Lösungen zum Aufgabenblatt zur Vorbereitung der 2. Schulaufgabe aus der Physik, 11. Klasse

1. Impulserh.: $m_M \cdot v_M = (m_M + m_S) \cdot v_{ges} \Leftrightarrow v_{ges} = \frac{m_M}{m_M + m_S} \cdot v_M = \frac{70\,kg}{70\,kg + 10\,kg} \cdot 5{,}0\,\frac{m}{s} = 4{,}375\,\frac{m}{s}$

   $F_R = -\mu \cdot F_N = -\mu \cdot (m_M + m_S) \cdot g = -0{,}12 \cdot 80\,kg \cdot 10\,\frac{N}{kg} = -96\,N$;

   $a = \frac{F_R}{m_M + m_S} = \frac{-96\,N}{80\,kg} = -1{,}2\,\frac{m}{s^2}$; $\quad v_0 = v_{ges}$; $\quad v = 0$

   $v^2 = v_0^2 + 2ax \Leftrightarrow x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - \left(4{,}375\frac{m}{s}\right)^2}{2\cdot\left(-1{,}2\frac{m}{s^2}\right)} = 8{,}0\,m$. Stillstand nach 8,0 m Rutschpartie.

2. Wenn Gase aus den Triebwerken ausgeschleudert werden, erhält ein Teil des Systems eine Impulsänderung in dieser Richtung. Da der Gesamtimpuls gleich bleiben muss (Impulserhaltungssatz), muss der Rest des Systems (die Rakete) eine Impulsänderung in der entgegengesetzten Richtung erfahren. Dies bedeutet eine Beschleunigung in diese Richtung. Damit ist auch eine Richtungsänderung möglich.

3. a) Aus Aufgabe 2 folgt (für die Beträge): $p_{Rakete} = p_{Gase} \Leftrightarrow m_R \cdot v_R = m_G \cdot v_G$

   Die Impulsänderung der Rakete ist gleich dem dazugehörigen Kraftstoß: $\overline{F} \cdot \Delta t = m_R \cdot v_R$

   Aus diesen beiden Gleichungen folgt: $\overline{F} \cdot \Delta t = m_G \cdot v_G \Leftrightarrow \overline{F} = \frac{m_G \cdot v_G}{\Delta t}$

   $\overline{F} = \frac{30000\,kg \cdot 2500\frac{m}{s}}{60\,s} = 1{,}25\,MN \approx 1{,}3\,MN$

   b) Außer der Kraft der Triebwerke (nach oben) wirkt auch ihre Gewichtskraft auf die Rakete (nach unten). Die beschleunigende Kraft ist also: $\overline{F}_a = \overline{F} - F_G$.
   Dies ist die mittlere beschleunigende Kraft während der ersten Minute. In dieser Zeit verändert sich aber die Masse der Rakete. Um die mittlere Beschleunigung der ersten Minute zu bekommen, muss man mit der mittleren Masse $\overline{m}$ arbeiten:

   $\overline{a} = \frac{\overline{F}_a}{\overline{m}} = \frac{\overline{F} - F_G}{\overline{m}} = \frac{\overline{F} - \overline{m} \cdot g}{\overline{m}} = \frac{\overline{F}}{\overline{m}} - g = \frac{1250000\,N}{65000\,kg} - 10\,\frac{m}{s^2} = 9{,}23\,\frac{m}{s^2}$

   Es handelt sich um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit $v_0 = 0$, also:

   $s = \frac{1}{a} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}23\,\frac{m}{s^2} \cdot (60\,s)^2 = 17\,km$

4. a) Die Astronauten verspüren 2 Kräfte: die Anziehungskraft der Erde zur Erde hin und die Zentrifugalkraft ihrer Kreisbewegung von der Erde weg. Diese beiden Kräfte haben denselben Betrag, so daß sie sich aufheben. Damit ist die Gesamtkraft auf die Astronauten 0, d.h. sie verspüren Schwerelosigkeit.

   b) Aus 4.a) folgt: $F_Z = F_G \Leftrightarrow m \cdot \omega^2 \cdot r = m \cdot g \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{r}}$ und damit: $T = 2\pi \cdot \frac{1}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}$

   r ist hierbei der Bahnradius, d.h. Erdradius + Höhe der Kreisbahn über der Erde.

   $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{6370000\,m + 200000\,m}{9{,}24\frac{m}{s^2}}} = 5298\,s = 88{,}3\,min$

   c) $v = \omega \cdot r = \frac{2\pi}{T} \cdot r = \frac{2\pi}{5298\,s} \cdot 6570000\,m = 7792\,\frac{m}{s} = 7{,}79\,\frac{km}{s}$

5. a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow \ell = \frac{g \cdot T^2}{4\pi^2} = \frac{9{,}81\frac{m}{s^2} \cdot (2\,s)^2}{4\pi^2} = 0{,}994\,m = 99{,}4\,cm$; T ist nicht abhängig von m.

   b) ℓ größer $\Rightarrow$ T größer $\Rightarrow$ Die Bewegung, die 2 Sekunden dauern sollte, d.h. die Zeiger entsprechend bewegt, braucht hierfür länger $\Rightarrow$ die Uhr geht nach

   c) $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}999\,m}{9{,}81\frac{m}{s^2}}} = 2{,}00506\,s$; Schwingungen in 24 h: $n = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60\,s}{2{,}00506\,s} = 43090{,}907$

   Zeitanzeige (mit 2,00 s pro Schwingung):
   $43090{,}907 \cdot 2{,}00\,s = 86182\,s = 23\,h\,56\,min\,22\,s$; $\quad$ d.h.: sie geht 3 min 38 s nach.

6. a) $E_{pot} = E_{Spann} \Leftrightarrow m\,g\,h = \frac{1}{2} D\,x^2 \Leftrightarrow D = \frac{2m\,g\,h}{x^2} = \frac{2 \cdot 80\,kg \cdot 10\frac{N}{kg} \cdot 30\,m}{(20\,m)^2} = 0{,}12\,\frac{kN}{m}$

   b) $F = D \cdot x \Leftrightarrow x = \frac{F}{D} = \frac{m \cdot g}{D} = \frac{80\,kg \cdot 10\frac{N}{kg}}{120\frac{N}{m}} = 6{,}7\,m$ ab Beginn des Spannens der Schnur,

   d.h. 30 m + 6,7 m = 36,7 m unter dem Absprungpunkt.

   c) Während der Zeit unterhalb der 30 m Tiefe ist die Schnur gespannt und wirkt wie eine Feder. Also ist die rückstellende Kraft proportional zur Auslenkung und es entsteht eine harmonische Schwingung. Oberhalb der 30 m ist die Schnur nicht gespannt. Es wirkt nur die Schwerkraft. Es gelten die Gesetze des freien Falls, also entsteht keine harmonische Schwingung.

   d) $t = \frac{1}{2} T = \frac{1}{2} \cdot 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} = \pi\sqrt{\frac{80\,kg}{120\frac{N}{m}}} = 2{,}565\,s \approx 2{,}6\,s$

   e) Die harmonische Schwingung besteht aus: t von d) plus zweimal die Zeit von der Ruhelage bis zu 6,7 m, wo die Schnur anfängt, sich zu spannen. Diese ist:

   $x(t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) \Rightarrow \frac{2\pi}{T} \cdot t = \arcsin\frac{x(t)}{A} \Leftrightarrow$

   $t = \frac{T}{2\pi} \cdot \arcsin\frac{x(t)}{A} = \frac{2 \cdot 2{,}565\,s}{2\pi} \cdot \arcsin\frac{6{,}\overline{6}\,m}{30\,m - 6{,}\overline{6}\,m} = 0{,}2366\,s$

   Die Zeit für den freien Fall ist: $x = \frac{1}{2} g\,t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot x}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 30\,m}{10\frac{m}{s^2}}} = 2{,}449\,s$

   Die Periode der ganzen Bewegung ist: $T_{ges} = 2 \cdot 2{,}449\,s + 2 \cdot 0{,}2366\,s + 2{,}565\,s = 7{,}9\,s$

7. a) $y = \frac{1}{2} g\,t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (4-1)\,m}{10\frac{m}{s^2}}} = 0{,}7745\,s \approx 0{,}77\,s$

   b) $v_x = \frac{x}{t} = \frac{6\,m}{0{,}7745\,s} = 7{,}747\,\frac{m}{s} \approx 7{,}7\,\frac{m}{s}$

   c) $v_y = g \cdot t = 10\,\frac{m}{s^2} \cdot 0{,}7745\,s = 7{,}745\,\frac{m}{s}$; $\quad \tan\alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{7{,}745\frac{m}{s}}{7{,}747\frac{m}{s}} = 0{,}99974 \Rightarrow \alpha = 45°$

   $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\left(7{,}747\,\frac{m}{s}\right)^2 + \left(7{,}745\,\frac{m}{s}\right)^2} = 11\,\frac{m}{s}$