

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 Z FIZYKI

POZIOM ROZSZERZONY



ARKUSZ POKAZOWY

TERMIN: **4 marca 2022 r.**

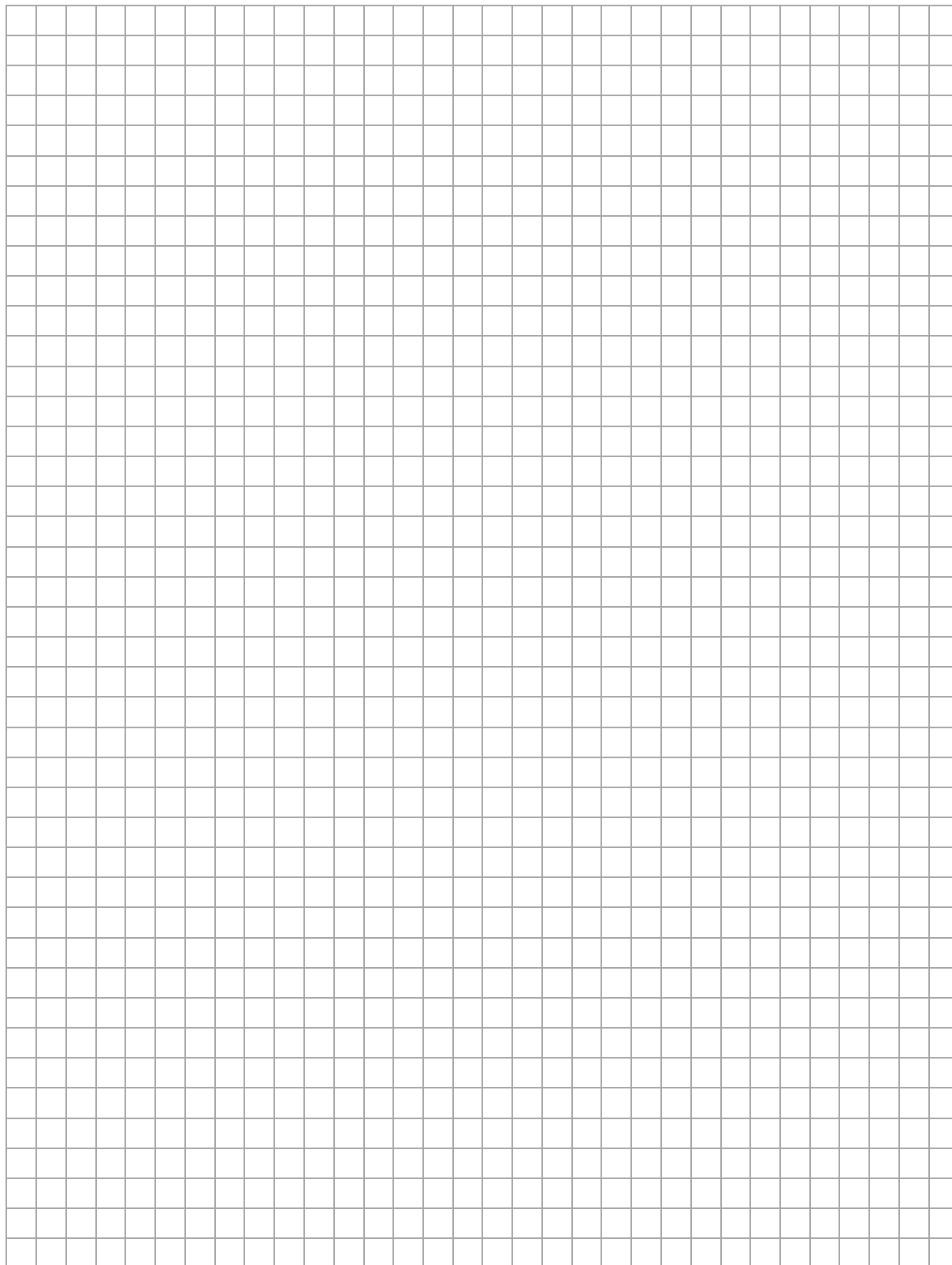
CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 28 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. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
11. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

MFAP-R0-**100**-2203

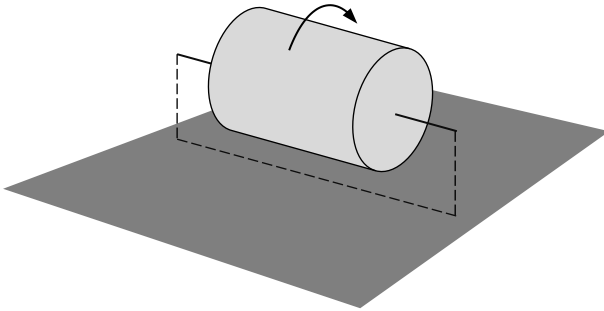
Zadanie 1.2. (0–3)**Oblicz v_0 – wartość prędkości początkowej tej kulki. Zapisz obliczenia.**

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1.	1.2.
	Maks. liczba pkt	1	3
	Uzyskana liczba pkt		

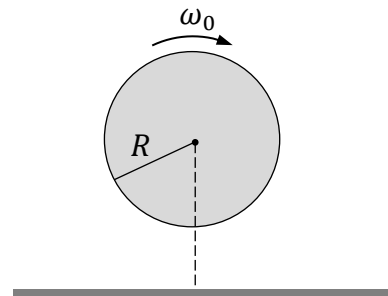
Zadanie 2.

Jednorodny walec o masie m i promieniu R obraca się z prędkością kątową ω_0 względem swojej osi symetrii. Obracający się walec jest utrzymywany poziomo w ten sposób, że nie dotyka podłoża (zobacz rysunki 1. i 2.). Moment bezwładności walca względem jego osi symetrii jest równy $I = \frac{1}{2}mR^2$.

Rysunek 1.

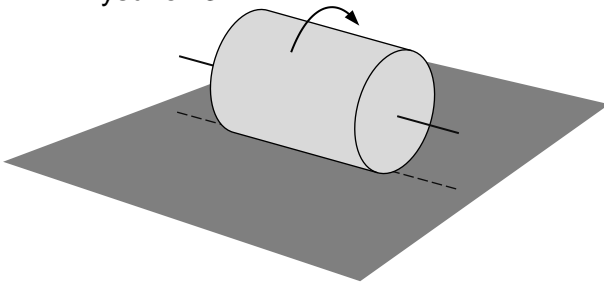


Rysunek 2. (widok z boku)

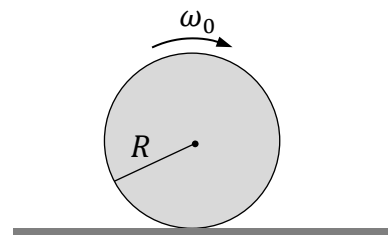


W pewnej chwili $t_0 = 0$ obracający się walec położono na twardym, poziomym podłożu (zobacz rysunki 3. i 4.). Prędkość ruchu postępowego walca w chwili t_0 była równa zero. Od tego momentu – na skutek ruchu obrotowego – walec toczył się przez pewien czas z poślizgiem.

Rysunek 3.



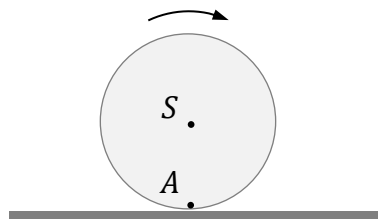
Rysunek 4. (widok z boku)



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.

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,	a prędkość kątowna ruchu obrotowego walca	1.	była stała.
B.	przyśpieszonym,		2.	się zwiększała.
C.	opóźnionym,		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 ω_1 .

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

Wskazówka: Podczas poślizgu $a \neq \epsilon R$, gdzie a jest wartością przyśpieszenia liniowego walca, ϵ jest wartością przyśpieszenia kątowego walca.

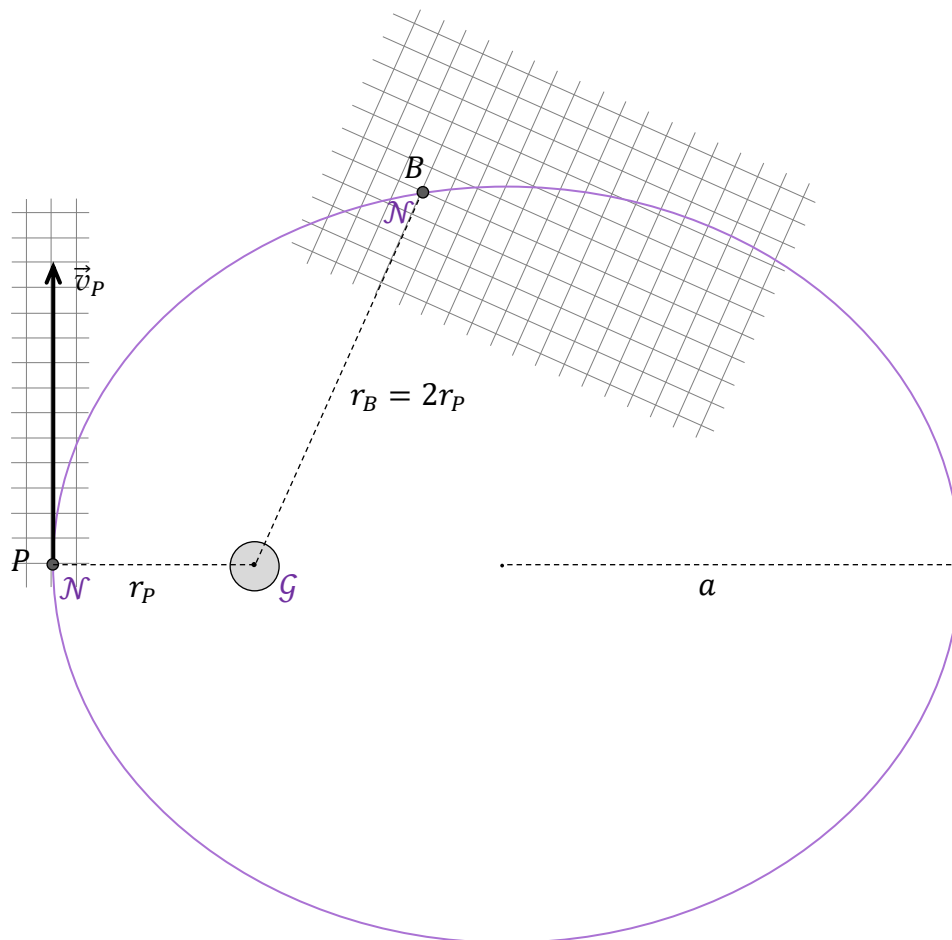
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.1.	2.2.	2.3.
	Maks. liczba pkt	1	1	4
	Uzyskana liczba pkt			

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 $r_B = 2r_P$. Długość boku kratki odpowiada umownej jednostce prędkości.

Do analizy zagadnienia przyjmij model zjawiska, w którym:

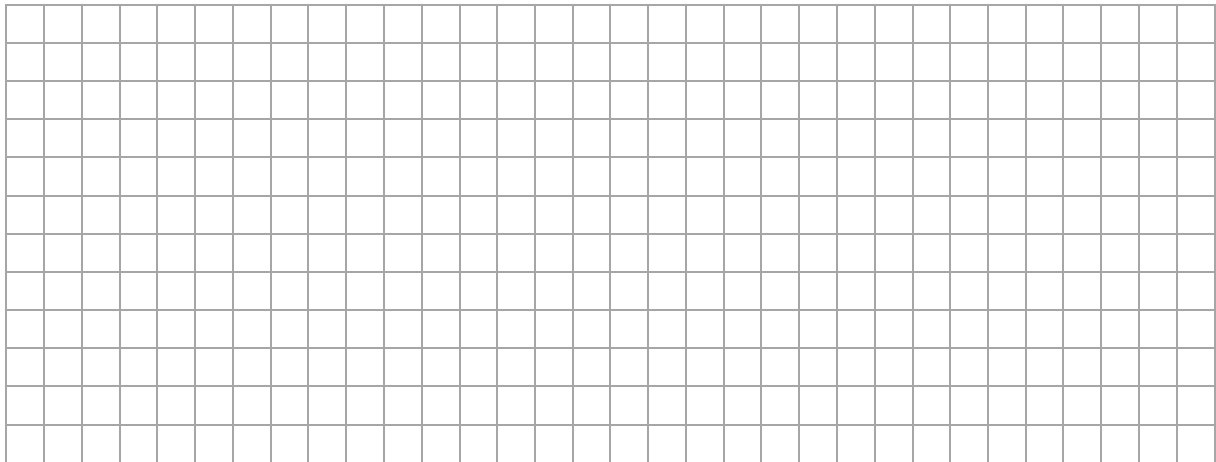
- ciało \mathcal{N} traktujemy jako punkt materialny
- przyjmujemy, że ciało \mathcal{N} oddziałuje jedynie z gwiazdą \mathcal{G}
- przyjmujemy, że środek masy układu przypada w środku gwiazdy \mathcal{G} .



Zadanie 3.1. (0–3)

Na rysunku powyżej skonstruuj i narysuj \vec{v}_B – wektor prędkości ciała w punkcie B . Uwzględnij poprawny kierunek i zwrot prędkości \vec{v}_B oraz proporcje między wartościami wektorów \vec{v}_B i \vec{v}_P . Poniżej opisz i uzasadnij krótko etapy konstrukcji – powołaj się na odpowiednie prawa / zależności fizyczne uzasadniające konstrukcję.

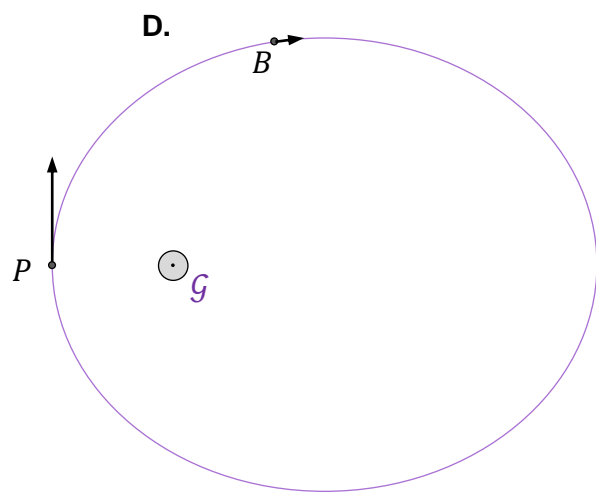
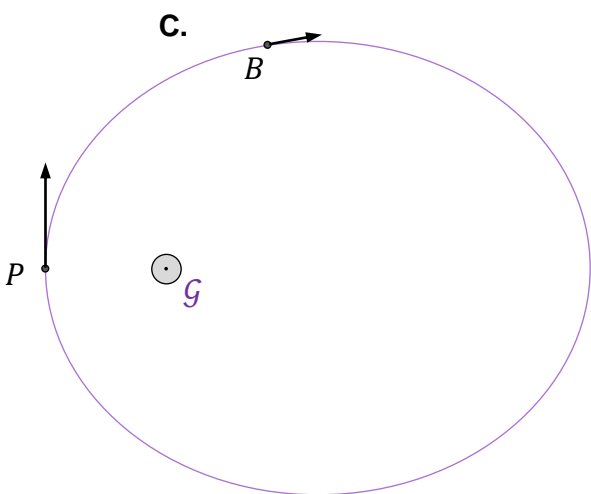
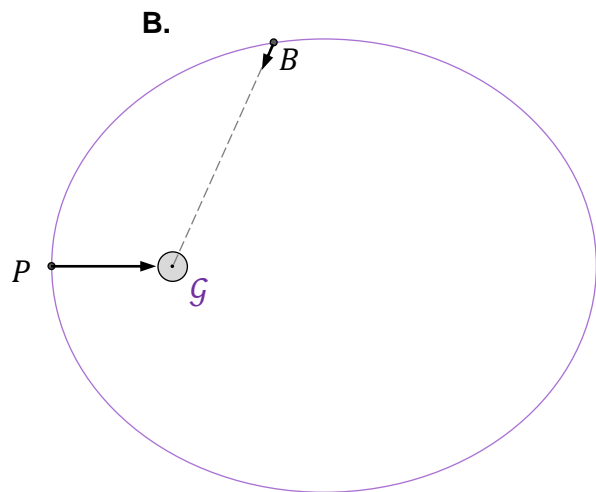
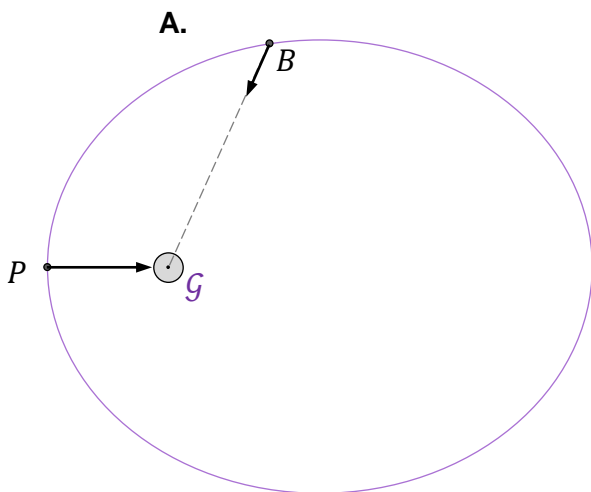
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Zadanie 3.2. (0–1)

Na którym rysunku (A–D) prawidłowo narysowano wektory sił grawitacji działających na ciało \mathcal{N} w punkcie P i w punkcie B ? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Uwaga! Długości wektorów sił odpowiadają ich wartościom wyrażonym w umownych jednostkach.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.	3.2.
	Maks. liczba pkt	3	1
Uzyskana liczba pkt			

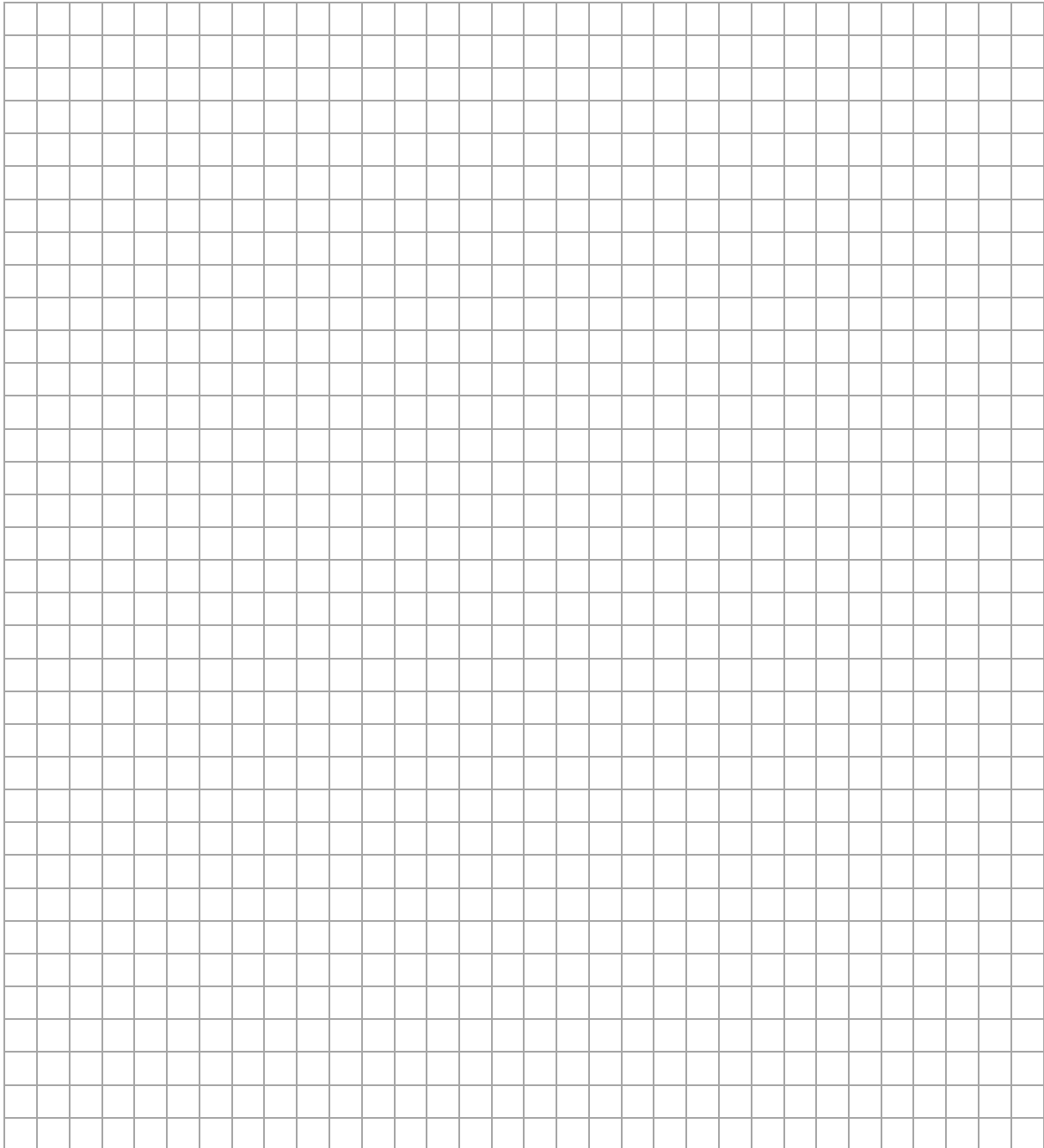
Zadanie 3.3. (0–3)

Masa gwiazdy \mathcal{G} wynosi $M_{\mathcal{G}} = 2M_{\mathcal{S}}$, gdzie $M_{\mathcal{S}}$ 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 półosi 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:*

$$a_{\mathcal{Z}} = 1 \text{ au} \quad \text{oraz} \quad T_{\mathcal{Z}} = 1 \text{ rok.}$$

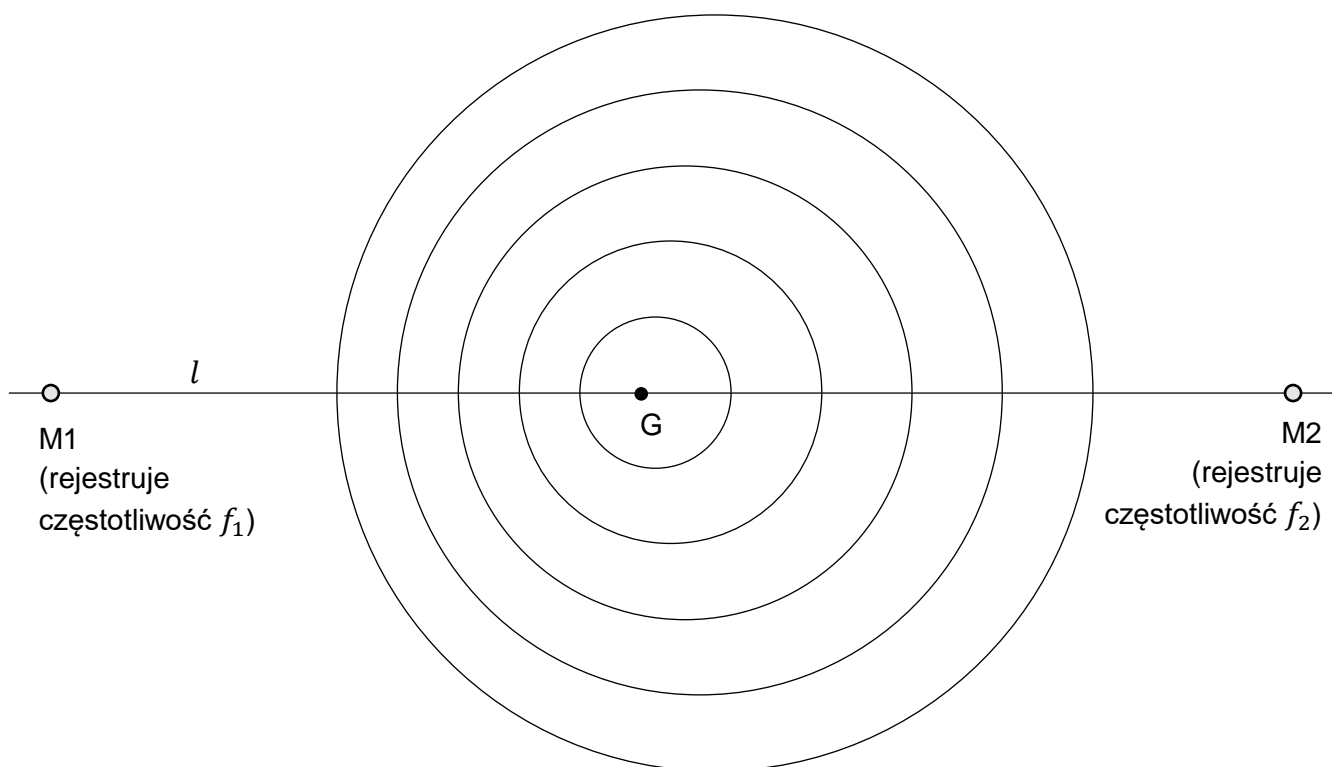


Zadanie 4.

Głośnik G poruszał się z prędkością o stałej wartości v po prostoliniowym torze l pomiędzy nieruchomymi mikrofonami M1 i M2 (zobacz rysunek 1.). 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 1. przedstawiono fragment chwilowego obrazu powierzchni falowych tego dźwięku w powietrzu w układzie odniesienia związanym z ziemią.

Rysunek 1.


**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,	a częstotliwości dźwięku rejestrowane przez oba mikrofony spełniają relację	1.	$f_1 > f_2$
			2.	$f_1 = f_2$
B.	mikrofonu M2,		3.	$f_1 < f_2$

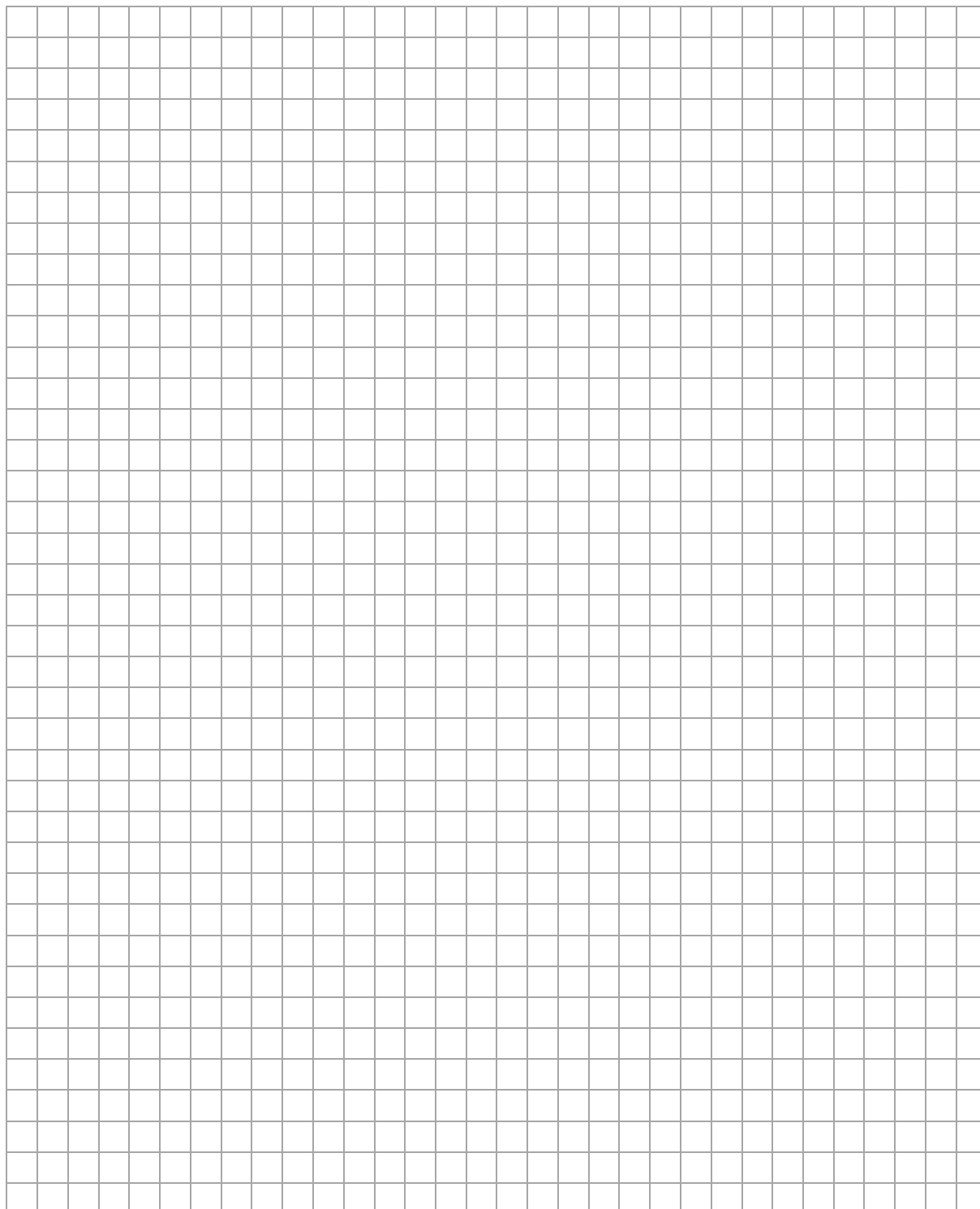
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.3.	4.1.
	Maks. liczba pkt	3	1
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 4.2. (0–4) 

Prędkość dźwięku w powietrzu ma wartość $v_d = 340$ m/s.

Oblicz prędkość głośnika G w sytuacji przedstawionej na rysunku 1. Zapisz obliczenia.

Uwaga! Niektóre dane liczbowe są zawarte w proporcjach odległości na rysunku. W celu rozwiązania zadania 4.2. wykonaj odpowiednie pomiary linijką – z dokładnością do 1 mm.

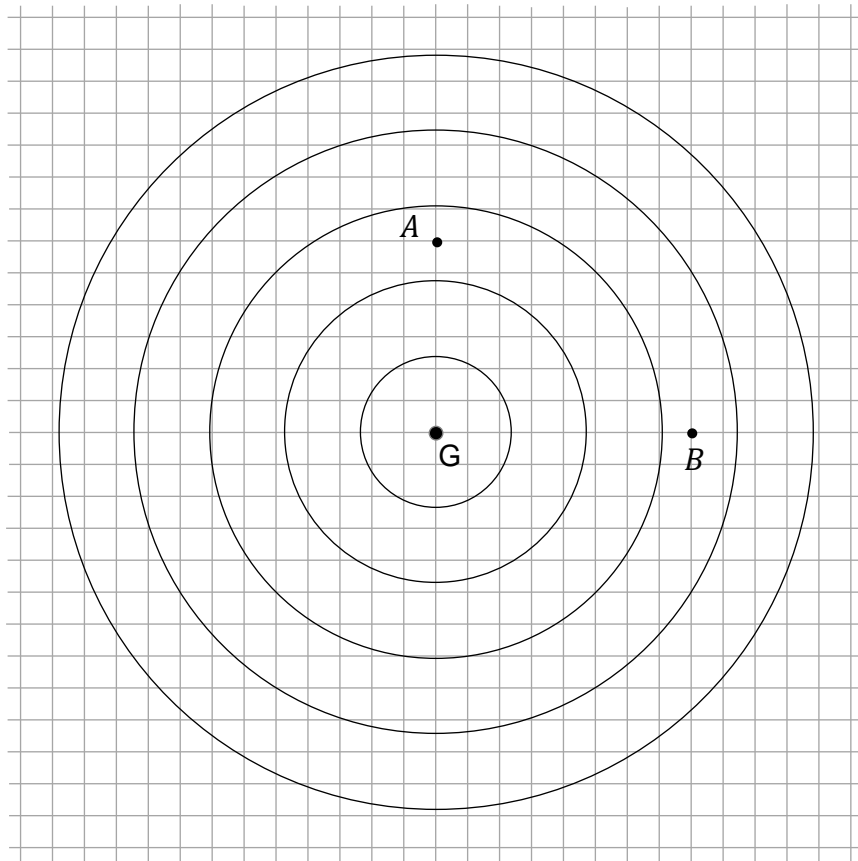


Zadanie 4.3. (0–1)

W pewnej chwili głośnik G zatrzymał się i wciąż emitował dźwięk o stałej częstotliwości f_0 – tak samo we wszystkich kierunkach. Na rysunku 2. przedstawiono fragment chwilowego obrazu powierzchni falowych tego dźwięku w powietrzu w sytuacji, gdy głośnik jest nieruchomy. Długość boku kratki odpowiada umownej jednostce odległości.

Pomiń efekty związane z odbiciem dźwięku od przeszkód w otoczeniu.

Rysunek 2.



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

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.2.	4.3.
	Maks. liczba pkt	4	1
Uzyskana liczba pkt			

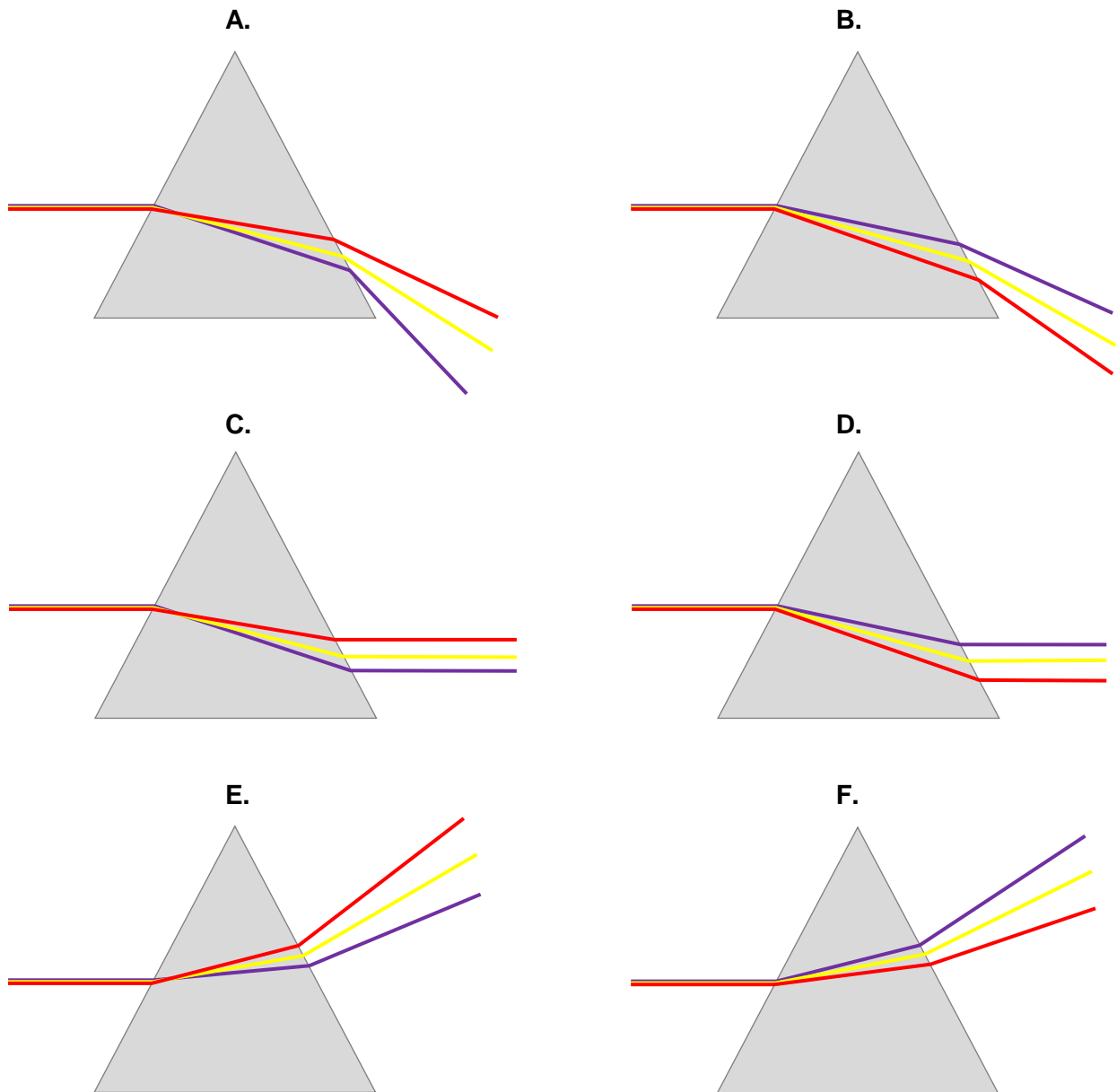
Zadanie 5.

Promień światła białego po przejściu przez pryzmat ulega załamaniu oraz rozszczepieniu.

Zadanie 5.1. (0–1)

Równoległa wiązka mieszaniny światła czerwonego, żółtego i fioletowego, biegnąca w powietrzu, pada na szklany pryzmat. Prędkość światła czerwonego w szkle ma większą wartość od prędkości światła żółtego w szkle, a prędkość światła żółtego w szkle ma większą wartość od prędkości światła fioletowego w szkle.

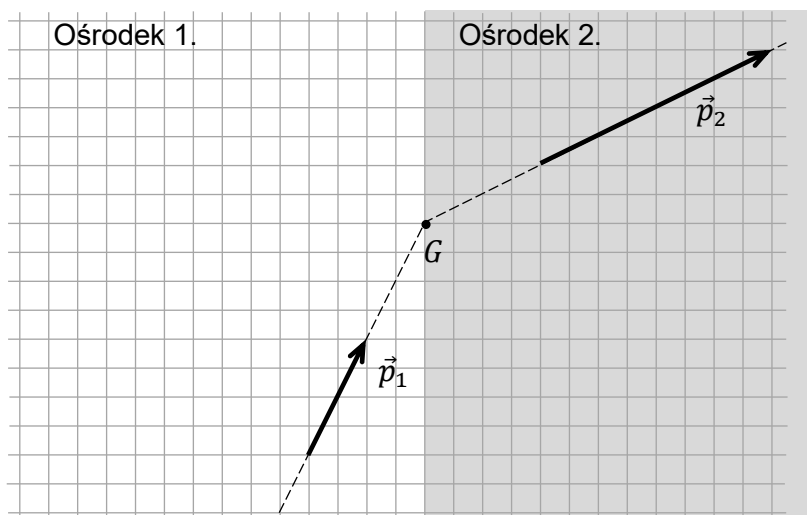
Na którym rysunku prawidłowo przedstawiono przejście promieni światła czerwonego, żółtego i fioletowego przez pryzmat? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.



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

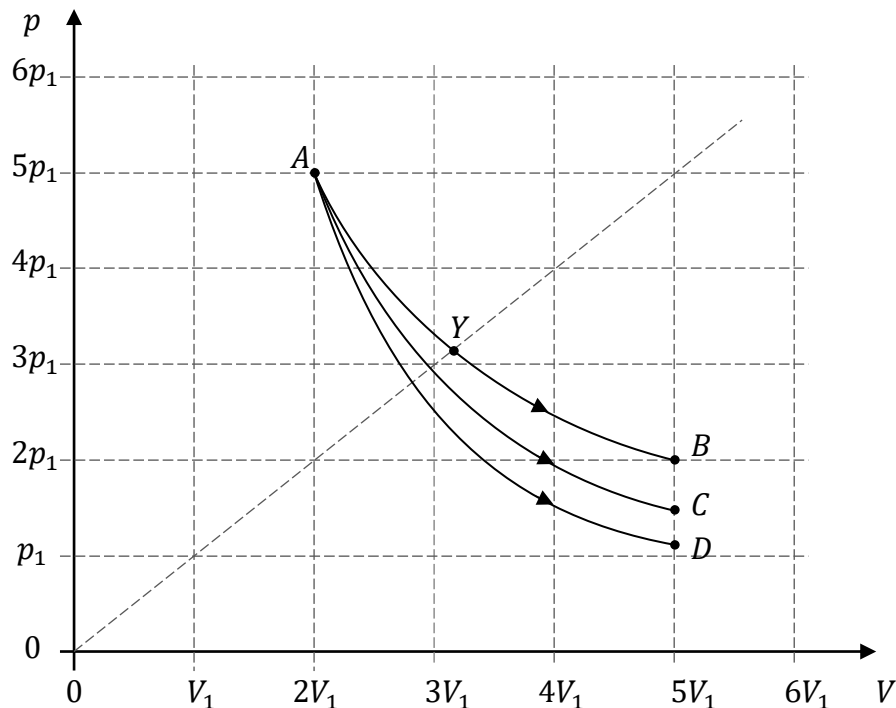


Na rysunku powyżej wyznacz konstrukcyjnie i narysuj wektor siły, z jaką impuls światła działa na materię ośrodka 2. w punkcie G . Podpisz tę siłę jako \vec{F}_{sw} . Uwzględnij prawidłowy kierunek i zwrot tej siły (długość wektora siły na rysunku będzie umowna).

Zadanie 6.

Ustaloną 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

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.3.	6.1.
	Maks. liczba pkt	2	2
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 6.2. (0–1)

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

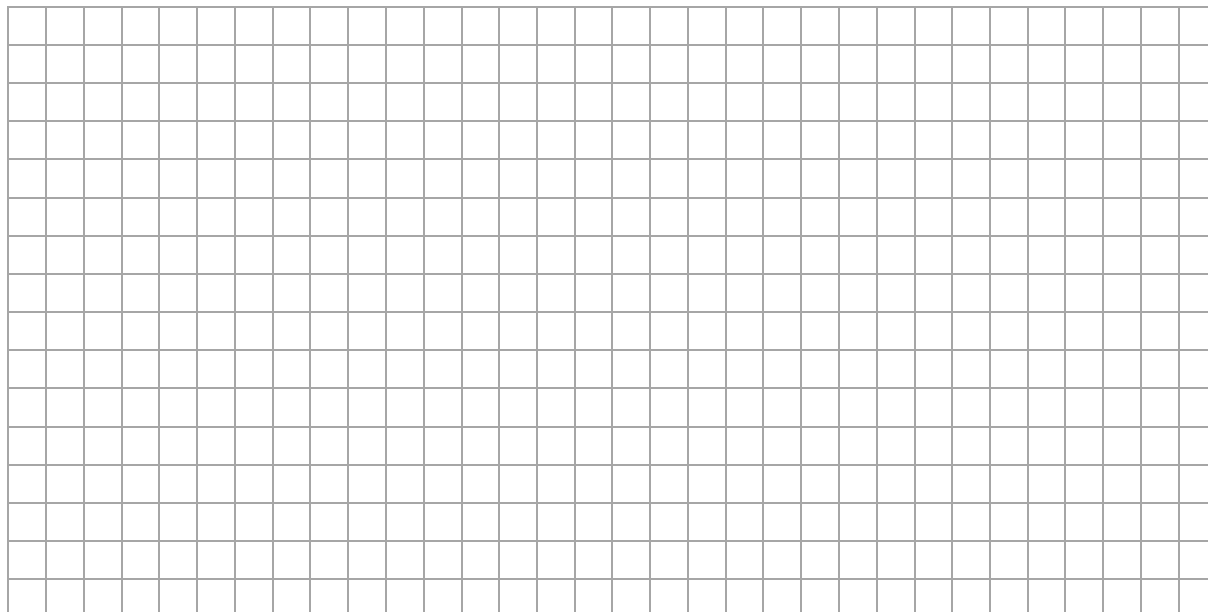
Temperatura gazu w przemianie $A \rightarrow C$

A.	rośnie,	ponieważ w przemianie $A \rightarrow C$ wraz ze wzrostem V	1.	nie zmienia się liczba moli gazu.
B.	pozostaje stała,		2.	maleje iloczyn pV .
C.	maleje,		3.	rośnie iloraz $\frac{V}{p}$.

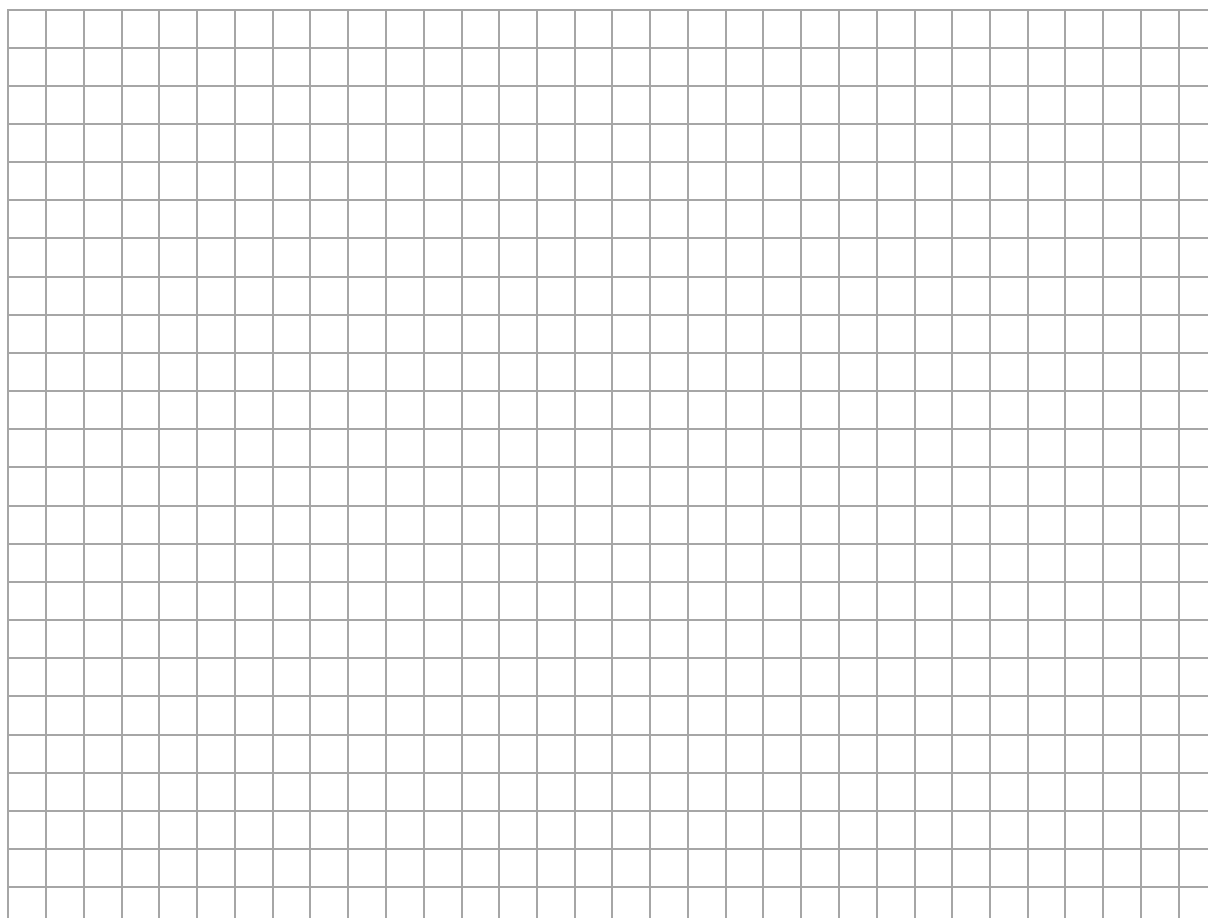
Zadanie 6.3. (0–3)

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.

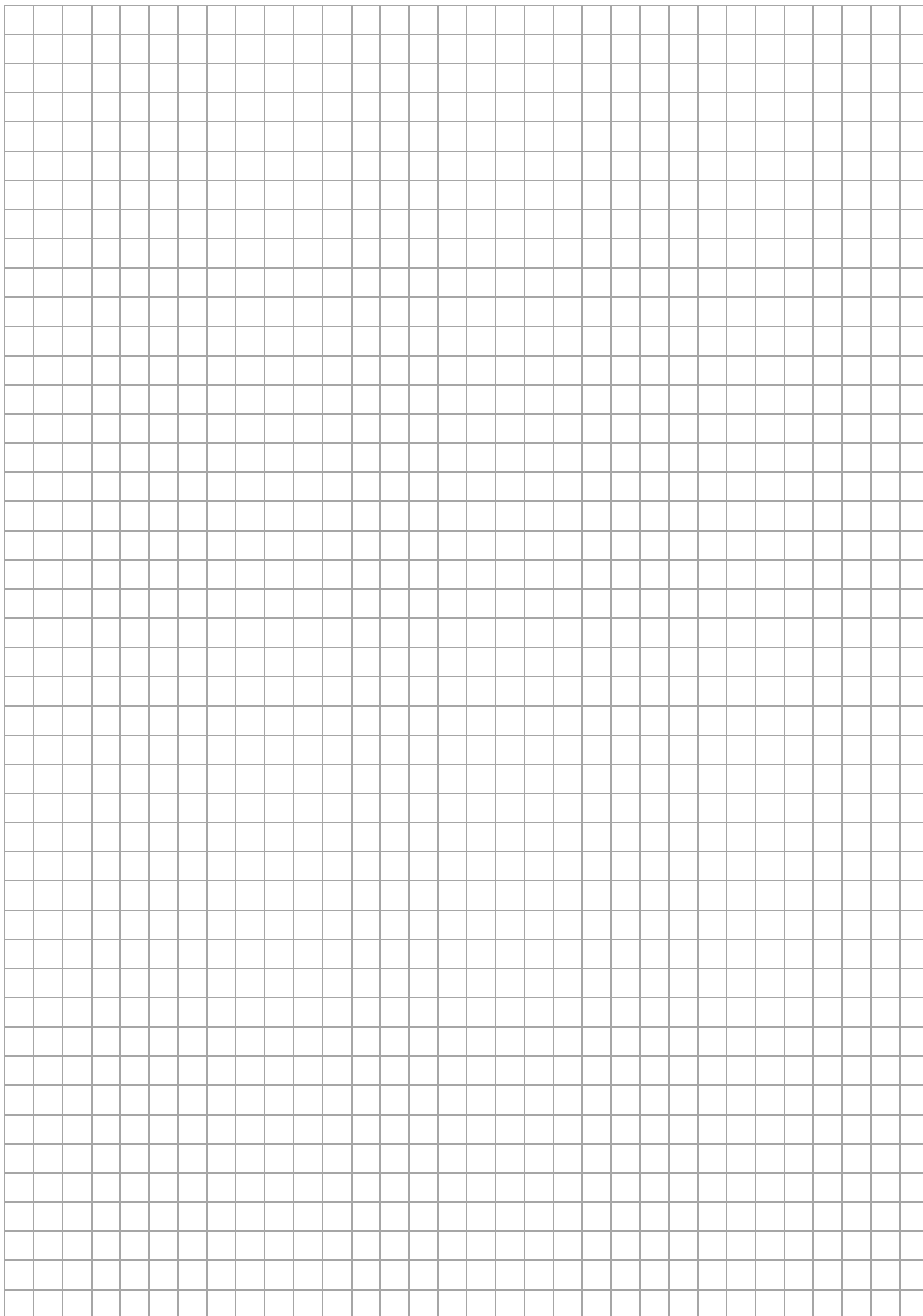
Wskazówka: Porównaj przemianę $A \rightarrow C$ z przemianą $A \rightarrow D$ albo rozważ cykl kołowy $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$.

**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 .



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.2.	6.3.	6.4.
	Maks. liczba pkt	1	3	2
	Uzyskana liczba pkt			



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	7.1.	7.2.
	Maks. liczba pkt	1	3
	Uzyskana liczba pkt		

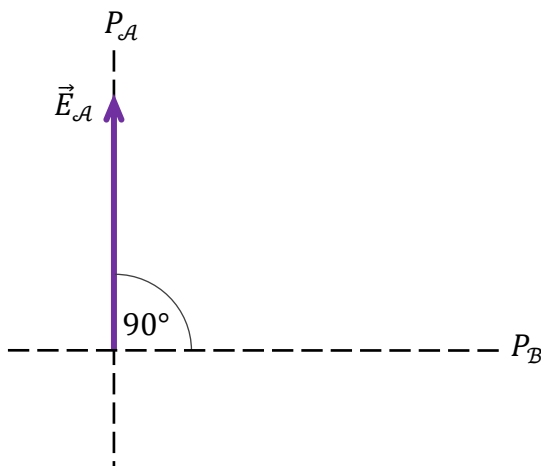
Zadanie 8.

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_B jest ustawiona pod kątem 90° względem płaszczyzny polaryzacji P_A polaryzatora \mathcal{A} (zobacz rysunek 1.). Okazuje się, że światło nie przechodzi dalej przez polaryzator \mathcal{B} .

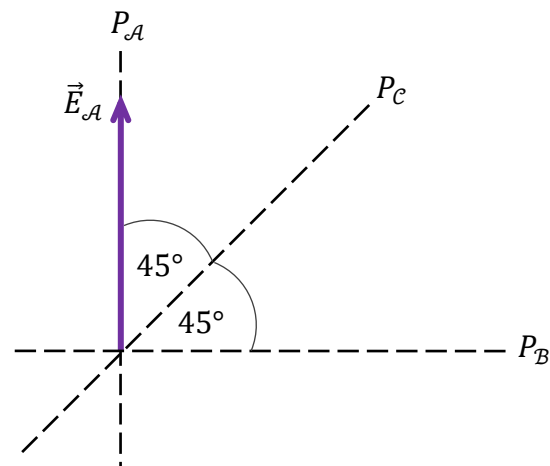
W doświadczeniu 2. pomiędzy polaryzatory \mathcal{A} i \mathcal{B} wstawiono trzeci polaryzator liniowy \mathcal{C} , którego płaszczyzna polaryzacji P_C jest ustawiona pod kątem $\alpha = 45^\circ$ względem P_A oraz P_B (zobacz rysunek 2.). Okazuje się, że w takim przypadku część wiązki światła niespolaryzowanego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

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

Rysunek 1.

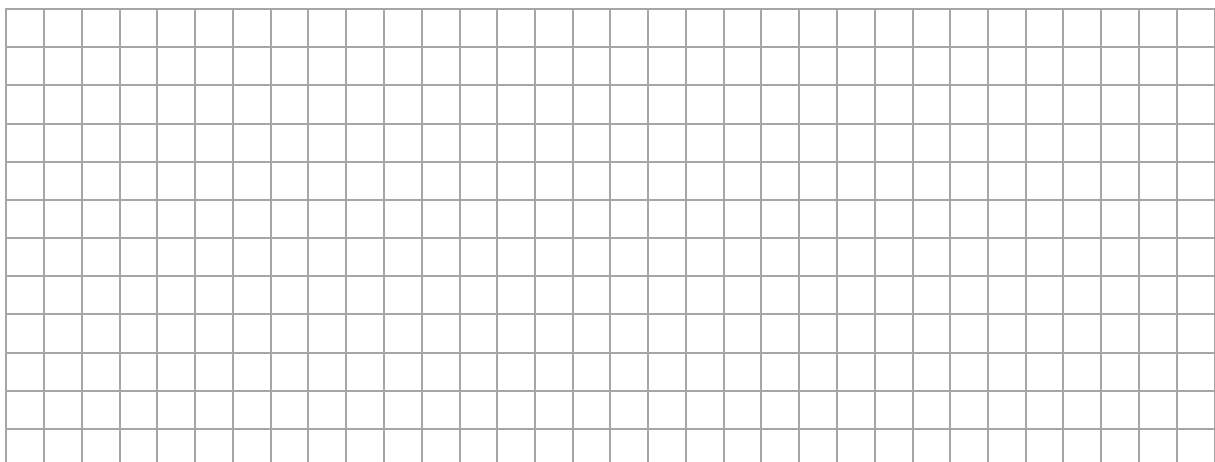


Rysunek 2.



Zadanie 8.1. (0–2)

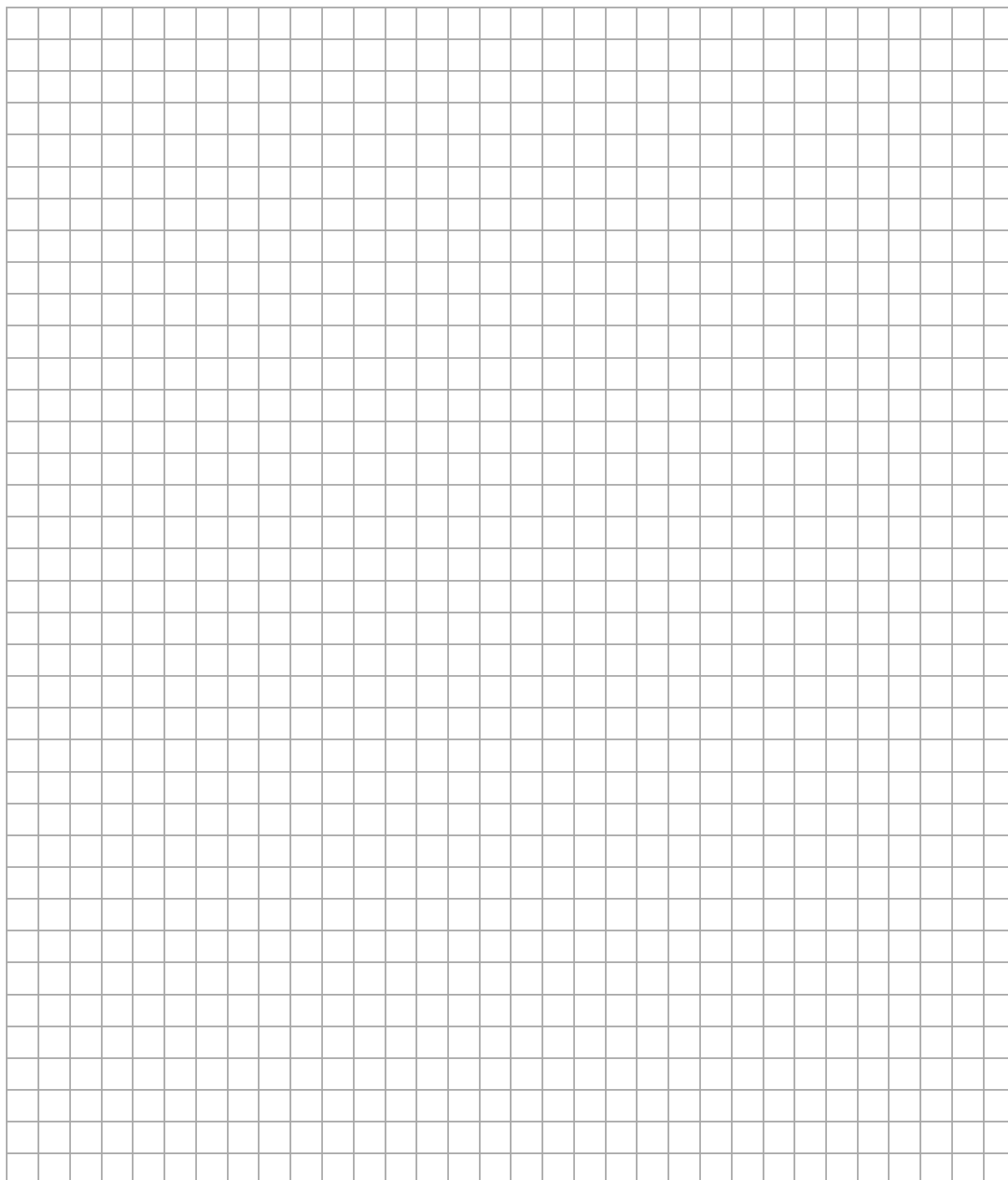
Wyjaśnij, dlaczego w pierwszym doświadczeniu światło nie przechodzi przez układ polaryzatorów \mathcal{A} – \mathcal{B} , oraz wyjaśnij, dlaczego w drugim doświadczeniu światło przechodzi przez układ polaryzatorów \mathcal{A} – \mathcal{C} – \mathcal{B} .



Zadanie 8.2. (0–3)

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

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

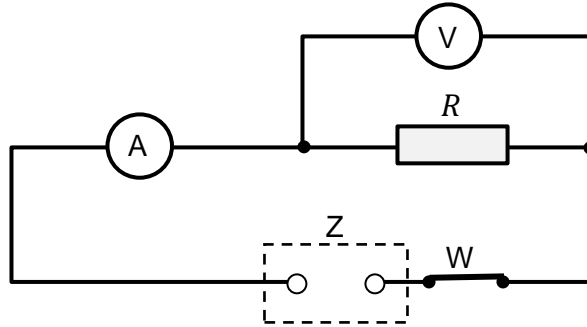


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	8.1.	8.2.
	Maks. liczba pkt	2	3
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 9. (0–3)

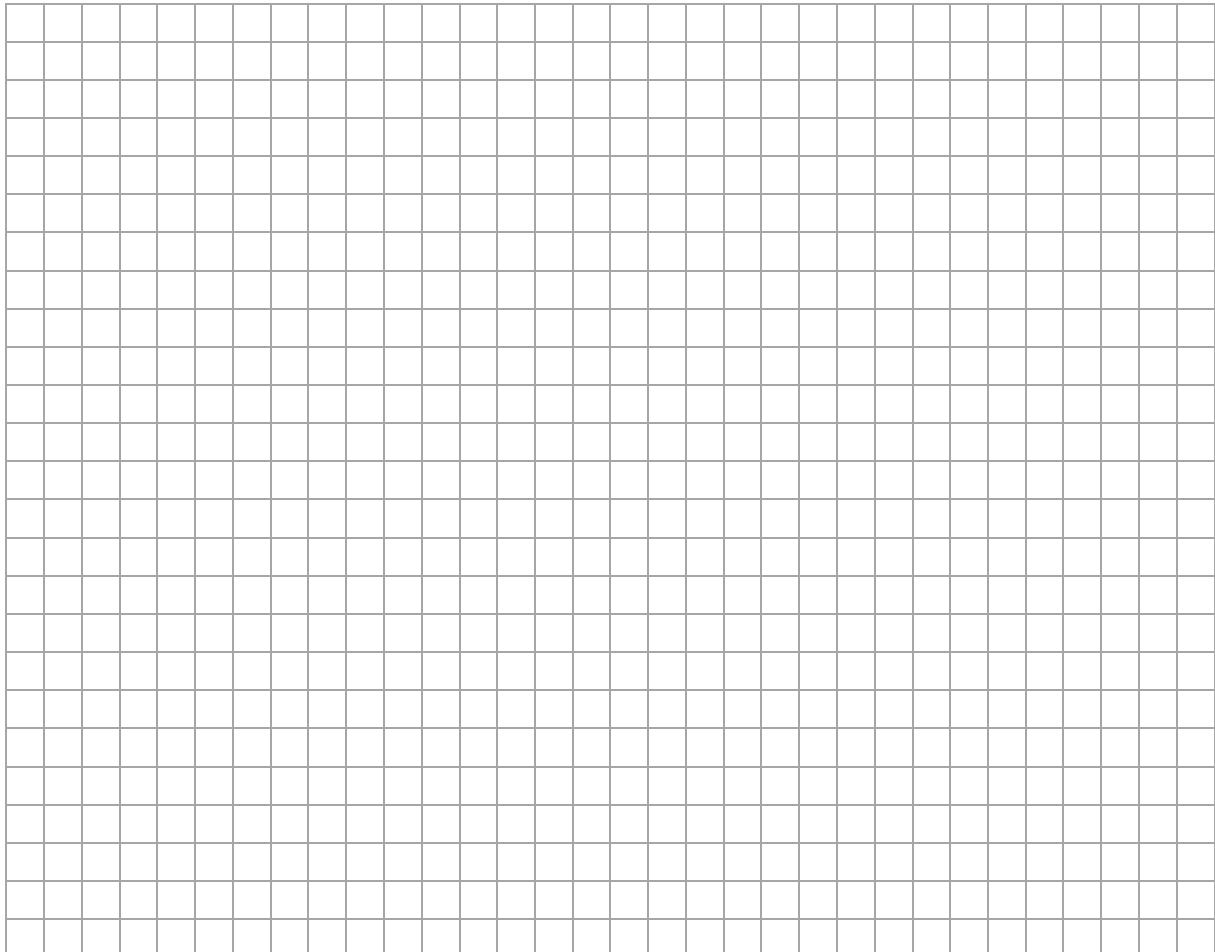
Uczeń zamierzał wyznaczyć opór R pewnego opornika. W tym celu zbudował obwód elektryczny, składający się z: badanego opornika, wyłącznika W , mierników natężenia prądu i napięcia (czułego miliamperomierza A i woltomierza V) oraz zasilacza Z (stałego napięcia). Schemat obwodu przedstawiono na poniższym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

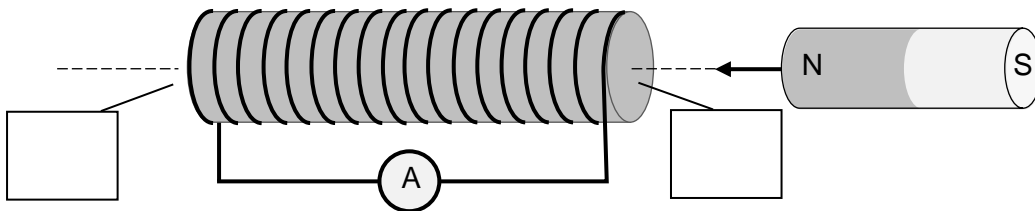


Zadanie 10. (0–2)

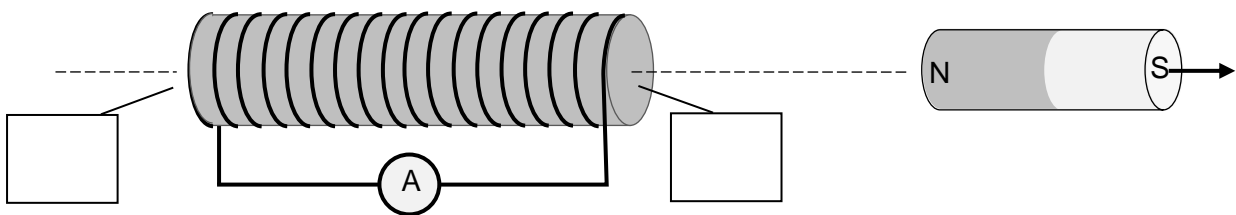
W pobliżu zwojnicy z rdzeniem ferromagnetycznym podłączonej do amperomierza przemieszczano magnes walcowy: naprzemiennie zbliżano go do zwojnicy (w sposób pokazany na rysunku 1.) oraz oddalano go od zwojnicy (w sposób pokazany na rysunku 2.).

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.

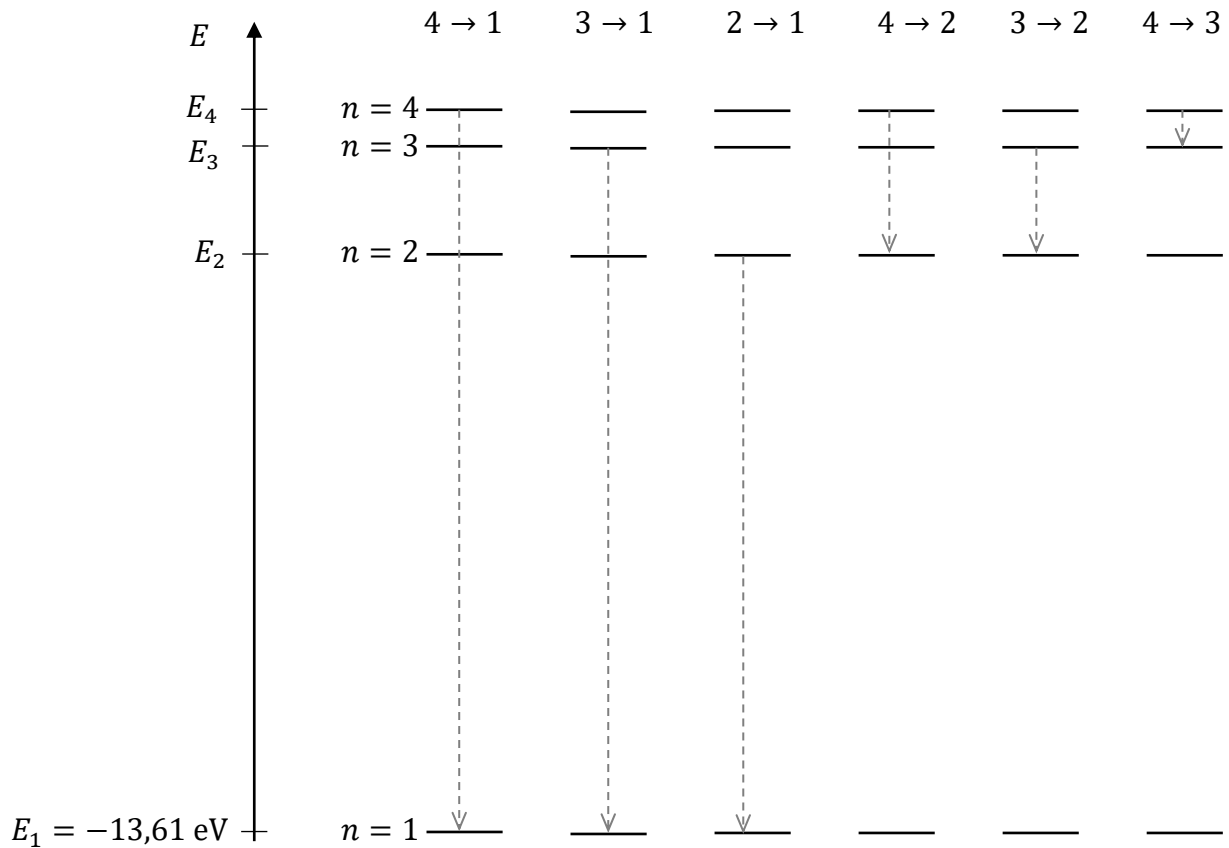


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	9.	10.
	Maks. liczba pkt	3	2
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 11.

Na diagramie 1. schematycznie przedstawiono pierwsze cztery poziomy energetyczne w atomie wodoru. Na osi pionowej oznaczono energię elektronu na danym poziomie. Obok osi energii ukazano – dla tych poziomów energetycznych – możliwe przejścia $a \rightarrow b$ elektronu z poziomu $n = a$ na poziom $n = b$ (gdzie $a > b$). Na osi energii zachowano skalę.

Diagram 1.



Zadanie 11.1. (0–1)

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

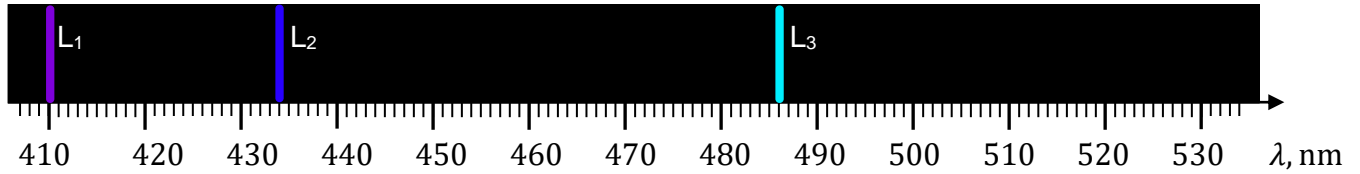
Uporządkuj rosnąco częstotliwości fotonów emitowanych podczas przejść przedstawionych na diagramie 1. Wpisz odpowiednie oznaczenia częstotliwości w wykropkowane miejsca, tak aby relacja w ten sposób zapisana była prawdziwa.

..... < < < < <

Zadanie 11.2. (0–3)

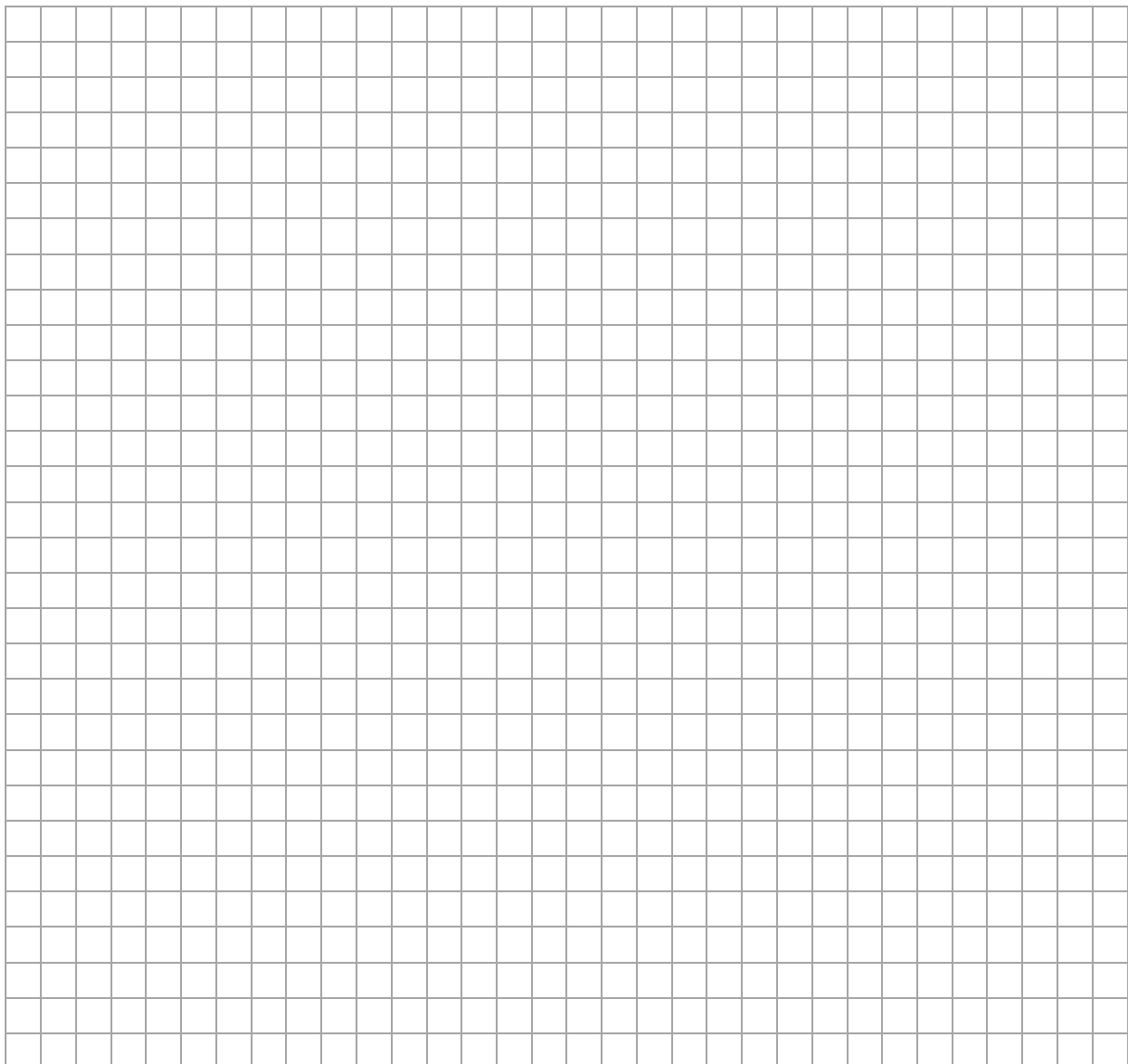
Na diagramie 2. przedstawiono fragment widma emisyjnego atomu wodoru w zakresie światła widzialnego. Na osi pod widmem oznaczono długość fali elektromagnetycznej.

Diagram 2.



Ustal i zapisz, któremu spośród przejść ukazanych na diagramie 1. odpowiada linia widmowa L_3 , przedstawiona na diagramie 2. Wykonaj i zapisz odpowiednie obliczenia uzasadniające to przyporządkowanie.

Uwaga! Pomiń odrzut atomu w wyniku emisji fotonu.

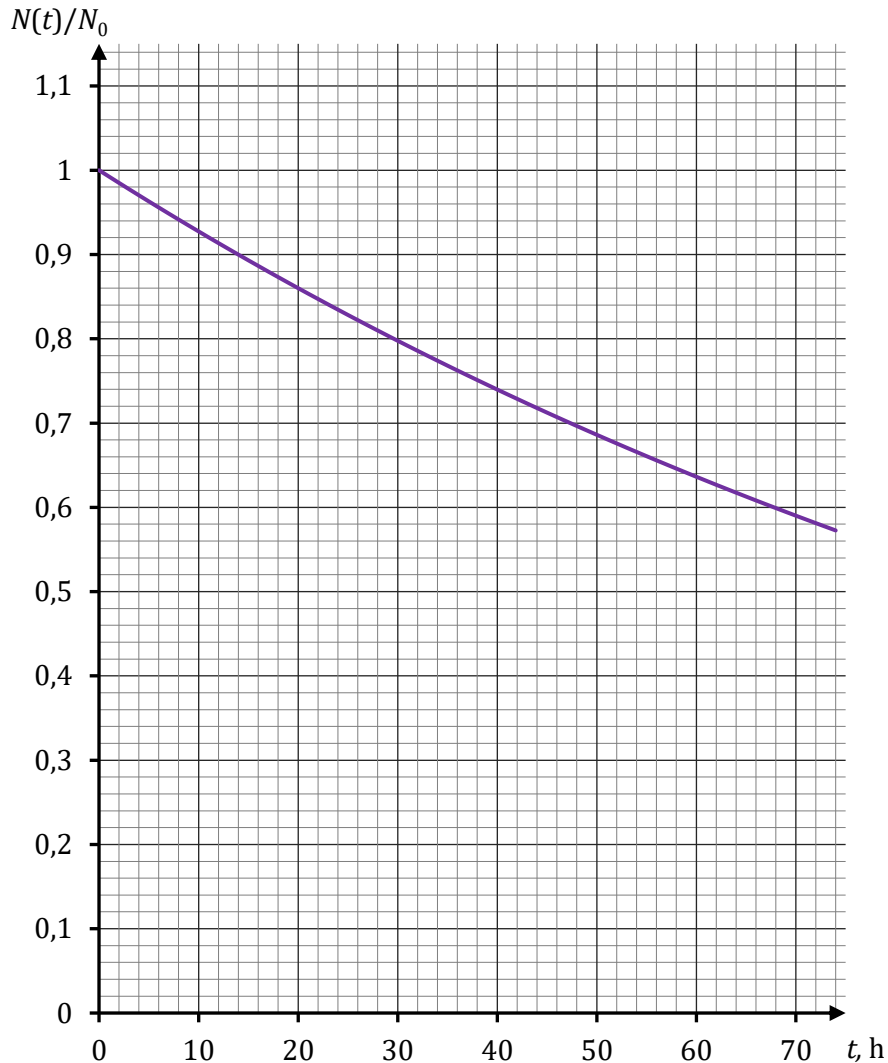


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	
	Maks. liczba pkt	11.1. 11.2.
	Uzyskana liczba pkt	1 3

Zadanie 12.

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

Na wykresie poniżej przedstawiono fragment zależności $N(t)/N_0$ – ułamka liczby jąder ^{222}Rn pozostających w próbce od czasu t . Liczba jąder w badanej próbce w chwili $t = 0$ jest równa N_0 .

**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:

Zadanie 12.2. (0–3)

Oblicz, jaki ułamek (lub %) z początkowej liczby N_0 jąder izotopu radonu ^{222}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.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	12.1.	12.2.
	Maks. liczba pkt	1	3
	Uzyskana liczba pkt		

BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares, intended for writing a rough draft.