5.1 a) $T_1 = mg = 13.5$ N; b) $T_2 - mg = ma$, $T_2 = m(a + g) = 19$ N: per l'osservatore il corpo è in quiete e quindi la risultante delle forze applicate deve essere nulla; dato che sono applicate $T_2 = 19$ N e la forza peso $mg = -13.5$ N, deve essere applicata anche una forza $F_{\mathrm{a}} = -5.5$ N $(= -ma)$ detta forza apparente, che esiste solo nel sistema di riferimento accelerato.

5.2 $v = 30.28$ m/s, a 66.6° dalla verticale, all'indietro.

5.3 La reazione elastica della molla, che fornisce la lettura della bilancia, è $F = mg - ma_t \mathrm{sen}\theta$, con $a_t = g\,\mathrm{sen}\theta$, $F = mg(1 - \mathrm{sen}^2\theta) = mg\cos^2\theta = 22$ N (in quiete $F = mg = 29.4$ N).

5.4 Consideriamo le componenti della velocità dell'aereo rispetto al suolo v_s, prendendo l'asse x nella direzione Ovest-Est e l'asse y nella direzione Sud-Nord, $v_{xs} = v_a + v_{x,\,\mathrm{rel}}\cos 60° = 47.5$ m/s, $v_{ys} = v_{y,\,\mathrm{rel}}\mathrm{sen}60° = 39.0$ m/s, $v_s = 61.5$ km/h, a 50.6° rispetto all'asse x.

5.5 Moto parabolico: velocità iniziale $\sqrt{v_0^2 + v_t^2} = 10$ m/s, angolo $\mathrm{tg}\phi = 6/8 = 0.75$,
$\phi = 36.9°$
lo stesso, però velocità iniziale $\sqrt{v_0^2 + (v_t - v)^2} = 6.7$ m/s, $\mathrm{tg}\phi = 6/3 = 2$, $\phi = 63.4°$.

5.6 $a = a_r + a_t$, $-\omega^2 x = a_r - \omega^2 x_{O'}$, $a_r = \omega^2(x_{O'} - x) =$
$\omega^2[x_2 \,\mathrm{sen}(\omega t + \pi) - x_1 \,\mathrm{sen}\,\omega t] = -\omega^2(x_1 + x_2)\,\mathrm{sen}\,\omega t$: moto armonico con pulsazione ω, ampiezza $x_1 + x_2$, in fase con x.

5.7 $a_A = -\mu_d g = -1.96\ \mathrm{m/s^2},\ a_B = -\left(\dfrac{F}{m_B} - \mu_d \dfrac{m_A}{m_B} g\right) = -3.26\ \mathrm{m/s^2},$

$a_r = a_A - a_B = 1.30\ \mathrm{m/s^2},\ d = \tfrac{1}{2} a_r t^2,\ t = 1.24\ \mathrm{s}.$

5.8 a) $\mathrm{tg}\theta = a/g = 0.510,\ \theta = 27.0°;$

b) $a' = \sqrt{a^2 + g^2} = 11.0\ \mathrm{m/s^2},\ T = 2\pi\sqrt{l/a'} = 1.2\ \mathrm{s}.$

5.9 a) $\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}' + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}\ ,\ \omega_0 r = v' + \omega r\ ,\ v' = (\omega_0 - \omega) r = 12\ \mathrm{m/s};$

b) $\boldsymbol{a} = \boldsymbol{a}' + \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}) + 2\boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{v}'\ ,\ \omega_0^2 r = a' + \omega^2 r + 2\omega(\omega_0 - \omega) r;$

$a' = (\omega_0 - \omega)^2 r = v'^2/r = 96\ \mathrm{m/s^2};$

c) $T = m\omega_0^2 l\ ,\ m = 0.1\ \mathrm{kg}.$

5.10 Assumendo un sistema di riferimento solidale con la guida, con l'asse y verticale ed x orizzontale, nel verso di moto della guida stessa, e l'origine nel punto più basso della guida, l'energia potenziale è $E_p(x, y) = ma_t x + mgy$: il termine $ma_t x$ è associato alla forza d'inerzia costante $\mathbf{F} = -ma_t \mathbf{u}_x$, così come mgy è associato alla forza peso $-mg\mathbf{u}_y$; la forza risultante $ma_t\mathbf{u}_x - mg\mathbf{u}_y$ è costante e quindi conservativa, la reazione vincolare non compie lavoro; dalla conservazione dell'energia meccanica, che vale nel punto di coordinate $(-R, R)$ $-ma_t R + mgR$ e nel punto di coordinate $(0, 0)$ $\tfrac{1}{2} m v_0^2$, si ricava $v_0 = (2gR - 2a_t R)^{1/2} = 2.5\ \mathrm{m/s}$. Se la guida fosse ferma $v = (2gR)^{1/2} = 2.8\ \mathrm{m/s}$.

5.11 a) L'accelerazione del corpo rispetto al piano è $a = g\,\mathrm{sen}\theta - a_t \cos\theta = 2.3\ \mathrm{m/s^2}$; la distanza percorsa dal corpo sul piano è $d = h/\mathrm{sen}\theta = 1\ \mathrm{m}$, $t_1 = (2d/a)^{1/2} = 0.93\ \mathrm{s}$;

b) $v_1 = (g\,\mathrm{sen}\theta - a_t\cos\theta)\, t_1 = 2.14\ \mathrm{m/s};$

c) se il piano inclinato fosse fermo, $t_0 = (2h/g\,\mathrm{sen}\theta)^{1/2} = 0.64\ \mathrm{s}$, $v_0 = g\,\mathrm{sen}\theta\, t_0 = (2gh)^{1/2} = 3.13\ \mathrm{m/s}$;

d) $a = 0,\ a_t = g\ \mathrm{tg}\theta = 5.66\ \mathrm{m/s^2}.$

5.7 $a_A = -\mu_d g = -1.96\ \mathrm{m/s^2}$, $a_B = -\left(\frac{F}{m_B} - \mu_d \frac{m_A}{m_B} g\right) = -3.26\ \mathrm{m/s^2}$,
$a_r = a_A - a_B = 1.30\ \mathrm{m/s^2}$, $d = \frac{1}{2} a_r t^2$, $t = 1.24\ \mathrm{s}$.

5.8 a) $\mathrm{tg}\theta = a/g = 0.510$, $\theta = 27.0°$;
b) $a' = \sqrt{a^2 + g^2} = 11.0\ \mathrm{m/s^2}$, $T = 2\pi\sqrt{l/a'} = 1.2\ \mathrm{s}$.

5.9 a) $\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}' + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}$, $\omega_0 r = v' + \omega r$, $v' = (\omega_0 - \omega) r = 12\ \mathrm{m/s}$;
b) $\boldsymbol{a} = \boldsymbol{a}' + \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}) + 2\boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{v}'$, $\omega_0^2 r = a' + \omega^2 r + 2\omega(\omega_0 - \omega) r$;
$a' = (\omega_0 - \omega)^2 r = v'^2/r = 96\ \mathrm{m/s^2}$;
c) $T = m\omega_0^2 l$, $m = 0.1\ \mathrm{kg}$.

5.10 Assumendo un sistema di riferimento solidale con la guida, con l'asse y verticale ed x orizzontale, nel verso di moto della guida stessa, e l'origine nel punto più basso della guida, l'energia potenziale è $E_p(x, y) = m a_t x + mgy$: il termine $m a_t x$ è associato alla forza d'inerzia costante $\mathbf{F} = -m a_t \mathbf{u}_x$, così come mgy è associato alla forza peso $-mg\mathbf{u}_y$; la forza risultante $m a_t \mathbf{u}_x - mg\mathbf{u}_y$ è costante e quindi conservativa, la reazione vincolare non compie lavoro; dalla conservazione dell'energia meccanica, che vale nel punto di coordinate $(-R, R)$ $-m a_t R + mgR$ e nel punto di coordinate $(0, 0)$ $\frac{1}{2} m v_0^2$, si ricava $v_0 = (2gR - 2a_t R)^{1/2} = 2.5\ \mathrm{m/s}$. Se la guida fosse ferma $v = (2gR)^{1/2} = 2.8\ \mathrm{m/s}$.

5.11 a) L'accelerazione del corpo rispetto al piano è $a = g\,\mathrm{sen}\theta - a_t \cos\theta = 2.3\ \mathrm{m/s^2}$; la distanza percorsa dal corpo sul piano è $d = h/\mathrm{sen}\theta = 1\ \mathrm{m}$, $t_1 = (2d/a)^{1/2} = 0.93\ \mathrm{s}$;
b) $v_1 = (g\,\mathrm{sen}\theta - a_t \cos\theta)\, t_1 = 2.14\ \mathrm{m/s}$;
c) se il piano inclinato fosse fermo, $t_0 = (2h/g\,\mathrm{sen}\theta)^{1/2} = 0.64\ \mathrm{s}$, $v_0 = g\,\mathrm{sen}\theta\, t_0 = (2gh)^{1/2} = 3.13\ \mathrm{m/s}$;
d) $a = 0$, $a_t = g\ \mathrm{tg}\theta = 5.66\ \mathrm{m/s^2}$.

6.1 $x_{CM} = mR/(m + M) = 4.4 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{m} = 0.44\ \mathrm{mm}$.

6.2 Il centro di massa sta sulla bisettrice a distanza dal vertice $L\cos 15°/2 = 14.5\ \mathrm{cm}$.

6.3 8.3 cm sotto il centro del quadrato, ovvero 16.7 cm sopra il centro dell'asticella inferiore.

6.4 a) $x_{CM} = (-m_1 x_1 + m_2 x_2)/(m_1 + m_2) = -0.5\ \mathrm{m}$, cioè a sinistra della saldatura;
b) il centro di massa si trova sul segmento, lungo 76.5 cm, che congiunge i centri delle due aste e dista $d = L/2\ \cos\theta/2 = 92.4\ \mathrm{cm}$ dalla saldatura, a 19.1 cm dal centro dell'asta di massa m_1.

6.5 $\mathbf{r}_{CM} = (1.77\mathbf{u}_x + 0.31\mathbf{u}_y)\ \mathrm{m}$.

6.6 Le masse dei due punti sono $m_1 = p_1/g = 0.153\ \mathrm{kg}$ e $m_2 = p_2/g = 0.337\ \mathrm{kg}$,
a) $v_{CM} = 6.25\ \mathrm{m/s}$; b) $E'_k = (\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2) - \frac{1}{2}(m_1 + m_2) v_{CM}^2 = 0.84\ \mathrm{J}$.

6.7 a) In assenza di forze esterne il centro di massa è fermo o si muove di moto rettilineo uniforme, l'astronauta ed il veicolo si muovono verso il centro di massa e in tal punto si incontrano, $x_i = x_{CM} = 11.5\ \mathrm{m}$;
b) $\Delta x_v = 0.5\ \mathrm{m}$.

6.8 Per la conservazione della quantità di moto: $m_1 v_1 = m_2 v_2$, $v_2 = m_1 v_1/m_2 = 1\ \mathrm{cm/s}$, $v_r = 6\ \mathrm{cm/s}$, $t = d/v_r = 4.5\ \mathrm{s}$.

6.9 a) $v_c = mv/M = 0.6\ \mathrm{m/s}$; b) $E_k = \frac{1}{2} M v_c^2 = 450\ \mathrm{J} = \frac{1}{2} k x^2$; c) $k = 10^4\ \mathrm{N/m}$.