

Anno Scolastico 2024-2025

Classe: 1<sup>a</sup> CLASSICO

Materia: FISICA

Docente: Dario Topini

## PROGRAMMA SVOLTO

Libro di testo: Bocci e altri, *Pensa con la fisica*, Vol. secondo biennio, Petrini

### TRIMESTRE

#### 1. Introduzione alla fisica: ripasso

- Che cosa studia la fisica? Introduzione al mondo fisico e alle sue leggi
- Le grandezze fisiche e il sistema internazionale di unità, grandezze fondamentali e derivate
- Concetto di misura e strumenti di misura
- Leggi fisiche attraverso tabelle e grafici
- Proporzionalità diretta, inversa e quadratica

#### 2. Grandezze scalari e vettoriali

- Concetto di grandezza scalare
- Concetto di grandezza vettoriale e di vettore
- Proprietà dei vettori e vettore opposto
- Operazioni con i vettori: somma e differenza, prodotto per uno scalare
- Scomposizione di un vettore
- Componenti cartesiane di un vettore: scomposizione sugli assi e versori

#### 3. Le forze, l'equilibrio del punto materiale

- Definizione di forza come grandezza vettoriale: senso fisico
- Unità di misura della forza: il Newton
- Risultante di più forze



- Esempi di forza in natura
- Forza peso e differenza tra peso e massa
- Forza elastica: legge di Hooke (e suoi limiti)
- Introduzione all'equilibrio: equilibrio statico e dinamico
- Concetto di punto materiale e corpo rigido: gradi di libertà nel piano
- Equilibrio di un punto materiale
- Condizione di equilibrio di un punto materiale
- Vincolo e reazione vincolare
- Equilibrio su un piano orizzontale e inclinato
- Equilibrio di un corpo appeso
- Forza di attrito radente: statico e dinamico

## PENTAMESTRE

### 4. L'equilibrio dei fluidi

- Stati di aggregazione della materia
- Concetto di fluido
- La pressione
- Il principio di Pascal
- Il torchio idraulico
- La legge di Stevin
- I vasi comunicanti
- Il principio di Archimede

### 5. Cinematica: moti rettilinei

- Il punto materiale e la traiettoria
- Il moto rettilineo
- La velocità media e la velocità istantanea
- La legge oraria del moto rettilineo uniforme



- Grafici spazio-tempo e velocità-tempo del MRU
- Il moto rettilineo vario
- L'accelerazione media e l'accelerazione istantanea
- La legge velocità-tempo del moto rettilineo uniformemente accelerato
- La legge oraria del moto uniformemente accelerato
- I grafici del moto uniformemente accelerato
- La legge spazio-velocità
- Il moto di caduta libera e il lancio verticale verso l'alto

## PENTAMESTRE

### 6. Cinematica: moti nel piano

- Principio di composizione dei moti
- Moto parabolico
- Leggi orarie nel moto parabolico con velocità iniziale orizzontale e obliqua
- Moto circolare uniforme
- Grandezze lineari e angolari nel moto circolare uniforme

### 7. I principi della dinamica e le loro applicazioni

- La dinamica newtoniana
- Il primo principio della dinamica (principio d'inerzia)
- I sistemi di riferimento inerziali
- Principio di relatività galileiana
- Il secondo principio della dinamica (legge fondamentale della dinamica)
- Il terzo principio della dinamica (principio di azione e reazione)
- Il diagramma del corpo libero e il moto lungo un piano inclinato

### 8. Lavoro ed energia

- Il lavoro compiuto da una forza costante
- Il lavoro compiuto da una forza variabile

- La potenza
- L'energia cinetica e il teorema delle forze vive
- Forze conservative e forze non conservative
- Energia potenziale della forza peso
- Energia potenziale elastica

## ESERCITAZIONI PER LE VACANZE ESTIVE

### Classe 1<sup>a</sup> Classico

Carissimo studente,

per iniziare al meglio il prossimo anno ecco una serie di esercizi per riprendere gli argomenti svolti quest'anno. Le esercitazioni da svolgere durante le vacanze servono a tenere in esercizio la mente sui concetti appresi durante l'anno scolastico appena concluso, una sorta di Brain Training. Il consiglio è di diluire il lavoro da fare nei mesi di vacanze in modo da non concentrarlo solo all'inizio o alla fine di questo periodo. Solo così facendo vi assicurerete un buon allenamento che dia il più possibile i suoi frutti nel tempo e renda i concetti acquisiti più duraturi. Ti chiedo di svolgerli con attenzione e da solo.

Gli esercizi riguarderanno tutto il programma analitico degli argomenti svolti.

**Teoria:** ripassare tutti gli argomenti svolti quest'anno.

**Esercizi per tutti:** dalle schede allegate

I vettori	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pag. 88: 29-32-33</li> <li>• Pag. 89: 1-2-12</li> </ul>
Le forze e l'equilibrio del punto materiale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pag. 126-127-128: 97-100-101-103-105-106-111-112</li> <li>• Pag. 129: 3-4-13</li> </ul>
Il moto rettilineo uniforme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pag. 222-223: 80-82-83-86-87</li> <li>• Pag. 224: 1-2-3-4-12</li> </ul>
Il moto rettilineo uniformemente accelerato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pag. 252-253-254-255: 103-105-108-112-113-115</li> <li>• Pag. 256: 2-3-11</li> </ul>
I moti nel piano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pag. 282: 66-67-68-72-73</li> <li>• Pag. 283: 1-2-4</li> </ul>
I principi della dinamica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pag. 312-313-314: 75-79-80-83-86-90</li> <li>• Pag. 315: 1-3-13-15</li> </ul>



Il lavoro e l'energia	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pag. 368-369: 62-68-72-81</li></ul>
I principi di conservazione	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pag. 394-395-396: 59-60-63-65-67-69</li></ul>

Buon lavoro e buone vacanze,

Prof. Dario Topini

## » PROBLEMI

La risoluzione può richiedere la conoscenza di argomenti trasversali a più paragrafi dell'Unità.

Il numero di pallini indica il livello di difficoltà di ciascun problema: ●●● livello intermedio ●●●● livello avanzato

- 29 ●●● Un aereo segue una rotta per andare da un aeroporto A a uno scalo B per una distanza di 800 km. Il velivolo viaggia in linea retta a  $60^\circ$  rispetto alla direzione est. Determina di quanto si deve spostare l'aereo verso est e di quanto verso nord.

**SUGGERIMENTO** Basta inserire correttamente la rotta in questo disegno, tenendo conto che essendo l'angolo positivo...



[400 km; 693 km]

- 30 ●●● Anna entra in un labirinto e inizialmente cammina in linea retta per 15 m, poi gira a sinistra ad angolo retto e percorre 5,0 m e infine gira sempre a  $90^\circ$  a sinistra e cammina per 7,0 m. Determina lo spostamento compiuto dalla ragazza.

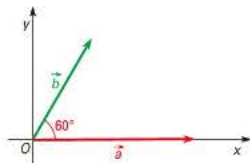


[9,4 m]

- 31 ●●● Sono dati tre vettori  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  e  $\vec{c}$  (con  $\vec{b}$  posizionato tra  $\vec{a}$  e  $\vec{c}$ ) aventi lo stesso modulo 2,0 u, di origine comune. L'ampiezza dell'angolo tra  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  è  $60^\circ$ , mentre quella dell'angolo tra  $\vec{b}$  e  $\vec{c}$  è  $30^\circ$ . Determina il modulo del vettore risultante  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$ .

[4,8 u]

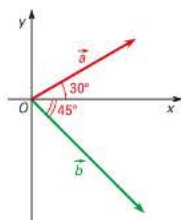
- 32 ●●● Sono dati i vettori  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  rappresentati nella figura.



- a) Disegna il vettore  $\vec{a} + 3\vec{b}$ .  
b) Sapendo che  $a = 12,0$  u e  $b = 8,60$  u, determina il modulo di  $\vec{a} + 3\vec{b}$ .

[b] 33,4 u

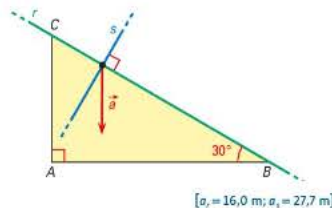
- 33 ●●● Sono dati i vettori  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  rappresentati nella figura.



Sapendo che  $a = 14,8$  u e  $b = 20,6$  u, determina:

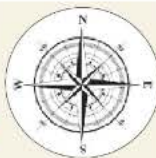
- a) le componenti cartesiane di  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ ;  
b) il modulo del vettore  $\vec{a} + \vec{b}$ ;  
c) il modulo del vettore  $3\vec{a} - \vec{b}$ .  
[a]  $a_x = 12,8$  u;  $a_y = 7,40$  u;  $b_x = 14,6$  u;  $b_y = -14,6$  u;  
[b] 28,3 u; [c] 43,8 u

- 34 ●●● Dato il vettore  $\vec{a}$  di modulo 32,0 m rappresentato nella figura e sapendo che  $\angle ABC = 30^\circ$ , determina il modulo dei suoi vettori componenti  $\vec{a}_x$  e  $\vec{a}_y$  secondo le direzioni individuate dalle rette r ed s.



[ $a_x = 16,0$  m;  $a_y = 27,7$  m]

- 35 **IN ENGLISH** ●●● A girl is in a hurry to get to class on time and runs 15,0 m due South, then turns and dashes for another 12,0 m due West. What is her final displacement? [19,2 m]



- 36 **IN ENGLISH** ●●● Vector  $\vec{a}$  has a magnitude of 3,40 units and points along the positive x-axis. Vector  $\vec{b}$  has a magnitude of 1,20 units and makes an angle of  $60^\circ$  with the positive x-axis. Determine the magnitude of the resultant  $\vec{a} + \vec{b}$ . [4,13 units]

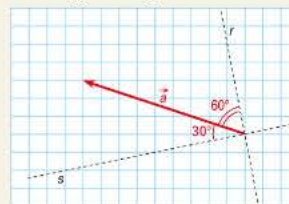
## » PREPARATI ALLA VERIFICA

### » Quesiti

- 1 Elenca almeno tre esempi di grandezze scalari e tre di grandezze vettoriali.
- 2 Disegna due vettori  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  con lo stesso punto di applicazione O e trova il vettore somma  $\vec{a} + \vec{b}$ , utilizzando prima il metodo punta-coda e poi la regola del parallelogramma.
- 3 Disegna due vettori  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  con lo stesso punto di applicazione O e trova il vettore differenza  $\vec{a} - \vec{b}$ .
- 4 Disegna un vettore  $\vec{c}$ , scegli arbitrariamente due direzioni individuate dalle rette r ed s e quindi determina i vettori componenti lungo r ed s.

### » Test

- 5 Un gatto percorre 90,0 m verso sud e poi prosegue per altri 120 m verso ovest. Lo spostamento e la distanza percorsa sono rispettivamente:  
[A] 210 m e 150 m [C] 150 m e 210 m  
[B] 210 m e 210 m [D] 30 m e 210 m
- 6 Un motoscafo percorre 10 km verso nord, poi inverte la rotta e percorre 12 km verso sud. Il modulo dello spostamento risultante è:  
[A] 2 km [C] 10 km  
[B] 22 km [D] 12 km
- 7 Sapendo che  $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$  (dove  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  sono vettori con lo stesso punto di applicazione O e formano un angolo acuto), quale affermazione è esatta?  
[A]  $c < a + b$  [C]  $c = a + b$   
[B]  $c < a + b$  [D]  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$
- 8 Due vettori di modulo rispettivamente 5 u e 12 u sono perpendicolari. Il vettore somma ha come modulo:  
[A] 17 u [B] 13 u [C] 7 u [D] 11 u
- 9 Due vettori hanno modulo rispettivamente di 10 m e 24 m. Se il modulo del vettore somma vale 26 m, allora l'angolo tra i due vettori vale:  
[A]  $45^\circ$  [B]  $60^\circ$  [C]  $90^\circ$  [D]  $30^\circ$
- 10 Considera il seguente disegno.



Sapendo che  $a = 20,0$  m, i moduli dei componenti  $\vec{a}_x$  e  $\vec{a}_y$  secondo le direzioni individuate dalle rette r ed s sono:

- [A] 10,0 m; 17,3 m [C] 17,3 m; 10,0 m  
[B] 10,0 m; 20,0 m [D] 20,0 m; 10,0 m

- 11 Le componenti cartesiane dei vettori  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  sono rispettivamente  $a_x = 7$  m,  $a_y = 2$  m e  $b_x = -3$  m,  $b_y = -1$  m. Le componenti cartesiane del vettore somma sono:

- [A] 5 m; -4 m [C] 7 m; -1 m  
[B] 9 m; -2 m [D] 4 m; 1 m

### » Problemi

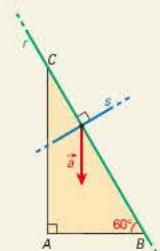
- 12 Gli alunni di una classe si recano ad assistere a una rappresentazione teatrale percorrendo, a partire dalla scuola, 500 m a piedi e 4,00 km in autobus. Alla fine dello spettacolo tornano in aula, ripercorrendo lo stesso tragitto con le stesse modalità. Quanto vale lo spostamento? [0 m]

- 13 Considera i vettori  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  rappresentati nella figura.



- a) Rappresenta graficamente il vettore somma  $\vec{a} + \vec{b}$  e il vettore differenza  $\vec{a} - \vec{b}$ .  
b) Sapendo che  $a = 9$  u e  $b = 12$  u, determina il modulo del vettore  $\vec{a} + \vec{b}$  e del vettore  $\vec{a} - \vec{b}$ . [b] 15 u; 15 u

- 14 Dato il vettore  $\vec{a}$  di modulo 16,0 m rappresentato nella figura, con  $\angle ABC = 60^\circ$ , determina il modulo dei suoi componenti  $\vec{a}_x$  e  $\vec{a}_y$ , secondo le direzioni individuate dalle rette r ed s.



[ $a_x = 13,9$  m;  $a_y = 8,0$  m]



## » PROBLEMI

La risoluzione può richiedere la conoscenza di argomenti trasversali a più paragrafi dell'Unità.

Il numero di pallini indica il livello di difficoltà di ciascun problema: ●●● livello intermedio ●●●● livello avanzato

- 96 ●●● La sonda Juno di massa 3625 kg, partita dalla Terra il 5 agosto 2011, è entrata nell'orbita di Giove il 5 luglio 2016 e ha inviato in ogni istante del sorvolo il valore dell'accelerazione di gravità a cui era soggetta. Se ipotizziamo di sapere che il suo peso, in un particolare momento del volo orbitale, fosse incrementato rispetto a quello terrestre di 54338,75 N, a quale accelerazione di gravità era soggetta in quell'istante la sonda?

[24,8 m/s<sup>2</sup>]

- 97 ●●● A una molla vengono applicate verticalmente e nello stesso verso due forze di modulo rispettivamente  $F_1 = 1,5$  N ed  $F_2 = 0,5$  N, prima separatamente e poi congiuntamente. La costante elastica della molla è 20 N/m. Verifica che l'allungamento della molla sottoposta alla forza  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$  è uguale alla somma degli allungamenti provocati dalle singole forze.

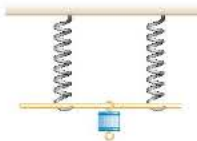
**SUGGERIMENTO** Devi trovare i tre allungamenti  $\Delta s_1$ ,  $\Delta s_2$  e  $\Delta s$  e poi verificare che  $\Delta s = \dots$

[0,10 m]

- 98 ●●● Una molla verticale ha una lunghezza a riposo di 16,5 cm. Appendendole una massa di 865 g, la molla si allunga raggiungendo la lunghezza finale di 19,7 cm. Calcola la costante elastica della molla.

[265 N/m]

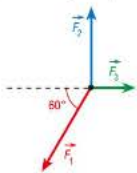
- 99 ●●● Due molle elastiche identiche sono collegate come nella figura. Alle due molle è applicata una forza di 12 N. Se la costante elastica di ciascuna molla è 60 N/m, qual è l'allungamento subito da ciascuna di esse?



**SUGGERIMENTO** Quando le molle sono posizionate come nella figura (in parallelo) le costanti elastiche si sommano.

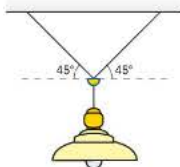
[0,1]

- 100 ●●●  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  ed  $\vec{F}_3$  rappresentate nella figura sono in equilibrio. Sapendo che  $F_1 = 84$  N, determina  $F_2$  ed  $F_3$ .



[73 N; 42 N]

- 101 ●●● Il lampadario della stanza di Veronica pesa 5 kg. Determina l'intensità delle forze che agiscono lungo i cavetti.



**SUGGERIMENTO** La situazione può essere schematizzata come è mostrato nella figura a lato, con  $F_1 = F_2$ . La condizione di equilibrio è:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{P} = 0 \rightarrow F_1 + F_2 = -\vec{P}$$

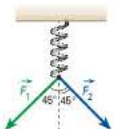
per cui applicando la regola del parallelogramma a...

$$[F_1 = F_2 = 34,7 \text{ N}]$$

- 102 ●●● Fai il disegno e ripeti il problema precedente, nell'ipotesi che l'angolo formato dai cavetti con la linea dell'orizzonte sia di 30°.

$$[F_1 = F_2 = 49 \text{ N}]$$

- 103 ●●● La molla nella figura si trova in equilibrio, essendo sottoposta alle due forze rappresentate, entrambe di modulo pari a 16,9 N. La lunghezza attuale della molla è 32 cm. Calcola la lunghezza a riposo, cioè a molla scarica, sapendo che la sua costante elastica vale 400 N/m.



[26 cm]

- 104 ●●● In assenza di attrito, su un piano inclinato lungo 2,40 m, una cassa di massa 50 kg viene trattenuta grazie a una forza equilibrante parallela al piano di 196 N.

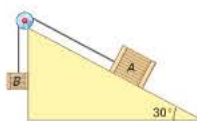
- a) Determina il dislivello tra le due estremità.  
b) Se la lunghezza del piano si dimezza, qual è la forza necessaria per l'equilibrio?

$$[a) 0,96 \text{ m}; b) 3,9 \cdot 10^3 \text{ N}]$$

- 105 ●●● La cassa A di 110 kg è tenuta in equilibrio, su un piano inclinato lungo 8,00 m e avente un'inclinazione di 30° rispetto all'orizzontale, da una cassa B.

- a) Determina, in assenza di attrito, qual è il peso della cassa B.

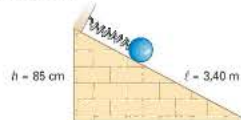
- b) Quale sarebbe la forza equilibrante poco prima che la cassa inizi a muoversi, se tra essa e il piano inclinato vi fosse un coefficiente di attrito radente statico di 0,300?



**SUGGERIMENTO** La forza al distacco è  $F_{s, \max} = K_s \cdot P_\perp$  ed è tale che in sua presenza la forza equilibrante diminuisce.

$$[a) 540 \text{ N}; b) 259 \text{ N}]$$

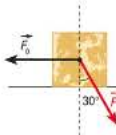
- 106 ●●● A una molla di costante elastica  $K = 120$  N/m viene appesa una sferetta di massa 750 g. Di quanto si allunga la molla per mantenere la sfera in equilibrio in assenza di attrito?



[1,5 cm]

- 107 ●●● Un cubo di marmo di peso 4000 N è in equilibrio su un piano orizzontale.

- a) Determina la reazione vincolare.  
b) Calcola la forza minima necessaria affinché il cubo cominci a muoversi, nel caso in cui il coefficiente di attrito radente statico fra il marmo e la superficie di appoggio è 0,15.  
c) Se sul cubo agisse anche una forza  $\vec{F}$  di intensità 800 N, diretta come nella figura, quale intensità dovrebbe avere una forza orizzontale  $F_0$  affinché il cubo inizi a muoversi?



**SUGGERIMENTO** Scomponi la forza  $\vec{F}$  in due direzioni, una perpendicolare al piano di appoggio del cubo (per cui ha la stessa direzione e lo stesso verso della forza peso) e l'altra parallela al piano d'appoggio.

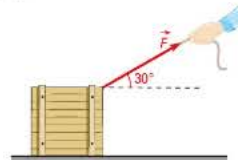
$$[a) \dots; b) 600 \text{ N}; c) 1,1 \cdot 10^3 \text{ N}]$$

- 108 ●●● Un ragazzo tira una cassa di massa 37,0 kg su un piano orizzontale applicando una forza di 150 N, la cui direzione forma con l'orizzontale un angolo 30°.

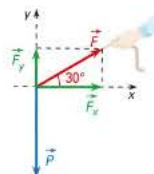
- Sapendo che il coefficiente di attrito radente statico tra il piano e la cassa è  $K_s = 0,400$ :

- a) determina la forza massima di attrito radente statico, cioè quella che si esercita al distacco;

- b) stabilisci se la cassa rimane in equilibrio e motiva la risposta.



**SUGGERIMENTO** a) Osserva la figura in cui sono schematizzate le forze agenti sulla cassa. La forza  $\vec{F}$  va scomposta nei vettori componenti  $F_x$  ed  $F_y$ .



Nella formula della forza al distacco  $F_{s, \max} = K_s \cdot F_\perp$  la componente  $F_\perp = P - F_y = m \cdot g - \dots$

- b) La forza che agisce per spostare la cassa è solo il vettore componente  $F_x$ .

$$[a) 115 \text{ N}; b) \text{no, perché...}]$$

- 109 ●●● Un baule di 70,0 kg è fermo su un piano inclinato di altezza 1,20 m e lunghezza 3,60 m.

- a) Determina la forza al distacco, sapendo che il coefficiente di attrito radente statico fra il baule e il piano è 0,700.  
b) Dopo che il piano inclinato è stato pulito e lucidato, per mantenere in equilibrio il baule è sufficiente una forza equilibrante di 35,0 N. Qual è il nuovo coefficiente di attrito radente statico?

$$[a) 453 \text{ N}; b) 0,300]$$

- 110 ●●● Uno sciatore è fermo su una rampa alta 9,0 m grazie alla forza massima di attrito radente statico che vale 85 N, agente tra gli sci e la neve, il cui coefficiente di attrito radente statico vale 0,11.

- Determina:  
a) la reazione vincolare;  
b) la massa dello sciatore;  
c) la lunghezza della rampa.



$$[a) 770 \text{ N}; b) 79 \text{ kg}; c) 82 \text{ m}]$$

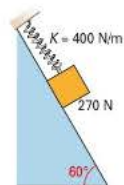
- 111** ●●● Una molla è disposta orizzontalmente su una superficie. Un suo estremo è fisso, mentre all'altro estremo è fissato un corpo, su cui agisce una forza verticale di 60 N, che può strisciare sulla superficie. Il coefficiente di attrito radente statico vale 0,085. Se la molla risulta allungata di 6,0 cm, quanto deve valere la sua costante elastica, affinché la forza di richiamo che essa esercita sia in grado di far muovere il corpo?



**SUGGERIMENTO** La forza esercitata dalla molla deve essere uguale alla forza di distacco, quindi...

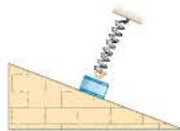
[85 N/m]

- 112** ●●● A una molla elastica di costante  $K = 400$  N/m viene appeso un corpo di peso 270 N. Sapendo che il coefficiente di attrito radente statico fra piano e corpo è 0,35, calcola di quanto si allunga la molla per mantenere il corpo in equilibrio quando viene esercitata la forza massima di attrito radente statico.



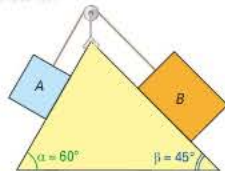
[0,47 m]

- 113** ●●● Un disco di 800 g, agganciato a una molla e appoggiato su un piano inclinato, è in equilibrio così come è riportato nella figura. L'altezza del piano inclinato è 20 cm, mentre la sua lunghezza è 60 cm. La molla ha una costante elastica pari a 35 N/m e risulta allungata di 4 cm rispetto alla lunghezza a riposo.



[1,9 N]

- 114** ●●● All'equilibrio l'oggetto A subisce una forza equilibrante di 255 N parallela al piano inclinato di sinistra in assenza di attrito.



- Determina la massa di A.
- Determina la massa di B.
- Se  $m_A = m_B = 20$  kg e tra il piano e l'oggetto B non c'è attrito, quale dovrebbe essere il valore minimo del coefficiente di attrito radente statico del piano A affinché il sistema resti in equilibrio?

[a] 30,0 kg; b) 36,8 kg; c) 0,32]

- 115** ●●● Una massa di 30,0 kg è stata misurata con una bilancia il cui errore di sensibilità è 0,2 kg. Determina la misura del peso corrispondente. Per l'accelerazione di gravità assumi  $g = (9,81 \pm 0,01)$  m/s<sup>2</sup>.



[(294 ± 3) N]

- 116** **IN ENGLISH** ●●○ In George's bedroom, a picture with weight of 100 N hangs on a wall; two wires are used to support the picture, so that each wire must support one half of the picture's weight. The angle that the wires make with the horizontal is 45°, as shown in the diagram. Calculate the tension in each wire. What happens to the tension if the angle is varied?



[ $T_1 = T_2 = 70.7$  N; as the angle with the horizontal increases, the amount of tensional force required to hold the picture at equilibrium decreases]

- 117** **IN ENGLISH** ●●○ A spring, whose spring constant is 120 N/m, is stretched 60.0 cm when a mass is hung from it. Find the mass.

[7.34 kg]

## PREPARATI ALLA VERIFICA

### Quesiti

- Definisci la forza, specificando come si misura.
- Che cosa rappresenta la costante elastica della molla?
- Qual è la condizione di equilibrio su un piano inclinato?
- In relazione alla forza di attrito radente statico, quali sono il modulo, la direzione e il verso della forza di distacco?

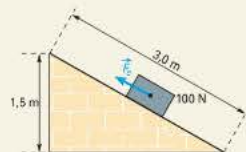
### Test

- Qual è la massa di un'automobile che ha un peso pari a 11772 N?  
 A 11772 kg  
 B  $115,5 \cdot 10^3$  kg  
 C 1200 kg  
 D 981 kg
- Qual è l'accelerazione di gravità di un pianeta sul quale un astronauta di 50,0 kg ha un peso di 186,5 N?  
 A 3,73 m/s<sup>2</sup>  
 B 9,81 m/s<sup>2</sup>  
 C 0,27 m/s<sup>2</sup>  
 D 9325 m/s<sup>2</sup>
- Se un corpo viene portato dalla Terra sulla Luna, che cosa accade?  
 A Diminuiscono sia la sua massa sia il suo peso  
 B Diminuisce la massa, mentre il peso non cambia  
 C Sia la sua massa sia il suo peso non variano  
 D Diminuisce il peso, mentre la massa non cambia

- Una molla con costante elastica di 80 N/m viene sottoposta a una forza di 4,0 N. L'allungamento della molla vale:  
 A 0,050 m  
 B 20 cm  
 C 3,2 cm  
 D 8,0 cm
- Una molla, di lunghezza a riposo pari a 35,0 cm, ha una costante elastica di 120 N/m. Se la sua lunghezza finale è di 42,5 cm, quanto vale la forza applicata alla molla?  
 A 51 N  
 B 6,3 N  
 C 9,0 N  
 D 16 N

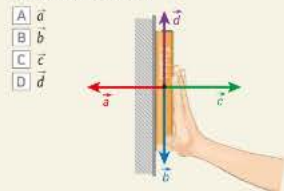
- Due libri di massa 1,5 kg e 3,5 kg sono disposti uno sopra l'altro su un banco orizzontale. Qual è la reazione vincolare del banco?  
 A 49 N  
 B 5,0 N  
 C 0 N  
 D 98 N

- 11** Un corpo ha un peso di 100 N. Se viene posto su un piano inclinato lungo 3,0 m e alto 1,5 m, quanto vale (in assenza di attrito) la forza equilibrante diretta parallelamente al piano inclinato?



- |        |         |
|--------|---------|
| A 20 N | C 100 N |
| B 50 N | D 200 N |

- 12** Se spingo con la mano un libro contro un muro in modo da impedirne la caduta, quale vettore può rappresentare la forza di attrito?

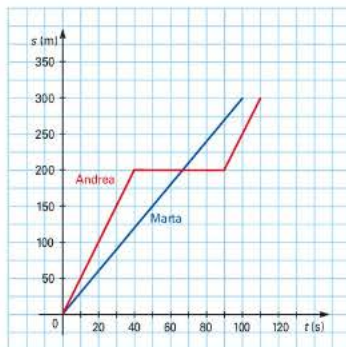


### Problemi

- Qual è la massa di Curiosity, il modulo che ha esplorato la superficie di Marte, sapendo che il suo peso sul pianeta è 3357 N e che l'accelerazione di gravità marziana vale 3,73 m/s<sup>2</sup>? [900 kg]
- A un'estremità di una molla di peso trascurabile e di lunghezza iniziale di 18,0 cm viene agganciato un corpo di massa di 4,80 kg, che le fa raggiungere la lunghezza finale di 23 cm. Se alla molla venisse appesa una massa di 6,30 kg, quale sarebbe la lunghezza finale della molla? [24,6 cm]
- La rampa che serve a raggiungere il parcheggio di un supermercato è un piano inclinato lungo 10,0 m e alto 1,50 m.
  - Se la massa di un carrello è 20,0 kg, quanto valgono in assenza di attrito la forza equilibrante del carrello e la reazione vincolare del piano?
  - Supponendo che la rampa sia ruvida, con coefficiente di attrito radente statico 0,08, la forza di attrito sarebbe sufficiente per tenere il carrello in equilibrio? In caso di risposta negativa, quale minima forza occorre esercitare per tenere fermo il carrello? [a] 29,4 N; 194 N; b) 13,9 N]



- 80 ●●○ La gara tra Andrea e Marta su una distanza di 300 m si svolge come è riportato nel grafico: Andrea, resosi conto della propria superiorità, si ferma alcuni secondi fingendo un inconveniente a una scarpa.

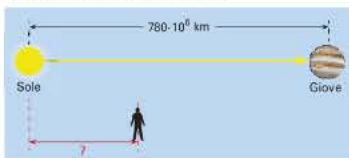


Determina:

- a) la velocità media di Andrea durante l'intera gara;  
b) la velocità di Marta;  
c) la distanza percorsa rispettivamente da Andrea e Marta nei primi 50 s;  
d) chi vince la gara e con quale vantaggio;  
e) quale velocità avrebbe dovuto tenere Andrea dopo la fermata per arrivare contemporaneamente a Marta.

[a] 2,7 m/s; b) 3,0 m/s; c) 200 m; 150 m;  
d) Marta; 50 m; e) 10 m/s

- 81 ●●○ Un raggio di luce partito dal Sole si muove di moto rettilineo uniforme a 300 000 km/s. Un osservatore ha fatto scattare il cronometro nel momento in cui il raggio di luce gli è passato davanti. Se il cronometro segna 35,0 min quando il raggio giunge in prossimità di Giove, che dista  $780 \cdot 10^6$  km dal Sole, a quale distanza dalla nostra stella si trova l'osservatore?



[ $150 \cdot 10^6$  km]

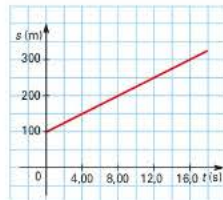
- 82 ●●○ Due corpi viaggiano, in relazione al medesimo sistema di riferimento, rispettivamente alla velocità costante di 5,0 m/s e 7,5 m/s. Ipotizzando che la posizione iniziale sia nulla per entrambi i corpi:

- a) scrivi le leggi orarie;  
b) costruisci le tabelle orarie a partire da  $t = 0$  s fino a  $t = 10$  s, incrementando ogni volta il tempo di 2,0 s;

- c) traccia i grafici spazio-tempo nello stesso piano cartesiano;  
d) calcola la distanza fra essi dopo 5,0 s, sia tramite il grafico sia con l'uso delle leggi orarie.

[a]  $s = 5,0 \cdot t$ ;  $s = 7,5 \cdot t$ ; d) 12,5 m]

- 83 ●●○ Un motorino si muove secondo il grafico riportato.



- a) Determina la velocità costante con cui dovrebbe muoversi un altro motorino affinché, partendo da  $s_0 = 0$  m, raggiunga il primo dopo 16,0 s.  
b) Scrivi le due leggi orarie.  
c) Trova dopo quanto tempo la distanza che separa i due motorini è 100 m.

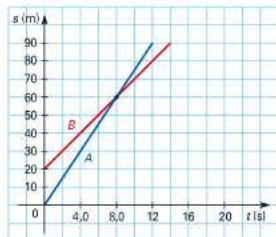
**SUGGERIMENTO** Per calcolare la velocità del primo motorino, ricorri alla formula  $v = \Delta s / \Delta t$ . Inoltre, per il terzo quesito, poni  $s_A - s_B$  uguale a 100 m e...

[a] 18,75 m/s; b)  $s = 12,5 \cdot t + 100$ ;  $s = 18,75 \cdot t$ ; c) 32,0 s]

- 84 ●●○ Due pedoni si muovono lungo una traiettoria rettilinea: il primo con velocità di 0,75 m/s e posizione iniziale di 15 m, il secondo con velocità di 2,00 m/s e posizione iniziale di 5,0 m. Stabilisci in quale posizione il secondo pedone raggiunge il primo e quanta strada hanno percorso rispettivamente.

[21 m; 6,0 m; 16 m]

- 85 ●●○ Due amici si sfidano in una corsa, ma A, essendo più veloce di B, gli concede un vantaggio di 20 m.

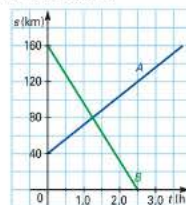


Determina:

- a) la legge oraria relativa al moto di A e di B;  
b) chi vince la gara e quanto tempo prima del secondo arriva al traguardo posto a 90 m;  
c) a quale distanza dal traguardo A raggiunge B.

[b] ..., 2,0 s; c) 30 m]

- 86 ●●○ Esaminato il grafico, trova la velocità dei due moti rappresentati e la distanza che separa i due oggetti dopo 3 h e tre quarti.



[32 km/h; -64 km/h; 240 km]

- 87 ●●○ Giacomo esce per recarsi a scuola, che dista 8 km, alle 7:35 del mattino e di solito viaggia con il suo motorino a 25,2 km/h. Dopo aver percorso 2,00 km si ricorda di essersi dimenticato il quaderno di Fisica e quindi torna indietro alla velocità di 36,0 km/h. Poi, dopo aver impiegato 4,00 min per trovare il quaderno, riparte alla velocità di 45,0 km/h perché teme di arrivare in ritardo, dato che la campanella suona alle 8:00.

- a) Quanto tempo impiega Giacomo (se non deve tornare indietro) per recarsi a scuola?  
b) Riesce ad arrivare a scuola in tempo? In caso di risposta affermativa, con quale anticipo?

[a] 19 min; b) sì, impiega 22 min 46 s e quindi è in anticipo di 2 min 14 s]

- 88 ●●○ Livia e Simone, che abitano sulla stessa strada rettilinea a 3,00 km di distanza, hanno un appuntamento. Livia esce alle 16:00 e si mette a camminare verso la casa di Simone alla velocità di 1,10 m/s, mentre Simone, che esce alle 16:05, va incontro all'amica in bicicletta a 5,00 m/s.

- a) Rappresenta i moti in un grafico spazio-tempo.  
b) A che ora si incontrano i due ragazzi?  
c) Quale distanza ha percorso Livia?

[b] 16 h 12 min 18 s; c) 812 m]

- 89 ●●○ Giorgio è fermo con il suo cane Jack e aspetta sua moglie Sofia. L'animale riconosce la padrona quando è alla distanza di 100 m e le corre incontro alla velocità di 16,2 km/h, mentre i due coniugi iniziano entrambi a camminare alla velocità di 1,30 m/s uno verso l'altro. Jack, una volta raggiunta Sofia, torna indietro sino ad arrivare da Giorgio, mentre i due coniugi continuano a camminare l'uno verso l'altro.



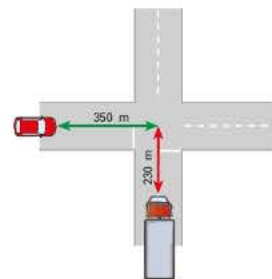
I moduli delle velocità non variano.

- a) In quanti secondi Jack raggiunge Sofia?  
b) Quando Jack raggiunge Sofia qual è la distanza tra i due coniugi?  
c) Quanti secondi impiega Jack per ritornare da Sofia a Giorgio?  
d) Nel momento in cui Jack raggiunge Giorgio, qual è la distanza finale tra i due coniugi?

**SUGGERIMENTO** c) La distanza iniziale tra Giorgio e Jack è data dalla soluzione di b). Quindi, introdotto come incognita  $t$  il tempo impiegato da Jack per tornare da Giorgio, hai...

[a] 17,2 s; b) 55,3 m;  
c) 9,53 s; d) 30,5 m]

- 90 ●●○ Un'automobile si trova a 350 m da un incrocio e sta procedendo alla velocità costante di 63,0 km/h. Un camion si sta muovendo alla velocità costante di 45,0 km/h e si trova a 230 m dall'incrocio, ma sulla strada perpendicolare rispetto a quella che percorre l'automobile. Verifica che i due mezzi non si scontrano, se attraversano l'incrocio senza rallentare. Scrivi quindi la legge oraria dei loro moti, nell'ipotesi che venga fatto partire il cronometro nell'istante  $t_0 = 0$  s in cui passa all'incrocio il mezzo che vi giunge per secondo.



[automobile:  $s = 17,5 \cdot t$ ; ...]

- 91 ●●○ Trova la velocità di un corpo, sapendo che, in un intervallo di tempo pari a  $(0,91 \pm 0,01)$  s, si sposta con moto rettilineo uniforme dalla posizione iniziale  $(12,5 \pm 0,1)$  cm alla posizione finale  $(81,4 \pm 0,1)$  cm.

[ $(76 \pm 1)$  cm/s]

- 92 **IN ENGLISH** ●●○ Two trains, travelling towards each other at a constant speed, left from two separate stations that are 440 km apart, at the same time.

If the speed of the first train is 100 km/h and the speed of the second train is 120 km/h, how long will it take for them to pass each other?

[2 h]

## » PREPARATI ALLA VERIFICA

### » Quesiti

- 1 Dopo aver definito il concetto di traiettoria, spiega se per determinare la traiettoria di un'automobile è sufficiente conoscere il punto di partenza e di arrivo.
- 2 La velocità media è una grandezza vettoriale: descrivi in modo completo le sue caratteristiche.
- 3 Illustra la legge oraria di un moto uniforme nel caso in cui  $t_0 = 0$  s ed  $s_0 \neq 0$  m e la sua rappresentazione nel grafico spazio-tempo.
- 4 Qual è il significato della pendenza di una retta nel grafico spazio-tempo?

### » Test

- 5 Nella tabella sono riportate le posizioni di una motocicletta durante un viaggio.

t (min)	0	5,0	10	15	20
s (km)	2,0	9,0	17	23	32

La velocità media è:

- ☐ A 23 m/s      ☐ C 27 m/s  
☐ B 30 m/s      ☐ D 25 m/s

- 6 Un ciclista procede alla velocità media di 8,00 m/s. Quanto tempo impiega a percorrere 1,00 km?

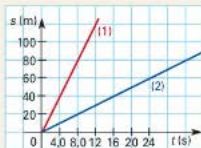
- ☐ A 8 min      ☐ C 1000 s  
☐ B 125 s      ☐ D 0,125 min

- 7 Un'automobile A, che viaggia alla velocità costante di 86,4 km/h, viene sorpassata da un'automobile B che viaggia alla velocità di 30 m/s. Quale distanza separa A da B dopo 15 min dal sorpasso?

- ☐ A 90 km      ☐ C 864 m  
☐ B 450 m      ☐ D 5,4 km

- 8 Dato il grafico rappresentato, determina la velocità relativa alla retta (2).

- ☐ A 0,4 m/s  
☐ B 2 m/s  
☐ C 10 m/s  
☐ D 2,5 m/s

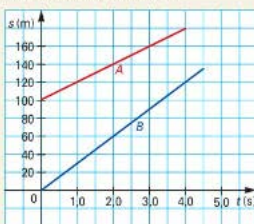


- 9 Utilizzando le unità del Sistema Internazionale, la legge oraria di un corpo, che inizialmente si trova a 50 cm e che si muove alla velocità costante di 9,0 km/h, è:

- ☐ A  $s = 9,0 \cdot t + 50$       ☐ C  $s = 9,0 \cdot t + 0,50$   
☐ B  $s = 2,5 + 50 \cdot t$       ☐ D  $s = 2,5 \cdot t + 0,50$

- 10 Quale affermazione è errata?

- ☐ A La velocità di A è 70 m/s  
☐ B Per  $t = 3$  s, A precede B di 70 m  
☐ C La legge oraria di B è  $s = 30 \cdot t$   
☐ D B raggiunge A dopo 10 s



- 11 In relazione al grafico del test 10, la legge oraria di A è:

- ☐ A  $s = 70 \cdot t + 100$       ☐ C  $s = 30 \cdot t + 100$   
☐ B  $s = 100 \cdot t$       ☐ D  $s = 20 \cdot t + 100$

### » Problemi

- 12 B parte con un vantaggio di 200 m e 35,0 s prima di A. A si muove alla velocità di 30,0 m/s e B a velocità 25,0 m/s.

- a) Rappresenta in un grafico spazio-tempo il moto di A e B.  
 b) Qual è il vantaggio di B nell'istante in cui parte A?  
 c) Dopo quanti secondi dalla sua partenza A raggiunge B?  
 [b) 1,08 km; c) 215 s]

- 13 Due compagni di classe, Laura e Mattia, abitano nello stesso condominio, che si trova a 7,40 km dalla scuola. Quando sono a lezione e suona la campanella, Laura esce subito e parte con la bicicletta alla velocità di 25,2 km/h. Mattia parte 6,00 min dopo con il motorino alla velocità di 43,2 km/h. a) Dopo quanto tempo Mattia (a partire dall'istante della sua partenza) raggiunge Laura? b) A che distanza da scuola? c) Dopo aver superato Laura, quanti secondi Mattia impiega per arrivare a casa?  
 [a) 504 s; b) 6050 m; c) 113 s]

- 14 Jacopo e Martina si sfidano sui 100 metri stile libero. Jacopo nuota alla velocità di 1,60 m/s e Martina di 1,50 m/s. Per rendere la sfida più incerta, Jacopo concede a Martina 5,00 m di vantaggio. a) Scrivi le leggi orarie del moto di ciascuno dei due nuotatori, supponendo che il cronometro venga avviato quando parte Jacopo. b) Dopo quanto tempo Jacopo raggiunge Martina? c) Nell'istante in cui Jacopo tocca il traguardo vincendo la gara, quanti metri di vantaggio ha su Martina?

[a)  $s_J = 1,60 \cdot t$ ,  $s_M = 1,50 \cdot t + 5,00$ ; b) 50,0 s; c) 1,25 m]



- 98 ●● Un ragazzo, che sta cercando di diventare un giocatore, tira verso l'alto una clavetta con velocità iniziale  $v_0 = 5,50$  m/s. Rispetto alla posizione di lancio, quale altezza massima raggiunge l'oggetto?

**SUGGERIMENTO** In fase di salita il moto è uniformemente decelerato ( $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>) con velocità iniziale  $v_0$  e termina quando la velocità diventa nulla. Quindi:

$$\begin{cases} v = a \cdot t + v_0 \\ s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t \end{cases} \quad \begin{cases} v_{\text{finale}} = -9,81 \cdot t + v_0 \\ s = \frac{1}{2} (-9,81) \cdot t^2 + v_0 \cdot t \end{cases}$$

$0 = \dots$  da cui ricavi  $t$  e sostituisce nella seconda equazione

$$s = \frac{1}{2} (-9,81) \dots + 5,50 \dots \quad [1,54 \text{ m}]$$

- 99 ●● Elisa lancia verso l'alto un pupazzo con  $v_0 = 4,7$  m/s. Il soffitto è alto 2,8 m.

- a) Il giocattolo raggiunge il soffitto se viene lanciato da 1,0 m di altezza rispetto al pavimento?  
b) Quanto tempo impiega per raggiungere la massima altezza?

[a] no; b) 0,48 s

- 100 ●● Renzo e Matteo, alla fine dell'ora di Scienze motorie e sportive, stanno scherzando e il primo lancia la scarpa dell'amico in verticale con  $v_0 = 6,20$  m/s da un'altezza di 2,00 m rispetto al suolo.

- a) Se il soffitto della palestra è alto 6,00 m, la scarpa lo raggiunge?  
b) Quanto tempo impiega a raggiungere la massima altezza?  
c) Quanto tempo impiega per ricadere al suolo da quando è stata lanciata?

**SUGGERIMENTO** Per rispondere al quesito c) devi considerare che la caduta dalla massima altezza è un moto uniformemente accelerato con velocità iniziale nulla.

[a] no; b) 0,63 s; c) 1,53 s

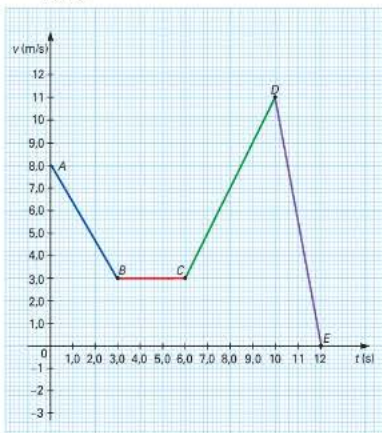
- 101 **IN ENGLISH** ●● A car is moving at a speed of 24 m/s, when it accelerates and reaches its final speed of 36 m/s in 3.0 s. Determine the distance covered during this interval of time. [90 m]

- 102 **IN ENGLISH** ●● What is the displacement of a car whose initial velocity is 5.0 m/s and then accelerates 2.0 m/s<sup>2</sup> for 10 s? [150 m]

## PROBLEMI

La risoluzione può richiedere la conoscenza di argomenti trasversali a più paragrafi dell'Unità. Il numero di pallini indica il livello di difficoltà di ciascun problema: ●● livello intermedio ●●● livello avanzato

- 103 ●●● Osserva il grafico relativo all'allenamento di un ciclista.



- a) Determina l'accelerazione nei tratti AB, BC, CD e DE.  
b) Individua la legge oraria del moto rispetto ai singoli tratti AB, BC, CD e DE.  
c) Calcola lo spazio complessivo percorso nei primi 12 s.

[a] -1,7 m/s<sup>2</sup>; ...;

b) AB:  $s = \frac{1}{2} (-1,7) \cdot t^2 + 8,0 \cdot t$ ; BC:  $s = 3,0 \cdot t$ ; ...; c) 65 m

- 104 ●●● Un corpo A parte da fermo dalla posizione  $s_0 = 0$  m con accelerazione costante di 0,20 m/s<sup>2</sup>, mentre un corpo B transita nella stessa posizione con velocità costante di 1,0 m/s. Entrambi i corpi si muovono di moto rettilineo lungo la stessa traiettoria e nello stesso verso.

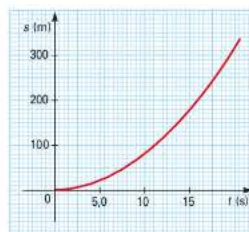
- a) Scrivi le leggi orarie dei moti dei due corpi.  
b) Traccia nello stesso piano cartesiano le curve rappresentative dei due moti.  
c) Trova la distanza che separa A da B dopo 6 s.  
d) Determina dopo quanto tempo A raggiunge B.

**SUGGERIMENTO** Per individuare i punti necessari per tracciare il grafico, ti conviene costruire una tabella oraria, assegnando al tempo valori a piacere non troppo grandi.

[a]  $s = 0,10 \cdot t^2$ ;  $s = 1,0 \cdot t$ ;

c) 2,4 m; d) 10 s

- 105 ●●● Esamina il grafico.



- a) Stabilisci a quale tipo di moto si riferisce e perché.  
b) Calcola la grandezza che tra la velocità e l'accelerazione è costante.  
c) Scrivi la legge oraria del moto.  
d) Determina la posizione del corpo dopo 40 s.  
e) Trova la velocità del corpo dopo 1,0 min.

**SUGGERIMENTO** Individua una coppia (t, s) di valori corrispondenti a un punto appartenente alla parabola, calcola immediatamente la... tramite la formula inversa.

[c]  $s = 0,8 \cdot t^2$ ; d) 1,3 km; e) 96 m/s

- 106 ●●● Un'automobile accelera lungo il tratto rettilineo di un circuito da 0 a 100 km/h in 10,5 s. Immaginando che l'accelerazione sia costante, determina lo spazio percorso in tale intervallo di tempo e la velocità che l'automobile raggiungerebbe dopo 400 m dalla partenza.

[146 m; 45,9 m/s]

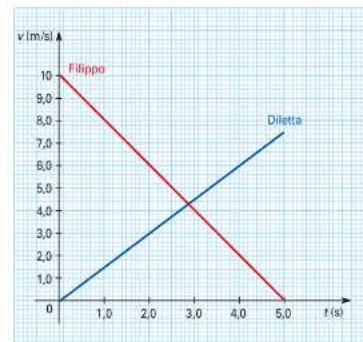
- 107 ●●● Completa la tabella di confronto fra il moto rettilineo uniforme e quello uniformemente accelerato con partenza da fermo.

	Moto rettilineo uniforme	Moto rettilineo uniformemente accelerato
Caratteristiche		
Traiettoria	rettilinea	...
Velocità	...	variabile ( $v = a \cdot t$ )
Accelerazione	nulla	...
Grandezze direttamente proporzionali	...	velocità e tempo
Grandezze con proporzionalità quadratica diretta	nessuna	...
Legge oraria (con $s_0 = 0$ )	$s = v \cdot t$	$s = \dots$
Grafico ( $v, t$ )	...	retta
Grafico ( $s, t$ )	...	...

- 108 ●●● Nello stesso istante in cui Diletta parte da ferma con il suo motorino, Filippo, che la sta superando, inizia a frenare con decelerazione costante perché vuole fermarsi a parlare con lei.

Utilizzando i dati ricavabili dal grafico, determina:

- a) l'accelerazione di Diletta e Filippo;  
b) quanto spazio percorre Diletta prima di raggiungere Filippo;  
c) dopo quanto tempo Diletta raggiunge Filippo.



[a] 1,5 m/s<sup>2</sup>; -2,0 m/s<sup>2</sup>; b) 25 m; c) 5,8 s

- 109 ●●● Elena si sta muovendo in bicicletta lungo una strada rettilinea a velocità costante di 3,00 m/s e si trova 200 m davanti al suo amico Jacopo che parte in auto con accelerazione costante di 1,20 m/s<sup>2</sup>.

- a) Dopo quanto tempo Jacopo raggiunge Elena?  
b) Quale distanza ha percorso Jacopo?  
c) Qual è la velocità di Jacopo quando raggiunge Elena?

**SUGGERIMENTO** La distanza complessiva percorsa da Jacopo con moto uniformemente accelerato è uguale a quella percorsa da Elena con moto rettilineo uniforme aumentata di 200 m. Quindi  $s_{\text{Jacopo}} = s_{\text{Elena}} + 200 \dots$

[a] 20,9 s; b) 263 m; c) 90,4 km/h

- 110 ●●● Un automobilista, mentre viaggia alla velocità di 108 km/h, vede sulla sua strada un tronco alla distanza di 100 m. L'automobilista, a causa del tempo di reazione, inizia la frenata dopo 0,30 s dal momento in cui ha visto l'ostacolo, poi decelera fino a fermarsi dopo 6,0 s.

- a) Quanto spazio percorre prima di iniziare la frenata?  
b) A quanti metri dall'ostacolo riesce a fermarsi?

**SUGGERIMENTO** Il tempo di reazione è l'intervallo di tempo che intercorre fra la decisione di frenare e l'istante in cui inizia effettivamente la frenata. Durante il tempo di reazione la velocità rimane inalterata.

[a] 9,0 m; b) 1,0 m



## PERCORSO RISOLUTIVO Martina e Gaia evitano lo scontro

## PROBLEM SOLVING

**111 ●●● ESERCIZIO SVOLTO** Martina e Gaia, alla guida delle rispettive automobili, stanno viaggiando lungo una stretta strada rettilinea in verso opposto. Martina è partita da 8,00 s e sta accelerando con  $a_M = 2,40 \text{ m/s}^2$ , mentre Gaia va a  $79,2 \text{ km/h}$ , quando alla distanza di 130 m si avvistano e per evitare lo scontro cominciano entrambe a decelerare con  $a = -3,50 \text{ m/s}^2$ .

Le due ragazze non si scontrano. Determina a quale distanza si sono fermate l'una dall'altra.



## DATI ED EQUIVALENZE

$t = 8,00 \text{ s}$     $a_M = 2,40 \text{ m/s}^2$   
 $v_G = 79,2 \text{ km/h} = 22,0 \text{ m/s}$   
 $d' = 130 \text{ m}$  (distanza iniziale)  
 $a_{M \text{ finale}} = -3,50 \text{ m/s}^2$  (per Martina)  
 $a_{G \text{ finale}} = -3,50 \text{ m/s}^2$  (per Gaia)

## RICHIESTE

distanza finale  $d$

## FORMULE DA RIPASSARE

$v = a \cdot t$     $v = a \cdot t + v_0$   
 $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$

N.B. Per evitare problemi di segno, Martina e Gaia adottano ciascuna il proprio sistema di riferimento.

## STRATEGIE RISOLUTIVE

## CALCOLI

Calcola la velocità raggiunta da Martina prima di iniziare la frenata

$$v_M = a_M \cdot t \quad \rightarrow \quad v_M = 2,40 \cdot 8,00 = 19,2 \text{ m/s}$$

Per calcolare il tempo di frenata di Martina, imponi che la velocità finale sia 0. Analogamente procedi per Gaia

$$v_{M \text{ finale}} = a_{M \text{ finale}} \cdot t_M + v_{M \text{ iniziale}} \quad \rightarrow \quad 0 = -3,50 \cdot t_M + 19,2 \quad t_M = \frac{19,2}{3,50} \approx 5,49 \text{ s}$$

$$v_{G \text{ finale}} = a_{G \text{ finale}} \cdot t_G + v_{G \text{ iniziale}} \quad \rightarrow \quad 0 = -3,50 \cdot t_G + 22,0 \quad t_G = \frac{22,0}{3,50} \approx 6,29 \text{ s}$$

Determina le distanze percorse durante la frenata da Martina e Gaia

$$s_M = \frac{1}{2} a_{M \text{ finale}} \cdot t_M^2 + v_{M \text{ iniziale}} \cdot t_M \quad \rightarrow \quad s_M = \frac{1}{2} (-3,50) (5,49)^2 + 19,2 \cdot 5,49 \quad s_M \approx 52,7 \text{ m}$$

$$s_G = \frac{1}{2} a_{G \text{ finale}} \cdot t_G^2 + v_{G \text{ iniziale}} \cdot t_G \quad \rightarrow \quad s_G = \frac{1}{2} (-3,50) (6,29)^2 + 22,0 \cdot 6,29 \quad s_G \approx 69,1 \text{ m}$$

Non c'è scontro, perché le posizioni di Martina e Gaia, dopo che si sono fermate, sono tali per cui  $s_M + s_G < 130 \text{ m}$ .

$$\rightarrow \quad s_M + s_G = 52,7 + 69,1 = 121,8 \text{ m} < 130 \text{ m}$$

Calcoli la distanza tra le due ragazze dopo che si sono fermate

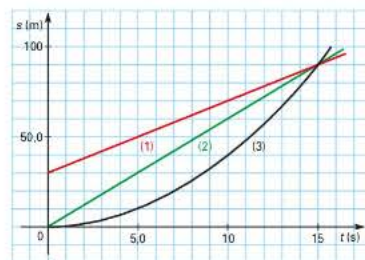
$$d = d' - (s_M + s_G) \quad \rightarrow \quad d = 130 - (52,7 + 69,1) = 8,2 \text{ m}$$

**112 ●●● METTI IN PRATICA** Giorgio e Francesco, che stanno guidando i rispettivi motorini, procedono in verso opposto su una strada moncorsia e distano 35 m. Giorgio, che sta andando alla velocità di  $32,4 \text{ km/h}$ , per evitare di scontrarsi con Francesco frena con  $a = -2,7 \text{ m/s}^2$ , mentre Francesco, che procede a  $25,2 \text{ km/h}$ , inizia a frenare con  $a = -2,0 \text{ m/s}^2$ .

a) I due motorini si scontrano? Se la risposta è negativa, a quale distanza si arrestano l'uno dall'altro?

b) Se avessimo tenuto conto del tempo di reazione di Giorgio pari a  $0,80 \text{ s}$  e di quello di Francesco pari a  $1,2 \text{ s}$ , i due veicoli si sarebbero fermati in tempo? [a] 8,0 m; b) no, perché...

**113 ●●●** Analizza il grafico, in cui 1 e 2 rappresentano i moti di due pedoni e 3 il moto di un ciclista.



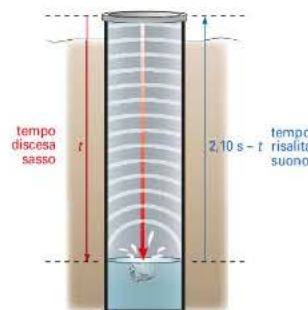
- Scrivi la legge oraria di ciascuno dei tre moti rappresentati nel grafico.
- Calcola la velocità dei pedoni e del ciclista quando si incontrano.
- Determina l'istante e la posizione in cui il ciclista ha la stessa velocità del pedone 1 e poi quando ha la stessa velocità del pedone 2. Che cosa accomuna in quei punti la parabola alle rette?
- Trova la velocità media del ciclista nei primi 15 s.

[b] 4,0 m/s, 6,0 m/s, 12 m/s;

c) 5,0 s, 10 m; 7,5 s, 23 m; d) 6,0 m/s]

**114 ●●●** Un vaso di fiori cade da un balcone a 9,0 m dal suolo, mentre Federico che si trova su un balcone soprastante a 15 m di altezza dal suolo lancia un mazzo di chiavi. A che velocità lo deve lanciare affinché chiavi e vaso arrivino contemporaneamente al suolo? [4,4 m/s]

**115 ●●●** Lasci cadere un sasso in un pozzo e senti dopo 2,10 s il rumore dell'impatto con l'acqua. Sapendo che la velocità del suono nell'aria è 340 m/s, determina la profondità del pozzo.



**SUGGERIMENTO** In fase di discesa il moto è uniformemente accelerato con partenza da fermo e dura un certo tempo  $t_1$ ; in fase di risalita il suono si muove di moto rettilineo uniforme e impiega un tempo  $2,1 - t_1$ . [20,4 m]

**116 ●●●** Da un terrazzo posto a 12 m di altezza, Martina lancia in verticale verso il basso un giocattolo con  $v_0 = 0,50 \text{ m/s}$ . Luca affacciato alla finestra del piano sottostante, posto 3,0 m più in basso, vede cadere il giocattolo.

- Quanto tempo impiega il giocattolo per giungere al piano dove si trova Luca?
- Qual è invece la velocità del giocattolo nel momento in cui arriva al suolo?

**SUGGERIMENTO** a) Si tratta di un moto rettilineo uniformemente accelerato con velocità iniziale diversa da zero per cui, utilizzando la relativa legge oraria  $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$  in cui  $a = g$ , ottieni un'equazione di secondo grado nella variabile  $t$ .

[a] 0,73 s; b) 55 km/h]

**117 ●●●** A un operaio che si trova su un'impalcatura alta 50,0 m sfuggono in rapida successione due attrezzi. La caduta del secondo inizia 1,20 s dopo quella del primo.

- Con quale velocità il primo attrezzo raggiunge il suolo?
- Qual è la velocità del primo attrezzo nell'istante in cui il secondo inizia la caduta?
- Quale spazio deve ancora percorrere il secondo quando il primo giunge a terra?

[a] 31,3 m/s; b) 11,8 m/s; c) 30,6 m]

**118 ●●●** Un'automobile accelera da  $(8,6 \pm 0,2) \text{ m/s}$  a  $(25,5 \pm 0,5) \text{ m/s}$  in un intervallo di tempo di  $(7,2 \pm 0,1) \text{ s}$ . Determina la scrittura dell'accelerazione. Come valuti l'incertezza dell'accelerazione? Per quale motivo l'errore relativo è aumentato rispetto a quelli iniziali delle velocità e dell'intervallo di tempo?



[1,23 ± 0,2 m/s²]

**119 IN ENGLISH ●●●** A motorcycle is travelling at a speed of 54 km/h. What is the motorcycle's average acceleration, if during a 6.9-s time interval its final speed is 89 km/h? [1.4 m/s²]

**120 IN ENGLISH ●●●** A red car is travelling at a constant speed of 81.0 km/h in a straight-line path when it passes a black car at rest. Then after 2.00 s the black car starts from rest and travels with a uniform acceleration of 2.50 m/s².

- How long does it take the black car to overtake the red one? b) How fast is the black car going at that moment?

[a] 19.8 s; b) 178 km/h]



## » PREPARATI ALLA VERIFICA

### » Quesiti

- 1 Definisci accelerazione media e accelerazione istantanea.
- 2 Individua tre situazioni di moto uniformemente accelerato tratte dalla tua esperienza quotidiana.
- 3 Disegna il grafico velocità-tempo relativo a un moto uniformemente accelerato con partenza da fermo ed evidenzia come da esso si possa ricavare la legge oraria.
- 4 Mara, affacciata a una finestra al secondo piano di un palazzo, lascia cadere un mazzo di chiavi: quale tipo di relazione intercorre tra il tempo impiegato e la distanza percorsa?

### » Test

- 5 Determina l'accelerazione media di un ciclista che passa da  $4,0 \text{ m/s}$  a  $20 \text{ m/s}$  in un intervallo di tempo di  $32 \text{ s}$ .

A  $4,0 \text{ m/s}^2$ C  $0,50 \text{ m/s}^2$ B  $0,125 \text{ m/s}^2$ D  $0,625 \text{ m/s}^2$ 

- 6 Un razzo si muove di moto uniformemente accelerato con  $a = 4,0 \text{ m/s}^2$ . Quanto spazio percorre in  $5,0 \text{ s}$ , supponendo che inizialmente sia fermo e sia nulla la sua posizione iniziale?

A  $50 \text{ m}$ C  $10 \text{ m}$ B  $100 \text{ m}$ D  $20 \text{ m}$ 

- 7 Un ciclista, che sta viaggiando a  $3,00 \text{ m/s}$ , comincia a scendere lungo una collina con un moto uniformemente accelerato con  $a = 1,50 \text{ m/s}^2$ . Dopo  $5,00 \text{ s}$  la velocità raggiunta dal ciclista è:

A  $10,0 \text{ m/s}$ C  $12,0 \text{ m/s}$ B  $10,5 \text{ m/s}$ D  $12,5 \text{ m/s}$ 

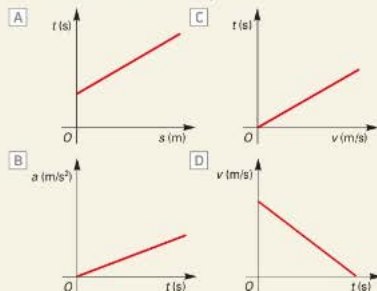
- 8 Marco sta viaggiando a  $86,4 \text{ km/h}$  sulla sua automobile e vede che sulla strada è caduto un piccolo masso. Se riesce a fermarsi in  $12 \text{ s}$ , la decelerazione è:

A  $-7,2 \text{ m/s}^2$ B  $-5,0 \text{ m/s}^2$ C  $-3,4 \text{ m/s}^2$ D  $-2,0 \text{ m/s}^2$ 

- 9 Una moneta cade dall'ultimo piano di un grattacielo e, supponendo che non ci sia attrito, giunge a terra alla velocità di  $40 \text{ m/s}$ . Da quale altezza è caduta? (Utilizza  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)

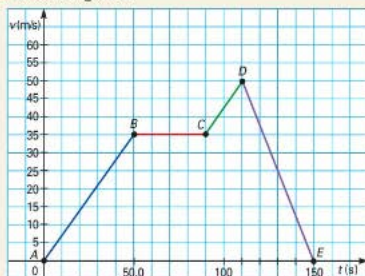
A  $40 \text{ m}$ B  $60 \text{ m}$ C  $80 \text{ m}$ D  $100 \text{ m}$ 

- 10 Quale grafico è compatibile con la rappresentazione della caduta libera di un corpo?



### » Problemi

- 11 Osserva il grafico.



- a) Determina l'accelerazione relativa ai tratti AB, BC, CD e DE.

- b) Qual è lo spazio percorso tra  $t_1 = 30,0 \text{ s}$  e  $t_2 = 70,0 \text{ s}$ ?

- c) Qual è la velocità media dell'intero percorso?

[a]  $0,70 \text{ m/s}^2$ ; ...; 0;  $0,75 \text{ m/s}^2$ ;  $-1,25 \text{ m/s}^2$ ; b)  $1260 \text{ m}$ ; c)  $27,5 \text{ m/s}$

- 12 Un sasso viene lanciato verticalmente nel fiume da un ponte, con una velocità iniziale di  $5,2 \text{ m/s}$  e raggiunge l'acqua sottostante in  $1,5 \text{ s}$ . Calcola la velocità con cui il sasso raggiunge la superficie dell'acqua e l'altezza del ponte.

[ $20 \text{ m/s}$ ;  $19 \text{ m}$ ]

- 13 Un'automobile forza un posto di blocco alla velocità costante di  $162 \text{ km/h}$ . La macchina della polizia, partendo da ferma, inizia un inseguimento con un'accelerazione di  $4,00 \text{ m/s}^2$ .

- a) Dopo quanto tempo l'automobile della polizia raggiunge la velocità dell'auto inseguita?

- b) Nell'istante in cui la macchina della polizia raggiunge la velocità dei fuggiaschi, di quanti metri essi precedono gli inseguitori?

[a]  $11,3 \text{ s}$ ; b)  $253 \text{ m}$

## » PROBLEMI

La risoluzione può richiedere la conoscenza di argomenti trasversali a più paragrafi dell'Unità.

Il numero di pallini indica il livello di difficoltà di ciascun problema: ●●● livello intermedio ●●●● livello avanzato

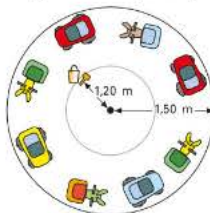
- 66 ●●○ Un ciclista si muove di moto rettilineo uniforme per tre quarti d'ora. La ruota della sua bicicletta, che ha un diametro di 56,0 cm, compie 300 giri al minuto. Trova:

- l'accelerazione centripeta delle parti esterne della ruota;
- la distanza percorsa dal ciclista, ipotizzando uguale a zero la sua posizione iniziale e tenendo conto che, in assenza di fenomeni di slittamento, la velocità tangenziale della ruota è uguale a quella del ciclista.

**SUGGERIMENTO** Una volta trovata la velocità tangenziale, devi ricorrere alla legge oraria del...

[a] 276 m/s<sup>2</sup>; b) 23,8 km

- 67 ●●○ In un parco giochi una giostra è costituita da una piattaforma dal diametro di 3,0 m che ruota di moto uniforme con velocità angolare di 0,20 rad/s. Un bambino dimentica un giocattolo in un punto a 1,20 m dal centro.



- Determina la velocità tangenziale e l'accelerazione centripeta di un punto P posto sul bordo della piattaforma.
- Quale velocità angolare dovrebbe avere la piattaforma affinché il giocattolo sia sottoposto a un'accelerazione centripeta pari a un decimo di g?

[a] 0,30 m/s; 0,06 m/s<sup>2</sup>; b) 0,90 rad/s

- 68 ●●○ Un disco ruota con velocità angolare costante attorno all'asse passante per il suo centro O. Un suo punto P distante 10,0 cm da O possiede velocità  $v_P = 4,00$  cm/s. Qual è la velocità di un altro punto Q del disco posto a 15,0 cm da O? Qual è il periodo del moto?

[6,00 cm/s; 15,7 s]

- 69 ●●○ Un lanciatore di martello fa ruotare l'attrezzo con un'accelerazione centripeta di 1,14 m/s<sup>2</sup>. Sapendo che la lunghezza del martello da considerare, comprensiva delle braccia dell'atleta, è 158 cm, determina la velocità tangenziale e il periodo con cui avviene tale rotazione.

[1,34 m/s; 7,40 s]

- 70 ●●○ Un pendolo ha una lunghezza di 155 cm. Calcola quante oscillazioni complete compie in 5 min.

[120 oscillazioni]

- 71 ●●○ Non disponendo di cronometri, vuoi costruire dei pendoli che (sulla Terra) abbiano un periodo che, in secondi, sia numericamente uguale alla loro lunghezza espressa in metri, in modo che la misurazione di quest'ultima fornisca automaticamente anche quella del periodo. Trova un metodo per risolvere il problema e determina il valore cercato della lunghezza del filo.

**SUGGERIMENTO** Se le formule inverse non ti sono familiari, puoi sempre procedere per tentativi, attribuendo a L valori crescenti e osservando che cosa accade al corrispondente valore di T.

- 72 ●●○ Un idrovolante viaggia a 180 km/h a una quota di 78,4 m. Dall'aereo deve essere lanciato un galleggiante da collocare in un punto P di uno specchio d'acqua che, all'istante del lancio, dista 250 m dal piede della perpendicolare passante per l'aereo.

- Determina a quale distanza dall'obiettivo giunge il galleggiante.
- Calcola la quota a cui dovrebbe viaggiare l'aereo affinché il galleggiante arrivi alla destinazione voluta.



[a] 50 m prima; b) 123 m

- 73 ●●○ Un bambino lancia un peluche, collocato su un tavolo alto 70 cm, con velocità orizzontale di 6,0 m/s. Determina:

- il tempo di caduta;
- la gittata.

[a] 0,38 s; b) 2,3 m

- 74 ●●○ Un lanciatore di martello fa ruotare l'attrezzo in modo che compia un giro completo in un tempo di  $(0,74 \pm 0,02)$  s. Sapendo che la lunghezza del martello da considerare, comprensiva delle braccia, è  $(158,0 \pm 0,5)$  cm, determina la misura della velocità tangenziale dell'estremità esterna dell'attrezzo, supponendo che il moto sia circolare uniforme.

[(13,4 ± 0,4) m/s]

- 75 **IN INGLESE** ●●○ A car is travelling at a constant tangential speed of 72,0 km/h around a circular track of radius of  $1,60 \cdot 10^3$  m. Find a) the magnitude of the car's centripetal acceleration, b) the angular speed.

[a] 2,50 m/s<sup>2</sup>; b) 0,125 rad/s

## » PREPARATI ALLA VERIFICA

## » Quesiti

- Qual è la differenza tra moto curvilineo e moto circolare? Fai degli esempi.
- Sebbene in un moto circolare uniforme la velocità sia costante, è tuttavia presente un'accelerazione, detta centripeta. Spiega come questo sia possibile.
- Da quali grandezze dipende la durata delle piccole oscillazioni di un pendolo semplice?
- Considera un moto parabolico con velocità iniziale  $\vec{v}_0$ . Descrivi i due moti componenti, indicando le rispettive leggi orarie.

## » Test

- Paolo viaggia sul suo motorino lungo un rettilineo a 8 m/s, accelera e passa a 12 m/s in 4 s. L'accelerazione centripeta in questa fase vale:  
A 1 m/s<sup>2</sup> B 3 m/s<sup>2</sup> C 0 m/s<sup>2</sup> D 2 m/s<sup>2</sup>
- Qual è la velocità tangenziale della punta della lancetta dei secondi di un orologio, lunga 14 cm?  
A 0,015 m/s B 1,47 m/s C 0,44 m/s D 0,88 m/s
- Riccardo percorre in motorino una rotatoria di raggio 20,0 m ed è soggetto all'accelerazione centripeta di 7,20 m/s<sup>2</sup>. Qual è la sua velocità?  
A 12,0 km/h B 40,0 m/s C 43,2 km/h D 10,0 m/s
- Un ginnasta compie tre rotazioni complete a corpo teso, mentre si allena alla sbarra, impiegando 3,90 s. A quale accelerazione centripeta è soggetto il baricentro dell'atleta che dista 1,15 m dal centro di rotazione?  
A 5,56 m/s<sup>2</sup> B 26,9 m/s<sup>2</sup> C 2,98 m/s<sup>2</sup> D 76,7 m/s<sup>2</sup>
- La velocità angolare di un CD, che ruota alla frequenza di 480 giri al minuto, è:  
A 48π rad/s B 24π rad/s C 8π rad/s D 16π rad/s

- 10 In un moto armonico la velocità massima è:

- direttamente proporzionale alla frequenza
- direttamente proporzionale al periodo
- inversamente proporzionale alla frequenza
- inversamente proporzionale al quadrato del periodo

- 11 Il pendolo di un orologio lungo 15,0 cm compie piccole oscillazioni. La sua frequenza è:

- 0,78 Hz
- 7,77 Hz
- 1,29 Hz
- 0,129 Hz

- 12 Un proiettile viene lanciato orizzontalmente da un'altezza di 50 m con una velocità di 300 m/s.

A quale distanza in orizzontale il proiettile tocca il suolo?

- 15 km
- 960 m
- 3060 m
- 94 m

## » Problemi

- 13 In una gara di lancio del martello, un atleta fa ruotare l'attrezzo attorno a un asse di rotazione e l'ultimo giro circolare avviene in 1,2 s alla velocità costante di 10,5 m/s.

Determina:

- la distanza del martello dall'asse di rotazione;
- la velocità angolare;
- l'accelerazione centripeta.

[a] 2,0 m; b) 5,2 rad/s; c) 55 m/s<sup>2</sup>

- 14 Giovanna fa ruotare in un piano verticale, con velocità costante di 3,34 m/s, una catenina cui è appeso un ciondolo.



- Quali sono il periodo e la frequenza del moto del ciondolo?

- Determina l'accelerazione centripeta cui è soggetto il ciondolo.

[a] 0,564 s; 1,77 Hz b) 37,2 m/s<sup>2</sup>

- 15 Un pendolo lungo 2,50 m compie piccole oscillazioni con frequenza di 0,400 Hz.

Determina l'accelerazione di gravità del luogo in cui si trova il pendolo.

[15,8 m/s<sup>2</sup>]



60 ●● Osserva la figura.



- a) Disegna i vettori  $\vec{F}_L$ ,  $\vec{P}$  ed  $\vec{F}_r$ .  
 b)  $\vec{F}_r$  può avere lo stesso modulo di  $\vec{P}$ ?  
 c) Utilizzando le informazioni nella figura e sapendo che  $P_y = 20$  N, calcola P.

(c) 52 N

61 ●● In relazione alla figura dell'esercizio 60 rispondi ai quesiti.

- a) Se volessi fermare il corpo durante la discesa, quale forza minima dovresti esercitare?  
 b) Che tipo di moto si ha durante la discesa?  
 c) Utilizzando le informazioni nella figura, calcola l'accelerazione con cui il corpo scende.

(c) 3,8 m/s<sup>2</sup>

62 ●● Una palla scende senza attrito su un piano inclinato lungo 3,60 m e alto 1,20 m. Calcola il suo peso, sapendo che la componente attiva della forza agente su di essa vale 0,70 N.

**SUGGERIMENTO** Per trovare il peso  $P$  devi moltiplicare entrambi i membri della formula che dà  $P_y$  per il rapporto  $l/h$ , cosicché  $P = \dots$

(2,1 N)

63 ●● Uno sciatore scende lungo un trampolino di 130 m, la cui sommità rispetto al fondo si trova a 65 m di altezza. Se la forza attiva che aiuta lo sciatore a scendere è 370 N, a quanto ammonta il suo peso?

(740 N)

64 ●● Un carrello ha un peso complessivo di 3,20 N e scende senza attrito su una guidovia lunga 1,40 m. Quanto deve essere alta un'estremità rispetto all'altra, se vuoi che la componente attiva della forza peso valga 0,400 N?

**SUGGERIMENTO** Per trovare la formula inversa necessaria devi procedere in modo simile all'esercizio 62, però il termine per il quale devi moltiplicare entrambi i membri della formula è  $l/\dots$

(17,5 cm)

65 ●● Una boccia pesante 8,00 N deve scendere su una guida rettilinea di 4,00 m, in modo tale da essere spinta da una forza di 1,25 N diretta parallelamente alla guida. Calcola il dislivello tra le due estremità.

(62,5 cm)

**66 IN ENGLISH** ●● A 70-cm long board has one end raised to a height of 30 cm to form an inclined plane. A 2.5-kg mass is allowed to slide without friction down the entire length of this inclined plane. What is the final speed of the mass when it reaches the bottom?

(2,4 m/s)

## 9 Forza centripeta e forza centrifuga

**67 ●● ESERCIZIO GUIDATO** Un'automobile di 1050 kg percorre una curva con raggio di 90,0 m alla velocità di 50,0 km/h. Determina la forza centripeta che agisce sull'auto durante la curva.

1. I dati sono:  
 2. Le unità di misura sono coerenti con quelle del SI?  
 3. La formula da usare, poiché ti viene richiesta la forza centripeta, è  $F_c = \dots$   
 4. Sostituisci nella formula i dati, trovando:

$$F_c = \dots = \dots \quad [2250 \text{ N}]$$

**68 ●● METTI IN PRATICA** Una piattaforma di 5,00 m di diametro ruota compiendo 5 giri in 10,0 s.

- a) Qual è la velocità di rotazione dei bordi della piattaforma?  
 b) Qual è la forza centripeta che agisce su una persona di 76,0 kg posta sul bordo della piattaforma?

(a) 7,85 m/s; (b)  $1,87 \cdot 10^3$  N

**69 ●●** La forza centripeta che mantiene la Terra sulla sua orbita attorno al Sole è  $35,7 \cdot 10^{21}$  N. Sapendo che la distanza media della Terra dal Sole è  $1,49 \cdot 10^{11}$  m e la massa della Terra è  $5,98 \cdot 10^{24}$  kg, calcola la velocità della Terra.

(2,98  $\cdot 10^4$  m/s)

**70 ●●** Un ragazzo ha legato il suo zaino di 5,0 kg con una fune lunga 1,25 m e lo fa ruotare. Sapendo che esercita una forza centripeta di 64 N, a quale velocità sta ruotando?

(4,0 m/s)

**71 ●●** In una roulette giocattolo una pallina di 15 g si muove a 12 cm dal centro con velocità costante soggetta a una forza centripeta di 0,80 N. Determina il periodo di rivoluzione della pallina.

(0,30 s)

**72 ●●** Un'automobile di massa 1000 kg affronta una curva alla velocità di 7 m/s. Sapendo che la forza centripeta è di 8000 N, qual è il raggio della curva?

(6,125 m)

**73 ●●** Un satellite compie un giro completo attorno alla Terra in 90 min all'altezza di 7000 km dalla superficie terrestre. Sapendo che esso è soggetto a una forza centripeta di  $7,45 \cdot 10^6$  N, determina la massa.

**SUGGERIMENTO** Per il raggio terrestre assumi:  $r_{\text{Terra}} = 6,378 \cdot 10^6$  m. Per calcolare il raggio medio dell'orbita del satellite occorre sommare il raggio della Terra con...

(4,1  $\cdot 10^5$  kg)

**74 IN ENGLISH** ●● What is the centripetal force on a 55-kg boy on a ride at the fair, that orbits a circle of radius 8.0 m at 4.0 m/s?

(110 N)

## &gt;&gt; PROBLEMI

La risoluzione può richiedere la conoscenza di argomenti trasversali a più paragrafi dell'Unità. Il numero di pallini indica il livello di difficoltà di ciascun problema: ●●● livello intermedio ●●●● livello avanzato

**75 ●●●** Un'automobile accelera da 0 a 100 km/h in 10,6 s. Supponendo che l'accelerazione sia costante e che la massa dell'automobile valga 950 kg, determina il valore della forza esercitata sull'automobile tramite il motore parallelamente allo spostamento.

**SUGGERIMENTO** Prima di applicare il secondo principio della dinamica, poiché conosci la variazione di velocità che si verifica in un certo intervallo di tempo, devi ricorrere alla definizione di...

[2,5  $\cdot 10^3$  N]

**76 ●●●** Un carrello, partito da fermo, scivola senza attrito sulla rotaia a cuscino d'aria e percorre uno spazio di 27,0 cm in un intervallo di tempo di 1,10 s. Calcola la massa del carrello, sapendo che la forza costante che lo trascina è 0,150 N ed è parallela allo spostamento.

**SUGGERIMENTO** Devi utilizzare, oltre al principio della dinamica, anche la legge oraria del moto rettilineo...

[336 g]

**77 ●●●** Un ciclista di 65,0 kg, inizialmente fermo, accelera in modo costante per 15,0 s, imprimendo una forza di 45,5 N costante e parallela allo spostamento. Determina la distanza che percorre durante la fase di accelerazione e la velocità finale raggiunta. (Trascura gli attriti e la massa della bicicletta.)

[78,8 m; 37,8 km/h]

**78 ●●●** Un carrello ferroviario di 400 kg, disposto su binari rettilinei, viene trainato tramite due funi, ciascuna delle quali forma angoli di 60° rispetto ai binari e trasmette una forza rispettivamente di 440 N e 520 N. Trova l'accelerazione cui è sottoposto il carrello, senza considerare gli attriti.

[1,20 m/s<sup>2</sup>]

**79 ●●●** Un motociclo di 300 kg, dopo una prima fase di accelerazione uniforme in cui è sottoposto alla spinta del motore di 937,5 N per la durata di 8,00 s, si muove a velocità costante per altri 20,0 s. Calcola lo spazio che ha percorso complessivamente.

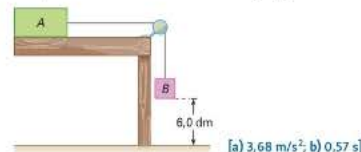


[600 m]

**80 ●●●** Osserva la figura che segue. Un blocco A di 10,0 kg è appoggiato su un tavolo orizzontale e collegato, mediante un filo inestensibile che passa sulla gola di una carrucola, a un corpo B di 6,0 kg. Non ci sono attriti.

- a) Determina l'accelerazione con cui il sistema A + B si muove.

b) Se B si trova inizialmente a 6,0 dm di altezza, dopo quanti secondi dall'inizio del moto giunge a terra?

[a] 3,68 m/s<sup>2</sup>; b) 0,57 s

**81 ●●●** All'esterno di una navicella nello spazio, un astronauta lancia verso un suo collega un'apparecchiatura di 1500 kg, imprimendole un'accelerazione di 12 m/s<sup>2</sup>. La massa dell'astronauta, comprensiva della tuta indossata, ammonta a 200 kg. Calcola la velocità che l'astronauta raggiunge in verso opposto rispetto a quello in cui lancia l'oggetto, se l'azione da lui compiuta dura di 2,25 s.

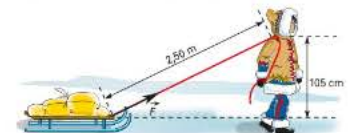
[0,73 km/h]

**82 ●●●** Una pallina da tennis di 57,5 g urta su una racchetta trasmettendole una forza di 68,0 N. Sapendo che la pallina viene respinta con una velocità di 162 km/h, calcola l'intervallo di tempo durante il quale la forza della racchetta, ipotizzata costante, agisce sulla pallina.

**SUGGERIMENTO** Si tratta di un intervallo di tempo molto piccolo.

[38 ms]

**83 ●●●** Un ragazzo tira una slitta con una forza di 150 N. Il dislivello tra il gancio della slitta cui è annodata la fune e la spalla del ragazzo alla quale quest'ultima è appoggiata è 105 cm. Calcola la massa della slitta, sapendo che in assenza di attrito la sua accelerazione è 1,90 m/s<sup>2</sup>.



**SUGGERIMENTO** Devi ricorrere alla similitudine fra triangoli per trovare la componente della forza che...

[71,6 kg]

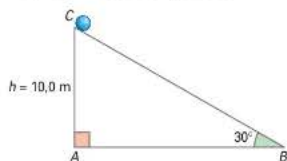
**84 ●●●** Un autotreno (peso totale a terra pari a 15 t) parte da fermo, sottoposto all'azione del motore che determina sul mezzo una forza di 7000 N. Dopo 6,0 s il rimorchio di 11,5 t si stacca. Quanta strada percorre l'autotreno con e senza rimorchio in 10 s? Qual è la sua velocità finale?

[36 m; 39 km/h]

**85 ●●●** Un'automobile in folle, trascurando qualunque attrito, inizia a scendere lungo una discesa di 300 m che ha un dislivello di 26,0 m. Calcola la sua massa, sapendo che la componente attiva della forza peso è 850 N. [1000 kg]



- 86 ●●● Una sfera di 300 g, inizialmente ferma, scende senza attrito lungo un piano inclinato alto 10,0 m, che forma con l'orizzontale un angolo di 30°.



Determina:

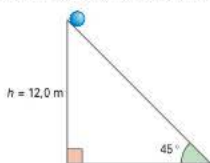
- la componente attiva della forza peso;
- l'accelerazione;
- l'intervallo di tempo impiegato a discendere tutto il piano inclinato.

**SUGGERIMENTO** Poiché l'angolo è di 30°, l'ipotenusa (vale a dire la lunghezza del piano) è il doppio del...

[a] 1,47 N; b) 4,91 m/s<sup>2</sup>; c) 2,86 s]

- 87 ●●● Una sfera di 1,25 kg scende lungo un piano di altezza 12,0 m, il quale ha un'inclinazione di 45° con l'orizzontale. Determina:

- la componente attiva della forza peso;
- l'accelerazione;
- la velocità finale al termine della discesa.

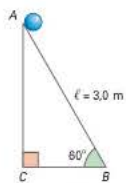


**SUGGERIMENTO** La discesa è la diagonale di un quadrato.

[a] 8,67 N; b) 6,94 m/s<sup>2</sup>; c) 15,3 m/s]

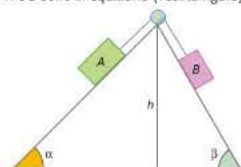
- 88 ●●● Una sfera di 2,0 kg scende lungo un piano inclinato lungo 3,0 m che ha un'inclinazione di 60° con il piano orizzontale. Determina:

- la componente attiva della forza peso;
- l'accelerazione;
- la velocità finale al termine della discesa AB, precisando se è maggiore, uguale o minore di quella che si avrebbe se la discesa fosse avvenuta in verticale.



[a] 17 N; b) 8,5 m/s<sup>2</sup>; c) 7,1 m/s]

- 89 ●●● A e B sono in equilibrio (vedi la figura).

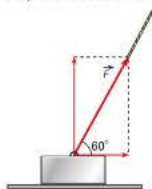


- a) Sapendo che  $\alpha = 45^\circ$ ,  $\beta = 60^\circ$ , A pesa 200 N e l'altezza  $h$  è 6,00 m, qual è la massa di B?

- b) Se il filo che collega A e B venisse tagliato in corrispondenza della carrucola, con quale accelerazione A scenderebbe lungo il piano inclinato?

[a] 16,6 kg; b) 6,94 m/s<sup>2</sup>]

- 90 ●●● Un blocco di acciaio è appoggiato su un tavolo. Il coefficiente di attrito radente statico vale 0,40. Il blocco è tirato con una forza di 6,0 N che forma un angolo di 60° con il piano orizzontale del tavolo. Trova la massa del blocco, sapendo che esso, non appena comincia a muoversi, ha un'accelerazione di 0,65 m/s<sup>2</sup>.



[1,1 kg]

- 91 ●●● Un motociclista procede alla velocità di 80 km/h. In seguito a una frenata piuttosto energica le ruote strisciano sull'asfalto senza girare. Per via della pioggia, il coefficiente di attrito radente statico tra gomme e asfalto vale 0,65. Determina lo spazio che il motociclista percorre prima di fermarsi. La massa complessiva del mezzo e del pilota è 250 kg.

**SUGGERIMENTO** In realtà, l'ultimo dato non è necessario perché...

[39 m]

- 92 ●●● La Luna, la cui massa corrisponde a  $7,34 \cdot 10^{22}$  kg, impiega 27,3 giorni (circa) a compiere il giro di rivoluzione attorno alla Terra. Considerando il suo moto circolare uniforme con raggio di  $3,84 \cdot 10^8$  m, trova la velocità tangenziale della Luna e la forza centripeta che agisce su di essa.

**SUGGERIMENTO** Una volta che hai calcolato l'accelerazione centripeta, tramite il secondo principio della dinamica puoi individuare la forza corrispondente.

[3,68 · 10<sup>3</sup> km/h;  $2 \cdot 10^{20}$  N]

- 93 **IN INGLESE** ●●● A car has a mass of 1600 kg and it is moving at 85,0 km/h. The driver applies the brakes, so that a constant net backward force of  $3,60 \cdot 10^3$  N is acting on the car. The brakes are held for 4,40 s. Find a) the final speed of the car, b) the distance travelled by the car during this period.

[a] 49,4 km/h; b) 82,1 m]

## PREPARATI ALLA VERIFICA

### Quesiti

- Spiega con degli esempi la differenza fra un sistema di riferimento inerziale e uno non inerziale.
- Definisci la massa inerziale.
- In relazione al terzo principio della dinamica, l'azione e la reazione si possono vicendevolmente equilibrare? Argomenta la tua risposta e fai degli esempi.
- Descrivi che cosa succede a un tovagliolo in rotazione dentro una lavatrice, scegliendo prima un sistema di riferimento inerziale e poi uno non inerziale.

### Test

- Se un autobus si muove a velocità costante, è corretto dedurre che:
  - la forza totale che agisce su di esso è costante (e diversa da zero)
  - su di esso non agisce necessariamente alcuna forza
  - la somma vettoriale delle forze agenti su di esso è nulla
  - su di esso agiscono non più di due forze
- L'accelerazione di un'automobile di 150 g su cui agisce una forza costante di 0,60 N è:
  - 0,004 m/s<sup>2</sup>
  - 0,09 m/s<sup>2</sup>
  - 0,25 m/s<sup>2</sup>
  - 4,0 m/s<sup>2</sup>
- Nella fase di spinta di un bob a due, gli atleti, esercitando una forza di 528 N, ottengono un'accelerazione di 220 cm/s<sup>2</sup>. La massa del bob è:
  - 240 kg
  - 1160 kg
  - 2,40 kg
  - $116 \cdot 10^3$  kg
- Un'automobile di 1400 kg va fuori strada e si impantana nel fango. Per riportarla in carreggiata, un soccorritore esercita una forza di 7940 N verso est, mentre la forza di attrito esercita una forza di 7100 N verso ovest. Qual è l'accelerazione?
  - 0,60 m/s<sup>2</sup> verso ovest
  - 1,67 m/s<sup>2</sup> verso ovest
  - 1,67 m/s<sup>2</sup> verso est
  - 0,60 m/s<sup>2</sup> verso est
- Sulla Luna, dove l'accelerazione di gravità vale circa 1/6 di quella terrestre, un astronauta pesa 121 N. La sua massa è circa:
  - 70 kg
  - 12 kg
  - 74 kg
  - 78 kg

- 10 Un padre, di massa tripla rispetto a quella del figlio, lo porta su una pista di ghiaccio e, mentre sono entrambi fermi, gli imprime una spinta. Sapendo che il modulo dell'accelerazione del padre è  $a_1$  e quella del figlio è  $a_2$ , qual è la relazione corretta?

- $a_2 = -\frac{1}{3} a_1$
- $a_1 = -\frac{1}{3} a_2$
- $a_1 = a_2$
- $a_1 = -a_2$

- 11 Se un carrello scende lungo un piano inclinato di 30° rispetto all'orizzontale, la sua accelerazione è:

- 8,5 m/s<sup>2</sup>
- 4,9 m/s<sup>2</sup>
- 6,9 m/s<sup>2</sup>
- 3,3 m/s<sup>2</sup>

- 12 Un'automobile percorre una rotatoria di 30,0 m di diametro alla velocità di 54,0 km/h. Un passeggero di 70,0 kg che si trova nel veicolo si sente spinto con una forza:

- 1050 N
- 525 N
- 70,0 N
- 5,00 N

### Problemi

- 13 Due casse A e B, rispettivamente di 3,7 kg e 5,2 kg, sono collegate da una fune di massa trascurabile e sono posizionate sul pavimento. Alla cassa B è applicata una forza di 17,8 N. Determina l'accelerazione del sistema.

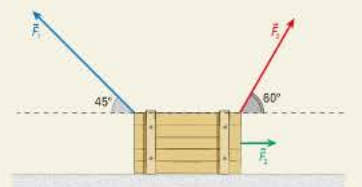


[2,0 m/s<sup>2</sup>]

- 14 Al supermercato un uomo spinge un carrello di 32 kg con una forza inclinata verso il basso di 30° rispetto all'orizzontale. Determina l'intensità della forza che deve applicare per raggiungere la velocità di 1,8 m/s in 6,0 s.

[11 N]

- 15 Una cassa di 13 kg è appoggiata sul pavimento e su di essa agiscono le forze rappresentate nella figura.



Sapendo che  $F_1 = 32$  N,  $F_2 = 24$  N ed  $F_3 = 8,0$  N, determina:

- in quale verso si muove la cassa;
- la velocità che raggiunge dopo 1,6 s;
- lo spazio percorso in 5,0 s.

[a] verso sinistra; b) 0,32 m/s; c) 2,5 m]

- 16 Elena, di 48 kg, e Daniele, di 64 kg, vanno a pattinare. Quando sono fermi, Elena imprime una spinta a Daniele e l'accelerazione del ragazzo risulta di 0,50 m/s<sup>2</sup>. Determina l'accelerazione di Elena.

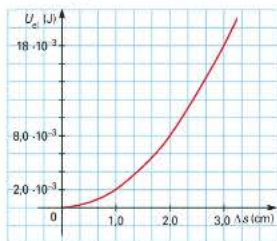
[0,67 m/s<sup>2</sup>]



- 60 ●●● Considera una molla di costante elastica  $K = 45 \text{ N/m}$ . Completa la tabella.

$\Delta s \text{ (m)}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$5,0 \cdot 10^{-1}$
$U_{el} \text{ (J)}$	...	...	...	...

- 61 ●●● Una molla ha costante elastica  $K = 20 \text{ N/m}$  ed è compressa di  $4,0 \text{ cm}$ .
- Determina l'energia potenziale elastica della molla.
  - Se la compressione della molla raddoppia, come varia la sua energia potenziale elastica?
  - Se la compressione della molla diventa  $2,0 \text{ cm}$ , la sua energia potenziale elastica si dimezza? Motiva la risposta. [a]  $0,016 \text{ J}$
- 62 ●●● Osserva il grafico.



- a) Che tipo di proporzionalità intercorre fra la compressione di una molla e la sua energia potenziale elastica?

- b) Quando la molla è compressa di  $2,0 \text{ cm}$ , quanto vale l'energia potenziale elastica della molla?
- c) Se l'energia potenziale elastica è  $18 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ , quanto è compressa la molla?
- d) Qual è la costante elastica della molla? [d]  $40 \text{ N/m}$

- 63 ●●● Una molla è stata compressa accumulando un'energia potenziale elastica di  $0,25 \text{ J}$ . Sapendo che la sua lunghezza a riposo è  $20 \text{ cm}$ , mentre quella finale è  $15 \text{ cm}$ , calcola la costante elastica della molla. [200 N/m]

- 64 ●●● Una molla è stata allungata accumulando, a causa della forza di richiamo elastica, un'energia potenziale di  $0,125 \text{ J}$ . Sapendo che la lunghezza a riposo è  $18,5 \text{ cm}$ , mentre quella finale è  $25,0 \text{ cm}$ , calcola il valore della forza elastica. [3,85 N]

- 65 ●●● Una molla è stata allungata accumulando un'energia potenziale elastica di  $0,150 \text{ J}$ . Sapendo che la lunghezza a riposo è  $21,0 \text{ cm}$  e che la costante elastica vale  $40,0 \text{ N/m}$ , trova la lunghezza finale della molla.
- SUGGERIMENTO** Devi trovare prima l'allungamento con l'opportuna formula inversa e quindi... [29,7 cm]

- 66 ●●● Calcola l'energia potenziale accumulata in una molla, sapendo che si è allungata di  $6,50 \text{ cm}$  dopo che le è stata applicata una forza di  $10,0 \text{ N}$ . [0,325 J]

- 67 **IN ENGLISH** ●●● A compressed spring stores an elastic potential energy of  $0,130 \text{ J}$ ; at its equilibrium position, its length is  $20,0 \text{ cm}$ , whereas its length after the compression is  $14,0 \text{ cm}$ . Calculate the spring constant. [72,2 N/m]

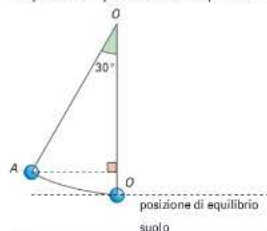
- 73 ●●● Un libro di  $1650 \text{ g}$  cade, da una mensola posta a  $250 \text{ cm}$  di altezza da terra, su un tavolino. Calcola l'altezza del tavolino, sapendo che l'energia potenziale gravitazionale del libro è diminuita di  $28 \text{ J}$  durante la caduta.
- SUGGERIMENTO** Ti conviene incominciare calcolando l'energia potenziale gravitazionale del libro quando si trova sulla mensola. [77 cm]

- 74 ●●● Un corpo di  $500 \text{ g}$  viene appeso a una molla di costante elastica di  $25 \text{ N/m}$  disposta verticalmente che si allunga fino al punto di equilibrio. In questa situazione il corpo si trova a  $80,0 \text{ cm}$  dal suolo.

- Calcola l'energia potenziale gravitazionale finale del corpo.
  - Determina il valore dell'energia potenziale elastica.
  - Di quanto è diminuita l'energia potenziale gravitazionale rispetto alla situazione iniziale?
  - Coincide con quella elastica? Motiva la risposta.
- SUGGERIMENTO** Devi trovare prima di tutto il valore della forza peso, data dal prodotto  $m \cdot g$  (essendo  $g = \dots$ ), applicata alla molla e poi il suo allungamento. [a]  $2,96 \text{ J}$ ; b)  $0,48 \text{ J}$ ; c)  $0,96 \text{ J}$

- 75 ●●● Una cassa viene sollevata da un'altezza di  $125 \text{ cm}$  a un'altezza di  $3,0 \text{ m}$ . Sapendo che la sua energia potenziale gravitazionale è aumentata di  $893 \text{ J}$ , calcolane la massa. [52 kg]

- 76 ●●● Un pendolo con massa di  $350 \text{ g}$ , sospeso mediante un filo di  $70 \text{ cm}$ , viene spostato dalla posizione di equilibrio fino a raggiungere la posizione A (vedi la figura). Sapendo che la posizione di equilibrio O dista  $0,40 \text{ m}$  dal suolo, determina l'energia potenziale gravitazionale del pendolo rispetto alla Terra quando si trova in A.



[1,7 J]

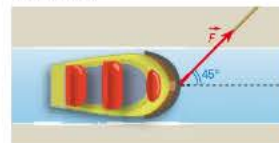
- 77 ●●● Un carrello di  $400 \text{ g}$ , partendo da fermo, scivola senza attrito su un piano inclinato lungo  $1,70 \text{ m}$  e alto  $31,2 \text{ cm}$ . Calcola l'energia cinetica finale del carrello al termine della discesa.

**SUGGERIMENTO** Rifletti bene: una strada per la ricerca della soluzione è molto rapida! [1,22 J]

- 78 ●●● Un'automobile di  $1170 \text{ kg}$ , partendo da ferma, accelera per  $9,25 \text{ s}$  con accelerazione costante pari a  $3,0 \text{ m/s}^2$ . Calcola la potenza sviluppata dal motore nella fase di accelerazione.

**SUGGERIMENTO** Dopo aver trovato l'energia cinetica al termine del moto uniformemente accelerato, dal teorema delle forze vive puoi notare che tale quantità è uguale al... per cui per trovare la potenza devi dividerlo per... [49 kW]

- 79 ●●● Il barchino di una giostra di massa  $40 \text{ kg}$  viene tirato per un breve tratto da un operatore con una corda che forma un angolo di  $45^\circ$  rispetto al tratto rettilineo di percorso. Durante tale azione, la velocità del mezzo passa da  $2,5 \text{ m/s}$  a  $6,0 \text{ m/s}$ . Trova la forza (per ipotesi costante) esercitata dall'operatore, se lo spostamento è stato di  $10 \text{ m}$ .



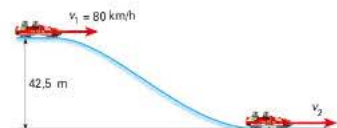
[84 N]

- 80 ●●● Ti trovi comodamente seduto a Porto di Santana, in Brasile, praticamente all'equatore.

- Raccogliendo dalle tabelle riportate alla fine del volume i dati opportuni, determina l'energia cinetica che possiede un turista di  $80 \text{ kg}$  seduto vicino a te per il fatto di ruotare insieme alla Terra.
- Di quanti grammi risulta ridotto il «peso» del turista in questione, a causa della conseguente forza centrifuga? [a]  $8,6 \cdot 10^4 \text{ g}$ ; b)  $275 \text{ g}$

- 81 ●●● Un bob a due, che ha una massa complessiva (equipaggio compreso) di  $360 \text{ kg}$ , con una velocità iniziale di  $80 \text{ km/h}$  inizia a percorrere una discesa che presenta un dislivello di  $42,5 \text{ m}$ . Calcola:

- la variazione di energia potenziale;
- il lavoro delle forze gravitazionali, sapendo che senza attrito la velocità finale è  $131 \text{ km/h}$ ;
- il lavoro resistente delle forze d'attrito, sapendo che in tal caso la velocità finale è  $115 \text{ km/h}$ .

[a]  $150 \text{ kJ}$ ; b)  $150 \text{ kJ}$ ; c)  $55 \text{ kJ}$ 

- 82 ●●● Calcola l'energia cinetica di un corpo di  $(60,0 \pm 0,2) \text{ kg}$  che si muove alla velocità di  $(13,4 \pm 0,1) \text{ m/s}$ , riportandone la scrittura completa. [(5,4 ± 0,1) kJ]

- 83 **ENGLISH** ●●● A diver of mass  $67,5 \text{ kg}$  is at rest on a board  $10,0 \text{ m}$  above the water surface before he drops. Find his potential gravitational energy. [6,62 kJ]

- 84 **ENGLISH** ●●● A man pushes a  $2,25 \cdot 10^3 \text{ kg}$  car from rest to a certain speed, doing  $4500 \text{ J}$  of work during this time. The car moves a distance of  $20 \text{ m}$ .
- What is the final speed of the car?
  - What is its acceleration? [a]  $7,2 \text{ km/h}$ ; b)  $0,10 \text{ m/s}^2$

## PROBLEMI

La risoluzione può richiedere la conoscenza di argomenti trasversali a più paragrafi dell'Unità.  
Il numero di pallini indica il livello di difficoltà di ciascun problema: ●●● livello intermedio ●●● livello avanzato

- 68 ●●● Una forza costante agisce su un corpo parallelamente allo spostamento per un tempo di  $12 \text{ minuti}$  e mezzo. Sapendo che la forza è  $180 \text{ N}$  e che lo spostamento è  $10 \text{ km}$ , trova la potenza sviluppata.

**SUGGERIMENTO** Devi combinare i concetti di lavoro e di potenza. [2,4 kW]

- 69 ●●● Un motore ha una potenza di  $1000 \text{ W}$ . Stabilisci per quanto tempo ha dovuto funzionare se, grazie a esso, si è ottenuta una forza costante di  $5200 \text{ N}$ , che ha spostato il corpo cui è stata applicata di  $6,00 \text{ m}$ . [31,2 s]

- 70 ●●● Una forza costante sposta un corpo per un tratto di  $727 \text{ cm}$ , in una direzione che forma un angolo di  $30^\circ$  con la direzione della forza stessa, sviluppando una potenza di  $40,0 \text{ W}$ . Sapendo che l'azione è durata  $20,0 \text{ s}$ , trova il valore del modulo della forza. [127 N]

- 71 ●●● Un corpo inizialmente fermo con massa di  $10 \text{ kg}$  scende, senza attrito, lungo un piano di lunghezza  $15 \text{ m}$  che ha un'inclinazione di  $30^\circ$  con il piano orizzontale.

Determina il lavoro della componente attiva della forza peso e la potenza sviluppata dalla forza peso nel corso della discesa.

**SUGGERIMENTO** Lungo un piano inclinato si verifica un moto uniformemente accelerato di cui puoi determinare l'accelerazione; poi, utilizzando la legge oraria  $s = \dots$  [740 J; 300 W]

- 72 ●●● Una sfera di  $10 \text{ kg}$  scende senza attrito lungo un piano inclinato, passando dalla velocità di  $2,0 \text{ m/s}$  alla velocità di  $5,5 \text{ m/s}$  in mezzo secondo. Calcola la forza e la potenza sviluppata, nel caso in cui il tratto percorso dalla sfera sia  $1,875 \text{ m}$ . [70 N; 260 W]

## DATI ED EQUIVALENZE

$v_{in} = 58,0 \text{ m/s}$      $m = 45,9 \text{ g} = 0,0459 \text{ kg}$   
 $\Delta t = 1,50 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 0,00150 \text{ s}$

## RICHIESTE

a)  $I$   
 b)  $F$

## FORMULE DA RIPASSARE

$$\vec{I} = \Delta \vec{q} \quad \vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

## STRATEGIE RISOLUTIVE

## CALCOLI

a) Considera come verso positivo della velocità quello della pallina dopo l'urto. Dal teorema dell'impulso hai

$$\vec{I} = \Delta \vec{q} = m \cdot (\vec{v}_{fin} - \vec{v}_{in})$$

Poiché la velocità agisce sempre nella stessa direzione, puoi usare la notazione scalare

$$I = \Delta q = m \cdot (v_{fin} - v_{in}) \quad \text{dove } v_{in} = 0 \quad \rightarrow \quad I = 0,0459 \cdot (58,0 - 0) = 2,6622 \text{ N} \cdot \text{s} \approx \mathbf{2,66 \text{ N} \cdot \text{s}}$$

b) Dalla definizione di impulso hai

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

Poiché  $\vec{I}$  ed  $\vec{F}$  hanno la stessa direzione, in notazione scalare risulta

$$I = F \cdot \Delta t \quad \rightarrow \quad F = \frac{I}{\Delta t} = \frac{2,6622}{0,00150} = 1774,8 \text{ N} \approx \mathbf{1,77 \cdot 10^3 \text{ N}}$$

**53 ●● METTI IN PRATICA** Un pallone da basket di 0,54 kg viene lanciato dalla mano di una giocatrice con una velocità iniziale di 8,0 m/s. Sapendo che il tempo di contatto tra la mano della ragazza e il pallone è stato di  $9,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ , determina:

- a) l'impulso dato dall'atleta alla palla;  
 b) la forza media esercitata dalla sua mano.

[a) 4,3 N · s; b) 480 N]

**54 ●○** Un calciatore che effettua un calcio di punizione lancia il pallone di massa 450 g alla velocità di 90 km/h, applicando una forza per la durata di  $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ . Calcola:

- a) la variazione della quantità di moto della palla;  
 b) la forza media esercitata.

[a) 11 kg · m/s; b) 380 N]

## PERCORSO RISOLUTIVO La mazza da baseball

## PROBLEM SOLVING

**55 ●● ESERCIZIO SVOLTO** Una mazza da baseball ribatte una palla di massa 142 g, invertendo in  $1,50 \cdot 10^{-3} \text{ s}$  il verso della sua velocità, che in modulo vale 18,0 m/s. Calcola l'intensità della forza media esercitata.

## DATI ED EQUIVALENZE

$m = 142 \text{ g}$      $v = 18,0 \text{ m/s}$      $\Delta t = 1,50 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

## RICHIESTE

$F$

## FORMULE DA RIPASSARE

$$\vec{I} = \Delta \vec{q} \quad \vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

## STRATEGIE RISOLUTIVE

## CALCOLI

Considera come verso positivo della velocità quello della pallina dopo la ribattuta.

La variazione di velocità della pallina è

$$\Delta v = v_{fin} - v_{in} \quad \rightarrow \quad \Delta v = [18,0 - (-18,0)] \text{ m/s} = 36,0 \text{ m/s}$$

Per il teorema dell'impulso

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t \quad \text{e} \quad \vec{I} = \Delta \vec{q} = m \cdot \Delta \vec{v} \quad \Rightarrow \quad \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$$

Dato che i vettori agiscono nella stessa direzione, puoi passare alla notazione scalare e ricavare  $F$

$$F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad F = \frac{0,142 \cdot 36,0}{1,50 \cdot 10^{-3}} \approx \mathbf{3410 \text{ N}}$$

**56 ●● METTI IN PRATICA** Un giocatore di tennis colpisce una pallina di massa 50 g che viaggia con velocità di 40 m/s in modo tale che dopo la ribattuta la velocità della pallina diventa 30 m/s. La durata dell'impatto è pari a 0,02 s. Calcola:

- a) l'impulso trasmesso dalla racchetta alla pallina;  
 b) il lavoro compiuto dalla racchetta sulla pallina.

**SUGGERIMENTO** b) Applica il teorema dell'energia cinetica  $L = \dots$

[3,5 N · s; 18 J]

**57 ●●** Un pallone da calcio di 0,420 kg arriva a un giocatore con la velocità di 5,0 m/s. L'atleta, esercitando una forza di 800 N, riesce a stopparlo e rilanciarlo nella stessa direzione da cui proviene, ma in verso opposto. Se il contatto tra il suo piede e il pallone è durato  $7,40 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ , qual è la velocità finale del tiro?

**SUGGERIMENTO** Assumi come positivo il verso del tiro finale.

[9,1 m/s]

## » PROBLEMI

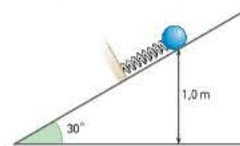
La risoluzione può richiedere la conoscenza di argomenti trasversali a più paragrafi dell'Unità.

Il numero di pallini indica il livello di difficoltà di ciascun problema: ●●● livello intermedio ●●● livello avanzato

**58 ●●○** Un carrello di 320 g si muove su una guidovia a cuscino d'aria alla velocità di 1,50 m/s. Sapendo che la sua energia meccanica è 5,00 J, calcola la quota alla quale si trova il carrello rispetto al pavimento. [1,48 m]

**59 ●●○** Un ciclista di 65 kg si sta esibendo su un cavo posto a un'altezza di 8,0 m. La sua energia meccanica è 5500 J. Trova la velocità del ciclista. [3,5 m/s]

**60 ●●●** Una sfera di 1,5 kg viene posizionata su un piano inclinato, che forma con il piano orizzontale un angolo di  $30^\circ$ , a un'altezza di 1,0 m in modo da comprimere di 30 cm una molla con  $K = 500 \text{ N/m}$ . Se la molla viene lasciata libera, quale altezza raggiunge la sfera?



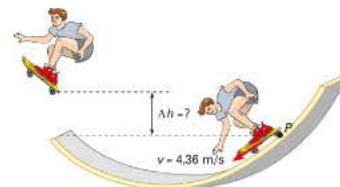
**SUGGERIMENTO** Si tratta di uguagliare l'energia... della molla e l'energia... della sfera alla fine del percorso, quando è ferma. Tieni conto che, essendo su un piano inclinato, se utilizzi le leggi del moto, devi considerare solo la componente attiva della forza peso della sfera. [2,5 m]

**61 ●●○** Un'automobile di 950 kg, ferma, viene messa in folle in cima a una discesa rettilinea lunga 120 m e caratterizzata da un dislivello di 20 m. Ricorrendo al principio di conservazione dell'energia meccanica, trova quanto spazio ha percorso l'automobile dall'inizio del suo moto fino al punto in cui raggiunge la velocità di 11,7 m/s. [42 m]

**62 ●●○** Una sfera d'acciaio di 375 g sta cadendo verticalmente. Quando si trova a 6,20 m dal suolo ha una velocità di 10 m/s.

Trascurando l'attrito dell'aria, determina l'energia cinetica e la velocità della sfera quando è scesa a una quota di 1,20 m. [37 J; 14 m/s]

**63 ●●○** Filippo sta scendendo con lo skateboard lungo una pista e nel punto P, che si trova a 2,50 m di altezza, raggiunge la velocità di 4,36 m/s. Di quanto risale dalla parte opposta, dopo avere abbandonato la pista, rispetto all'altezza alla quale si trova il punto P?



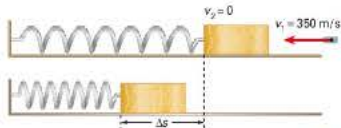
**SUGGERIMENTO** La massa di Filippo non viene data in quanto... [0,97 m]

**64 ●●○** Una sfera con massa di 450 g scende su un piano inclinato lungo 1,50 m e alto 62,5 cm, partendo da ferma dalla sommità del piano. Una volta raggiunta la base, muovendosi orizzontalmente, va a urtare centralmente una sfera ferma di 275 g dello stesso diametro. Sapendo che la velocità della prima sfera dopo l'urto diventa 0,84 m/s, pur conservando il verso iniziale, calcola la velocità della seconda sfera e stabilisci di quale tipo di urto si tratta. [4,35 m/s; urto elastico, poiché ...]

**65 ●●○** Un proiettile di 12 g si conficca alla velocità di 350 m/s in un disco di legno di 750 g agganciato a una molla orizzontale che inizialmente si trova a riposo e che ha una costante elastica di 400 N/m.



Trova di quanto si contrae la molla nell'ipotesi che il proiettile dopo l'urto resti dentro il disco.

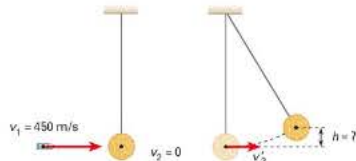


[24 cm]

- 66 ●●● Un proiettile con massa di 12 g si muove orizzontalmente alla velocità di 420 m/s e si incastra in una sfera di metallo di 1,2 kg inizialmente ferma.
- Il sistema proiettile + sfera si muove?
  - Se la risposta a) è affermativa, determina con quale velocità.
  - Se il sistema proiettile + sfera andasse a urtare contro una molla avente  $K = 4000 \text{ N/m}$ , di quanto si accorcerebbe la molla?

[b] 4,16 m/s; c) 7,2 cm]

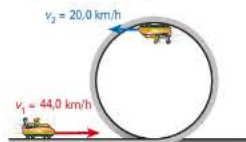
- 67 ●●● Un proiettile di 15 g colpisce centralmente, procedendo alla velocità di 450 m/s, una sfera di legno di 2,5 kg appesa a un punto fisso tramite un sottile cavo d'acciaio, ferma nella posizione verticale di equilibrio. Calcola l'altezza a cui arriva la sfera rispetto alla posizione iniziale, immaginando che il proiettile, dopo aver colpito la sfera, rimanga incastrato al suo interno.



**SUGGERIMENTO** Si tratta di un urto totalmente... Inoltre, il peso del cavetto è trascurabile.

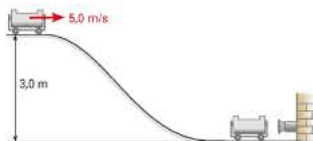
[37 cm]

- 68 ●●● Un vagoncino delle montagne russe compie il giro della morte, entrando nell'anello alla velocità di 44,0 km/h. Sapendo che nel punto più alto ha una velocità di 20,0 km/h, determina il raggio dell'anello (trascurando gli attriti e ricordando che il vagoncino non ha motore). La velocità raggiunta nel punto più alto è sufficiente a equilibrare la forza peso e a non farlo cadere?



[3,00 m; sì...]

- 69 ●●● Il vagoncino di una miniera, che ha una massa totale di 120 kg, va a urtare contro un respingente dopo aver percorso una discesa che presenta un dislivello di 3,0 m. Prima della discesa il vagoncino aveva una velocità di 5,0 m/s. Calcola, trascurando gli attriti, la compressione massima del respingente, sapendo che la costante elastica della molla al suo interno valga  $252 \cdot 10^3 \text{ N/m}$ .



[20 cm]

- 70 ●●● Un carrello si muove con velocità di  $(1,36 \pm 0,02) \text{ m/s}$  a un'altezza dal suolo di  $(1,145 \pm 0,005) \text{ m}$ . La sua massa è  $(0,320 \pm 0,002) \text{ kg}$ . L'accelerazione di gravità rispetto al livello del mare deve essere considerata con un'incertezza di  $0,01 \text{ m/s}^2$ . Determina la misura dell'energia meccanica del carrello.

**SUGGERIMENTO** Non arrotondare secondo i criteri noti le incertezze dell'energia cinetica e dell'energia potenziale gravitazionale, ma soltanto quella finale dell'energia meccanica.

[3,89 ± 0,06 J]

- 71 **IN INGLISH** ●●● A stuntman driving a motorcycle at a constant speed  $v$  leaves the end of a ramp. If his speed is 54,0 km/h as he reaches a maximum height of 4,40 m, what is  $v$ ? (Neglect air resistance and friction.)

[63,5 km/h]

- 72 **IN INGLISH** ●●● A ball of mass  $m = 0,4 \text{ kg}$  is dropped from a height  $h = 1,2 \text{ m}$  above the end of a vertical spring and compresses the spring, whose elastic constant is  $K = 100 \text{ N/m}$ . Complete the following table and determine the maximum spring deformation (assume no friction).

	Initial situation	Final situation
Kinetic energy	...	0
Gravitational potential energy	$m \cdot g \cdot (h + y)$	...
Elastic potential energy	0	...

**HINT** Do not neglect the gravitational potential energy over the compression of the spring.

[0,35 m]

## PREPARATI ALLA VERIFICA

### Quesiti

- In presenza di fenomeni dissipativi vale il principio di conservazione dell'energia meccanica? Argomenta la risposta.
- Una massa è sospesa verticalmente a una molla. Analizza quali tipi di energia concorrono a formare la sua energia meccanica totale quando la massa è in equilibrio.
- Qual è la differenza fondamentale tra un urto elastico e uno anelastico?
- Esemplifica un caso di urto elastico e uno di urto anelastico.

### Test

- In assenza di attrito, un'automobile ha un'energia cinetica di 5000 J e un'energia potenziale gravitazionale di 20 000 J. La sua energia meccanica vale:
  - 35 000 J
  - 25 000 J
  - 100 MJ
  - 4 kJ
- Una sfera ha un'energia potenziale gravitazionale di 80 J e un'energia cinetica di 100 J. Se, a causa di un aumento di quota, l'energia potenziale gravitazionale sale a 160 J, allora la sua energia cinetica, in assenza di attriti:
  - scende a 50 J
  - diventa nulla
  - sale a 200 J
  - scende a 20 J
- Un sasso cade da un'altezza di 12 m. A quale quota l'energia cinetica è uguale all'energia potenziale gravitazionale residua?
  - 10 m
  - 8,0 m
  - 6,0 m
  - 4,0 m
- I punti A, B e C delle montagne russe hanno altezza  $h_A = 5,0 \text{ m}$ ,  $h_B = 15 \text{ m}$  e  $h_C = 10 \text{ m}$ . Sapendo che un vagoncino in A ha un'energia cinetica uguale all'energia potenziale che ha in B, la sua velocità in C sarà:
  - 9,9 m/s
  - 14 m/s
  - 17 m/s
  - 20 m/s
- Se raddoppiamo la massa di un corpo e dimezziamo la sua velocità, allora la sua quantità di moto:
  - raddoppia
  - si dimezza
  - quadruplica
  - non varia
- Inizialmente, durante una gara, due pattinatori di massa 54 kg e 72 kg avanzano insieme, tenendosi per mano, alla velocità di 6,8 m/s. In un secondo momento la ragazza (che ha la massa minore) viene spinta dal compagno e si allontana a 9,4 m/s, nella stessa direzione in cui stavano procedendo.

La velocità del ragazzo è:

- 2,6 m/s
- 2,6 m/s
- 2,1 m/s
- 4,9 m/s

- In un urto anelastico si conserva la quantità di moto. In un urto elastico si conserva l'energia cinetica. Le precedenti affermazioni sono:
  - vera, vera
  - vera, falsa
  - falsa, vera
  - falsa, falsa
- Siano  $E_C$  ed  $E_C'$  rispettivamente l'energia cinetica prima e dopo un urto anelastico. Quale relazione è corretta?
  - $E_C' < 0$
  - $E_C = E_C'$
  - $E_C' = 0$
  - $E_C' < E_C$

### Problemi

- Una palla di 650 g inizialmente ferma a 18,0 m di altezza scende in caduta libera, in modo che sia possibile trascurare l'attrito dell'aria e ritenere isolato il sistema. Facendo ricorso esclusivamente al principio di conservazione dell'energia meccanica, trova la velocità della palla quando è a 9,00 m di altezza e quando sta per toccare il suolo.
 

[13,3 m/s; 18,8 m/s]
- Un vagoncino di 300 kg passa con una velocità di 1,10 m/s a un'altezza di 35,0 m e poi compie il percorso descritto nella figura.



Calcola la sua velocità nei punti B e C del percorso, a un'altezza rispettivamente di 15,0 m e 24,0 m (supponendo che non ci siano attriti).
 

[ $v_B = 19,8 \text{ m/s}$ ;  $v_C = 14,7 \text{ m/s}$ ]

- Giulia di 52 kg e Ludovico di 75 kg si stanno allenando per un'esibizione circense. Si trovano su una tavola di legno dotata di ruote, di massa 8,0 kg, inizialmente ferma. Determina la velocità finale della tavola nei seguenti casi:
  - Ludovico scende verso sinistra (dalla parte posteriore) con velocità orizzontale di 0,80 m/s;
  - Ludovico scende come descritto in a) e contemporaneamente anche Giulia scende con velocità orizzontale di 0,30 m/s diretta verso destra (dalla parte anteriore).

Assumi come verso positivo quello diretto verso destra.
 

[a) 1,0 m/s; b) 5,6 m/s]