

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

**Miejsce na naklejkę.**

Sprawdź, czy kod na naklejce to **M-100**.

Jeżeli tak – przyklej naklejkę.  
Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

**Egzamin maturalny**

**Formuła 2023**

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

**TEST DIAGNOSTYCZNY**

Symbol arkusza

MFAP-R0-**100**-2412

DATA: **13 grudnia 2024**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **14:00**

CZAS TRWANIA: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**



**Przed rozpoczęciem pracy z arkuszem egzaminacyjnym**

1. Sprawdź, czy nauczyciel przekazał Ci **właściwy arkusz egzaminacyjny**, tj. arkusz we **właściwej formule**, z **właściwego przedmiotu** na **właściwym poziomie**.
2. Jeżeli przekazano Ci **niewłaściwy** arkusz – natychmiast zgłoś to nauczycielowi. Nie rozrywaj banderol.
3. Jeżeli przekazano Ci **właściwy** arkusz – rozerwij banderole po otrzymaniu takiego polecenia od nauczyciela. Zapoznaj się z instrukcją na stronie 2.





## Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 28 stron (zadania 1–10). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Na pierwszej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach. Przedstaw obliczenia pośrednie wskazujące na wykorzystanie warunków zadania oraz praw i zależności fizycznych.
4. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
5. Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie niezbędne użycie kalkulatora pozwalającego obliczać wartości logarytmów, funkcji trygonometrycznych oraz funkcji wykładniczych.
6. Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie pomocne lub niezbędne użycie linijki.
7. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
8. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w tabelkach przeznaczonych dla egzaminatora. Tabelki umieszczone są na marginesie przy każdym zadaniu.
10. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
11. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, z linijki oraz z kalkulatora naukowego. Upewnij się, czy przekazano Ci broszurę z okładką taką jak widoczna poniżej.



**Zadania egzaminacyjne są wydrukowane  
na następnych stronach.**

### Zadanie 1.

W chwili  $t_0 = 0$  s początkowo nieruchoma, sztywna platforma w kształcie koła o środku  $S$  rozpoczyna obrót dookoła osi prostopadłej do platformy i przechodzącej przez  $S$ . Do chwili  $t_1 = 8$  s platforma obraca się ze stałym przyspieszeniem kątowym  $\epsilon$  i wykonuje w tym czasie dokładnie jeden obrót. W chwili  $t_1$  platforma uzyskała prędkość kątową  $\omega$ . Od chwili  $t_1$  platforma obraca się ze stałą prędkością kątową  $\omega$ . Promień platformy wynosi  $R = 4$  m.

1.1.

0-1-2

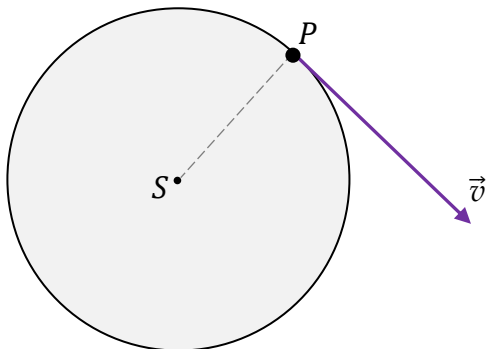
#### Zadanie 1.1. (0-2)

Rysunki 1. i 2. przedstawiają platformę w czasie, gdy jej ruch obrotowy jest jednostajnie przyspieszony. Na rysunku 1. narysowano wektor  $\vec{v}$  prędkości punktu  $P$ , leżącego na brzegu platformy.

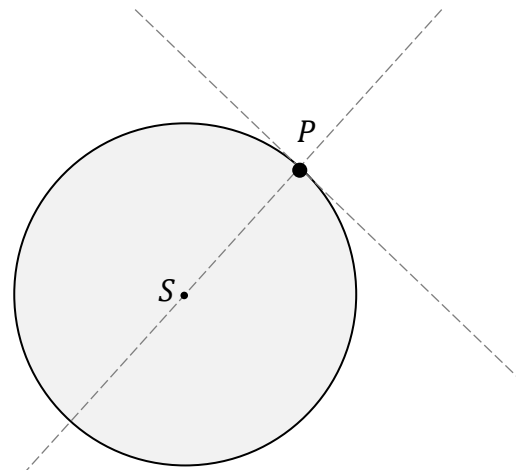
Na rysunku 2. narysuj składową styczną  $\vec{a}_s$  oraz składową dośrodkową  $\vec{a}_r$  wektora przyspieszenia  $\vec{a}$  punktu  $P$ . Następnie wyznacz graficznie i narysuj wektor  $\vec{a}$ . Podpisz wszystkie narysowane wektory.

*Uwaga! Długości składowej stycznej  $\vec{a}_s$  oraz składowej dośrodkowej  $\vec{a}_r$  wektora przyspieszenia  $\vec{a}$  mogą być na rysunku umowne.*

Rysunek 1.



Rysunek 2.



1.2.

0-1-2

#### Zadanie 1.2. (0-2)

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

W chwili czasu  $t = 5$  s

1.	wszystkie punkty platformy różne od punktu $S$ mają takie samo przyspieszenie kątowe.	P	F
2.	największą wartość prędkości liniowej mają punkty leżące na brzegu platformy.	P	F
3.	wszystkie punkty platformy mają tę samą wartość przyspieszenia dośrodkowego.	P	F

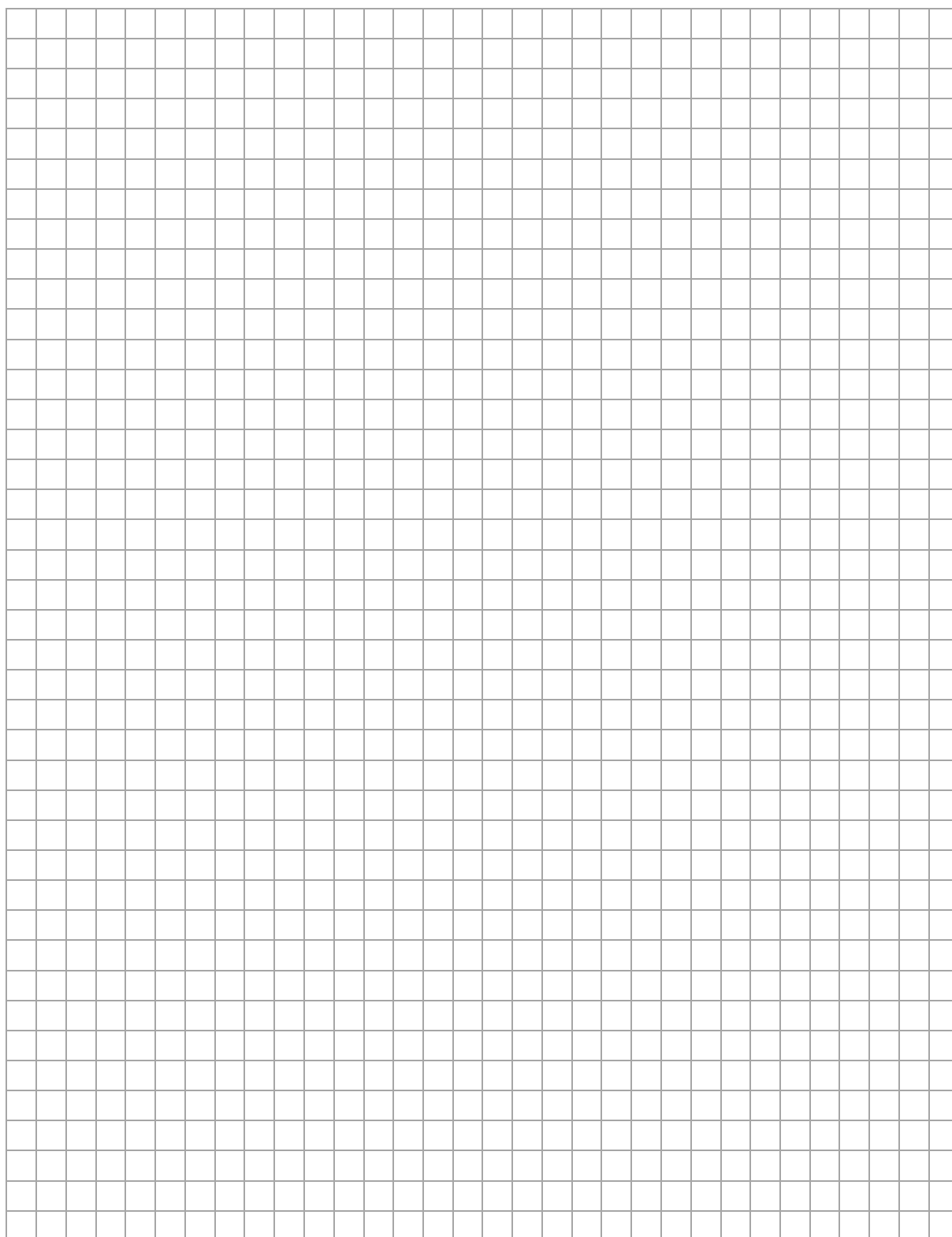


**Zadanie 1.3. (0–3)**

**Oblicz, ile obrotów wykona platforma w czasie  $\Delta t = 60$  s, liczonym od chwili  $t_0 = 0$  s.  
Zapisz obliczenia.**

1.3.  
0–1–  
2–3

--

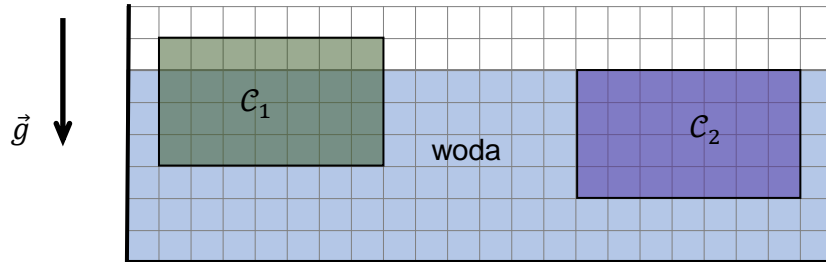


## Zadanie 2.

Ciała  $C_1$  i  $C_2$  mają różne masy i są bryłami w kształcie prostopadłościanów o takich samych wymiarach. Po włożeniu tych ciał do naczynia z wodą zaobserwowano, że:

- ciało  $C_1$  pozostaje nieruchomo, przy czym  $\frac{3}{4}$  objętości tego ciała jest zanurzone w wodzie
- ciało  $C_2$  pozostaje nieruchomo całkowicie zanurzone w wodzie (i nie dotyka dna).

Przyjmij, że obserwację wykonano w układzie inercyjnym, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym. Opisaną sytuację przedstawiono na poniższym rysunku.



## Zadanie 2.1. (0–3)

Punkty  $C_1$  i  $C_2$  na poniższych diagramach 1. i 2. odpowiadają ciałom  $C_1$  i  $C_2$ . Długość boku kratki na każdym diagramie odpowiada umownej jednostce siły.

Na diagramie 1. narysowano siłę wyporu  $\vec{F}_{w1}$ , działającą na ciało  $C_1$ .

2.1.

0–1–

2–3

Na diagramie 1. narysuj i oznacz siłę grawitacji  $\vec{F}_{g1}$ , działającą na  $C_1$ .

Na diagramie 2. narysuj i oznacz siły grawitacji  $\vec{F}_{g2}$  oraz wyporu  $\vec{F}_{w2}$ , działające na  $C_2$ .

Zachowaj odpowiednie kierunki, zwroty oraz dokładne długości wszystkich wektorów, odpowiadające wartościom tych sił.

Diagram 1.

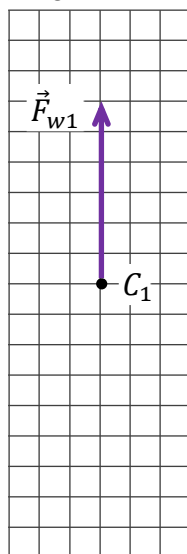
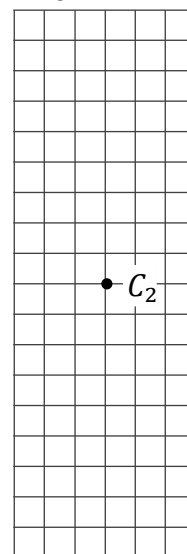


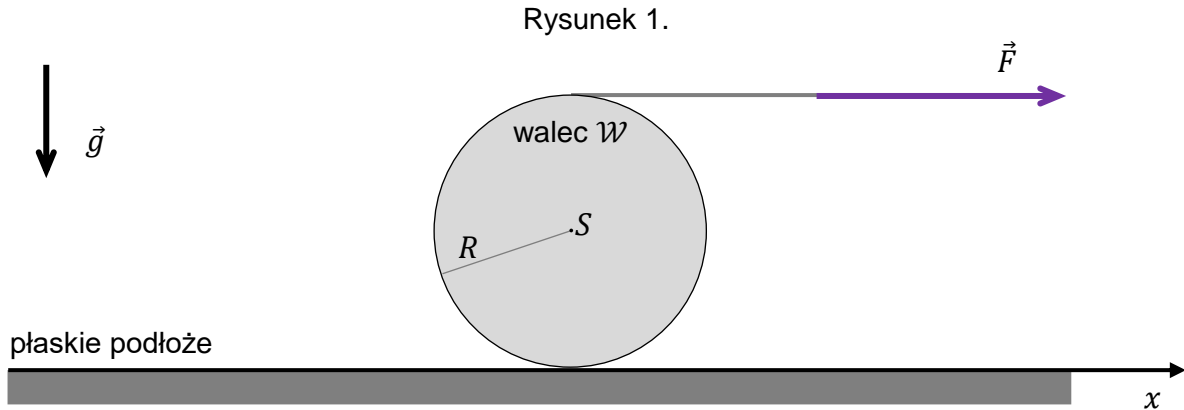
Diagram 2.





### Zadanie 3.

Walec  $\mathcal{W}$  toczy się po poziomym płaskim podłożu wzdłuż osi  $x$ . Walec jest rozpędzany przez cienką linkę nawiniętą na jego powierzchnię boczną, która to linka jest ciągnięta ze stałą poziomą siłą  $\vec{F}$  (zobacz rysunek 1.).



Moment bezwładności walca  $\mathcal{W}$  względem jego osi symetrii przechodzącej przez środek masy  $S$  walca jest równy:

$$I_0 = \frac{1}{2} mR^2$$

gdzie  $m$  jest masą walca,  $R$  jest promieniem walca.

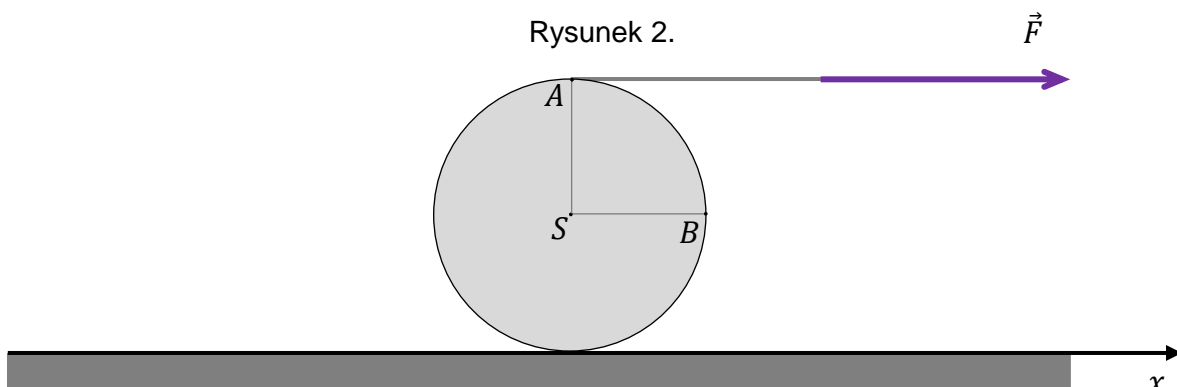
Do analizy zagadnienia przyjmij model zjawiska, w którym:

- walec toczył się bez poślizgu
- w kierunku poziomym na walec działały tylko stała siła tarcia statycznego  $\vec{T}$  oraz siła  $\vec{F}$
- siła tarcia  $\vec{T}$  między walcem a podłożem nie osiągnęła wartości maksymalnej
- pomijamy inne (tzn. oprócz tarcia statycznego) opory ruchu
- ruch walca rozpatrujemy w inercjalnym układzie odniesienia związanym z podłożem, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym
- pomijamy masę linki.

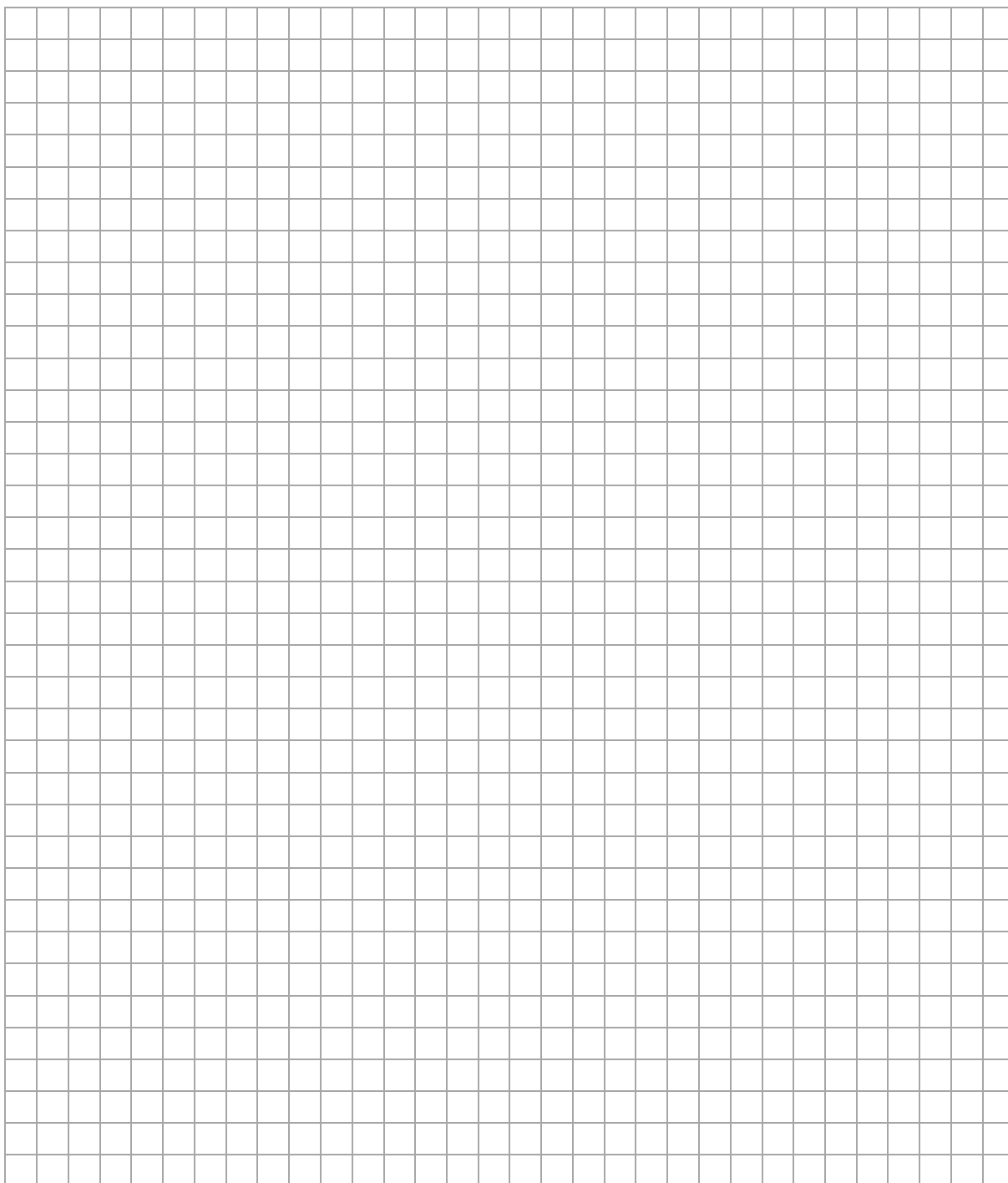
### Zadanie 3.1. (0–2)

W pewnej chwili  $t$  środek masy  $S$  walca  $\mathcal{W}$  osiągnął prędkość o wartości  $v_S = 2,5$  m/s.

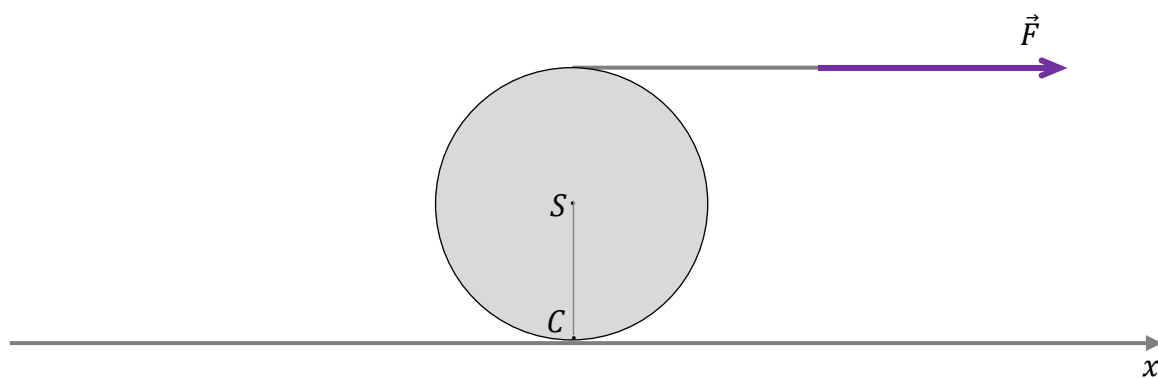
Na rysunku 2. oznaczono punkty  $A$  i  $B$  na powierzchni walca w chwili  $t$  (odcinek  $SA$  jest pionowy, a odcinek  $SB$  jest poziomy).







Rysunek 3.



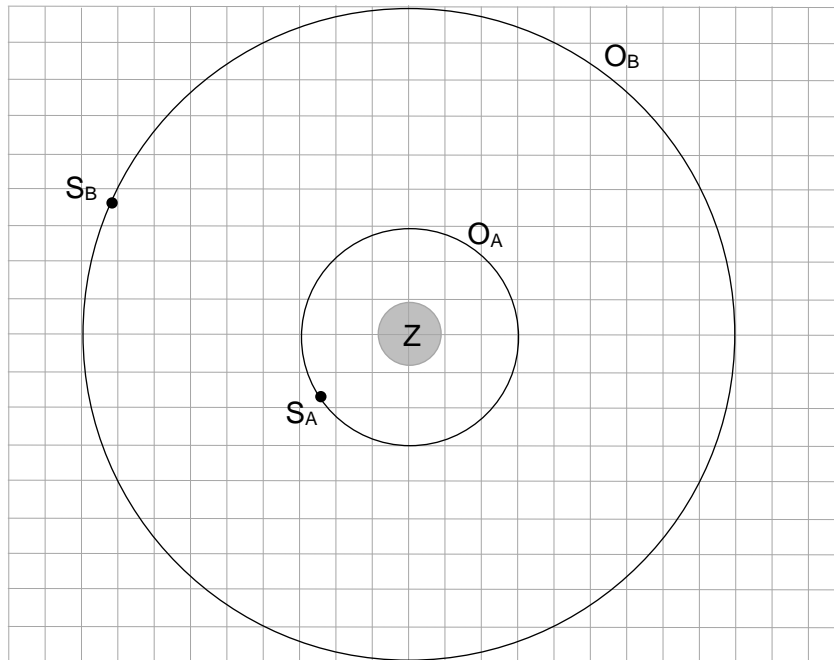
#### Zadanie 4.

Satelity  $S_A$  oraz  $S_B$  poruszają się dookoła Ziemi po orbitach kołowych  $O_A$  i  $O_B$  jedynie pod wpływem siły grawitacji. Orbity tych satelitów leżą w jednej płaszczyźnie, a względne rozmiary obu orbit przedstawiono na rysunku poniżej.

Masy obu satelitów są sobie równe:  $m_A = m_B = m$ .

Promień orbit kołowych  $O_A$  oraz  $O_B$  oznaczymy odpowiednio jako  $r_A$  i  $r_B$ .

Długość boku pojedynczej kratki odpowiada umownej jednostce odległości.



#### Zadanie 4.1. (0–2)

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

1.	Iloraz $T_B/T_A$ okresów obiegu dookoła Ziemi satelity $S_B$ i satelity $S_A$ jest równy $\sqrt{27}$ .	P	F
2.	Przyśpieszenie satelity $S_B$ na orbicie $O_B$ , określone w układzie inercyjnym, jest przyśpieszeniem dośrodkowym.	P	F
3.	Prędkość orbitalna satelity $S_B$ na orbicie $O_B$ zależy od jego masy.	P	F

#### Zadanie 4.2. (0–1)

Wartość siły grawitacji działającej na satelitę  $S_A$  na orbicie  $O_A$  oznaczymy jako  $F_A$ , a wartość siły grawitacji działającej na satelitę  $S_B$  na orbicie  $O_B$  oznaczymy jako  $F_B$ .

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Poprawną zależność między  $F_A$  a  $F_B$  określa równanie

A.  $F_A = F_B$

B.  $F_A = 3F_B$

C.  $F_A = 6F_B$

D.  $F_A = 9F_B$

4.1.

0–1–2

4.2.

0–1

### Zadanie 4.3. (0–4)

Pracę, jaką musi wykonać siła ciągu silników satelity  $S_A$ , aby przenieść go z orbity  $O_A$  na orbitę  $O_B$ , na której będzie poruszał się z wyłączonymi silnikami, oznaczmy jako  $W_{AB}$ .

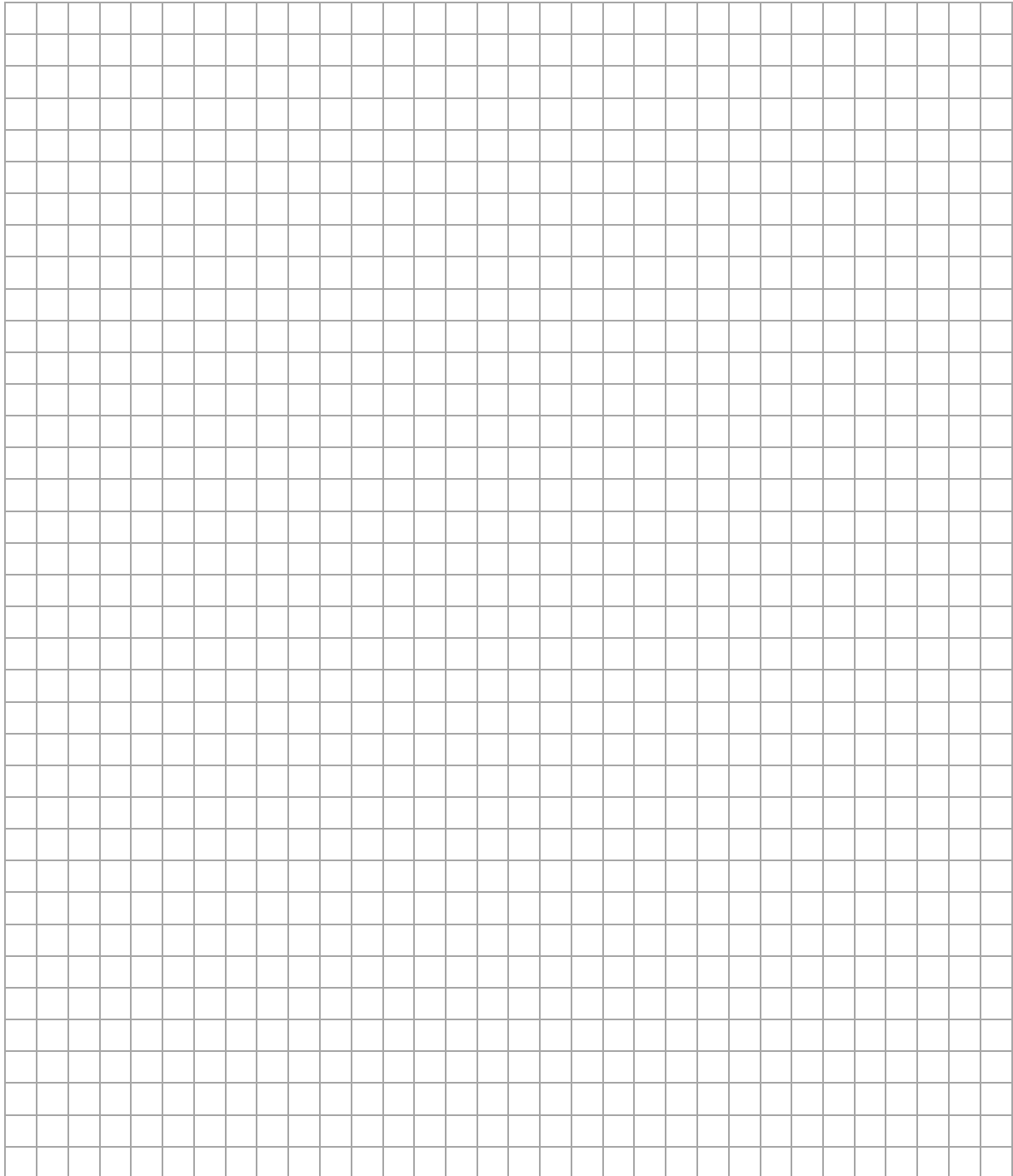
W obliczeniach pomiń zmianę masy satelity podczas działania silników odrzutowych.

4.3.

0–1–  
2–3–4

Wyznacz  $W_{AB}$  w zależności tylko od wielkości: promienia  $r_A$  orbity  $O_A$ , masy  $m$  satelity  $S_A$ , masy  $M_Z$  Ziemi oraz stałej grawitacji  $G$ .

Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na  $W_{AB}$ .





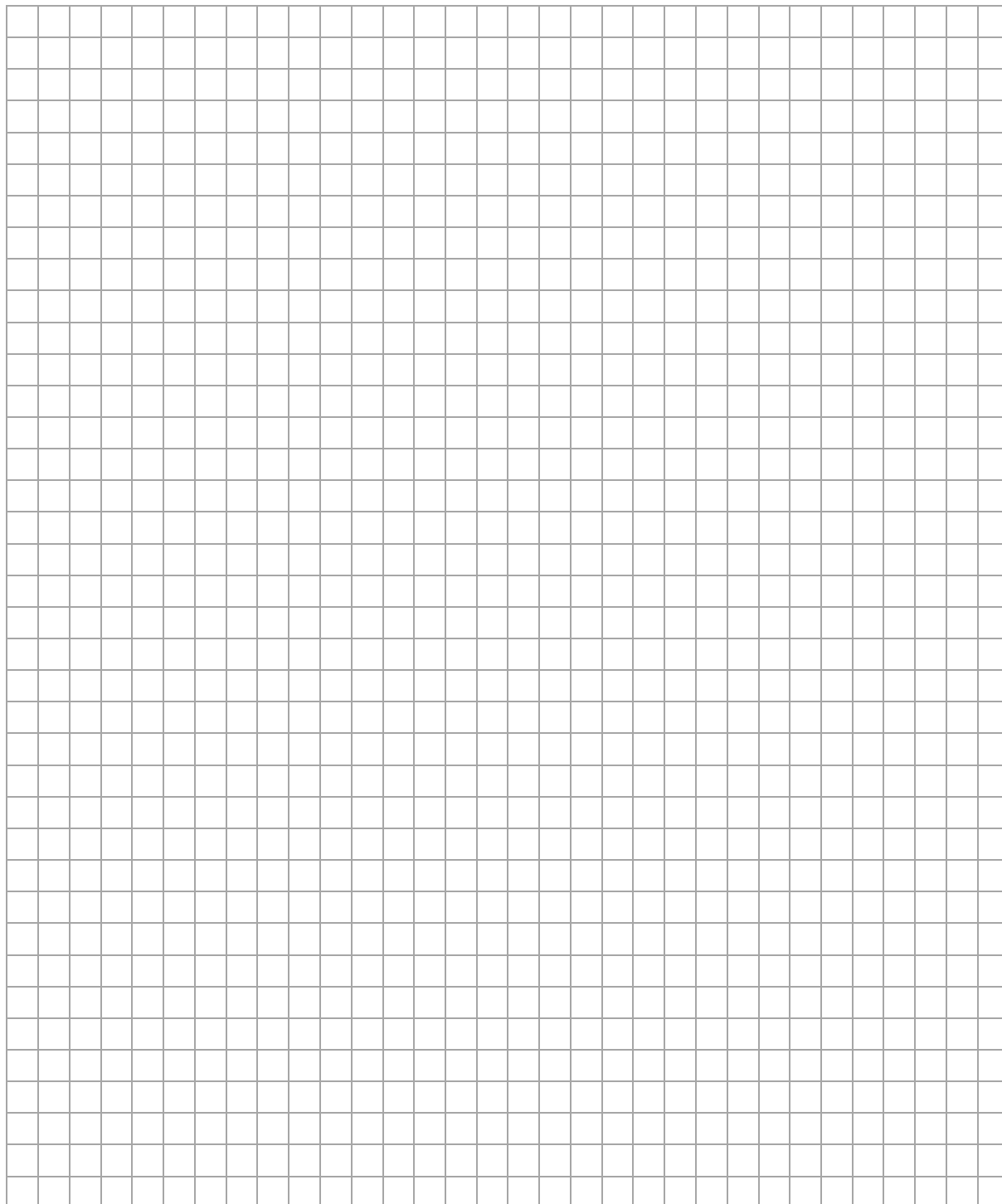
### Zadanie 5.3. (0–4)

Przemiany gazu opisane we wstępie do zadania 5. zachodzą podczas pracy pewnego silnika cieplnego S. Ciepło molowe tego gazu przy stałej objętości wynosi  $C_V = \frac{3}{2}R$ , gdzie  $R$  jest stałą gazową.

5.3.

0–1–  
2–3–4

**Oblicz sprawność silnika cieplnego S. Zapisz obliczenia.**



### Zadanie 6.

Prostokątna ramka ABCD prądnicy obraca się w jednorodnym polu magnetycznym  $\vec{B}$  ze stałą prędkością kątową  $\omega = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ . Na zaciskach X i Y prądnicy jest wytwarzane napięcie przemiennie  $U(t)$ , którego zależność od czasu  $t$  jest sinusoidalna:

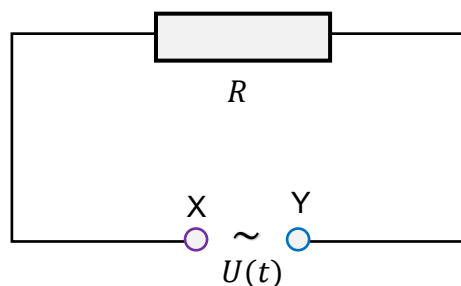
$$U(t) = U_{\max} \sin(\omega t + \phi_0) \quad \text{gdzie } \phi_0 - \text{faza początkowa}$$

Napięcie skuteczne na zaciskach X, Y prądnicy jest równe  $U_{sk} = 24 \text{ V}$ .

Do zacisków X, Y prądnicy podłączono opornik o oporze elektrycznym  $R = 10 \Omega$ .

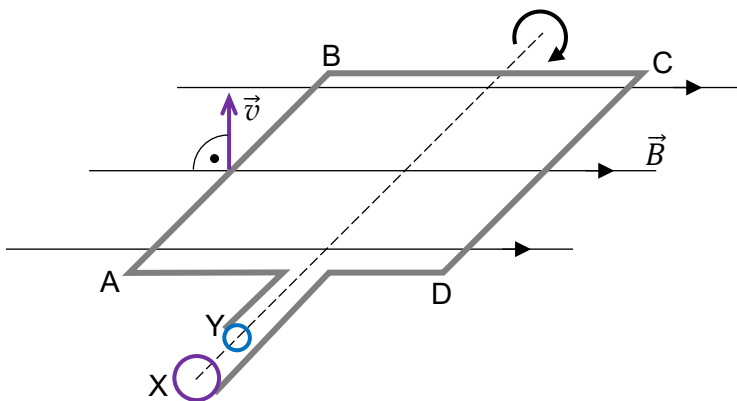
Schemat tego obwodu zewnętrznego przedstawia rysunek 1.

Rysunek 1. (schemat obwodu)

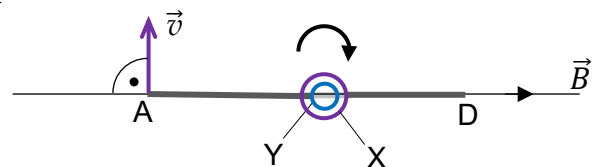


Położenie (względem linii pola magnetycznego) obracającej się ramki ABCD prądnicy oraz prędkość  $\vec{v}$  boku AB tej ramki, w chwili  $t = 0 \text{ s}$ , przedstawiają rysunki 2. i 3.

Rysunek 2. (widok perspektywiczny)



Rysunek 3. (widok od strony boku AD)



W zadaniu pomijamy pole magnetyczne wytwarzane przez prąd płynący w ramce.

### Zadanie 6.1. (0–2)

Na rysunku 2. przy boku AB narysuj strzałkę, która pokazuje, w którą stronę płynie prąd w chwili  $t = 0 \text{ s}$  w prądnicy.

Następnie przy symbolach X, Y zacisków prądnicy na rysunku 1. wpisz odpowiednie znaki (wybrane spośród „+” oraz „-”) oznaczające biegunowość źródła napięcia dla obwodu zewnętrznego, w chwili  $t = 0 \text{ s}$ .

6.1.

0–1–2

**Zadanie 6.2. (0-4)**

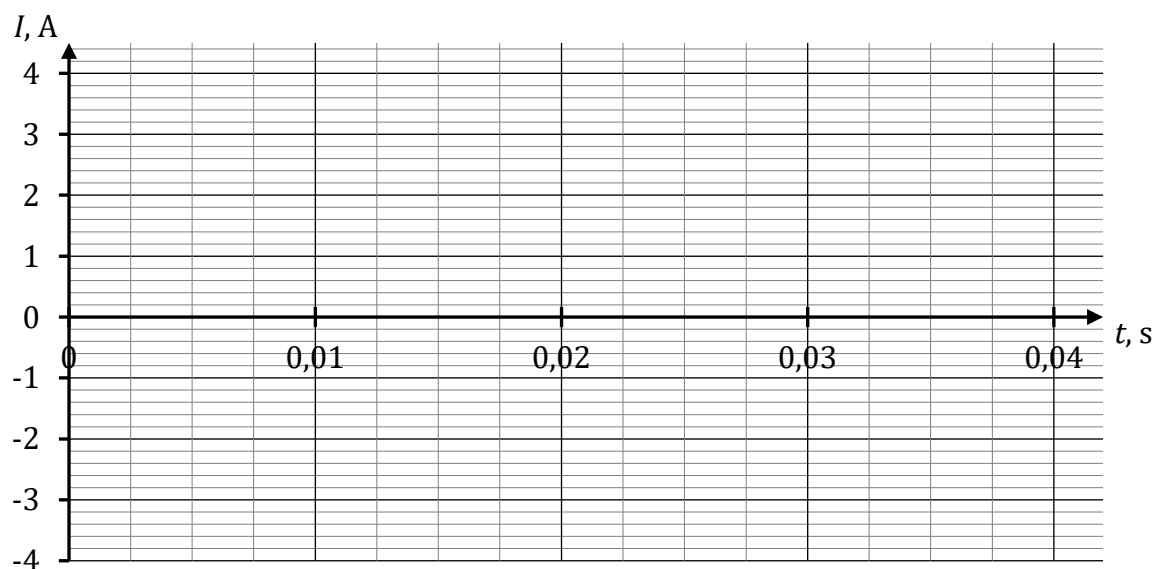
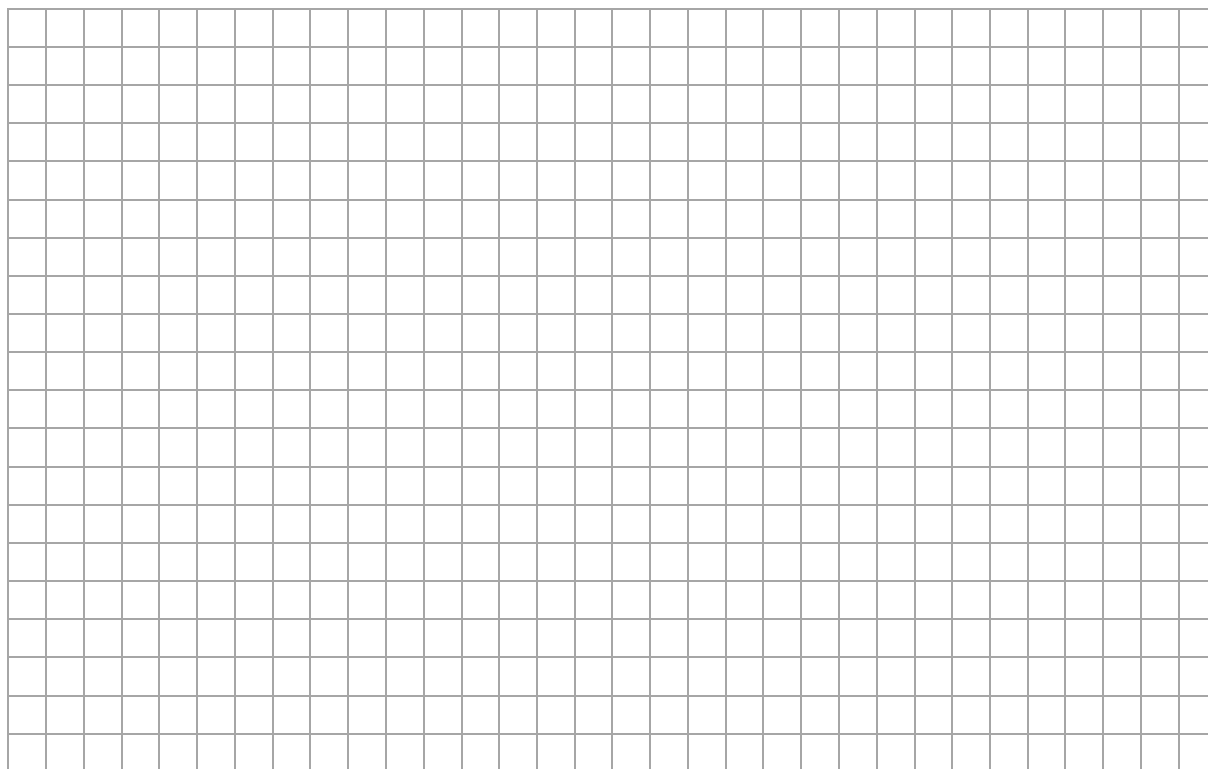
Ustal wielkości dotyczące prądu zmiennego przepływającego przez opornik  $R$ :

- amplitudę  $I_{max}$  natężenia prądu
- okres  $T$  zmian natężenia prądu
- natężenie prądu w chwili  $t = 0$  s (równoważnie – fazę początkową  $\phi_0$ )

Zapisz wartości tych wielkości i niezbędne obliczenia dotyczące  $I_{max}$  oraz  $T$ .

Następnie, w poniższym układzie współrzędnych  $(t, I)$ , w przedziale czasu od  $t_0 = 0$  s do  $t = 0,04$  s, narysuj wykres zależności natężenia  $I$  prądu przepływającego przez opornik  $R$  od czasu  $t$ .

Przyjmij, że w chwili  $t_0 = 0$  s natężenie prądu płynącego przez opornik  $R$  jest dodatnie.



### Zadanie 6.3. (0–2)

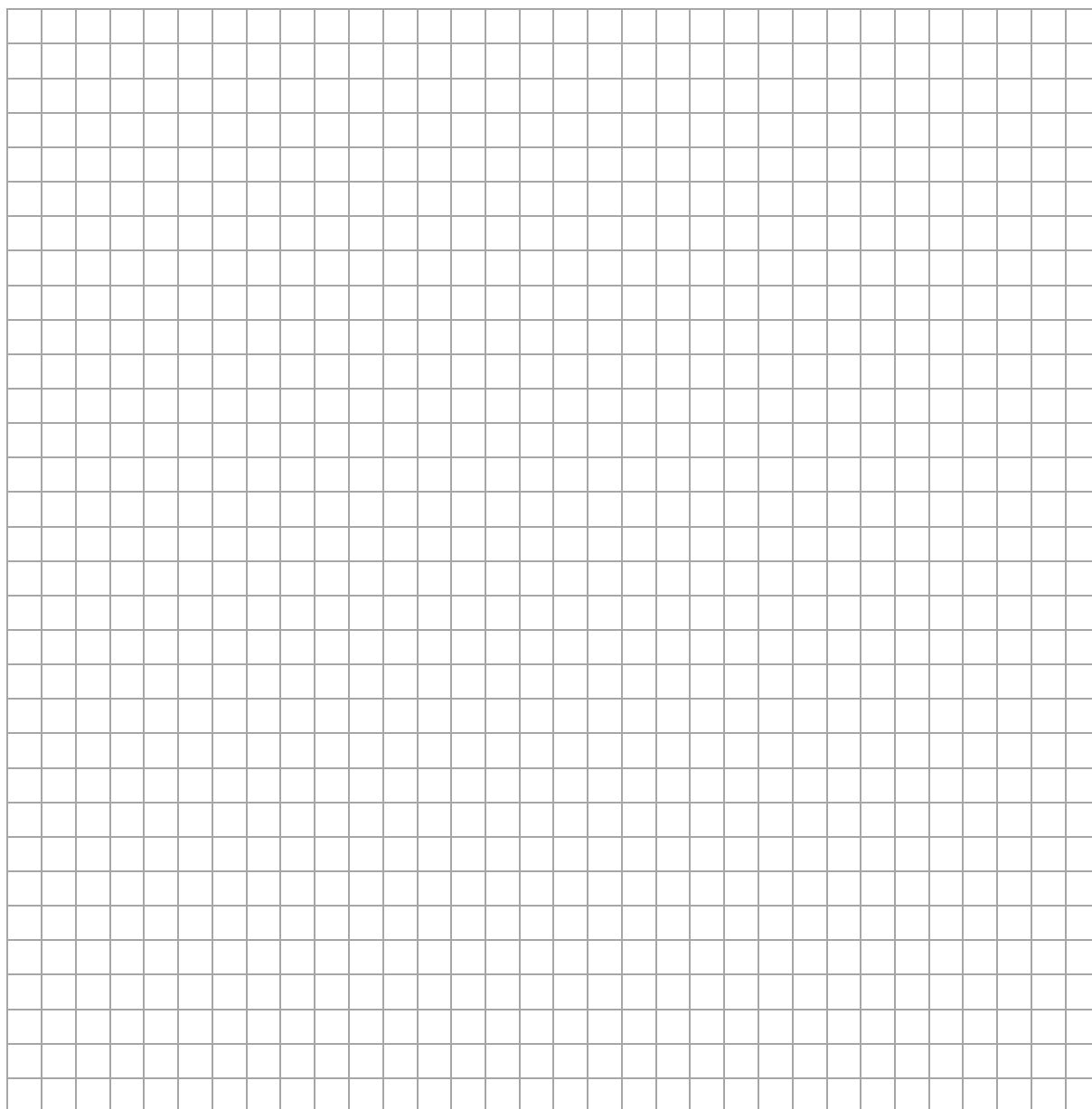
Prędkość kątową ramki prądniczy zwiększono do  $\tilde{\omega} = 120\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ .

Oblicz napięcie skuteczne  $\tilde{U}_{sk}$  na zaciskach X, Y prądniczy po tej zmianie.  
Zapisz obliczenia.

*Wskazówka: Skorzystaj z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki.*

6.3.

0–1–2



### Zadanie 7. (0–4)

Dwie jednakowe cienkie soczewki skupiające S1 i S2 ustawiono na ławie wzdłuż wspólnej osi optycznej  $O$ . Ogniska soczewki S1 oznaczmy jako  $F_{1L}$  i  $F_{1P}$ , a ogniska soczewki S2 oznaczmy jako  $F_{2L}$  i  $F_{2P}$ .

Na rysunkach 1.–2. przedstawiono różne położenia soczewek S1, S2 na osi optycznej  $O$ . Ponadto na każdym z rysunków przedstawiono fragment promienia P, biegnącego równoległe do osi optycznej  $O$  i padającego na soczewkę S1.

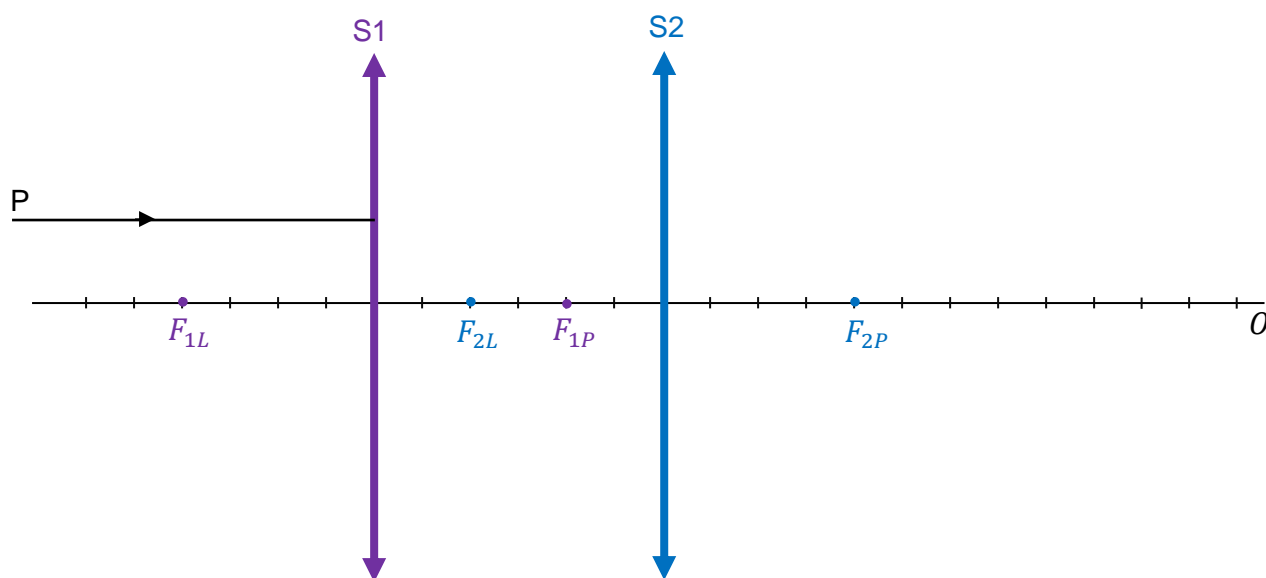
Kolory wykorzystano w celu odróżnienia obu soczewek i ich ognisk (nie ma to związku z długością fali świetlnej promienia).

7.  
0–1–  
2–3–4

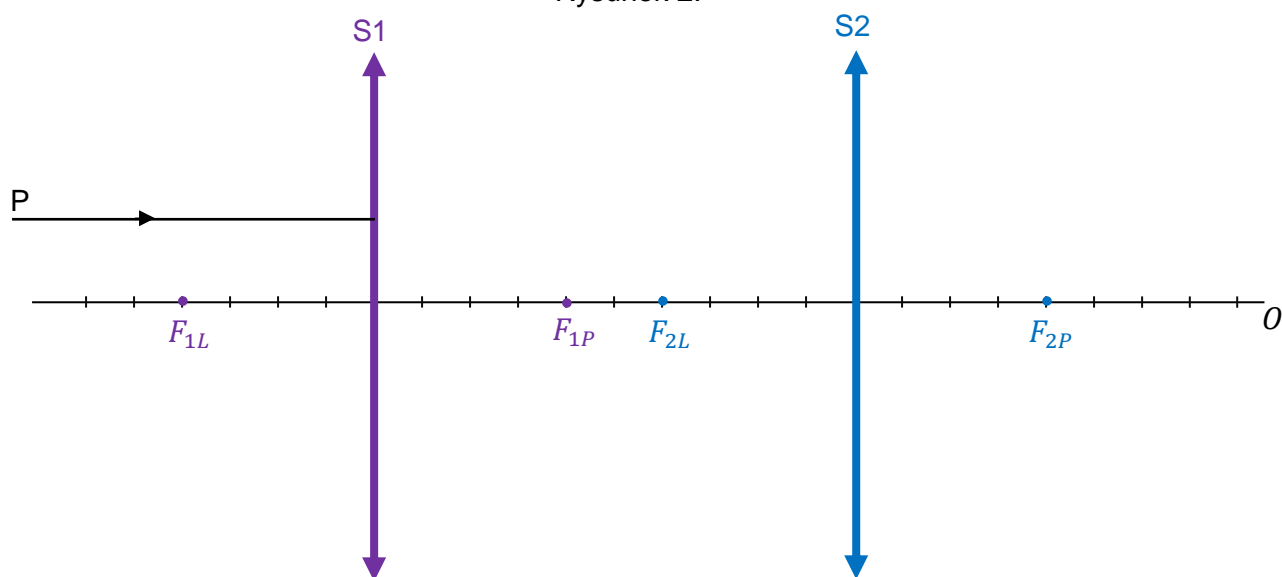
Na każdym z rysunków 1. i 2. dorysuj dalszy bieg promienia P od soczewki S1 do soczewki S2 i dalej – po przejściu przez S2.

Kierunek biegu promienia P za soczewką S2 wyznacz konstrukcyjnie.

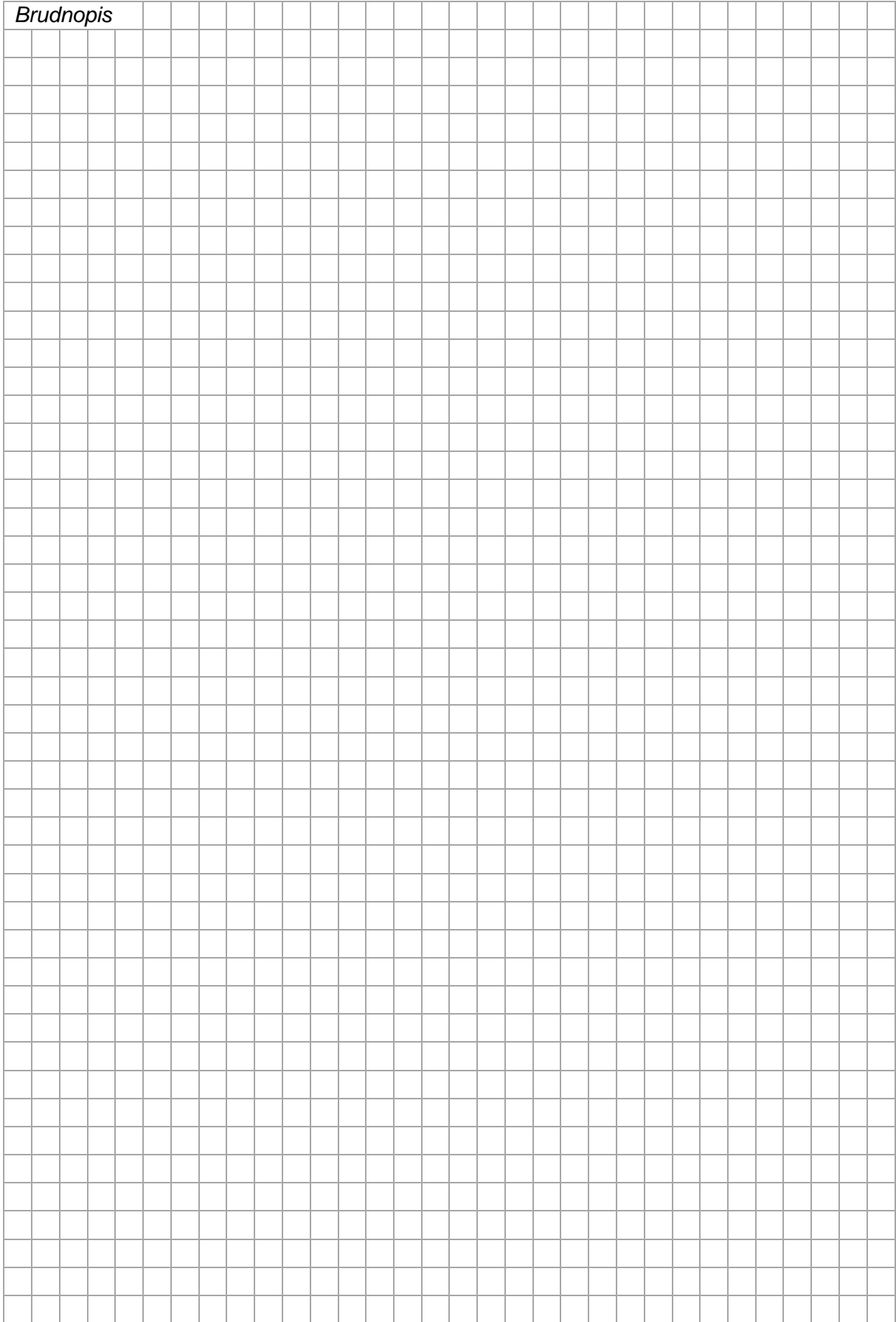
Rysunek 1.



Rysunek 2.



*Brudnopis*



### Zadanie 8.

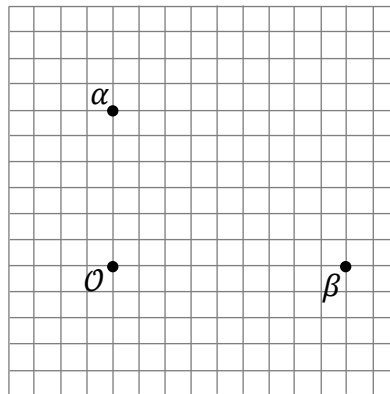
Na diagramie 1. przedstawiono aktualne położenie względne obserwatora  $\mathcal{O}$  i dwóch galaktyk  $\alpha$  oraz  $\beta$ . Odległości między  $\alpha$ ,  $\beta$  oraz  $\mathcal{O}$  są rzędu dziesiątek milionów lat świetlnych.

Na płaszczyźnie diagramu 1. naniesiono siatkę ukazującą stosunki odległości między  $\alpha$ ,  $\beta$  oraz  $\mathcal{O}$ . Długość boku kratki na diagramie 1. odpowiada umownej jednostce odległości.

Przyjmij następujące założenia:

- prędkości oddalania się galaktyk  $\alpha$  oraz  $\beta$  od obserwatora  $\mathcal{O}$  wynikają jedynie z rozszerzania się Wszechświata (pomijamy ruchy lokalne galaktyk)
- Wszechświat rozszerza się tak samo we wszystkich kierunkach
- przestrzeń ma euklidesową geometrię.

Diagram 1.

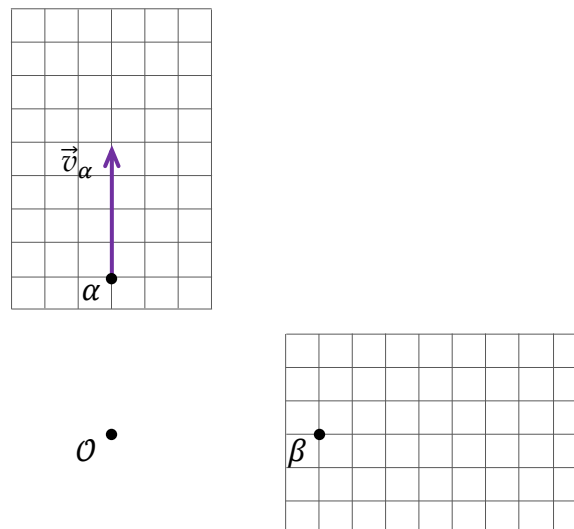


### Zadanie 8.1. (0–2)

Aktualne prędkości galaktyk  $\alpha$  i  $\beta$  względem  $\mathcal{O}$  oznaczmy odpowiednio jako  $\vec{v}_\alpha$  i  $\vec{v}_\beta$ .

Na diagramie 2. narysowano i oznaczono prędkość  $\vec{v}_\alpha$ . Długość boku kratki na diagramie 2. odpowiada umownej jednostce prędkości.

Diagram 2.



8.1.

0–1–2

Na diagramie 2. narysuj wektor aktualnej prędkości  $\vec{v}_\beta$  galaktyki  $\beta$  względem  $\mathcal{O}$ . Zachowaj odpowiedni kierunek, zwrot oraz dokładną długość wektora, odpowiadającą wartości aktualnej prędkości  $\vec{v}_\beta$ .





### Zadanie 9.

Gdy elektron w atomie przechodzi ze stanu energetycznego o numerze  $n$  i energii  $E_n$  do stanu energetycznego o numerze  $k$  i energii  $E_k$ , gdzie  $E_n > E_k$ , to emituje foton. Takie przejście elektronu między stanami energetycznymi w atomie oznaczmy jako  $n \rightarrow k$ .

Atom wodoru emituje światło widzialne tylko podczas przejść typu  $n \rightarrow 2$ , gdzie  $n \in \{3,4,5,6\}$ .

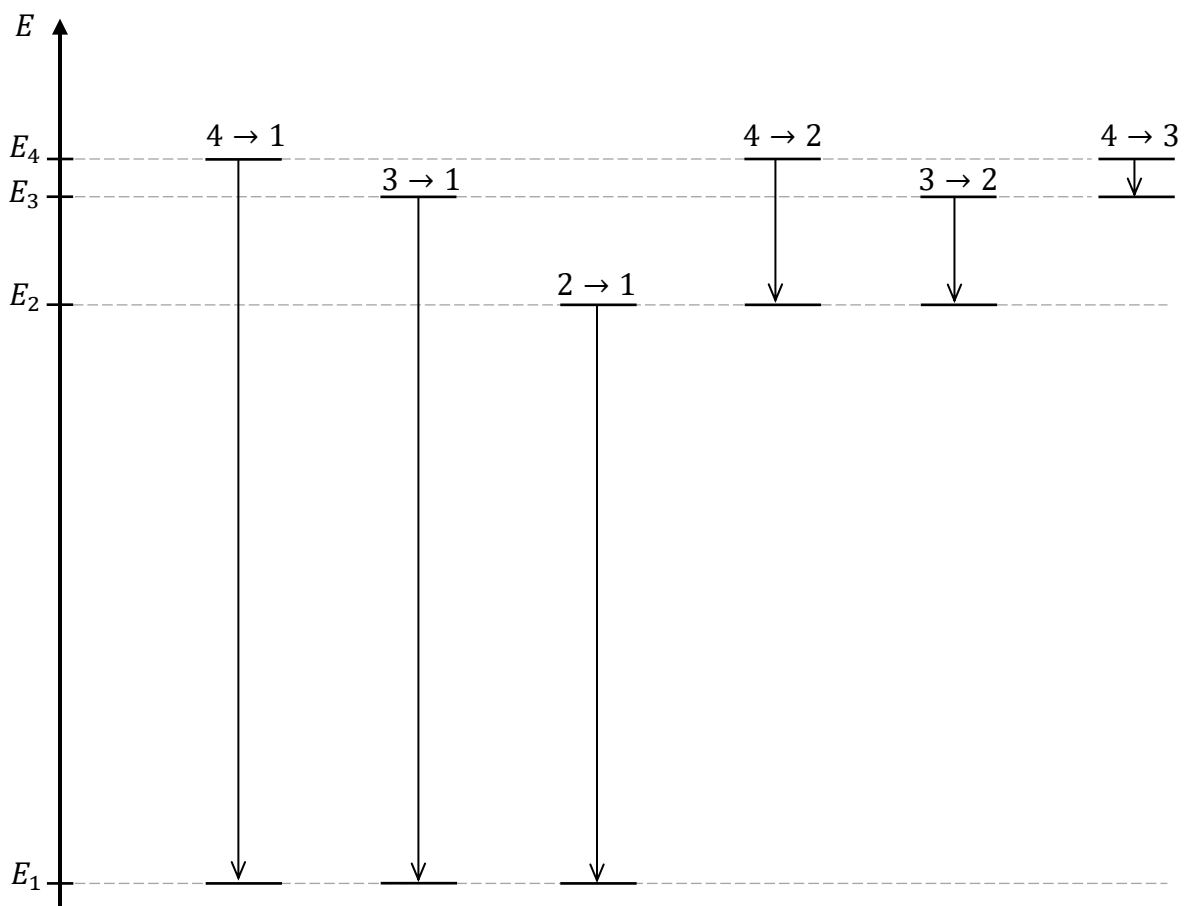
Długości fal światła widzialnego w próżni mieszczą się w zakresie od około 400 nm (fiolet) do około 800 nm (czerwień).

Na diagramie 1. przedstawiono pierwsze cztery poziomy energetyczne w atomie wodoru.

Na osi energii zachowano skalę między długościami odcinków, których końce odpowiadają energiom:  $E_1, E_2, E_3, E_4$ .

Obok osi energii przedstawiono możliwe przejścia  $a \rightarrow b$  elektronu z poziomu energetycznego o numerze  $a \in \{2,3,4\}$  na poziom o numerze  $b \in \{1,2,3\}$  (gdzie  $a > b$ ).

Diagram 1.





9.3.

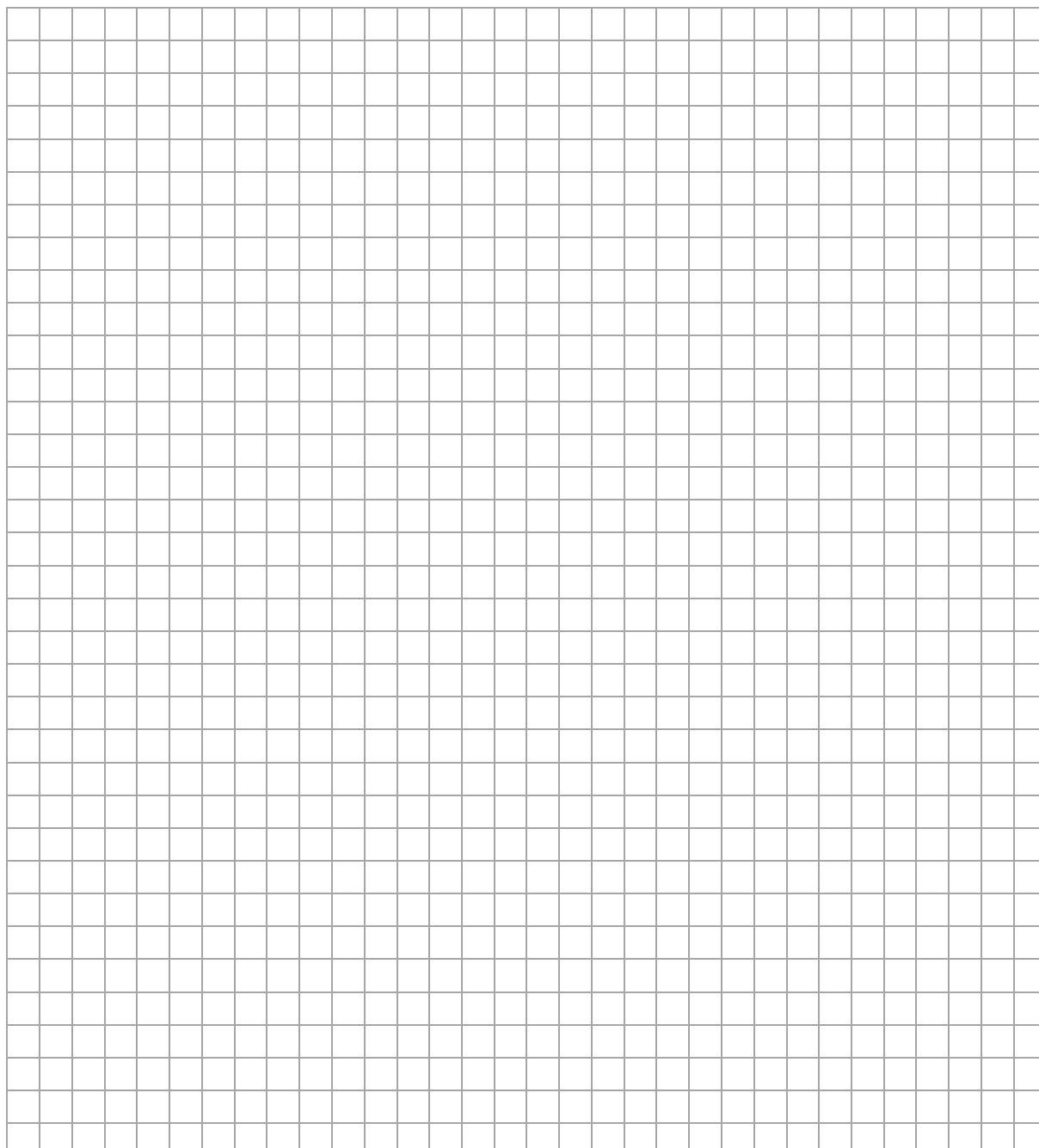
0-1-  
2-3

### Zadanie 9.3. (0-3)

Oblicz  $\lambda_{31}$  – długość fali fotonu emitowanego podczas przejścia elektronu między stanami energetycznymi  $3 \rightarrow 1$  w atomie wodoru. Zapisz obliczenia. Wynik podaj zaokrąglony do trzech cyfr znaczących.

Pomiń energię kinetyczną odrzutu atomu.

*Wskazówka: Skorzystaj z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki.*

















# FIZYKA

Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*



# FIZYKA

Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*



# FIZYKA

Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*

