_A = 3Q$  e  $Q_B = -5Q$  con  $Q > 0$ .

- Quanto vale il modulo del campo elettrostatico tra le due lastre, lontano dai bordi?

**Q5**

Si ipotizza che un campione radioattivo abbia un tempo di dimezzamento (*emivita*) di 16 giorni. Si effettua una misura con un contatore Geiger-Müller rilevando 810 conteggi in 6 minuti di funzionamento; in assenza del campione il contatore segna una media di 15 conteggi al minuto. Dopo 4 giorni si ripetono entrambe le misure, effettuando un conteggio per 10 minuti con il campione e misurando ancora 15 conteggi al minuto in assenza di esso.

- Quanto ci si aspetta che indichi il contatore se l'ipotesi è corretta, trascurando il fatto che questi conteggi sono in ogni caso affetti da incertezze statistiche?

**Q6**

Una scatola cubica di acciaio, con le sei facce di lato  $\ell = 5\text{ cm}$  e spessore  $s = 0.2\text{ mm}$ , entra esattamente in un contenitore cilindrico di vetro.

- Che altezza  $H$  deve avere, al minimo, il cilindro di vetro perché, versandovi dell'acqua, la scatola cubica possa galleggiarvi?

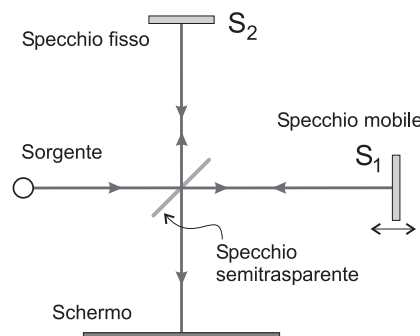
*Suggerimento: lo spessore delle facce della scatola si può considerare trascurabile rispetto al lato.*

Densità dell'acciaio:  $\rho_{\text{acc}} = 7.9 \times 10^3\text{ kg m}^{-3}$ .

**Q7**

Nell'interferometro di Michelson [v. figura] lo specchio semitrasparente al centro separa in due il raggio di luce proveniente da una sorgente laser. I raggi separati vengono riflessi dai due specchi  $S_1$  ed  $S_2$  e ritornano allo specchio semitrasparente che di nuovo li separa: una parte di questi va verso la sorgente (non sono stati disegnati nella figura), un'altra viene raccolta su uno schermo dove si forma l'immagine della sorgente.

Una vite micrometrica consente di far muovere perpendicolarmente a se stesso lo specchio  $S_1$ . In un esperimento lo specchio mobile viene spostato di  $16\text{ }\mu\text{m}$ ; durante lo spostamento sullo schermo si vedono alternarsi 50 frange d'interferenza.



- Calcolare la lunghezza d'onda del laser.

**Q8**

Un automobilista che viaggia su un tratto dritto di strada sul piano orizzontale a velocità  $v_0$  frena bruscamente, tanto da bloccare in modo praticamente istantaneo le ruote, fino a fermare completamente l'automobile che ha una massa, carico compreso, di 1200 kg. Sull'asfalto rimane una traccia lunga 16 m provocata dagli pneumatici. Si assuma che il coefficiente d'attrito dinamico tra la gomma e l'asfalto valga  $\mu = 0.70$ .

- Determinare la velocità  $v_0$ .

**Q9**

Una molla fissata a soffitto sostiene una massa  $m_1 = 215\text{ g}$ . Una seconda massa  $m_2 = 118\text{ g}$  è sospesa alla prima mediante un sottile filo, di massa trascurabile. Il sistema è in equilibrio statico.

- Determinare l'accelerazione della massa  $m_1$  nell'istante in cui il filo viene bruciato.

**Q10**

Si usa una vaschetta per mostrare la formazione delle onde stazionarie; un dispositivo (generatore di onde) viene fatto vibrare con una frequenza  $f = 3.33\text{ Hz}$ . La figura mostra la parte della vaschetta dove sono generate le onde e i punti di massimo delle onde che si stanno formando e si propagano verso la parete di fondo della vaschetta; la distanza  $d$  è di 60 cm.

Per osservare le onde stazionarie in tutta la vaschetta occorre attendere  $t = 6\text{ s}$  di tempo dalla messa in moto del generatore.

- Qual è la distanza tra il generatore di onde e la parete di fondo della vaschetta?

