Übungsserie 4

*Aufgabe 16 (Kreisbewegung)

a) Mit welcher Geschwindigkeit v muss sich ein Körper mit der Masse $m = 80\,\mathrm{kg}$ parallel zur Erdoberfläche bewegen, damit durch die entstehende Fliehkraft die Erdanziehung aufgehoben wird (Der mittlere Erdradius ist $r_E = 6371\,\mathrm{km}$)?

b) Wie oft müsste sich die Erde pro 24 Stunden um ihre Achse drehen, wenn dadurch die Erdanziehung am Äquator aufgehoben werden soll (Äquatorradius $r_E = 6378\,\mathrm{km}$)?

a.) Die Zentripetalbeschleunigung muss gleich g sein

$$a_Z = \frac{v^2}{r_E} \stackrel{!}{=} g \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{g r_E} = \sqrt{9{,}81\,\tfrac{m}{s^2}\; 6371 \cdot 10^3\,m} \approx 7906\,\tfrac{m}{s}$$

b.) $$T = \frac{2\pi r_E}{v} = \frac{2\pi \cdot 6378\,km}{7906\,m/s} = 5069\,s \approx 1{,}41\,h$$

$\Rightarrow$ Anzahl in 24 h $\Rightarrow \frac{24h}{1{,}41h} = 17{,}02$

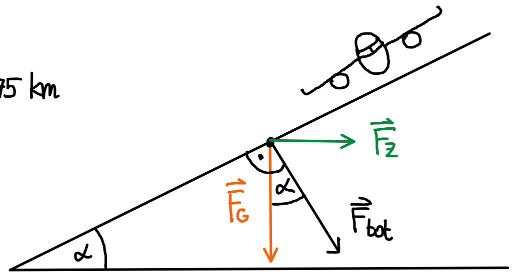
*Aufgabe 17 (Kreisbewegung)

Für einen Vollkreis benötigt ein Flugzeug bei Einhaltung einer Standardkurve immer 2 Minuten. Die Fluggäste spüren hierbei keinerlei Querkräfte.

a) Berechnen Sie das Vielfache der Erdbeschleunigung, das auf die Passagiere eines Jets mit einer Geschwindigkeit von 900 km/h bei diesem Manöver wirkt. Wie groß ist die Schräglage?

b) In Notfällen können auch wesentlich schärfere Kurven geflogen werden. Die Grenzen werden hierbei durch die Belastbarkeit des menschlichen Körpers gegeben. Bei gleicher Geschwindigkeit wirke auf einen Kampfpiloten die fünffache Erdbeschleunigung in einer Kurve. Wie lange benötigt der Jet für den Vollkreis?

a.) $v = 900\,\frac{km}{h}$



Radius der Kreisbahn: $r = \frac{v \cdot t}{2\pi} = \frac{900\,\frac{km}{h} \cdot \frac{1}{30}h}{2\pi} = 4{,}775\,km$

$$\tan\alpha = \frac{F_Z}{F_G} = \frac{m v^2/r}{mg} = \frac{v^2}{rg}$$

$$\Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{v^2}{rg}\right) = 0{,}928 \approx \underline{\underline{53{,}16°}}$$

$$F_{tot} = \frac{F_G}{\cos\alpha} \quad \Rightarrow \quad a_{tot} = \frac{g}{\cos\alpha} = 16{,}36\,\frac{m}{s^2} = \underline{\underline{1{,}67\,g}}$$

b) $a_{tot} = 5g \Rightarrow \cos\alpha = \frac{g}{5g} = 0{,}2 \Rightarrow \alpha = 1{,}37 \approx 78{,}46°$

$$\tan\alpha = \frac{v^2}{rg} \underset{\uparrow \; r = \frac{vt}{2\pi}}{=} \frac{2\pi v}{tg} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{2\pi v}{\tan\alpha \cdot g} = \frac{2\pi \cdot 900\,km/h}{\tan\alpha \cdot 9{,}81\,m/s^2} = \underline{\underline{32{,}77\,s}}$$

Aufgabe 18 (Kreisbewegung)

a) Fliehkräfte können auch in der Raumfahrt genutzt werden, um z.B. die Erdanziehung im Inneren einer Raumstation zu simulieren. Wie könnte das gehen?

b) Warum sollten Kurven auf schnellen Straßen immer so gebaut werden, dass Sie nach innen hin abfallen?

c) Die Masse eines die Erde umkreisenden Satelliten wird verdoppelt, wobei der Radius seiner Umlaufbahn jedoch gleich bleiben soll. Wie muss sich die Geschwindigkeit des Satelliten verändern?

a.) durch eine rotierende, ringförmige Raumstation ↗ Stanford Torus

b) damit wie in Aufgabe 17 die Gesamtkraft Richtung Boden zeigt und Querkräfte minimiert werden

c.) Die Bahngeschwindigkeit ist unabhängig von der Masse v muss sich nicht ändern!