1. Gegeben ist eine ...

(a) Im annäherd als homogen zu betrachtenden elektrischen Feld zw. der Kathode und Anode wir das Elektron beschleunigt. Die gewonnene kinetische Energie wird aus der elektrischen Arbeit bezogen:

$$E_{kin} = E_{el} \tag{1}$$
$$\frac{1}{2}mv^2 = U \cdot e\,. \tag{2}$$
$$q = 1.602 \cdot 10^{-19} \tag{3}$$

Mit $q = 1.602 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{C}$, $m = 9.109 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg}$, $v = 2.0 \cdot 10^7\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ und umgeformt:

$$U = \frac{1}{2}\frac{mv^2}{e} = \ldots = 1137{,}2\,\mathrm{V}\,. \tag{4}$$

(b) Rein mechanisches Problem, gleichmäßig beschleunigte Bewegung muß erkannt werden, dann gilt für die Strecke l_0 zw. Kathode und Anode

$$l_0 = \frac{1}{2}at^2. \tag{5}$$

Die Beschleunigung dann über die Grundgleichung der Mechanik und elektrische Feldkraft zw. Kathode und Anode

$$F = a \cdot m \;\Leftrightarrow\; a = \frac{F}{m} \tag{6}$$
$$F = E \cdot e = \frac{U}{l_0} \cdot e\,. \tag{7}$$

Eingesetzt und umgeformt dann die Zeit

$$l_0 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}\frac{U}{l_0} \cdot \frac{e}{m} \cdot t^2 \tag{8}$$
$$t = \sqrt{\frac{l_0^2 \cdot 2 \cdot m}{U \cdot e}} = \ldots = 1{,}0 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{s}\,. \tag{9}$$

(c) Hier spare ich mir abschnittsweise die Einheiten ... es werden aber stets SI-Einheiten eingesetzt!

i. In y-Richtung wieder gleichmäßig beschleunigte Bewegung, daher analog zur obigen Aufgabe. Zeit zum "Fallen" ergibt sich aus der Aufenthaltszeit im Kondensator (gleichförmige Bewegung mit v_o).

$$s_y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}\frac{U}{d} \cdot \frac{e}{m} \cdot t^2 = \frac{1}{2}\frac{U}{d} \cdot \frac{e}{m} \cdot \left(\frac{l_1}{v_0}\right)^2 \tag{10}$$

Mit der Vorgabe $s_y = \frac{d}{2}$ folgt dann nach Umformung die maximale Ablenkspannung:

$$s_y = \frac{d}{2} = \frac{1}{2}\frac{U}{d} \cdot \frac{e}{m} \cdot \left(\frac{l_1}{v_0}\right)^2 \tag{11}$$
$$U = \frac{d^2 \cdot m \cdot v_0^2}{e \cdot l_1^2} = \ldots = \frac{(0.02)^2 \cdot m \cdot \left(2.0 \cdot 10^7\right)^2}{q \cdot (0.08)^2} = 142{,}15\,\mathrm{V} \tag{12}$$

ii. In y-Richtung wieder gleichmäßig beschleunigte Bewegung, daher

$$v_y = a \cdot t = \frac{U}{d} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{l_1}{v_0} = \frac{60}{0.02} \cdot \frac{q}{m} \cdot \frac{0.08}{2.0 \cdot 10^7} = 2{,}1104 \times 10^6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \tag{13}$$

iii. Aus einfacher Skizze des Geschwindigkeitsvektoren $\vec{v}$ und seiner Komponenten folgt

$$\frac{v_y}{v_x} = \tan\alpha \quad \text{und dann} \quad \alpha = \arctan\frac{v_y}{v_0} = \arctan\frac{2{,}1104 \times 10^6}{2.0 \cdot 10^7} = 6{,}0235°. \tag{14}$$

iv. Die zusätzliche Ablenkung auf der Strecke l_2 einfach über

$$\frac{\Delta y_2}{l_2} = \tan\alpha \text{ führt zu } \Delta y_2 = l_2 \cdot \tan\alpha = \ldots = 0.2 \cdot \tan 6{,}0235° \tag{15}$$
$$= 0.2 \cdot \tan\frac{6{,}0235 \cdot 2\pi}{360} = 2{,}1104 \times 10^{-2}\,\mathrm{m} \tag{16}$$
$$\Delta y_1 = s_y = \frac{1}{2}\frac{U}{d} \cdot \frac{e}{m} \cdot \left(\frac{l_1}{v_0}\right)^2 = \ldots = \frac{1}{2}\frac{60}{0.02} \cdot \frac{q}{m} \cdot \left(\frac{0.08}{2.0 \cdot 10^7}\right)^2 = 4{,}2 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{m} \tag{17}$$
$$\Delta y = \Delta y_1 + \Delta y_2 = \ldots = 2{,}1 \times 10^{-2} + 4{,}2209 \times 10^{-3} = 2{,}5 \cdot 10^{-2}\,\mathrm{m} \tag{18}$$

v. Energiezuwachs durch die gewonnene v_y Komponente:

$$\Delta E_y = \frac{1}{2} m \cdot v_y^2 = \ldots = \frac{1}{2} m \cdot \left(2{,}1104 \times 10^6\right)^2 = 2{,}0285 \times 10^{-18}\,\mathrm{J}. \tag{19}$$

(d) Anhand der vorliegenden Skizze mit vier Parabelabschnitten, d.h. Bereichen konstanter Kraft muß es sich um abschnittsweise konstante Spannungen handeln, d.h. Rechteckspannungen. Vgl. auch waagerechten Wurf aus der 11.

Lösungsskizze fehlt noch ...