Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 3

Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii

Okres, częstotliwość, prędkość liniowa, siła dośrodkowa; prawo powszechnego ciążenia, satelity, nieważkość i przeciążenie; Układ Słoneczny, Galaktyka, au i rok świetlny; Wielki Wybuch (fakultatywnie); karta wzorów. Osiem kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, utrwalenie, doświadczenie i materiał źródłowy, kartkówka (A i B) i sprawdzian (A i B) – z kluczem i zasadami oceniania.

Fizyka | klasa 1 LO i technikum | Dział 3 | zakres podstawowy (ZP)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZP	4 zad. · 8 pkt
2	**Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZP	7 zad. · 17 pkt
3	**Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – utrwalenie** Zadania łączące wiadomości z całego działu	Ćwiczenia	ZP	7 zad. · 17 pkt
4	**Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZP	3 zad. · 10 pkt
5	**Kartkówka: ruch po okręgu i grawitacja – grupa A**	Kartkówka	ZP	4 zad. · 7 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: ruch po okręgu i grawitacja – grupa B**	Kartkówka	ZP	4 zad. · 7 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – grupa A**	Sprawdzian	ZP	10 zad. · 20 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – grupa B**	Sprawdzian	ZP	10 zad. · 20 pkt · 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 przypomina najważniejsze prawa i wzory działu oraz pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia podstawowe, karta 3 – utrwalenie, karta 4 – fizyka w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy (pomiary, wykres, tekst, dane).
- Karty 5–6 to kartkówka (15 minut), a karty 7–8 – sprawdzian (45 minut), każda w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne dane.
- Klucz na końcu: odpowiedzi, wymaganie z podstawy przy każdym zadaniu, przykładowe rozwiązania i zasady oceniania etapami, w stylu zasad oceniania CKE. Osobny plik „Powtórka": prawa i wzory (co jest w broszurze CKE), typowe błędy, test „Sprawdź się".

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **ZP I.2** posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych;
- **ZP I.15** przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii;
- **ZP II.4** opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami okresu, częstotliwości, prędkości liniowej wraz z ich jednostkami;
- **ZP II.8** identyfikuje siłę wypadkową działającą na ciało w ruchu jednostajnym po okręgu jako siłę dośrodkową;
- **ZP II.11b** doświadczalnie: b) bada jakościowo związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu
- **ZP III.1** posługuje się prawem powszechnego ciążenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał;
- **ZP III.2** wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej; omawia ruch satelitów wokół Ziemi;
- **ZP III.3** opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia oraz podaje warunki i przykłady jego występowania;
- **ZP III.4** opisuje budowę Układu Słonecznego; wskazuje Słońce jako jedną z wielu gwiazd w Galaktyce oraz Galaktykę jako jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej i roku świetlnego;
- **ZP III.5** opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; zna przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk).

Materiał oryginalny – zadania nie są kopiami zadań CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania (PP): I.2, I.15, II.4, II.8, II.11b, III.1, III.2, III.3, III.4, III.5. Stałe fizyczne – według broszury CKE „Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki". Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

PIERWSZA ŁAWKA

Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – najważniejsze wiadomości

Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka

ZP KARTA 1/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ... / 8 pkt

Najważniejsze wiadomości · 8 pkt

Przypomnij sobie

- **Ruch jednostajny po okręgu:** ciało porusza się po okręgu z prędkością o stałej **wartości**; kierunek prędkości się zmienia – wektor prędkości jest zawsze **styczny** do okręgu.
- **Okres** T – czas jednego pełnego obiegu (s). **Częstotliwość** $f = \frac{1}{T}$ – liczba obiegów w ciągu 1 s; jednostka: 1 Hz = 1/s. Gdy ciało wykona n obiegów w czasie t: $f = \frac{n}{t}$, $T = \frac{t}{n}$.
- **Prędkość liniowa:** $v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$ (m/s) – droga w czasie jednego obiegu to obwód okręgu $2\pi r$.
- **Siła dośrodkowa:** w ruchu jednostajnym po okręgu siła wypadkowa jest skierowana do środka okręgu i ma wartość $F = \frac{mv^2}{r}$. To nie jest „nowa" siła – rolę siły dośrodkowej pełni siła naciągu nici, tarcie, grawitacja, siła nacisku toru…
- **Prawo powszechnego ciążenia:** dwa ciała o masach m_1, m_2 odległe o r (między środkami) przyciągają się siłami o wartości $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$, $G = 6{,}674 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg² (broszura CKE). Dwukrotnie większa odległość – siła 4 razy mniejsza. Siła grawitacji jest przyczyną spadania ciał; przy powierzchni planety $g = \frac{GM}{R^2}$.
- **Satelity:** na orbicie kołowej siłą dośrodkową jest siła grawitacji: $G\frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$, gdzie $r = R + h$. Im niższa orbita, tym większa prędkość satelity ($v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$) i krótszy okres.
- **Nieważkość i przeciążenie:** w stanie nieważkości ciało nie naciska na podłoże (np. w stacji kosmicznej, która wraz z astronautą „spada" swobodnie wokół Ziemi – grawitacja działa!). Przeciążenie: nacisk na podłoże większy niż ciężar (start rakiety, winda ruszająca w górę, dół pętli na torze).

Obiekt / jednostka	Co trzeba wiedzieć
Układ Słoneczny	Słońce, 8 planet (Merkury, Wenus, Ziemia, Mars – skaliste; Jowisz, Saturn, Uran, Neptun – olbrzymy), planety karłowate, księżyce, planetoidy, komety
Galaktyka (Droga Mleczna)	Słońce jest jedną z setek miliardów gwiazd; Galaktyka jest jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie
1 au (jednostka astronomiczna)	średnia odległość Ziemi od Słońca, 1 au = $1{,}496 \cdot 10^{11}$ m
1 rok świetlny (ly)	droga światła w próżni w ciągu roku, 1 ly = $9{,}461 \cdot 10^{15}$ m – jednostka **długości**

Dla zainteresowanych (wymaganie III.5 – fakultatywne, realizuje się z decyzji nauczyciela; nie ma go na maturze). Wszechświat ma początek – **Wielki Wybuch**. Według pomiarów sondy WMAP (NASA) jego wiek wynosi około 13,8 mld lat. Odległe galaktyki oddalają się od nas – tym szybciej, im są dalej: Wszechświat się rozszerza.

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **Dziecko siedzi na karuzeli w odległości 4,0 m od osi. Karuzela wykonuje jeden obrót w ciągu 8,0 s. Oblicz częstotliwość obrotów i wartość prędkości dziecka.**

$f = \frac{1}{T} = 1 : 8{,}0\ \text{s} = \mathbf{0{,}125\ Hz}$.

$v = \frac{2\pi r}{T} = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 4{,}0\ \text{m} : 8{,}0\ \text{s} \approx \mathbf{3{,}1\ m/s}$.

Przykład 2. **Kulka o masie 0,20 kg przywiązana do nici o długości 0,50 m krąży po gładkim poziomym stole wokół gwoździa z prędkością o wartości 2,0 m/s. Jaka siła pełni rolę siły dośrodkowej? Oblicz jej wartość.**

Rolę siły dośrodkowej pełni siła naciągu nici (ciężar kulki równoważy siła reakcji stołu).

$F = \frac{mv^2}{r} = 0{,}20\ \text{kg} \cdot (2{,}0\ \text{m/s})^2 : 0{,}50\ \text{m} = \mathbf{1{,}6\ N}$.

Przykład 3. **Korzystając z wartości z broszury CKE, oblicz wartość siły, z jaką Ziemia przyciąga człowieka o masie 70 kg stojącego na jej powierzchni. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

Z broszury: $G = 6{,}674 \cdot 10^{-11}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$, $M_Z = 5{,}972 \cdot 10^{24}\ \text{kg}$, $R_Z = 6{,}378 \cdot 10^6\ \text{m}$.

$F = G\frac{M_Z m}{R_Z^2} = 6{,}674 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}972 \cdot 10^{24} \cdot 70 : (6{,}378 \cdot 10^6)^2\ \text{N} \approx 686\ \text{N} \approx \mathbf{6{,}9 \cdot 10^2\ N}$.

Sprawdzenie: $g = \frac{GM_Z}{R_Z^2} \approx 9{,}80\ \text{m/s}^2$, a $mg \approx 686\ \text{N}$ – to ten sam wynik.

Zadania

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Łopatki wentylatora wykonują 20 obrotów w ciągu jednej sekundy. Oblicz okres ich obrotu. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. W ruchu jednostajnym po okręgu prędkość ciała ma stałą wartość, ale zmienia kierunek.	**P**	**F**
2. Siła dośrodkowa w ruchu jednostajnym po okręgu jest skierowana stycznie do toru.	**P**	**F**
3. Gdy odległość między dwoma ciałami wzrośnie dwa razy, siła ich wzajemnego przyciągania zmaleje cztery razy.	**P**	**F**

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij zdania.

1. Średnia odległość Ziemi od Słońca to 1 _____ .
2. Rok świetlny jest jednostką _____, a nie czasu.
3. Słońce jest jedną z wielu gwiazd naszej Galaktyki, którą nazywamy _____ .

Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZP

KARTA 2/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 17 pkt

Ćwiczenia · 17 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Koło roweru ma promień 0,35 m. W czasie 60 s wykonuje 150 obrotów. Oblicz częstotliwość i okres obrotu koła oraz wartość prędkości punktu na obwodzie opony względem osi koła. Prędkość podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Samochód jedzie ze stałą wartością prędkości po rondzie (okrąg o środku O). Na rysunku zaznaczono jego położenie P. Narysuj w punkcie P wektor prędkości samochodu (oznacz go $\vec{v}$) i wektor siły wypadkowej działającej na samochód (oznacz go $\vec{F}$). Zachowaj odpowiednie kierunki i zwroty wektorów.

Miejsce na odpowiedź



ruch przeciwnie do ruchu wskazówek zegara

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Ciało porusza się ruchem jednostajnym po okręgu o stałym promieniu. Jeżeli wartość jego prędkości wzrośnie dwa razy, to wartość siły dośrodkowej

A. nie zmieni się.
B. wzrośnie dwa razy.
C. wzrośnie cztery razy.
D. wzrośnie osiem razy.

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Ciało przeniesiono z powierzchni Ziemi na wysokość równą promieniowi Ziemi nad jej powierzchnią. Wartość siły grawitacji działającej na to ciało

A. nie zmieniła się.
B. zmalała 4 razy.
C. zmalała 2 razy.
D. zmalała 8 razy.

Zadanie 5. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj każdej sytuacji (1–4) siłę (a–d), która pełni rolę siły dośrodkowej.

1. Samochód skręca na poziomej, suchej jezdni.
2. Satelita krąży po orbicie kołowej wokół Ziemi.
3. Kamień zakręcony na sznurku krąży w poziomie.
4. Ubranie wiruje w bębnie pralki przyciśnięte do jego ścianki.

a) siła naciągu sznurka
b) siła nacisku ścianki bębna
c) siła tarcia opon o jezdnię
d) siła grawitacji Ziemi

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 6. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Astronauci w stacji kosmicznej krążącej wokół Ziemi są w stanie nieważkości, bo na tej wysokości nie działa na nich siła grawitacji.	P	F
2. Pasażer windy ruszającej w górę naciska na podłogę siłą większą niż jego ciężar.	P	F
3. Skoczek spadochronowy tuż po wyskoczeniu z samolotu (zanim opór powietrza stanie się znaczący) jest prawie w stanie nieważkości.	P	F

Zadanie 7. (0–3 pkt) ..... / 3

Przeczytaj tekst i uzupełnij zdania.
Pomiary promieniowania pozostałego po wczesnym, gorącym Wszechświecie (sonda WMAP, NASA) pozwoliły określić wiek Wszechświata na 13,77 mld lat z niepewnością około pół procenta. Z kolei obserwacje odległych galaktyk pokazują, że oddalają się one od nas tym szybciej, im są dalej.
(Opracowano na podstawie: NASA, WMAP Mission Overview, https://science.nasa.gov/mission/wmap/wmap-overview/)

1. Według tekstu wiek Wszechświata wynosi w zaokrągleniu do jednego miejsca po przecinku _____ mld lat.
2. Ucieczka galaktyk oznacza, że Wszechświat się _____ .
3. Początek znanego nam Wszechświata nazywamy _____ .

Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – utrwalenie

Zadania łączące wiadomości z całego działu

ZP

KARTA 3/8

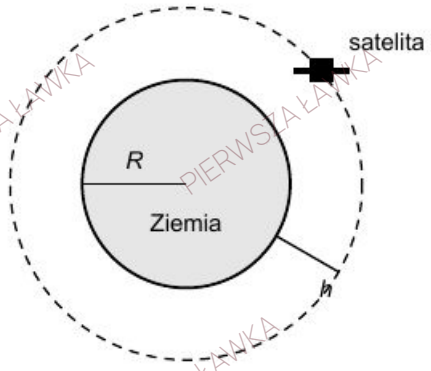
Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 17 pkt

Ćwiczenia · 17 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (ISS) krąży po orbicie, którą w przybliżeniu można uznać za kołową, na wysokości około 400 km nad powierzchnią Ziemi i okrąża Ziemię w czasie około 90 minut (dane ESA). Oblicz wartość prędkości stacji w km/s oraz liczbę okrążeń Ziemi w ciągu doby. Promień Ziemi odczytaj z broszury CKE. Prędkość podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie



rysunek nie w skali

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Według danych NASA Mars ma masę $0{,}642 \cdot 10^{24}$ kg i średnicę 6792 km. Oblicz wartość przyspieszenia grawitacyjnego przy powierzchni Marsa oraz ciężar łazika o masie 1000 kg na Marsie. Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

W czasie startu rakieta przyspiesza pionowo w górę z przyspieszeniem o wartości 15 m/s². Oblicz wartość siły, z jaką astronauta o masie 75 kg naciska na fotel, i podaj, ile razy jest ona większa od jego ciężaru na Ziemi. Przyjmij, że g = 9,81 m/s². Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Najbliższa Słońcu gwiazda, Proxima Centauri, jest odległa o 4,24 roku świetlnego. Korzystając z broszury CKE, oblicz tę odległość w jednostkach astronomicznych oraz czas, w jakim światło dociera ze Słońca do Ziemi (odległość 1 au). Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Dwa satelity krążą wokół Ziemi po orbitach kołowych: satelita S_1 na wysokości 400 km, a satelita S_2 na wysokości 20 000 km. Prawdziwe jest zdanie:

A. oba satelity mają prędkości o tej samej wartości.

B. S_1 ma mniejszą wartość prędkości i krótszy okres obiegu niż S_2.

C. S_1 ma większą wartość prędkości i dłuższy okres obiegu niż S_2.

D. S_1 ma większą wartość prędkości i krótszy okres obiegu niż S_2.

PIERWSZA ŁAWKA

Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy

Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane

ZP

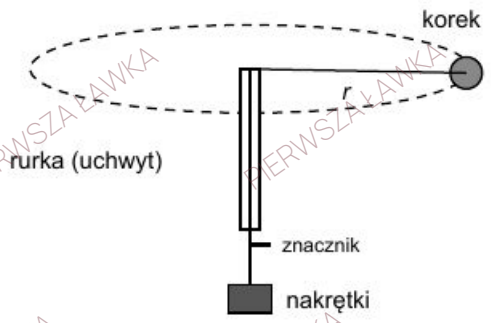
KARTA 4/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 10 pkt

Praca z materiałem źródłowym · 10 pkt

Zadanie 1. (0–4 pkt)

Uczniowie badali jakościowo, od czego zależy siła dośrodkowa. Przez krótką rurkę przewlekli sznurek; na górnym końcu przywiązali korek, a na dolnym zawiesili nakrętki. Kręcąc rurką, wprawiali korek w ruch po okręgu w poziomie, tak aby znacznik na sznurku pod rurką pozostawał w tym samym miejscu (stały promień $r = 0{,}60$ m). Siła naciągu sznurka – siła dośrodkowa działająca na korek – jest wtedy praktycznie równa ciężarowi nakrętek. Stoperem mierzyli czas 10 obrotów korka. Wyniki (model) przedstawia tabela.



Liczba nakrętek na końcu sznurka	2	4	6
Czas 10 obrotów korka, s	12,0	8,5	6,9

Zadanie 1.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Wyjaśnij, dlaczego uczniowie mierzyli czas 10 obrotów, a nie jednego obrotu korka.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz wartość prędkości korka w pomiarze z dwiema nakrętkami. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Sformułuj wniosek z doświadczenia: jak przy stałym promieniu okręgu i stałej masie korka zależy wartość prędkości korka od wartości siły dośrodkowej?

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–4 pkt)

W tabeli podano dane czterech planet według NASA Planetary Fact Sheet (https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/). Wartości stałych odczytaj z broszury CKE.

Planeta	Średnia odległość od Słońca, 10^6 km	Okres obiegu, doby	Masa, 10^{24} kg
Wenus	108,2	224,7	4,87
Ziemia	149,6	365,2	5,97
Mars	228,0	687,0	0,642
Jowisz	778,5	4331,0	1898

Zadanie 2.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Oblicz średnią odległość Jowisza od Słońca w jednostkach astronomicznych. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz, ile minut biegnie światło ze Słońca do Marsa. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Na podstawie tabeli można stwierdzić, że wraz ze wzrostem odległości planety od Słońca

A. okres obiegu planety maleje.
B. masa planety maleje.
C. okres obiegu planety rośnie.
D. masa planety rośnie.

Kartkówka: ruch po okręgu i grawitacja – grupa A

ZP

KARTA 5/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 7 pkt

Kartkówka · 15 minut · 7 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Ciało porusza się ruchem jednostajnym po okręgu z okresem 0,25 s. Częstotliwość tego ruchu jest równa

A. 0,25 Hz. B. 0,50 Hz. C. 2,0 Hz. D. 4,0 Hz.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. W ruchu jednostajnym po okręgu siła wypadkowa działająca na ciało jest skierowana do środka okręgu.	P	F
2. W ruchu jednostajnym po okręgu prędkość ciała jest stała (wartość i kierunek).	P	F

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Dziecko siedzi na karuzeli w odległości 3,0 m od osi obrotu. Jeden obrót trwa 6,0 s. Oblicz wartość prędkości. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–3 pkt) ..... / 3

Kulka o masie 0,50 kg uwiązana na nici krąży po okręgu o promieniu 0,80 m na gładkim poziomym stole z prędkością o wartości 2,0 m/s. Podaj, która siła pełni rolę siły dośrodkowej, i oblicz jej wartość.

Miejsce na rozwiązanie

Podgląd – Pierwsza Ławka

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 1 LO i technikum (zakres podstawowy)

Podgląd pokazał 11 z 36 stron. Pełna wersja: 36 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 2: Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 17 pkt
- Karta 3: Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – utrwalenie – 7 zadań, 17 pkt
- Karta 4: Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 3 zadania, 10 pkt
- Karta 5: Kartkówka: ruch po okręgu i grawitacja – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: ruch po okręgu i grawitacja – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Ruch po okręgu, grawitacja i elementy astronomii – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dalej ćw

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-1-dzial-03-ruch-po-okregu-grawitacja-astronomia