

#### Zadanie 4.

Rozważamy ruch skoczka spadochronowego w ziemskim polu grawitacyjnym. W chwili początkowej tego ruchu prędkość skoczka względem Ziemi wynosi zero. Przez pewien krótki czas skoczek opada ruchem przyspieszonym bez otwartego spadochronu, a następnie go otwiera. Po otwarciu spadochronu prędkość skoczka zaczyna maleć i po pewnym czasie osiąga w przybliżeniu stałą wartość. Wartość tej granicznej prędkości zależy m.in. od średnicy spadochronu i masy skoczka wraz ze sprzętem. Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie w obszarze ruchu skoczka jest stałe i wynosi  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , a skoczek opada pionowo i przy bezwietrznej pogodzie.

#### Zadanie 4.1. (0–1)

**Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–C oraz spośród 1.–3.**

Na samym początku ruchu i przed otwarciem spadochronu wartość siły oporu powietrza działającej na skoczka

|    |                  |                                            |    |                  |
|----|------------------|--------------------------------------------|----|------------------|
| A. | zwiększa się,    | a jednocześnie wartość jego przyspieszenia | 1. | pozostaje stała. |
| B. | zmniejsza się,   |                                            | 2. | się zmniejsza.   |
| C. | pozostaje stała, |                                            | 3. | się zwiększa.    |

#### Dodatkowa informacja do zadań 4.2.–4.3.

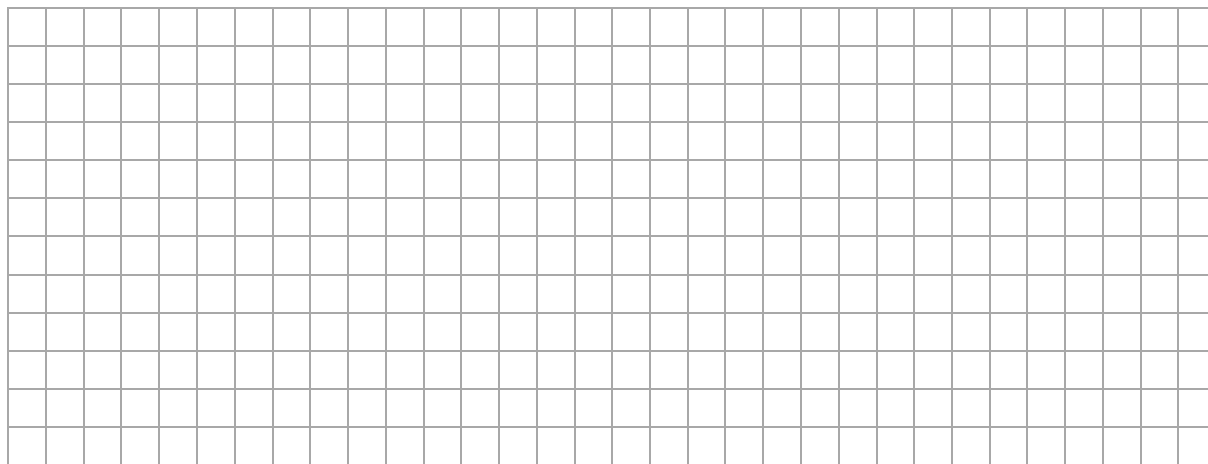
Zbadano doświadczalnie ruch skoczka po otwarciu spadochronu. Na podstawie pomiarów przyjęto model, w którym – dla niewielkich prędkości – siła oporu powietrza działająca na skoczka opadającego z otwartym spadochronem jest dana przybliżonym wzorem:

$$F_{op} = \beta d^2 v^2$$

gdzie  $d$  jest średnicą otwartego spadochronu,  $v$  oznacza chwilową wartość prędkości opadania skoczka z otwartym spadochronem, natomiast  $\beta$  jest pewnym współczynnikiem zależnym m.in. od kształtu spadochronu. W opisanym przypadku  $\beta = 2,6 \text{ kg/m}^3$  oraz  $d = 7 \text{ m}$ .

#### Zadanie 4.2. (0–2)

**Na podstawie przyjętego modelu zjawiska i zasad dynamiki wykaż, że kwadrat prędkości granicznej opadania skoczka jest proporcjonalny do masy skoczka wraz z całym sprzętem. Następnie oblicz (z dokładnością do dwóch cyfr znaczących) wartość prędkości granicznej, gdy masa skoczka ze sprzętem wynosi 115 kg.**



**Zadanie 4.3. (0–3)**

Oblicz (z dokładnością do dwóch cyfr znaczących) wartość opóźnienia ruchu skoczka przed osiągnięciem prędkości granicznej, w momencie gdy jego prędkość wynosiła 4 m/s. Przyjmij model zjawiska opisany w informacji i masę skoczka ze sprzętem równą 115 kg.

