



Associazione per l'Insegnamento della Fisica

37^a edizione

2023



Campionati di FISICA

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

Gara di 2° Livello
lunedì 13 febbraio 2023

... 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 !

I Campionati di Fisica
sono organizzate dall'AIF
su mandato del



MINISTERO dell'ISTRUZIONE
e del MERITO

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

Un corpo di massa m urta elasticamente un altro corpo fermo. Dopo l'urto i due corpi si muovono nella direzione iniziale del primo corpo, in versi opposti, con velocità di uguale modulo.

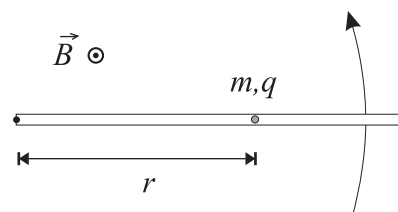
- Qual è la massa M del corpo inizialmente fermo?

Q2

Una guida di materiale non conduttore e di lunghezza L ruota uniformemente in un piano orizzontale con velocità angolare ω (antioraria in figura) attorno a un estremo.

Nella regione è presente un campo magnetico uniforme verticale di intensità B , di verso uscente.

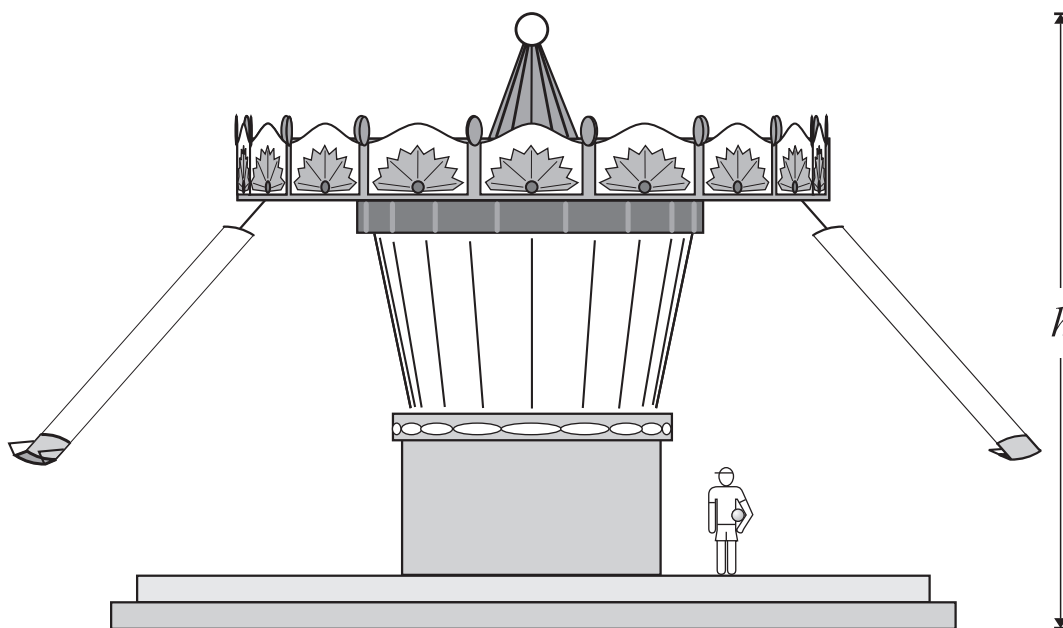
Una particella di massa m e carica q è libera di muoversi lungo la guida. Si vuole che la particella resti a distanza r costante dall'asse di rotazione.



- Si determini il valore di q necessario per ottenere la situazione descritta.

Q3

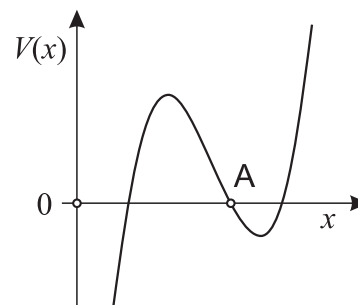
La figura rappresenta – schematicamente, ma in scala – una giostra in movimento, con i seggiolini vuoti. L'altezza h in figura è pari a circa 9 m.



- Stimare il tempo che la giostra impiega a fare un giro.

Q4

Un elettrone si trova in una regione di spazio in cui è presente un campo elettrico diretto lungo l'asse x . Il potenziale elettrico ad esso associato, espresso in volt, è $V(x) = x^3 - 8x^2 + 19x - 12$ con x espresso in millimetri, il cui grafico è riportato in figura.



Un elettrone è mantenuto fermo nel punto A di coordinata $x = 3$ mm.

- Se, ad un certo istante, l'elettrone viene lasciato libero di muoversi, a che distanza dall'origine la sua velocità sarà di nuovo nulla?

Q5

In un condensatore a facce quadrate, piane e parallele, le armature sono separate da una sottile lastra di mica avente costante dielettrica relativa $\epsilon_r = 8$ e rigidità dielettrica $E_{\max} = 120 \text{ kV mm}^{-1}$.

La rigidità dielettrica è il massimo campo elettrostatico che il dielettrico può sopportare rimanendo isolante.

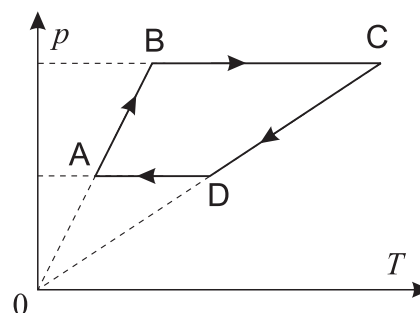
- Quanto vale, al massimo, l'energia che si può immagazzinare nel condensatore, se le armature hanno un'area $A = 100 \text{ cm}^2$ e la lamina ha spessore $s = 2 \text{ mm}$?

Q6

In figura è mostrato un ciclo termodinamico, ABCDA, compiuto da n moli di gas perfetto. È nota la temperatura T_A e valgono le relazioni:

$$T_B = 2T_A, \quad T_C = 6T_A \quad \text{e} \quad T_D = 3T_A.$$

- Qual è il lavoro svolto in questo ciclo in funzione di T_A e n ?



Q7

Un blocchetto è tenuto fermo su un piano inclinato. Viene lasciato libero e quando raggiunge la base del piano inclinato la sua velocità è di 4.3 m s^{-1} . Successivamente il blocchetto viene riportato fermo nella stessa posizione iniziale e poi lanciato verso l'alto lungo il piano inclinato alla velocità iniziale di 3.9 m s^{-1} ; raggiunta la massima altezza, il blocchetto scende fino alla base.

- Nel secondo lancio qual è la velocità del blocchetto quando raggiunge la base del piano inclinato?

Trascurare tutti gli attriti.

Q8

Un modulo lunare di massa 1850 kg sta scendendo verticalmente sulla superficie della Luna. Quando si trova a 2 km di altezza e ha una velocità di 87 m s^{-1} , accende i motori per frenare.

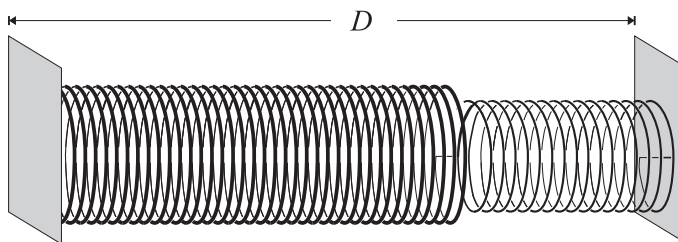
- Quale dev'essere la spinta dei motori, supposta costante, se si vuole che il modulo si posi sulla superficie lunare con velocità nulla?

Trattare come uniforme il campo di gravità.

Q9

Una molla di lunghezza a riposo 22 cm e costante elastica 38 N m^{-1} , è agganciata a una seconda molla di lunghezza a riposo 18 cm e costante elastica 57 N m^{-1} . Le due molle hanno massa trascurabile e sono fissate a due punti distanti $D = 55 \text{ cm}$. Il sistema si trova in equilibrio.

- Qual è, in questa situazione, l'allungamento della prima molla?



Q10

Un cilindro di volume $2V_0$ (lunghezza $2L$, sezione S), disposto orizzontalmente, è separato in due parti uguali da una parete scorrevole, a tenuta, di spessore trascurabile. In ognuna delle due parti è presente del gas a pressione p_0 , e il sistema è in equilibrio.

Il cilindro è contenuto entro un termostato che garantisce sempre una temperatura costante del gas T_0 .

La parete viene spostata di un tratto pari a $L/2$ e tenuta ferma.

- Determinare la forza necessaria per mantenere la parete in questa posizione.

Materiale elaborato dal Gruppo



PROGETTO OLIFIS
 Segreteria dei Campionati Italiani 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} |
| Accelerazione di gravità sulla Luna | g_L | 1.62 | m s^{-2} |
| Velocità del suono in aria (a 20 °C) | c_s | 343 | m s^{-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.



Associazione per l'Insegnamento della Fisica

37^a edizione

2023



Campionati di FISICA

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

Gara di 2° Livello
lunedì 13 febbraio 2023

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.

I Campionati di Fisica
sono organizzate dall'AIF
su mandato del



MINISTERO dell'ISTRUZIONE
e del MERITO



Parte A: Groviglio di molle.

[Punti 8]

Sul piano (x, y) sono dati due punti $A(x_A, y_A)$ e $B(x_B, y_B)$ collegati con una molla di costante elastica k e lunghezza di riposo nulla.

1. Scrivere l'espressione della forza applicata al punto B in funzione dei vettori posizione \vec{r}_A e \vec{r}_B dei due punti rispetto all'origine delle coordinate, in forma vettoriale o in termini di componenti dei vettori.

Quattro punti, P_1 , P_2 , P_3 e P_4 , sono fissati ciascuno sulla verticale di uno dei quattro vertici consecutivi di un quadrato di lato $\sqrt{2}b$, a quote rispettivamente h_1 , h_2 , h_3 , h_4 . Un punto materiale P è collegato ai precedenti quattro con quattro molle identiche aventi massa e lunghezza a riposo trascurabili.

2. Fissato un riferimento cartesiano ortogonale avente per origine il centro del quadrato e con gli assi x e y allineati con le diagonali del quadrato, scrivere i vettori posizione \vec{r}_1 , \vec{r}_2 , \vec{r}_3 , \vec{r}_4 ed \vec{r} dei punti P_1 , P_2 , P_3 , P_4 e P.
3. Determinare la quota h_0 alla quale il punto materiale P è in equilibrio sotto l'azione delle forze elastiche.

Parte B: Corsa con il vento.

[Punti 8]

Giovanni sta correndo verso Est a 15 km/h e sente venire il vento da Sud-Est. Se rallenta e corre a 8 km/h sente venire il vento da Sud.

- Determinare l'intensità del vento rispetto al terreno e l'angolo tra la direzione del vento e la direzione Est.

Parte C: Macchina termica.

[Punti 9]

Una macchina termica funziona con una sorgente di calore alla temperatura $T_c = 100^\circ\text{C}$ e ha come refrigerante un blocco di ghiaccio, di 25 kg, alla temperatura $T_f = 0^\circ\text{C}$.

1. Quanto calore è necessario fornire al blocco di ghiaccio per fonderlo completamente?

La macchina sviluppa una potenza meccanica $P = 40\text{ W}$ con un rendimento pari al 50 % di quello di una macchina di Carnot che operi fra le stesse temperature.

2. Per quanto tempo può funzionare la macchina prima che il ghiaccio sia completamente fuso?

P2**Energia immagazzinata in un condensatore****Punti 15**

Le armature di un condensatore piano, a facce quadrate di area A , sono mantenute a una differenza di potenziale costante ΔV . Tra le due armature non c'è un dielettrico. La distanza d tra le armature può variare, restando comunque molto minore di \sqrt{A} .

Scrivere le risposte in termini delle grandezze date e delle costanti necessarie.

1. Si calcoli la forza con cui un'armatura attira l'altra.

Tenendo ferma la prima armatura, la seconda viene portata lentamente da distanza d a distanza $2d$, mantenendo sempre ΔV costante.

2. Si calcoli la variazione di energia interna nel condensatore.
3. Si calcoli il lavoro compiuto durante il processo dalla forza esterna che agisce sulla seconda armatura.

P3**Misura di spessore****Punti 20**

Si vuole determinare lo spessore s di una sottile lamina di un materiale trasparente di indice di rifrazione $n = 1.48$.

Per far questo si pone la lamina davanti ad una delle due fenditure parallele di un apparato per l'esperienza di Young. Le due fenditure sono a distanza $d \gg s$ una dall'altra, e su di esse incide una radiazione del medio infrarosso di lunghezza d'onda $\lambda = 10 \mu\text{m}$.

1. Determinare l'espressione dello sfasamento temporale con cui le onde emesse dalle fenditure raggiungono perpendicolarmente uno schermo posto a grande distanza, D .
2. Determinare lo spostamento del massimo centrale della figura di interferenza, rispetto alla posizione che avrebbe in assenza della lamina, indicando anche il verso dello spostamento a seconda di quale fenditura viene coperta dalla lamina.
3. Se tra le due posizioni del massimo centrale (con e senza la lamina) si contano $N = 12$ massimi di interferenza, determinare lo spessore della lamina.

Materiale elaborato dal Gruppo



PROGETTO OLIFIS
Segreteria dei Campionati Italiani 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.