KLUCZ ODPOWIEDZI · DLA NAUCZYCIELA

Sprawdzian z grawitacji i astronomii

Grupa A

1. (1 pkt) **D**

2. (1 pkt) **C**

3. (3 pkt) **1. P; 2. P; 3. F** — po 1 pkt za zdanie

4. (4 pkt) **1. F; 2. F; 3. F; 4. P** — po 1 pkt za zdanie

5. (4 pkt) **1–D, 2–B, 3–A, 4–C** — po 1 pkt za parę

6. (2 pkt) **(1) satelitą; (2) uciec** — po 1 pkt za lukę

7. (3 pkt) Przykładowa odpowiedź: Z III prawa Keplera $T^2 \propto r^3$, więc $T \propto r^{3/2}$. Stosunek okresów: $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^{3/2} = 9^{3/2} = 27$. Okres obiegu pierwszego satelity jest 27 razy krótszy od okresu obiegu drugiego.
Punktacja: Zapisanie III prawa Keplera w postaci $T^2 \propto r^3$ (1 pkt) + przekształcenie do $T \propto r^{3/2}$ i zapisanie stosunku okresów (1 pkt) + obliczenie wyniku: 27 razy (1 pkt). Razem 3 pkt.

8. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: (a) $g_M \approx 3{,}7\ \mathrm{m/s^2}$. (b) $W \approx 260\ \mathrm{N}$.
Punktacja: (a) $g_M = GM_M/R_M^2 = 6{,}67 \times 10^{-11} \times 6{,}4 \times 10^{23}/(3{,}4 \times 10^6)^2 \approx 3{,}7\ \mathrm{m/s^2}$ (1 pkt). (b) $W = mg_M = 70 \times 3{,}7 \approx 260\ \mathrm{N}$ (1 pkt). Łącznie 2 pkt.

9. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: II prawo Keplera: promień wodzący planety zakreśla równe pola w równych odstępach czasu. Jest to konsekwencja zachowania momentu pędu: siła grawitacji jest centralna (moment siły wzgl. Słońca = 0). W peryhelium (r_P mały) → v_P duże, w aphelium (r_A duże) → v_A małe, bo $L = mvr = \mathrm{const}$.
Punktacja: II prawo: promień wodzący zakreśla równe pola w równych czasach (1 pkt). Związek z momentem pędu: $L = mvr\sin\theta = \mathrm{const}$, w pery/aphelium $\theta = 90^\circ$: $mv_Pr_P = mv_Ar_A$ (1 pkt). Razem 2 pkt.

10. (3 pkt) Przykładowa odpowiedź: Z trzeciego prawa Keplera $T^2/a^3 = \mathrm{const}$. Dla Ziemi ($a = 1$ j.a., $T = 1$ rok) stała wynosi 1. Dla Neptuna: $T_N^2 = a_N^3 = 30^3 = 27000$, stąd $T_N = \sqrt{27000} \approx 164{,}3$ roku. Wynik jest bardzo bliski podanej wartości 165 lat — niewielka różnica wynika z zaokrąglenia promienia orbity Neptuna do 30 j.a. (rzeczywista wartość to ok. 30,1 j.a.). Dane są zgodne z trzecim prawem Keplera.
Punktacja: Zapisanie trzeciego prawa Keplera w postaci $T^2/a^3 = \mathrm{const}$ lub $T_N^2/T_Z^2 = a_N^3/a_Z^3$ (1 pkt) + podstawienie danych i obliczenie $a_N^3 = 30^3 = 27000$, więc $T_N = \sqrt{27000} \approx 164{,}3$ roku (1 pkt) + poprawny wniosek o zgodności obliczonej wartości (≈ 164 lata) z podaną (165 lat) w granicach zaokrągleń danych (1 pkt). Maks. 3 pkt.

Grupa B

1. (1 pkt) **A**

2. (1 pkt) **C**

3. (3 pkt) **1. P; 2. P; 3. F** — po 1 pkt za zdanie

4. (4 pkt) **1. P; 2. F; 3. P; 4. P** — po 1 pkt za zdanie

5. (4 pkt) **1–C, 2–B, 3–A, 4–D** — po 1 pkt za parę

6. (2 pkt) **(1) kosmicznej; (2) szybciej** — po 1 pkt za lukę

7. (3 pkt) Przykładowa odpowiedź: (a) $E_k = \frac{GMm}{2r}$; (b) $E_{total} = -\frac{GMm}{2r}$; (c) Satelita jest w pułapce grawitacyjnej – trzeba dostarczyć energię, by go uwolnić.
Punktacja: (a) Z warunku ruchu kołowego $\frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$ wynika $E_k = \frac{GMm}{2r}$ (1 pkt). (b) $E_p = -\frac{GMm}{r}$, więc $E_{total} = E_k + E_p = -\frac{GMm}{2r}$ (1 pkt). (c) Ujemna wartość oznacza układ związany – do uwolnienia satelity na nieskończoność potrzebna jest praca $W = \frac{GMm}{2r}$ (1 pkt). 3 pkt.

8. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: ISS i astronauta poruszają się po orbicie kołowej — oba spadają swobodnie pod wpływem grawitacji, która pełni rolę siły dośrodkowej. Astronauta i stacja mają takie samo przyspieszenie (grawitacyjne = dośrodkowe), więc nie oddziaływają na siebie siłą nacisku. Astronauta nie ma czucia ciężaru, choć siła grawitacji działa.
Punktacja: ISS i astronauta spadają swobodnie (1 pkt). Siła grawitacji pełni rolę siły dośrodkowej — nie 'znika' (1 pkt). Razem 2 pkt.

9. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: Z III prawa Keplera: $v = \sqrt{GM(r)/r}$. Gdyby cała masa skupiona w centrum: $v \propto 1/\sqrt{r}$ (maleć). Obserwacje: krzywa rotacji jest płaska ($v \approx \text{const}$ na dużych r) → $M(r) \propto r$ → więcej masy, niż widzimy w gwiazdach/gazie → ciemna materia.
Punktacja: Oczekiwanie: $v \propto 1/\sqrt{r}$ (Kepler/Newton) — prędkość maleje z odl. (1 pkt). Obserwacja: $v \approx \text{const}$ — płaska krzywa → więcej masy niż widzimy (1 pkt). Razem 2 pkt.

10. (3 pkt) Przykładowa odpowiedź: Promień orbity: $r = R_Z + h = 6670\ \text{km} = 6{,}67 \times 10^6\ \text{m}$. Z warunku $\frac{GM_Zm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ otrzymujemy $v = \sqrt{\frac{GM_Z}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}67\times10^{-11}\cdot6\times10^{24}}{6{,}67\times10^6}} \approx 7750\ \text{m/s} \approx 7{,}75\ \text{km/s}$.
Punktacja: Zapisanie warunku ruchu po orbicie (siła grawitacji jako siła dośrodkowa) (1 pkt) + przekształcenie wzoru do postaci na prędkość orbitalną (1 pkt) + poprawny wynik liczbowy z jednostką (1 pkt). Razem 3 pkt.

Skala ocen (orientacyjna, 25 pkt w każdej grupie)

bardzo dobry (5)	23–25 pkt
dobry (4)	19–22 pkt
dostateczny (3)	13–18 pkt
dopuszczający (2)	8–12 pkt
niedostateczny (1)	0–7 pkt

Progi: 90%, 75%, 50%, 30%. Progi w Twojej szkole mogą być inne. W zadaniach otwartych uznaj każdą odpowiedź poprawną merytorycznie, także sformułowaną inaczej niż przykład.

Ten sprawdzian online, z wyjaśnieniem każdej odpowiedzi: **matury-online.pl/sprawdzian/fizyka/grawitacja-i-astronomia**. Nauczyciele i korepetytorzy ułożą własną kartę z banku ponad 20 tys. zadań: **matury-online.pl/dla-korepetytorow**.