

**WYPEŁNIA ZESPÓŁ NADZORUJĄCY**

**KOD**

--	--	--

**PESEL**

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

**Miejsce na naklejkę.**

Sprawdź, czy kod na naklejce to  
**M-400.**

# EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI

## POZIOM ROZSZERZONY

### ARKUSZ POKAZOWY

TERMIN: **4 marca 2022 r.**



CZAS PRACY: **do 270 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

**MFAP-R0-400-2203**

### Instrukcja dla zdającego

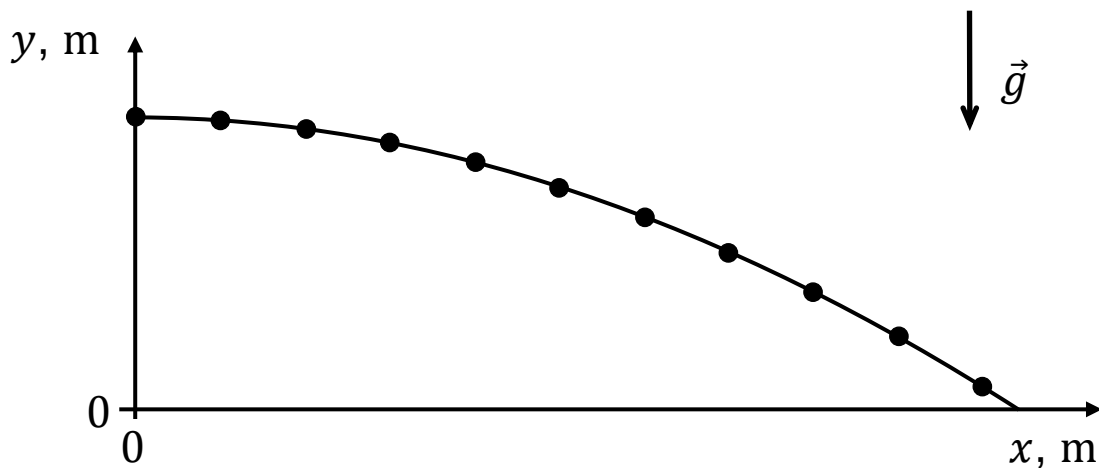
1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 58 stron (zadania 1–12). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący 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. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*.
8. 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.
9. Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie pomocne lub niezbędne użycie linijki.
10. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

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

### Zadanie 1.

Z niewielkiej wysokości nad poziomym podłożem uczniowie rzucili małą metalową kulkę. Prędkość  $\vec{v}_0$  kulki w chwili początkowej ruchu ( $t_0 = 0$ ) miała kierunek poziomy. Gdy kulka się poruszała, uczniowie wykonali serię zdjęć stroboskopowych (w jednakowych odstępach czasu) kulki w płaszczyźnie ruchu. Na zdjęciu przedstawiającym położenia kulki uczniowie dorysowali kartezjański układ współrzędnych  $(x, y)$  oraz tor ruchu kulki (zobacz rysunek poniżej).



Następnie uczniowie wyznaczyli równanie toru ruchu kulki. W tym celu założyli, że torem ruchu jest fragment paraboli. W równaniu toru współczynniki liczbowe wyrażono w podstawowych jednostkach układu SI:

$$y = 2 - \frac{1}{18}x^2$$

W zadaniach 1.1.–1.2. pomiń opór powietrza i przyjmij do obliczeń wartość przyspieszenia ziemskiego  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

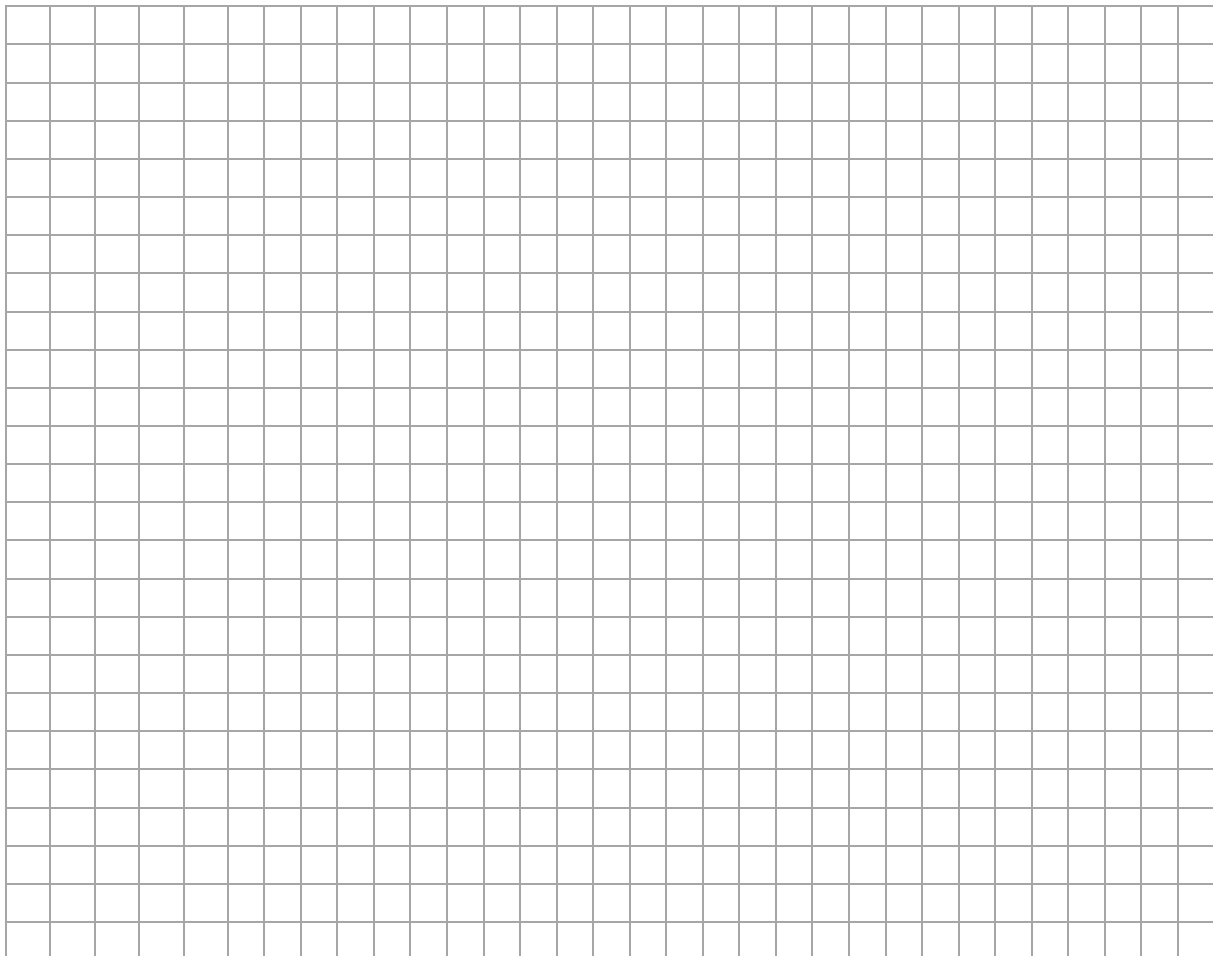
**Zadanie 1.1. (0–1)**

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Czas lotu kulki od chwili  $t_0$  do chwili uderzenia o podłoże wynosi w zaokrągleniu

- A.  $t \approx 0,24 \text{ s}$
- B.  $t \approx 0,64 \text{ s}$
- C.  $t \approx 1,11 \text{ s}$
- D.  $t \approx 1,41 \text{ s}$

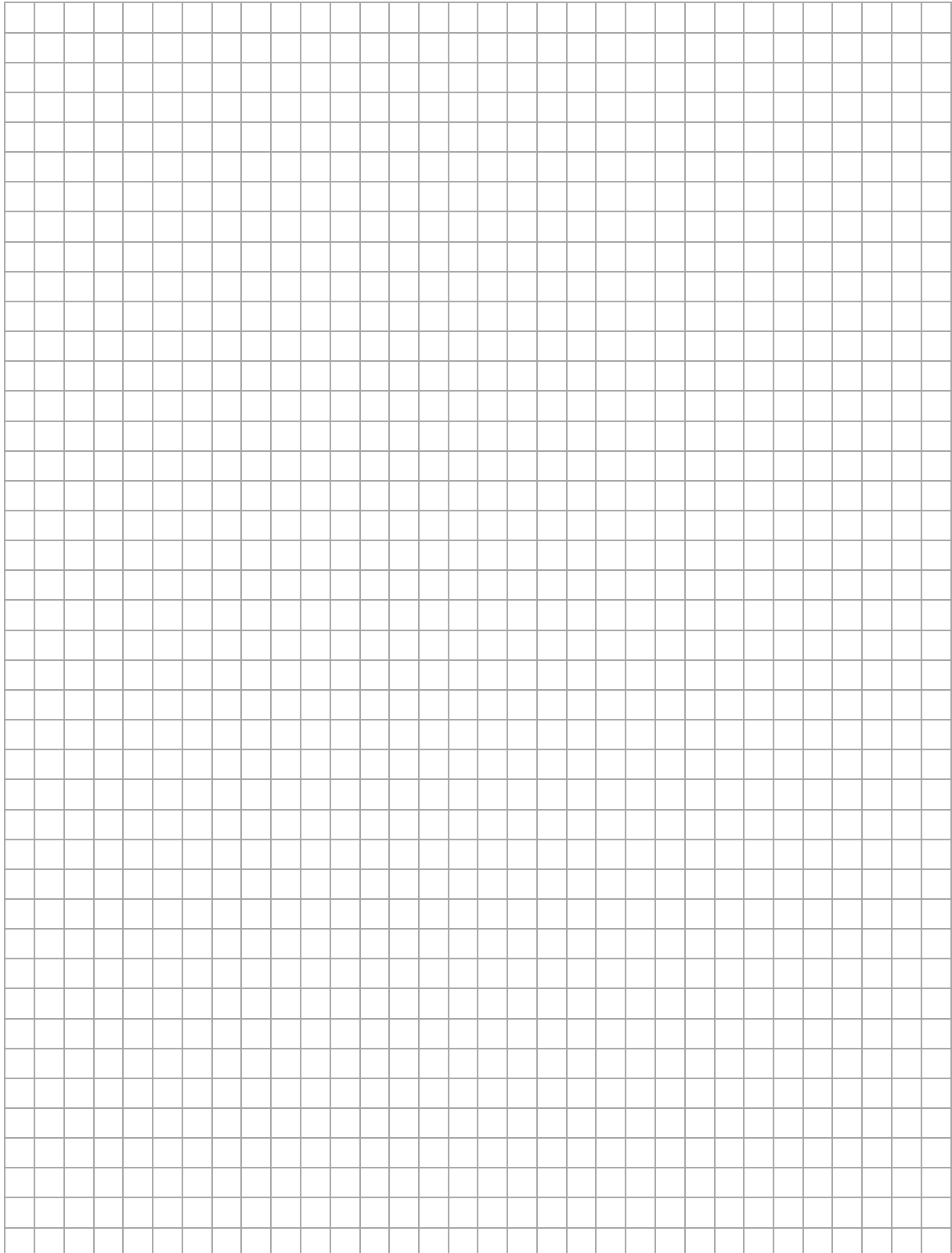
**Brudnopis do zadania 1.1.**

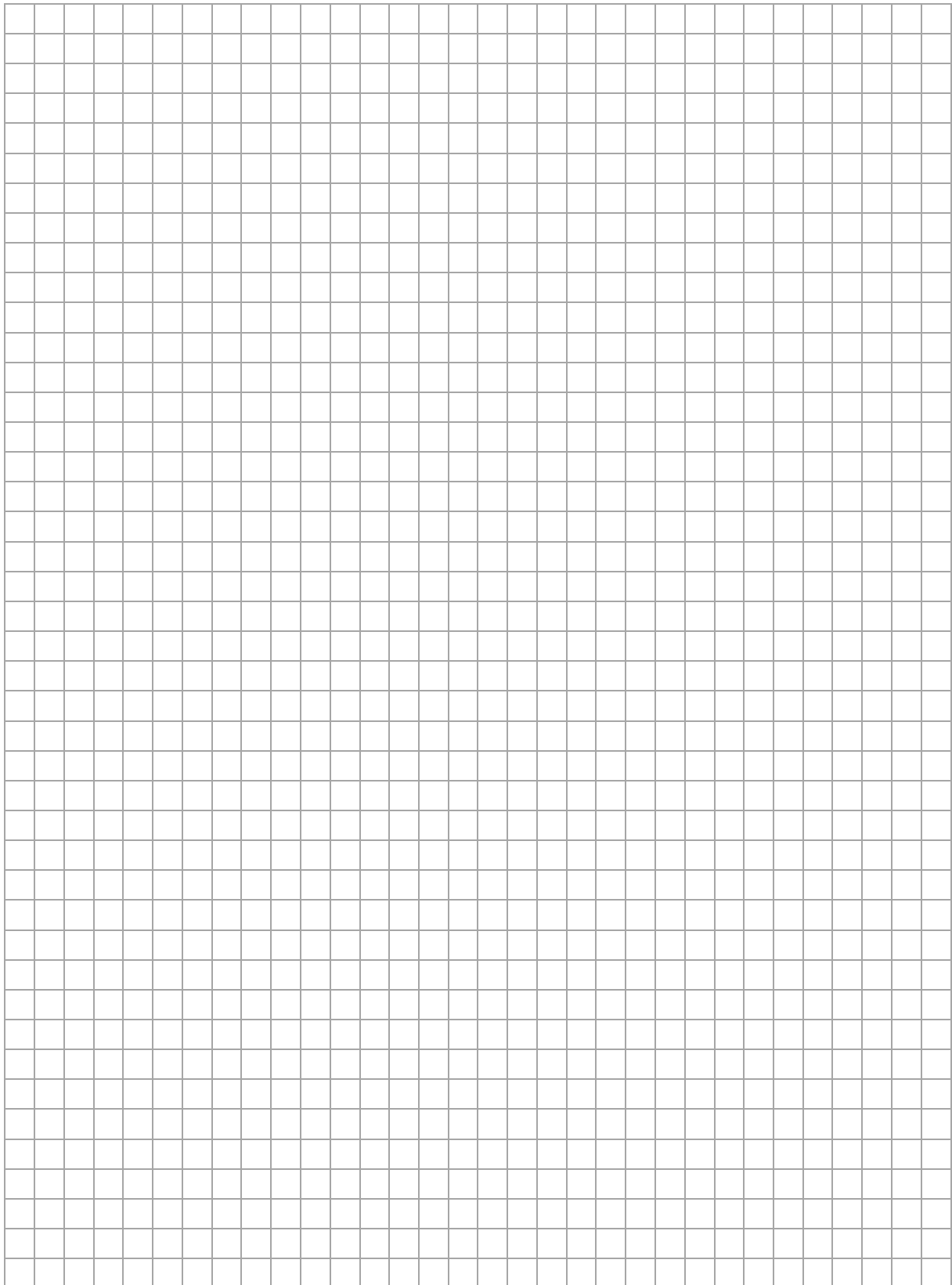


**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

**Zadanie 1.2. (0–3)**

Oblicz  $v_0$  – wartość prędkości początkowej tej kulki. Zapisz obliczenia.





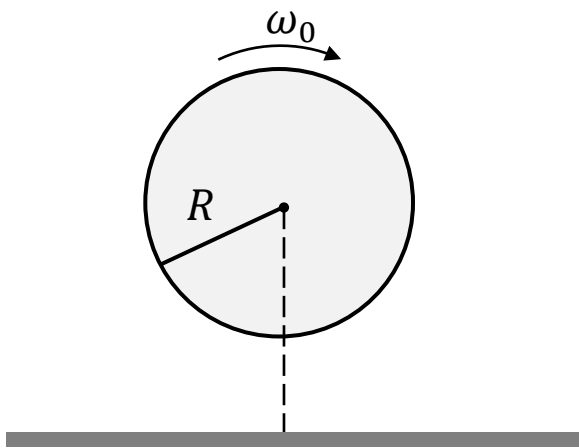
## Zadanie 2.

Jednorodny walec o masie  $m$  i promieniu  $R$  obraca się z prędkością kątową  $\omega_0$  względem swojej osi symetrii.

Obracający się walec jest utrzymywany poziomo w ten sposób, że nie dotyka podłoża (zobacz rysunek 1.).

Moment bezwładności walca względem jego osi symetrii jest równy  $I = \frac{1}{2}mR^2$ .

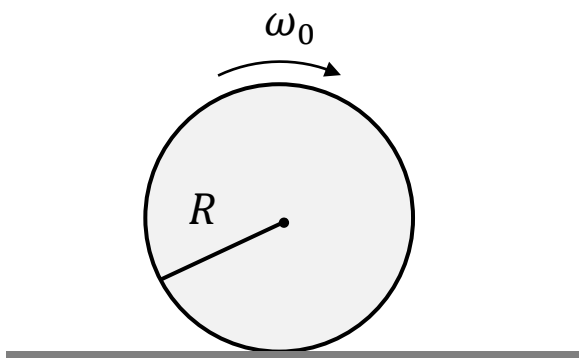
Rysunek 1.



W pewnej chwili  $t_0 = 0$  obracający się walec położono na twardym, poziomym podłożu (zobacz rysunek 2.). Prędkość ruchu postępowego walca w chwili  $t_0$  była równa zero.

Od tego momentu – na skutek ruchu obrotowego – walec toczył się przez pewien czas z poślizgiem.

Rysunek 2.

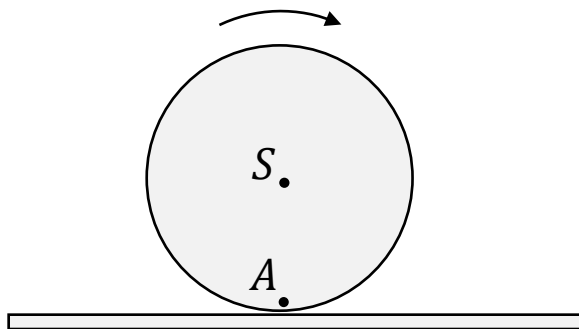




Uwzględnij tarcie kinetyczne (poślizgowe), ale pomiń inne opory ruchu. Przyjmij, że siła tarcia działająca na walec ma stałą wartość.

**Zadanie 2.1. (0–1)**

Na rysunku poniżej zaznaczono kierunek obrotu walca, gdy walec już toczy się z poślizgiem po poziomym podłożu. Środek masy walca oznaczono jako  $S$ , a punkt na walcu, przy styku z podłożem, oznaczono jako  $A$ .



Narysuj wektor siły tarcia kinetycznego  $\vec{T}$  przyłożony w punkcie  $A$ . Uwzględnij prawidłowy kierunek i zwrot tego wektora.

**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

### Zadanie 2.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A, B albo C oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.

Do momentu, gdy poślizg walca ustał, walec poruszał się ruchem postępowym

A.	jednostajnym,
B.	przyśpieszonym,
C.	opóźnionym,

a prędkość kątowna ruchu obrotowego walca

1.	była stała.
2.	się zwiększała.
3.	się zmniejszała.

### Zadanie 2.3. (0–4)

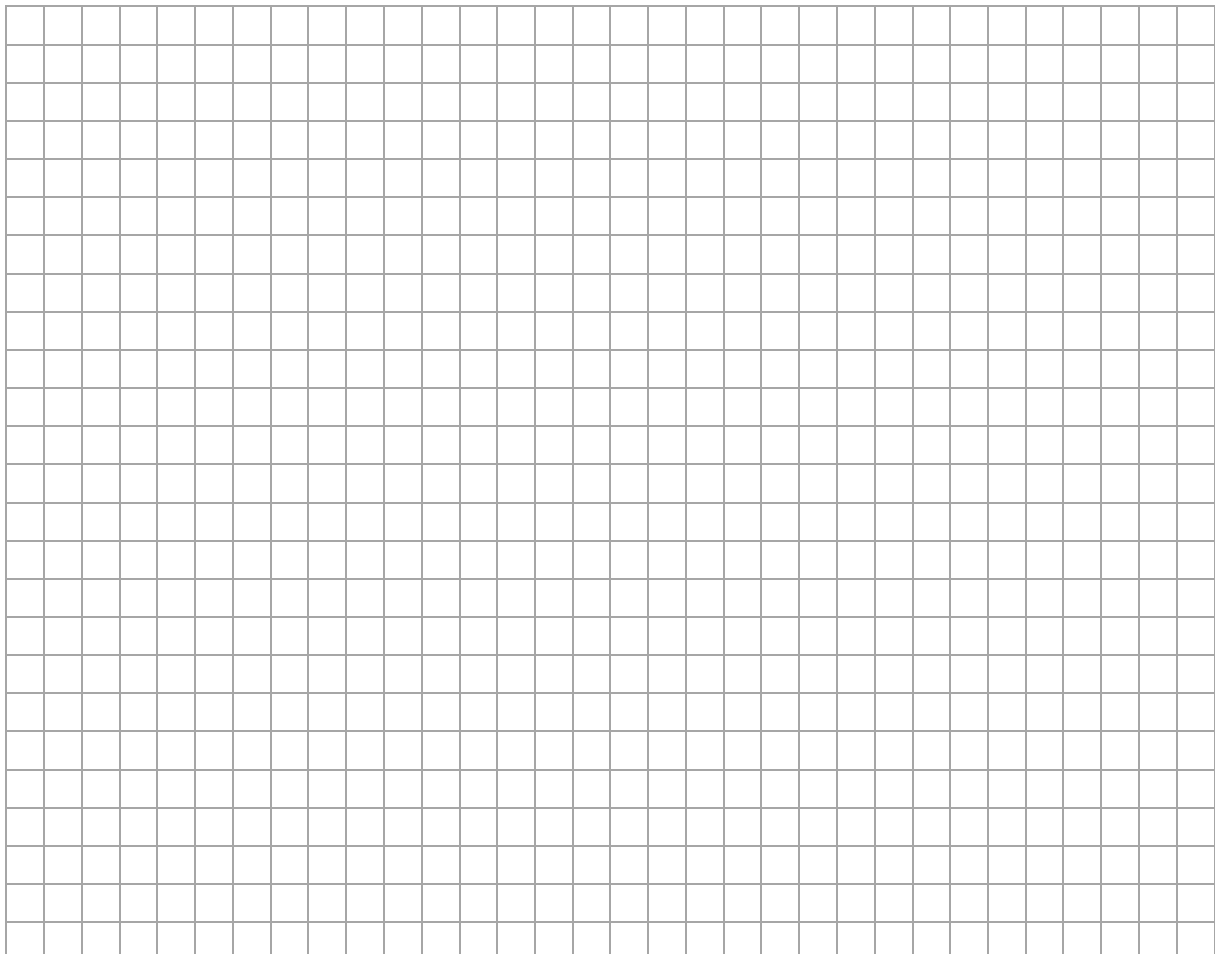
W chwili  $t_1$ , gdy poślizg walca ustał, środek walca osiągnął prędkość liniową o wartości  $v_1$  i prędkość kątową o wartości  $\omega_1$ .

Oblicz wartość liczbową ilorazu prędkości kątowych  $\frac{\omega_1}{\omega_0}$ . Zapisz obliczenia.

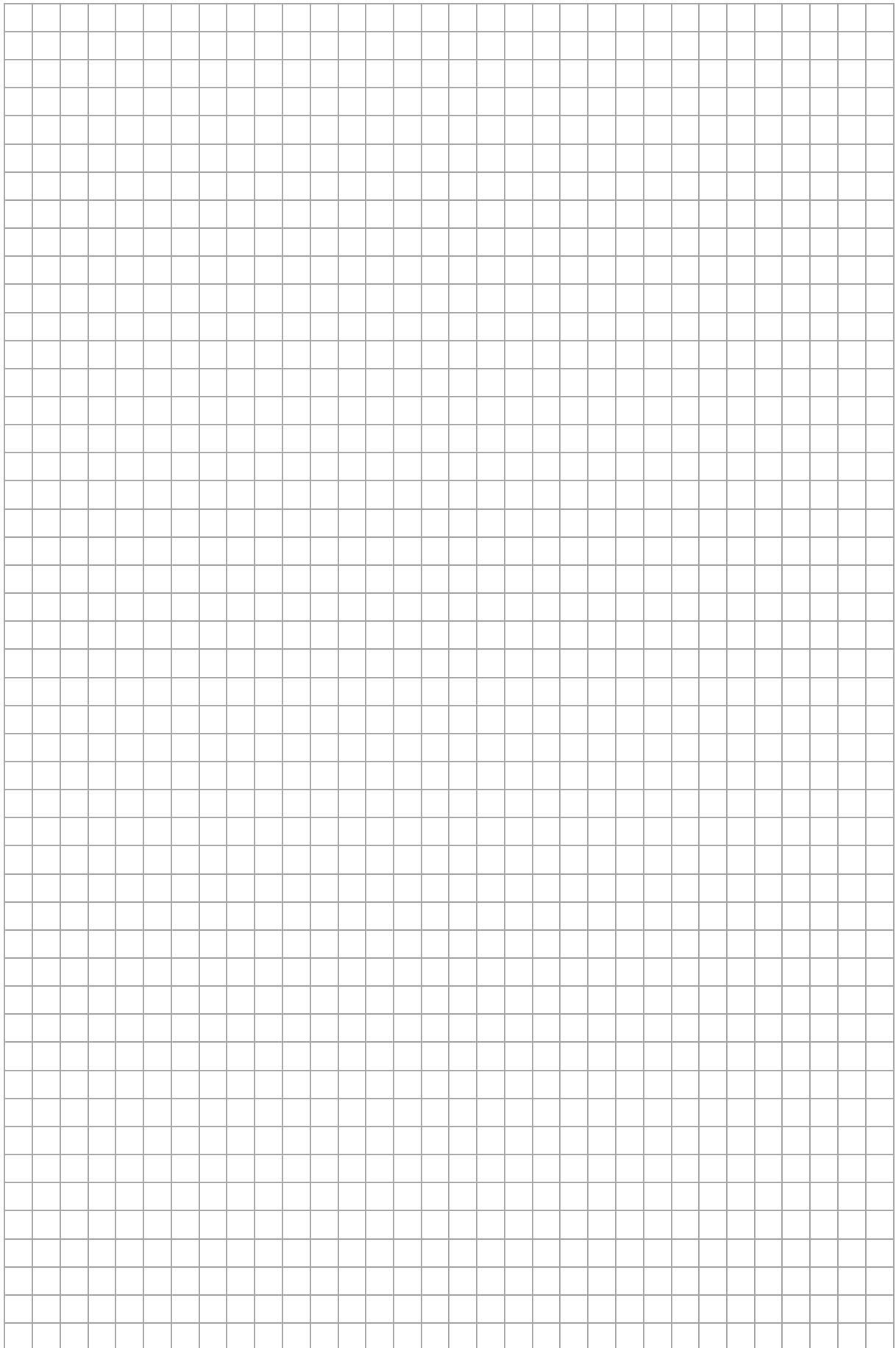
Wskazówki:

(1) Podczas poślizgu  $a \neq \epsilon R$ , gdzie  $a$  jest wartością przyśpieszenia liniowego środka walca,  $\epsilon$  jest wartością przyśpieszenia kątowego walca.

(2) Brak poślizgu oznacza, że  $v_1 = \omega_1 R$ .



**Rozwiązanie możesz kontynuować na następnej stronie.**



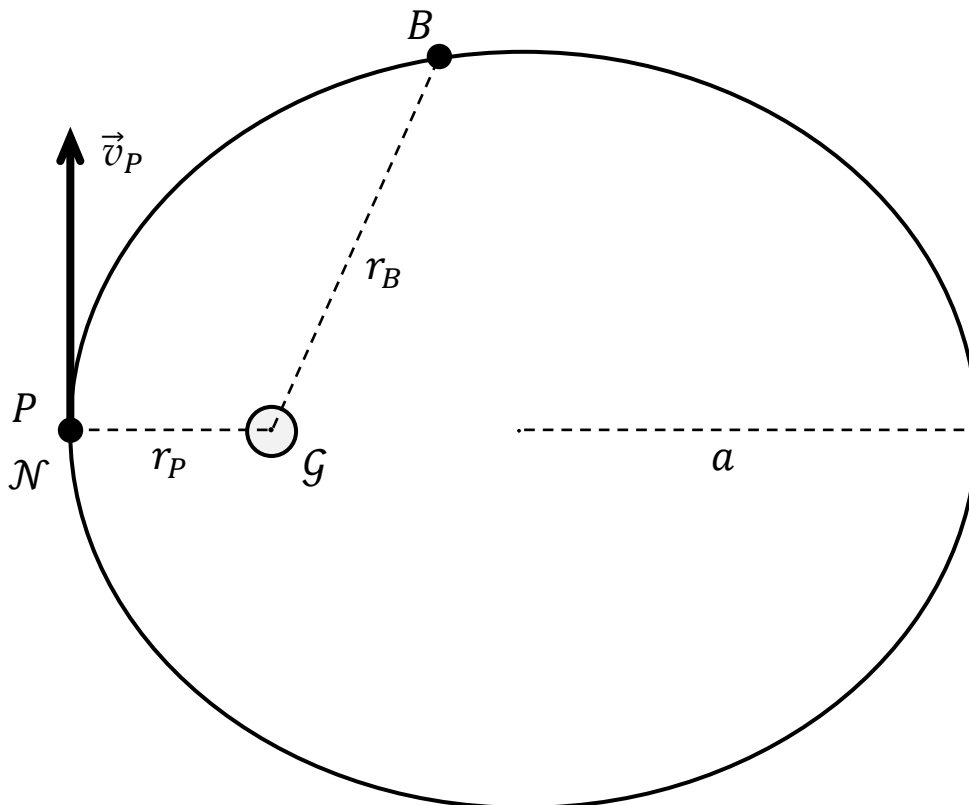
**Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na kolejnych stronach.**

### Zadanie 3.

Ciało niebieskie  $\mathcal{N}$  krąży wokół gwiazdy macierzystej  $\mathcal{G}$  po orbicie eliptycznej. Długość półosi wielkiej tej orbity eliptycznej jest równa  $a = 6$  au. Na rysunku poniżej przedstawiono położenia ciała, gdy przechodzi ono przez punkt  $P$  (perycentrum orbity) oraz gdy przechodzi ono przez punkt  $B$ . Prędkość ciała w punkcie  $P$  wynosi  $\vec{v}_P$ . Odległość punktu  $P$  od środka gwiazdy jest równa  $r_P$ , natomiast odległość punktu  $B$  od środka gwiazdy jest równa  $r_B = 2r_P$ .

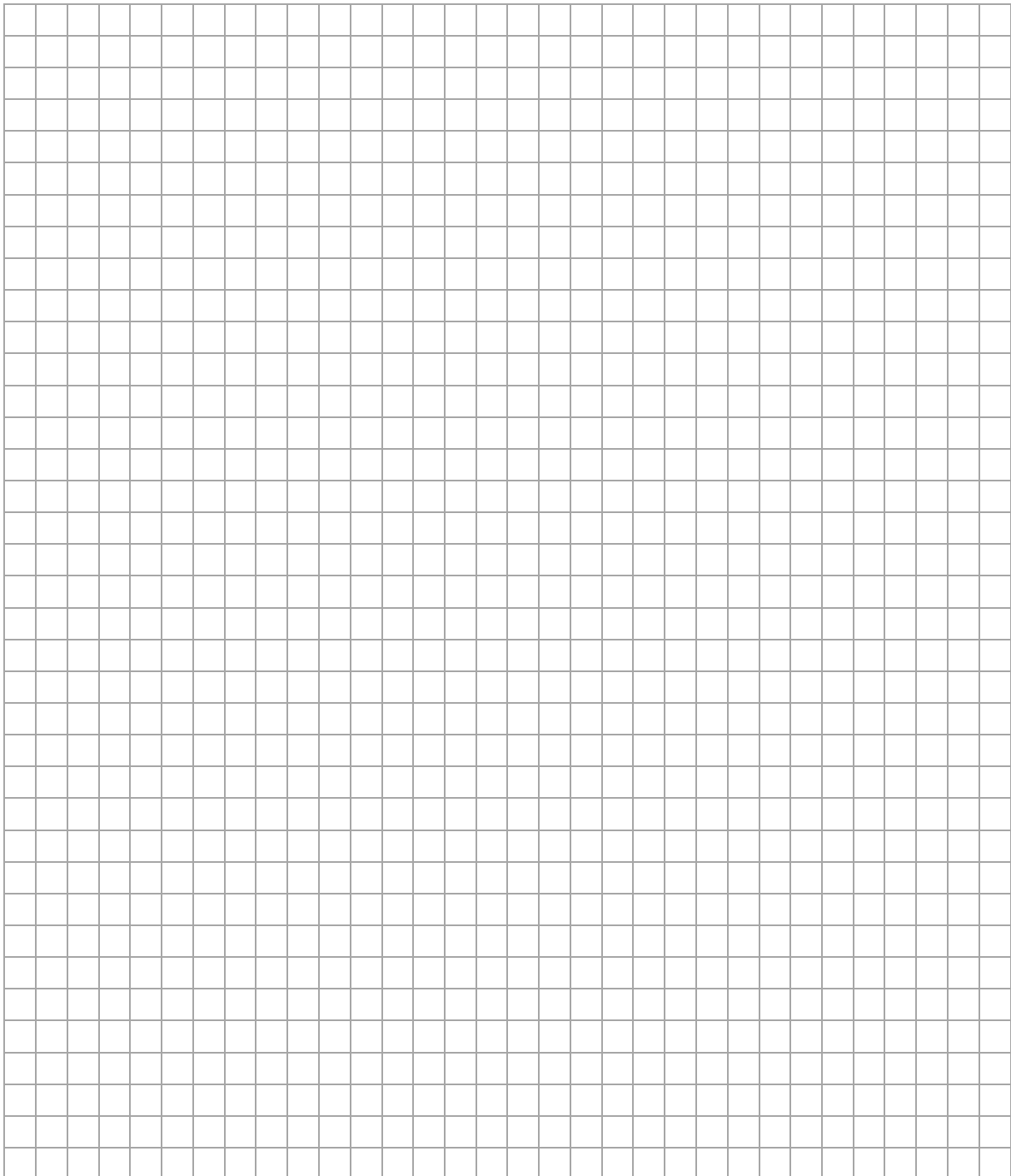
Do analizy zagadnienia przyjmij model zjawiska, w którym:

- ciało  $\mathcal{N}$  traktujemy jako punkt materialny
- przyjmujemy, że ciało  $\mathcal{N}$  oddziałuje jedynie z gwiazdą  $\mathcal{G}$
- środek masy układu przypada w środku gwiazdy  $\mathcal{G}$ .



### Zadanie 3.1. (0–3)

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć  $v_B$  – wartość prędkości ciała  $\mathcal{N}$  w punkcie  $B$  – w zależności od:  $r_P$ ,  $v_P$ , masy gwiazdy  $M_G$ , oraz stałej grawitacyjnej  $G$ .



**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

### Zadanie 3.2. (0–1)

Siłę grawitacji działającą na ciało  $\mathcal{N}$  w punkcie  $P$  oznaczmy jako  $\vec{F}_P$ , a siłę grawitacji działającą na ciało  $\mathcal{N}$  w punkcie  $B$  oznaczmy jako  $\vec{F}_B$ .

Które zdanie (A–D) prawidłowo opisuje kierunki sił  $\vec{F}_P$  i  $\vec{F}_B$  oraz relację między wartościami  $F_P$  i  $F_B$  tych sił? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

- A. Obie siły są skierowane do gwiazdy  $\mathcal{G}$  oraz  $F_P = 2F_B$ .
- B. Obie siły są skierowane do gwiazdy  $\mathcal{G}$  oraz  $F_P = 4F_B$ .
- C. Obie siły są styczne do orbity oraz  $F_P = 2F_B$ .
- D. Obie siły są styczne do orbity oraz  $F_P = 4F_B$ .

### Zadanie 3.3. (0–3)

Masa gwiazdy  $\mathcal{G}$  wynosi  $M_G = 2M_S$ , gdzie  $M_S$  jest masą Słońca.

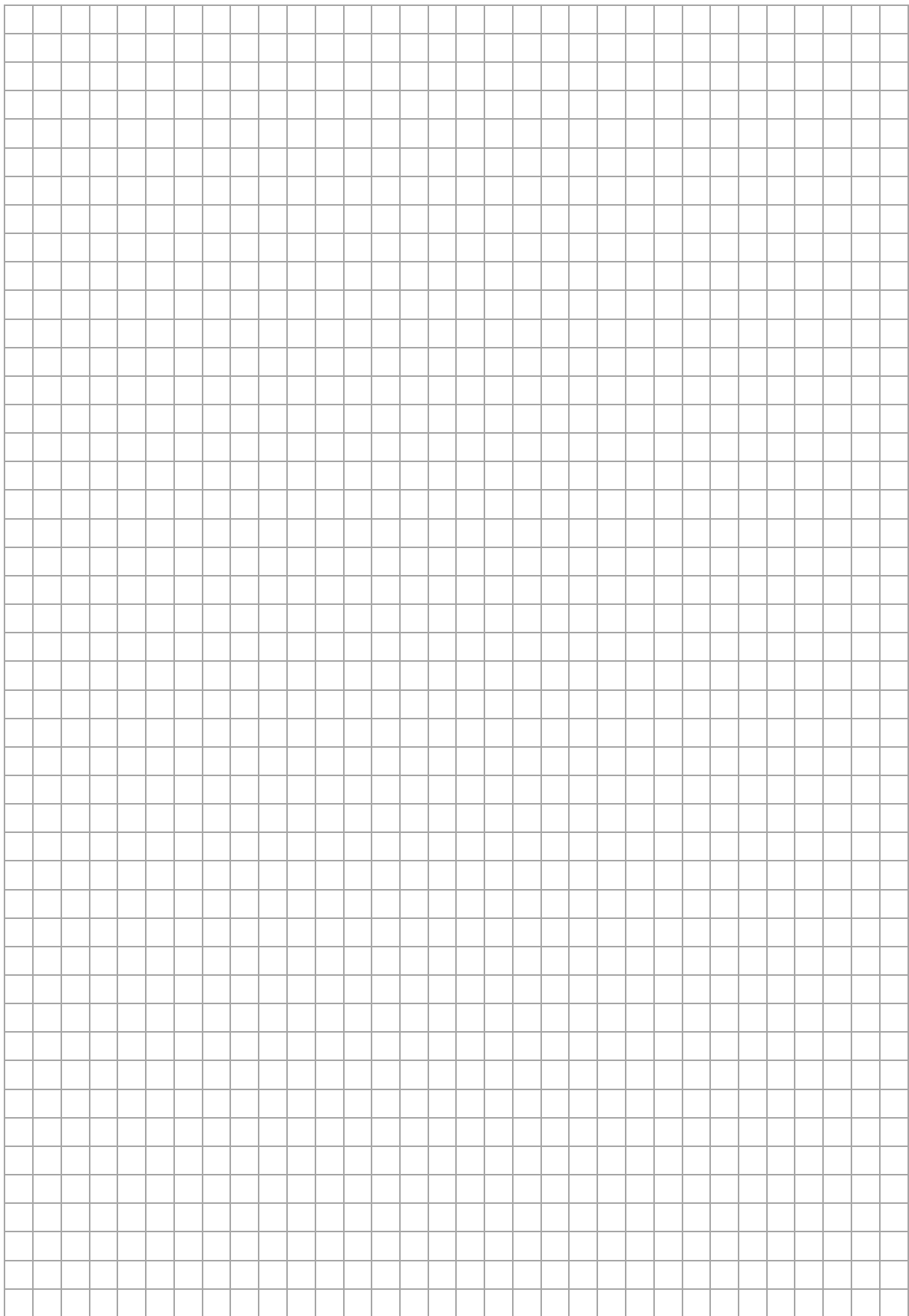
Oblicz okres obiegu ciała  $\mathcal{N}$  dookoła gwiazdy  $\mathcal{G}$ . Wynik podaj w latach ziemskich. Zapisz obliczenia.

Wskazówki:

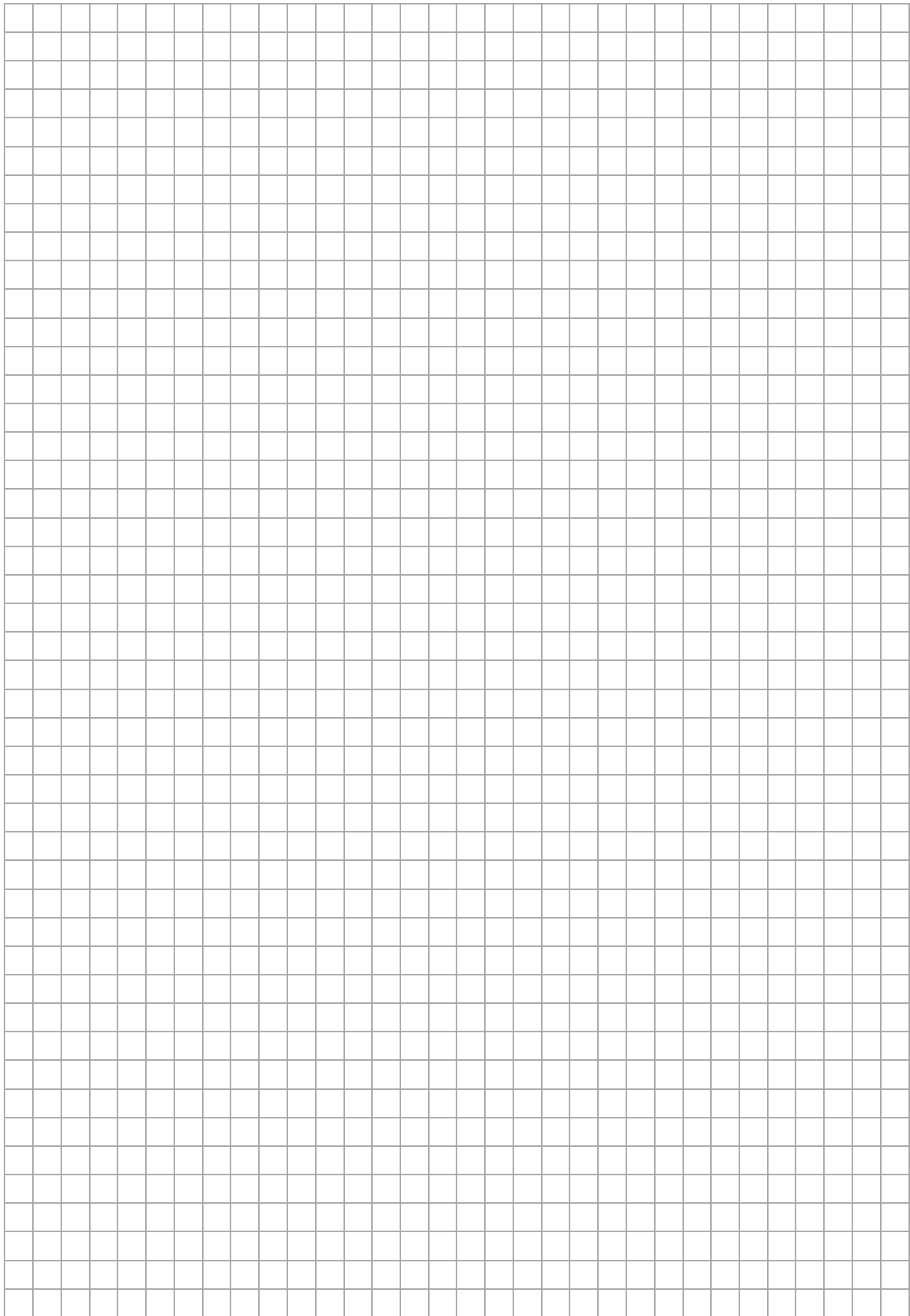
(1) Okres obiegu ciała po orbicie eliptycznej o pólosci wielkiej  $a$  jest równy okresowi obiegu (dookoła tej samej masy) ciała po orbicie kołowej o promieniu  $r = a$ .

(2) Obliczenia ułatwi wykorzystanie parametrów ruchu orbitalnego Ziemi ( $\mathcal{Z}$ ) dookoła Słońca, przy założeniu, że ta orbita jest kołowa, a jej promień i okres obiegu wynoszą:  
 $a_Z = 1 \text{ au}$  oraz  $T_Z = 1 \text{ rok}$ .





**Rozwiązanie możesz kontynuować na następnej stronie.**



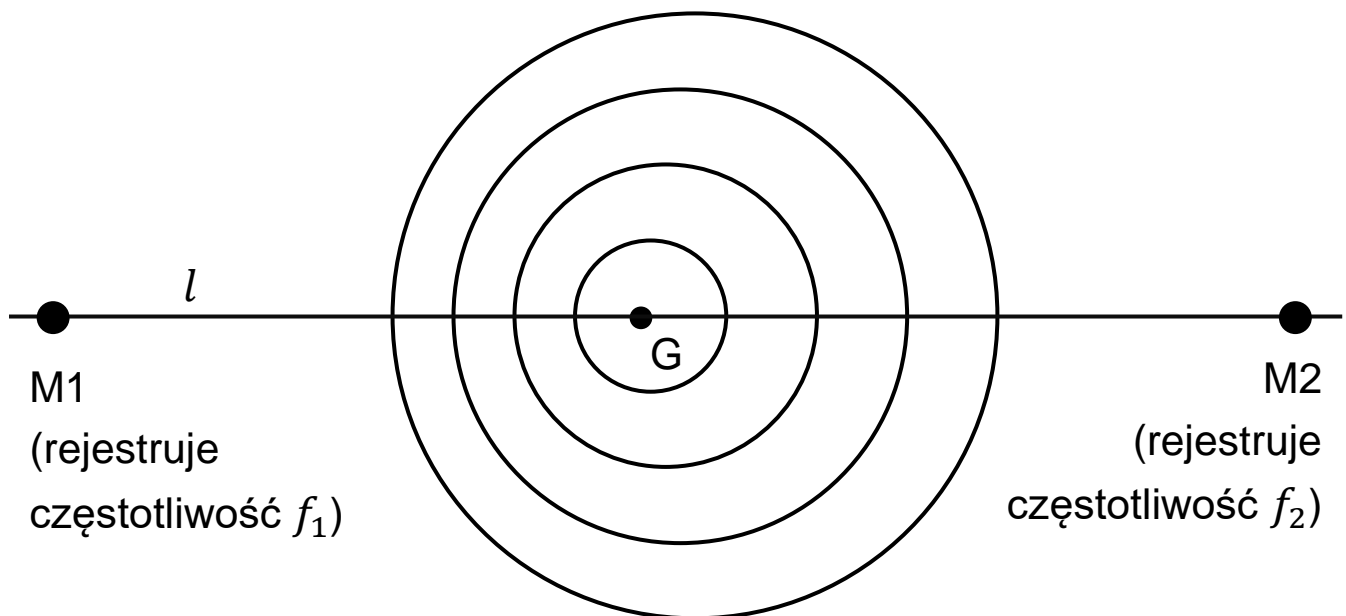
**Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na kolejnych stronach.**

#### Zadanie 4.

Głośnik G poruszał się z prędkością o stałej wartości  $v$  po prostoliniowym torze  $l$  pomiędzy nieruchomymi mikrofonami M1 i M2 (zobacz rysunek poniżej). Podczas tego ruchu głośnik wytwarzał dźwięk o stałej częstotliwości  $f_0$  – tzn. membrana głośnika drgała z częstotliwością  $f_0$ . Mikrofony M1 i M2 rejestrowały w tym czasie częstotliwości – odpowiednio –  $f_1$  oraz  $f_2$  dźwięku docierającego do nich z głośnika G.

Na rysunku przedstawiono fragment chwilowego obrazu powierzchni falowych tego dźwięku w powietrzu w układzie odniesienia związanym z ziemią.

Rysunek



**Zadanie 4.1. (0–1)**

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.

W sytuacji przedstawionej na rysunku 1. głośnik G porusza się w stronę

A.	mikrofonu M1,
B.	mikrofonu M2,

a częstotliwości dźwięku rejestrowane przez oba mikrofony spełniają relację

1.	$f_1 > f_2$
2.	$f_1 = f_2$
3.	$f_1 < f_2$

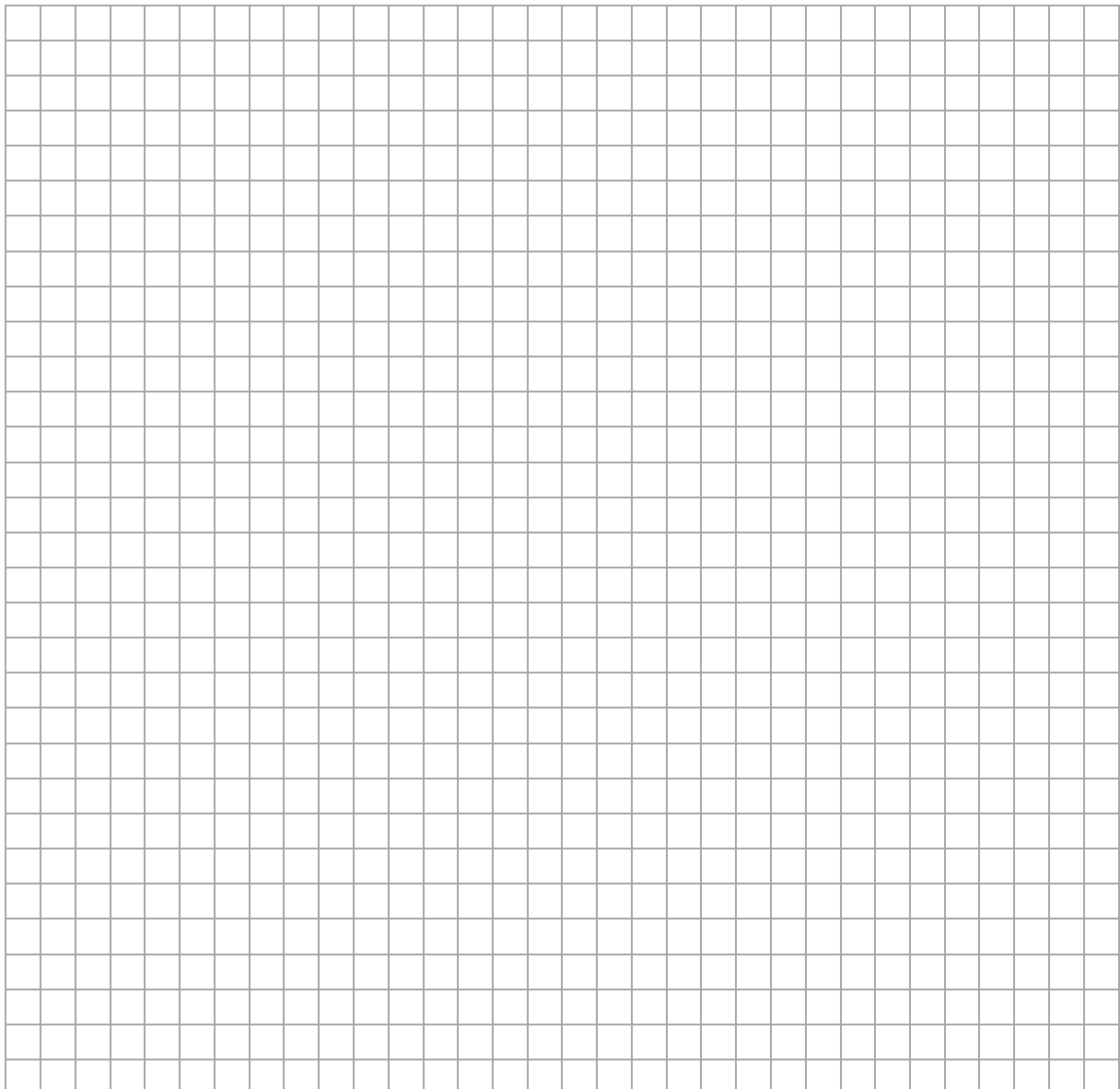
**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

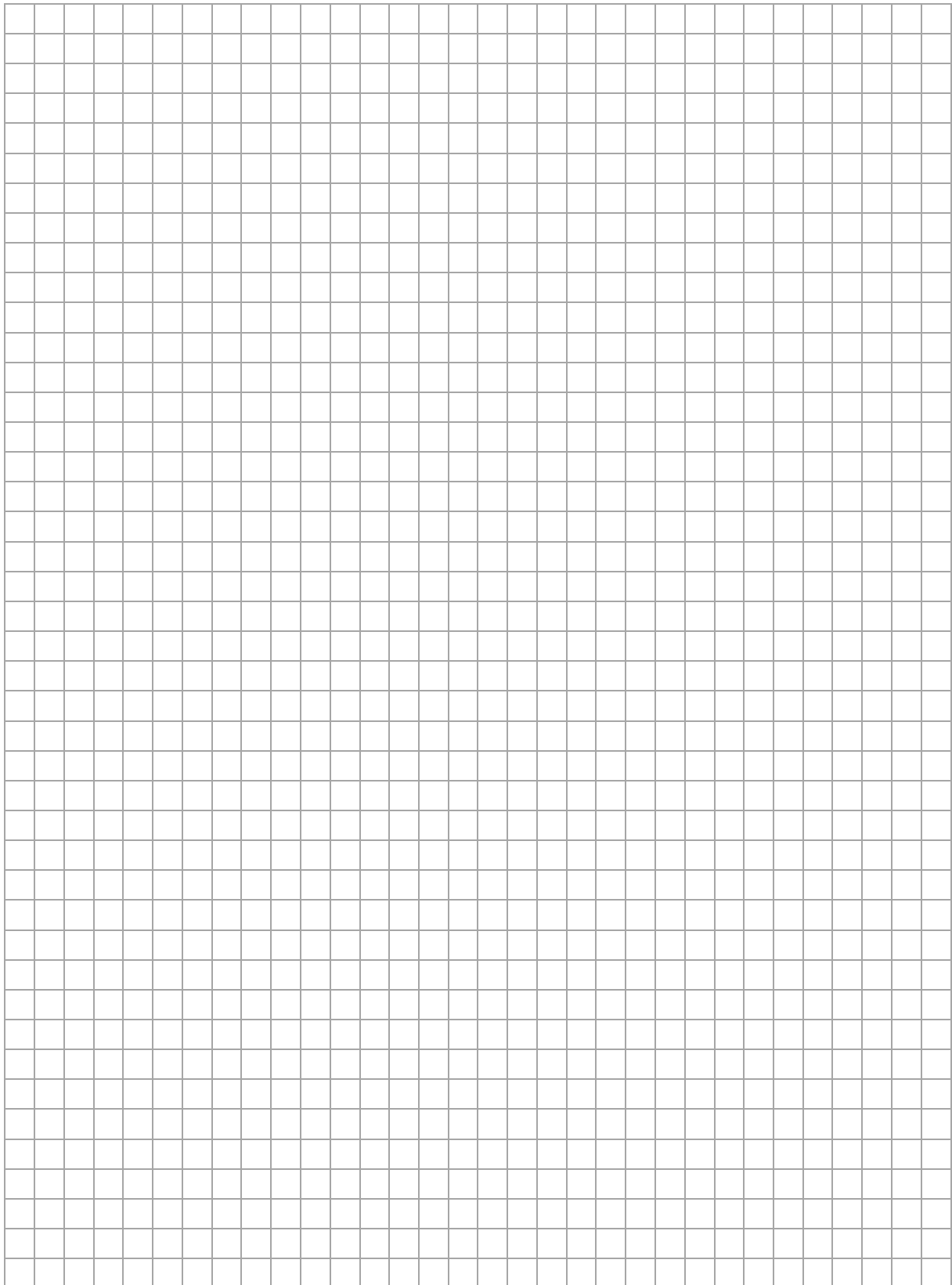
**Zadanie 4.2. (0–4)**

Prędkość dźwięku w powietrzu ma wartość  $v_d = 340 \text{ m/s}$ .

Stosunek odległości zmierzonej między najbliższymi powierzchniami falowymi w kierunku głośnika M1 do odległości zmierzonej między najbliższymi powierzchniami falowymi w kierunku głośnika M2 jest równy  $\frac{2}{3}$ .

Oblicz prędkość głośnika G w sytuacji przedstawionej na rysunku (strona 20).





**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

### Zadanie 4.3. (0–1)

W pewnej chwili głośnik  $G$  zatrzymał się i wciąż emitował dźwięk o stałej częstotliwości  $f_0$  – tak samo we wszystkich kierunkach. Punkt  $A$  znajduje się w odległości 3 m od głośnika, a punkt  $B$  znajduje się w odległości 4 m od głośnika.

Pomiń efekty związane z odbiciem dźwięku od przeszkód w otoczeniu.

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Iloraz natężenia dźwięku z głośnika w punkcie  $A$  i w punkcie  $B$  jest równy

A.  $\frac{I_A}{I_B} = \frac{3}{4}$

B.  $\frac{I_A}{I_B} = \frac{4}{3}$

C.  $\frac{I_A}{I_B} = \frac{9}{16}$

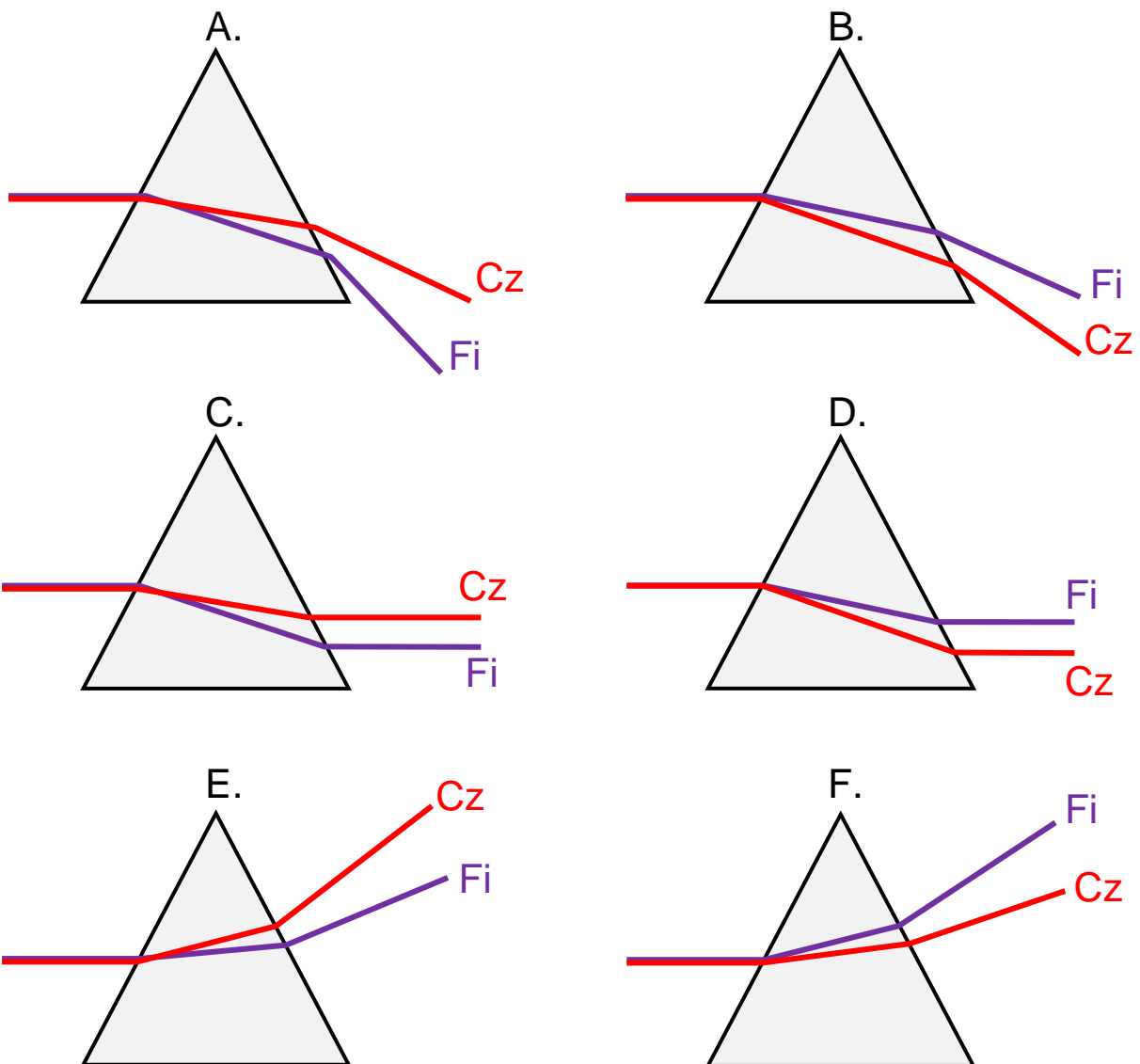
D.  $\frac{I_A}{I_B} = \frac{16}{9}$



### Zadanie 5.1. (0–1)

Równoległa wiązka mieszaniny światła czerwonego (Cz) i fioletowego (Fi), biegnąca w powietrzu, pada na szklany pryzmat. Prędkość światła czerwonego w szkle ma większą wartość od prędkości światła fioletowego w szkle.

Na którym rysunku (A–F) prawidłowo przedstawiono przejście promieni światła czerwonego i fioletowego przez pryzmat? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.



**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

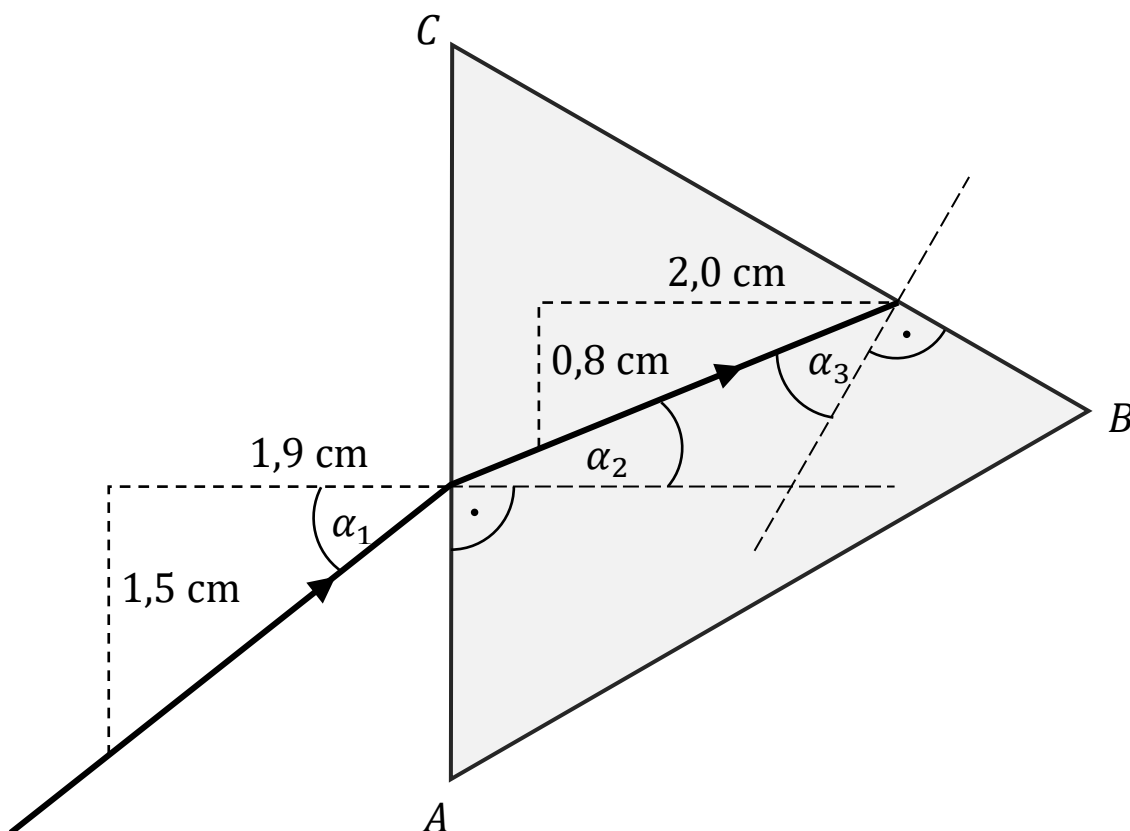
### Zadanie 5.2. (0–4) 📄

Promień światła jednobarwnego pada z powietrza na pryzmat o przekroju w kształcie trójkąta równobocznego  $ABC$  (zobacz rysunek poniżej). Po przejściu przez powierzchnię  $AC$  promień światła załamuje się w pryzmacie i dociera do powierzchni  $BC$ .

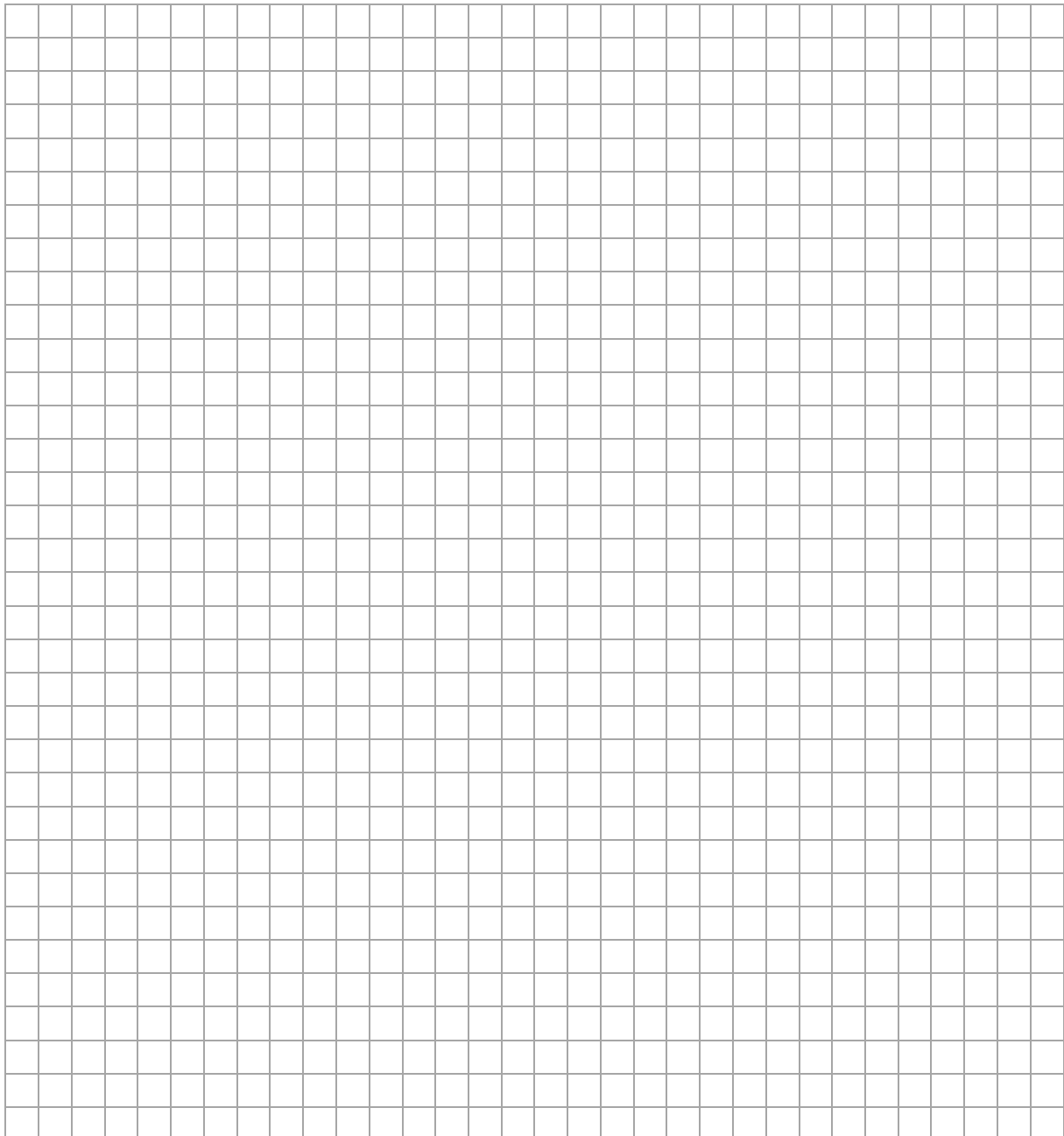
Na rysunku zaznaczono kąt padania ( $\alpha_1$ ) promienia na powierzchnię  $AC$ , kąt załamania ( $\alpha_2$ ) promienia na powierzchni  $AC$  oraz kąt padania ( $\alpha_3$ ) promienia na powierzchnię  $BC$ .

Promień odbity od powierzchni  $AC$  pominięto. Na rysunku zaznaczono także ile cm przypada na przesunięcie promienia padającego i załamane w pionie i poziomie.

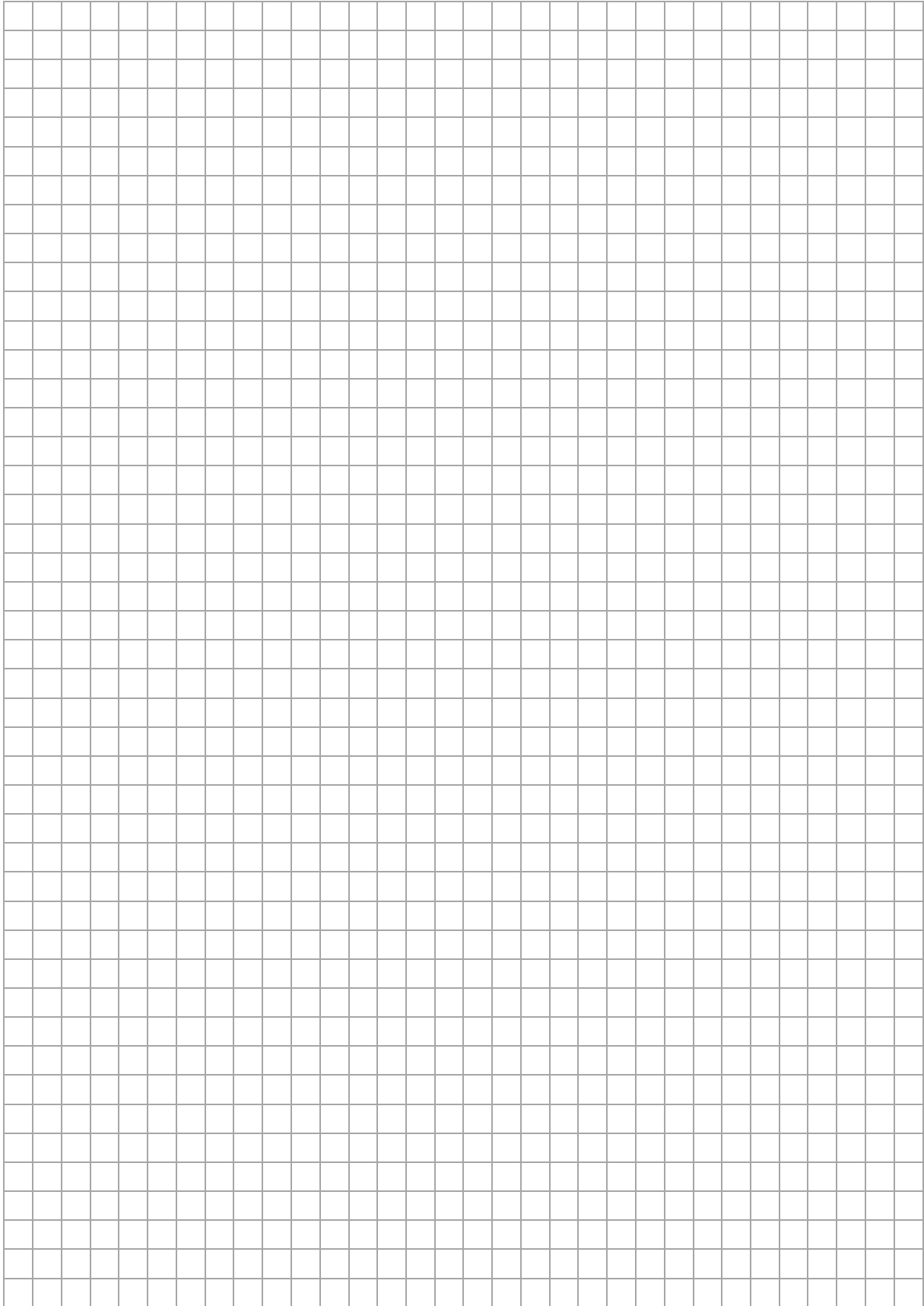
Rysunek



Ustal i zapisz, czy promień światła wyjdzie przez powierzchnię  $BC$  z pryzmatu na zewnątrz, czy też nastąpi całkowite wewnętrzne odbicie promienia od tej powierzchni. Powołaj się na odpowiednie prawa lub zależności fizyczne i wykonaj niezbędne obliczenia, uzasadniające Twoje stwierdzenie.



**Rozwiązanie możesz kontynuować na następnej stronie.**

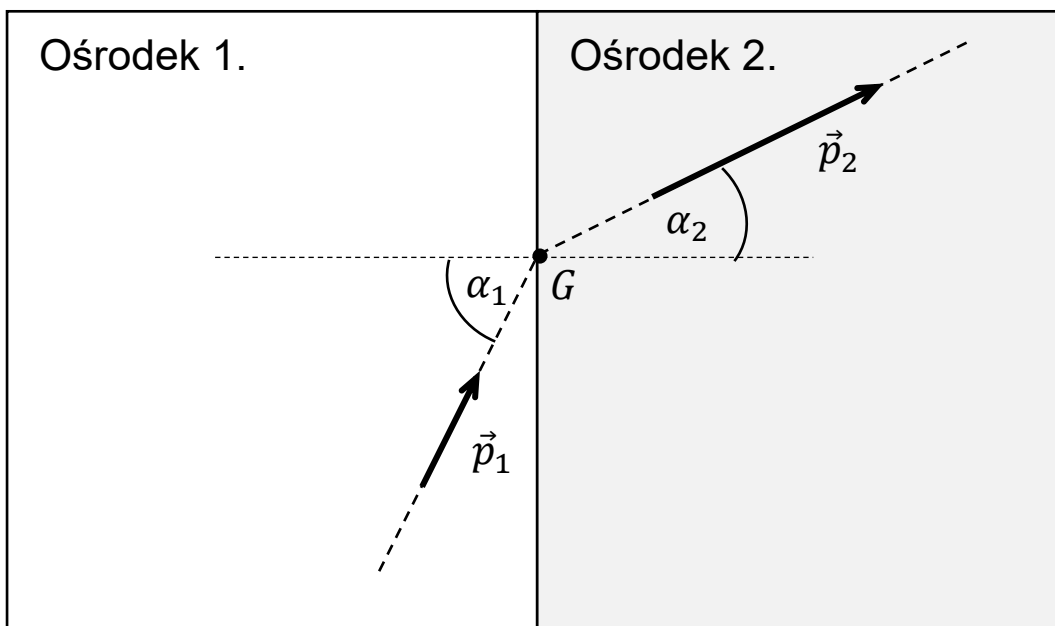


**Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na kolejnych  
stronach.**

### Zadanie 5.3. (0–2)

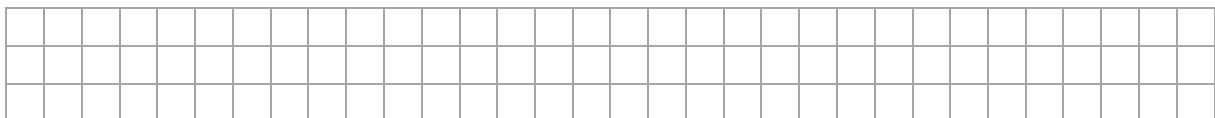
Na rysunku przedstawiono przejście impulsu światła monochromatycznego przez granicę ośrodków 1. i 2. Pęd impulsu światła (zgodnie z korpuskularną teorią światła) w ośrodku 1. oznaczono jako  $\vec{p}_1$ , a w ośrodku 2. oznaczono jako  $\vec{p}_2$ . Punkt  $G$  leży w ośrodku 2. – na granicy obu ośrodków.

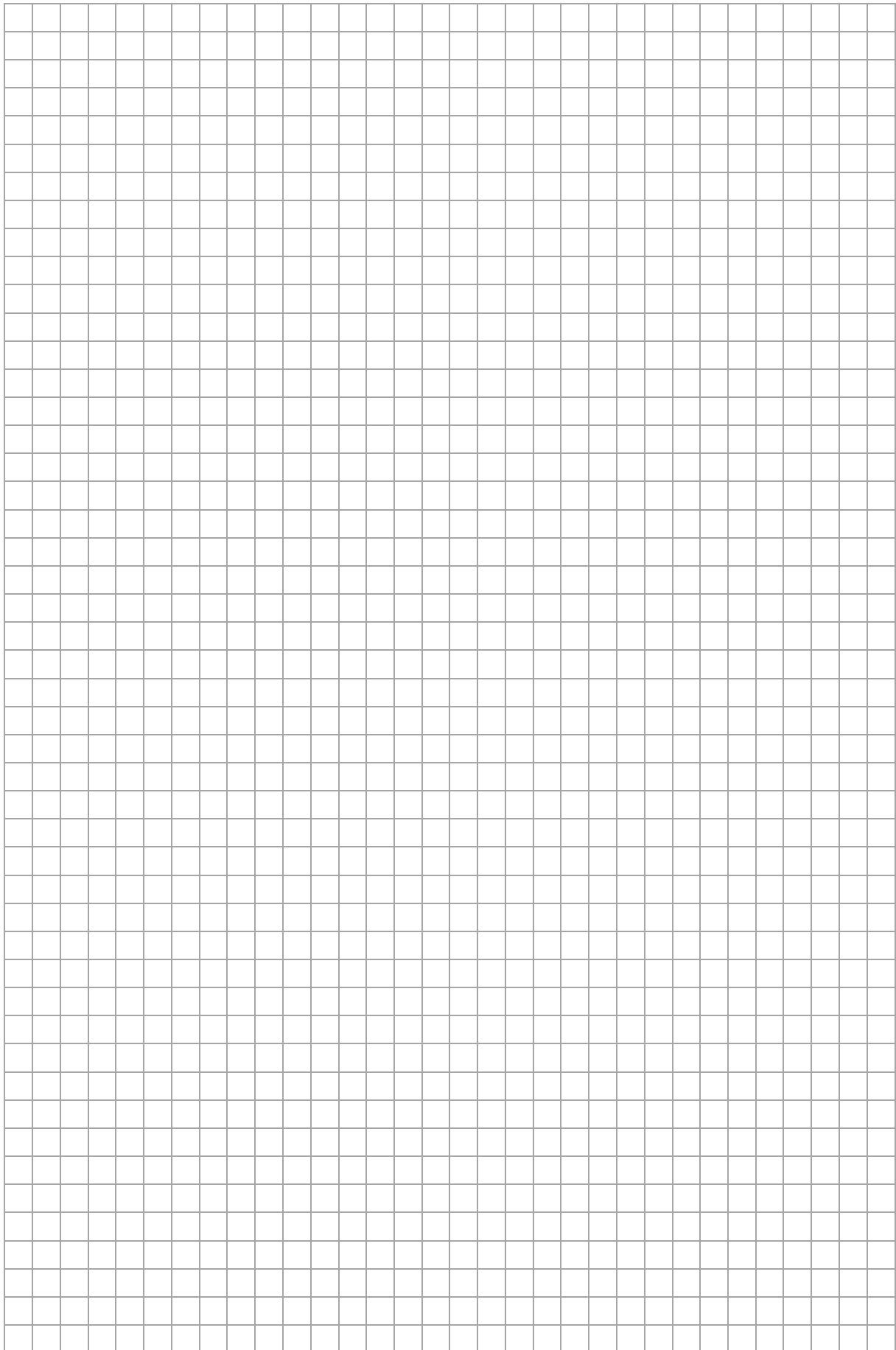
Rysunek



Udowodnij, że siła, z jaką impuls światła działa na materię ośrodka 2. w punkcie  $G$  jest prostopadła do granicy ośrodków.

Wskazówki: (1) Wykorzystaj związek geometryczny między różnicą pędów a siłą. Rozważ składowe pędów w kierunku granicy ośrodków. (2) We wzorze na pęd fotonu w ośrodku należy użyć długości fali świetlnej w ośrodku.

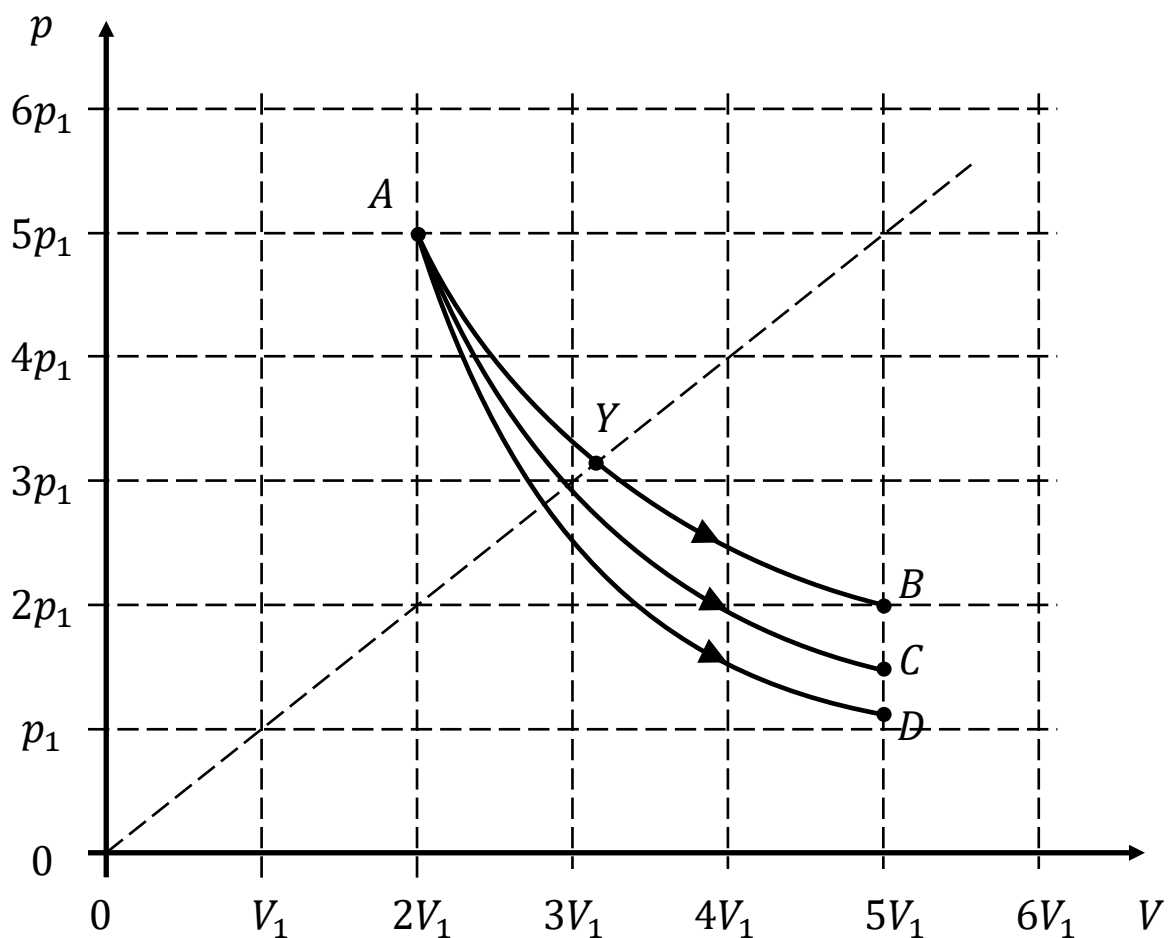




### Zadanie 6.

Ustalona masę gazu doskonałego poddano przemianie izotermicznej ze stanu początkowego  $A$  do stanu  $B$ , po czym gaz doprowadzono z powrotem do stanu  $A$ . Następnie przeprowadzono przemianę adiabatyczną tego gazu ze stanu  $A$  do stanu  $D$ , po której ponownie sprowadzono gaz do stanu  $A$ . W ostatniej części doświadczenia gaz poddano pewnej przemianie ze stanu  $A$  do stanu  $C$ . W przemianie  $A \rightarrow C$  gaz osiągał ciśnienia niższe niż w przemianie izotermicznej i jednocześnie wyższe niż w przemianie adiabatycznej.

Na poniższym diagramie przedstawiono wykresy zależności ciśnienia  $p$  od objętości  $V$  gazu w trzech opisanych przemianach.





**Zadanie 6.1. (0–2)**

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

1.	W przemianie $A \rightarrow B$ gaz nie pobiera ciepła z otoczenia.	P	F
2.	W przemianie $A \rightarrow D$ nie zmienia się energia wewnętrzna gazu.	P	F
3.	Siła parcia gazu wykonuje największą pracę w przemianie $A \rightarrow B$ .	P	F

**Zadanie 6.2. (0–1)**

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A, B albo C i jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.

Temperatura gazu w przemianie  $A \rightarrow C$

A.	rośnie,
B.	pozostaje stała,
C.	maleje,

ponieważ w przemianie  $A \rightarrow C$  wraz ze wzrostem  $V$

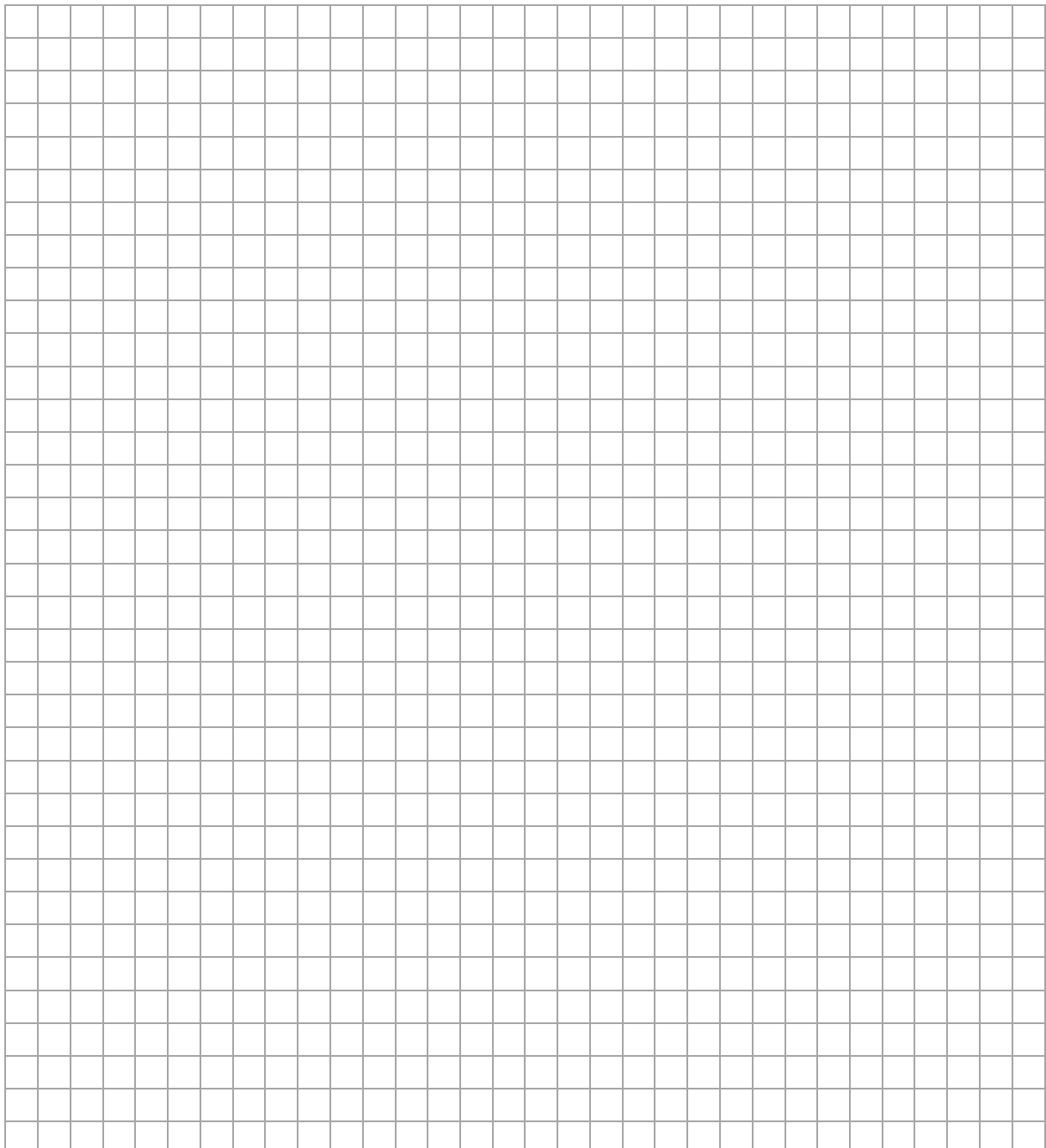
1.	nie zmienia się liczba moli gazu.
2.	maleje iloczyn $pV$ .
3.	rośnie iloraz $\frac{V}{p}$ .

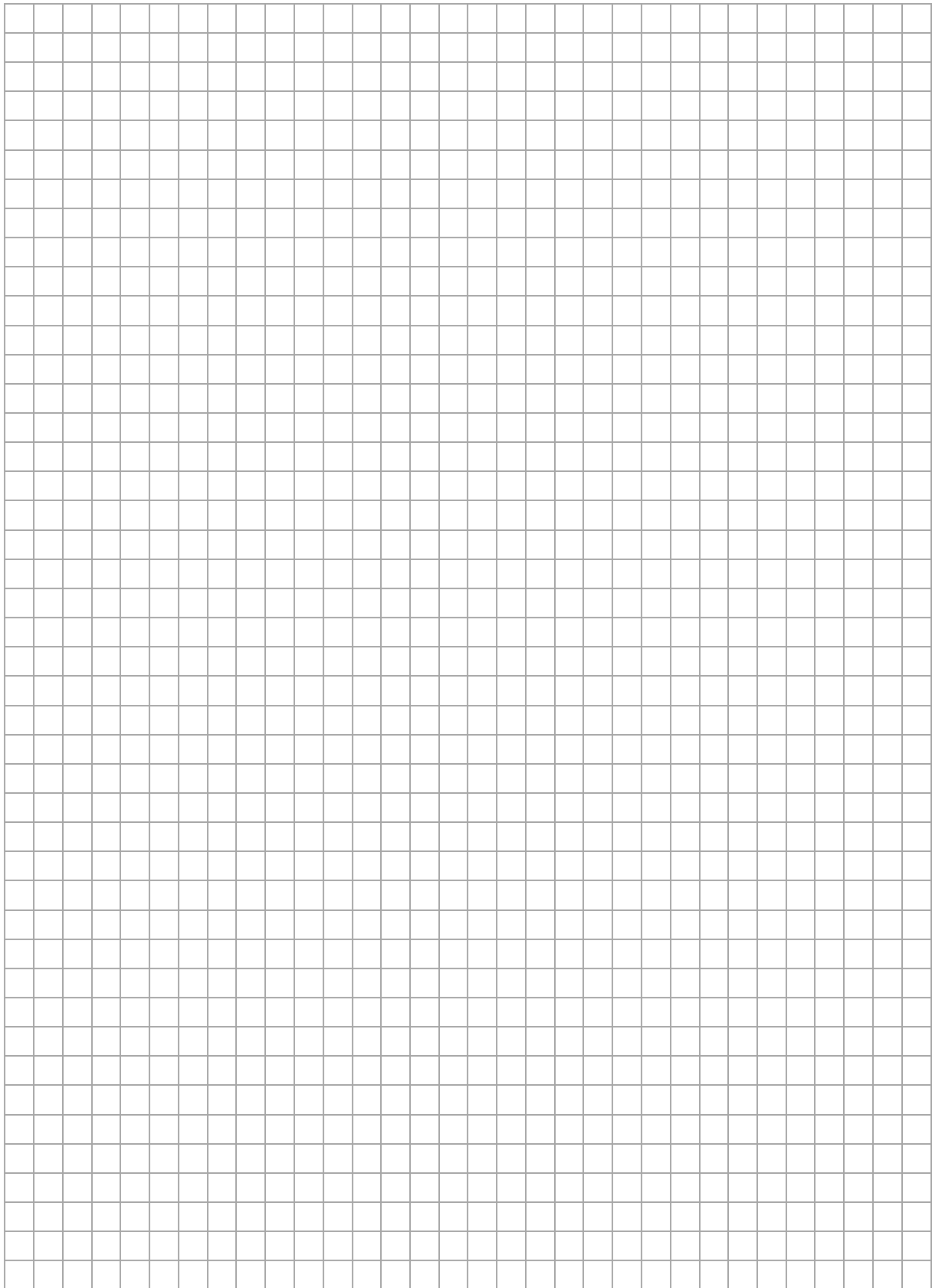
**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

**Zadanie 6.3. (0–3)**

Wykaż, że w przemianie  $A \rightarrow C$  gaz pobiera ciepło z otoczenia. Powołaj się na odpowiednie właściwości przemian i zapisz niezbędne zależności fizyczne uzasadniające to stwierdzenie.

Wskazówka: Porównaj przemianę  $A \rightarrow C$  z przemianą  $A \rightarrow D$  albo rozważ cykl kołowy  $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ .

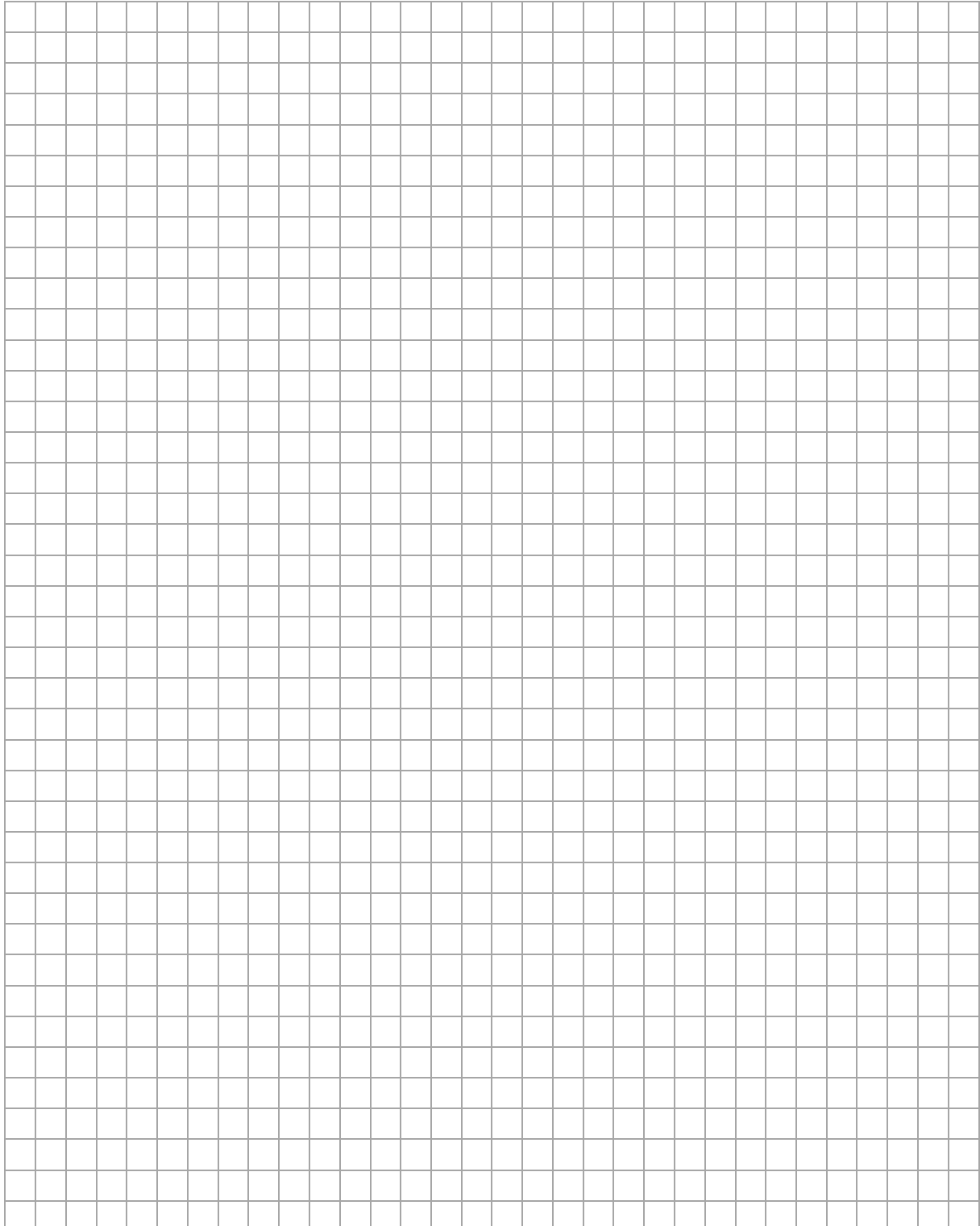




**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

**Zadanie 6.4. (0–2)**

Oblicz ciśnienie  $p_Y$  gazu w stanie  $Y$ . Wynik zapisz w postaci iloczynu liczby rzeczywistej, zaokrąglonej do dwóch cyfr znaczących, i symbolu  $p_1$ .





### Zadanie 7.

Blok lodu o temperaturze  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  i masie  $430\text{ g}$  włożono do  $1500\text{ g}$  wody o temperaturze  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Po pewnym czasie cały lód się stopił, a woda osiągnęła ustaloną temperaturę  $T$  w każdym punkcie. Podczas tego procesu, aż do ustalenia się temperatury wody, układ (lód oraz woda) oddał do otoczenia  $60\text{ kJ}$  ciepła.

W zadaniu pomiń efekty związane z parowaniem. Przyjmij do obliczeń:

$$c_l = 2\,050 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \quad (\text{ciepło właściwe lodu}),$$

$$L = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (\text{ciepło topnienia lodu}),$$

$$c_w = 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \quad (\text{ciepło właściwe wody}).$$

**Zadanie 7.1. (0–1)**

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A, B albo C oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.

Podczas topnienia blok lodu

A.	pobiera ciepło z wody,
B.	oddaje ciepło do wody,
C.	nie wymienia ciepła z wodą,

a średnia energia kinetyczna jego cząsteczek

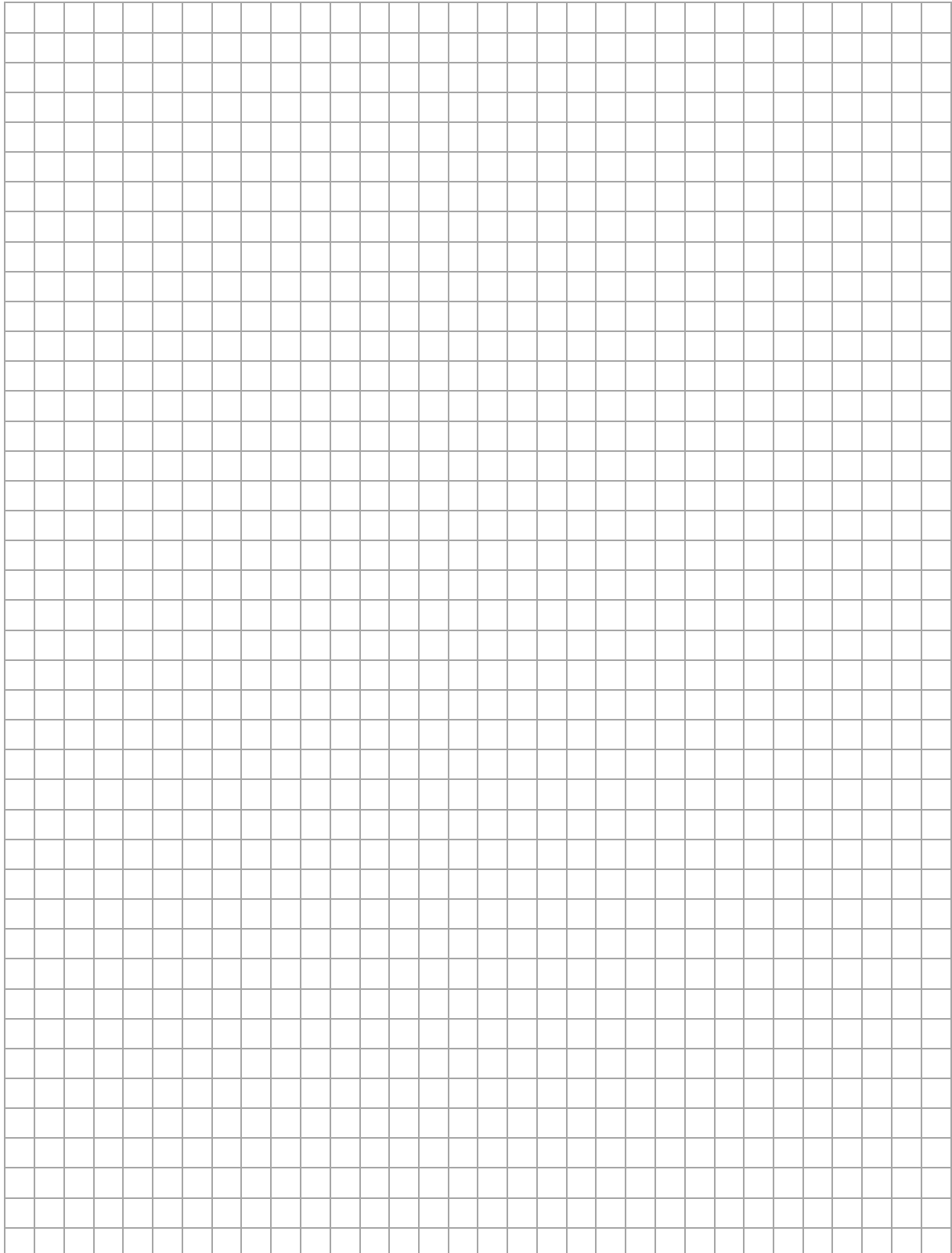
1.	maleje.
2.	rośnie.
3.	pozostaje stała.

**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

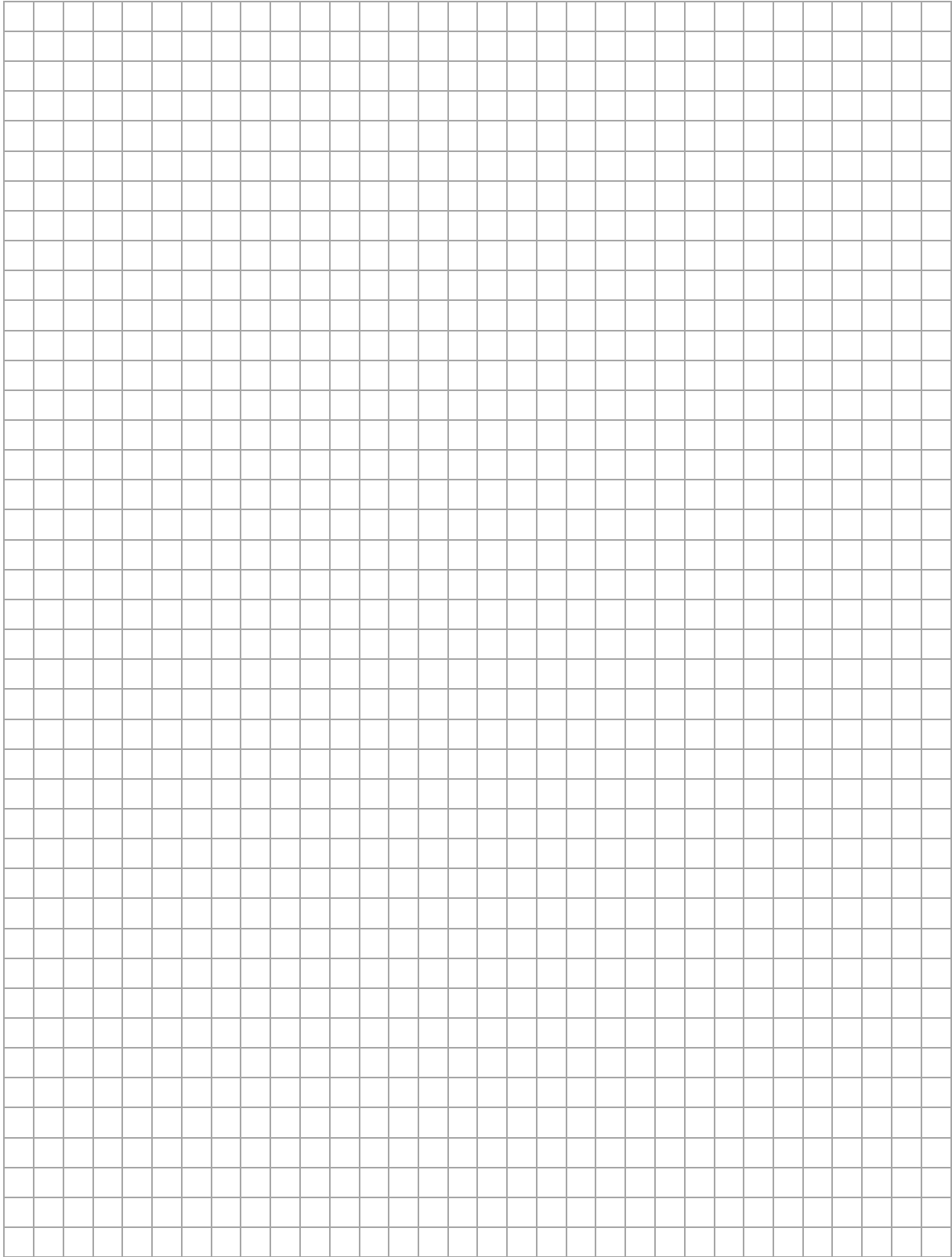
**Zadanie 7.2. (0–3)**

Oblicz  $T$  – temperaturę wody, jaka ustali się po stopieniu lodu.

Wynik możesz podać w °C lub K. Zapisz obliczenia.







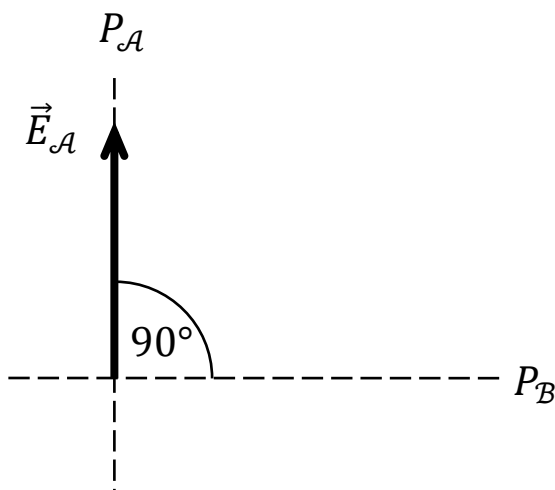
### Zadanie 8.

W doświadczeniu 1. wiązka niespolaryzowanego światła pada na polaryzator liniowy  $\mathcal{A}$ . Światło, które przeszło przez polaryzator  $\mathcal{A}$ , dalej pada prostopadłe na polaryzator liniowy  $\mathcal{B}$ , którego płaszczyzna polaryzacji  $P_{\mathcal{B}}$  jest ustawiona pod kątem  $90^\circ$  względem płaszczyzny polaryzacji  $P_{\mathcal{A}}$  polaryzatora  $\mathcal{A}$  (zobacz rysunek 1.). Okazuje się, że światło nie przechodzi dalej przez polaryzator  $\mathcal{B}$ .

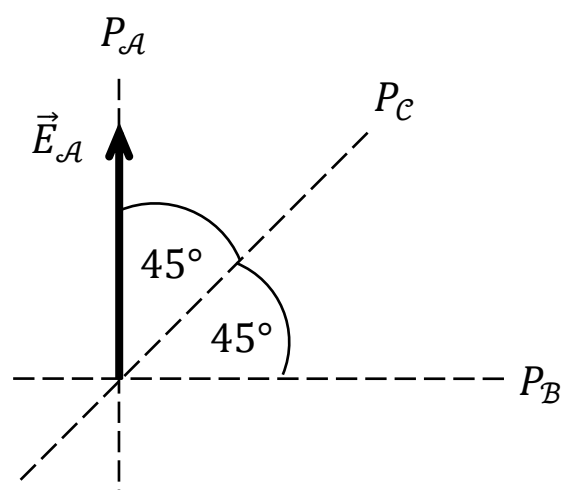
W doświadczeniu 2. pomiędzy polaryzatory  $\mathcal{A}$  i  $\mathcal{B}$  wstawiono trzeci polaryzator liniowy  $\mathcal{C}$ , którego płaszczyzna polaryzacji  $P_{\mathcal{C}}$  jest ustawiona pod kątem  $\alpha = 45^\circ$  względem  $P_{\mathcal{A}}$  oraz  $P_{\mathcal{B}}$  (zobacz rysunek 2.). Okazuje się, że w takim przypadku część wiązki światła niespolaryzowanego padająca na  $\mathcal{A}$  przejdzie przez polaryzator  $\mathcal{B}$ .

Na rysunkach oznaczono jako  $\vec{E}_{\mathcal{A}}$  amplitudę fali elektromagnetycznej (wektor natężenia pola elektrycznego) po przejściu przez polaryzator  $\mathcal{A}$ .

Rysunek 1.

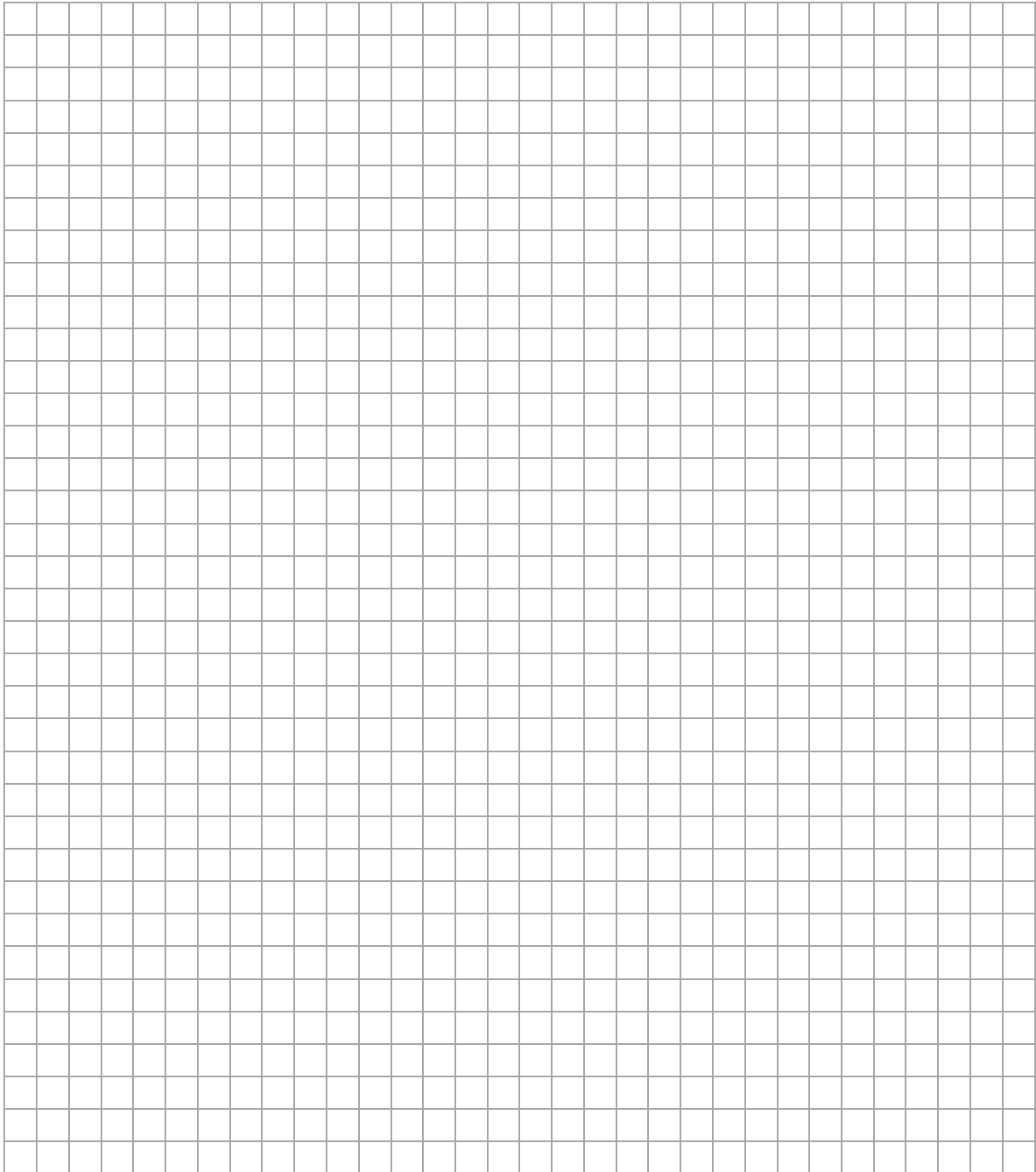


Rysunek 2.



**Zadanie 8.1. (0–2)**

Wyjaśnij, dlaczego w pierwszym doświadczeniu światło nie przechodzi przez układ polaryzatorów  $\mathcal{A}$ – $\mathcal{B}$ , oraz wyjaśnij, dlaczego w drugim doświadczeniu światło przechodzi przez układ polaryzatorów  $\mathcal{A}$ – $\mathcal{C}$ – $\mathcal{B}$ .

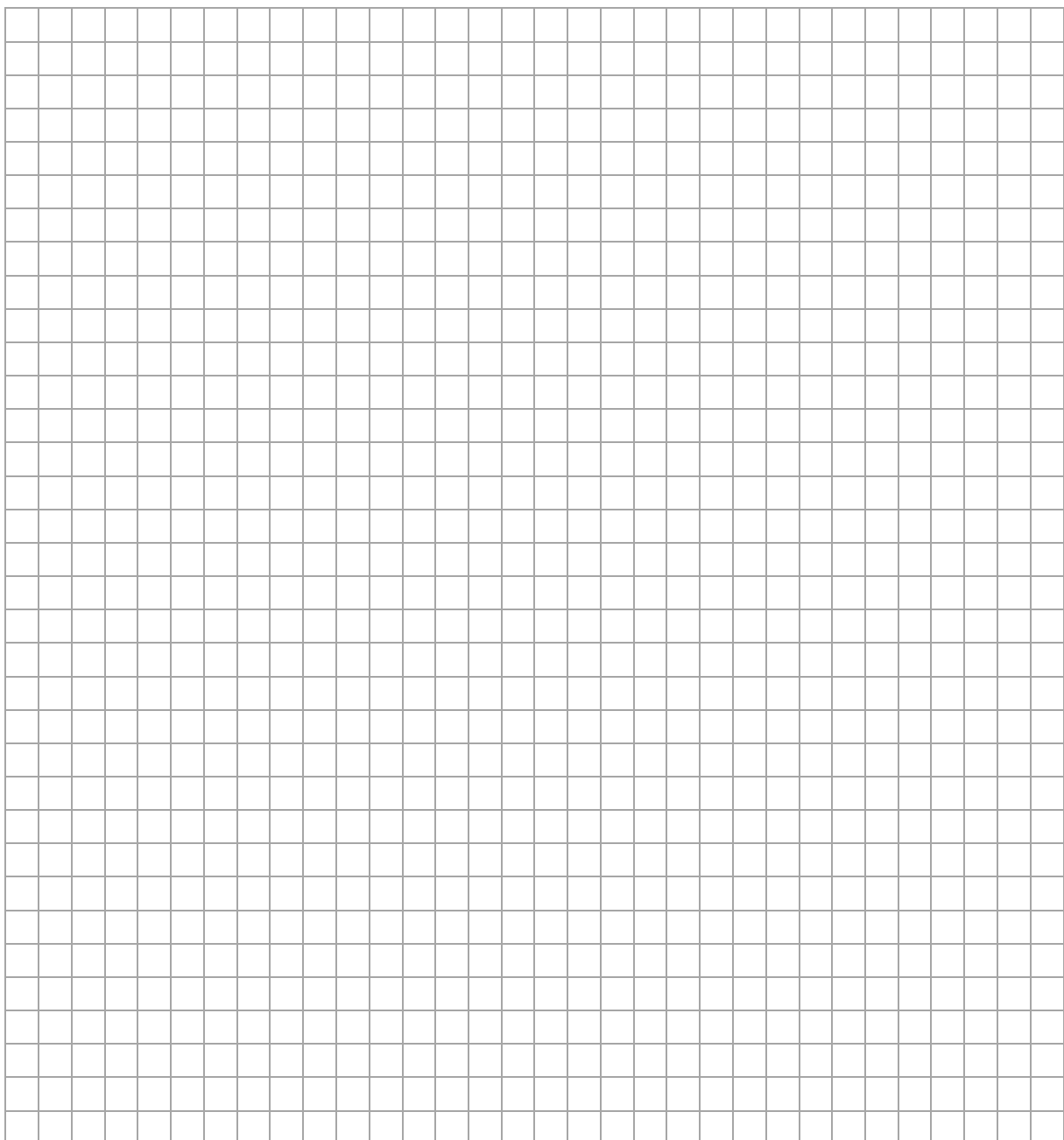


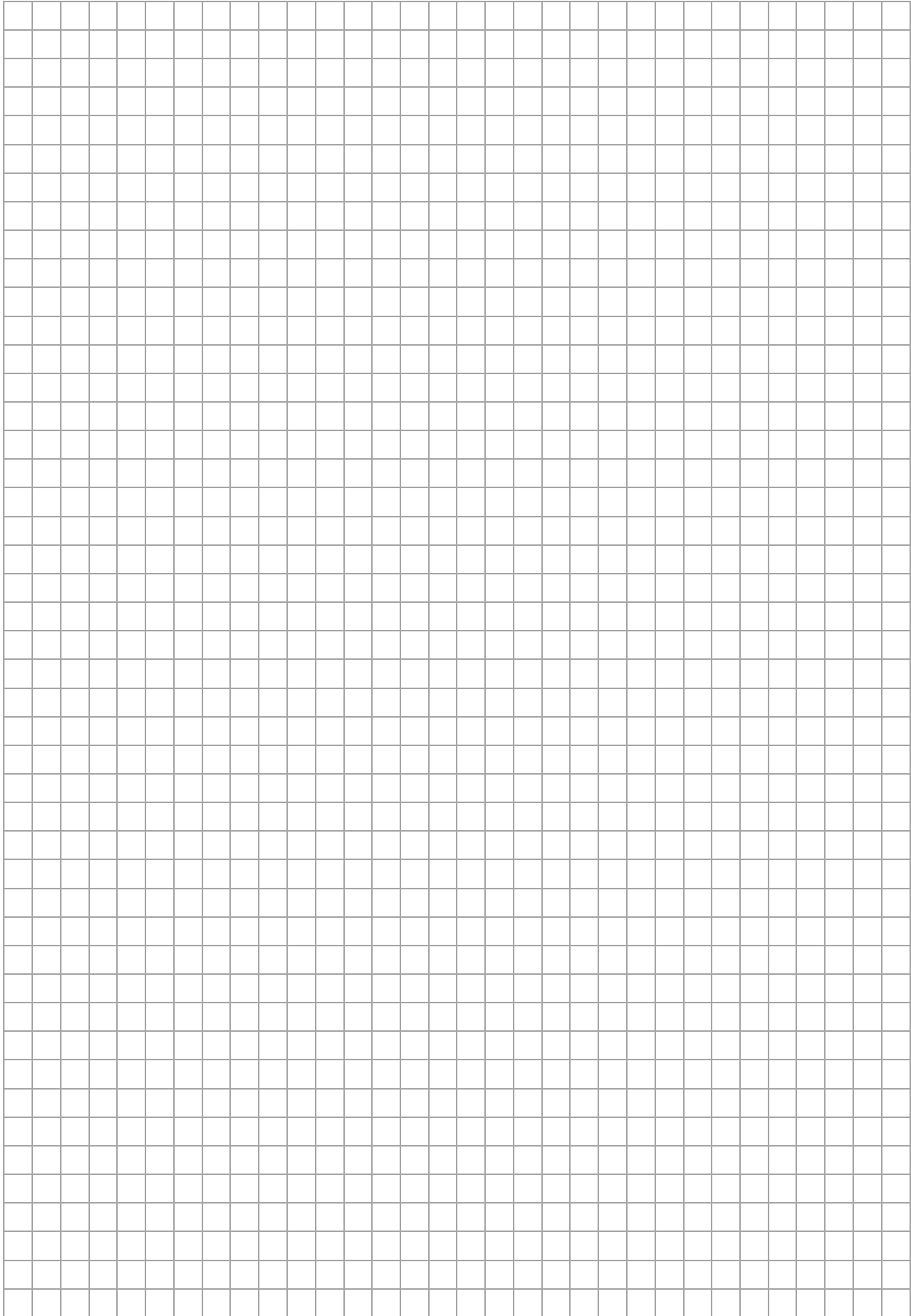
**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

**Zadanie 8.2. (0–3)**

Natężenie fali elektromagnetycznej po przejściu przez polaryzator  $\mathcal{A}$  oznaczmy jako  $I_{\mathcal{A}}$ , a natężenie fali elektromagnetycznej po przejściu przez polaryzator  $\mathcal{B}$  (w drugim doświadczeniu) oznaczmy jako  $I_{\mathcal{B}}$ .

Oblicz stosunek  $\frac{I_{\mathcal{B}}}{I_{\mathcal{A}}}$ . Zapisz obliczenia.

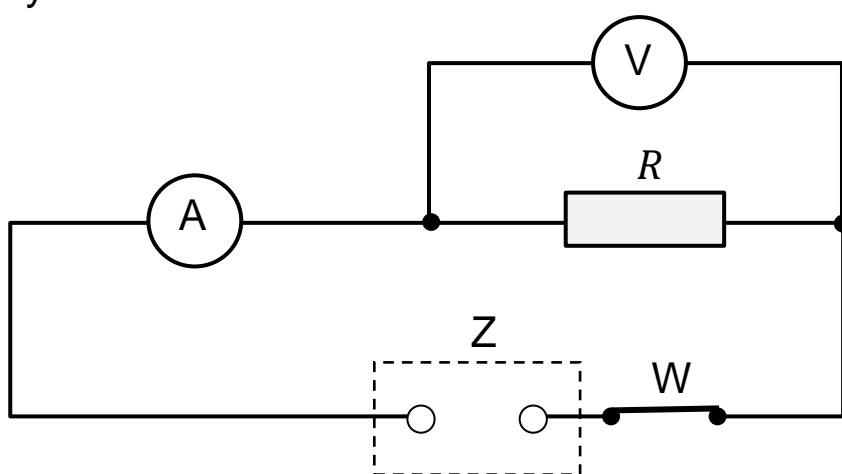




### Zadanie 9. (0–3)

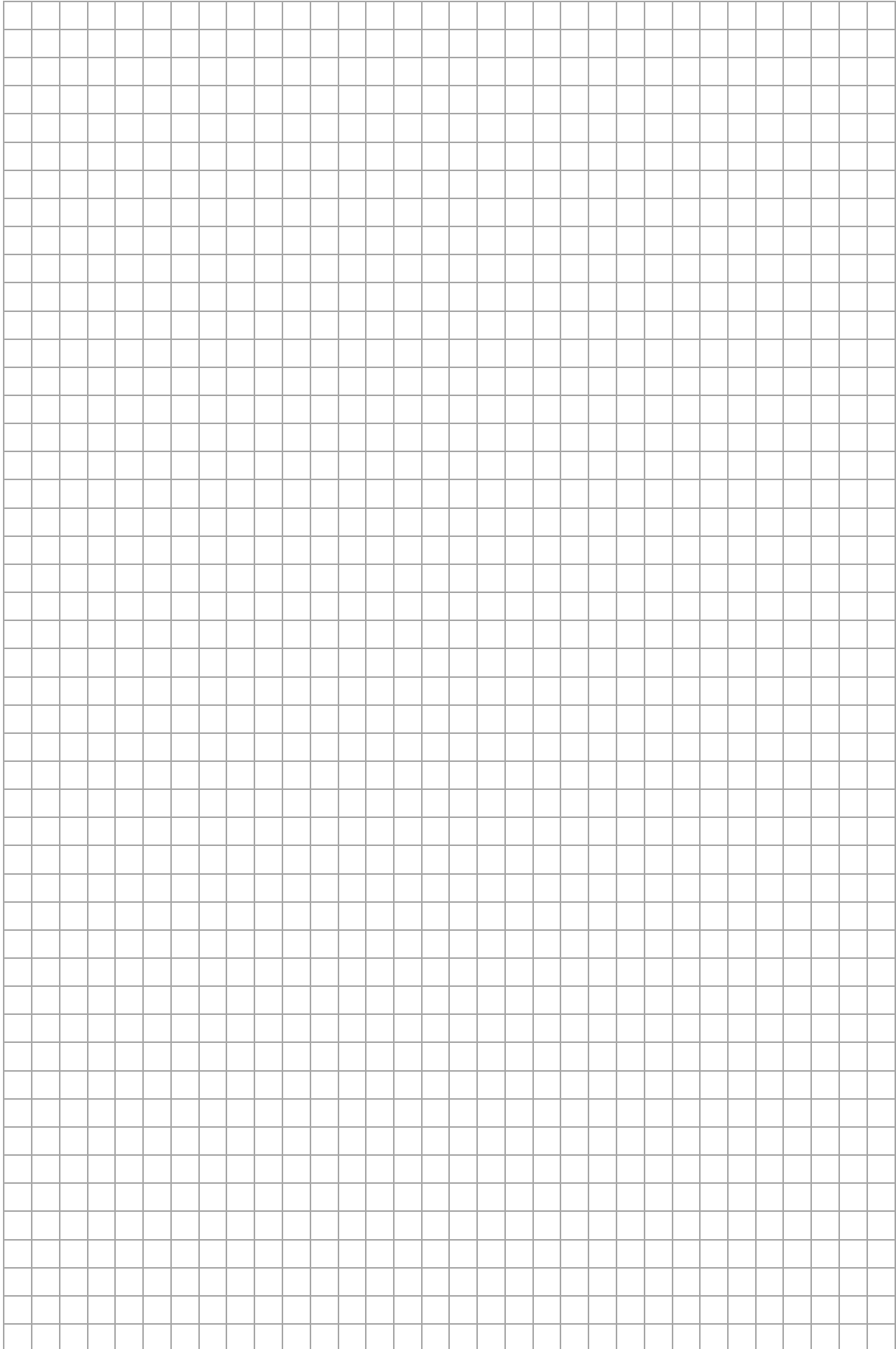
Uczeń zamierzał wyznaczyć opór  $R$  pewnego opornika. W tym celu zbudował obwód elektryczny, składający się z: badanego opornika, wyłącznika  $W$ , mierników natężenia prądu i napięcia (czułego miliamperomierza  $A$  i woltomierza  $V$ ) oraz zasilacza  $Z$  (stałego napięcia). Schemat obwodu przedstawiono na poniższym rysunku:

Rysunek



Po zamknięciu wyłącznika  $W$  popłynął w obwodzie prąd elektryczny. W tym czasie amperomierz wskazywał natężenie prądu  $I_A = 215 \mu\text{A}$ , a woltomierz wskazywał napięcie  $U_V = 12,0 \text{ V}$ . Opór elektryczny woltomierza wynosi  $R_V = 0,80 \text{ M}\Omega$ .

Oblicz opór  $R$  opornika.

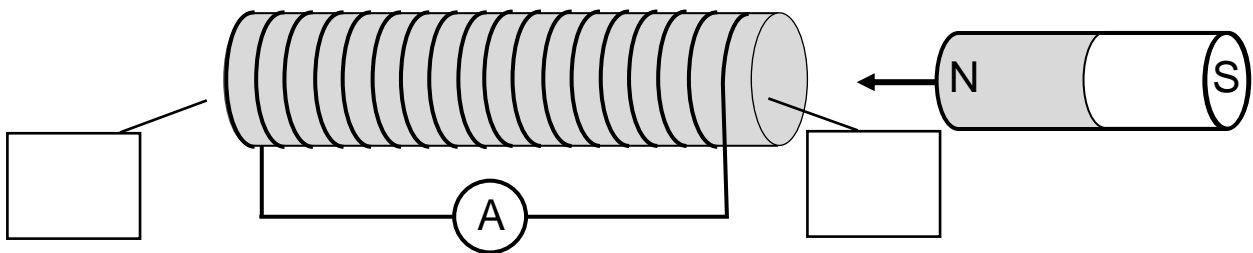



### Zadanie 10. (0–2)

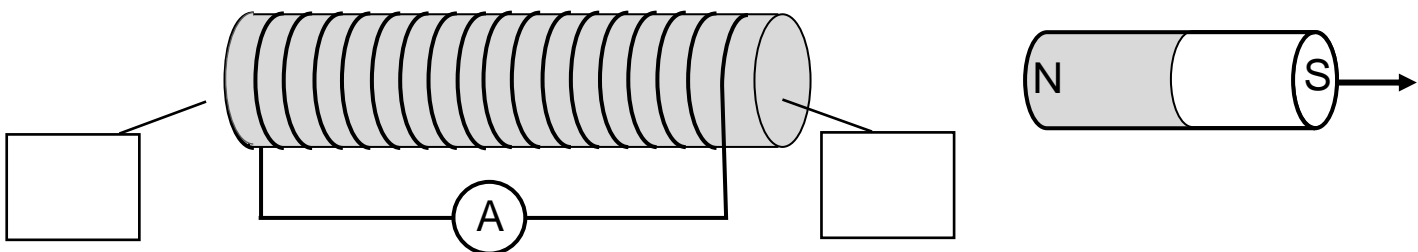
W pobliżu zwojnicy z rdzeniem ferromagnetycznym podłączonej do amperomierza przemieszczano magnes walcowy: naprzemiennie zbliżano go do zwojnicy (w sposób pokazany na rysunku 1.) oraz oddalano go od zwojnicy (w sposób pokazany na rysunku 2.).

Na rysunkach 1. i 2. zaznacz strzałką, w którą stronę płynie prąd przez amperomierz, oraz wpisz na obu rysunkach w wyznaczone komórki oznaczenia biegunów magnetycznych, powstających na krańcach ferromagnetycznego rdzenia.

Rysunek 1.



Rysunek 2.





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

### Zadanie 11.

Gdy elektron w atomie wodoru przechodzi z poziomu energetycznego  $n = a$  na niższy poziom energetyczny  $n = b$  (gdzie  $a > b$ ), to następuje emisja fotonu z atomu wodoru.

Takie przejście elektronu pomiędzy poziomami w atomie wodoru oznaczmy jako  $a \rightarrow b$ . Rozważmy następujące przejścia elektronu pomiędzy stanami w atomie wodoru:

$$4 \rightarrow 1 \quad 3 \rightarrow 1 \quad 2 \rightarrow 1$$

$$4 \rightarrow 2 \quad 3 \rightarrow 2$$

$$4 \rightarrow 3$$

Różnice energii pomiędzy poziomami (od  $n = 1$  do  $n = 4$ ) w atomie wodoru reprezentują odległości między odcinkami poziomymi na poniższym diagramie. Stosunki tych odległości (w pionie) odpowiadają stosunkom różnic energii. Energia stanu podstawowego wynosi  $E_1 = -13,61 \text{ eV}$ .

Diagram

$$n = 4 \text{ —————}$$

$$n = 3 \text{ —————}$$

$$n = 2 \text{ —————}$$

$$n = 1 \text{ —————}$$

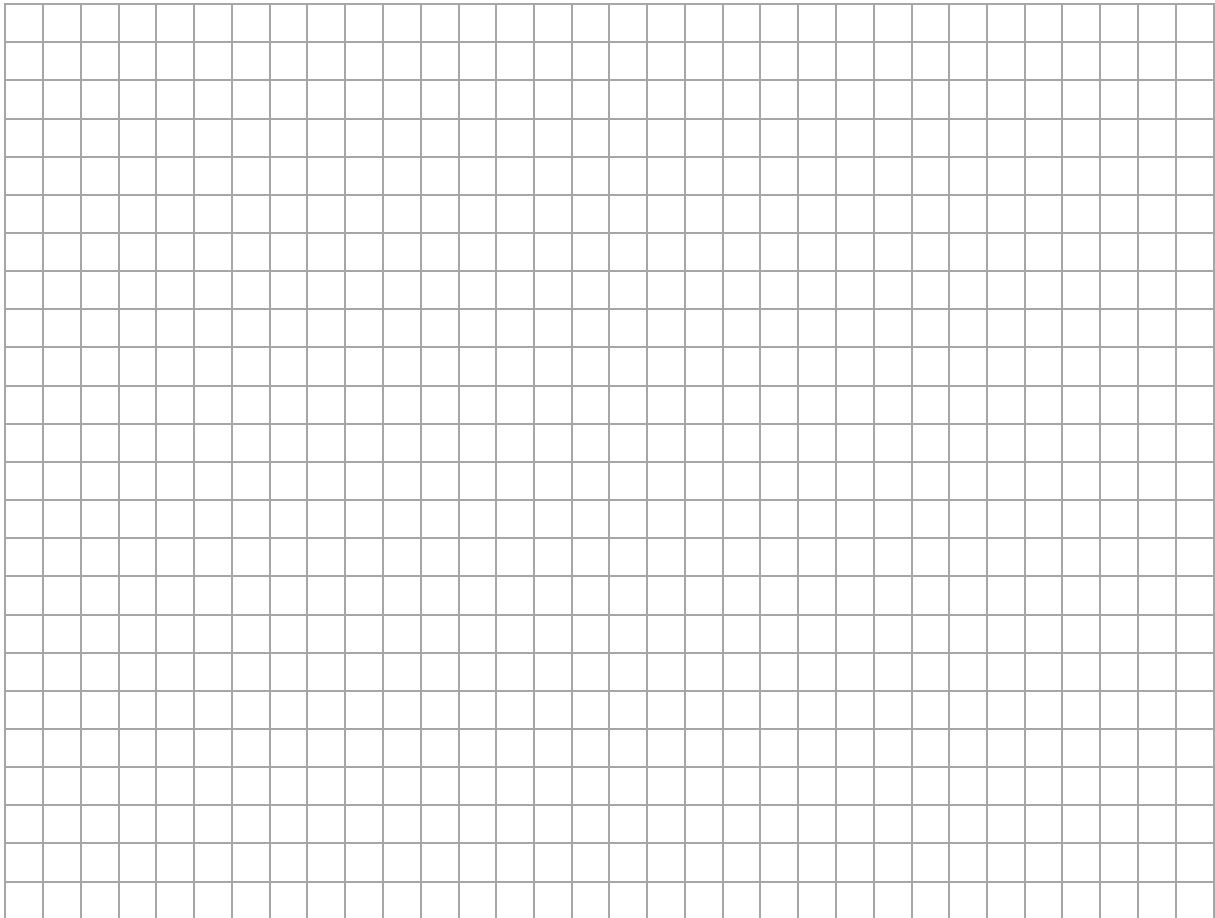
**Zadanie 11.1. (0–1)**

Częstotliwości fotonów emitowanych podczas przejść  $a \rightarrow b$  oznaczmy jako  $f_{ab}$ .

Uporządkuj rosnąco częstotliwości fotonów emitowanych podczas przejść wymienionych w zadaniu 11. (strona 50).  
Wpisz odpowiednie oznaczenia częstotliwości w wykropkowane miejsca, tak aby relacja w ten sposób zapisana była prawdziwa.

..... < ..... < ..... < ..... < ..... < .....

**Brudnopis do zadania 11.1.**



**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

### Zadanie 11.2. (0–3)

Poniżej zapisano długości fal odpowiadających liniom  $L_1$ – $L_4$  widma emisyjnego atomu wodoru w zakresie światła widzialnego:

$L_1$ : 410 nm

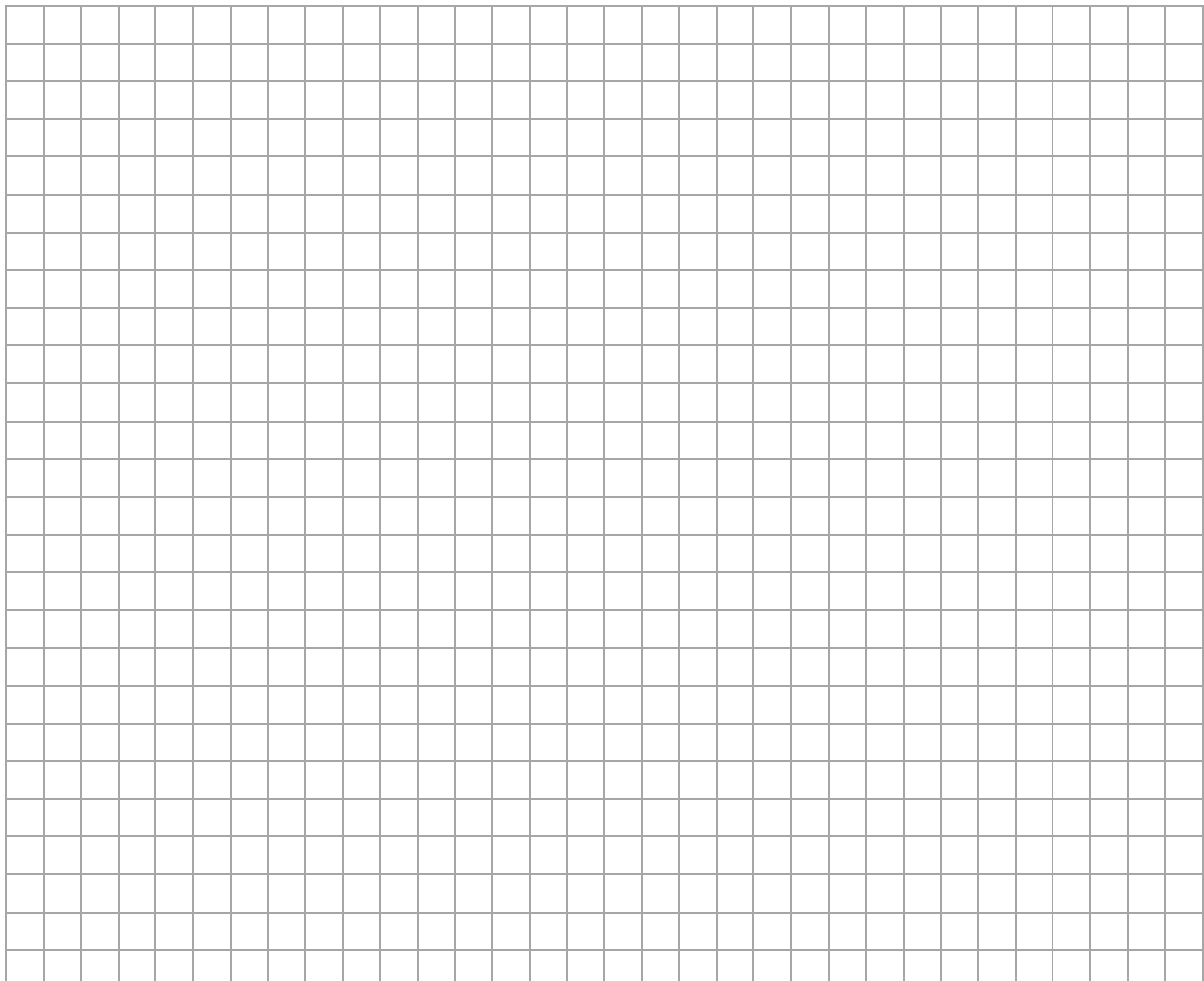
$L_2$ : 434 nm

$L_3$ : 486 nm

$L_4$ : 656 nm

Ustal i zapisz, któremu spośród przejść wymienionych na stronie 50 odpowiada linia widmowa  $L_3$ . Wykonaj i zapisz odpowiednie obliczenia uzasadniające to przyporządkowanie.

Uwaga! Pomiń odrzut atomu w wyniku emisji fotonu.

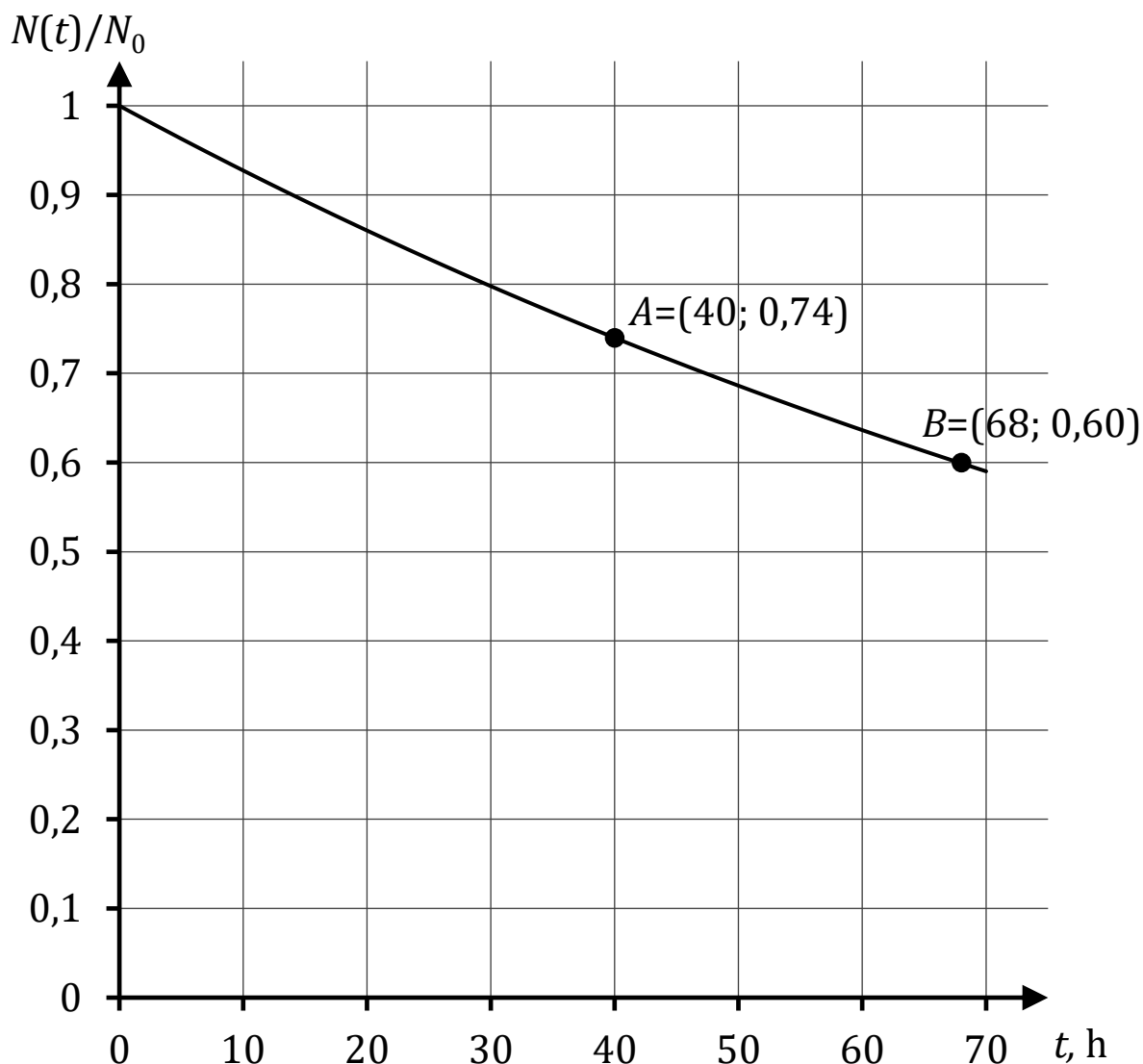




### Zadanie 12.

Izotop radonu  $^{222}\text{Rn}$  powstaje w wyniku przemiany (rozpadu)  $\alpha$  pewnego pierwiastka oraz sam ulega przemianie (rozpadowi), podczas której emituje cząstkę  $\alpha$ . Pierwiastek, z którego powstaje izotop radonu  $^{222}\text{Rn}$ , oznaczmy jako  $X$ , a pierwiastek, w który się przemienia izotop radonu  $^{222}\text{Rn}$ , oznaczmy jako  $Y$ .

Na wykresie poniżej przedstawiono fragment zależności  $N(t)/N_0$  – ułamka liczby jąder  $^{222}\text{Rn}$  pozostających w próbce od czasu  $t$ . Liczba jąder w badanej próbce w chwili  $t = 0$  jest równa  $N_0$ . Punkty  $A$  i  $B$  należą do wykresu.



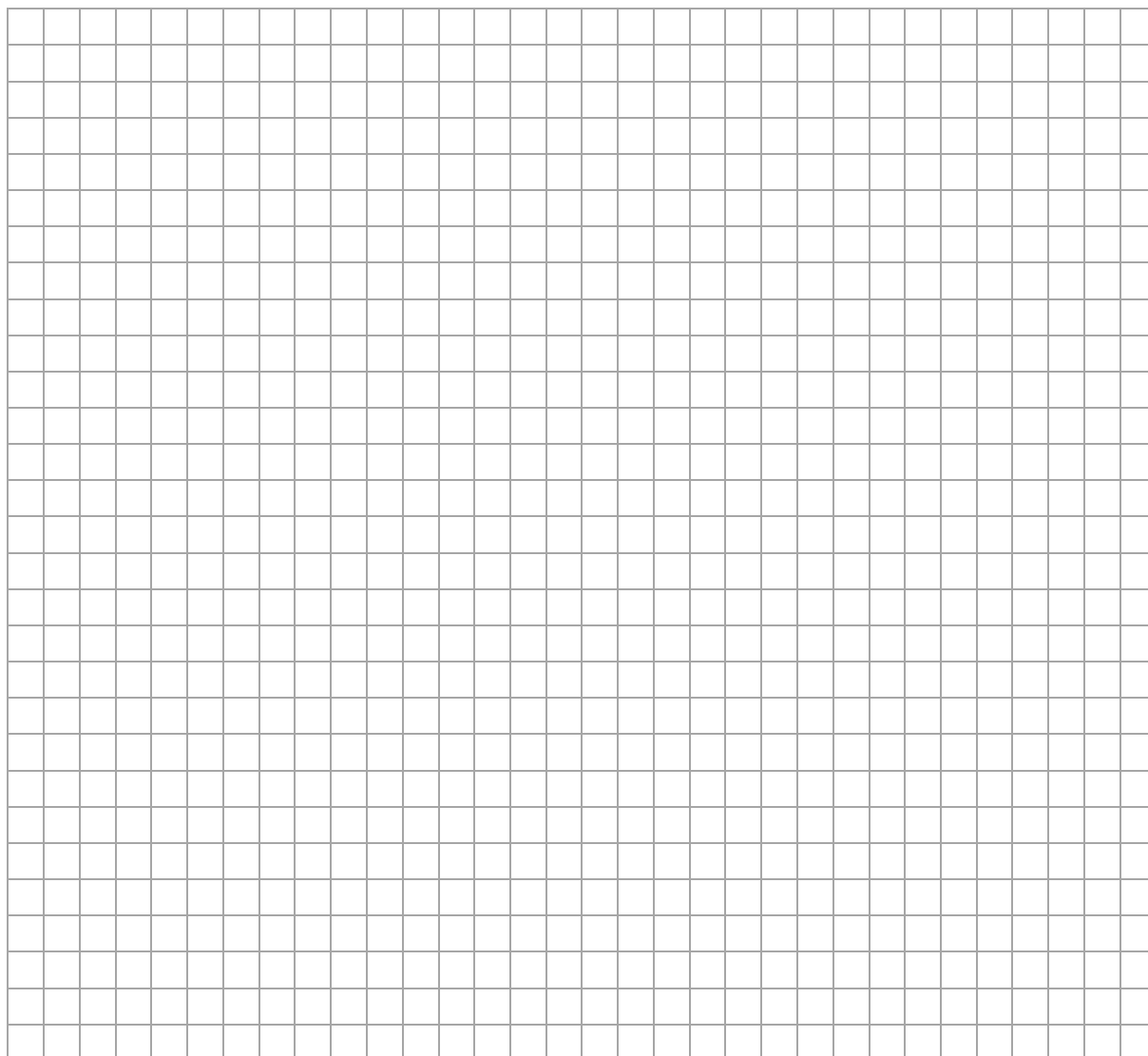
**Zadanie 12.1. (0–1)**

Ustal i zapisz symbole oraz nazwy pierwiastków oznaczonych w zadaniu 12. jako X oraz Y.

Symbol oraz nazwa pierwiastka X: .....

Symbol oraz nazwa pierwiastka Y: .....

**Brudnopis do zadania 12.1.**

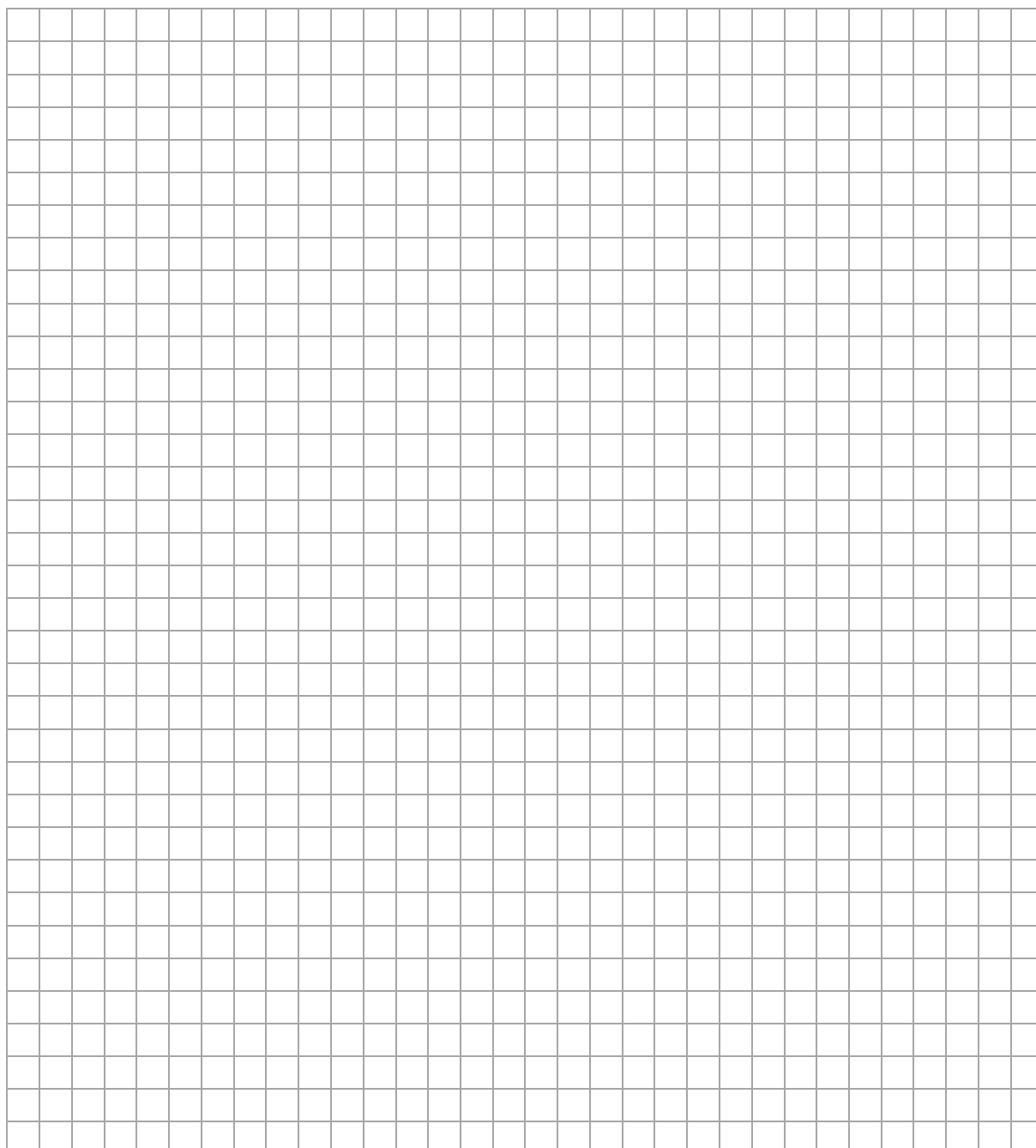


**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

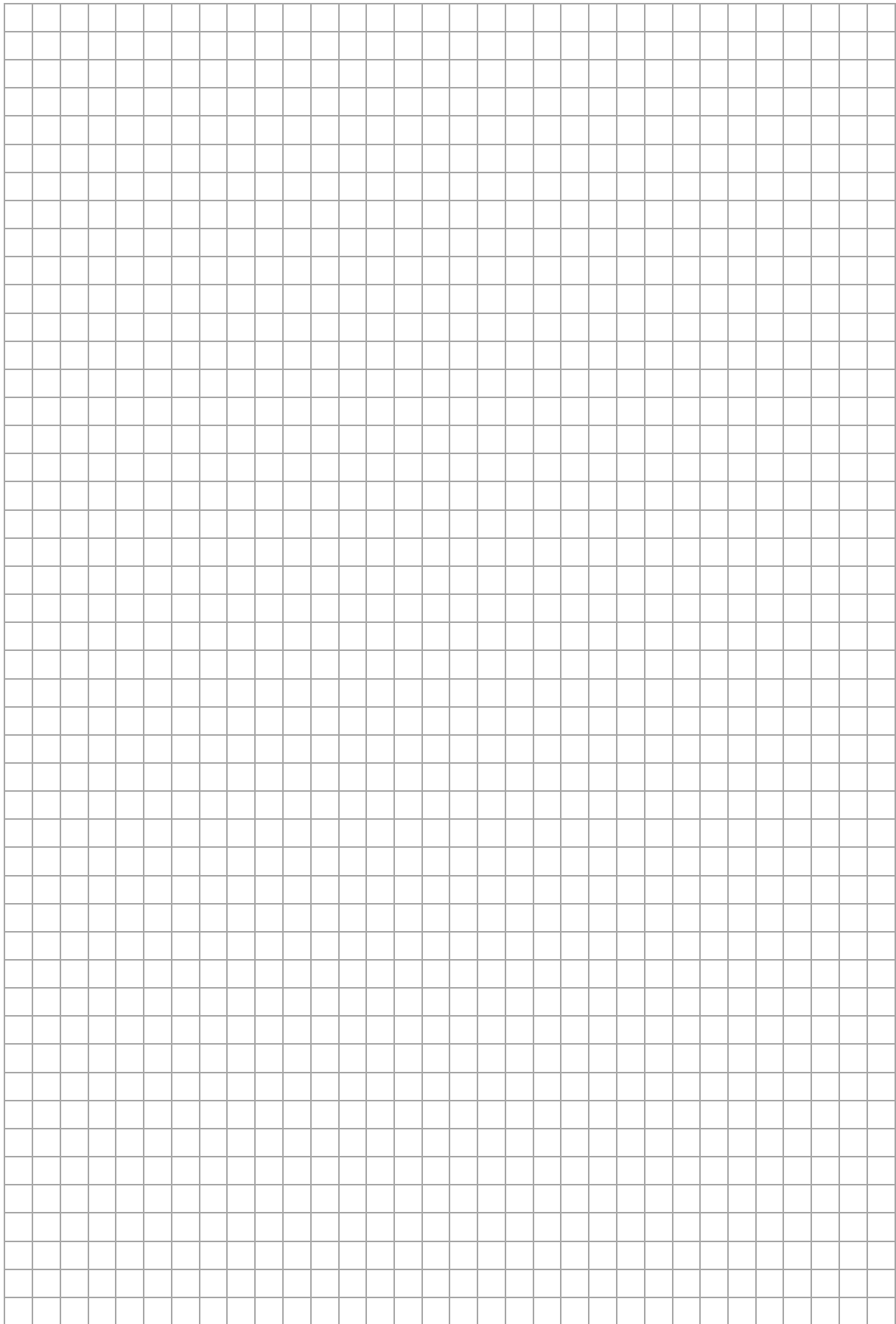
**Zadanie 12.2. (0–3)** 📄

Oblicz, jaki ułamek (lub %) z początkowej liczby  $N_0$  jąder izotopu radonu  $^{222}\text{Rn}$  pozostanie w próbce po 150 h, licząc od chwili  $t = 0$ . Wynik zapisz zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

Uwaga! Zwróć uwagę, że wykres nie jest liniowy.







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

