

1. Aufgabe

Die Zentrifugalkraft wirkt der Zentripetalkraft entgegen und lässt sich daher berechnen durch

$$\begin{aligned} F_Z &= -F_{ZP} \\ &= -m * a_{ZP} = mr\omega^2 \\ &= -15kg * 6378 * 10^3m * \left(\frac{7,3 * 10^{-5}rad}{s} \right)^2 \\ &= -0,5N \end{aligned}$$

Die auf das Tier wirkende Zentrifugalkraft beträgt $-0,5N$.

2. Aufgabe

Für die Bahngeschwindigkeit gilt der Zusammenhang

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$

In \mathbb{R}^3 gilt zusätzlich

$$|\vec{\omega} \times \vec{r}| = |\omega| * |r| * \sin \Theta$$

Am Nordpol ist der Abstand zu Erdachse gleich 0, und demnach dort die Bahngeschwindigkeit auch gleich null.

Für die Äquator ist der Winkel Θ zwischen Erdachse und Abstandsvektor genau 90° . Damit folgt

$$\begin{aligned} |\vec{v}| &= |\omega| * |r| * \sin(\Theta) \\ &= \frac{2\pi rad}{T} * |r| * \sin \Theta \\ &= \frac{2\pi rad}{86164s} * 6378 * 10^3m * \underbrace{\sin(90^\circ)}_{=1} \\ &= 465,1 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

Die Bahngeschwindigkeit am Äquator beträgt also ca. $465 \frac{m}{s}$.

3. Aufgabe

Die Radialbeschleunigung soll am Ende $a_{RE} = 5g$ betragen. Dies ist gleichbedeutend damit, dass die Winkelbeschleunigung zu dem Zeitpunkt $\omega_E = \sqrt{\frac{a_{RE}}{r}}$ beträgt.

Jetzt kann ganz einfach über das Bewegungsgesetz die benötigte Zeit berechnet werden, bis die Endwinkelgeschwindigkeit erreicht ist.

$$\begin{aligned}\omega(t) &= \alpha t + \omega_0 \\ \omega_E &= \alpha t + \omega_0 \\ t &= \frac{\omega_E - \omega_0}{\alpha} \\ t &= \frac{\sqrt{\frac{5 \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}}{0,025m}} - 5 \frac{rad}{s}}{0,5 \frac{rad}{s^2}} \\ &= 78,59s\end{aligned}$$

Nach rund 79 Sekunden wird also die Bahnbeschleunigung von $5g$ erreicht.

4. Aufgabe

Es gilt $a_r = r\omega^2$.

a) $\omega = 50 \frac{U}{min} = \frac{50 \cdot 2\pi rad}{60s} = 5,24 \frac{rad}{s}$

$$a_r = 0,05m * \left(5,24 \frac{rad}{s}\right)^2 = 1,37 \frac{m}{s^2}$$

b) $\omega = 200 \frac{U}{min} = \frac{200 \cdot 2\pi rad}{60s} = 20,94 \frac{rad}{s}$

$$a_r = 0,05m * \left(20,94 \frac{rad}{s}\right)^2 = 21,93 \frac{m}{s^2}$$

c) $\omega = 2000 \frac{U}{min} = \frac{2000 \cdot 2\pi rad}{60s} = 209,44 \frac{rad}{s}$

$$a_r = 0,05m * \left(209,44 \frac{rad}{s}\right)^2 = 2193,25 \frac{m}{s^2}$$

d) $\omega = 20000 \frac{U}{min} = \frac{20000 \cdot 2\pi rad}{60s} = 2094,40 \frac{rad}{s}$

$$a_r = 0,05m * \left(2094,40 \frac{rad}{s}\right)^2 = 219324,54 \frac{m}{s^2}$$

5. Aufgabe

Die Gravitationskraft berechnet sich durch

$$\begin{aligned} F_G &= G * \frac{m_1 m_2}{r^2} \\ &= 6,67 * 10^{-11} \frac{m^3}{kg s^2} * \frac{(75kg)^2}{(1m)^2} \\ &= 3,75 * 10^{-7} N \end{aligned}$$

Zwischen den zwei Personen wirkt eine Gravitationskraft von $3,75 * 10^{-7} N$.

6. Aufgabe

Es gilt wieder der Zusammenhang $F_G = G * \frac{m_1 m_2}{r^2}$. Eine der Massen ist natürlich die Masse der Erde. Der Abstand ist immer der Radius der Erde plus den Abstand vom gewünschten Punkt zur Erdoberfläche.

a) In Meereshöhe ist als r nur der Erdradius zu nehmen. Es gilt

$$F_G = 6,67 * 10^{-11} \frac{m^3}{kg s^2} * \frac{m_1 * 5,9777 * 10^{24} kg}{(6,378 * 10^6 m)^2} = 9,8015 \frac{m}{s^2} * m_1$$

b) In 3000m Höhe muss zum Erdradius noch diese Distanz addiert werden.

$$F_G = 6,67 * 10^{-11} \frac{m^3}{kg s^2} * \frac{m_1 * 5,9777 * 10^{24} kg}{(6,378 * 10^6 m + 3000m)^2} = 9,7927 \frac{m}{s^2} * m_1$$

c) In 10km Höhe muss zum Erdradius noch diese Distanz addiert werden.

$$F_G = 6,67 * 10^{-11} \frac{m^3}{kg s^2} * \frac{m_1 * 5,9777 * 10^{24} kg}{(6,378 * 10^6 m + 10000m)^2} = 9,7708 \frac{m}{s^2} * m_1$$

d) In 100kmm Höhe muss zum Erdradius noch diese Distanz addiert werden.

$$F_G = 6,67 * 10^{-11} \frac{m^3}{kg s^2} * \frac{m_1 * 5,9777 * 10^{24} kg}{(6,378 * 10^6 m + 100000m)^2} = 9,5012 \frac{m}{s^2} * m_1$$

Aus den Ergebnissen kann man ablesen, dass die Fallbeschleunigung g mit zunehmendem Abstand von der Erdoberfläche geringer wird. Allerdings auch nur sehr gering.