SPRAWDZIAN · FIZYKA

Sprawdzian z grawitacji i astronomii

Grupa A

Fizyka: prawo powszechnego ciążenia, ruch planet i satelitów

Imię i nazwisko: _____

Klasa: _____

Data: _____

Punkty: _____ / 25

10 zadań, 25 pkt. Czytaj uważnie polecenia. W zadaniach otwartych zapisz obliczenia.

Zadanie 1. (0–1 pkt)

Planeta krąży po orbicie kołowej wokół gwiazdy. Jak zmieni się jej okres obiegu, jeśli promień orbity wzrośnie czterokrotnie (masa gwiazdy bez zmian)?

(A) wzrośnie 4 razy
(B) wzrośnie 16 razy
(C) wzrośnie 2 razy
(D) wzrośnie 8 razy

Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.

Zadanie 2. (0–1 pkt)

Promień orbity kołowej satelity krążącego wokół planety zwiększono 4-krotnie, nie zmieniając masy planety. Jak zmieniła się prędkość orbitalna satelity?

(A) wzrosła 4 -krotnie
(B) zmalała 4 -krotnie
(C) zmalała 2 -krotnie
(D) wzrosła 2 -krotnie

Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.

Zadanie 3. (0–3 pkt)

Oceń prawdziwość stwierdzeń o grawitacji i ruchu ciał niebieskich:

1.	Grawitacja jest siłą przyciągania działającą między każdymi dwoma ciałami posiadającymi masę.	**P**	**F**
2.	Siła grawitacji między Ziemią a Księżycem jest wzajemna i obie wartości sił są równe (III zasada Newtona).	**P**	**F**
3.	Satelita geostacjonarny unosi się nieruchomo nad jednym punktem Ziemi, ponieważ siła grawitacji przestaje na niego działać.	**P**	**F**

Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).

Zadanie 4. (0–4 pkt)

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących orbit planet:

1.	Prędkość planety na orbicie eliptycznej jest największa w aphelium.	**P**	**F**
2.	Ziemia porusza się wokół Słońca po orbicie kołowej ze stałą prędkością.	**P**	**F**
3.	Orbity planet Układu Słonecznego są elipsami, w których środku znajduje się Słońce (I prawo Keplera).	**P**	**F**
4.	Promień wodzący planety zakreśla równe pola w równych odstępach czasu (II prawo Keplera).	**P**	**F**

Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).

Zadanie 5. (0–4 pkt)

Dopasuj ciało niebieskie do cechy.

1. Jowisz	…	A. Planeta z dwoma małymi księżycami (Fobos i Deimos)
2. Księżyc	…	B. Jedyny naturalny satelita Ziemi
3. Mars	…	C. Planeta najbliższa Słońcu
4. Merkury	…	D. Największa planeta Układu Słonecznego

Przy każdym numerze wpisz literę pasującego elementu.

Zadanie 6. (0–2 pkt)

Uzupełnij: Pierwsza prędkość kosmiczna ($v_1 \approx 7{,}9\ \mathrm{km/s}$) to minimalna prędkość, przy której ciało staje się (1) _____ Ziemi. Prędkość kosmiczna druga ($v_2 \approx 11{,}2\ \mathrm{km/s}$) pozwala ciału (2) _____ z pola grawitacyjnego Ziemi.

Zadanie 7. (0–3 pkt)

Dwa satelity krążą po orbitach kołowych wokół tej samej planety. Promień orbity pierwszego satelity jest 9 razy mniejszy od promienia orbity drugiego satelity. Ile razy okres obiegu pierwszego satelity jest krótszy od okresu obiegu drugiego? Skorzystaj z III prawa Keplera.

Zadanie 8. (0–2 pkt)

Masa Marsa $M_M = 6{,}4 \times 10^{23}\ \mathrm{kg}$, promień Marsa $R_M = 3{,}4 \times 10^{6}\ \mathrm{m}$ ($G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N{\cdot}m^2/kg^2}$). (a) Oblicz przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni Marsa. (b) Ile waży na Marsie człowiek o masie $m = 70\ \mathrm{kg}$?

Zadanie 9. (0–2 pkt)

Wyjaśnij II prawo Keplera (prawo pól) i jego związek z zasadą zachowania momentu pędu. Dlaczego planeta porusza się szybciej w peryhelium niż w aphelium?

Zadanie 10. (0–3 pkt)

Neptun krąży wokół Słońca po orbicie o promieniu ok. 30 j.a., a jego okres obiegu wynosi ok. 165 lat. Ziemia krąży w odległości 1 j.a. z okresem 1 roku. Sprawdź, korzystając z trzeciego prawa Keplera, czy podane dane są ze sobą zgodne. Zapisz obliczenia i wniosek.

Rozwiąż ten sprawdzian online, z wyjaśnieniem każdej odpowiedzi: matury-online.pl/sprawdzian/fizyka/grawitacja-i-astronomia

SPRAWDZIAN · FIZYKA

Sprawdzian z grawitacji i astronomii

Grupa B

Fizyka: prawo powszechnego ciążenia, ruch planet i satelitów

Imię i nazwisko: _____

Klasa: _____

Data: _____

Punkty: _____ / 25

10 zadań, 25 pkt. Czytaj uważnie polecenia. W zadaniach otwartych zapisz obliczenia.

Zadanie 1. (0–1 pkt)

Planeta krąży wokół gwiazdy na orbicie o promieniu R. Masa gwiazdy wzrośnie 4-krotnie (orbita bez zmian). Prędkość orbitalna planety:

(A) wzrośnie 2-krotnie
(B) wzrośnie 4-krotnie
(C) wzrośnie 16-krotnie
(D) nie zmieni się

Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.

Zadanie 2. (0–1 pkt)

W windzie swobodnie spadającej (awaryjnie, bez hamulców) osoba stojąca na wadze odczyta wskazanie:

(A) większe od masy osoby
(B) równe masie osoby
(C) równe zero
(D) ujemne

Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.

Zadanie 3. (0–3 pkt)

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących grawitacji:

1. Na orbicie kołowej energia kinetyczna satelity jest równa połowie wartości bezwzględnej jego energii potencjalnej.	**P**	**F**
2. Pierwsza prędkość kosmiczna to minimalna prędkość potrzebna do umieszczenia satelity na orbicie kołowej tuż nad powierzchnią planety.	**P**	**F**
3. Siła grawitacji działa tylko między ciałami o bardzo dużych masach (np. planetami i gwiazdami).	**P**	**F**

Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).

Zadanie 4. (0–4 pkt)

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących grawitacji i planet:

1. Siła grawitacji między dwoma ciałami maleje odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości między nimi.	**P**	**F**
2. Prędkość orbitalna satelity na kołowej orbicie zależy od masy satelity.	**P**	**F**
3. Planeta porusza się szybciej w peryhelium (bliżej Słońca) niż w aphelium (dalej od Słońca).	**P**	**F**
4. Czarna dziura to obiekt, którego prędkość ucieczki przekracza prędkość światła.	**P**	**F**

Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).

Zadanie 5. (0–4 pkt)

Dopasuj prawo fizyczne związane z ruchem planet do jego treści.

1. I prawo Keplera	...	A. Kwadraty okresów obiegu planet są proporcjonalne do sześcianów wielkich półosi ich orbit
2. II prawo Keplera	...	B. Promień wodzący planety zakreśla równe pola w równych odstępach czasu
3. III prawo Keplera	...	C. Orbity planet są elipsami, w których jednym z ognisk znajduje się Słońce
4. Prawo powszechnego ciążenia Newtona	...	D. Siła grawitacji jest wprost proporcjonalna do iloczynu mas i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między nimi

Przy każdym numerze wpisz literę pasującego elementu.

Zadanie 6. (0–2 pkt)

Uzupełnij zdania dotyczące grawitacji: (1) Minimalna prędkość, z jaką należy wystrzelić ciało poziomo z powierzchni Ziemi, by stało się jej sztucznym satelitą, nosi nazwę pierwszej prędkości (1) _____ . (2) Zgodnie z II prawem Keplera planeta w pobliżu peryhelium (bliżej Słońca) porusza się (2) _____ niż w pobliżu aphelium.

Zadanie 7. (0–3 pkt)

Satelita o masie m krąży po orbicie kołowej o promieniu r wokół planety o masie M. (a) Wyraź energię kinetyczną E_k satelity za pomocą G, M, m, r. (b) Jaka jest całkowita energia mechaniczna E_{total}? (c) Dlaczego wartość E_{total} jest ujemna i co to oznacza fizycznie?

Zadanie 8. (0–2 pkt)

Astronauta na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) krążącej wokół Ziemi doświadcza stanu nieważkości. Wyjaśnij, dlaczego astronauta 'unosi się' wewnątrz stacji, mimo że na ISS działa siła grawitacji.

Zadanie 9. (0–2 pkt)

Jednym z argumentów za istnieniem ciemnej materii jest analiza krzywych rotacji galaktyk. Wyjaśnij, czego oczekiwalibyśmy na podstawie praw Keplera i co obserwujemy w rzeczywistości.

Zadanie 10. (0–3 pkt)

Sztuczny satelita Ziemi krąży po orbicie kołowej na wysokości $h = 300\ \mathrm{km}$ nad powierzchnią Ziemi ($M_Z = 6 \times 10^{24}\ \mathrm{kg}$, $R_Z = 6370\ \mathrm{km}$, $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$).

Oblicz prędkość orbitalną tego satelity.

Rozwiąż ten sprawdzian online, z wyjaśnieniem każdej odpowiedzi: matury-online.pl/sprawdzian/fizyka/grawitacja-i-astronomia

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**.