Zadanie 7.1. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2022	
Wymaganie ogólne	**Wymaganie szczegółowe**
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 4.8) oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia okresu obiegu dookoła Słońca sondy B **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką:

$$T_B \approx (388 \pm 1)\ \text{dób ziemskich} \approx (1{,}06 \pm 0{,}01)\ \text{lat ziemskich} \approx 33\,500\,000\ \text{s}$$

1 pkt – zapisanie równania III prawa Keplera (dla sond A i B lub dla sondy B i Ziemi) z poprawnie podstawionymi danymi liczbowymi, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$$\frac{(344\ \text{doby})^2}{(0{,}962\ \text{au})^3} = \frac{T_B^2}{(1{,}043\ \text{au})^3} \quad \text{albo} \quad \frac{(1\ \text{rok ziemski})^2}{(1\ \text{au})^3} = \frac{T_B^2}{(1{,}043\ \text{au})^3}$$

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązania

Sposób 1.

Obie sondy obiegają Słońce – wspólne centrum grawitacyjne. Zatem okres obiegu sondy B dookoła Słońca obliczymy z III prawa Keplera:

$$\frac{T_A^2}{r_A^3} = \frac{T_B^2}{r_B^3} \quad \rightarrow \quad T_B = \sqrt{\left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3} \cdot T_A \quad \rightarrow \quad T_B = \sqrt{\left(\frac{1{,}043\ \text{au}}{0{,}962\ \text{au}}\right)^3} \cdot 344\ \text{dób} \approx 388\ \text{dób}$$

Sposób 2.

Sonda B oraz Ziemia obiegają Słońce – wspólne centrum grawitacyjne. Zatem okres obiegu sondy B dookoła Słońca obliczymy z III prawa Keplera:

$$\frac{T_Z^2}{r_Z^3} = \frac{T_B^2}{r_B^3} \quad \rightarrow \quad T_B = \sqrt{\left(\frac{r_B}{r_Z}\right)^3} \cdot T_Z \quad \rightarrow$$

$$T_B = \sqrt{\left(\frac{1{,}043\ \text{au}}{1\ \text{au}}\right)^3} \cdot 1\ \text{rok ziemski} \approx 1{,}065\ \text{roku ziemskiego} \approx 389\ \text{dób}$$

Zadanie 7.2. (0–3)

Wymagania egzaminacyjne 2022	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.1) (P) opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciem okresu i częstotliwości; 1.14) oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu […].

Zasady oceniania (dla rozwiązań sposobem 1.)

3 pkt – poprawna metoda obliczenia kąta, o jaki rozejdą się promienie wodzące sondy A i Ziemi, **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego wyrażonego w stopniach lub radianach ($\alpha \approx 22° \approx 0{,}12\pi\ \text{rad} \approx 0{,}38\ \text{rad}$).

2 pkt – zapisanie związku między kątem, jaki zakreśli promień wodzący sondy A w czasie roku ziemskiego a okresami obiegu dookoła Słońca sondy A i Ziemi **oraz** zapisanie kąta α jako różnicy: kąta, jaki zakreśli promień wodzący sondy A i kąta, jaki zakreśli promień wodzący Ziemi **oraz** podanie tego kąta dla Ziemi,
np. zapisy równoważne poniższym:

$$\alpha_A = \frac{2\pi}{T_A} \cdot T_Z \quad \text{oraz} \quad \alpha = \alpha_A - \alpha_Z \quad \text{oraz} \quad \alpha_Z = 2\pi \ \ (\text{lub } 360°)$$

LUB

– poprawna metoda obliczenia kąta, jaki zakreśli promień wodzący sondy A w ciągu roku ziemskiego i podanie prawidłowego wyniku liczbowego wyrażonego w stopniach lub radianach, np. zapis:

$$\alpha_A = 2\pi\ \text{rad} \cdot \frac{365\ \text{dób}}{344\ \text{doby}} \approx 2{,}12\ \pi\ \text{rad} \approx 6{,}67\ \text{rad} \approx 381{,}6°$$

1 pkt – zapisanie związku między kątem, jaki zakreśli promień wodzący sondy A w czasie roku ziemskiego, a okresami obiegu dookoła Słońca sondy A i Ziemi, np. zapis

$$\alpha_A = \frac{2\pi}{T_A} \cdot T_Z$$

LUB

– zapisanie kąta α jako różnicy: kąta, jaki zakreśli promień wodzący sondy A i kąta, jaki zakreśli promień wodzący Ziemi **oraz** podanie tego kąta dla Ziemi, np. zapisy

$\alpha = \alpha_A - \alpha_Z$ oraz $\alpha_Z = 2\pi$ (lub $360°$)

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zasady oceniania (dla rozwiązań sposobem 2.)

3 pkt – poprawna metoda obliczenia kąta, o jaki rozejdą się promienie wodzące sondy A i Ziemi, **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego wyrażonego w stopniach lub radianach ($\alpha \approx 22° \approx 0{,}12\pi \text{ rad} \approx 0{,}38 \text{ rad}$).

2 pkt – zapisanie wyrażenia (lub wyrażeń równoważnych) pozwalającego (pozwalających) obliczyć drogę na orbicie A, jaką przebędzie sonda A ciągu roku ziemskiego **oraz** zapisanie różnicy drogi, jaką przebędzie sonda A czasie roku ziemskiego i obwodu orbity A **oraz** zapisanie związku między tą różnicą a kątem α, np. zapisy (lub zapisy równoważne)

$$s_A = \frac{2\pi r_A}{T_A} \cdot T_Z \quad \text{oraz} \quad \Delta l = s_A - O_A \quad \text{oraz} \quad \alpha = \frac{\Delta l}{r_A}$$

LUB

– poprawna metoda obliczenia drogi s_A, jaką przebędzie sonda A ciągu roku ziemskiego, np. zapis:

$$s_A = v_A T_Z \approx \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}962 \text{ au}}{344 \text{ doby}} \cdot 365 \text{ dób} \approx 0{,}01756 \frac{\text{au}}{\text{doba}} \cdot 365 \text{ dób} \approx 6{,}41 \text{ au}$$

1 pkt – zapisanie wyrażenia (lub wyrażeń równoważnych) pozwalającego (pozwalających) obliczyć drogę na orbicie A, jaką przebędzie sonda A w ciągu roku ziemskiego, np. zapisy (lub zapisy równoważne)

$$s_A = \frac{2\pi r_A}{T_A} \cdot T_Z \quad \text{albo} \quad \left(l_A = v_A T_Z \quad \text{oraz} \quad v_A = \frac{O_A}{T_A} = \frac{2\pi r_A}{T_A} \right)$$

LUB

– zapisanie różnicy drogi, jaką przebędzie sonda A czasie roku ziemskiego i obwodu orbity A **oraz** zapisanie związku między tą różnicą a kątem α:

$$\Delta l = s_A - O_A \quad \text{oraz} \quad \alpha = \frac{\Delta l}{r_A}$$

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwaga dodatkowa

Wynik może być podany w radianach lub w stopniach. W przypadku wyniku podanego w radianach dopuszcza się pozostawienie symbolu π mnożącego liczbę (np. $0{,}12\pi$).

Przykładowe rozwiązania

Sposób 1.

Wykorzystamy związki między parametrami w ruchu jednostajnym po okręgu takie jak: związek między prędkością kątową a czasem i kątem zakreślonym przez promień, oraz związek między prędkością kątową a okresem obiegu.

Kąt α_A, jaki zakreśli promień wodzący sondy A po czasie roku ziemskiego T_Z, wyraża się wzorem:

$$\alpha_A = \omega_A T_Z \qquad \text{gdzie} \qquad \omega_A = \frac{2\pi}{T_A}$$

Z powyższych związków obliczymy miarę kąta α_A:

$$\alpha_A = \frac{2\pi}{T_A} \cdot T_Z \quad \rightarrow \quad \alpha_A = 2\pi \text{ rad} \cdot \frac{365 \text{ dób}}{344 \text{ doby}} \approx 2{,}12\pi \text{ rad} \approx 382°$$

Kąt, jaki zakreśli promień wodzący Ziemi po czasie roku ziemskiego, jest z definicji równy kątowi pełnemu:

$$\alpha_Z = 2\pi \text{ rad} = 360°$$

Miara kąta α między promieniami wodzącymi sondy A oraz Ziemi po roku ziemskim od chwili t_0 wyraża się wzorem:

$$\alpha = \alpha_A - \alpha_Z$$

Do powyższego wzoru podstawimy wyznaczone wcześniej α_A oraz α_Z:

$$\alpha \approx 382° - 360° \approx 22°$$

Sposób 2.

Obliczymy obwód O_A orbity, po której krąży sonda A:

$$O_A = 2\pi r_A \approx 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}962 \text{ au} \approx 6{,}04 \text{ au}$$

Obliczymy prędkość liniową v_A sondy A na orbicie:

$$v_A = \frac{O_A}{T_A} \approx \frac{6{,}04 \text{ au}}{344 \text{ doby}} \approx 0{,}0176 \ \frac{\text{au}}{\text{doba}}$$

Obliczymy drogę s_A na orbicie A, jaką przebędzie sonda A w czasie roku ziemskiego T_Z:

$$s_A = v_A T_Z \approx 0{,}01756 \ \frac{\text{au}}{\text{doba}} \cdot 365 \text{ dób} \approx 6{,}41 \text{ au}$$

Obliczymy różnicę długości łuku s_A i obwodu orbity A:

$$\Delta l = s_A - O_A \approx 6{,}41 \text{ au} - 6{,}04 \text{ au} = 0{,}37 \text{ au}$$

Obliczymy kąt α:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{r_A} \approx \frac{0{,}37 \text{ au}}{0{,}962 \text{ au}} \approx 0{,}38 \text{ rad}$$

Zadanie 7.3. (0–1)

Wymagania egzaminacyjne 2022	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 1.2) (P) opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem oraz wskazuje przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej. 4.1) wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi; 4.6) wyjaśnia pojęcie pierwszej […] prędkości kosmicznej; oblicza ich wartości dla różnych ciał niebieskich.

Zasady oceniania

1 pkt – poprawna odpowiedź.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

D