

# 1 Zadania

## 1.1 Silnik cieplny

Różnica temperatur źródła ciepła i chłodnicy wynosi  $120\text{ K}$ . Sprawność silnika jest równa  $30\%$ . Oblicz temperaturę źródła ciepła i chłodnicy.

## 1.2 Rzut ukośny

Z jaką prędkością wypływa z węża strumień wody z poziomu gruntu jeżeli zasięg wynosi  $20\text{ m}$ ?

## 1.3 Ruch w polu grawitacyjnym

Jaki czas obiegu wokół Ziemi ma satelita, którego promień orbity jest równy trzem promieniom ziemskim?  $R_Z = 6370\text{ km}$ .

# 2 Rozwiązania

## 2.1 Silnik cieplny

$$T_G + T_{CH} = 120\text{ K}$$

gdzie  $T_G$  jest temperaturą grzejnika;  $T_{CH}$  — temperatura chłodnicy. Wzór na sprawność silnika ma postać:

$$k = \frac{T_G - T_{CH}}{T_G} \cdot 100\%$$

Razem z poprzednią zależnością daje to układ równań z dwiema niewiadomymi. Za  $T_{CH}$  można podstawić  $120\text{ K} - T_G$ , co daje:

$$k = \frac{T_G - 120\text{ K} + T_G}{T_G} \cdot 100\%$$

$$k = \frac{2T_G - 120\text{ K}}{T_G} \cdot 100\%$$

$k = 36\%$  (podane w zadaniu), więc

$$36\% = \frac{2T_G - 120\text{ K}}{T_G} \cdot 100\%$$

$$2T_G - 120\text{ K} = 0.36T_G$$

$$1.64T_G = 120\text{ K}$$

$$T_G = 73.17\text{ K}$$

Ostatecznie  $T_G = 73.17\text{ K}$ ;  $T_{CH} = 46.83\text{ K}$

## 2.2 Rzut ukośny

Oczywiście w zadaniu tym należy pominąć wpływ oporu powietrza (nie ma dostatecznej ilości danych aby go uwzględnić). Trzeba też wykorzystać wzór na zasięg rzutu ukośnego<sup>1</sup>.

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

Rozważamy kąt  $\alpha = 45^\circ$  ponieważ dla tego kąta zasięg jest maksymalny.

$$l = \frac{v_0^2}{g}$$

więc

$$v_0 = \sqrt{lg}$$

Teraz możemy podstawić do wzoru  $l = 20 \text{ m}$ ;  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  i otrzymamy

$$v_0 \approx 14 \text{ m/s}$$

## 2.3 Ruch w polu grawitacyjnym

Aby ciało utrzymywało się na orbicie musi zachodzić równość:

$$F_G = F_d$$

$F_G$  — siła grawitacji

$F_d$  — siła dośrodkowa

$$\frac{GM_Z m}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

skracając stronami przez  $\frac{m}{r}$  otrzymamy

$$\frac{GM_Z}{r} = v^2$$

prędkość to przebyta droga dzielona przez czas więc

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

po podstawieniu do wcześniejszej zależności

$$\frac{GM_Z}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$

---

<sup>1</sup>Wzoru nie będę wyprowadzał ponieważ jest to zrobione w podręcznikach do Fizyki.

Teraz można to przekształcić tak aby otrzymać  $T$

$$T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM_Z}}$$

W tym zadaniu podane jest, że  $r = 3R_Z$  a zamiast  $GM_Z$  można podstawić  $gR_Z^2$ .<sup>2</sup>

$$T = 6\pi \sqrt{\frac{R_Z}{g}}$$

Teraz można podstawić dane i obliczyć. Dostaniemy wynik:

$$T \approx 15189 \text{ s}$$

lub w godzinach

$$T \approx 4.2 \text{ h}$$

---

<sup>2</sup>Możesz sprawdzić w podręczniku dlaczego.