1998 II Angabe

BE		
	1.0	Eine Feuerwerksrakete wird zum Zeitpunkt $t_0 = 0\,s$ in der Höhe $h_0 = 0\,m$, die hier als Bezugsniveau für die potentielle Energie dient, senkrecht nach oben abgeschossen. Es wird unterstellt, dass die Raketenmasse $m = 120\,g$ während des gesamten Fluges konstant bleibt. Die Rakete ist als Massenpunkt zu betrachten, von Luftreibung wird abgesehen.
	1.1.0	Zunächst wird das Zeitintervall $\left[0\,s; t_1\right]$ betrachtet. Während dieses Zeitintervalls wirkt eine konstante Schubkraft $\vec{F}_S$ vom Betrag $F_S = 4{,}20\,N$ senkrecht nach oben.
2	1.1.1	Zeichnen Sie einen Kräfteplan, der die auf die Rakete einwirkenden Kräfte enthält. $\left(\text{Maßstab: } 1\,N \mathrel{\hat{=}} 1\,cm\right)$
2	1.1.2	Zeigen Sie durch allgemeine Herleitung, dass für den Betrag der Beschleunigung $\vec{a}$, welche die Rakete erfährt, gilt: $a = \frac{F_S}{m} - g$, wobei g der Betrag der Fallbeschleunigung ist.
2	1.1.3	Berechnen Sie die Höhe h_1, die die Rakete zum Zeitpunkt $t_1 = 1{,}40\,s$ erreicht. $\left[\text{Ergebnis: } h_1 = 24{,}7\,m\right]$
2	1.1.4	Zeigen Sie, dass für den Betrag der Geschwindigkeit $\vec{v}(h)$, welche die Rakete in der Höhe h besitzt, gilt: $v(h) = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{F_S}{m} - g\right) \cdot h}$, wobei $0\,m \leq h \leq h_1$.
5	1.1.5	Die mechanische Gesamtenergie der Rakete ist die Summe der potentiellen und der kinetischen Energie. Weisen Sie - davon ausgehend - nach, dass für diese Gesamtenergie $E_{Ges}(h)$ für $0\,m \leq h \leq h_1$ gilt: $E_{Ges}(h) = F_S \cdot h$ und berechnen Sie $E_{Ges}(h_1)$.
6	1.1.6	Stellen Sie in einem Diagramm die mechanische Gesamtenergie $E_{Ges}(h)$, die potentielle Energie $E_{pot}(h)$ und die kinetische Energie $E_{kin}(h)$ in Abhängigkeit von der Höhe h für $0\,m \leq h \leq h_1$ graphisch dar. $\left(\text{Maßstab: } 10\,m \mathrel{\hat{=}} 1\,cm; 10\,J \mathrel{\hat{=}} 1\,cm\right)$
	1.2.0	Die Antriebsphase ist zum Zeitpunkt $t_1 = 1{,}40\,s$ beendet. Trotzdem steigt die Rakete - nun antriebslos - zunächst weiterhin senkrecht nach oben. Schließlich erreicht sie in der Höhe h_2 den höchsten Punkt der Flugbahn.
4	1.2.1	Berechnen Sie die Höhe h_2.
6	1.2.2	Tragen Sie in das Diagramm von 1.1.6 die Gesamtenergie $E_{Ges}(h)$ sowie die potentielle Energie $E_{pot}(h)$ in Abhängigkeit von h für $h_1 \leq h \leq h_2$ ein, wobei $h_2 = 88{,}1\,m$ beträgt. Entwickeln Sie daraus den Graphen der kinetischen Energie $E_{kin}(h)$.

	2.0	Protonen (Masse $m = 1{,}673\cdot 10^{-27}$ kg, Ladung $Q = e = 1{,}602\cdot 10^{-19}$ As), deren Anfangsgeschwindigkeit beim Austritt aus der Protonenquelle vernachlässigbar ist, werden im elektrischen Feld zwischen den Platten P_1 und P_2, an denen die Gleichspannung U_B liegt, beschleunigt (Bereich I). Durch eine Öffnung in der Platte P_2 treten sie mit der Geschwindigkeit $\vec{v}_0$ in das zeitlich konstante, homogene magnetische Feld der Flußdichte $\vec{B}$ (Bereich II mit der Breite b = 4,0 cm) ein, wobei $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$. Nach dem Durchlaufen des Magnetfeldes verlassen die Protonen das homogene magnetische Feld unter dem Winkel α (siehe Skizze). Die gesamte Anordnung befindet sich im Vakuum; die Gravitationskräfte auf die Protonen sind zu vernachlässigen. In den folgenden Aufgaben wird die Bewegung eines Protons betrachtet.
6	2.1	Leiten Sie, ausgehend von einem Energieansatz, die Gleichung her, die aufzeigt, wie sich die Spannung U_B unter Verwendung von $\vec{v}_0$ berechnen lässt. Berechnen Sie für $v_0 = 5{,}1\cdot 10^5\ \frac{m}{s}$ die Spannung U_B und geben Sie an, mit welcher Platte der Pluspol der Spannungsquelle verbunden ist.
3	2.2	Untersuchen Sie, ob sich die kinetische Energie des Protons im Bereich II ändert.
4	2.3	Zeigen Sie durch allgemeine Herleitung, dass für den Austrittswinkel α gilt: $\sin\alpha = \frac{b\cdot e\cdot B}{m\cdot v_0}$.
3	2.4	Für $v_0 = 5{,}1\cdot 10^5\ \frac{m}{s}$ ergibt sich der Austrittswinkel $\alpha = 64°$. Berechnen Sie den Betrag der magnetischen Flußdichte $\vec{B}$.
5	2.5	Nun wird die Spannung U_B so verändert, dass das Proton mit der Geschwindigkeit $\vec{v}_1$ in das Magnetfeld eintritt und im Bereich II einen Kreisbogen mit r = b = 4,0 cm beschreibt. Berechnen Sie für B = 0,12 T die kinetische Energie dieses Protons in eV.
50