



Associazione  
per l'Insegnamento  
della Fisica



# Campionati di Fisica 2024

38<sup>a</sup> edizione

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

Gara di 2° Livello  
lunedì 19 febbraio 2024

... 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 le note che precedono i testi, in particolare quella sulla SCRITTURA DEI RISULTATI NUMERICI, a pag. 5.
- Puoi usare la calcolatrice tascabile.
- Non è permesso l'uso di manuali di alcun tipo.
- Non è permesso utilizzare dispositivi connessi in modalità wireless.
- I valori delle costanti fisiche di uso più comune, da utilizzare insieme ad alcuni dati utili, sono riportati a pagina 6.
- 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 esplicativa, come:

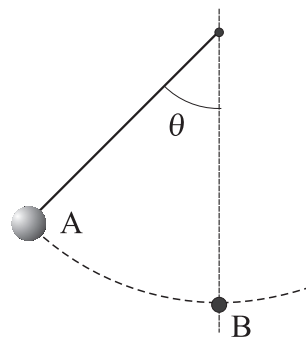
*SEGUE A PAGINA... (numero della pagina)*

- 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.

**q1**

Un pendolo è costituito da un filo di lunghezza  $L = 85\text{ cm}$  e da una sferetta di massa  $m = 0.2\text{ kg}$ . La sferetta viene lasciata partire da ferma da una posizione A tale che il filo teso formi un angolo  $\theta = 45^\circ$  con la verticale, come mostrato in figura.

- Trascurando la resistenza dell'aria, quanto vale la velocità della sferetta quando raggiunge il punto B?

**q2**

Una carica puntiforme  $q$  viene posta al centro di un guscio sferico conduttore scarico di raggio interno  $r$  e spessore  $\alpha r$ . Sulle superfici interna ed esterna del guscio si forma una carica indotta.

- A equilibrio raggiunto, determinare il rapporto tra la densità superficiale di carica presente sulla superficie interna e quella presente sulla superficie esterna del guscio.

**q3**

La sovrapposizione di una radiazione di colore rosso e una verde viene percepita dall'occhio umano di colore giallo.

Due radiazioni monocromatiche, di lunghezza d'onda  $\lambda_R = 680\text{ nm}$  (nel rosso) e  $\lambda_V = 510\text{ nm}$  (nel verde), vengono fatte incidere perpendicolarmente su un reticolo di diffrazione avente passo  $p = 30\text{ }\mu\text{m}$ . La figura di diffrazione che si forma su uno schermo perpendicolare al fascio incidente, a distanza  $D = 1\text{ m}$  dal reticolo, è simmetrica rispetto al centro e presenta righe molto sottili e ben definite. Nel centro della figura di diffrazione si osserva una riga gialla.

- A che distanza dal centro si osserva la successiva riga gialla?

**q4**

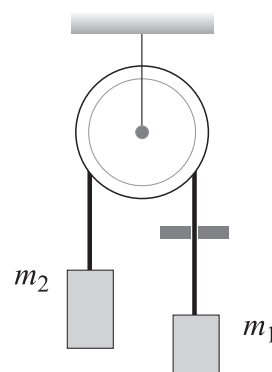
L'aria di una stanza di volume  $48\text{ m}^3$  si trova alla temperatura di  $15^\circ\text{C}$ , uguale a quella esterna. A seguito dell'accensione di un termosifone, la temperatura si innalza a  $19^\circ\text{C}$ . L'aria può essere considerata come un gas perfetto con una percentuale di molecole di ossigeno pari al 21 %.

- Che percentuale di ossigeno è uscita dallo spiraglio di una finestra?

**q5** Un filo è avvolto su una carrucola e passa attraverso una fenditura come in figura. Ai suoi estremi sono appesi due blocchetti di massa  $m_1$  ed  $m_2$  con  $m_2 > m_1$ . Carrucola e filo possono essere trattati come ideali.

Il sistema è inizialmente in quiete e, lasciato libero, si mette in movimento spontaneamente. Il filo, strisciando nella fenditura, subisce da parte di questa una forza d'attrito costante,  $\vec{A}$ .

- Si determini il modulo dell'accelerazione della massa  $m_2$ .



**q6** Tre resistori valgono rispettivamente  $R_1 = R$ ,  $R_2 = 2R$  e  $R_3 = 3R$ . La serie formata dai resistori  $R_2$  e  $R_3$  è collegata in parallelo a  $R_1$  e a un generatore di f.e.m.  $V$  che ha resistenza interna trascurabile.

- Determinare il rapporto tra le potenze dissipate nei resistori  $R_1$  e  $R_3$ .

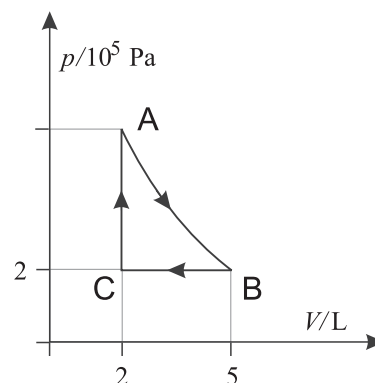
**q7** Un sonar invia da una nave ferma un segnale sonoro di frequenza  $f = 1.18 \text{ kHz}$  verso il fondale marino alla profondità  $h = 324 \text{ m}$  e il segnale riflesso viene ricevuto dopo un tempo  $t = 0.425 \text{ s}$ .

- Determinare la lunghezza d'onda del segnale sonoro nell'acqua.

**q8** Una macchina termica compie 4 cicli al secondo utilizzando  $0.1 \text{ mol}$  di gas perfetto biatomico. Il ciclo, in cui la trasformazione AB è adiabatica, è rappresentato in figura.

Il calore ceduto dal sistema viene usato per portare a ebollizione  $13 \text{ L}$  d'acqua.

- Se la temperatura iniziale dell'acqua è  $20^\circ \text{C}$ , dopo quanto tempo inizia l'ebollizione?



**q9** Una ragazza è ferma sul suo skateboard, su un piano orizzontale. La ragazza lancia in avanti il proprio zainetto di massa  $m = 2 \text{ kg}$  a una velocità  $v = 4.5 \text{ ms}^{-1}$ , rispetto al terreno, inclinata di un angolo  $\theta = 18^\circ$  sopra l'orizzontale. La massa della ragazza e dello skateboard è  $M = 55 \text{ kg}$ . Lo zainetto impiega un tempo  $t = 0.73 \text{ s}$  per toccare terra. Gli attriti sono trascurabili.

- A che distanza dallo skateboard cade lo zainetto?

**q10** Un serbatoio cilindrico per la raccolta d'acqua è appoggiato a terra. Sulla parete laterale, ad altezza  $h = 2.1 \text{ m}$  da terra, si forma un forellino, di diametro molto minore di quello del serbatoio, da cui fuoriesce uno zampillo.

- Determinare il livello dell'acqua nel serbatoio, sapendo che lo zampillo tocca terra a distanza  $d = 3.5 \text{ m}$  dalla base del serbatoio.

*Si trascurino la viscosità dell'acqua e l'attrito con l'aria.*

*Materiale elaborato dal Gruppo*



**PROGETTO OLIFIS**  
*Segreteria dei Campionati Italiani 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.

**NOTA importante sulla SCRITTURA DEI RISULTATI NUMERICI:**

Poiché i dati numerici presenti nei problemi di solito non sono frutto di misure, non se ne conosce l'incertezza; inoltre spesso non è possibile quantificare l'effetto di eventuali approssimazioni.

Per questi motivi il **risultato numerico finale**, che va considerato frutto soltanto di calcoli - salvo indicazione diversa data nel testo - dovrà essere scritto, con l'opportuno arrotondamento,

**sempre con TRE cifre significative,**

seguito dall'unità di misura compresa nel S.I., quando dovuta.

**Seguire strettamente queste indicazioni:**

**a) Deve essere utilizzata la notazione scientifica**, con la prima cifra diversa da zero prima del punto (o virgola) decimale e con la corretta potenza di 10; in alternativa si può usare la corrispondente notazione simbolica in uso in informatica.

Esempi:

$1/20 = 0.05$  **deve** essere scritto come  $5.00 \times 10^{-2}$  (oppure, in notazione simbolica, 5.00E-2)

$-6344.84...$  **deve** essere scritto come  $-6.34 \times 10^3$  (oppure -6.34E3)

**b) Casi particolari: se il valore numerico cade nell'intervallo [0.100– 999]**, ovvero quando l'esponente del 10 è compreso tra -1 e 2, la potenza di 10 può essere omessa.

Esempi:

$1/\sqrt{2} = 0.707106...$  si può scrivere **0.707** invece che  $7.07 \times 10^{-1}$

$-\pi/2 = -1.5707963...$  si può scrivere **-1.57** invece che  $-1.57 \times 10^0$

$84.174563...$  si può scrivere **84.2** invece che  $8.42 \times 10^1$

$400/3 = 133.333...$  si può scrivere **133** invece che  $1.33 \times 10^2$

- Costanti e dati numerici non inseriti nei testi: utilizzare quelli riportati nella Tavola a pag.6.
- Se fosse necessario trascrivere a mano un risultato numerico intermedio, si consiglia di conservare i valori trovati, senza troncarli o arrotondarli a poche cifre.

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

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

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

## 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: $1/(\mu_0 c^2)$	$\varepsilon_0$	$8.8542 \times 10^{-12}$	$\text{F m}^{-1}$
Costante elettrostatica: $1/(4\pi\varepsilon_0)$	$k_{\text{es}}$	$c^2 \times 10^{-7} = 8.9876 \times 10^9$	$\text{m F}^{-1}$
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)*	$\lambda_v$	$2.257 \times 10^6$	$\text{J kg}^{-1}$
Costante di Wien	$b$	$2.8978 \times 10^{-3}$	m K
Resistività del rame	$\rho_{\text{Cu}}$	$1.68 \times 10^{-8}$	$\Omega \text{m}$

† 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



# Campionati di Fisica 2024

38<sup>a</sup> edizione

Gara di 2° Livello  
lunedì 19 febbraio 2024

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

## 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.
- Anche nella soluzione dei problemi i **risultati numerici finali** vanno scritti seguendo le istruzioni date per i quesiti, riportate a pag. 4.

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



MINISTERO dell'ISTRUZIONE  
e del MERITO

---

**p 1****Auto elettriche e frenate rigenerative****Punti 20**

---

Una tipica batteria di auto a motore termico ha le seguenti specifiche:  
tensione 12 V, “capacità” 70 A h. <sup>(1)</sup>

1. Determinare, in kWh, l’energia di una batteria con queste caratteristiche, quando è completamente carica.

Nelle specifiche tecniche di un’auto elettrica si legge che ha una massa di 1765 kg, una potenza massima di 208 kW, un’autonomia di 513 km e in media consuma 13.2 kWh di energia ogni 100 km percorsi.

2. Determinare, in kWh, l’energia della batteria che alimenta il motore elettrico quando è completamente carica. Calcolare il numero minimo di batterie tradizionali che si dovrebbero utilizzare per avere a disposizione la stessa energia. [Dare la risposta come numero intero.]

Nelle automobili a motore termico la frenata è sempre e solo totalmente dissipativa perché tutta l’energia cinetica finisce trasformata in calore e dispersa nell’ambiente.

Invece in un’auto elettrica quando si alza il piede dall’acceleratore si interrompe l’erogazione di corrente diretta verso il motore e il motore si trasforma immediatamente in un generatore elettrico il quale sottrae energia cinetica al veicolo, che quindi rallenta. Grazie all’efficienza molto alta del generatore si riesce a recuperare circa l’85 % dell’energia meccanica sottratta e questa energia recuperata può essere utilizzata in seguito.

Si esaminino tre tipologie di frenata: in città, in emergenza, in discesa. In tutti i casi si trascurino gli attriti meccanici e aerodinamici. Si supponga che in nessun caso la batteria si ricarichi completamente.

**Frenata in città.**

Si consideri una frenata con arresto del veicolo, in città, partendo da una velocità iniziale di 30 km/h.

3. Se questo capita 10 volte, determinare, in kWh, quanta energia viene recuperata complessivamente.

**Frenata in emergenza.**

Si immagini di percorrere un’autostrada alla velocità  $v_0 = 130$  km/h e di doversi improvvisamente fermare di fronte a un ostacolo. Si supponga che, grazie all’intervento del sistema ABS – che impedisce il bloccaggio delle ruote – l’auto riesca a mantenere per tutta la frenata un’accelerazione di modulo  $0.9 g$ .

4. Determinare la potenza frenante all’inizio della frenata.

Nessuna auto elettrica è in grado di assorbire tale potenza frenante iniziale e dunque è necessario l’intervento immediato dei freni meccanici per dissipare la maggior parte di questa potenza.

5. Supponendo che, in frenata, il generatore sia in grado di assorbire al massimo una potenza pari a 208 kW, determinare il valore massimo e la percentuale dell’energia recuperabile in una frenata di emergenza da 130 km/h fino a fermarsi.

**Frenata in discesa.**

Si sta percorrendo ora una strada montana scendendo a velocità costante per un dislivello  $\Delta h = 1300$  m. Si supponga anche in questo caso di recuperare l’85 % dell’energia.

6. Determinare, in kWh, quanta energia si recupera e calcolare a quanti chilometri aggiuntivi di percorrenza equivale.

---

<sup>(1)</sup> Purtroppo nel gergo tecnico si usa questo termine che non va confuso con la grandezza elettrica “capacità” caratteristica ad esempio dei condensatori.



**p2****Radiazione infrarossa****Punti 10**

La schiena scoperta di una persona avente un'area di circa  $A = 2000 \text{ cm}^2$  emette radiazione infrarossa.

1. Facendo l'ipotesi che la pelle si comporti approssimativamente come un corpo nero alla temperatura di  $37^\circ\text{C}$ , si determini a quale lunghezza d'onda la radiazione emessa presenta il massimo e la potenza complessiva irradiata dalla schiena.

Assumendo per la potenza irradiata dalla schiena un valore arrotondato  $P = 100 \text{ W}$ , si consideri una superficie  $S$  posta di fronte alla schiena della persona, parallela a essa alla distanza di  $5 \text{ cm}$ .

2. Determinare l'irradianza (la potenza incidente per unità di superficie) sulla superficie  $S$ .
3. Determinare l'irradianza nel caso in cui la stessa superficie  $S$  sia portata a una distanza  $d = 20 \text{ m}$  dalla persona, considerando ancora la sola radiazione emessa dalla schiena.

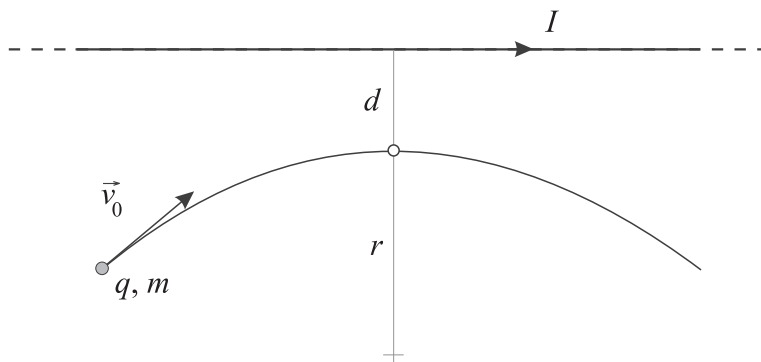
**p3****Particella carica verso un filo****Punti 10**

Una particella per la quale  $|q/m| = 2.76 \times 10^6 \text{ C kg}^{-1}$ , viene lanciata con velocità  $v_0 = 2 \text{ m s}^{-1}$  verso un filo di rame rettilineo indefinito percorso da corrente continua, nel verso indicato, e descrive la traiettoria mostrata in figura in un piano contenente il filo; si consideri trascurabile l'effetto della gravità. Nel punto più vicino al filo, a distanza  $d = 1 \text{ cm}$  da questo, la traiettoria ha raggio di curvatura  $r = 2d$ .

1. Qual è il segno della carica sulla particella?
2. Qual è il modulo della velocità nel punto più vicino al filo?
3. Quanto vale la corrente  $I$  che scorre nel filo?
4. Sapendo che la potenza dissipata dal filo per unità di lunghezza è

$$W_\ell = 10 \mu\text{W cm}^{-1},$$

determinare il raggio del filo.

**p4****Massa e molla al soffitto****Punti 20**

Un corpo di massa  $M$  è appeso al soffitto tramite una molla ideale di costante elastica  $k$ . Il sistema è in quiete, nella sua configurazione di equilibrio.

1. Esprimere l'allungamento  $\Delta\ell_0$  della molla in questa configurazione iniziale in funzione di  $M$ ,  $k$  e dell'accelerazione di gravità  $g$ .

Il corpo viene urtato elasticamente da un corpo di uguale massa lanciato verticalmente dal basso. Sia  $v_0$  la velocità di questo corpo al momento dell'urto. Si trascurino tutti gli attriti e si supponga che non avvengano altri urti tra i due corpi.

2. Esprimere in termini di  $M$ ,  $k$ ,  $g$  e  $v_0$  l'allungamento massimo della molla  $\Delta\ell_{\max}$  nel moto del corpo che è stato urtato.
3. Calcolare i valori numerici di  $\Delta\ell_0$  e  $\Delta\ell_{\max}$  se  $M = 100 \text{ g}$ ,  $k = 10 \text{ N m}^{-1}$ ,  $v_0 = 20 \text{ cm s}^{-1}$ .

Si supponga ora che il corpo di massa  $M$  sia costituito da due parti di massa  $m_1$  e  $m_2$ . Il sistema è tornato nella sua configurazione di equilibrio ed è in quiete. In un certo istante la parte di massa  $m_2$  si stacca, e la parte rimanente inizia perciò ad oscillare.

4. Per quali valori del rapporto  $m_1/M$  la molla risulterà compressa, rispetto alla sua lunghezza di riposo, in alcune fasi della sua oscillazione?

*Materiale elaborato dal Gruppo*



**PROGETTO OLIFIS**  
*Segreteria dei Campionati Italiani 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.