Zadanie 4.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 1.8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona, 1.12) (G) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

Schemat punktowania
1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
A – 2

Wyjaśnienie:
W tej fazie ruchu prędkość wzrasta, a zatem rośnie siła oporów powietrza (zależąca od prędkości). Ponieważ siła oporów powietrza rośnie to maleje wartość siły wypadkowej:

$$F_W = Q - F_{op}$$

Zgodnie z drugą zasadą dynamiki:

$$\vec{F}_w \sim \vec{a}$$

wynika dalej, że wartość przyspieszenia maleje (przyrosty prędkości w jednostce czasu są coraz mniejsze).

Zadanie 4.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 1.7) opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona, 1.12) (G) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała, 1.9) (G) posługuje się pojęciem siły ciężkości.

Schemat punktowania
2 p. – wykazanie proporcjonalności kwadratu prędkości granicznej do masy skoczka oraz prawidłowe obliczenie prędkości granicznej (wynik podany z jednostką).
1 p. – wykazanie proporcjonalności kwadratu prędkości granicznej do masy skoczka.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie
Wykazujemy proporcjonalność kwadratu prędkości granicznej (v_g^2) do masy skoczka (m). Gdy skoczek opada z ustalona prędkością graniczną, to siła oporów powietrza działająca na skoczka równoważy siłę grawitacji:

$$F_g = F_{op} \quad \rightarrow \quad mg = \beta d^2 v_g^2 \quad \rightarrow \quad v_g^2 = \frac{g}{\beta d^2} \cdot m \quad \rightarrow \quad v_g^2 \sim m$$

Obliczamy prędkość graniczną dla masy 115 kg:

$$v_g^2 = \frac{9{,}81\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}}{2{,}6\,\frac{\mathrm{N}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}^4}\cdot 7^2\,\mathrm{m}^2} \cdot 115\,\mathrm{kg} = 8{,}86\,\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2} \quad \rightarrow \quad v_g \approx 3{,}0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Zadanie 4.3. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 1.8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona, 1.12) (G) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała, 1.9) (G) posługuje się pojęciem siły ciężkości.

Schemat punktowania
3 p. – prawidłowa metoda rozwiązania i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
2 p. – zapisanie drugiej zasady dynamiki (łącznie z uwzględnieniem zwrotu wektora przyspieszenia bądź zwrotu siły wypadkowej) oraz zastosowanie wzorów na siłę oporu i siłę grawitacji (łącznie z identyfikacją wielkości w nich występujących).
1 p. – zapisanie drugiej zasady dynamiki łącznie z uwzględnieniem zwrotu wektora przyspieszenia bądź zwrotu siły wypadkowej (tzn. w przypadku zapisu $ma = F_g - F_{op}$ konieczna jest wzmianka, że $F_{op} > F_g$ lub komentarz do ujemnego wyniku przyspieszenia, natomiast zapis $ma = F_{op} - F_g$ już ten fakt domyślnie uwzględnia).
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie
Tuż przed osiągnięciem prędkości granicznej ruch skoczka jest opóźniony, co oznacza, że:

$$1)\ F_{op} > F_g$$

Zgodnie z drugą zasadą dynamiki mamy:

$$2)\ ma = F_{op} - F_g$$

gdzie a jest wartością bezwzględną opóźnienia ruchu. Do powyższego podstawiamy wzór na siłę oporu oraz siłę grawitacji i obliczamy opóźnienie

$$3)\ ma = \beta d^2 v^2 - mg$$

$$4)\ a = \frac{\beta d^2 v^2}{m} - g \quad \rightarrow \quad a = \frac{2{,}6\,\frac{\mathrm{N}\cdot\mathrm{s}^2}{\mathrm{m}^4}\cdot 7^2\,\mathrm{m}^2 \cdot 4^2\,\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}}{115\,\mathrm{kg}} - 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \approx 7{,}9\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$