

**UZUPEŁNIA ZDAJĄCY**

**KOD**

--	--	--

**PESEL**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*miejsce  
na naklejkę*

**EGZAMIN MATURALNY  
Z FIZYKI I ASTRONOMII**

**POZIOM PODSTAWOWY**

**20 MAJA 2019**

**Instrukcja dla zdającego**

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 14 stron (zadania 1–19). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Podczas egzaminu możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz kalkulatora prostego.
8. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

**Godzina rozpoczęcia:  
9:00**

**Czas pracy:  
120 minut**

**Liczba punktów  
do uzyskania: 50**



### Zadania zamknięte

W zadaniach od 1. do 10. wybierz jedną poprawną odpowiedź i zaznacz ją na karcie odpowiedzi.

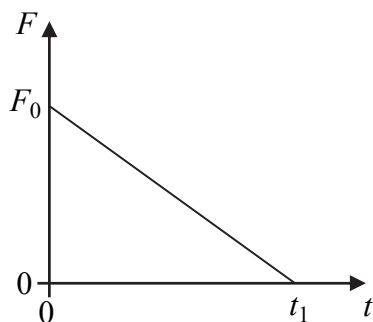
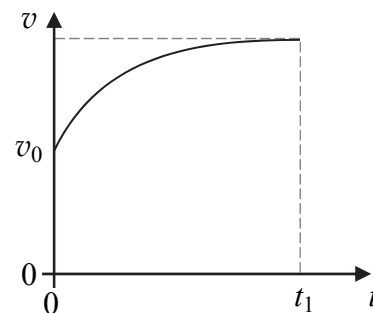
#### Zadanie 1. (1 pkt)

Pociąg porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym względem ziemi z prędkością o wartości 25 m/s. Wzdłuż wagonu pociągu idzie pasażer z prędkością o wartości około 1,5 m/s względem pociągu. Pasażer porusza się w tę samą stronę co pociąg. Droga, jaką pokona pasażer względem ziemi w czasie 5 s, wynosi około

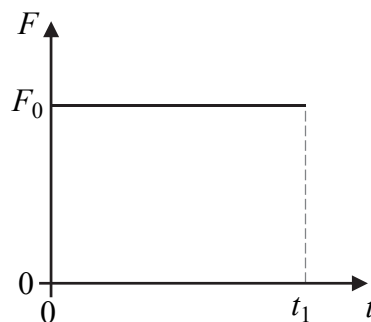
- A. 125 m                      B. 117,5 m                      C. 7,5 m                      D. 132,5 m

#### Zadanie 2. (1 pkt)

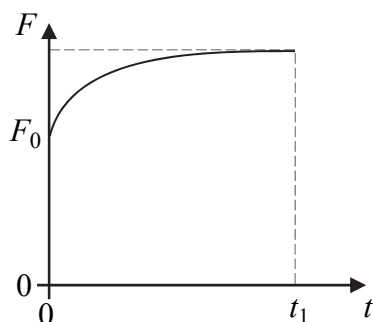
Na ciało poruszające się wzdłuż linii prostej działa siła wypadkowa  $\vec{F}$ . Kierunek i zwrot siły  $\vec{F}$  jest taki sam jak kierunek i zwrot prędkości  $\vec{v}$  ciała. Na rysunku obok przedstawiono wykres zależności wartości prędkości ciała od czasu (od chwili  $t = 0$  do chwili  $t = t_1$ ) – gdy na ciało działa siła. Osie na rysunkach są wyskalowane liniowo. Poprawną zależność wartości siły wypadkowej od czasu (od chwili  $t = 0$  do chwili  $t = t_1$ ) przedstawia wykres



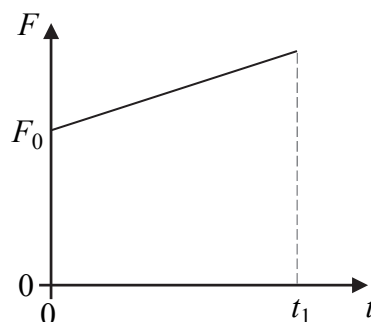
A.



B.



C.



D.

#### Zadanie 3. (1 pkt)

Na metalową płytkę padł foton o energii 4,6 eV. Ten foton został całkowicie pochłonięty przez elektron znajdujący się w paśmie przewodnictwa tego metalu. W wyniku tego elektron został wybity z powierzchni metalu, a jego energia kinetyczna w chwili tuż po opuszczeniu metalu wynosiła 0,4 eV. Praca wyjścia elektronu z tego metalu wynosi około

- A.  $6,7 \cdot 10^{-19}$  J                      B.  $8 \cdot 10^{-19}$  J                      C.  $7,4 \cdot 10^{-19}$  J                      D.  $0,64 \cdot 10^{-19}$  J

**Zadanie 4. (1 pkt)**

Ziemia i Wenus poruszają się dookoła Słońca po orbitach, które z bardzo dobrym przybliżeniem możemy uznać za kołowe. Dlatego do obliczeń można przyjąć, że wartości prędkości (orbitalnych) względem Słońca są dla obu planet stałe. Iloraz promienia orbity Ziemi

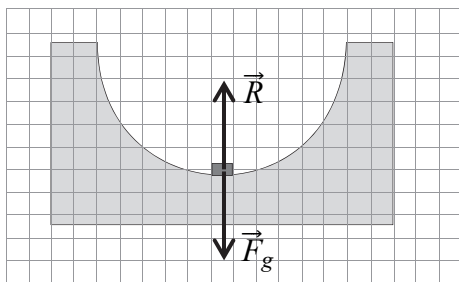
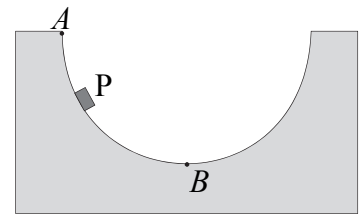
$r_Z$  i promienia orbity Wenus  $r_W$  wynosi około  $\frac{r_Z}{r_W} \approx 1,4$ . Z tego wynika, że iloraz prędkości

orbitalnej Wenus  $v_W$  i prędkości orbitalnej Ziemi  $v_Z$  jest równy około

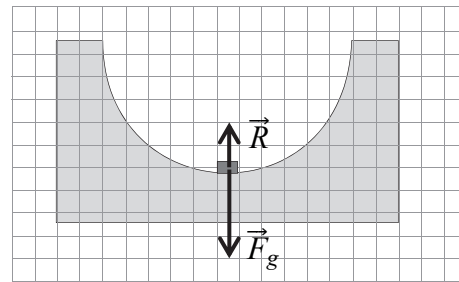
- A.  $\frac{v_W}{v_Z} \approx 2,0$       B.  $\frac{v_W}{v_Z} \approx 1,2$       C.  $\frac{v_W}{v_Z} \approx 0,85$       D.  $\frac{v_W}{v_Z} \approx 0,51$

**Zadanie 5. (1 pkt)**

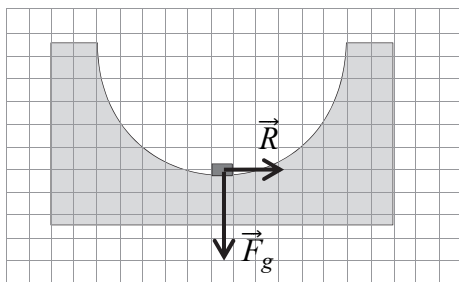
Ciało P zsuwa się bez tarcia po powierzchni, której przekrój poprzeczny ma kształt półokręgu. Ruch odbywa się w ziemskim polu grawitacyjnym. Przyjmij, że podczas ruchu działają na ciało dwie siły: siła reakcji powierzchni  $\vec{R}$  oraz siła grawitacji  $\vec{F}_g$ . Ciało rozpoczyna ruch w punkcie A, natomiast w punkcie B – najniższym położonym punkcie toru ruchu – prędkość ciała jest maksymalna. Wskaż rysunek, na którym zaznaczono prawidłowe zwroty sił i prawidłowe relacje (większy, równy, mniejszy) między wartościami sił działających na ciało P, gdy przechodzi ono przez najniższy punkt toru ruchu.



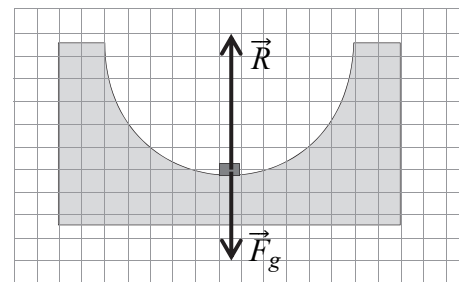
A.



B.



C.



D.

**Zadanie 6. (1 pkt)**

Poniżej przedstawiono przybliżone wartości funkcji trygonometrycznych wybranych kątów.

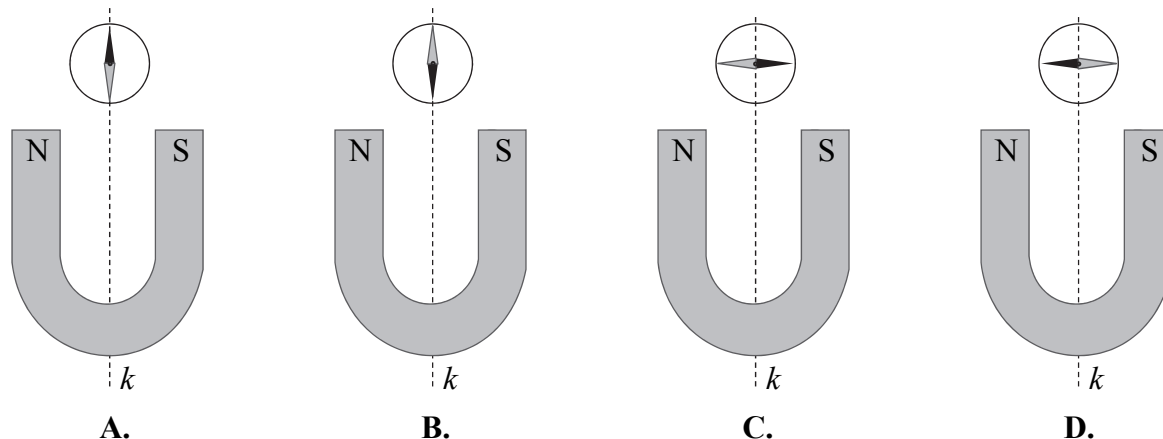
$\alpha$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
$\sin \alpha$	0	0,09	0,17	0,26	0,34	0,42	0,5	0,57	0,64	0,71	0,77	0,82	0,87	0,91	0,94	0,97	0,98	0,99	1
$\cos \alpha$	1	0,99	0,98	0,97	0,94	0,91	0,87	0,82	0,77	0,71	0,64	0,57	0,5	0,42	0,34	0,26	0,17	0,09	0

Światło pada z powietrza na powierzchnię szkła. Kąt padania światła na tę powierzchnię jest równy  $58^\circ$ , a promień odbity od powierzchni szkła jest całkowicie spolaryzowany liniowo. Współczynnik załamania światła dla materiału, z którego wykonane jest szkło, wynosi około

- A.  $n \approx 1,2$       B.  $n \approx 0,85$       C.  $n \approx 1,6$       D.  $n \approx 0,63$

**Zadanie 7. (1 pkt)**

W pobliżu magnesu podkowiastego, w punkcie na linii  $k$ , umieszczono igielkę magnetyczną. Igielka może obracać się dookoła osi prostopadłej do płaszczyzny rysunku. Kształt linii pola magnetycznego w płaszczyźnie rysunku jest symetryczny względem prostej  $k$ . Bieguny magnesu oznaczono literami N i S. Północny biegun igielki oznaczono kolorem czarnym, a południowy – szarym. Przyjmij, że pole magnetyczne pochodzi tylko od magnesu. Wskaż rysunek przedstawiający prawidłowe ustawienie igielki w polu magnetycznym magnesu.



**Zadanie 8. (1 pkt)**

Ustaloną masę gazu doskonałego poddano przemianę. W wyniku tej przemiany ciśnienie gazu w stanie końcowym było 2 razy mniejsze niż ciśnienie w stanie początkowym, a objętość gazu w stanie końcowym była 6 razy mniejsza niż w stanie początkowym. Temperatura gazu w stanie końcowym w porównaniu do temperatury w stanie początkowym była

- A. 12 razy mniejsza.
- B. 12 razy większa.
- C. 3 razy mniejsza.
- D. 3 razy większa.

**Zadanie 9. (1 pkt)**

Pewne jądro atomowe X znajdujące się w stanie o najniższej energii przechodzi do stanu wzbudzonego  $X^*$  (tzn. stanu o większej energii) na skutek pochłonięcia kwantu promieniowania elektromagnetycznego. Energia wiązania jądra  $X^*$  w stanie wzbudzonym w porównaniu do energii wiązania jądra w stanie podstawowym jest

- A. większa.
- B. mniejsza.
- C. taka sama.
- D. większa lub mniejsza – zależnie od energii pochłoniętego fotonu.

**Zadanie 10. (1 pkt)**

Czas połowicznego rozpadu izotopu jodu  $^{131}_{53}\text{I}$  jest równy około 8 dni. Stosunek liczby jąder izotopu jodu  $^{131}_{53}\text{I}$ , które uległy rozpadowi w ciągu 40 dni (licząc od pewnej ustalonej chwili początkowej), do liczby jąder tego izotopu w chwili początkowej wynosi około

- A.  $\frac{1}{32}$
- B.  $\frac{31}{32}$
- C.  $\frac{4}{5}$
- D.  $\frac{1}{5}$



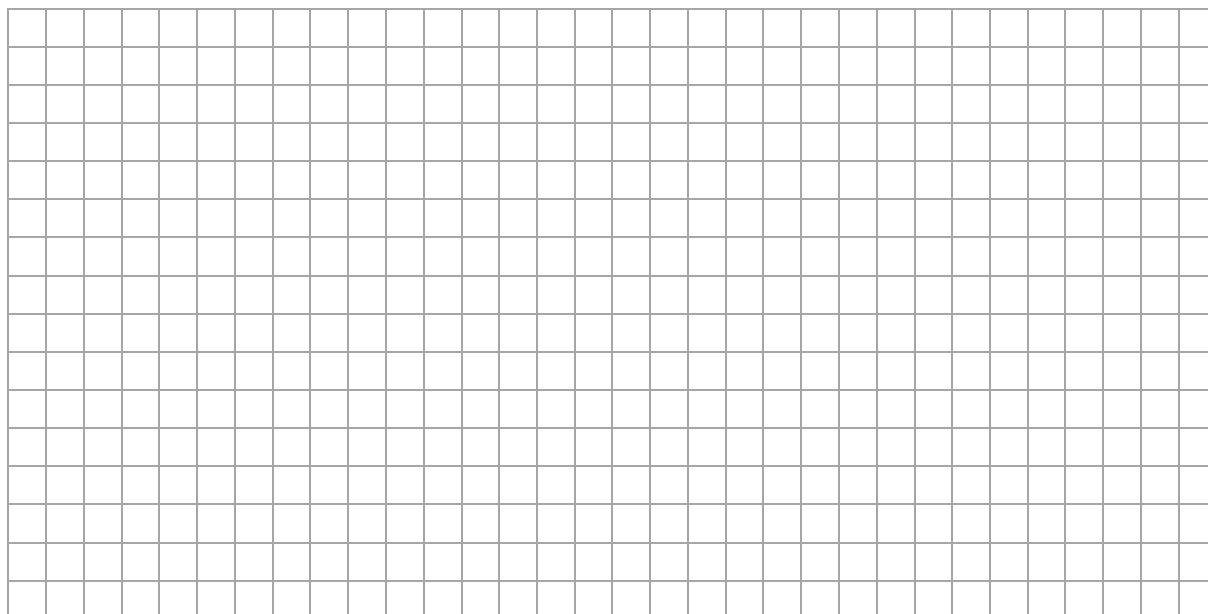
**Zadanie 11.2. (3 pkt)**

Oblicz całkowity czas ruchu piłki w opisanym rzucie: od momentu wyrzucenia aż do chwili uderzenia piłki o ziemię.



**Zadanie 11.3. (2 pkt)**

Wykonaj odpowiednie obliczenia i wykaż, że wartość  $v_k$  prędkości piłki tuż przed uderzeniem o ziemię jest równa około 10,2 m/s.



**Zadanie 12.**

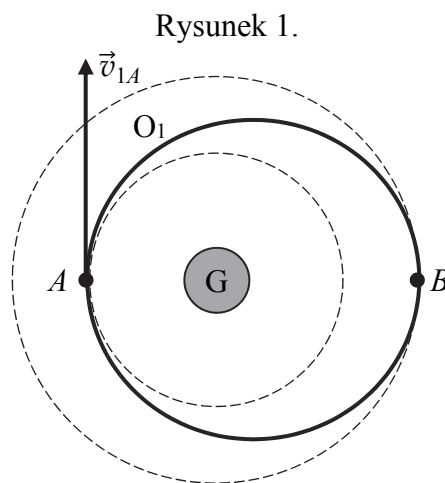
Trzy planety poruszają się w centralnym polu grawitacyjnym gwiazdy G po orbitach  $O_1$ ,  $O_2$  i  $O_3$ . Wszystkie planety obiegają gwiazdę w jedną stronę, a ich orbity leżą w jednej płaszczyźnie. Orbita  $O_1$  jest eliptyczna (rysunek 1.), natomiast orbity  $O_2$  i  $O_3$  są kołowe (rysunek 2. oraz 3.). Punkt  $A$  jest punktem stycznym orbit  $O_1$  i  $O_2$ , a punkt  $B$  jest punktem stycznym orbit  $O_1$  i  $O_3$ . Zakładamy, że planety nie zderzają się w tych punktach, a ponadto pomijamy oddziaływanie pomiędzy planetami.

Na rysunku 1. narysowano i oznaczono wektor prędkości planety na orbicie  $O_1$  w punkcie  $A$ . Wektor prędkości tej samej planety na orbicie  $O_1$  w punkcie  $B$  oznaczymy  $\vec{v}_{1B}$ , natomiast wektor prędkości planety na orbicie  $O_2$  w punkcie  $A$  oznaczymy  $\vec{v}_{2A}$ , a wektor prędkości planety na orbicie  $O_3$  w punkcie  $B$  oznaczymy  $\vec{v}_{3B}$ .

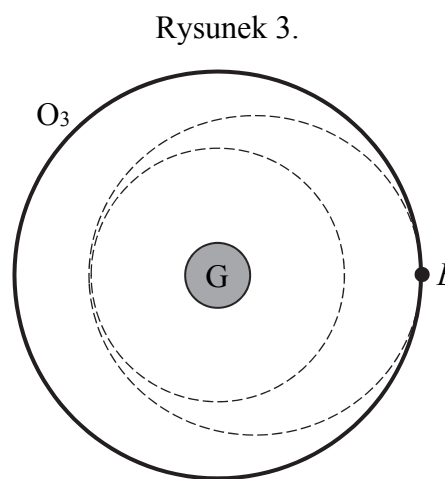
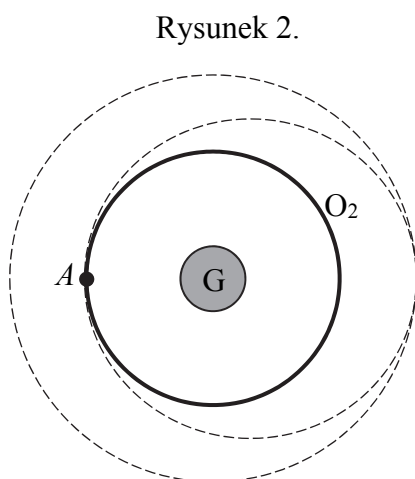
**Zadanie 12.1. (2 pkt)**

Poniżej w wykropkowane miejsca wpisz właściwe relacje: większy, równy, mniejszy ( $>$ ,  $=$ ,  $<$ ), między wartościami prędkości planet w danych punktach na poszczególnych orbitach.

a)  $v_{1A}$  .....  $v_{1B}$  (analizuj rysunek 1.)



b)  $v_{2A}$  .....  $v_{3B}$  (analizuj rysunek 2. i rysunek 3.)



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	11.2.	11.3.	12.1.
	Maks. liczba pkt	3	2	2
	Uzyskana liczba pkt			

**Zadanie 12.2. (2 pkt)**

Okresy orbitalne planet poruszających się po orbitach  $O_1$ ,  $O_2$  i  $O_3$  oznaczmy odpowiednio  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ .

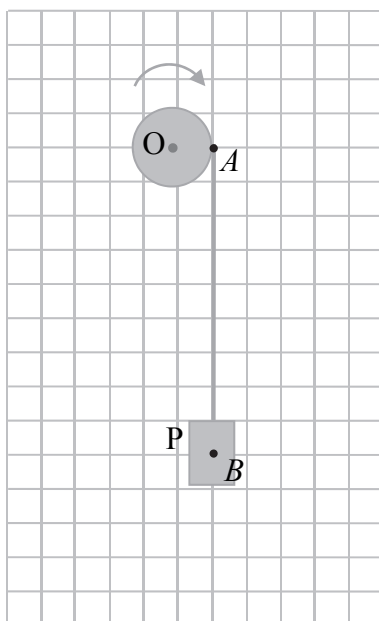
Wpisz poniżej w każde z wyznaczonych miejsc po jednym z okresów orbitalnych planet tak, aby zapisana relacja między wszystkimi okresami była prawdziwa.

..... > ..... > .....

**Zadanie 13. (2 pkt)**

Ciężarek P zawieszono na lekkiej nierozciągliwej nitce nawiniętej na walec. Pod wpływem ciężaru opuszcza się on w dół i jednocześnie wprawia walec w ruch obrotowy względem nieruchomej osi O. Podczas ruchu ciężarka w dół nitka pozostaje napięta, a nawinięta na walec część nitki nie ślizga się po walcu. Masę nitki i opory ruchu pomijamy.

Gdy ciężarek opuszcza się ruchem przyspieszonym, to działają na niego dwie siły:  $\vec{F}_B$  – siła reakcji napiętej nitki oraz  $\vec{F}_g$  – siła grawitacji (przyjmij, że obie te siły są zaczepione w punkcie B). Natomiast na walec w punkcie A działa siła  $\vec{F}_A$  – siła reakcji napiętej nitki.



Na rysunku powyżej dorysuj wektory wymienionych sił wraz z ich oznaczeniem. Zachowaj relacje (większy, równy, mniejszy) między wartościami narysowanych wektorów i zapisz te relacje – wstaw w miejsca poniżej jeden ze znaków: >, =, <.

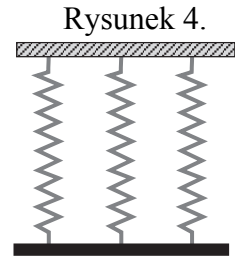
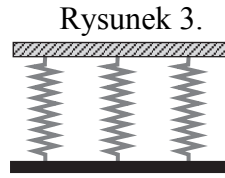
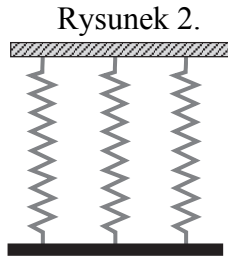
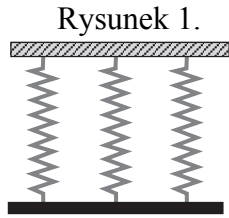
1)  $F_B$  .....  $F_g$

2)  $F_B$  .....  $F_A$

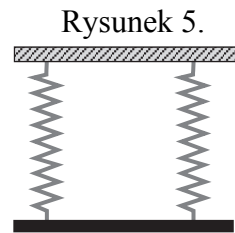


**Zadanie 14. (4 pkt)**

Pręt zawieszono poziomo na trzech identycznych, bardzo lekkich sprężynach, których górne końce przymocowano do sufitu (zobacz rysunek 1.). Następnie ten pręt wychylono w kierunku pionowym z położenia równowagi sił, po czym puszczono. Skutkiem tego pręt wraz z układem sprężyn został wprowadzony w drgania o kierunku pionowym tak, że położenie chwilowe pręta zawsze było poziome (zobacz rysunki 2.–4.). Okres drgań opisanego układu był równy  $T_1$ .



Następnie z układu usunięto środkową sprężynę (zobacz rysunek 5.), a całość ponownie wprowadzono w ruch drgający, podobny do opisanego powyżej. Okres drgań układu po usunięciu środkowej sprężyny był równy  $T_2$ .



Oblicz stosunek okresów  $\frac{T_1}{T_2}$ . Uzyskany wynik liczbowy zapisz z dokładnością do czterech cyfr znaczących. Pomiń opory ruchu.

Grid area for calculation.

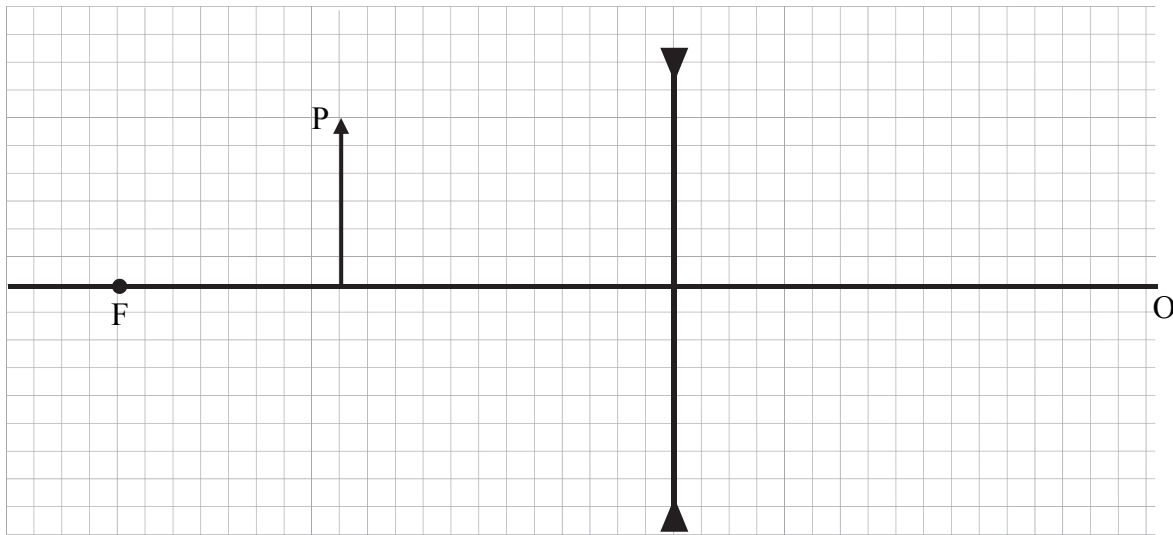
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	12.2.	13.	14.
	Maks. liczba pkt	2	2	4
	Uzyskana liczba pkt			



**Zadanie 16.1. (3 pkt)**

Na rysunku poniżej przedstawiono symbol soczewki rozpraszającej, oś optyczną O soczewki, przedmiot P ustawiony na osi optycznej oraz ognisko F soczewki. Obserwator patrzący z prawej strony soczewki widzi obraz P' przedmiotu P.

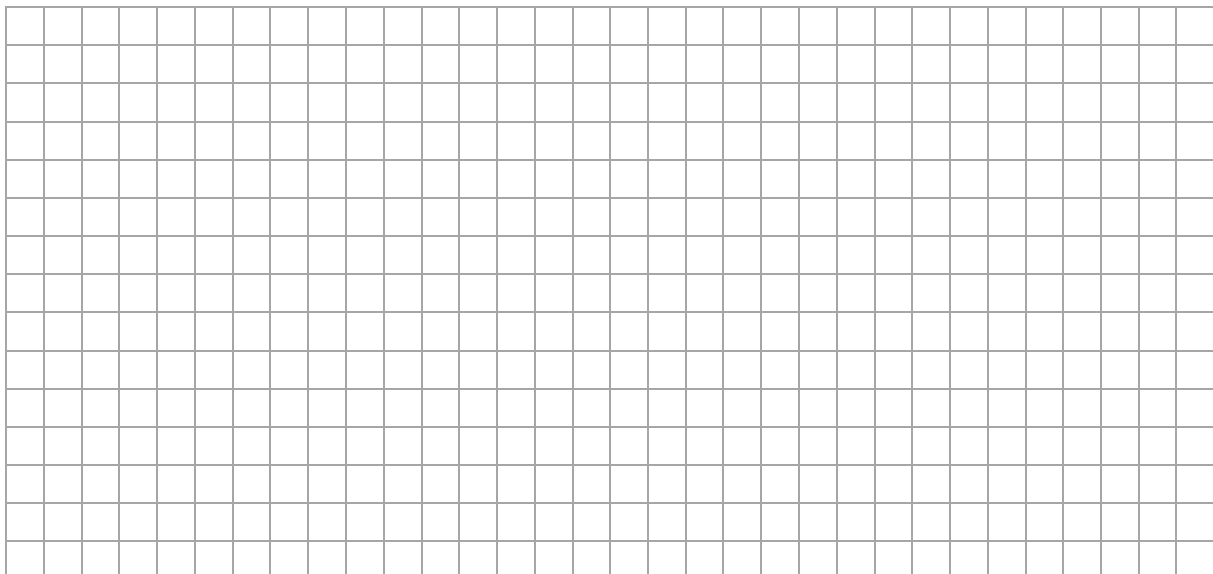
**Narysuj bieg wybranych promieni charakterystycznych przechodzących przez soczewkę i wychodzących z końca strzałki oznaczającej przedmiot P. Konstrukcyjnie – za pomocą promieni charakterystycznych i ich przedłużeń – wyznacz położenie obrazu P' przedmiotu P i narysuj ten obraz. Zapisz czy obraz jest rzeczywisty, czy – pozorny.**



**Zadanie 16.2. (2 pkt)**

Szklana soczewka dwuwklęsła znajduje się w powietrzu. Ogniskowa tej soczewki jest równa co do wartości bezwzględnej 0,67 m. W odległości 0,4 m od soczewki, na jej osi optycznej, ustawiono przedmiot. Obserwator widzi obraz tego przedmiotu, przy czym obserwator i przedmiot znajdują się po przeciwnych stronach soczewki.

**Oblicz odległość obrazu przedmiotu P od soczewki.**

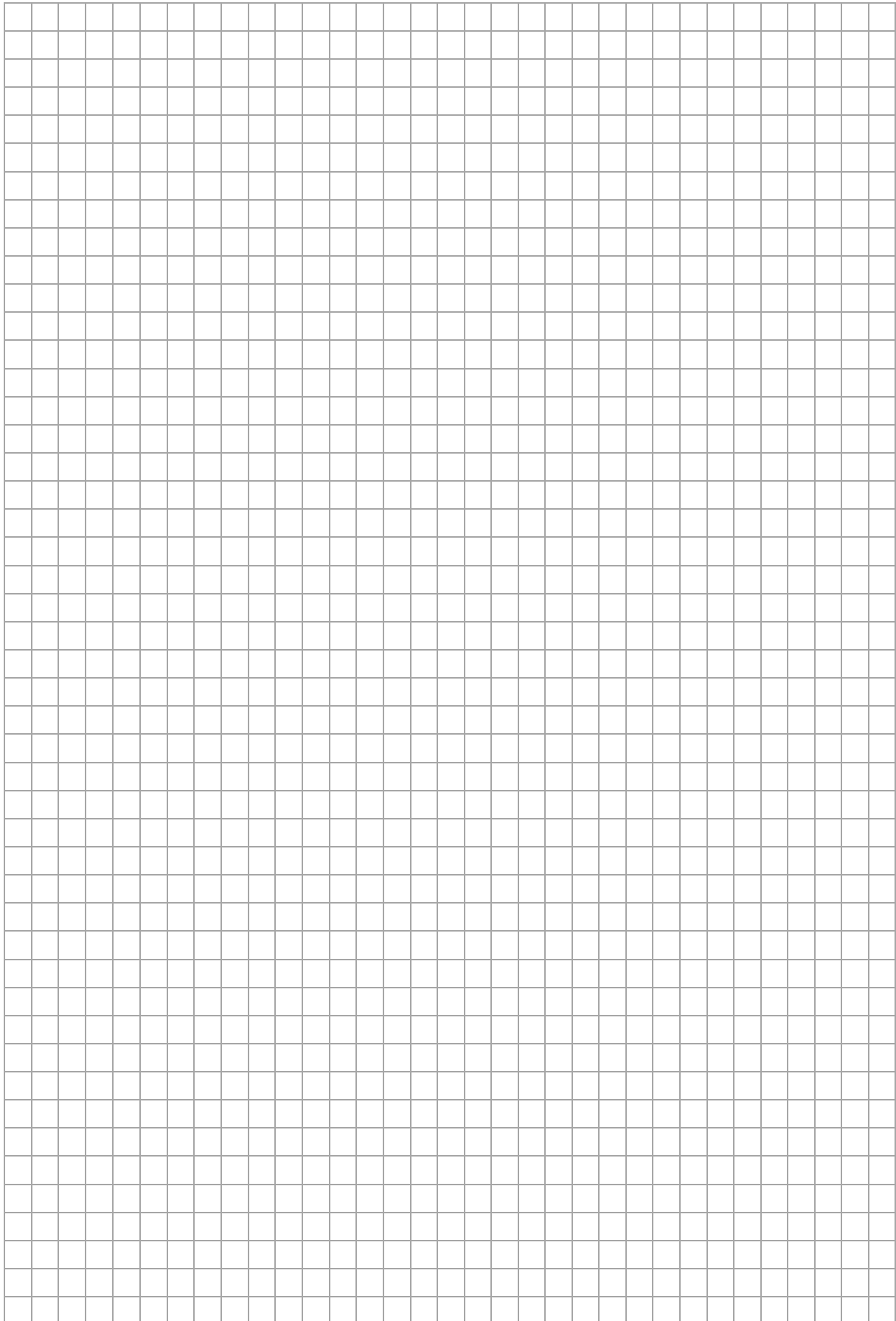


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	15.1.	15.2.	16.1.	16.2.
	Maks. liczba pkt		3	3	3
Uzyskana liczba pkt					





**BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)**



**EGZAMIN MATURALNY  
W ROKU SZKOLNYM 2018/2019**

**FIZYKA I ASTRONOMIA**

POZIOM PODSTAWOWY

FORMUŁA DO 2014

(„STARA MATURA”)

**ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ**

ARKUSZ MFA-P1

**MAJ 2019**

## Zadania zamknięte

### Zadanie 1. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie ruchu względem różnych układów odniesienia (I.1.1.1). Obliczanie wartości prędkości średniej i chwilowej, przyspieszenia, drogi i czasu w ruchu jednostajnym oraz jednostajnie zmiennym (I.1.1.3). Obliczanie wartości prędkości względnej (I.1.1.4).

#### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

#### Poprawna odpowiedź

D

### Zadanie 2. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał (I.1.2.2).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie wykresów (II.1.b).

#### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

#### Poprawna odpowiedź

A

### Zadanie 3. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego i wyjaśnianie go zgodnie z założeniami kwantowego modelu światła (I.1.5.17). Zastosowanie zasady zachowania energii (I.1.6.3).

#### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

#### Poprawna odpowiedź

A



**Zadanie 4. (1 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie ruchu jednostajnego po okręgu (I.1.1.6). Zastosowanie praw Keplera do opisu ruchu planet (I.1.7.3). Analizowanie I i II prędkości kosmicznej (I.1.2.8).

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

B

**Zadanie 5. (1 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał (I.1.2.2). Opisywanie ruchu jednostajnego po okręgu (I.1.1.6).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie rysunków (II.1.b).

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

D

**Zadanie 6. (1 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie sposobów uzyskiwania światła spolaryzowanego (I.1.5.15). Obliczanie kąta Brewstera (I.1.5.16).

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

C

**Zadanie 7. (1 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Porównywanie własności magnetycznych substancji dia-, para- i ferromagnetycznych oraz wyjaśnianie ich wpływu na pole magnetyczne (I.1.3.8). Podawanie przykładów zastosowań w życiu i technice urządzeń wykorzystujących właściwości magnetyczne materii (I.1.3.9).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie rysunków (II.1.b).

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

C

**Zadanie 8. (1 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie równania Clapeyrona i równania stanu gazu doskonałego do wyznaczania parametrów gazu (I.1.4.1).

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

A

**Zadanie 9. (1 pkt)**

Wiadomości i rozumienie.	Posługiwanie się pojęciami jądrowego niedoboru masy i energii wiązania (I.1.6.6). Wskazywanie zależności $E = mc^2$ jako równoważności masy i energii (I.1.6.4).
--------------------------	---

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

B

**Zadanie 10. (1 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie prawa rozpadu, z uwzględnieniem czasu połowicznego rozpadu, do analizy przemian jądrowych (I.1.6.11).

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

B

**Zadania otwarte**

*Uwaga: Akceptowane są wszystkie odpowiedzi merytorycznie poprawne i spełniające warunki zadania.*

**Zadanie 11.1. (3 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie drogi w ruchu jednostajnie zmiennym (I.1.1.3). Analizowanie kinematyczne rzutu pionowego (I.1.1.5).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie tekstu i rysunków (II.1.b).

**Schemat punktowania**

- 3 p. – prawidłowa metoda obliczenia  $H$  oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.  
2 p. – prawidłowa metoda obliczenia  $\Delta h$  oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką  
*lub*  
– prawidłowa metoda obliczenia  $\Delta h$  z kinematycznych równań ruchu jednostajnie opóźnionego oraz zapisanie związku  $H = h + \Delta h$  (lub równoważnego).  
1 p. – prawidłowa metoda obliczenia  $\Delta h$  z kinematycznych równań ruchu jednostajnie opóźnionego.  
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Przykładowe rozwiązanie**

Wysokość maksymalna, na jaką wzniesie się ciało dana jest wzorem:

$$H = h + \Delta h = 1,96 \text{ m} + \Delta h$$

gdzie  $\Delta h$  jest drogą, jaką przebędzie piłka podczas wznoszenia się.  $\Delta h$  obliczymy z kinematycznych równań ruchu jednostajnie opóźnionego (z opóźnieniem  $g$ ):

$$\Delta h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{oraz} \quad 0 = v_0 - g t \quad \rightarrow \quad \Delta h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{8,1 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \approx 3,34 \text{ m}$$

Ostatecznie otrzymujemy:

$$H \approx 1,96 \text{ m} + 3,34 \text{ m} \approx 5,3 \text{ m}$$

**Zadanie 11.2. (3 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie czasu w ruchu jednostajnie zmiennym (I.1.1.3). Analizowanie kinematyczne rzutu pionowego (I.1.1.5).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

**Schemat punktowania**

- 3 p. – prawidłowa metoda obliczenia  $t_c$  oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.  
 2 p. – prawidłowa metoda obliczenia obu czasów  $t_w$  oraz  $t_s$  oraz prawidłowo obliczony – wraz z jednostką – co najmniej jeden z nich.  
 1 p. – zauważenie, że czas całkowity jest sumą czasu wznoszenia i czasu opadania z wysokości maksymalnej.  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Przykładowe rozwiązanie**

Całkowity czas ruchu  $t_c$  piłki jest rów sumie: czasu wznoszenia piłki do wysokości maksymalnej i czasu opadania piłki z wysokości maksymalnej:

$$t_c = t_w + t_s$$

Obliczymy czas wznoszenia  $t_w$  piłki z kinematycznych równań ruchu jednostajnie opóźnionego (z prędkością końcową  $v_k = 0$ )

$$v_1 = v_0 - gt \quad \xrightarrow{v_1=0, t=t_w} \quad 0 = v_0 - gt_w \rightarrow t_w = \frac{v_0}{g} = \frac{8,1 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2} \approx 0,826 \text{ s}$$

Obliczamy czas spadania  $t_s$  piłki z wysokości  $H$  z wykorzystaniem kinematycznych równań ruchu jednostajnie przyspieszonego bez prędkości początkowej

$$y(t) = H - s(t) = H - \frac{gt^2}{2} \quad \xrightarrow{y=0, t=t_s} \quad H = \frac{1}{2}gt_s^2 \rightarrow t_s = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$t_s = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,3 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} \approx 1,04 \text{ s}$$

Obliczamy czas całkowity

$$t_c = t_w + t_s \approx 1,866 \text{ s} \approx 1,87 \text{ s}$$

**Zadanie 11.3. (2 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie prędkości chwilowej w ruchu jednostajnie zmiennym (I.1.1.3). Analizowanie kinematyczne rzutu pionowego (I.1.1.5).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

### Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda obliczenia prędkości końcowej oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 p. – prawidłowa metoda obliczenia prędkości końcowej (z kinematycznych równań ruchu lub z zasady zachowania energii).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Przykładowe rozwiązanie

Prędkość końcową obliczam z kinematycznych równań ruchu jednostajnie przyspieszonego. Korzystam z danych z preambuły zadania (równoważne prawidłowe rozwiązania mogą korzystać z wyników w poprzednich zadaniach).

$$H = \frac{1}{2}gt_s^2, \quad v_k = gt_s \quad \rightarrow \quad v_k = \sqrt{2gH} \quad \rightarrow \quad v_k = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 5,3} \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 10,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### Zadanie 12.1. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Posługiwanie się pojęciem energii kinetycznej, potencjalnej ciężkości (I.1.6.2). Zastosowanie zasady zachowania energii (I.1.6.3). Analizowanie I i II prędkości kosmicznej (I.1.2.8).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie rysunków (II.1.b).

### Schemat punktowania

2 p. – dwie poprawne odpowiedzi.

1 p. – jedna poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawne odpowiedzi

a)  $v_{1A} > v_{1B}$

b)  $v_{2A} > v_{3B}$

### Zadanie 12.2. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie praw Keplera do opisu ruchu planet (I.1.7.3).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie rysunków (II.1.b).

### Schemat punktowania

2 p. – poprawna odpowiedź.

1 p. – zapis, w którym występuje prawidłowa relacja pomiędzy okresami  $T_2$  i  $T_3$ .

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

$$T_3 > T_1 > T_2$$

**Zadanie 13. (2 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał (P I.1.2.2).
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku, łącząc posiadane i podane informacje (II.2).

**Schemat punktowania**

2 p. – prawidłowe narysowanie oznaczonych sił  $\vec{F}_B$ ,  $\vec{F}_g$ ,  $\vec{F}_A$  oraz prawidłowe wpisanie relacji 1) i 2).

1 p. – prawidłowe narysowanie oznaczonych sił  $\vec{F}_B$ ,  $\vec{F}_g$  oraz prawidłowe zapisanie relacji 1) lub

– prawidłowe narysowanie oznaczonych sił  $\vec{F}_A$ ,  $\vec{F}_B$  oraz prawidłowe zapisanie relacji 2) lub

– prawidłowe narysowanie oznaczonych sił  $\vec{F}_B$ ,  $\vec{F}_g$ ,  $\vec{F}_A$  oraz brak zapisu obu relacji (nie dotyczy błędnie wpisanych relacji).

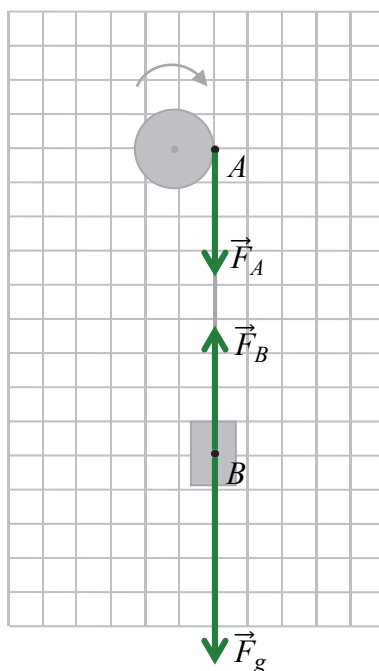
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawne rozwiązanie**

(Rysunek obok).

1)  $F_B < F_g$ ,

2)  $F_B = F_A$

**Zadanie 14. (4 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Analizowanie ruchu ciał pod wpływem sił sprężystości (I.1.3.1). Obliczanie okresu drgań wahadła sprężynowego (I.1.3.3).
Tworzenie informacji.	Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3).

### Schemat punktowania

4 p. – prawidłowa metoda obliczenia ilorazu okresów oraz prawidłowy wynik liczbowy zapisany z dokładnością do czterech cyfr znaczących.

3 p. – prawidłowa metoda i otrzymanie wyniku w postaci  $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{2}{3}}$  lub podanie wyniku źle zaokrąglonego.

2 p. – wykonanie *kroku 1.a.* oraz wykonanie *kroku 1.b.* dla obu układów sprężyn – wystarczy zapis  $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{3k}}$  oraz  $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$ .

1 p. – prawidłowe wyznaczenie zastępczego współczynnika sprężystości dla układu trzech, a następnie dwóch sprężyn – wystarczy zapis  $k_1 = 3k$  i  $k_2 = 2k$  (*krok 1.a.*)  
lub

– prawidłowe wyznaczenie siły wypadkowej działającej na pręt zawieszony na trzech, a następnie na dwóch sprężynach – wystarczy zapis  $\vec{F}_1 = -3k\vec{y}$  i  $\vec{F}_2 = -2k\vec{y}$  (*krok 1.a.*)  
lub

– skorzystanie ze wzoru na okres drgań układu sprężyn wraz z uwzględnieniem rozróżnienia zastępczych współczynników sprężystości dla obu układów sprężyn – np. zapis  $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1}}$  albo  $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{k_2}{k_1}}$  (*krok 1.b.*).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

*Uwaga! Uwzględnienie rozróżnienia współczynników sprężystości obu układów sprężyn należy uznać wtedy, gdy zastosowano oznaczenie indeksem, np.:  $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1}}$  albo wtedy, gdy zapisano*

*wzór ogólny, np.:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ , a następnie wyznaczano  $k$  lub rozpisywano ten wzór dla każdego z układów sprężyn.*

### Przykładowe rozwiązanie

*Krok 1.a.* Wyznaczamy zastępczy współczynnik sprężystości dla układu trzech, a następnie dwóch sprężyn. Wszystkie sprężyny wychylają się z położenia równowagi sił o tę samą wartość  $y$ , zatem wypadkowa siła działająca na pręt ma postać:

$$\vec{F}_1 = -(k\vec{y} + k\vec{y} + k\vec{y}) = -3k\vec{y}$$

Widzimy, że wypadkowa ma charakter siły harmoniczej:

$$\vec{F}_1 = -k_1\vec{y} \quad \text{dla} \quad k_1 = 3k$$

Podobnie określamy „zastępczy” współczynnik sprężystości dla układu z usuniętą środkową sprężyną.

$$\vec{F}_2 = -(k\vec{y} + k\vec{y}) = -2k\vec{y} = -k_2\vec{y} \quad \rightarrow \quad k_2 = 2k$$

*Krok 1.b.* Skorzystamy ze wzoru na okres drgań i zastosujemy go dla obu układów sprężyn:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1}} \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_2}}$$

*Krok 2.* Obliczymy iloraz okresów drgań:

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{m}{k_1}} \cdot \sqrt{\frac{k_2}{m}} = \sqrt{\frac{k_2}{k_1}} \quad \rightarrow \quad \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{2k}{3k}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

Krok 3. Zapiszemy wynik z dokładnością do czterech cyfr znaczących

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{2}{3}} = 0,81649 \dots \approx 0,8165$$

### Zadanie 15.1. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie zmian energii cieplnej w przemianach: izobarycznej i izochorycznej oraz pracę w przemianie izobarycznej (I.1.4.3). Analizowanie cykli termodynamicznych (I.1.6.5).
Tworzenie informacji.	Interpretowanie informacji zapisanych w postaci wykresu (III.1).

#### Schemat punktowania

- 3 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia stosunku prac oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
- 2 p. – prawidłowe wyznaczenie pracy siły parcia podczas sprężania oraz prawidłowa metoda (z różnicy prac albo metodą pola) wyznaczenia pracy całkowitej, jaką wykonuje silnik w jednym cyklu.
- 1 p. – prawidłowe wyznaczenie pracy siły parcia podczas sprężania  
*lub*  
 – prawidłowa metoda wyznaczenia pracy całkowitej, jaką wykonuje silnik w jednym cyklu (z różnicy prac albo metodą pola).
- 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

#### Przykładowe rozwiązanie

Wszystkie prace określamy co do wartości bezwzględnej. Obliczamy pracę siły parcia podczas rozprężania gazu:

$$|W_{BC}| = p_2 |\Delta V_{BC}| = p_2 (V_2 - V_1) = 4p_1 (4V_1 - V_1) = 4p_1 3V_1 = 12p_1 V_1$$

Obliczamy pracę siły zewnętrznej podczas sprężania gazu:

$$|W_{DA}| = p_1 |\Delta V_{DA}| = p_1 (V_2 - V_1) = p_1 (4V_1 - V_1) = 3p_1 V_1$$

Obliczamy pracę całkowitą w cyklu. Praca w przemianach izochorycznych wynosi zero:

$$|W_c| = |W_{BC}| - |W_{DA}| = 9p_1 V_1$$

Wynik ten można było otrzymać „metodą pola” powierzchni ograniczonej wykresem cyklu.

Obliczamy stosunek pracy całkowitej do pracy siły parcia podczas rozprężania:

$$\frac{W_c}{W_{BC}} = \frac{9p_1 V_1}{12p_1 V_1} = \frac{3}{4}$$



**Zadanie 15.2. (3 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie równania stanu gazu doskonałego do wyznaczania parametrów gazu (I.1.4.1). Analizowanie cykli termodynamicznych (I.1.6.5).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji podanych w formie wykresów (II.1.b).

**Schemat punktowania**

- 3 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia  $T_A$  oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.  
 2 p. – skorzystanie z równania stanu gazu doskonałego w celu wyznaczenia temperatury w stanie  $A$  oraz w stanie  $C$  łącznie z prawidłowym uwzględnieniem danych na wykresie – z zapisanych równań musi wynikać, że stosunek  $T_A/T_C = 1/16$   
 1 p. – skorzystanie z równania stanu gazu doskonałego w celu wyznaczenia temperatury w stanie  $A$  oraz w stanie  $C$ .  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Przykładowe rozwiązanie**

Skorzystamy z równania stanu gazu doskonałego w celu zapisania wyrażenia pozwalającego wyznaczyć  $T_C$ . Przyjmujemy, że  $n$  jest liczbą moli gazu.

$$p_C V_C = nRT_C \quad \rightarrow \quad 4p_1 4V_1 = nRT_C \quad \rightarrow \quad 16p_1 V_1 = nRT_C$$

Skorzystamy z równania stanu gazu doskonałego w celu zapisania wyrażenia pozwalającego wyznaczyć  $T_A$ . Przyjmujemy, że  $n$  jest liczbą moli gazu.

$$p_A V_A = nRT_A \quad \rightarrow \quad p_1 V_1 = nRT_A$$

Wyznaczamy stosunek temperatur:

$$\frac{T_A}{T_C} = \frac{p_1 V_1}{16p_1 V_1} = \frac{1}{16}$$

Obliczamy temperaturę w stanie  $A$ :

$$\frac{T_A}{400 \text{ K}} = \frac{1}{16} \quad \rightarrow \quad T_A = 25 \text{ K}$$

**Zadanie 16.1. (3 pkt)**

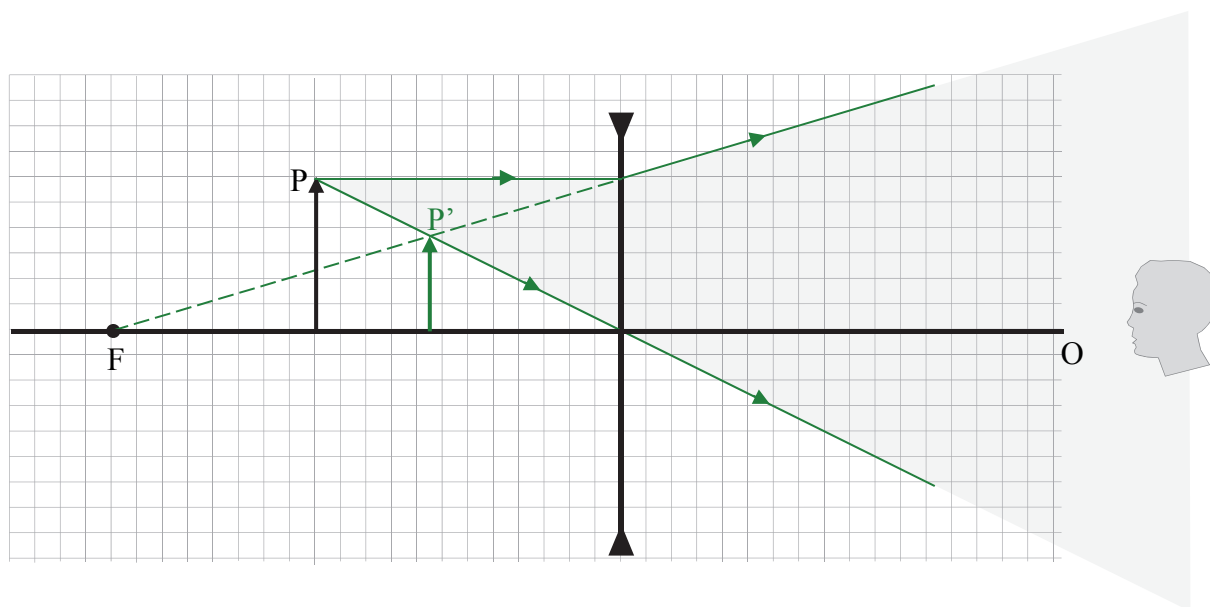
Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Konstruowanie obrazu w soczewce skupiającej i rozpraszającej dla różnych położenia przedmiotu (I.1.5.6).
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku, łącząc posiadane i podane informacje (II.2).

### Schemat punktowania

- 3 p. – prawidłowe wyznaczenie położenia obrazu  $P'$  oraz zapisanie, że obraz jest pozorny.
- 2 p. – prawidłowa metoda konstrukcji obrazu  $P'$  oraz prawidłowe narysowanie obrazu  $P'$  w odległości 7,5 kratek od soczewki oraz wysokości ok. 3,75 kratki (dopuszczalne odstępstwo wynosi 0,5 kratki w poziomie i pionie)  
*lub*
  - prawidłowa metoda konstrukcji obrazu  $P'$  (błędne narysowanie położenia  $P'$  wynika z niestarannej konstrukcji) oraz zapisanie, że obraz jest pozorny.
- 1 p. – prawidłowe narysowanie biegu dwóch promieni charakterystycznych wychodzących z końca  $P$ .
- 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Przykładowe rozwiązanie

Obszarem zacięniowanym na szaro oznaczono fragment wiązki promieni wychodzących z soczewki – to jest zbiór tych promieni, które są ograniczone wybranymi promieniami charakterystycznymi.



Obraz  $P'$  jest pozorny.

### Zadanie 16.2. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie równania soczewki cienkiej do obliczeń wartości odległości przedmiotu i obrazu, ogniskowej, zdolności skupiającej lub współczynnika załamania ośrodka (I.1.5.9).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

### Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda obliczenia odległości obrazu P' od soczewki oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 p. – zastosowanie równania soczewkowego z uwzględnieniem odpowiednich znaków.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Przykładowe rozwiązanie

Zapiszemy równanie soczewki. Uwzględnimy, że soczewka jest rozpraszająca, a obraz w punkcie odległym o  $y$  od soczewki jest pozorny:

$$\frac{1}{|x|} - \frac{1}{|y|} = -\frac{1}{|f|} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{0,4} - \frac{1}{|y|} = -\frac{1}{0,67} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{|y|} = \frac{1}{0,4} + \frac{1}{0,67}$$
$$\frac{1}{|y|} = 2,5 + 1,5 = 4 \frac{1}{\text{m}} \quad \rightarrow \quad |y| = 0,25 \text{ m}$$

### Zadanie 17. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Analizowanie zjawiska załamania światła (I.1.5.3). Zastosowanie do obliczeń związku między długością, prędkością rozchodzenia się w danym ośrodku i częstotliwością fali świetlnej (I.1.5.2).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie rysunków (II.1.b).

### Schemat punktowania

a)

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

b)

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

c)

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Poprawne odpowiedzi

a)  $f_1 = f_2$

b)  $v_1 > v_2$  oraz  $\lambda_1 > \lambda_2$

c)  $n_1 < n_2$

**Zadanie 18. (3 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Podawanie podstawowych założeń modelu atomu wodoru wg Bohra (I.1.5.19). Obliczanie częstotliwości i długości fali emitowanej przez atom wodoru przy przeskokach elektronu pomiędzy orbitami (I.5.20).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

**Schemat punktowania**

- 3 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia poziomu energetycznego oraz prawidłowo wyznaczone  $n = 5$ .  
 2 p. – zapisanie zasady zachowania energii oraz skorzystanie ze wzoru Plancka i wzoru na energię elektronu w atomie na  $n$ -tym poziomie energetycznym.  
 1 p. – zapisanie zasady zachowania energii.  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Przykładowe rozwiązanie**

Zapiszemy zasadę zachowania energii dla układu elektron–foton:

$$E_3 + E_{fot} = E_n$$

gdzie  $E_3$  jest energią elektronu w atomie na trzecim poziomie energetycznym,  $E_{fot}$  jest energią fotonu, który został pochłonięty, natomiast  $E_n$  jest energią elektronu w atomie po pochłonięciu fotonu – na szukanym  $n$ -tym poziomie energetycznym.

Korzystamy ze wzoru Plancka na energię fotonu oraz ze wzoru na energię elektronu na  $n$ -tym poziomie energetycznym:

$$E_n = E_3 + E_{fot} \quad \rightarrow \quad \frac{E_n}{n^2} = \frac{E_3}{3^2} + hf$$

$$\frac{-13,6 \text{ eV}}{n^2} = \frac{-13,6 \text{ eV}}{9} + 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,33 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

$$\frac{-13,6 \text{ eV}}{n^2} = -1,51 \text{ eV} + 15,45 \cdot 10^{-20} \text{ J} = -1,51 \text{ eV} + 0,966 \text{ eV}$$

$$\frac{-13,6 \text{ eV}}{n^2} = -0,544 \text{ eV} \quad \rightarrow \quad n^2 = 25 \quad \rightarrow \quad n = 5$$

**Zadanie 19. (5 pkt)**

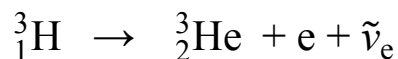
Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisów reakcji jądrowych i przemian jądrowych (I.1.6.10). Wymienianie własności promieniowania jądrowego $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ (I.1.6.8).

**a) (0–2)****Schemat punktowania**

2 p. – prawidłowe uzupełnienie zapisu reakcji oraz podanie prawidłowej nazwy typu reakcji rozpadu.

1 p. – prawidłowe uzupełnienie zapisu reakcji albo podanie prawidłowej nazwy typu reakcji rozpadu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawne rozwiązanie**

Jest to reakcja rozpadu (albo przemiany) typu beta minus.

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Posługiwanie się pojęciem energii kinetycznej (I.1.6.2). Zastosowanie zasady zachowania energii (I.1.6.3). Wskazywanie zależności $E = mc^2$ jako równoważności masy i energii (I.1.6.4).
Tworzenie informacji.	Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3).

**b) (0–3)****Schemat punktowania**

3 p. – prawidłowa metoda obliczenia energii kinetycznej oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

2 p. – zastosowanie zasady zachowania energii z uwzględnieniem wzoru Einsteina oraz prawidłowe podstawienie wszystkich danych liczbowych do odpowiedniego równania.

1 p. – zastosowanie zasady zachowania energii z uwzględnieniem wzoru Einsteina na energię spoczynkową (punktowany jest także ogólny zapis wzoru na energię kinetyczną produktów, typu  $E_{kin c} = (m_{subst} - m_{prod})c^2$  – we wzorze musi pojawić się energia kinetyczna oraz różnica mas).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Przykładowe rozwiązanie**

Zapiszemy bilans energii reakcji, z uwzględnieniem energii spoczynkowych jąder oraz elektronu oraz całkowitej energii kinetycznej  $E_{kin c}$  produktów reakcji:

$$E_{0\text{Trypt}} = E_{0\text{Hel}} + E_{0\text{elektron}} + E_{kin c} \rightarrow E_{kin c} = E_{0\text{Trypt}} - E_{0\text{Hel}} - E_{0\text{elektron}}$$

Zastosujemy wzór Einsteina na energie spoczynkowe:

$$E_{kin c} = (m_{\text{Trypt}} - m_{\text{Hel}} - m_{\text{elektron}}) \cdot c^2$$

$$E_{kin c} = (5,00736 - 5,00641 - 0,00091) \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \text{ J}$$

$$E_{kin c} = 0,00036 \cdot 10^{-11} \text{ J} \approx 0,036 \cdot 10^{-13} \text{ J} \approx 4 \cdot 10^{-15} \text{ J} \approx 0,02 \text{ MeV}$$