

Mondflug anno 1864

Lösungen:

$$1. \quad a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 270m}{(0,03s)^2} = \underline{\underline{600000 \frac{m}{s^2}}} \quad v = a \cdot t = 600000 \frac{m}{s} \cdot 0,03s = \underline{\underline{18,0 \frac{km}{s}}}$$

$$2. \quad F = m \cdot a = 75kg \cdot 600000 \frac{m}{s^2} = \underline{\underline{45000kN}}$$
$$F_G = m \cdot g = 735N, \quad \frac{F}{F_G} = \frac{45000kN}{735N} = \frac{61224}{1}, \text{ also } \underline{\underline{61224\text{-fach}}}$$

$$3. \quad a = \frac{v}{t} = \frac{8000m}{540s^2} = \underline{\underline{14,8 \frac{m}{s^2}}}, \quad F = m \cdot a = 75kg \cdot 14,8 \frac{m}{s^2} = 1,11kN,$$
$$\frac{F}{F_G} = \frac{1110N}{735N} = 1,51, \text{ also weniger als zweifaches Körpergewicht.}$$

Bei Verne sind Beschleunigung und Anpresskraft um Größenordnungen höher, genauer $\frac{61224}{1,51} = 40546$ -fach.

4. Wertungen:

physikalisch-technisch: Die Verne-Kanone widerspricht nicht grundsätzlich der Physik, wäre aber technisch aus mehreren Gründen nicht realisierbar. Zunächst würde die Trägheit der im Rohr befindlichen Luft – das sind immerhin 1864kg – zum „Rohrkrepierer“ führen. Dieses Problem wäre allerdings lösbar. Das Rohr müsste vor dem Schuss evakuiert werden. Der oben angebrachte Verschluss könnte dann durchgeschossen werden. Doch auch dann erwartete das Geschoss ein bei dieser Geschwindigkeit enormer Luftwiderstand. Man denke an Meteorite oder Weltraumschrottteile, die bei ähnlichen Geschwindigkeiten in der Erdatmosphäre extremen Temperaturen ausgesetzt sind und dabei oft bersten oder/und verglühen.

medizinisch: Wie sich beim Training der Raumfahrer in Zentrifugen zeigt, können gesunde Menschen in einer Liegeposition einige Minuten lang mit 10g (g ist hier die irdische Fallbeschleunigung) belastet werden, d.h. dem 10-fachen ihres Körpergewichts ausgesetzt sein. Bei deutlich höheren Werten kommen Lebensfunktionen zum Erliegen. Beispielsweise verhindert die Gravitation, dass das Blut in die oben liegenden Gefäße gelangt. Eine Beschleunigung von 61224g führte zum sofortigen Tod.

Bemerkung zur Raumfahrtgeschichte: Hermann Oberth (1894-1989) las als Elfjähriger Vernes Bücher „Von der Erde zum Mond“ und „Die Reise um den Mond“, errechnete als Gymnasiast die bei der Verne-Kanone auftretende tödliche Beschleunigung und folgerte, dass der Beschleunigungsweg um Größenordnungen verlängert werden muss. Er erkannte, wie schon vorher Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski (1857-1935), den Ausweg in einer Maschine, die ihren Vortrieb nach dem Rückstoßprinzip selbst erzeugt. Dadurch kann der Beschleunigungsweg vertausendfacht und folglich die Beschleunigung auf den tausendsten Teil reduziert werden.

$$5. \quad F = m \cdot a = 10000kg \cdot 600000 \frac{m}{s^2} = 6000MN \quad A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (1,3m)^2 = 5,31m^2$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{6000MN}{5,31m^2} = \underline{\underline{1130MPa}} \quad \text{Das ist mehr als der 10 000-fache irdischen Luftdruck.}$$