A1) 3/3

$W = mh_0 g$

$W_0 = \frac{1}{2} m v_0^2$

$\Rightarrow W_{end} = \frac{1}{2} m v_0^2 + mgh$

$V_{end} = \sqrt{2h_0 g + V_0^2} = 31{,}7775 \frac{m}{s}$ ✓

A2) 4/4 $V_{ms} \hat{=} V$ mit strauß $\quad V_{os} \hat{=} V$ ohne strauß

$V_{ms} = \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2}{m_1 + m_2} = \frac{1\,kg \cdot 10 \frac{m}{s}}{51\,kg} = 0{,}1960 \frac{m}{s}$

$p_{ges} = (m_1 + m_2) V_{ms} = V_{os} \cdot m_1 - 10 \frac{m}{s} \cdot m_2$

$\Rightarrow \frac{(m_1 + m_2) V_{ms} + 10 \frac{m}{s} \cdot m_2}{m_1} = V_{os} = 0{,}4 \frac{m}{s}$ ✓

A3) 2/4

Es wird davon ausgegangen, dass $m_{erde} \gg m_z \gg m_K$

Die Pistole wird durch einen Linearbeschleuniger ersetzt, der die kugel über einen Weg d mit konstanter kraft F beschleunigt.

warum

t_{end} sei der Zeitpunkt an dem die kugel den gesamten Linearbeschleuniger durchlaufen hat. Somit gilt $d = \int^{t_{end}}_{t_0} v\,dt - V_z t_{end}$ wobei v die geschwindigkeit der kugel sei. $\Rightarrow d = \int_{t_0}^{t_{end}} \frac{F}{m} t + V_z\,dt - V_z t_{end} = \frac{1}{2} \frac{F}{m} t_{end}^2 + V_z t_{end} - V_z t_{end} = \frac{1}{2} \frac{F}{m} t_{end}^2$

$\Rightarrow t_{end} = \sqrt{\frac{2m}{F} d}$

Weiter gilt $V = \frac{F}{m} t + V_z$. Somit gilt im stationären Fall mit $V_z = 0$ $\quad V = \frac{F}{m} t \Rightarrow V_0 = \frac{F}{m} t_{end}$

Da $W_{ex} = \frac{1}{2} m v_0^2$ folgt $W_{ex} = \frac{1}{2} m \frac{F^2}{m^2} t_{end}^2 = \frac{1}{2} m \frac{F^2}{m^2} \frac{2m}{F} d = F \cdot d$

Für den Bewegten Fall gilt $\quad \frac{dW}{dt} = V \cdot F = \frac{F^2}{m} t + V_z F$

$\Rightarrow \int_{t_0}^{t_{end}} \frac{dW}{dt} dt = W = \int_{t_0}^{t_{end}} \frac{F^2}{m} t + V_z F\,dt = \frac{1}{2} \frac{F^2}{m} t_{end}^2 + F V_z t_{end} + W_0 \quad$ mit $W_0 = \frac{1}{2} m_K V_z^2$

$= \frac{1}{2} \frac{F^2}{m} \frac{2m}{F} d + F V_z \sqrt{\frac{2m}{F} d} + \frac{1}{2} m_K V_z^2$

$= \frac{1}{2} W_{ex} + V_z V_0 m + \frac{1}{2} m v_z^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + V_z V_0 m + \frac{1}{2} m v_z^2$

$= \frac{1}{2} m (V_0 + V_z)^2$ (✓)

Naja, falls die Beschleunigung konstant ist ✓ passt das
In der Aufgabe betrachtet man aber die Situation nach dem Schuss (weil man nicht weiß was währenddessen passiert)

A4) a) $p_1 + p_2 = p_1' + p_2' = p = m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

6/6

$$p_1' = v_1' m_1 = \frac{(m_1 - m_2) v_1 m_1 + 2 m_2 v_2 m_1}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{p_1 m_1 - p_1 m_2 + 2 p_2 m_1}{m_1 + m_2} \quad \Big| \, p_2 = p - p_1$$

$$= \frac{p_1 m_1 - p_1 m_2 + 2 p m_1 - 2 p_1 m_1}{m_1 + m_2}$$

$$= - \frac{p_1 (m_1 + m_2)}{m_1 + m_2} + \frac{2 p m_1}{m_1 + m_2}$$

$$= -p_1 + 2p\left(\frac{m_1}{m_1 + m_2}\right)$$

b)

Im Schwerpunktsystem folgt aus $p_{s1}' = -p_{s1} + 2\frac{m_1 p_s}{m_1 + m_2}$, dass

$p_{s1}' = -p_{s1}$ da $p_s = 0$

v_s sei die Geschwindigkeit des Schwerpunkts relativ zum Laborsystem.

$\Rightarrow p_{s1} = m_1 (v_1 - v_s)$ und $p_{s1}' = m_1 (v_1' - v_s)$

Außerdem gilt $v_s \cdot (m_1 + m_2) = p \Rightarrow v_s = \frac{p}{m_1 + m_2}$

$$p_{s1}' = -p_{s1} \quad \mid \text{Rücktransformation}$$

$$\Leftrightarrow m_1 (v_1' - v_s) = -m_1 (v_1 - v_s) \quad \mid + m_1 v_s$$

$$m_1 v_1' = -m_1 v_1 + 2 m_1 v_s$$

$$p_1' = -p_1 + 2 m_1 v_s$$

$$p_1' = -p_1 + \frac{2 m_1 p}{m_1 + m_2}$$