

**1. Schiefer Wurf**

Ein Körper wird mit 18 m/s schräg nach oben geworfen. Wie groß ist der Abwurfwinkel, wenn

- die Wurfhöhe 12 m beträgt?
- die Wurfweite 28 m beträgt?
- der Körper 2.3 s in der Luft bleibt?

Horizontale Koordinate :  $x$

Vertikale Koordinate :  $z$

Anfangsgeschwindigkeit :  $v_0$

Winkel :  $\alpha$

$$x(0) = 0; z(0) = 0; v_0 = 18 \frac{m}{s}; g = 9.8 \frac{m}{s^2}$$

$$x = v_0 t \cdot \cos\alpha; z = v_0 t \cdot \sin\alpha - g \frac{t^2}{2}$$

Der Scheitelpunkt entspricht der maximalen Höhe; Zeitpunkt =  $t_s$

$$\frac{dz(t_s)}{dt} = 0 \Rightarrow v_0 \cdot \sin\alpha - g t_s = 0 \Rightarrow t_s = \frac{v_0 \cdot \sin\alpha}{g}$$

$$z(t_s) = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Der Körper erreicht den Boden nach  $t_e = 2t_s$

Numerische Lösungen:

$$a) z(t_s) = 12m: \alpha = \arcsin\left(\frac{\sqrt{2z(t_s)g}}{v_0}\right) = 58.4^\circ$$

$$b) x(t_e) = 28m: x(t_e) = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin 2\alpha, \alpha = \frac{1}{2} \arcsin\left(\frac{x(t_e)g}{v_0^2}\right) = 28.9^\circ$$

$$c) t_e = 2.3s: \alpha = \arcsin\left(\frac{t_e g}{2v_0}\right) = 38.8^\circ$$

## 2. Newton'sche Gesetze

Ein Airbus A380 hat eine maximale Startmasse von 560 t. Er wird von vier Triebwerken angetrieben, von denen jedes eine Schubkraft von 311 kN bringt. Der Airbus hebt bei einer Geschwindigkeit von 260 km/h ab. Die Hälfte der Schubkraft wird zur Überwindung von Reibungswiderständen genutzt. Wie lang muss die Startbahn mindestens sein?

$$m = 5.6 \cdot 10^5 \text{ kg}; F(\text{ein Triebwerk}) = 3.11 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Zeit bis Abheben :  $T$ ; Weg :  $S$

$$\text{Geschwindigkeit beim Abheben : } v(T) = 72.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Anfangsbedingungen : } v(0) = 0; S(0) = 0$$

$$\text{Geschwindigkeit zum Abheben wird erreicht nach } T = \frac{v(T)}{a}$$

$$\text{Strecke: } S(T) = a \frac{T^2}{2} = \frac{v^2(T)}{2a}$$

Beschleunigung (berücksichtigen die Schubkraft von 2 Triebwerken):

$$a = \frac{2F}{m} \Rightarrow S(T) = \frac{mv^2(T)}{4F} = 2347 \text{ m}$$

## 3. Zweistufen-Rakete

Die beiden Stücke, die auseinandergesprengt werden (leergebrannte untere Stufe, volle obere (Rest-)Rakete), sollen gleiche Massen haben. Austrittsgeschwindigkeit der Gase und aktuelle Geschwindigkeit:  $v_1 = 2 \text{ km/sec}$ . Abtrenngeschwindigkeit der Stufen :  $v_s = 330 \text{ m/sec}$ .  
Leider fehlte die Aufgabenstellung: „Bestimmen Sie die Endgeschwindigkeit der Rakete.“

Trennung von der unteren Stufe: die ganze Rakete bewegt sich mit  $v_1 = 2 \text{ km/sec}$ . Dazu kommt die Hälfte der Abtrenngeschwindigkeit für die leergebrannte Stufe und die Nutzlast:

$$v_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{330 \text{ m}}{\text{sec}} \Rightarrow \text{Raketengeschwindigkeit nach Trennung: } v = v_1 + v_2 = 2165 \text{ m/sec.}$$

#### 4. Mountainbiker

Ein Mountainbiker ( $m_1 = 75 \text{ kg}$ ) erklimmt mit seinem Mountainbike ( $m_2 = 9,5 \text{ kg}$ ) einen Berg über eine 3,5km lange Passstraße (Steigung  $p = 13\%$ ). ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

a) Welche Arbeit wird dabei vom Mountainbiker verrichtet?

Distanz  $S = 3500 \text{ m}$ , Steigung  $p = 13\%$ ,  $m_1 + m_2 = 84,5 \text{ kg}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$

Arbeit:  $W = mgh$

Höhe:  $h = S \cdot p/100$

$W = 354,9 \text{ kJ}$

b) Wie viele Müsliriegel muss der Mountainbiker zu sich nehmen um den Energieverlust zu kompensieren (die *Verwertungseffizienz* sei 0.3)?

Nährwert- informationen	1 Riegel (21 g)	
	100 g	
Energie	1584 kJ	333 kJ
	380 kcal	80 kcal
Fett	13 g	2,7 g
davon gesättigte Fettsäuren	8,7 g	1,8 g
Kohlenhydrate	40 g	8,4 g
davon Zucker	24 g	5,1 g
Ballaststoffe	19 g	4,0 g
Eiweiß	15 g	3,1 g
Salz	0,27 g	0,06 g

$W/(333 \cdot 0.3) = 3.2 \text{ Riegel}$