

Neptun to planeta, której:

- masa ( $M_N$ ) jest około 17,2 razy większa od masy Ziemi ( $M_Z$ )
- odległość od Słońca ( $r_N$ ) jest 30,1 razy większa, niż odległość Ziemi od Słońca ( $r_Z$ )
- promień równikowy ( $R_N$ ) jest 3,88 razy większy, niż promień równikowy Ziemi ( $R_Z$ )

a) Zapisz wzorami powyższe zależności stosując podane w nawiasach oznaczenia.

b) Ile razy silniej Słońce przyciąga Ziemię niż Neptuna?

c) Ile razy więcej wynosiłby Twój ciężar na Neptunie?

d) Ile wynosi przyspieszenie spadku swobodnego ( $g_N$ ) na Neptunie? Przyjmij  $g_Z=10\text{m/s}^2$ .

e) Ile wynosi I prędkość kosmiczna na Neptunie? Dla Ziemi  $v_1=7,9\text{km/s}$ .

**Odpowiedzi:**

a)

$$M_N = 17,2 \cdot M_Z \quad \text{lub} \quad \frac{M_N}{M_Z} = 17,2$$

$$r_N = 30,1 \cdot r_Z \quad \text{lub} \quad \frac{r_N}{r_Z} = 30,1$$

$$R_N = 3,88 R_Z \quad \text{lub} \quad \frac{R_N}{R_Z} = 3,88$$

b) oznaczenia:

$F_{ZS}$  - siła, z jaką Ziemia jest przyciągana przez Słońce

$F_{NS}$  - siła, z jaką Neptun jest przyciągany przez Słońce

$$\frac{F_{ZS}}{F_{NS}} = \frac{G \frac{M_S M_Z}{r_Z^2}}{G \frac{M_S M_N}{r_N^2}} = \frac{M_Z}{M_N} \cdot \left(\frac{r_N}{r_Z}\right)^2 = \frac{1}{17,2} \cdot 30,1^2 \approx 52,7$$

**Odp.: Słońce przyciąga Ziemię około 52,7 razy silniej niż Neptuna.**

c) oznaczenia:

$F_{gz}$  - siła, z jaką przyciąga Cię Ziemia (ciężar ciała na Ziemi)

$F_{gn}$  - siła, z jaką przyciągałby Cię Neptun (ciężar ciała na Neptunie)

$m$  - Twoja masa

$$\frac{F_{gn}}{F_{gz}} = \frac{G \frac{m M_N}{R_N^2}}{G \frac{m M_Z}{R_Z^2}} = \frac{M_N}{M_Z} \cdot \left(\frac{R_Z}{R_N}\right)^2 = 17,2 \cdot \left(\frac{1}{3,88}\right)^2 \approx 1,14$$

**Odp.: Na Neptunie mój ciężar byłby około 1,14 razy większy.**

d) oznaczenia:

$g$  - przyspieszenie ziemskie ( $g \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

$g_N$  - przyspieszenie "neptunowe" (przyspieszenie, z jakim ciała spadają swobodnie na Neptunie)

Uwaga: Przyspieszenie to na dowolnej planecie P można wyznaczyć ze wzoru:

$$g_p = G \cdot \frac{M_p}{R_p^2}; \quad M_p \text{ to masa tej planety, a } R_p \text{ to jej promień}$$

$$\frac{g_n}{g_z} = \frac{G \frac{M_N}{R_N^2}}{G \frac{M_Z}{R_Z^2}} = \dots = 1,14 \text{ (wyliczono to w podpunkcie "c")}$$

zatem:  $g_n = 1,14 \cdot g_z = 1,14 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 11,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

**Odp.: Przyspieszenie "neptunowe" wynosi 11,4  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$**

e) oznaczenia:

$v_n$  - pierwsza prędkość kosmiczna na Neptunie

$v_1$  - pierwsza prędkość kosmiczna na Ziemi (7,9km/s)

Uwaga: Pierwszą prędkość kosmiczną  $v_p$  na dowolnej planecie P można wyznaczyć ze wzoru:

$$v_p = \sqrt{\frac{GM_p}{R_p}}; \quad M_p \text{ to masa tej planety, a } R_p \text{ to jej promień}$$

$$v_n = \sqrt{\frac{GM_N}{R_N}} = \sqrt{G \cdot \frac{M_N}{R_N}} = \sqrt{G \cdot \frac{17,2 \cdot M_Z}{3,88 \cdot R_Z}} = \sqrt{\frac{GM_Z}{R_Z}} \cdot \sqrt{\frac{17,2}{3,88}} = v_1 \cdot \sqrt{\frac{17,2}{3,88}} = v_1 \cdot 2,1 = 7,9 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot 2,1 = 16,6 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

**Odp.: Pierwsza prędkość kosmiczna na Neptunie wynosi 16,6 km/s**