

10. (II) Un aeroplano percorre 2100 km a una velocità di 800 km/h; poi incontra un vento di coda che fa aumentare la sua velocità a 1000 km/h per i successivi 1800 km. Qual è la durata complessiva del viaggio? Qual è la velocità scalare media dell'aeroplano in questo viaggio? [Suggerimento: pensateci attentamente prima di usare l'eq. 2-10d].
11. (II) Calcolate la velocità scalare media e la velocità vettoriale media di un viaggio completo di andata e ritorno in cui i 200 km dell'andata vengono coperti a 90 km/h, seguiti da una pausa pranzo di un'ora, e i 200 km del ritorno vengono coperti a 50 km/h.
12. (III) Una palla da bowling che viaggia con velocità costante, colpisce i birilli posti alla fine di una pista da bowling lunga 16.5 m. Il giocatore sente il suono della palla che colpisce i birilli 2.50 s dopo che la palla ha lasciato la sua mano. Qual è la velocità della palla? Si assuma la velocità del suono pari a 340 m/s.

#### PARAGRAFO 2-4

13. (I) Un'automobile sportiva accelera, partendo da ferma, fino a 95 km/h in 6.2 s. Qual è la sua accelerazione media in  $\text{m/s}^2$ ?
14. (I) Su un'autostrada, una particolare automobile è capace di un'accelerazione di circa  $1.6 \text{ m/s}^2$ . Con questo valore di accelerazione, quanto tempo impiega per accelerare da 80 km/h a 110 km/h?
15. (I) Una velocista accelera da ferma a 10.0 m/s in 1.35 s. Qual è la sua accelerazione (a) in  $\text{m/s}^2$  e (b) in  $\text{km/h}^2$ ?
16. (II) Un concessionario assicura il cliente che una data automobile sportiva è in grado di fermarsi in una distanza di 50 m, da una velocità di 90 km/h. Qual è l'accelerazione in  $\text{m/s}^2$ ? A quanti  $g$  corrisponde ( $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ )?
17. (III) La posizione di un'automobile da corsa che parte da ferma a  $t = 0$  e si muove lungo un percorso rettilineo, è stata misurata in funzione del tempo, come riportato nella tabella seguente. Stimare (a) la sua velocità e (b) la sua accelerazione in funzione del tempo. Mostrate ciascuna delle due grandezze in una tabella e in un grafico.
- |         |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $t$ (s) | 0     | 0.25  | 0.50  | 0.75  | 1.00  | 1.50  | 2.00  | 2.50  |
| $x$ (m) | 0     | 0.11  | 0.46  | 1.06  | 1.94  | 4.62  | 8.55  | 13.79 |
| $t$ (s) | 3.00  | 3.50  | 4.00  | 4.50  | 5.00  | 5.50  | 6.00  |       |
| $x$ (m) | 20.36 | 28.31 | 37.65 | 48.37 | 60.30 | 73.26 | 87.16 |       |

#### PARAGRAFI 2-5 E 2-6

18. (I) Le equazioni principali della cinematica, (eq. da 2-10a a 2-10d) diventano particolarmente semplici se la velocità iniziale è zero. Riscrivete le equazioni in questo caso particolare (ponete anche  $x_0 = 0$ .)
19. (I) Un'automobile accelera da 12 m/s a 25 m/s in 6.0 s. (a) Quanto vale la sua accelerazione? (b) Di quanto si sposta durante questo tempo? Assumete l'accelerazione costante.
20. (I) Un'automobile rallenta da 20 m/s fino a fermarsi in un tratto di 85 m. Qual è stata la sua accelerazione, assunta costante?
21. (I) Un aeroplano leggero deve raggiungere una velocità di 30 m/s per decollare. Che lunghezza deve avere la rincorsa, se l'accelerazione (costante) è di  $3.0 \text{ m/s}^2$ ?
22. (II) Una velocista di livello internazionale può partire dai blocchi raggiungendo la velocità massima (di circa 11.5 m/s) nei primi 15.0 m di gara. Qual è l'accelerazione media di questa velocista e quanto impiega a raggiungere tale velocità?
23. (II) Un'automobile rallenta da una velocità di 25 m/s fino a fermarsi in 5.0 s. Di quanto si sposta in quel tempo?
24. (II) Nel fermarsi, un'automobile lascia i segni della frenata per 80 m lungo l'autostrada. Assumendo una decelerazione di  $7.00 \text{ m/s}^2$ , stimate la velocità della macchina appena prima di iniziare a frenare.
25. (II) Un'automobile che viaggia a 45 km/h rallenta con una decelerazione costante di  $0.50 \text{ m/s}^2$  in seguito al fatto che il guidatore toglie il piede dall'acceleratore. Calcolate (a) la distanza che la macchina copre prima di fermarsi, (b) il tempo che impiega a fermarsi e (c) la distanza che percorre durante il primo e durante il quinto secondo di tempo.
26. (II) Un'automobile che viaggia a 90 km/h sbatte contro un albero. Il fronte dell'automobile si accartocchia e il guidatore si ferma dopo aver percorso 0.8 m. Qual è stata l'accelerazione media del guidatore durante la collisione? Date la risposta in termini di  $g$ , dove  $1.00g = 9.80 \text{ m/s}^2$ .
27. (II) Determinate la distanza di arresto per un'automobile con una velocità iniziale di 90 km/h e un tempo di reazione umana di 1.0 s: (a) per un'accelerazione  $a = -4.0 \text{ m/s}^2$ ; (b) per  $a = -8.0 \text{ m/s}^2$ .
28. (III) Mostrate che l'equazione per la distanza d'arresto di un'automobile è  $d_s = v_0 t_R - v_0^2 / (2a)$ , dove  $v_0$  è la velocità iniziale dell'automobile,  $t_R$  è il tempo di reazione del guidatore e  $a$  è l'accelerazione costante (negativa).
29. (III) Un motociclista che supera il limite consentito di velocità, viaggiando a 120 km/h, oltrepassa un poliziotto fermo. Il poliziotto immediatamente si lancia all'inseguimento con un'accelerazione costante di  $10.0 \text{ (km/h)/s}$  (notate l'unità di misura mista). Quanto tempo occorrerà al poliziotto per raggiungere il motociclista, supponendo che quest'ultimo mantenga costante la sua velocità? Quanto veloce starà andando il poliziotto in quell'istante?
30. (III) Una persona che sta guidando la propria automobile a 50 km/h, si avvicina a un incrocio proprio mentre sta scattando il giallo al semaforo. Egli sa che tra il giallo e il rosso intercorrono solo 2.0 s, e si trova a 30 m dal punto più vicino dell'incrocio (fig. 2-29). Deve fermarsi o piuttosto provare ad accelerare per passare prima che scatti il rosso? L'incrocio è largo 15 m. La decelerazione massima dell'automobile è  $-6.0 \text{ m/s}^2$ , mentre è in grado di accelerare da 50 km/h a 70

km/h in 6.0 m. Ignorate la lunghezza dell'automobile e il tempo di reazione.

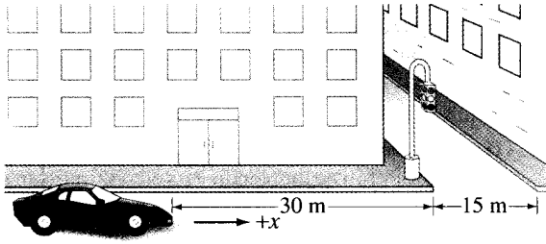


FIGURA 2-29 Problema 30.

31. (III) Un corridore spera di completare la corsa dei 10 000 m in meno di 30.0 min. Dopo esattamente 27.0 min, gli restano ancora 1100 m da percorrere. Per quanti secondi dovrà mantenere un'accelerazione di  $0.20 \text{ m/s}^2$  per ottenere il tempo desiderato?

**PARAGRAFO 2-7** [trascurate la resistenza dell'aria]

32. (I) Calcolate, in unità «g», l'accelerazione della palla da baseball nell'esempio 2-9.
33. (I) Se un'automobile esce lentamente di strada ( $v_0 = 0$ ) e cade verticalmente in un burrone, quanto tempo impiega per raggiungere la velocità di 90 km/h?
34. (I) Una pietra è lasciata cadere verticalmente da un precipizio e colpisce il fondo dopo 3.50 s. Quanto è alto il precipizio?
35. (I) Calcolate (a) quanto ci mette King Kong a cadere dall'Empire State Building (alto 380 m), e (b) la sua velocità appena prima dell'«atterraggio».
36. (II) Durante una partita di baseball una palla viene colpita dal basso verso l'alto e acquista una velocità di circa 25 m/s, in direzione verticale. (a) A che altezza arriverà? (b) Quanto resterà in aria?
37. (II) Un canguro salta, in verticale, sino a un'altezza di 2.7 m. Quanto resta in aria prima di toccare di nuovo terra?
38. (II) Un giocoliere riprende la palla 3.3 s dopo averla lanciata verticalmente verso l'alto. Con quale velocità l'aveva lanciata e quale altezza ha raggiunto la palla?
39. (II) Tracciate un grafico in funzione del tempo (a) della velocità e (b) della distanza percorsa cadendo, per un oggetto che cada, sotto l'influenza della gravità, da  $t = 0$  a  $t = 5.00$  s. Ignorate la resistenza dell'aria e assumete  $v_0 = 0$ .
40. (II) I migliori rimbalzisti della pallacanestro hanno uno stacco verticale (cioè, lo spostamento verticale di un punto fisso del loro corpo) di circa 120 cm. (a) Qual è la loro velocità iniziale di «stacco» da terra? (b) Quanto tempo restano in aria?
41. (II) Un elicottero sta salendo verticalmente con una velocità di 5.50 m/s. A un'altezza di 105 m rispetto alla Terra, un pacco viene lasciato cadere da un finestrino. Quanto tempo impiega il pacco a raggiungere il terreno?

42. (II) Mostrate che, per un oggetto che cade liberamente da fermo, la distanza percorsa durante ogni secondo successivo aumenta con lo stesso rapporto dei numeri dispari consecutivi (1, 3, 5, ecc.). Questa relazione fu rilevata per primo da Galileo. Vedi figure 2-16 e 2-19.
43. (II) Trascurando la resistenza dell'aria, mostrate (algebricamente) che una palla lanciata verticalmente verso l'alto con velocità  $v_0$  avrà la stessa velocità  $v_0$  quando ritornerà al punto di partenza.
44. (II) Una pietra viene lanciata verticalmente verso l'alto con una velocità di 20.0 m/s. (a) Con che velocità si muoverà una volta giunta a 12.0 m d'altezza? (b) Quanto tempo impiegherà a raggiungere tale altezza? (c) Perché sono possibili due diverse risposte per (b)?
45. (II) Stimate l'intervallo di tempo intercorrente tra ogni coppia di lampi stroboscopici della mela in figura 2-16 (o il numero di flash per secondo). Assumete che la mela abbia un diametro di circa 10 cm.

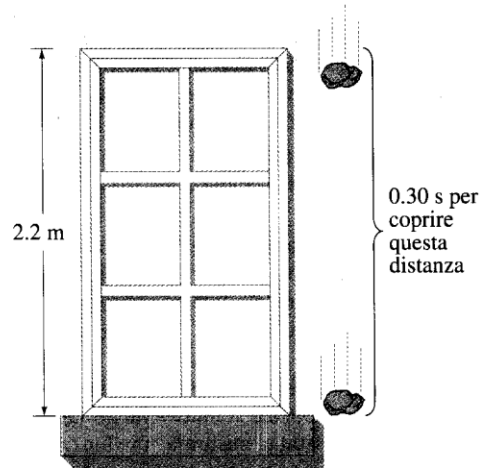


FIGURA 2-30 Problema 46.

46. (III) Una pietra in caduta libera impiega 0.30 s per oltrepassare una finestra alta 2.2 m (fig. 2-30). Da quale altezza, rispetto alla sommità della finestra, è caduta la pietra?
47. (III) Una roccia viene fatta cadere da una rupe a picco sul mare. Il tonfo della pietra che colpisce l'acqua viene udito dopo 3.4 s. Se la velocità del suono è 340 m/s, quanto è alta la rupe?
48. (III) Supponete di regolare la vostra canna per innaffiare in modo da avere un getto d'acqua potente. Puntate l'ugello della canna, che si trova a 1.5 m di altezza, verticalmente verso l'alto (fig. 2-31). Spostando velocemente la bocchetta rispetto alla verticale, sentite che l'acqua continua a colpire il suolo accanto a voi per altri 2.0 s. Qual è la velocità con cui l'acqua lascia la canna?

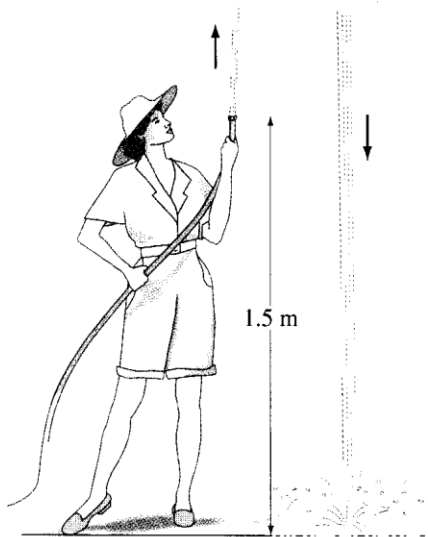


FIGURA 2-31 Problema 48.

(III) Una pietra viene lanciata verticalmente verso l'alto, con una velocità di 12.0 m/s, dal bordo di uno strapiombo alto 75 m (fig. 2-32). (a) Dopo quanto tempo raggiungerà la base dello strapiombo? (b) Quale sarà la sua velocità appena prima di colpire il suolo? (c) Qual è la distanza totale percorsa?

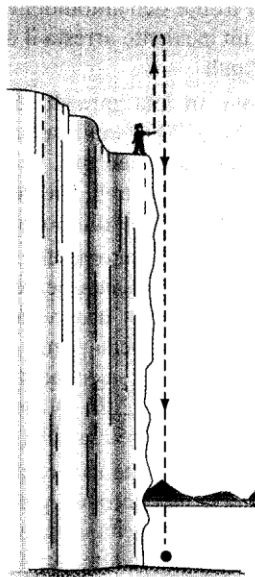


FIGURA 2-32 Problema 49.

50. (III) Da una finestra, che si trova a un'altezza di 25 metri sopra la strada, vediamo passare una palla da baseball diretta verso l'alto con una velocità verticale di 12 m/s. Se la palla è stata lanciata dalla strada, (a) qual era la sua velocità iniziale, (b) quale altezza raggiunge, (c) quando è stata lanciata, (d) quando toccherà nuovamente terra?

### \*PARAGRAFO 2-8

- \*51. (I) In figura 2-26 è riportata la posizione in funzione del tempo di un coniglio lungo una galleria rettilinea. Qual è la sua velocità istantanea (a) per  $t = 10.0$  s e (b) per  $t = 30.0$  s? Qual è la sua velocità media (c) tra  $t = 0$  e  $t = 5.0$  s, (d) tra  $t = 25.0$  s e  $t = 30.0$  s, e (e) tra  $t = 40.0$  s ed  $t = 50.0$  s?
- \*52. (I) Considerando la figura 2-26, (a) durante quali intervalli di tempo, se esistono, la velocità dell'oggetto è costante? (b) In quale istante la sua velocità è massima? (c) In quali istanti, se esistono, la velocità è nulla? (d) L'oggetto viaggia in una direzione o in entrambe lungo la galleria durante il tempo considerato?
- \*53. (I) In figura 2-27 è mostrata la velocità di un treno in funzione del tempo. (a) In quale istante la sua velocità è massima? (b) Durante quali intervalli di tempo, se esistono, la velocità è costante? (c) Durante quali intervalli di tempo, se esistono, l'accelerazione è costante? (d) In quale istante l'accelerazione ha il modulo maggiore?
- \*54. (II) Un'automobile sportiva può accelerare approssimativamente come mostrato nel grafico velocità-tempo di figura 2-33 (i piccoli tratti orizzontali della curva rappresentano il cambio di marcia). (a) Stimate l'accelerazione media dell'automobile in seconda marcia e in quarta marcia. (b) Stimate quanta strada ha percorso l'automobile mentre era in quarta marcia.
- \*55. (II) Stimate l'accelerazione media dell'automobile del precedente problema (fig. 2-33) mentre è in (a) prima, (b) terza e (c) quinta marcia. (d) Stimate anche l'accelerazione media nelle prime quattro marce.

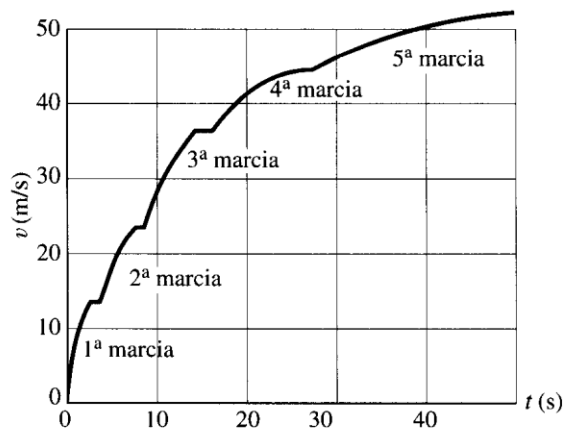


FIGURA 2-33 La velocità in funzione del tempo di un'automobile di alte prestazioni, che riparte da una fermata improvvisa. I salti nella curva rappresentano i cambi di marcia. (Problemi 54 e 55).

- \*56. (II) In figura 2-27, determinate la distanza percorsa dall'oggetto durante (a) il primo minuto e (b) il secondo minuto.

## PROBLEMI GENERALI

- Una persona salta da una finestra del quarto piano che dista 15.0 m dal telone dei pompieri. Prima di arrestarsi causa un abbassamento del telone di 1.0 m, figura 2-35. (a) Qual è l'accelerazione media a cui è sottoposto il sopravvissuto mentre viene rallentato sino ad arrestarsi? (b) Cosa si può fare per rendere il salvataggio più sicuro (cioè, generare una decelerazione più piccola): occorre irrigidire o allentare il telone? Spiegate.
- 54 Sulla Luna l'accelerazione dovuta alla gravità è circa un sesto di quella sulla Terra. Se un oggetto è lanciato verso l'alto sulla Luna, di quanto arriverà più in

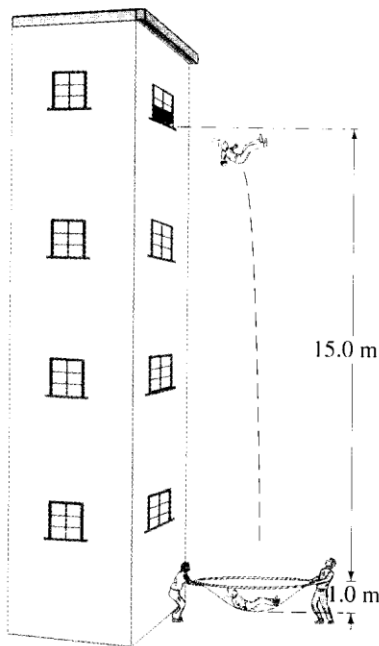
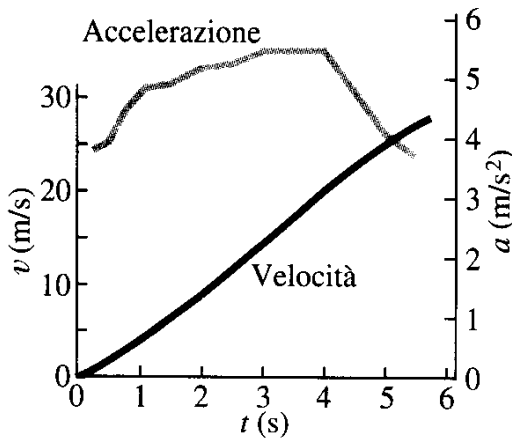


FIGURA 2-35 Problema 60.

- alto rispetto a un lancio sulla Terra, con la stessa velocità iniziale?
62. Una persona che sia ben trattenuta, alla spalla, da una cintura di sicurezza, ha una buona possibilità di sopravvivere a una collisione in automobile se la decelerazione non eccede i  $30g$  ( $1.00g = 9.80 \text{ m/s}^2$ ). Assumendo che la decelerazione sia uniforme e abbia questo valore, calcolare la distanza lungo la quale il fronte dell'automobile è destinato a collassare se un incidente arresta il mezzo da una velocità di 100 km/h.
63. Un pilota, in una gara di regolarità, deve tenere una media di 200.0 km/h sul circuito di una prova a tempo, che dura dieci giri. Se i primi nove giri sono stati fatti a 199.0 km/h, che velocità media deve essere mantenuta nell'ultimo giro?
64. Un costruttore di automobili compie dei collaudi per collisioni frontali issando le vetture su una gru e lasciandole cadere da una certa altezza. (a) Mostrare che la velocità, appena prima che l'automobile colpisca il terreno, dopo esser caduta da ferma da un'altezza  $H$ , è data da  $\sqrt{2gH}$ . Quale altezza corrisponde a una collisione a (b) 50 km/h? (c) 100 km/h?
65. Una pietra è lasciata cadere dal tetto di un edificio. 2.00 s dopo una seconda pietra è lanciata verso il basso con una velocità iniziale di 30.0 m/s, e si osserva che le due pietre atterrano nello stesso istante. (a) Quanto tempo ha impiegato la prima pietra a raggiungere il terreno? (b) Quanto è alto l'edificio? (c) Quali sono le velocità delle due pietre appena prima che colpiscano il terreno?
66. Un treno lungo 90 m inizia ad accelerare uniformemente da fermo. La testa del treno ha una velocità di 20 m/s quando oltrepassa un ferroviere che si trova a 180 m da dove la testa del treno è partita. Quale sarà la velocità dell'ultima carrozza nell'istante in cui oltrepasserà il ferroviere? (fig. 2-36)

**CAPITOLO 2**

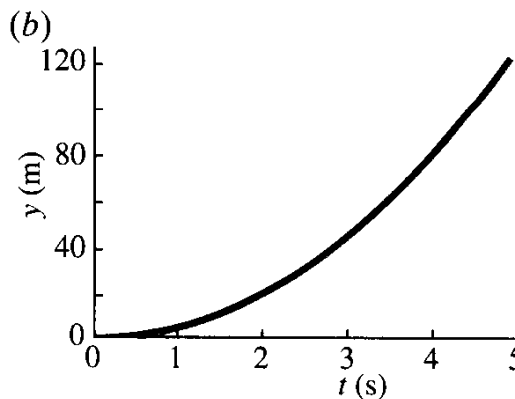
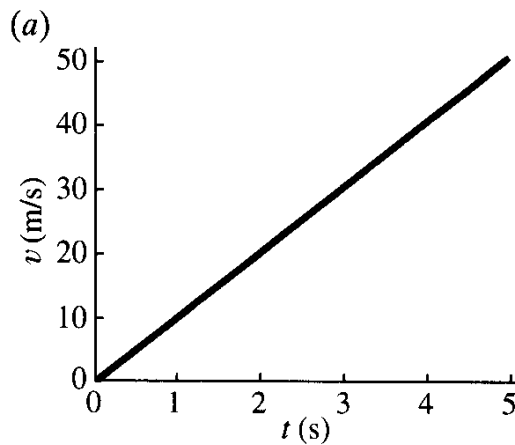
1. 70.8 km/h.  
 3. 61 m.  
 5. (a) 203 mi; (b) 61 mi/h.  
 7. (a) 4.29 m/s; (b) 0.  
 9. 2.7 min.  
 11. 55 km/h, 0.  
 13. 4.3 m/s<sup>2</sup>.  
 15. (a) 7.41 m/s<sup>2</sup>;  
 (b)  $9.60 \times 10^4$  km/h<sup>2</sup>.  
 17.



$t$ (s)	$v$ (m/s)	$t$ (s)	$a$ (m/s <sup>2</sup> )
0.0	0.0		
0.125	0.44		
0.375	1.4	0.25	3.8
0.625	2.4	0.50	4.0
0.875	3.5	0.75	4.5
1.25	5.36	1.06	4.9
1.75	7.85	1.50	5.0
2.25	10.5	2.00	5.2
2.75	13.1	2.50	5.3
3.25	15.9	3.00	5.5
3.75	18.7	3.50	5.6
4.25	21.4	4.00	5.5
4.75	23.9	4.50	4.8
5.25	25.9	5.00	4.1
5.75	27.8	5.50	3.8

19. (a) 2.2 m/s<sup>2</sup>, (b)  $1.1 \times 10^2$  m.  
 21.  $1.5 \times 10^2$  m.

23. 62.5 m.  
 25. (a)  $1.6 \times 10^2$  m; (b) 25 s;  
 (c) 12 m, 10 m.  
 27. (a) 103 m; (b) 64 m.  
 29. 24.0 s, 240 km/h.  
 31. 3.1 s.  
 33. 2.6 s.  
 35. (a) 8.81 s; (b) 86.3 m/s.  
 37. 1.5 s.  
 39.

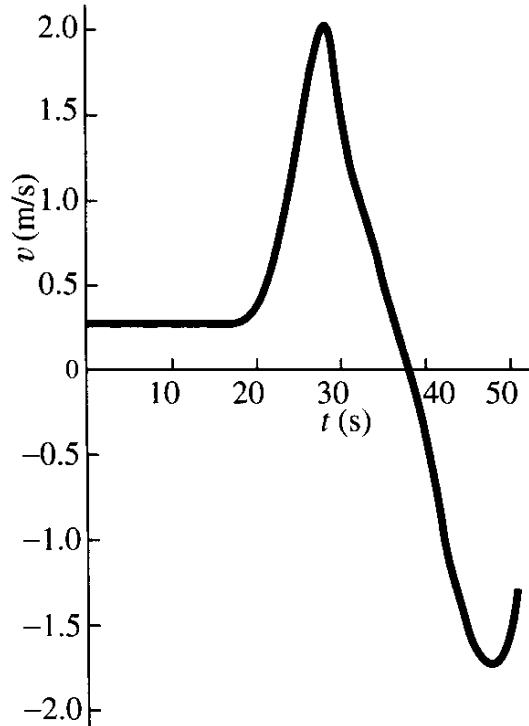


41. 5.22 s.  
 45. 0.038 s.  
 47. 52 m.  
 49. (a) 5.33 s; (b) 40.2 m/s;  
 (c) 89.7 m.  
 51. (a) 0.28 m/s; (b) 1.2 m/s;  
 (c) 0.28 m/s; (d) 1.6 m/s;  
 (e) -1.0 m/s.

53. (a) 50 s; (b) da 90 s a 107 s;  
 (c) da 0 a 20 s, e da 90 s a 107 s;  
 (d) 75 s.

55. (a)  $4.7 \text{ m/s}^2$ ; (b)  $2.2 \text{ m/s}^2$ ;  
 (c)  $0.3 \text{ m/s}^2$ ; (d)  $1.6 \text{ m/s}^2$ .

57.



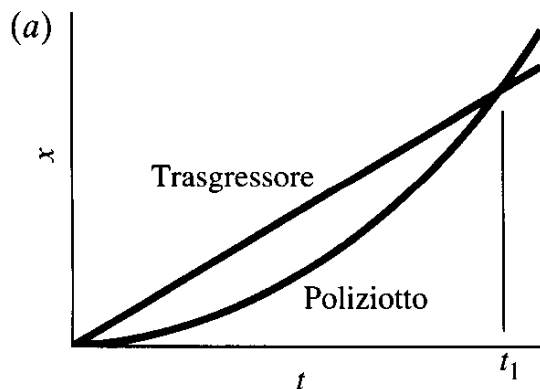
59. (a) negativa; (b) accelerando;  
 (c) negativa; (d) positiva;  
 (e) accelerando; (f) positiva;  
 (g) fermo, zero

61. 6 volte.

63. 209.5 km/h.

65. (a) 3.88 s; (b) 73.9 m;  
 (c) 38.0 m/s, 48.4 m/s;

67.



- (b) 22.9 s; (c)  $2.67 \text{ m/s}^2$ ;  
 (d)  $61.1 \text{ m/s} = 220 \text{ km/h}$ .

69. 3.3 m.

71. Meglio non tentare il sorpasso.