

**Problemi risolti**

1. Un aeroplano parte da fermo e accelera sulla pista coprendo 600 m in 12 s. La sua accelerazione in  $m/s^2$  vale:

- (A) 2.5                      (B) 5                      (C) 8.33                      (D) 12.5                      (E) 25

**SOLUZIONE.** Per la legge del moto uniformemente accelerato:  $s = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2} = 8.33 \text{ m/s}^2$

2. La FIAT BRAVO 1.4 SX raggiunge i 100 km/h in 13.8 s con partenza da fermo. Supponendo che la sua accelerazione sia uniforme, lo spazio percorso dalla partenza al punto dove raggiunge i 100 km/h è pari a circa

- (A) 192 m                      (B) 383 m                      (C) 174 m                      (D) 347 m                      (E) \_\_\_\_\_

**SOLUZIONE.** Lo spazio percorso è pari a tempo per velocità media, e quest'ultima è pari a metà la velocità finale di 100 km/h, ovvero 27.78 m/s. Si ottiene 192 m.

3. Un sacco di zavorra viene staccato da una mongolfiera mentre questa sta salendo con una velocità di 2 m/s. Se il sacco tocca il suolo esattamente 10 s dopo il tempo del distacco essendo accelerato uniformemente verso il basso a  $9.8 \text{ m/s}^2$ , l'altezza dal suolo della mongolfiera è di circa

- (A) 490 m                      (B) 470 m                      (C) 510 m                      (D) 980 m                      (E) \_\_\_\_\_

**SOLUZIONE.** La formula da usare è  $\text{spazio} = v(0)t + at^2/2$ , dove  $v(0)$  va preso con il segno positivo se diretto verso il basso (come la accelerazione di gravità  $g$ ) e col segno negativo se la mongolfiera sta salendo. Si ottiene 490 m.

4. Il sistema di blocco automatico si è guastato e il macchinista del Pendolino Milano–Roma lanciato a  $v_p = 170 \text{ km/h}$  si accorge di un treno merci davanti a lui che sta procedendo sulla stesso binario e nella stessa direzione con  $v_m = 100 \text{ km/h}$ . Il macchinista aziona immediatamente la frenata di emergenza su tutte le ruote, capace di imprimere una decelerazione pari al 20% dell'accelerazione di gravità :  $a = 0.2 g = 1.96 \text{ m/s}^2$  ( $0.2 =$  coefficiente di attrito ruota–binario) e prega che tra il suo treno e il merci vi sia una distanza sufficiente a evitare l'impatto. Si stima che tale distanza minima sia pari a circa

- (A) 468 m                      (B) 372 m                      (C) 276 m                      (D) 193 m                      (E) 96 m

**SOLUZIONE.** Il tempo minimo per decelerare da  $v_p$  a  $v_m$  è

$$t = \frac{v_p - v_m}{a} = \frac{70 \text{ km/h}}{1.96 \text{ m/s}^2} = \frac{70}{1.96 \cdot 3.6} = 9.92 \text{ s}$$

In tale tempo, la velocità media del Pendolino è 135 km/h (media tra 170km/h iniziali e i 100 km/h finali). Il Pendolino percorre 372 m mentre il merci percorre 276 m. Perciò la loro distanza iniziale deve essere maggiore di  $372 - 276 = 96 \text{ m}$  per evitare l'impatto.

5. In un moto piano la velocità iniziale è  $\mathbf{v}(0) = (1\mathbf{i} + 2\mathbf{j}) \text{ m/s}$  e dopo 2 s è di  $\mathbf{v}(2s) = (-1\mathbf{i} + 4\mathbf{j}) \text{ m/s}$ . L'accelerazione centripeta vale in modulo

- (A)  $0.82 \text{ m/s}^2$                       (B)  $1 \text{ m/s}^2$                       (C)  $2.83 \text{ m/s}^2$                       (D)  $1.64 \text{ m/s}^2$                       (E) \_\_\_\_\_

**SOLUZIONE.** Il problema si risolve trovando l'accelerazione vettoriale media

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{v}(2s) - \mathbf{v}(0)}{2s} = (-1\mathbf{i} + 1\mathbf{j}) \text{ m/s}^2 \text{ e il valore della sua componente tangenziale come}$$

$$a_t = \frac{v(2s) - v(0)}{2s} = 0.94 \text{ m/s}^2 \text{ (differenza dei moduli delle due velocità).}$$

Il modulo della accelerazione centripeta si ricava dal teorema di Pitagora:  $|\mathbf{a}|^2 = a_t^2 + a_c^2$ , che dà  $a_c = 1.05 \text{ m/s}^2$ , da segnare in (E). La soluzione approssimata (B) ( $1 \text{ m/s}^2$ ) potrebbe essere giustificata dal seguente ragionamento intuitivo: la componente centripeta deve essere perpendicolare alla velocità media ( $\langle \mathbf{v} \rangle = 3\mathbf{j} \text{ m/s}$ ). Perciò  $\mathbf{a}_c \approx 1\mathbf{i} \text{ m/s}^2$ .

6. In un moto piano, la velocità all'istante iniziale vale  $\mathbf{v}(0) = 6\mathbf{i} + 1\mathbf{j}$  e dopo due secondi vale  $\mathbf{v}(2) = 3\mathbf{i} + 5\mathbf{j}$ . Il modulo della accelerazione media vale  
 (A)  $1 \text{ m/s}^2$  (B)  $1.41 \text{ m/s}^2$  (C)  $2 \text{ m/s}^2$  (D)  $2.50 \text{ m/s}^2$  (E)  $5.00 \text{ m/s}^2$

**SOLUZIONE**

$$\mathbf{a} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{\mathbf{v}(2) - \mathbf{v}(0)}{2s} = \frac{(3-6)\mathbf{i} + (5-1)\mathbf{j}}{2} \text{ m/s}^2 = \frac{(3-6)\mathbf{i} + (5-1)\mathbf{j}}{2} = -\frac{3}{2}\mathbf{i} + 2\mathbf{j} \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow a = \sqrt{\left(-\frac{3}{2}\right)^2 + 2^2} \text{ m/s}^2 = \sqrt{\frac{25}{4}} \text{ m/s}^2 = 2.5 \text{ m/s}^2$$

7. Nel problema precedente, la componente centripeta della accelerazione vale  
 (A)  $1 \text{ m/s}^2$  (B)  $1.41 \text{ m/s}^2$  (C)  $2 \text{ m/s}^2$  (D)  **$2.50 \text{ m/s}^2$**  (E)  $5.83 \text{ m/s}^2$

**SOLUZIONE.** Il modulo della componente tangenziale dell'accelerazione è la variazione nel tempo (a meno del segno) del modulo della velocità:

$$a_t = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{|v(2) - v(0)|}{2s} = \frac{|\sqrt{3^2 + 5^2} - \sqrt{6^2 + 1^2}|}{2} \text{ m/s}^2 = \frac{|\sqrt{34} - \sqrt{37}|}{2} \text{ m/s}^2 = 0.126 \text{ m/s}^2$$

La componente (vettoriale) tangenziale  $\mathbf{a}_t$  e quella centripeta  $\mathbf{a}_c$  sono tra loro perpendicolari, e la loro risultante è l'accelerazione totale  $\mathbf{a}$ . Quindi

$$a^2 = a_t^2 + a_c^2 \Rightarrow a_c = \sqrt{a^2 - a_t^2} = \sqrt{2.50^2 - 0.126^2} \text{ m/s}^2 = 2.50 \text{ m/s}^2$$

Nell'approssimazione utilizzata di 3 cifre significative la componente centripeta e il modulo della accelerazione totale hanno identico valore.

8. La Luna compie un'orbita circolare di raggio  $3.8 \times 10^8 \text{ m}$  attorno alla Terra in circa 28 giorni; la sua accelerazione centripeta vale circa (in  $\text{m/s}^2$ )

(A)  $2.56(10^{-3})$  (B)  $5.72(10^{-3})$  (C) 0.98 (D)  $3.14(10^{-2})$  (E) \_\_\_\_\_

**SOLUZIONE.** La accelerazione centripeta per la Luna è

$$\omega^2 R = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R = \left(\frac{2\pi}{28 \times 24 \times 3600}\right)^2 3.8 \times 10^8 \cong 2.56 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

9. Un satellite percorre un'orbita circolare intorno alla Terra (di raggio pari a 12000 km) in 3 ore e 50'. La sua velocità angolare vale approssimativamente:

(A)  $1.6 \text{ rad/h}$  (B)  $6000 \text{ rad/s}$  (C)  $0.001 \text{ rad/s}$  (D)  $0.005 \text{ s}^{-1}$  (E)  $2 \text{ min}^{-1}$

**SOLUZIONE.** Osserviamo che 50' possono scriversi come  $5/6$  di ora. Ricordando il legame tra velocità angolare e periodo di rotazione si avrà:  $\omega = 2\pi / T = 2\pi(\text{rad}) / (3 + 5/6) \text{ ora} = 1.6 \text{ rad/h}$



8. L'accelerazione alla superficie di Marte è di circa  $4 \text{ m/s}^2$ . Se un astronauta lanciasse in alto una palla avente una velocità di  $10 \text{ m/s}$ , per quanti secondi salirebbe?

- (A) 0.66      (B) 2.5      (C) 4      (D) 1.6      (E) 5

9. Un treno merci parte dallo scalo accelerando in modo uniforme. Se dopo un chilometro sta ancora accelerando e la sua velocità è di  $36 \text{ km/h}$ , la sua accelerazione vale circa (in  $\text{m/s}^2$ )

- (A) 0.05      (B) 0.1      (C) 0.65      (D) 1.0      (E) 9.8

10. Un treno merci parte dallo scalo accelerando in modo uniforme. Se dopo un chilometro sta ancora accelerando e la sua velocità è di  $36 \text{ km/h}$ , in quanto tempo coprirà il secondo chilometro se continua ad accelerare?

- (A) 300 s      (B) 200 s      (C) 140 s      (D) 83 s      (E) 68 s

11. La velocità di un punto lungo una traiettoria piana all'istante iniziale è  $\mathbf{v}_0 = 4\mathbf{i} - 3\mathbf{j}$  (m/s) e dopo un secondo, durante il quale il punto ha percorso circa  $5 \text{ m}$ , la velocità vale  $\mathbf{v}_1 = 3\mathbf{i} - 4\mathbf{j}$  (m/s). L'accelerazione tangenziale del punto vale (in  $\text{m/s}^2$ )

- (A) 0      (B) 0.41      (C) 1.0      (D) 1.4      (E) \_\_\_\_\_

12. Un punto inizialmente in  $P_0(0,0)$  dopo un secondo si trova in  $P_1(1,1)$  e dopo  $2 \text{ s}$  è in  $P_2(3,1)$ , dove le coordinate sono espresse in metri. La sua accelerazione centripeta vale circa in  $\text{m/s}^2$

- (A) 2      (B) 1.4      (C) 1.3      (D) 0.59      (E) 0.167  $\text{m/s}^2$

13. In un moto piano, la velocità all'istante iniziale vale  $\mathbf{v}(0) = 6\mathbf{i} + \mathbf{j}$  e dopo due secondi vale  $\mathbf{v}(2) = 3\mathbf{i} + 5\mathbf{j}$ . Il modulo dell'accelerazione media vale

- (A)  $1 \text{ m/s}^2$       (B)  $1.41 \text{ m/s}^2$       (C)  $2 \text{ m/s}^2$       (D)  $2.50 \text{ m/s}^2$       (E)  $5.83 \text{ m/s}^2$

14 Nel problema precedente, la componente centripeta dell'accelerazione vale

- (A)  $1 \text{ m/s}^2$       (B)  $1.41 \text{ m/s}^2$       (C)  $2 \text{ m/s}^2$       (D)  $2.50 \text{ m/s}^2$       (E)  $5.83 \text{ m/s}^2$

15. Il seggiolino di una giostra ruotante a velocità angolare costante descrive cerchi di raggio  $4 \text{ m}$  e ha un'accelerazione centripeta di  $25 \text{ m/s}^2$ . La velocità del seggiolino è di

- (A)  $27 \text{ km/h}$       (B)  $10 \text{ km/h}$       (C)  $36 \text{ km/h}$       (D)  $4.9 \text{ km/h}$       (E) \_\_\_\_\_

16. Un punto in moto circolare uniforme con periodo  $T = 5 \text{ s}$  ha una accelerazione centripeta di  $20 \text{ m/s}^2$ . Il modulo della sua velocità vale circa

- (A)  $57 \text{ km/h}$       (B)  $25 \text{ m/s}$       (C)  $80 \text{ m/s}$       (D)  $290 \text{ km/h}$       (E)  $9.8 \text{ m/s}^2$

17. Un punto A che descrive con velocità  $v_A$ , costante in modulo, una circonferenza di raggio  $r$  ha una accelerazione centripeta 25 volte maggiore di quella di un punto B che descrive un'orbita circolare di raggio  $5r$  con velocità in modulo costante  $v_B$ . Il rapporto  $v_B/v_A$  è pari a

- (A) 25      (B) 5      (C)  $\sqrt{5}$       (D) 1      (E)  $1/\sqrt{5}$

18. Se la posizione di un punto materiale di 10 kg é descritta da (coordinate in metri)  $x = 3\cos \omega t$  e  $y = 3\sin \omega t$

la sua velocità é di 10 m/s la pulsazione angolare  $\omega$  vale

- (A) 0.3 /s      (B) 0.33 /s      (C) 3 /s      (D) 3.33 /s      (E) 10/s

19. Un punto che oscilla di moto armonico con periodo  $T=3.1414$  s raggiunge una velocità massima di 20 km/h. Il suo moto sarà descritto da un'equazione del tipo  $x(t) = x_0 \cos(\frac{2\pi}{T}t + \varphi)$ , dove

l'ampiezza  $x_0$  vale circa

- (A) 10 km      (B) 9.8 m      (C) 17.4 m      (D) 62.8 km      (E) 2.78 m

20. Uno Stukas (caccia bombardiere tedesco della seconda guerra mondiale progettato per bombardare mentre scende in picchiata) sgancia una bomba mentre è a duemila metri dal suolo e ha una velocità di 150 m/s che forma un angolo di  $30^\circ$  con la verticale discendente. L'accelerazione di gravità è verticale discendente e vale  $9.8 \text{ m/s}^2$ . La bomba raggiunge il suolo dopo un tempo di circa

- (A) 7s      (B) 11 s      (C) 13 s      (D) 15 s      (E) \_\_\_\_\_

## Seconda Esercitazione: Cinematica

Esercizio	Risposta
1	(E) $62 \text{ m/s}^2$
2	(E) 828 m
3	(A) $2.8 \text{ m/s}^2$
4	(A) $0.4 \text{ m/s}^2$
5	(A) e (D) SI, le altre NO
6	(B) $0.68 \text{ m/s}^2$
7	(D) 4 km
8	(B) 2.5 s
9	(A) $0.05 \text{ m/s}^2$
10	(D) 83 s
11	(A) $0 \text{ m/s}^2$
12	(D) $0.58 \text{ m/s}^2$
13	(D) $2.50 \text{ m/s}^2$
14	(D) $2.50 \text{ m/s}^2$
15	(C) 36 km/h
16	(A) 57 km/h
17	(E) $1/\sqrt{5}$
18	(D) 3.33 s
19	(E) 2.78 m
20	(B) 11 s