

Klausuraufgaben	Der Raketenflug	
------------------------	------------------------	--

Aufgabe I

Eine Rakete soll angenähert einen idealen schrägen Wurf nach oben vollziehen. Bekannt sind folgende Parameter:

$$m_{\text{Rakete}} = 350\text{g (mit Wassergefüllt)} \quad m_{\text{Rakete}} = 175\text{g (Leergewicht)}$$

Dabei soll die Wassermenge in einer Flughöhe von 5m vollständig ausgestoßen worden sein. Das Ausgestoßene Wasser hat der Rakete dabei einen Impuls von $p_{\text{Rakete}} = 2,1 \text{ m kg/s}$ mitgegeben.

- a) **Skizziere die Flugbahn der Rakete (muss nicht maßstabsgerecht sein) mit allen wichtigen Flugphasen unter der Annahme, das die Flugweite maximal werden soll.**
- b) **Berechne die maximale Geschwindigkeit der Rakete, die sie in 5m Flughöhe erreicht.**
- c) **Berechne die maximale Flughöhe die die Rakete überhaupt erreichen kann. Der Abschusswinkel kann dabei frei gewählt werden.** (Falls Aufgabe b nicht gelöst wurde, kann hier der Wert 10m/s verwendet werden)

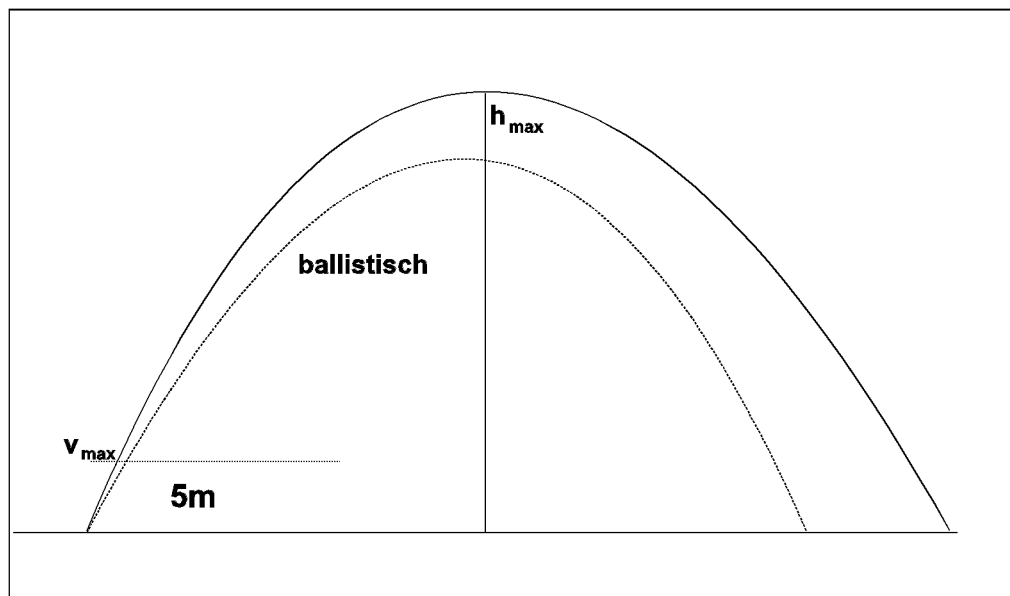
Hinweis: Die Flugphase bis zur Höhe von 5m soll dabei nicht berechnet werden, sondern von der maximalen Geschwindigkeit in der Flughöhe von 5m ausgegangen werden und am Schluss die 5m zu dem erhaltenen Ergebnis addiert werden.

- d) Beim idealen schrägen Wurf ist die Flugparabel symmetrisch. Dabei entspricht die Parabel vom höchsten Punkt bis zum Boden dem waagerechten Wurf. Ausgehend davon lässt sich die Flugweite berechnen. Die maximale Höhe ist mit der unten angegebenen Formel zu berechnen. Die Aufschlaghöhe der Rakete soll dabei in 5m Höhe gemessen vom Startplatz liegen.
 - **Skizziere die Angaben der Aufgabe in die Skizze von Aufgabe a**
 - **Berechne die maximal mögliche Flugweite der Rakete**

$$h_{\text{max}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin^2 \alpha$$

- e) **Skizziere die ballistische Flugbahn in die Skizze von Aufgabe a**

a) und d) und e)



b) Die Geschwindigkeit errechnet sich aus dem Impuls der Rakete nach dem Ausstoß des Wassers. Daher muss hier das Leergewicht verwendet werden.

$$p = m \cdot v$$

$$v = \frac{p}{m}$$

$$v = \frac{2,1 \text{ m} \cdot \text{kg/s}}{0,175 \text{ kg}}$$

$$v = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

c) Die maximale Flughöhe erreicht die Rakete beim senkrechten Wurf nach oben.

$$h_{\text{max}} = \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$h_{\text{max}} = \frac{12^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_{\text{max}} = 7,34 \text{ m}$$

Zu den errechneten 7,34m muss noch die 5m dazuaddiert werden, somit erreicht die Rakete eine maximale Höhe von 12,34m (Wert für 10m/s = 10,09m)

Klausuraufgaben	Der Raketenflug	
------------------------	------------------------	--

d) Beim waagerechten Wurf muss die Anfangsgeschwindigkeit bekannt sein. Diese lässt sich aus der Startgeschwindigkeit beim schrägen Wurf und dem Startwinkel berechnen. Für die maximale Flugweite beträgt dieser 45° .

$$v_0 = v_{x, \text{schräger Wurf}}$$

$$v_x = v \cdot \cos \alpha$$

$$v_x = 12 \text{ m/s} \cdot \cos 45^\circ$$

$$v_x = 8,49 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die maximale Höhe berechnet sich mit der angegebenen Formel

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{2 \cdot g} \cdot \sin^2 \alpha$$

$$h_{\max} = \frac{v_x^2}{2 \cdot g} \cdot \sin^2 45^\circ$$

$$h_{\max} = \frac{8,49^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \cdot \sin^2 45^\circ$$

$$h_{\max} = 1,84 \text{ m}$$

Dazu muss wieder die 5m addiert werden. Die maximale Flughöhe beträgt also 6,84m (Bei $10 \text{ m/s} = 6,27 \text{ m}$)

Die Hälfte der Flugweite lässt sich mit der Flugweite in x-Richtung aus dem waagerechten Wurf berechnen.

$$s_x = v_x \cdot t$$

$$h_{\max} = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot h_{\max}}{g}}$$

$$\Rightarrow s_x = v_x \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_{\max}}{g}}$$

$$s_x = 8,49 \text{ m/s} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 6,84 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}}$$

$$s_x = 10,03 \text{ m}$$

Die errechnete Weite muss nur noch verdoppelt werden, da die Flugbahn symmetrisch ist. Man erhält somit eine maximale Reichweite von 20,05m (Bei $10 \text{ m/s} = 15,99 \text{ m}$)