

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

Symbol arkusza

MFAP-R0-100-2506

DATA: 16 czerwca 2025 r.

GODZINA ROZPOCZĘCIA: 9:00

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 26 stron (zadania 1–11).
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. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
10. 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.**

$$x = x(t) = \begin{cases} 4 + 16t - 4t^2 & \text{dla } 0 \text{ s} \leq t \leq 3 \text{ s} \\ 40 - 8t & \text{dla } 3 \text{ s} < t \leq 5 \text{ s} \end{cases}$$

Na wykresie 1. przedstawiono opisaną zależność $x(t)$ dla $0 \text{ s} \leq t \leq 5 \text{ s}$.

The graph shows the position x in meters as a function of time t in seconds. The vertical axis x ranges from 0 to 20 with major ticks every 5 units. The horizontal axis t ranges from 0 to 5 with major ticks every 1 unit. The curve starts at $(0, 4)$, reaches a maximum at $(2, 20)$, and ends at $(5, 0)$. The curve is blue for $0 \leq t \leq 3$ and purple for $3 \leq t \leq 5$.

t (s)	x (m)
0	4
1	16
2	20
3	16
4	8
5	0

Czas ruchu ciała \mathcal{C} od chwili $t = 0$ s do chwili $t = 5$ s oznaczmy jako $\Delta t_{\mathcal{C}}$.

2. Wartość wektora $\frac{\overrightarrow{\Delta x_C}}{\Delta t_C}$ jest równa $\left| \frac{\overrightarrow{\Delta x_C}}{\Delta t_C} \right| = \dots\dots\dots \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

[illegible]

Zadanie 1.2. (0–2)

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

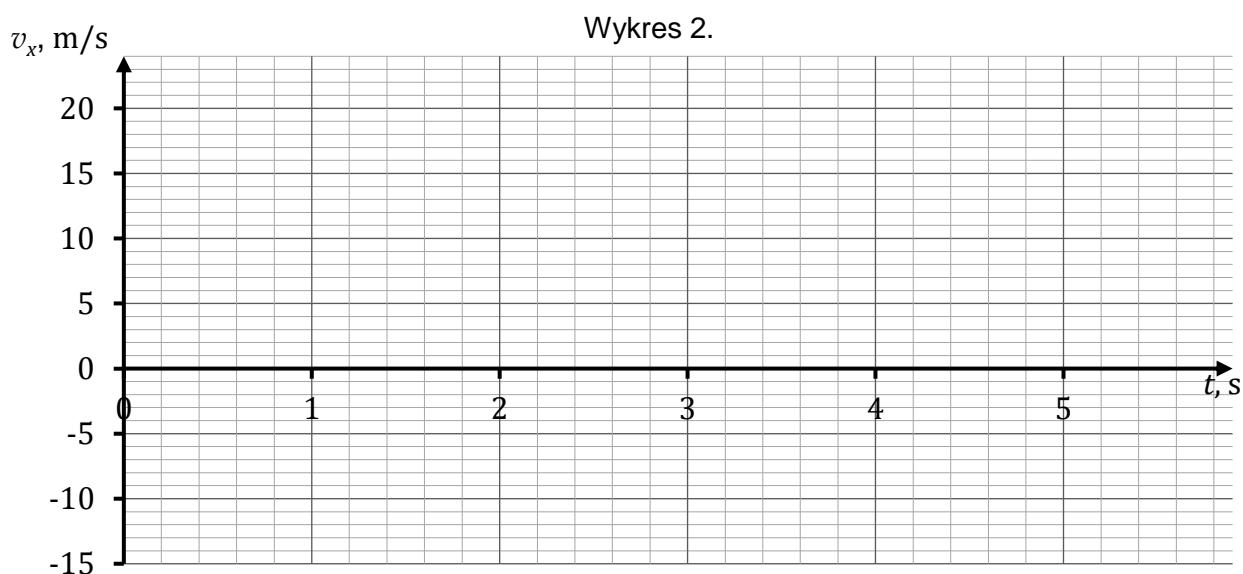
W chwili $t = 1$ s

1.	wartość przyspieszenia ciała C jest równa 16 m/s^2 .	P	F
2.	wartość prędkości ciała C jest równa 16 m/s .	P	F
3.	położenie ciała C ma współrzędną 16 m .	P	F

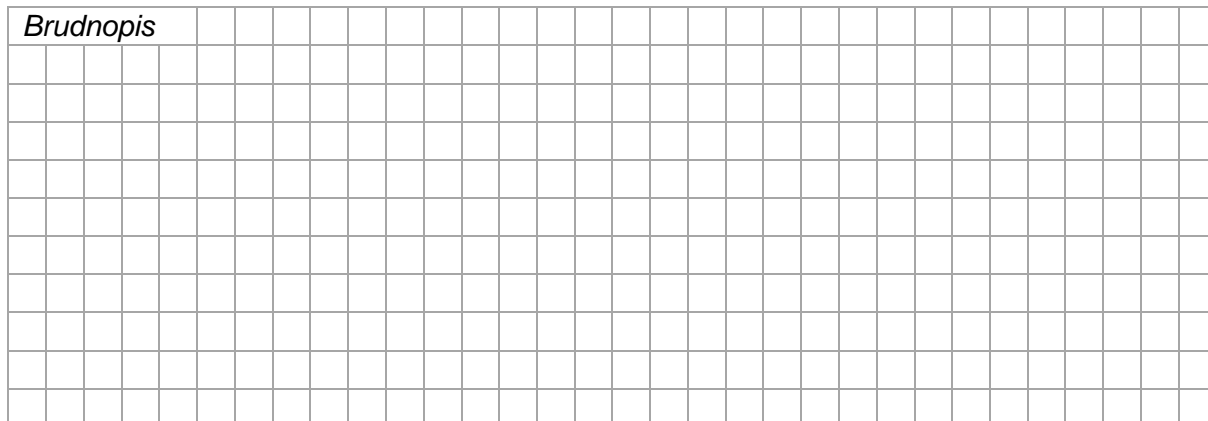
Zadanie 1.3. (0–2)

Współrzędną prędkości ciała C oznaczmy jako v_x . Dodatnia wartość v_x będzie oznaczała, że zwrot wektora prędkości ciała C jest zgodny ze zwrotem osi x , a ujemna wartość – że zwrot wektora prędkości ciała C jest przeciwny do zwrotu osi x .

Na wykresie 2. narysuj zależność v_x od czasu t dla $0 \text{ s} \leq t \leq 5 \text{ s}$.



Brudnopis

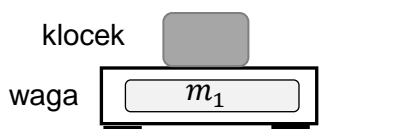


Zadanie 2.

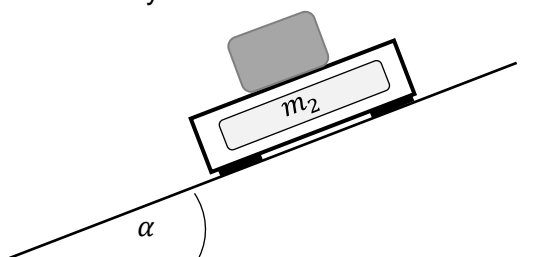
Uczniowie wykonywali doświadczenie z wagą. Zakładamy, że waga wskazuje wartość siły nacisku działającej na wagę prostopadle do jej powierzchni, podzielonej przez wartość g przyspieszenia grawitacyjnego.

Uczniowie ustawili wagę na poziomej ławce i położyli na niej klocek. Waga wskazała wartość m_1 (zobacz rysunek 1.). Następnie uczniowie nachylili ławkę pod kątem α do poziomu i ponownie położyli na wadze ten sam klocek. Waga wskazała wartość m_2 (zobacz rysunek 2.).

Rysunek 1.



Rysunek 2.



Waga oraz klocek pozostały nieruchome.

Na ten klocek działają trzy siły w układzie inercyjnym:

\vec{F}_t – siła tarcia statycznego pomiędzy wagą a klockiem, działająca na klocek przy nachylonej ławce,

\vec{F}_g – siła grawitacji działająca na klocek,

\vec{F}_r – siła reakcji wagi działająca na klocek (siła nacisku wagi na klocek).

Zadanie 2.1. (0–2)

Przyjmij, że punkt S na diagramie (na stronie 7) jest reprezentacją klocka.

Widok nachylonej ławki i klocka pozostawiono dla kontekstu.

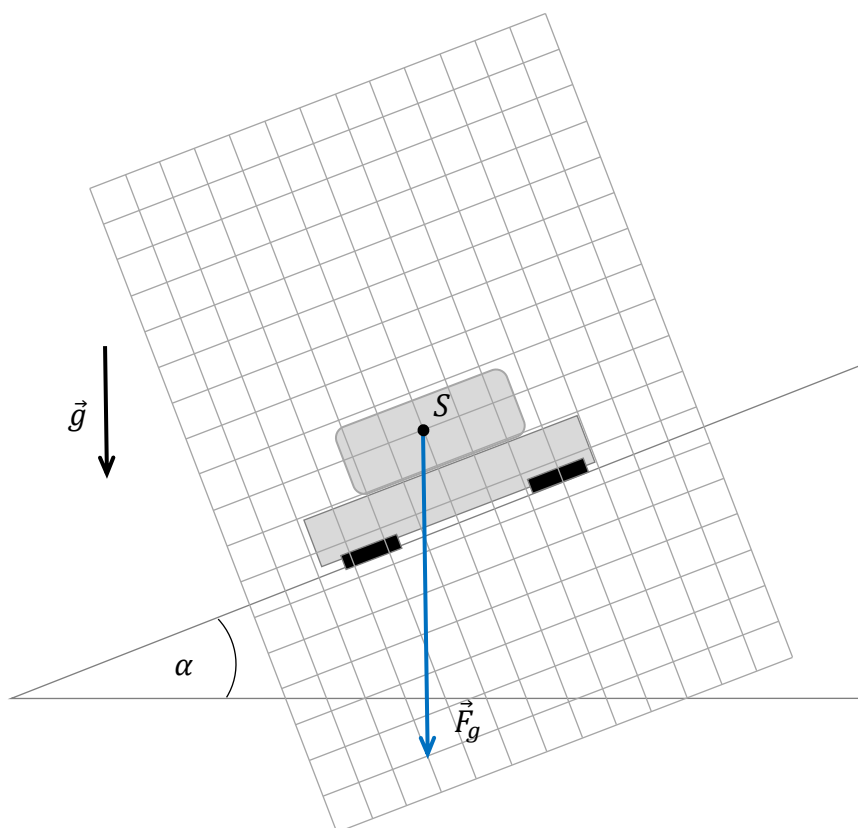
Długość boku kratki na diagramie odpowiada umownej jednostce siły.

Oznaczono siłę grawitacji \vec{F}_g .

Na diagramie (na stronie 7) narysuj i oznacz siłę tarcia \vec{F}_t oraz siłę reakcji wagi \vec{F}_r , działające na klocek (przyłożone w punkcie S).

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

Diagram



Zadanie 2.2. (0–1)

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

Wskazania wagi m_1 oraz m_2 – opisane w zadaniu 2. – spełniają relację

A.	$m_1 > m_2$,	ponieważ po nachyleniu ławki wartość siły nacisku klocka na wagę	1.	zwiększyła się.
B.	$m_1 = m_2$,		2.	nie zmieniła się.
C.	$m_1 < m_2$,		3.	zmniejszyła się.

Zadanie 2.3. (0–1)

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

Gdy kąt nachylenia α ławki do poziomu rośnie, a waga oraz klocek o masie m nie poruszają się względem ławki, to

1.	wartość siły tarcia statycznego między wagą a klockiem wyraża się wzorem $F_t = mg \sin \alpha$.	P	F
2.	wartość siły tarcia statycznego pomiędzy wagą a klockiem maleje.	P	F

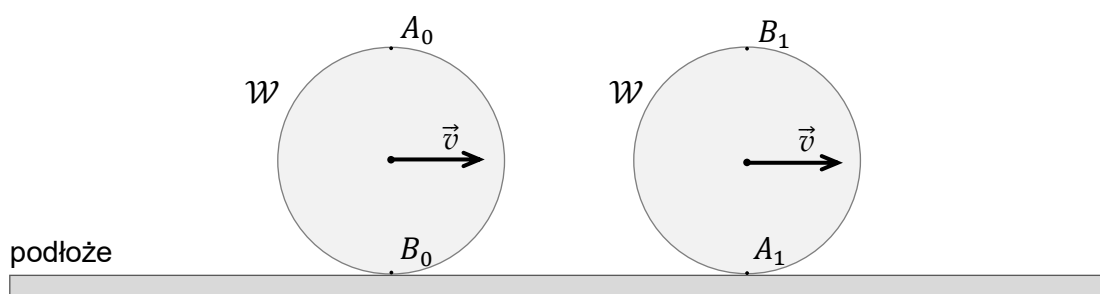
Zadanie 3.

Walec \mathcal{W} o promieniu R i masie m toczy się bez poślizgu ze stałą prędkością o wartości v po poziomym, płaskim podłożu.

Na rysunku poniżej przedstawiono położenia walca w chwili $t_0 = 0$ s oraz w chwili $t_1 = 0,2$ s. W czasie od chwili t_0 do chwili t_1 walec wykonał pół obrotu względem swojej osi.

Położenia wybranych punktów A i B , leżących na brzegu walca wzdłuż średnicy, w chwilach t_0 oraz t_1 oznaczmy – odpowiednio – jako A_0, B_0 oraz A_1, B_1 . Punkty B_0 i A_1 dotykają podłoża.

Rysunek

**Zadanie 3.1. (0–1)**

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Prędkość kątowna w ruchu obrotowym walca \mathcal{W} względem jego osi ma wartość

A. $\omega = 2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

B. $\omega = 4\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

C. $\omega = 5\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

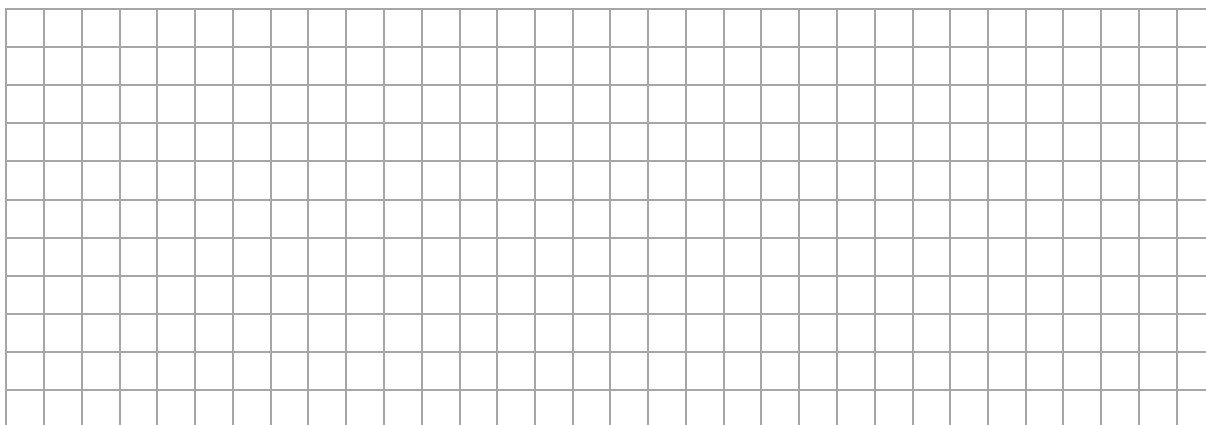
D. $\omega = 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

Brudnopis

Zadanie 3.2. (0–2)

Wartość przemieszczenia punktu A od chwili t_0 do chwili t_1 oznaczmy jako $|A_0A_1|$.

Oblicz iloraz $\frac{|A_0A_1|}{R}$. Wynik podaj w postaci liczby niewymiernej. Zapisz obliczenia.

**Zadanie 3.3. (0–2)**

Walec \mathcal{W} jest wewnątrz częściowo pusty i symetryczny względem osi przechodzącej przez jego środek. Moment bezwładności walca \mathcal{W} względem jego osi wyraża się wzorem:

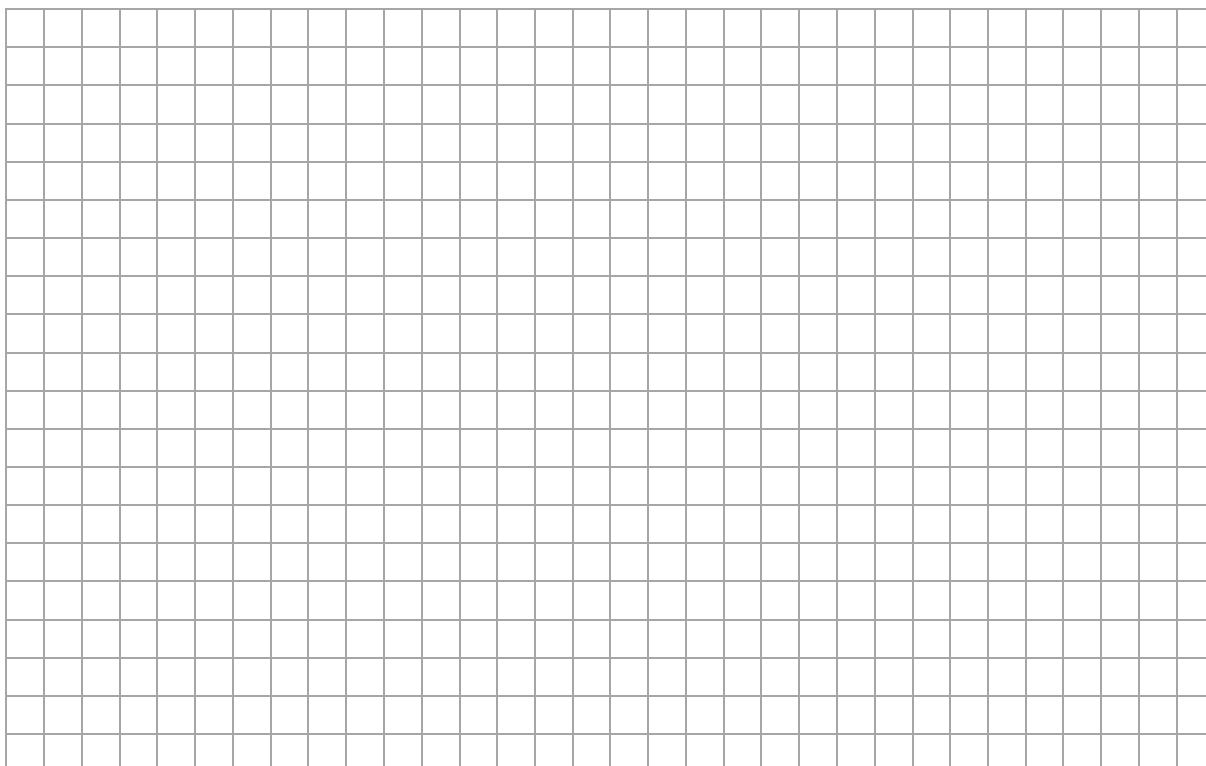
$$I_0 = \frac{4}{5} mR^2$$

Całkowitą energię kinetyczną toczącego się walca \mathcal{W} oznaczmy jako $E_{kin\ calk}$.

Ta energia wyraża się wzorem:

$$E_{kin\ calk} = k \cdot mv^2 \quad \text{dla pewnego współczynnika liczbowego } k.$$

Oblicz k . Zapisz obliczenia.

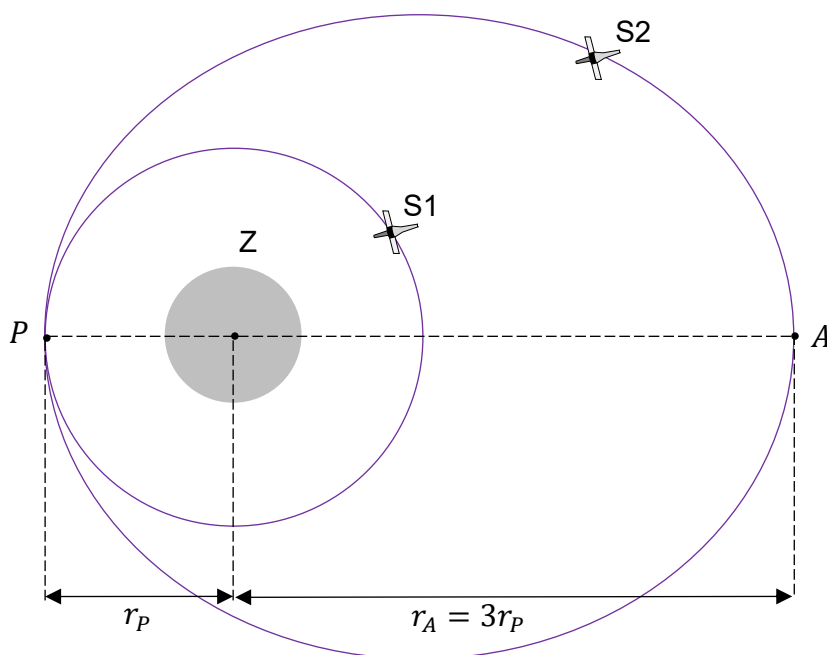


Zadanie 4.

Satelity S1 oraz S2 poruszają się dookoła Ziemi jedynie pod wpływem grawitacji. Satelita S1 obiega Ziemię (Z) po orbicie kołowej, a satelita S2 obiega Ziemię po orbicie eliptycznej. Obie orbity leżą w jednej płaszczyźnie. Pomijamy wpływ innych ciał na ruch satelitów S1 oraz S2.

Poniżej podano niektóre oznaczenia i dane dla obu orbit:

- punkt P jest wspólny dla obu orbit (zobacz rysunek)
- odległość punktu P od środka Ziemi jest równa $r_P = 15\,000\text{ km}$
- największą odległość satelity S2 od środka Ziemi oznaczmy jako r_A
- odległości r_P oraz r_A wiąże relacja: $r_A = 3r_P$.



Zadanie 4.1. (0–1)

Energię potencjalną w polu grawitacyjnym centralnym określamy względem nieskończoności – tzn. poziom zera energii potencjalnej jest w nieskończoności: $E_{pot}(\infty) = 0$.

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Dla satelity w ruchu po orbicie kołowej iloraz $\frac{E_{pot}}{E_{kin}}$, tzn. iloraz energii potencjalnej i kinetycznej, wynosi

A. -2

B. 0,5

C. 2

D. $-0,5$

Brudnopis

[illegible]

Zadanie 5.

Klocek, na który działa siła ciężkości o wartości $F_c = 1,0 \text{ N}$, jest zawieszony na sprężynie i wykonuje drgania harmoniczne wzdłuż osi x zwróconej pionowo w górę, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym.

Współrzędna położenia klocka w najniższym położeniu jest równa $x = 0 \text{ cm}$.

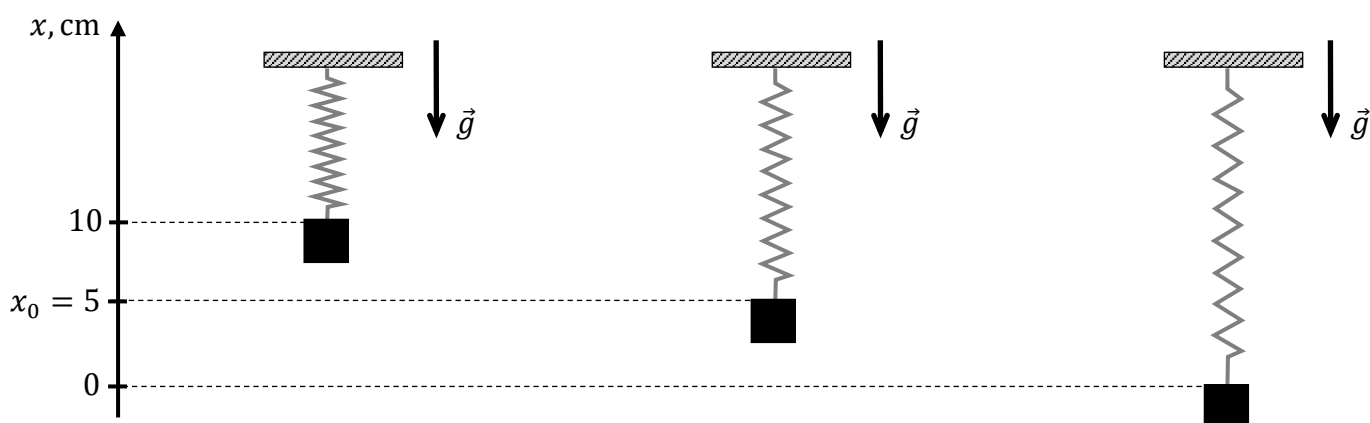
Współrzędna położenia klocka w położeniu równowagi sił jest równa $x_0 = 5 \text{ cm}$.

Współrzędna położenia klocka w najwyższym położeniu jest równa $x = 10 \text{ cm}$.

Gdy klocek znajduje się w najwyższym położeniu, to sprężyna nie jest odkształcona – jej długość jest równa długości swobodnej.

Przyjmij założenia:

- na ciężarek działają tylko siła sprężystości \vec{F}_s sprężyny i siła ciężkości \vec{F}_c
- wartość siły sprężystości, z jaką sprężyna działa na ciężarek, jest wprost proporcjonalna do wydłużenia sprężyny ponad jej długość swobodną
- pomijamy opory ruchu oraz pomijamy masę sprężyny
- przyspieszenie grawitacyjne ziemskie ma wartość $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



Zadanie 5.1. (0–3)

Na podstawie znaku współrzędnej wektora siły określamy jej zwrot. Dodatnia wartość współrzędnej siły oznacza, że zwrot siły działającej na ciężarek jest w górę (zgodnie ze zwrotem osi x), a ujemna wartość – że zwrot siły jest w dół.

Siłę wypadkową sił sprężystości \vec{F}_s i ciężkości \vec{F}_c oznaczmy jako \vec{F}_w .

Współrzędne tych sił oznaczmy – odpowiednio – jako: F_{sx} , F_{cx} oraz F_{wx} .

Na diagramach 1.–3. narysuj – odpowiednio – wykresy zależności F_{sx} , F_{cx} oraz F_{wx} od x .

Diagram 1.

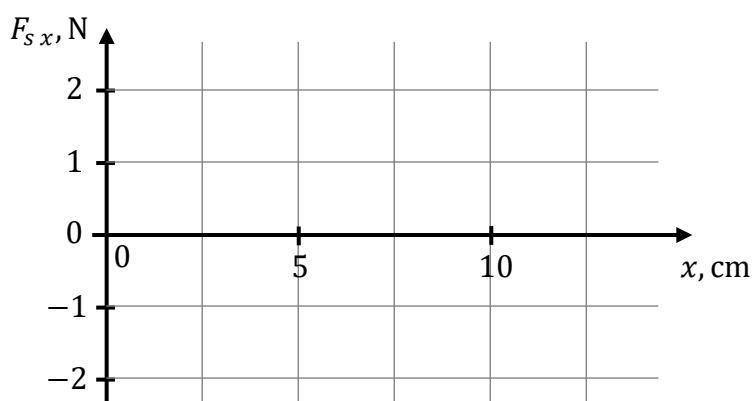


Diagram 2.

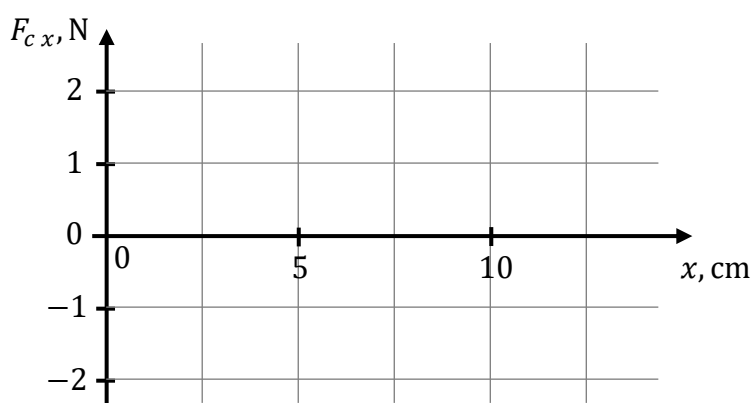
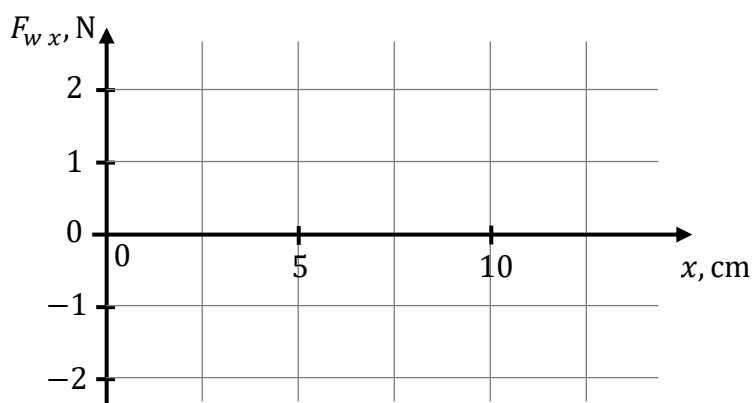


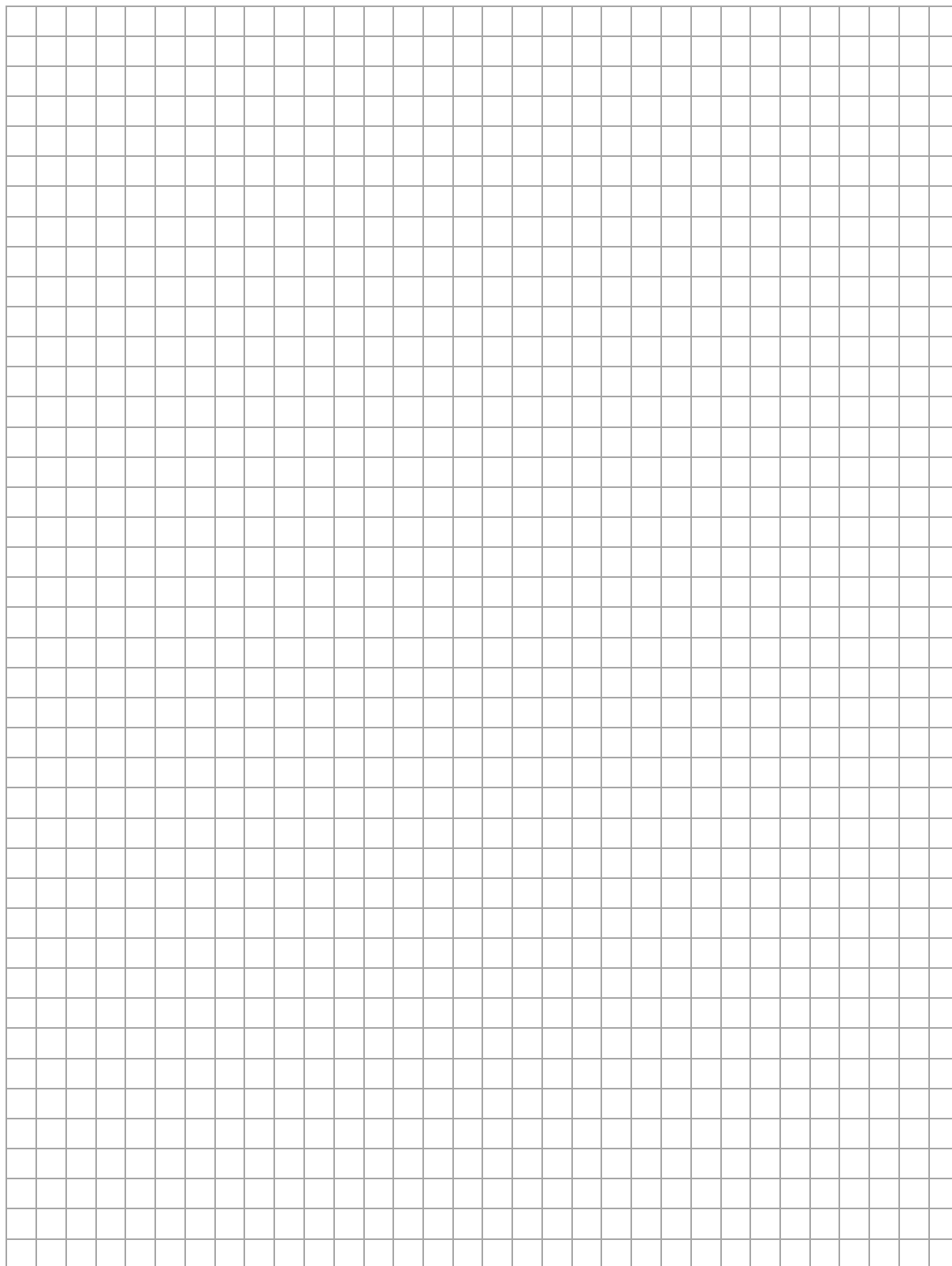
Diagram 3.



Brudnopis																			

Zadanie 5.2. (0–3)

Oblicz okres drgań klocka. Zapisz obliczenia.



Przyjmij do obliczeń:

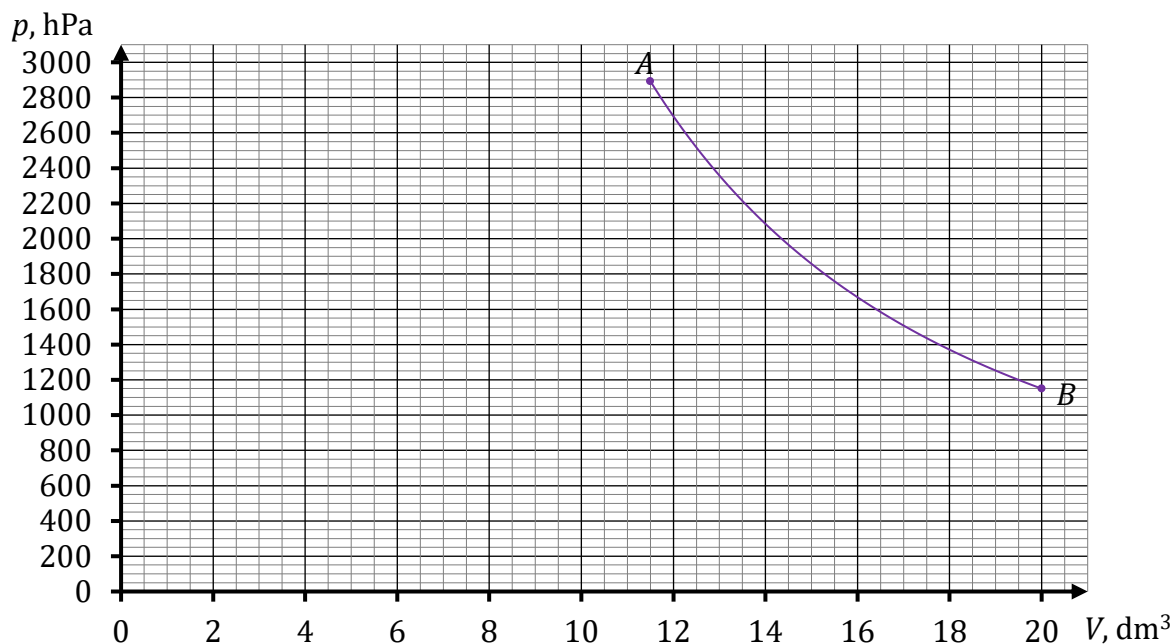
$$c_w = 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \quad (\text{ciepłota właściwa wody}).$$

Oblicz iloraz $\frac{m}{M}$. Zapisz obliczenia.

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

Zadanie 7.

Jeden mol jednoatomowego gazu doskonałego został poddany rozprężaniu adiabatycznemu od stanu A do stanu B . Na wykresie poniżej przedstawiono zależność ciśnienia p od objętości V w przemianie $A \rightarrow B$.



Zadanie 7.1. (0–2)

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

1.	Energia wewnętrzna gazu podczas przemiany $A \rightarrow B$ maleje.	P	F
2.	Temperatura gazu w stanie A jest mniejsza od temperatury w stanie B .	P	F
3.	W przemianie $A \rightarrow B$ gaz <u>nie wymienia</u> ciepła z otoczeniem.	P	F

Zadanie 7.2. (0–3)

W przemianie adiabatycznej zachodzi zależność:

$$pV^k = \text{const}$$

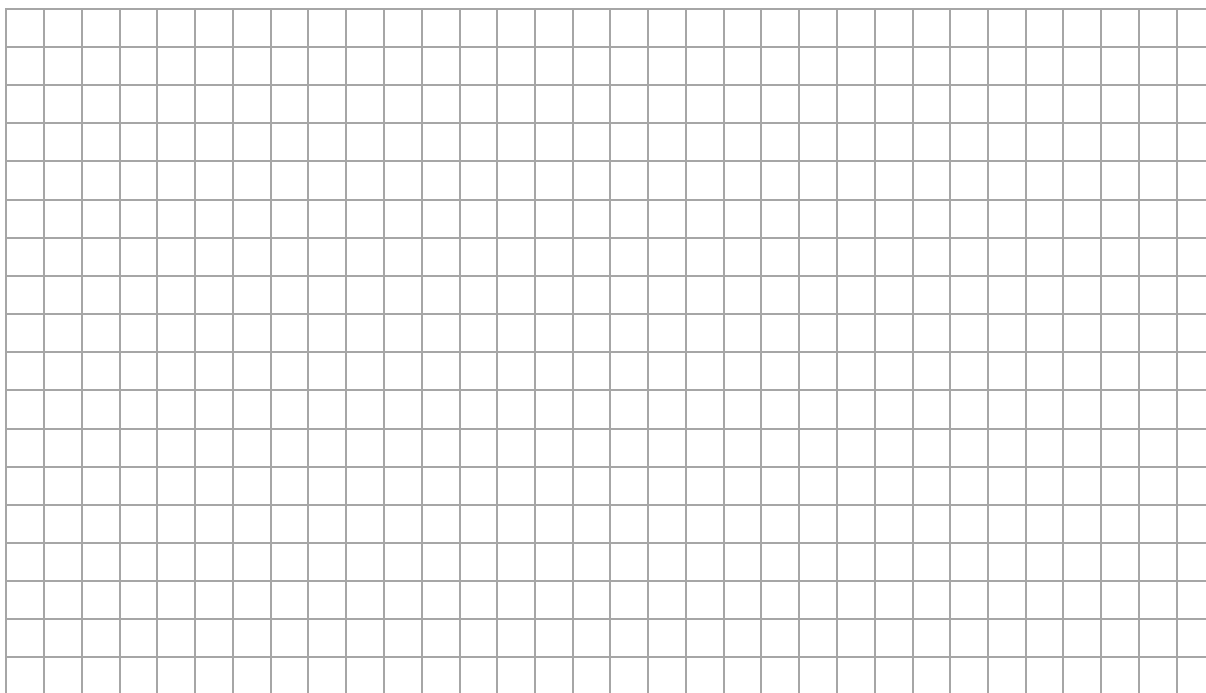
gdzie k jest stałym wykładnikiem potęgi (zapis `const` oznacza, że wyrażenie jest stałe).

Oblicz k . Zapisz obliczenia.

Wskazówki: 1) Jeśli $a^c = b$ oraz $a > 0$, $a \neq 1$, $b > 0$, to $c = \log_a b$.

2) Możesz wykorzystać wzór: $\log_a b = \frac{\log_{10} b}{\log_{10} a}$ dla $a > 0$, $a \neq 1$, $b > 0$.

[illegible]

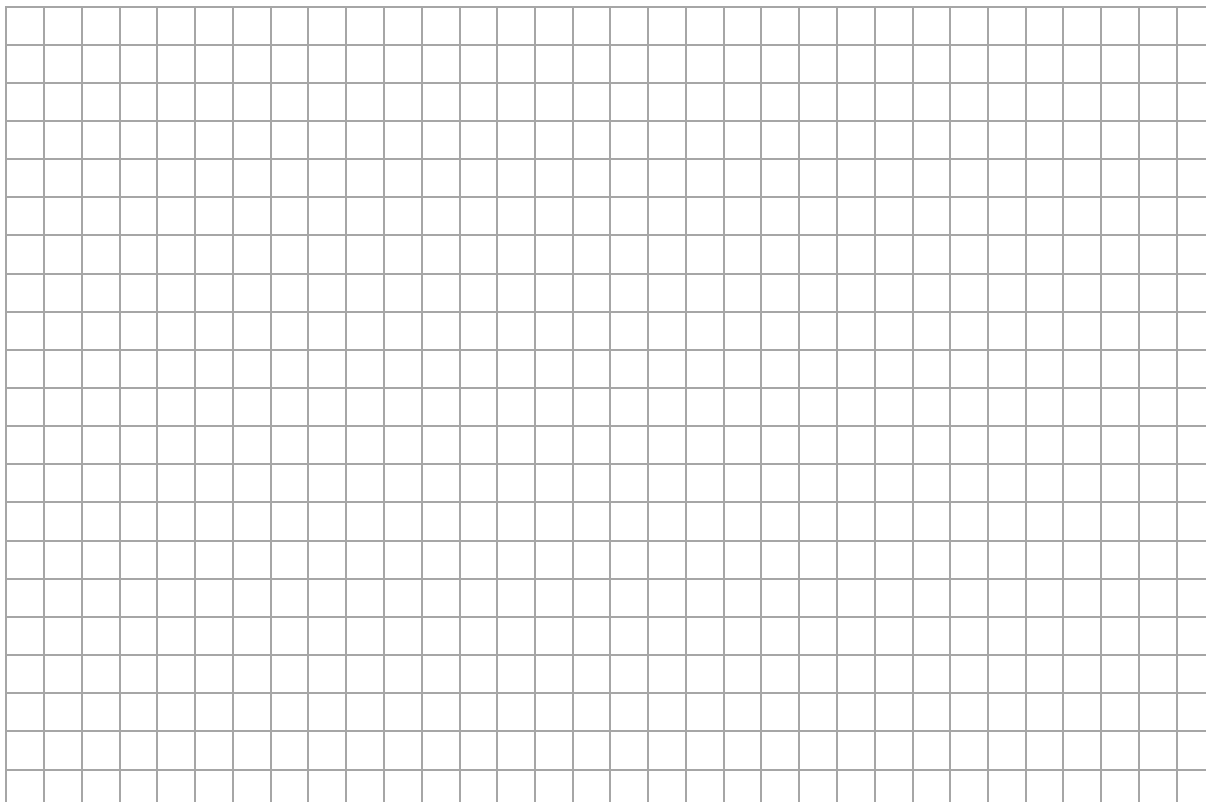
**Zadanie 7.3. (0–3)**

Podczas rozprężania adiabatycznego $A \rightarrow B$ siła parcia gazu wykonała pracę o wartości bezwzględnej $|W_{AB}| = 1\,542\text{ J}$.

Ciepło molowe tego gazu dla stałej objętości wynosi $C_V = \frac{3}{2}R$, gdzie R jest stałą gazową.

Oblicz wartość bezwzględną $|\Delta T_{AB}|$ zmiany temperatury w przemianie $A \rightarrow B$.

Zapisz obliczenia.



Zadanie 8.

Uczniowie budowali różne obwody elektryczne, w których jako źródło napięcia wykorzystali baterię \mathcal{B} o sile elektromotorycznej $\mathcal{E} = 4,5 \text{ V}$ i oporze wewnętrznym $r_w = 0,5 \Omega$.

Zadanie 8.1. (0–3)

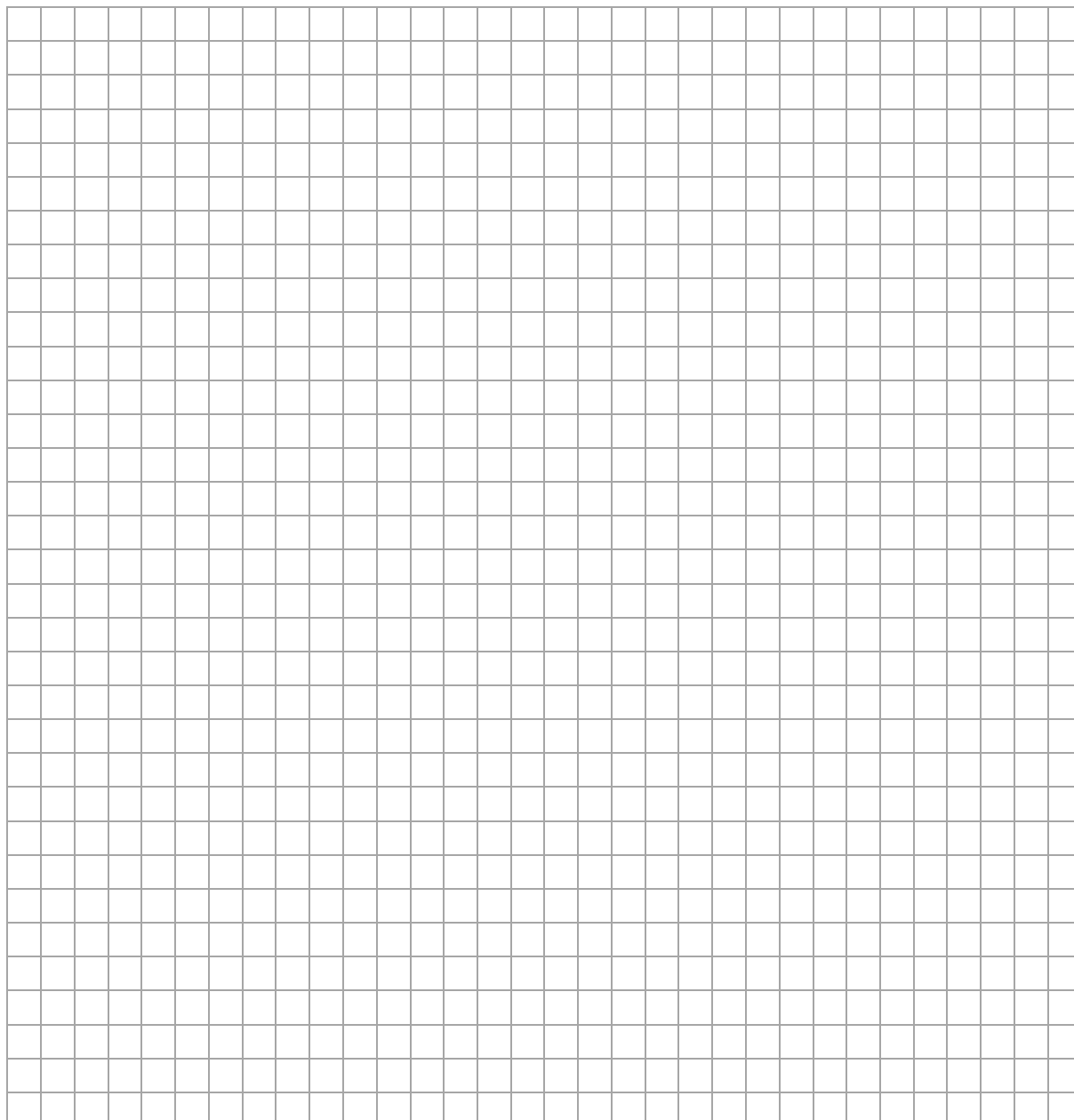
W pierwszym doświadczeniu do baterii \mathcal{B} podłączono żarówkę. Napięcie znamionowe oraz moc znamionowa żarówki wynoszą odpowiednio:

$$U_z = 4,5 \text{ V} \quad \text{oraz} \quad P_z = 3,5 \text{ W}$$

Żarówka podłączona do tej baterii świeciła.

Zakładamy, że w tym doświadczeniu zmiany napięcia na żarówce nie wpływają na jej opór elektryczny.

Oblicz moc wydzielaną na żarówce podczas jej świecenia. Zapisz obliczenia.



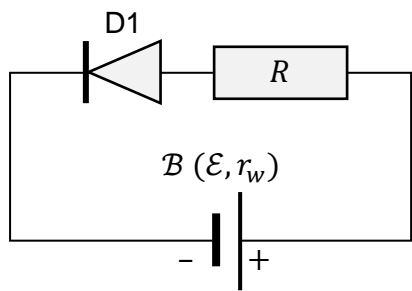
Zadanie 8.2. (0–1)

W kolejnym doświadczeniu do tej samej baterii \mathcal{B} podłączono diodę D1 oraz opornik o oporze R – w sposób przedstawiony na rysunku 1. Dioda D1 świeciła.

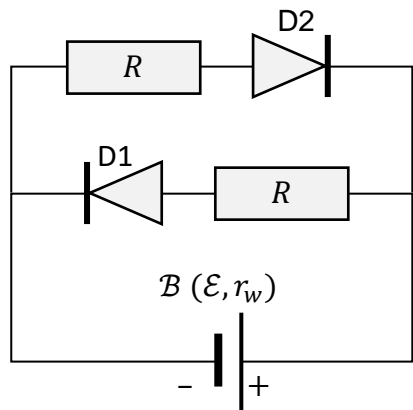
Następnie do tego obwodu podłączono – w sposób przedstawiony na rysunku 2. – jeszcze jedną diodę D2 i kolejny opornik o oporze R .

Przyjmij, że opór diody w kierunku zaporowym jest nieskończenie duży.

Rysunek 1.



Rysunek 2.



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

Po podłączeniu diody D2, dioda D1 będzie świeciła

A.	słabiej,	ponieważ opór zastępczy układu	1.	zwiększy się.
B.	tak samo,		2.	zmniejszy się.
C.	mocniej,		3.	nie zmieni się.

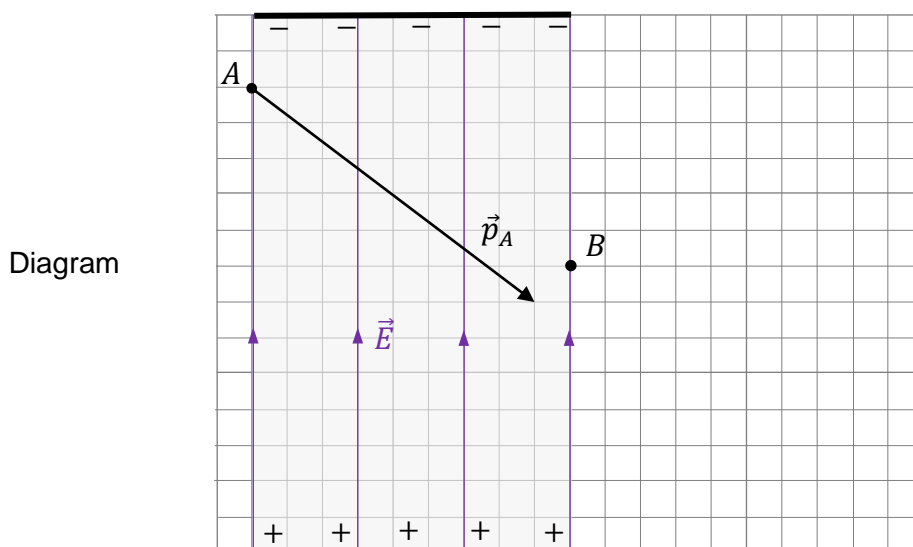
Zadanie 9.

Proton o pędzie początkowym \vec{p}_A i prędkości początkowej o wartości $v_A = 10^4$ m/s wpada w punkcie A w obszar jednorodnego pola elektrycznego o natężeniu \vec{E} . Proton przelatuje przez to pole w czasie $\Delta t = 1 \mu\text{s}$ i wypada z niego w punkcie B . Proton ma ładunek dodatni.

Sytuację ilustruje diagram poniżej. Długość boku kratki na diagramie odpowiada umownej jednostce pędu (ujp). Na diagramie oznaczono linie pola \vec{E} .

Przyjmij następujące oznaczenia i założenia:

- pęd protonu w punkcie A oznaczmy jako \vec{p}_A , a w punkcie B – jako \vec{p}_B
- zmianę pędu od A do B oznaczmy jako $\Delta\vec{p}_{AB}$ przy czym $\Delta\vec{p}_{AB} = \vec{p}_B - \vec{p}_A$
- pole elektryczne od A do B jest jednorodne.



Zadanie 9.1. (0–2)

Wartości pędu \vec{p}_A i zmiany pędu $\Delta\vec{p}_{AB}$ w umownych jednostkach pędu na diagramie wynoszą:

$$p_A = 10 \text{ ujp} \quad \text{oraz} \quad \Delta p_{AB} = 6 \text{ ujp}$$

Na diagramie powyżej wyznacz konstrukcyjnie i narysuj \vec{p}_B – wektor pędu protonu w punkcie B . Zachowaj odpowiedni kierunek, właściwy zwrot oraz długość wektora pędu, odpowiadającą jego wartości.

Wskazówka: Uwzględnij geometryczną relację między wektorem siły a wektorem zmiany pędu, wynikającą z II zasady dynamiki.

Brudnopis																			

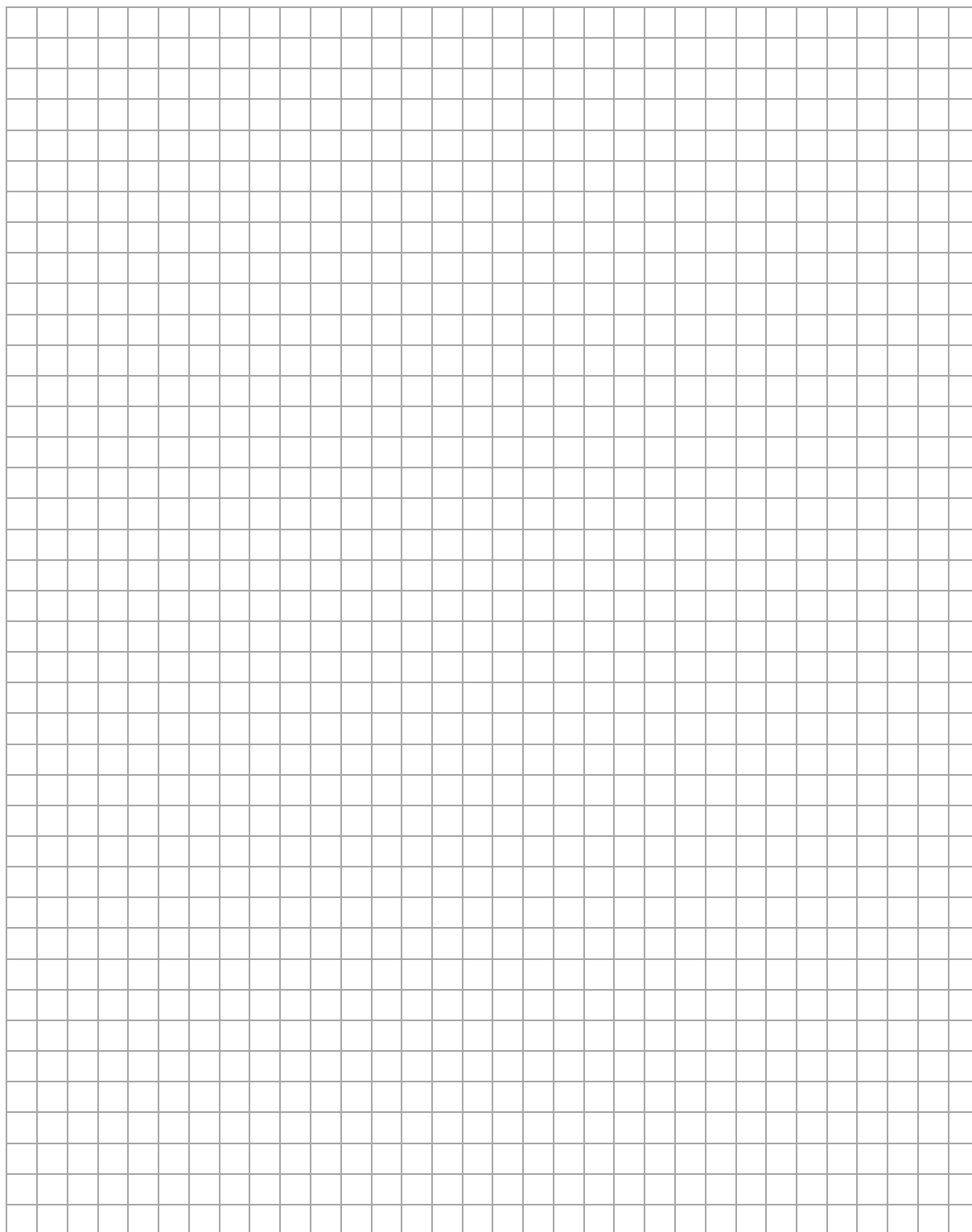
Zadanie 9.2. (0–3)

Wartości wektorów pędu \vec{p}_A i zmiany pędu $\Delta\vec{p}_{AB}$ wiąże zależność:

$$\Delta p_{AB} = 0,6 \cdot p_A$$

Oblicz E – wartość natężenia pola elektrycznego, w którym porusza się proton.

Zapisz obliczenia.



Zadanie 10.

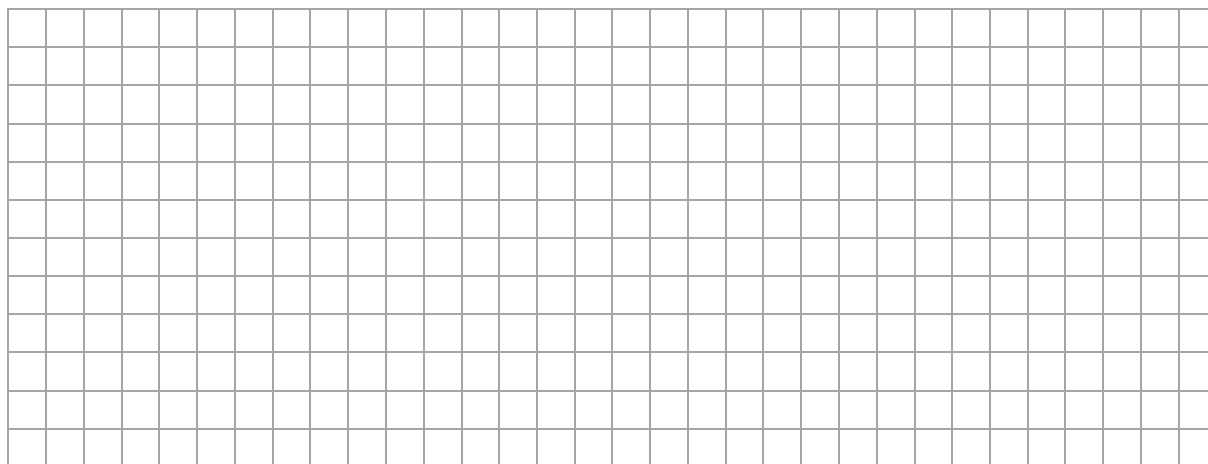
Pryzmat \mathcal{P} wykonany z pewnego rodzaju szkła jest umieszczony w powietrzu. Przekrojem pryzmatu \mathcal{P} jest trójkąt prostokątny równoramienny ABC .

Kąt graniczny dla szkła pryzmatu \mathcal{P} określony względem powietrza jest równy $\alpha_g = 44^\circ$.

Przyjmij, że prędkość światła w powietrzu jest równa prędkości światła w próżni.

Zadanie 10.1. (0–2)

Oblicz n_{sz} – współczynnik załamania światła dla szkła pryzmatu \mathcal{P} . Zapisz obliczenia.

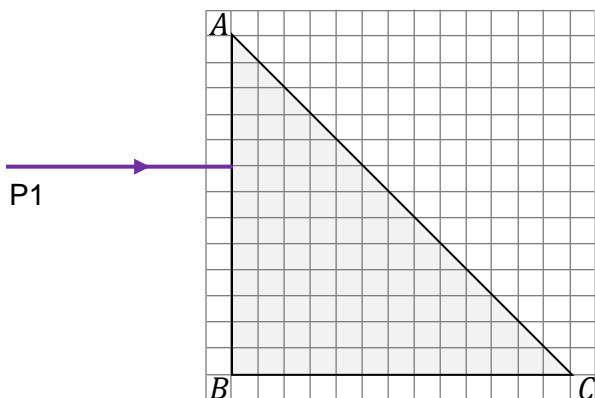
**Zadanie 10.2. (0–2)**

Promień P1 pada prostopadłe na ścianę AB pryzmatu \mathcal{P} , a promień P2 pada prostopadłe na ścianę AC pryzmatu \mathcal{P} .

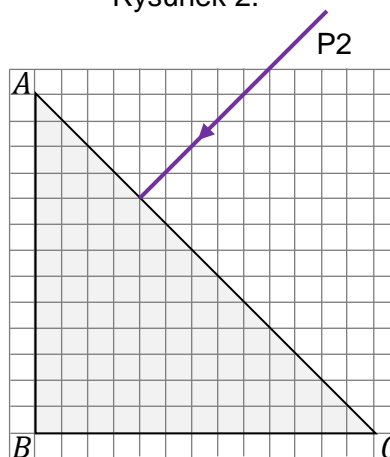
Na każdym z rysunków 1. i 2. dorysuj dalszy bieg – odpowiednio – promieni P1 i P2 w pryzmacie i dalej: po wyjściu z pryzmatu.

Uwaga! Zwróć uwagę na wartość kąta α_g .

Rysunek 1.



Rysunek 2.



Zadanie 10.3. (0–1)

Pryzmat \mathcal{P} zanurzono w wodzie.

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

Kąt graniczny dla szkła pryzmatu \mathcal{P} określony względem wody, w porównaniu do kąta granicznego dla szkła pryzmatu \mathcal{P} określonego względem powietrza, będzie

A.	mniejszy,	ponieważ prędkość światła w wodzie jest	1.	mniejsza od prędkości światła w powietrzu.
B.	taki sam,		2.	większa od prędkości światła w powietrzu.
C.	większy,		3.	równa prędkości światła w powietrzu.

[illegible]

Zadanie 11.

Rozważamy próbkę pewnego promieniotwórczego izotopu A_ZX pierwiastka X.

Zadanie 11.1. (0–1)

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

1.	Energia całkowita jądra A_ZX przed rozpadem jest równa sumie energii całkowitych wszystkich produktów rozpadu tego jądra.	P	F
2.	Masa jądra A_ZX przed rozpadem jest równa sumie mas produktów rozpadu tego jądra.	P	F

Zadanie 11.2. (0–2)

W wyniku pięciu kolejnych rozpadów α , z których pierwszy jest rozpadem jądra A_ZX , powstało jądro izotopu polonu ${}^{218}_{84}\text{Po}$.

Podaj nazwę lub symbol pierwiastka X. Zapisz obliczenia.

[illegible]

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, equal-sized squares formed by thin gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

