Zadanie 6.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych […].	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska […]. IV.1) posługuje się prawem powszechnego ciążenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego; […]; IV.4) wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej, […] omawia ruch satelitów wokół Ziemi.

Zasady oceniania

1 pkt – poprawne zaznaczenia w dwóch stwierdzeniach.
0 pkt – odpowiedź niepoprawna lub niepełna albo brak odpowiedzi.

Pełne rozwiązanie

PF

Zadanie 6.2. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych i źródeł internetowych, oraz ocenianie wiarygodności źródeł. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.2) posługuje się […] kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; I.7) wyodrębnia z tekstów, […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; […]. II.8) opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, […] prędkości liniowej […]. IV.4) wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej, oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu; omawia ruch satelitów wokół Ziemi.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metod obliczenia okresu obiegu satelity S dookoła planety P **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką: $T \approx 10{,}9 \cdot 10^3\ s$

2 pkt – zapisanie równania II zasady dynamiki, identyfikującego siłę grawitacji działającą na satelitę S jako siłę dośrodkową **oraz** uwzględnienie w tym równaniu wzorów na przyśpieszenie dośrodkowe (z prędkością liniową albo prędkością kątową) i siłę grawitacji, **oraz** uwzględnienie/zapisanie związku między prędkością liniową (lub prędkością kątową) a okresem, np. zapisy równoważne poniższym:

$$m\frac{v^2}{r} = \frac{GMm}{r^2} \quad \text{oraz} \quad v = \frac{2\pi r}{T}$$

albo

$$m\omega^2 r = \frac{GMm}{r^2} \quad \text{oraz} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

albo w jednym równaniu

$$m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r = \frac{GMm}{r^2}$$

LUB

– skorzystanie ze wzoru na prędkość orbitalną (dla orbity satelity S), łącznie z zastosowaniem wzoru na prędkość w ruchu jednostajnym po okręgu dla tej orbity **oraz** wyprowadzenie wzoru, z którego można bezpośrednio obliczyć okres T obiegu satelity S jedynie na podstawie odpowiednich stałych i danych, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\left(v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad \text{oraz} \quad v = \frac{2\pi r}{T}\right) \quad \rightarrow \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

1 pkt – zapisanie równania II zasady dynamiki, identyfikującego siłę grawitacji działającą na satelitę jako siłę dośrodkową, np. zapisy równoważne poniższym:

$$ma_{do} = F_g \quad \text{albo} \quad F_{do} = F_g$$

LUB

– skorzystanie ze wzoru na prędkość orbitalną (dla orbity satelity S), łącznie z zastosowaniem wzoru na prędkość w ruchu jednostajnym po okręgu dla tej orbity, np. zapisy równoważne poniższym:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad \text{oraz} \quad v = \frac{2\pi r}{T}$$

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

Przykładowe pełne rozwiązanie

Na satelitę S poruszającego się po orbicie kołowej działa siła grawitacji, która pełni funkcję siły dośrodkowej. Zapiszemy równanie II zasady dynamiki identyfikujące siłę grawitacji jako siłę dośrodkową:

$$ma_{do} = F_g$$

Zastosujemy wzory na przyśpieszenie dośrodkowe oraz na siłę grawitacji:

$$m\frac{v^2}{r} = \frac{GMm}{r^2} \quad \rightarrow \quad v^2 = \frac{GM}{r}$$

Skorzystamy ze związku $v = \frac{2\pi r}{T}$ między okresem a prędkością w ruchu jednostajnym po okręgu:

$$\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 = \frac{GM}{r} \quad \rightarrow \quad \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GM}{r} \quad \rightarrow \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

Do otrzymanego wyrażenia podstawiamy odpowiednie dane i wykonamy obliczenia:

$$T = 2 \cdot 3{,}142\sqrt{\frac{(2 \cdot 10^6\ \mathrm{m})^3}{6{,}674 \cdot 10^{-11}\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{kg^2}} \cdot 4{,}00 \cdot 10^{22}\ \mathrm{kg}}} \approx 10{,}88 \cdot 10^3\ \mathrm{s}$$

Zadanie 6.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; […]; I.15) przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zaokrąglony do zadanej liczby cyfr znaczących. II.13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał. IV.1) […] wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał; IV.2) stosuje do obliczeń związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia przyśpieszenia grawitacyjnego przy powierzchni planety P **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką, zaokrąglonego do dwóch cyfr znaczących: $g_P \approx 2{,}7\ \mathrm{m/s^2}$

1 pkt – zapisanie II zasady dynamiki dla ciał spadających tuż przy powierzchni planety P z uwzględnieniem oznaczenia przyśpieszenia grawitacyjnego **oraz** z uwzględnieniem wzoru na siłę grawitacji (albo bezpośrednie zapisanie wzoru na przyśpieszenie grawitacyjne przy powierzchni planety, zgodnie z oznaczeniami wielkości podanymi w zadaniu), np. zapisy równoważne poniższym:

$$mg_P = \frac{GMm}{R^2} \quad \text{albo} \quad g_P = \frac{GM}{R^2}$$

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

Przykładowe pełne rozwiązanie

Zapiszemy równanie II zasady dynamiki dla ciał spadających swobodnie tuż przy powierzchni planety P. Przyśpieszenie tych spadających ciał tuż przy powierzchni planety oznaczymy jako g_P. Zatem:

$$mg_P = F_g$$

Uwzględnimy wzór na siłę grawitacji tuż przy powierzchni planety:

$$mg_P = \frac{GMm}{R^2} \quad \rightarrow \quad g_P = \frac{GM}{R^2}$$

Do otrzymanego wyrażenia podstawiamy odpowiednie dane i wykonamy obliczenia:

$$g_P = \frac{6{,}674 \cdot 10^{-11}\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{kg^2}} \cdot 4{,}00 \cdot 10^{22}\ \mathrm{kg}}{(1 \cdot 10^6\ \mathrm{m})^2} = 26{,}696 \cdot 10^{-1}\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}} \approx 2{,}7\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s^2}}$$