

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**-2605

DATA: **19 maja 2026 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 29 stron (zadania 1–11).
Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Na pierwszej stronie arkusza oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
3. Symbol  zamieszczony przy zadaniu zamkniętym oznacza, że rozwiązanie tego zadania musisz przenieść na kartę odpowiedzi. Ocenie podlegają wyłącznie odpowiedzi zaznaczone na karcie odpowiedzi.
4. Odpowiedzi do zadań zamkniętych oznaczonych symbolem  zaznacz na karcie odpowiedzi w części przeznaczony dla zdającego:
 - zamaluj  pola do tego przeznaczone
 - błędne zaznaczenie otocz kółkiem  i zaznacz właściwe.
5. Rozwiązania pozostałych zadań zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy zadaniu.
6. 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.
7. 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.
8. Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie pomocne lub niezbędne użycie linijki.
9. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
10. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
11. Nie wpisuj żadnych znaków w tabelkach przeznaczonych dla egzaminatora.
Tabelki są umieszczone na marginesie przy wybranych zadaniach.
12. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
13. 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 z wysokości h_0 ponad podłożem wyrzucono pionowo w górę ciało C . Wartość prędkości ciała C w chwili t_0 oznaczmy jako v_0 . Ciało wzniosło się pionowo na wysokość maksymalną $h_{\max}$, po czym opadło na podłoże.

Przyjmij, że:

- ciało C porusza się w komorze próżniowej, bez działania sił oporu, w inercyjnym układzie odniesienia, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym
- przyspieszenie ziemskie ma wartość $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Zadanie 1.1. (0–1)



Analizujemy ruch ciała C od chwili t_0 do momentu uderzenia w podłoże.

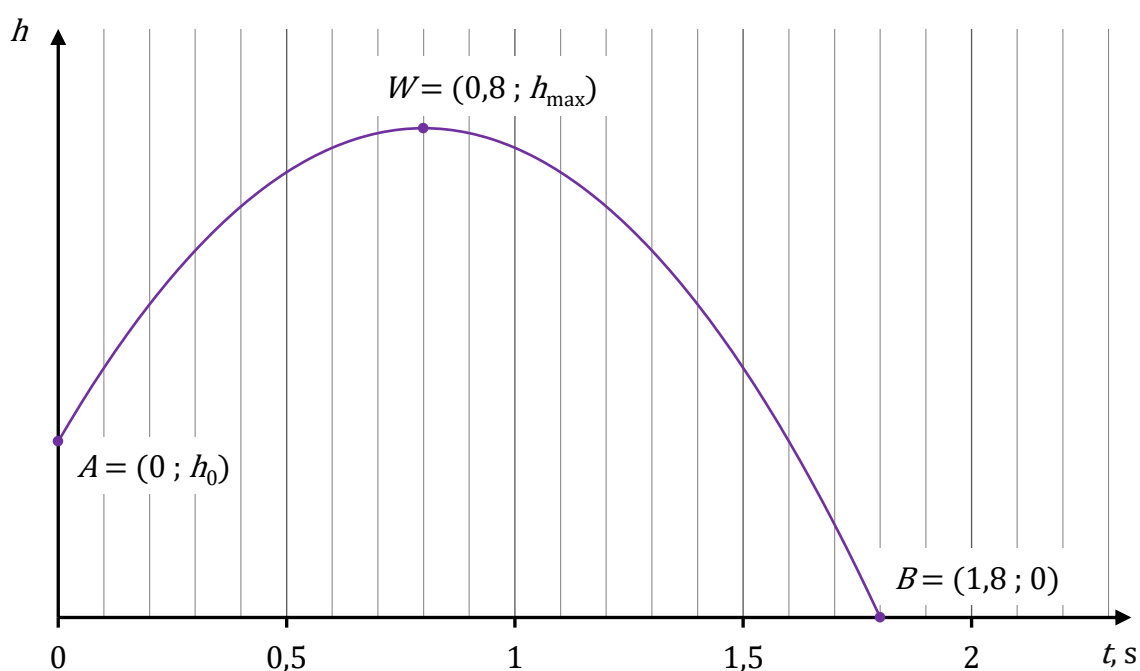
Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

Przyspieszenie ciała C zależy od jego masy.	P	F
Czas trwania ruchu ciała C zależy od v_0 .	P	F

Informacja do zadań 1.2.–1.3.

Na poniższym wykresie przedstawiono zależność $h(t)$ – wysokości od czasu – dla ruchu ciała C od chwili t_0 do momentu uderzenia w podłoże. Na wykresie zaznaczono wybrane punkty A , W , B oraz podano ich współrzędne (za pomocą liczb i symboli).

Wykres



Zadanie 1.2. (0-2)

Oblicz v_0 . Zapisz obliczenia.

1.2.
0-1-2

Zadanie 1.3. (0–3)

Oblicz h_0 . Zapisz obliczenia.

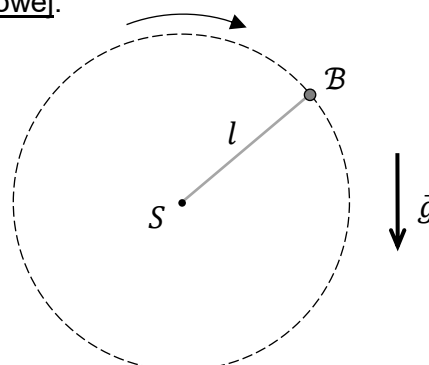
1.3.	
0-1- 2-3	

Zadanie 2.

Do jednego z końców nierozciągliwej nici o długości l zamocowano niewielkie ciało B o masie m . Drugi koniec nici jest unieruchomiony w punkcie S . Następnie ciało B wprowadzono w ruch po okręgu o środku w punkcie S w płaszczyźnie pionowej.

Przyjmij model zjawiska, w którym:

- na ciało B podczas ruchu działają dwie siły:
 $\vec{F}_g$ – siła grawitacji oraz $\vec{F}_n$ – siła reakcji nici
- pomijamy wszelkie opory ruchu, masę nici, a ciało B traktujemy jako punkt materialny
- ciało B porusza się w inercjalnym układzie odniesienia, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym.



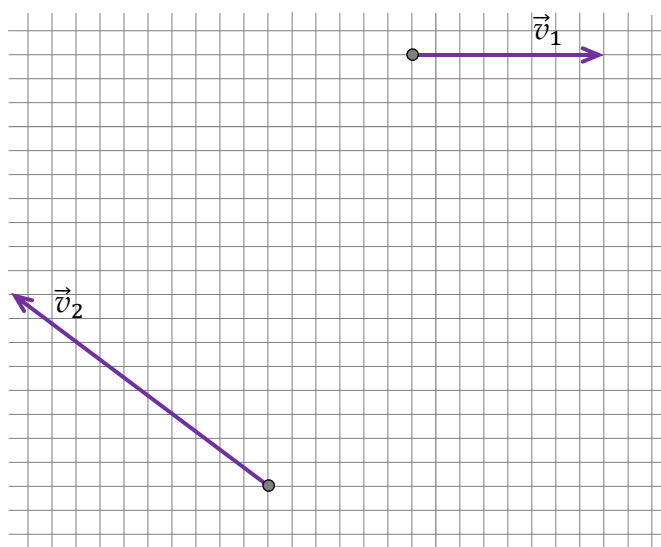
Sytuację ilustruje rysunek powyżej, na którym oznaczono przyspieszenie ziemskie $\vec{g}$.

Zadanie 2.1. (0–2)

Na poniższym rysunku przedstawiono wektory prędkości ciała B w dwóch różnych chwilach czasu podczas opisanego ruchu tego ciała po okręgu.

Długość boku kratki odpowiada umownej jednostce odległości.

Rysunek



2.1.

0–1–2

Na rysunku powyżej wyznacz konstrukcyjnie środek okręgu, po którym porusza się ciało B . Podpisz środek tego okręgu jako S .

Zapisz w wykropkowanym miejscu poniżej długość l promienia tego okręgu. Wyraż tę długość w umownych jednostkach odległości.

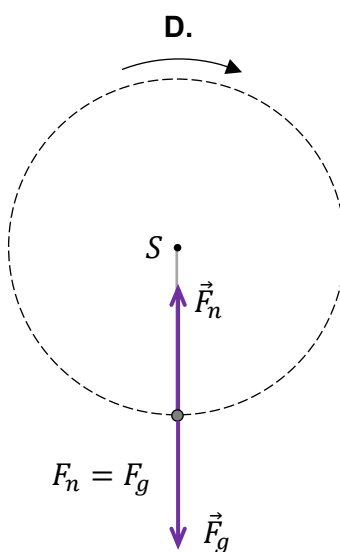
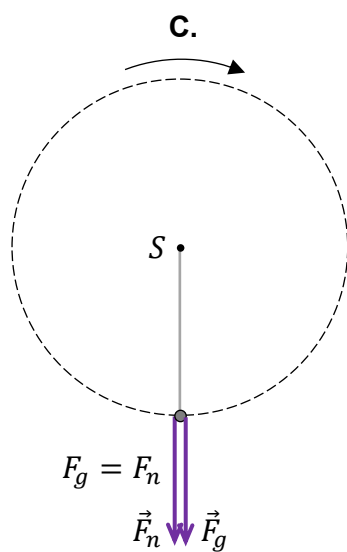
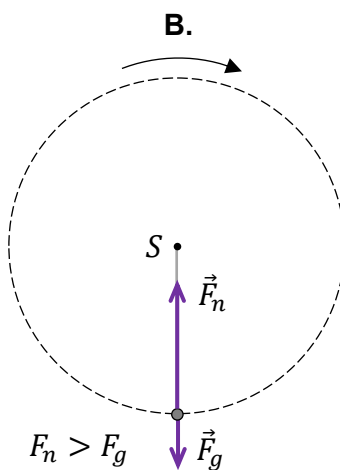
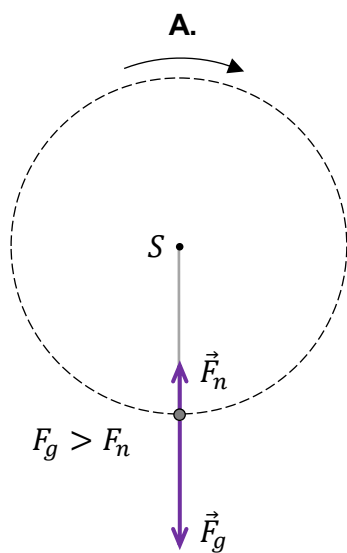
$l = \dots\dots\dots$ długości boku kratki

Uwaga! W tym przykładzie środek S okręgu leży w punkcie kratowym.



Zadanie 2.2. (0–1)

Na którym rysunku (spośród A–D) prawidłowo przedstawiono siły – grawitacji $\vec{F}_g$ oraz reakcji nici $\vec{F}_n$ – działające na ciało $\mathcal{B}$ podczas ruchu po okręgu, gdy przechodzi ono przez najniższe położenie? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.



Brudnopis

2.3.

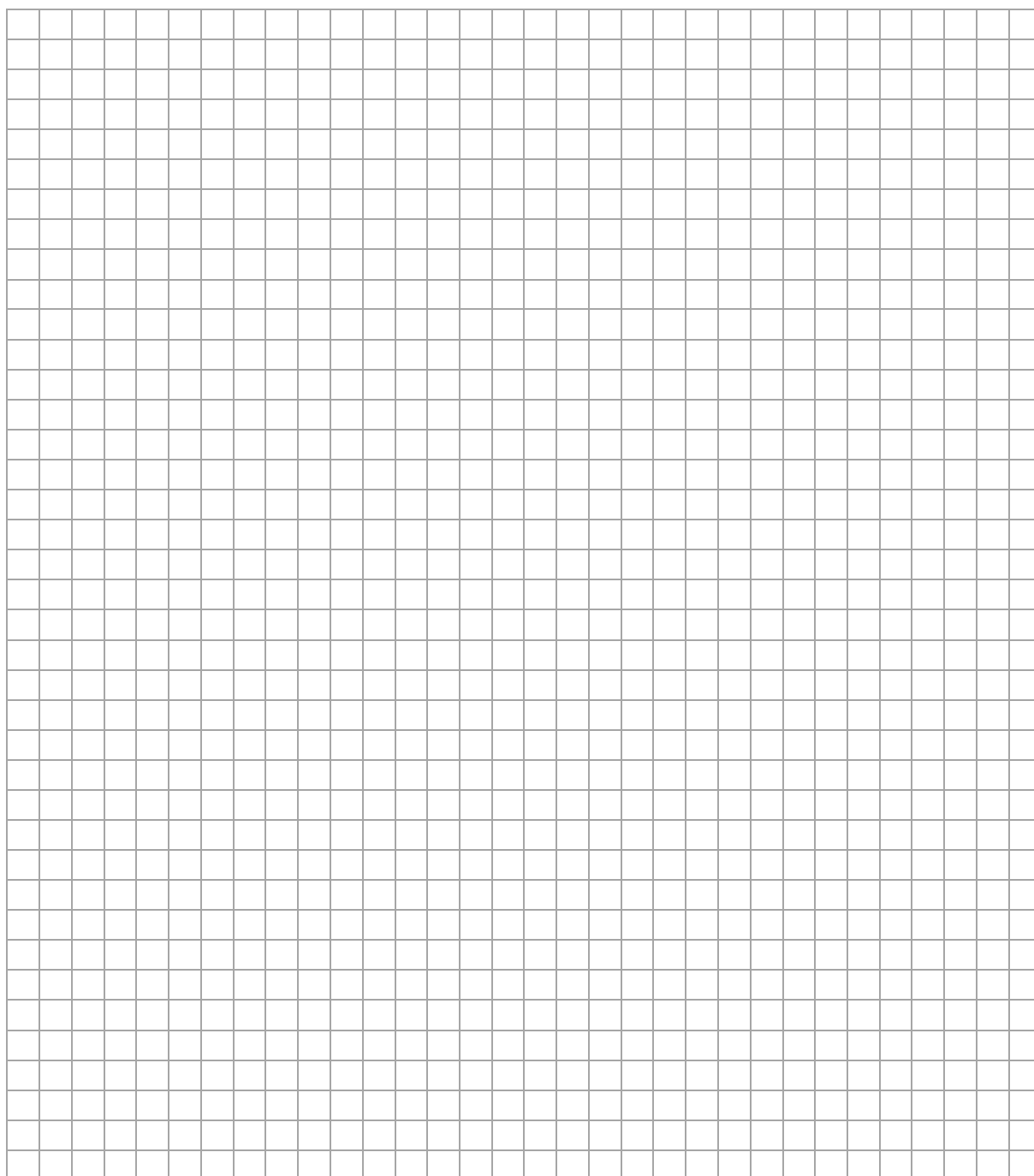
0-1-
2-3-4**Zadanie 2.3. (0-4)**

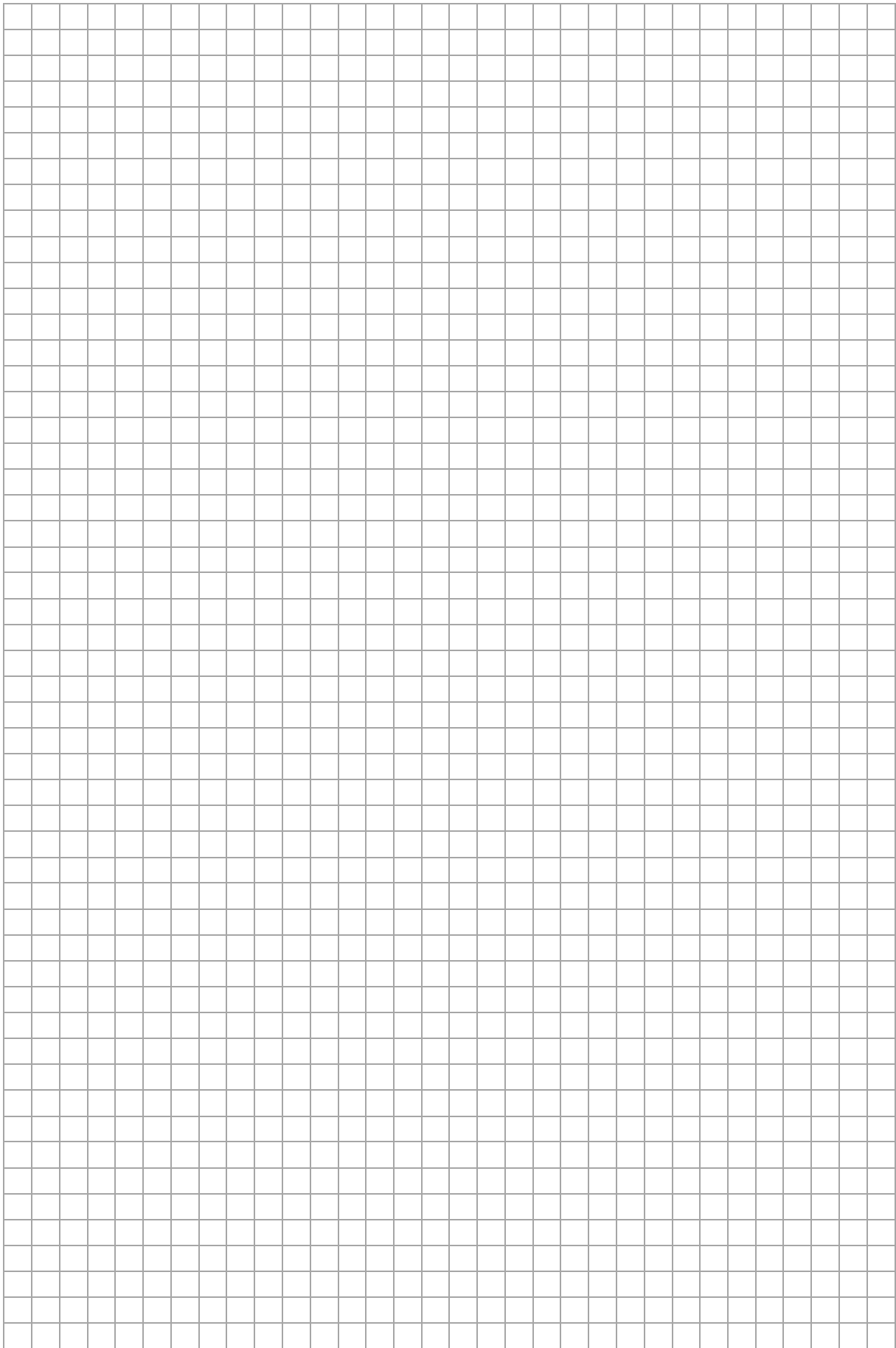
Siła $\vec{F}_n$, z jaką nić działa na ciało $\mathcal{B}$ podczas jego ruchu po okręgu, zmienia swoją wartość. Największą wartość tej siły oznaczmy jako $F_{n \max}$, a najmniejszą – jako $F_{n \min}$.

Dany jest iloraz największej i najmniejszej wartości prędkości ciała $\mathcal{B}$ podczas jego ruchu po okręgu:

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{3}$$

Oblicz iloraz $\frac{F_{n \max}}{F_{n \min}}$. Zapisz obliczenia.





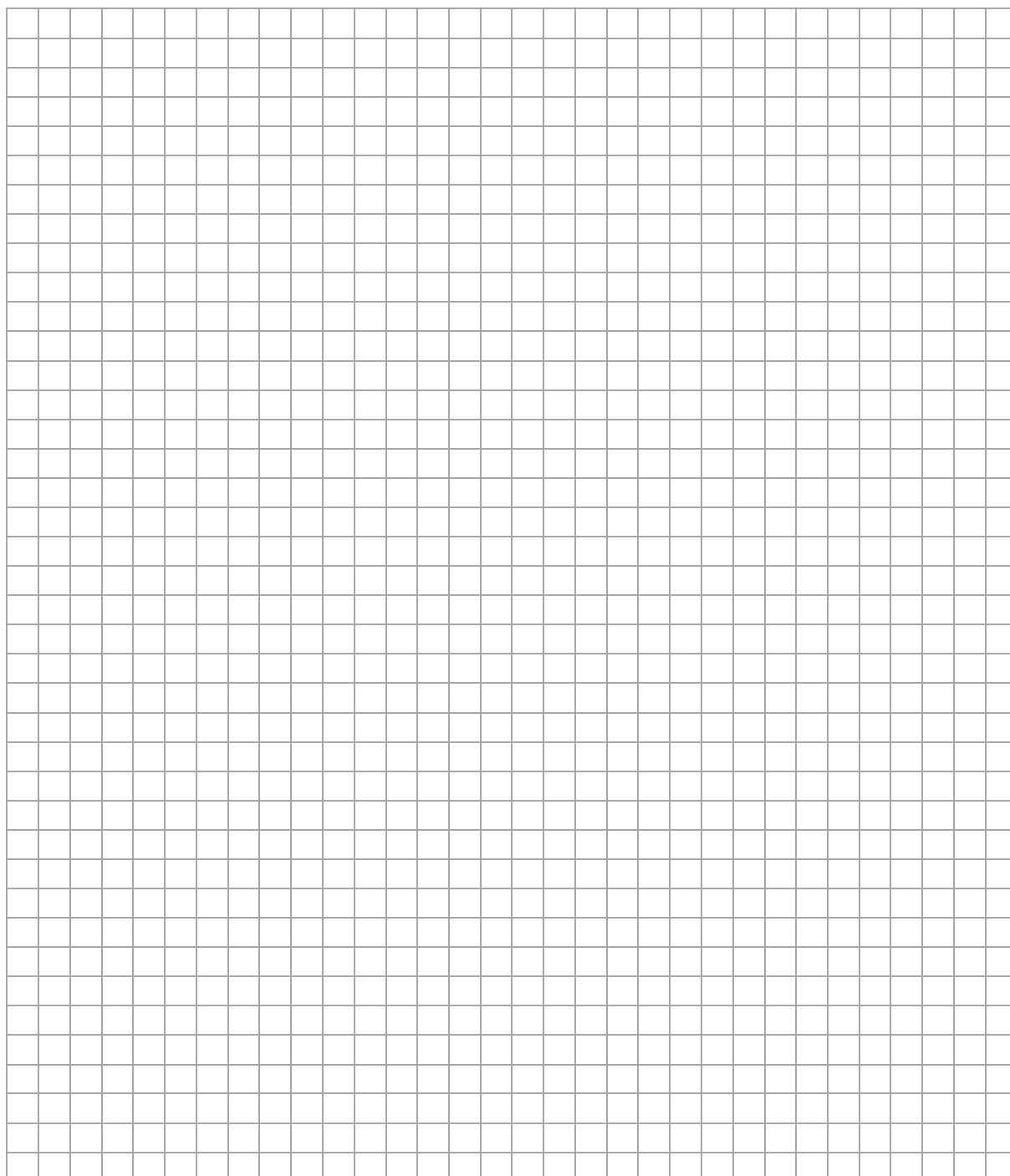
Zadanie 3.2. (0–4)

Rozważamy taką sytuację 2., w której bloczek się obraca, a ciężarek porusza się pionowo w dół z przyspieszeniem $\vec{a}$ (skierowanym w dół) o wartości:

$$a = \frac{1}{2}g$$

Wyznacz F – wartość siły $\vec{F}$ w opisanej sytuacji 2. – w zależności tylko od wartości przyspieszenia ziemskiego g oraz od masy ciężarka m_c i masy walca m_w .

Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na F .



3.2.
0–1–
2–3–4

Zadanie 4.

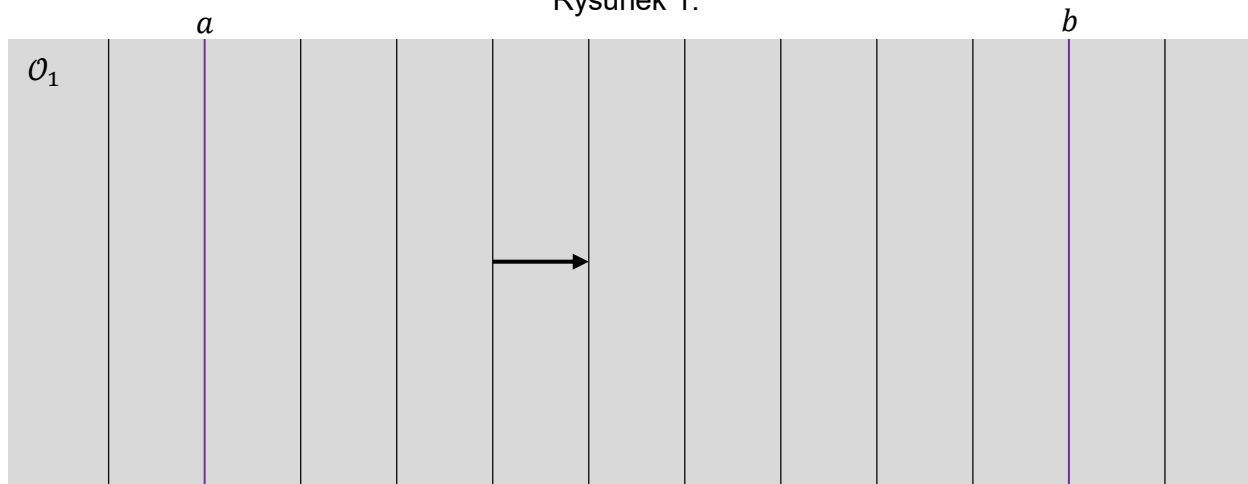
W pewnym ośrodku materialnym $\mathcal{O}_1$ rozchodzi się ultradźwiękowa fala płaska $\mathcal{F}$ o ustalonej amplitudzie. W zadaniach 4.1.–4.4. pomijamy efekty związane z pochłanianiem tej fali w ośrodku.

Informacja do zadań 4.1.–4.2.

Na rysunku 1. przedstawiono obraz fali $\mathcal{F}$ w pewnej chwili czasu t_0 . Pionowe odcinki odpowiadają powierzchniom falowym (fazowym) oddległym od siebie kolejno o długość fali λ_1 .

Na rysunku 1. wyróżniono odcinki a i b – pokrywające się z dwiema powierzchniami falowymi w chwili t_0 . Czas przejścia fali $\mathcal{F}$ od a do b jest równy $\Delta t_{ab} = 0,07$ ms.

Rysunek 1.

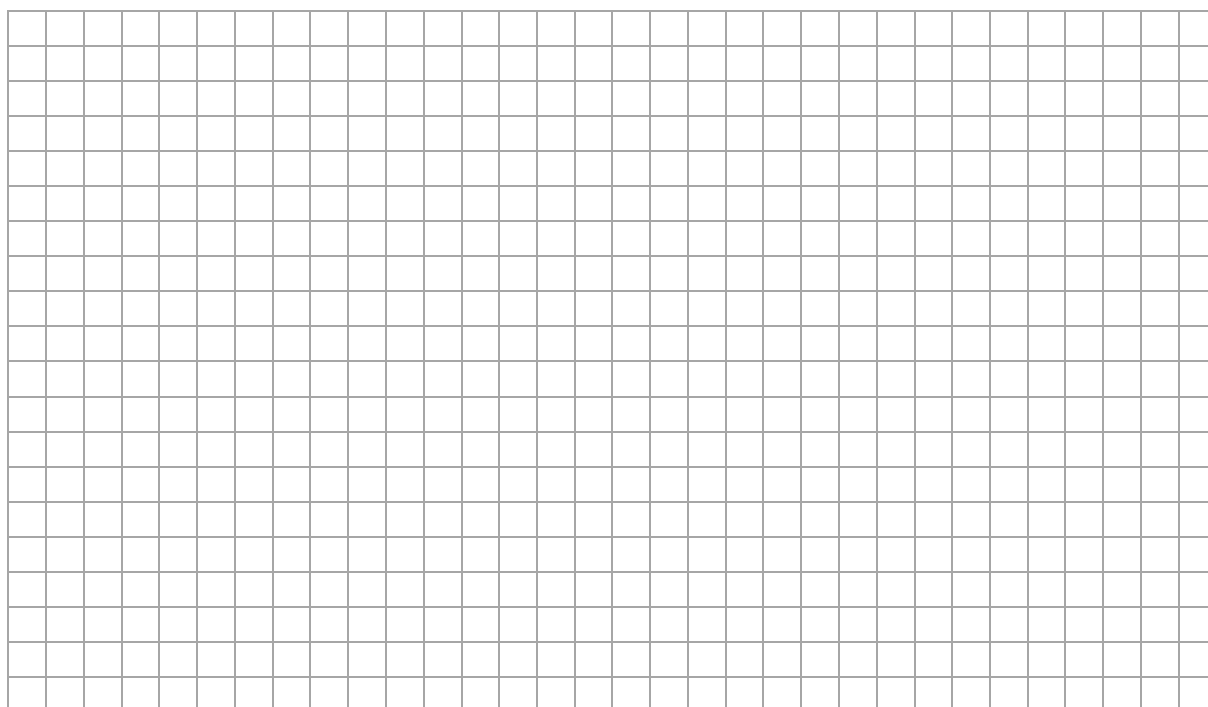


4.1.

0–1–2

Zadanie 4.1. (0–2)

Oblicz f – częstotliwość opisaney fali ultradźwiękowej. Zapisz obliczenia.



Zadanie 4.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Natężenie fali $\mathcal{F}$ w połowie odległości pomiędzy odcinkami a i b w porównaniu do natężenia tej fali na odcinku b jest

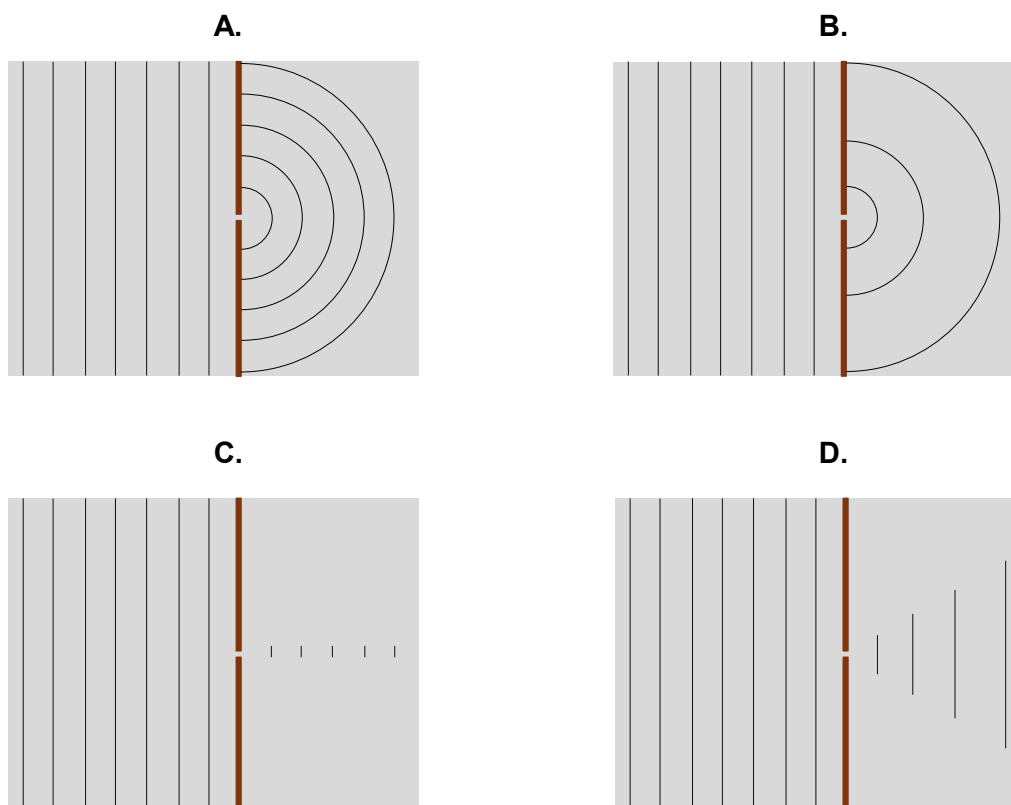
- A. 4 razy większe. B. 2 razy większe. C. $\sqrt{2}$ razy większe. D. takie samo.

Brudnopis																			

Zadanie 4.3. (0–1)

Założmy, że fala płaska $\mathcal{F}$ dociera do przeszkody, w której jest wąska szczelina. Za i przed przeszkodą znajduje się ten sam ośrodek $\mathcal{O}_1$.

Na którym rysunku (spośród A–D) prawidłowo przedstawiono kolejne powierzchnie falowe po przejściu fali przez szczelinę? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.



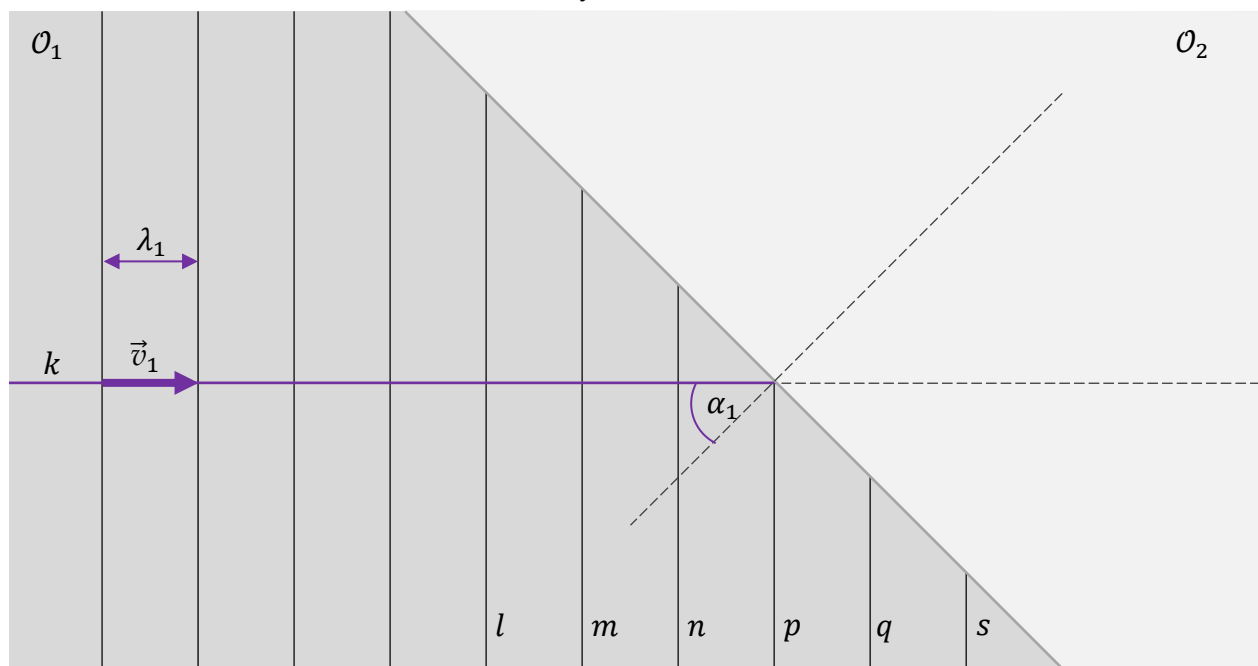
$$v_1 = 2v_2$$

Pozioma linia k na rysunku 2. wyznacza kierunek biegu fali $\mathcal{F}$ w ośrodku $\mathcal{O}_1$.

Pionowe linie (np. l, m, n, p, q, s) odpowiadają powierzchniom falowym fali $\mathcal{F}$ w ośrodku $\mathcal{O}_1$.

Kreską przerywaną oznaczono linie pomocnicze. W ośrodku $\mathcal{O}_2$ nie narysowano kierunku biegu fali $\mathcal{F}$ ani jej powierzchni falowych.

Rysunek 2.



4.4.

0-1-
2-3

Na rysunku 2. dorysuj kierunek biegu fali $\mathcal{F}$ w ośrodku $\mathcal{O}_2$ oraz dorysuj powierzchnie falowe fali $\mathcal{F}$ w ośrodku $\mathcal{O}_2$ – tzn. narysuj kontynuację linii k oraz linii l, m, n, p, q, s .

Uwzględnij relację (większy, równy, mniejszy) między kątem padania a kątem załamania fali na granicy ośrodków oraz uwzględnij prawidłowe ułożenie powierzchni falowych względem kierunku biegu fali $\mathcal{F}$ w ośrodku $\mathcal{O}_2$.

Uwaga! Nie musisz obliczać/wyznaczać miary kąta załamania.

Wpisz poniżej wartość ilorazu długości fali – odpowiednio – w ośrodkach $\mathcal{O}_1$ i $\mathcal{O}_2$:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \dots\dots\dots$$

[illegible]

Zadanie 5.

Pewna planetoida $\mathcal{R}$ krąży wokół Słońca po orbicie eliptycznej jedynie pod wpływem siły grawitacji Słońca. Orbita planetoidy $\mathcal{R}$ leży w tej samej płaszczyźnie co orbita Ziemi i przecina się z nią w dwóch punktach (zobacz rysunek).

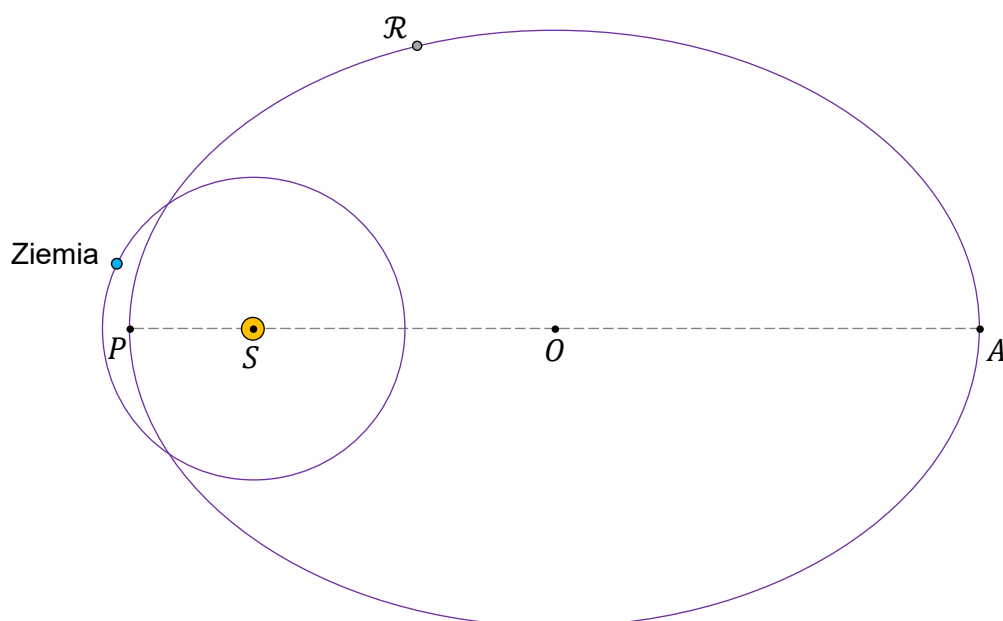
Przyjmij następujące dane i założenia:

- największą odległość planetoidy $\mathcal{R}$ od środka S Słońca oznaczmy jako $r_A = |SA|$
- najmniejszą odległość planetoidy $\mathcal{R}$ od środka S Słońca jest równa $r_P = |SP| = 0,81$ au
- długość osi wielkiej orbity planetoidy $\mathcal{R}$ jest równa $|PA| = 5,62$ au
- wartość prędkości planetoidy $\mathcal{R}$ w punkcie A orbity oznaczmy jako v_A
- wartość prędkości planetoidy $\mathcal{R}$ w punkcie P orbity jest równa $v_P = 43,29$ km/s
- środek orbity planetoidy $\mathcal{R}$ oznaczmy jako O

oraz

- orbitę Ziemi traktujemy w przybliżeniu jako orbitę kołową
- odległość Ziemi od środka Słońca jest równa $r_Z = 1,0$ au
- okres obiegu Ziemi dookoła Słońca wynosi $T_Z = 1,00$ rok ziemski
- pomijamy wpływ innych ciał (oprócz Słońca) na ruch planetoidy $\mathcal{R}$ oraz na ruch Ziemi.

Rysunek



Zadanie 5.1. (0–1)

Na powyższym rysunku narysuj wektor siły $\vec{F}$, z jaką Słońce działa na planetoidę $\mathcal{R}$ w oznaczonym położeniu na orbicie. Zachowaj odpowiedni kierunek, zwrot oraz punkt zaczepienia tego wektora (długość może być dowolna).

5.1.

0–1

0-1-2

Oblicz $T_{\mathcal{R}}$ – okres obiegu planetoidy $\mathcal{R}$ wokół Słońca. Zapisz obliczenia. Wynik podaj w latach ziemskich.

A full-page view of a blank sheet of graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines forming small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Iloraz $\frac{a_P}{a_A}$ jest równy

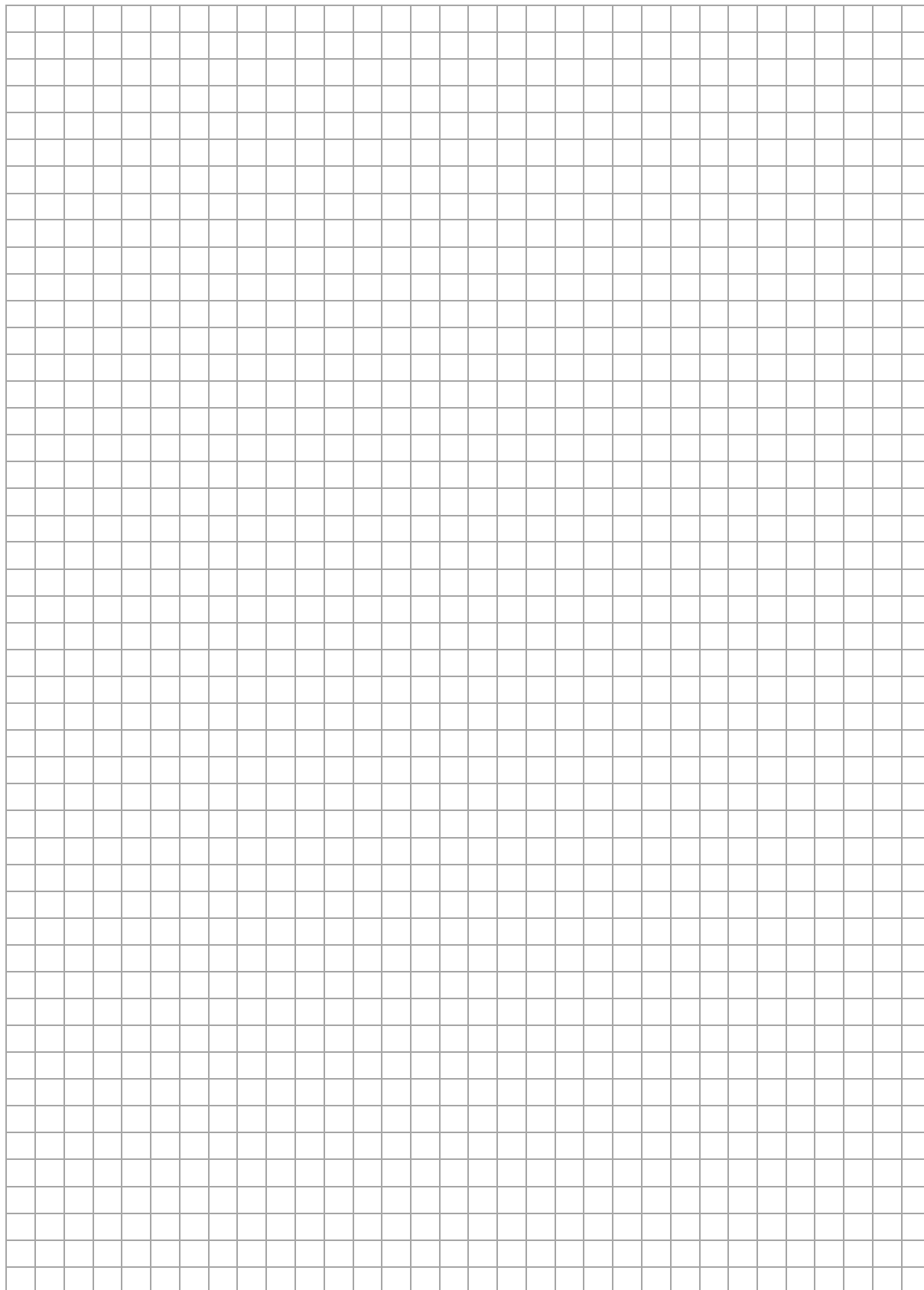
- A. $\frac{|SA|}{|SP|}$ B. $\frac{|SP|}{|SA|}$ C. $\left(\frac{|SA|}{|SP|}\right)^2$ D. $\left(\frac{|SP|}{|SA|}\right)^2$

Brudnopis

[illegible]

Zadanie 5.4. (0–3)

Oblicz v_A – wartość prędkości planetoidy $\mathcal{R}$ w punkcie A orbity. Zapisz obliczenia.

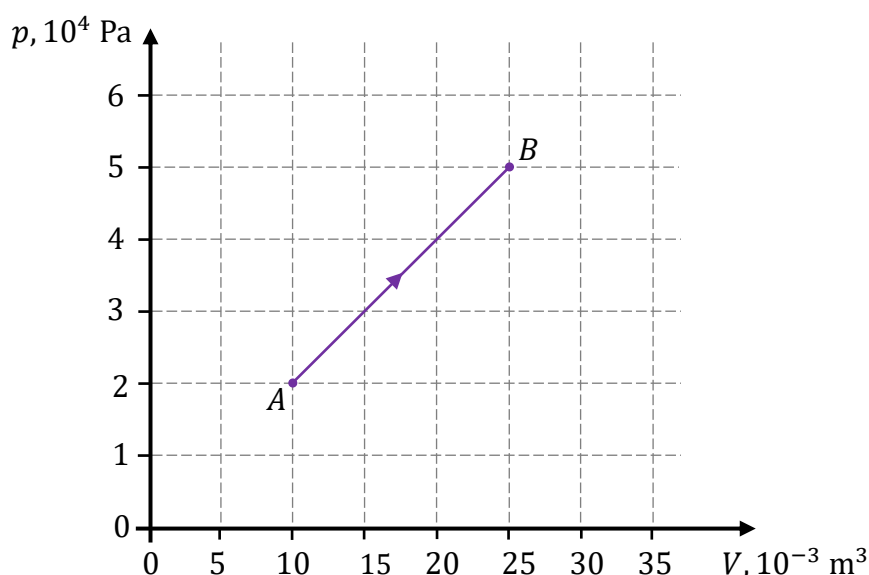
5.4.0–1–
2–3

Zadanie 6.

Na poniższym wykresie przedstawiono zależność ciśnienia p od objętości V dla pewnej przemiany termodynamicznej $A \rightarrow B$ ustalonej masy gazu doskonałego. Przyjmij, że:

- ciepło molowe tego gazu przy stałej objętości wynosi $C_V = \frac{3}{2}R$, gdzie R jest stałą gazową
- stany A i B gazu znajdują się w punktach kratowych siatki wykresu
- AB jest odcinkiem prostym.

Wykres



Zadanie 6.1. (0–1)



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

W przemianie $A \rightarrow B$ temperatura bezwzględna T gazu zmienia się wprost proporcjonalnie do kwadratu objętości tego gazu.	P	F
W przemianie $A \rightarrow B$ średnia wartość prędkości cząsteczek gazu wzrasta.	P	F

6.2.

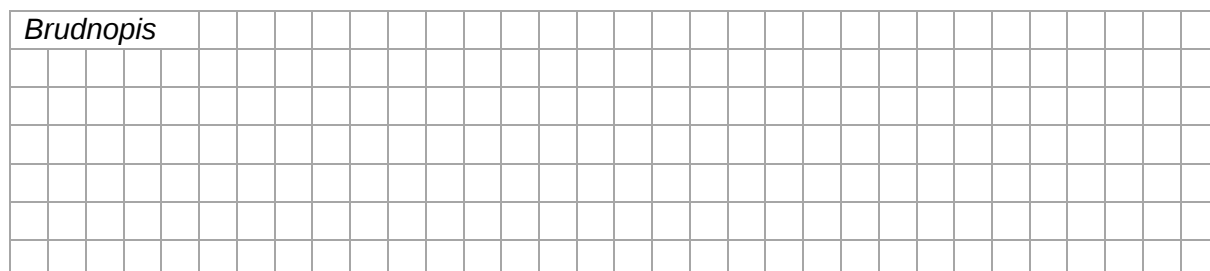
0–1

Zadanie 6.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Wpisz właściwą liczbę w wy kropkowane miejsce.

Iloraz temperatur bezwzględnych gazu w stanach B i A jest równy $\frac{T_B}{T_A} = \dots\dots\dots$.

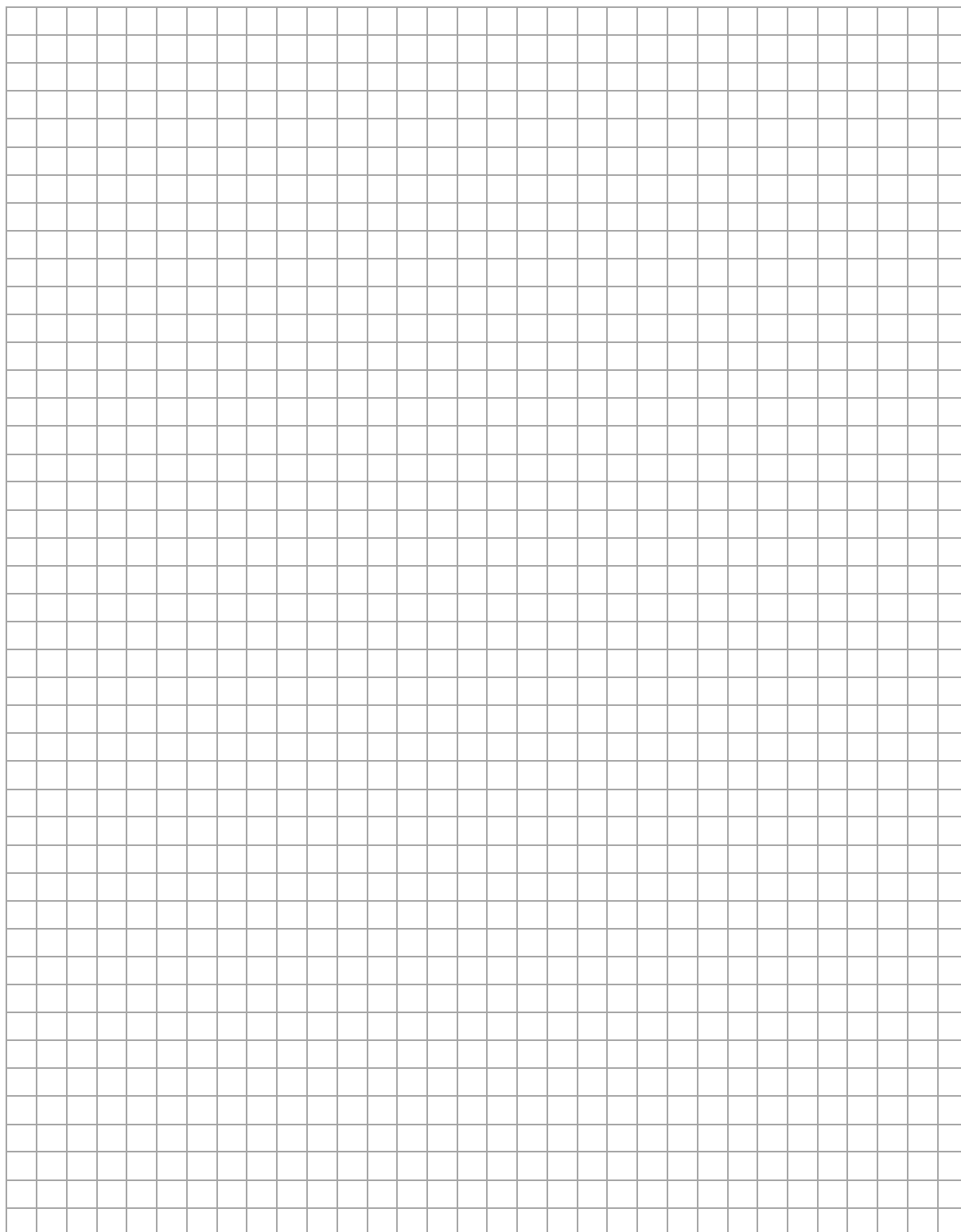
Brudnopis



Zadanie 6.3. (0–4)

Oblicz Q_{AB} – ciepło pobrane przez gaz w opisanej przemianie $A \rightarrow B$.
Zapisz obliczenia.

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

6.3.0–1–
2–3–4

Zadanie 7.

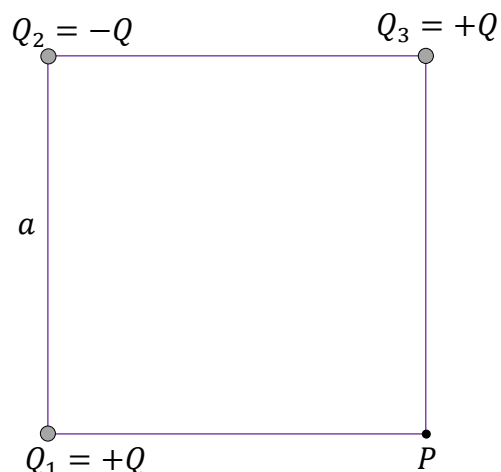
Trzy punktowe ładunki elektryczne: Q_1 , Q_2 i Q_3 umieszczono w wierzchołkach kwadratu (zobacz rysunek obok). Ładunki te pozostają nieruchome. Pomiędzy ładunkami jest próżnia.

Długość boku tego kwadratu jest równa a .

Wartości ładunków Q_1 , Q_2 i Q_3 wyrażają się poprzez pewną dodatnią wartość Q następująco:

$$Q_1 = +Q \quad Q_2 = -Q \quad Q_3 = +Q$$

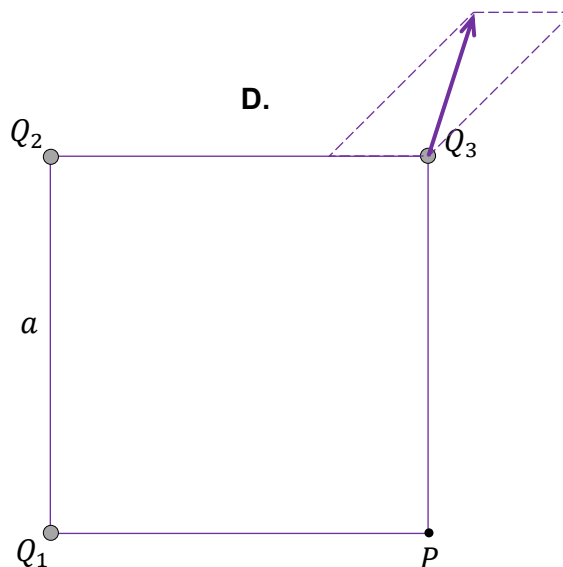
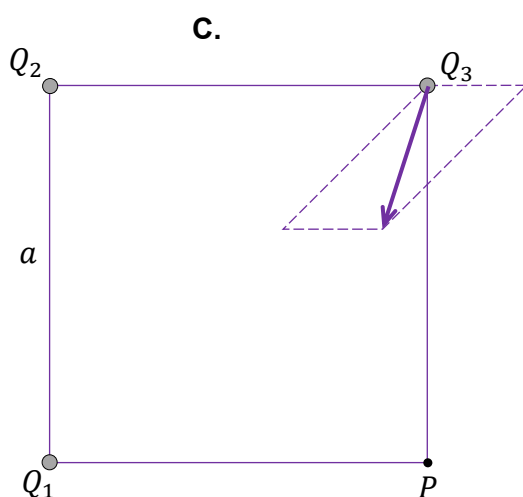
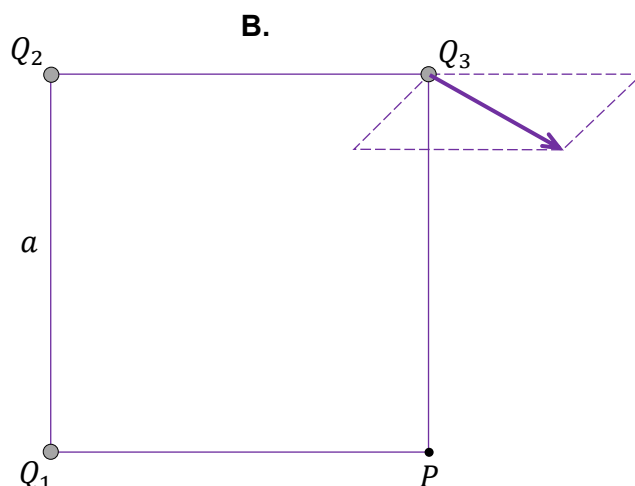
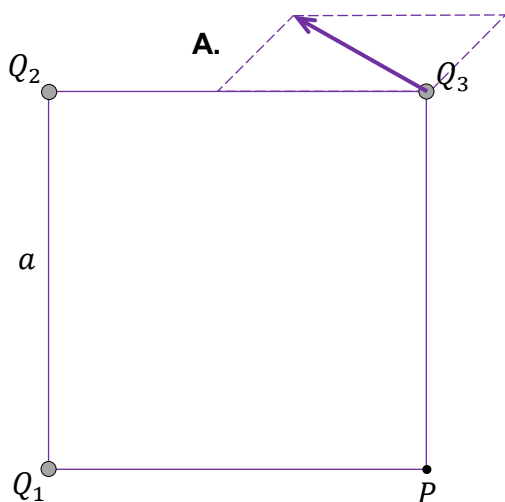
W wierzchołku kwadratu oznaczonym jako P nie ma ładunku elektrycznego.



Zadanie 7.1. (0–1)



Na którym rysunku (spośród A–D) prawidłowo zaznaczono kierunek i zwrot wypadkowej siły elektrycznej działającej na ładunek Q_3 ? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.



Zadanie 7.2. (0–4)

7.2.

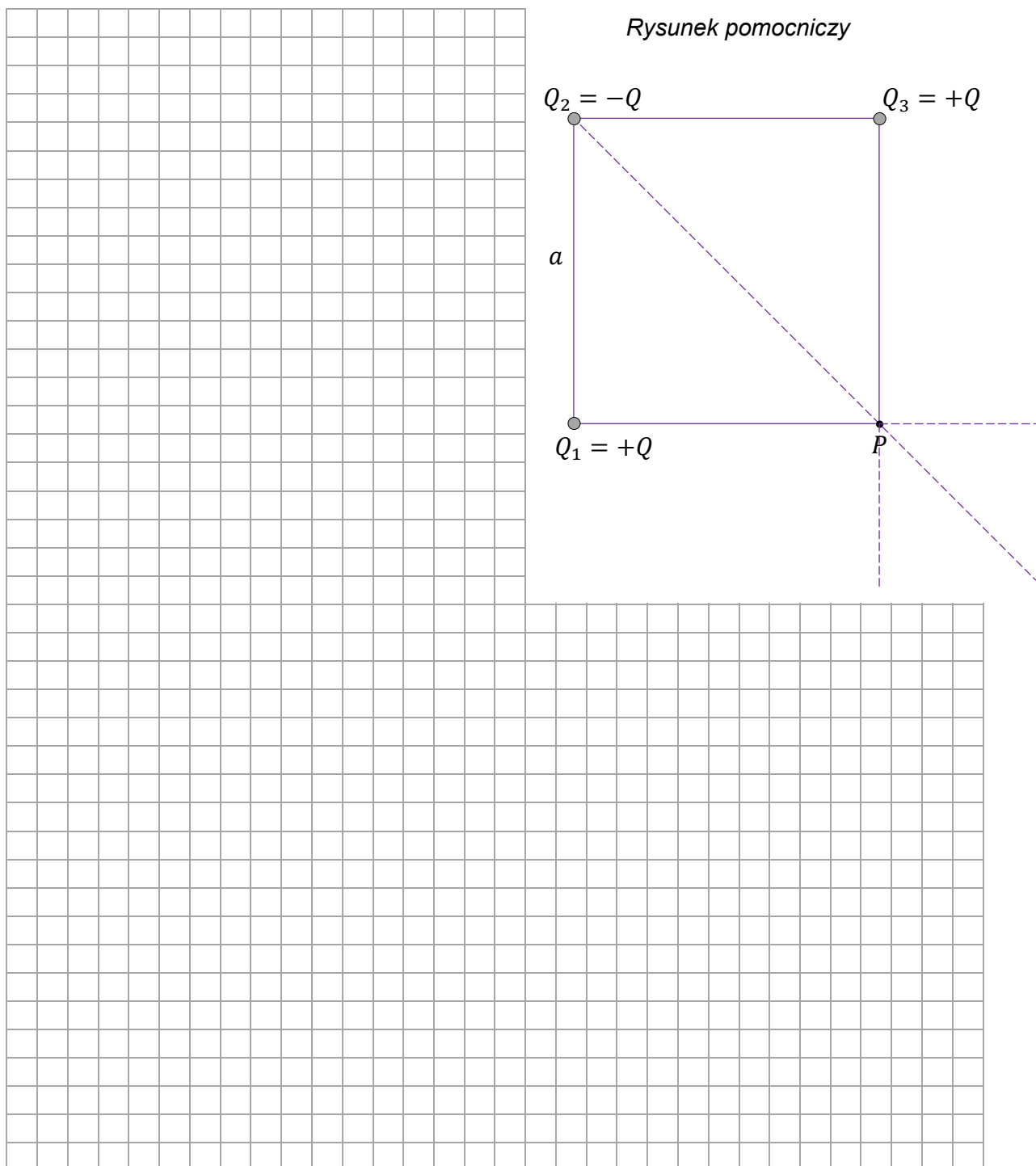
0–1–
2–3–4

Wektor wypadkowego natężenia pola elektrycznego w punkcie P oznaczmy jako $\vec{E}_P$.

Wyznacz E_P – wartość wektora natężenia $\vec{E}_P$ – w zależności tylko od a , od Q oraz od odpowiedniej stałej fizycznej.

Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na E_P .

Uwaga! Zamieszczony rysunek ma charakter pomocniczy.



Zadanie 8.

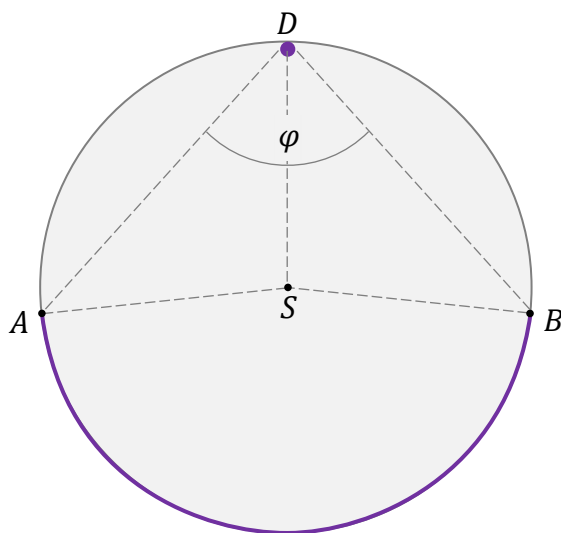
Szklana kula $\mathcal{K}$ o środku w punkcie S jest umieszczona w powietrzu. Współczynnik załamania światła w szkle, z którego jest wykonana kula $\mathcal{K}$, jest równy $n_{sz} = 1,50$. Współczynnik załamania światła w powietrzu przyjmujemy równy $n_p = 1,00$.

Wewnątrz kuli $\mathcal{K}$, w punkcie D tuż pod jej powierzchnią, znajduje się mała świecąca dioda. Ta dioda emituje światło do wnętrza kuli w taki sposób, że jej światło pada na każdy punkt wewnętrznej powierzchni kuli $\mathcal{K}$.

Okazuje się, że światło diody wychodzi z kuli $\mathcal{K}$ jedynie przez fragment jej powierzchni, zaznaczony na schematycznym rysunku fioletowym łukiem AB .

Na rysunku przedstawiono przekrój kuli $\mathcal{K}$ w płaszczyźnie zawierającej diodę i środek kuli. Miarę kąta $\angle BDA$ oznaczono jako φ . Kreską przerywaną oznaczono odcinki pomocnicze.

Rysunek



8.1.

0–1–
2–3

Zadanie 8.1. (0–3)

Oblicz φ . Zapisz obliczenia.



Zadanie 9. (0–3)

Elektron porusza się po okręgu w zewnętrznym jednorodnym polu magnetycznym.

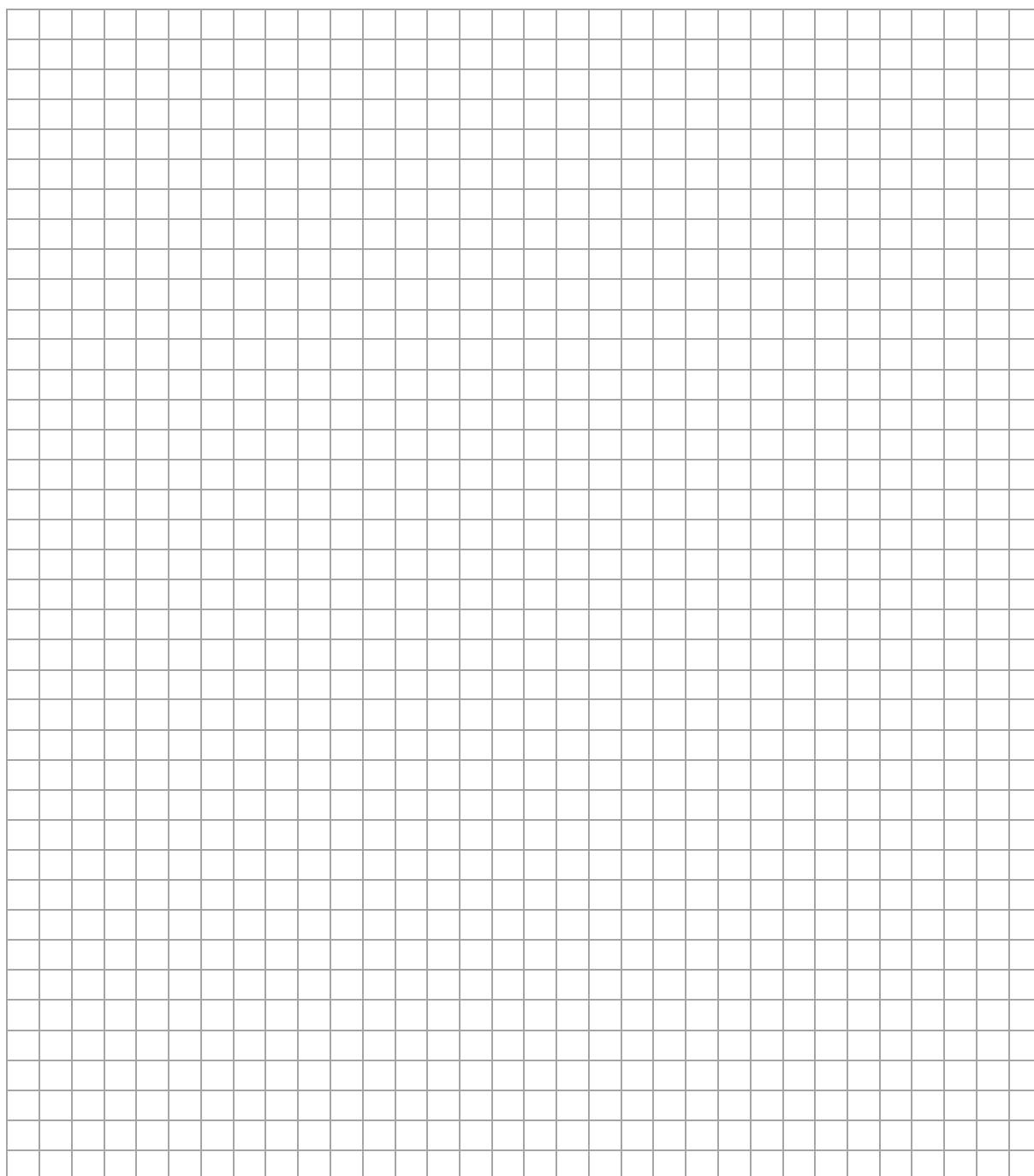
Wartość wektora indukcji magnetycznej tego pola jest równa $B = 1,70 \text{ mT}$.

Wektor prędkości $\vec{v}$ elektronu jest prostopadły do wektora indukcji magnetycznej $\vec{B}$.

Wartość prędkości elektronu jest dużo mniejsza od wartości prędkości światła w próżni.

9.0–1–
2–3**Oblicz T – okres obiegu tego elektronu po okręgu. Zapisz obliczenia.**

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



Zadanie 10. (0–3)

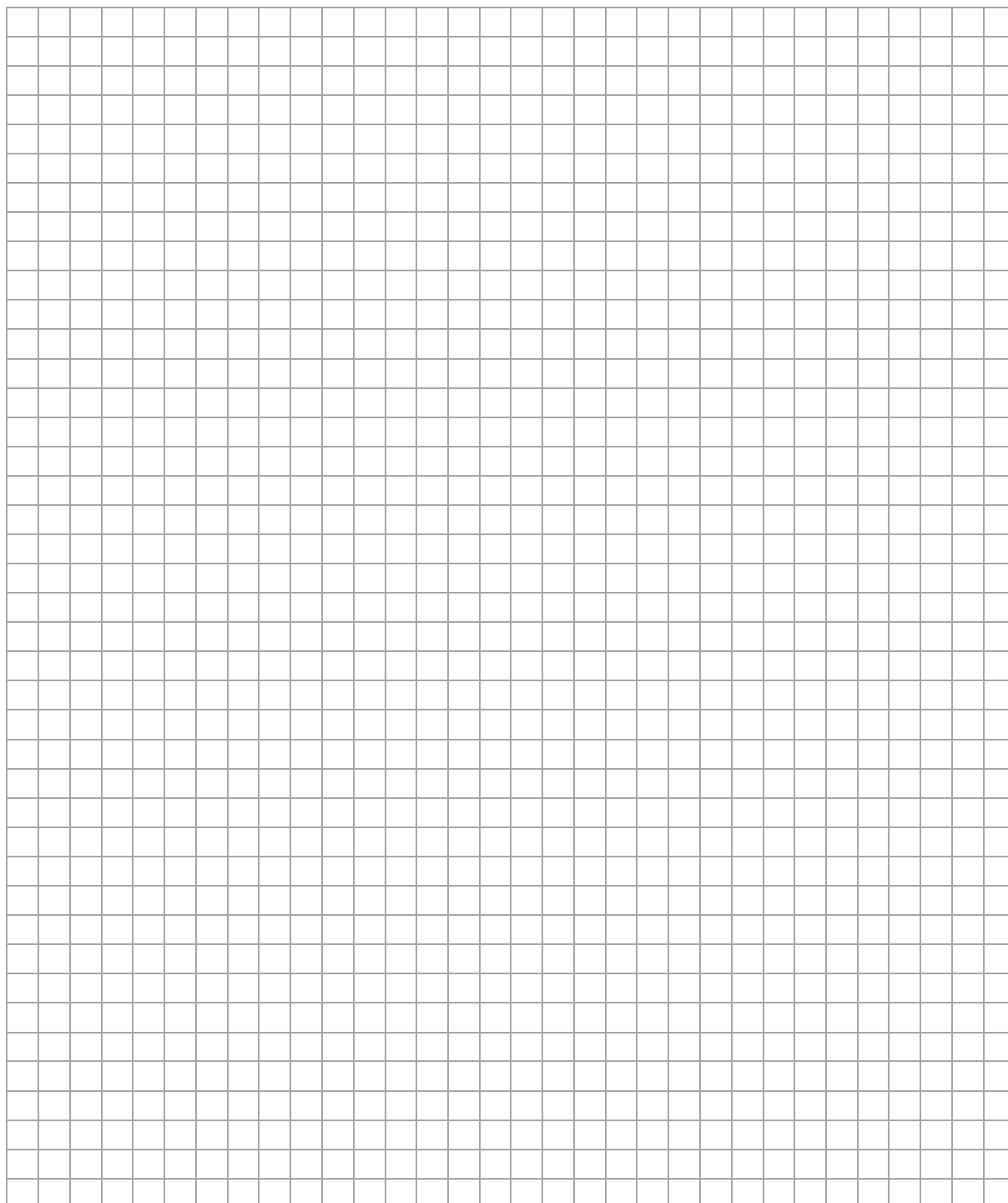
Cząstka β^- emitowana podczas rozpadu pewnego jądra ma energię kinetyczną równą $E_{kin} = 1,311 \text{ MeV}$. Energia spoczynkowa cząstki β^- jest równa $E_0 = 0,511 \text{ MeV}$.

Wartość prędkości tej cząstki β^- oznaczmy jako v .

Wartość prędkości światła w próżni oznaczmy jako c .

Oblicz $\frac{v}{c}$. Zapisz obliczenia. Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

10.

0–1–
2–3

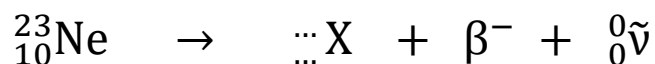
Zadanie 11.

Izotop neonu ^{23}Ne ulega rozpadowi promieniotwórczemu w wyniku przemiany β^- .

W wyniku tego rozpadu powstają: cząstka β^- (elektron), jądro pewnego pierwiastka, który oznaczmy jako X, oraz antyneutrino elektronowe $\bar{\nu}$. Antyneutrino ma zerowy ładunek elektryczny, a jego masę możemy pominąć.

Zadanie 11.1. (0–2)

Poniżej przedstawiono schemat rozpadu β^- jądra neonu ^{23}Ne .



symbol (lub nazwa) pierwiastka X:

11.1.
0-1-2

11.1.
0-1-2

Uzupełnij powyższy schemat tak, aby powstało równanie rozpadu β^- .

Wpisz w wy kropkowane miejsca w schemacie właściwe liczby: atomową i masową, a pod schematem – symbol (lub nazwę) pierwiastka X, którego jądro powstaje w tym rozpadzie.

[illegible]

Zadanie 11.2. (0–1)

W chwili tuż przed opisanym rozpadem jądro neonu ^{23}Ne było nieruchome.

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

Masa jądra neonu ^{23}Ne jest większa od łącznej sumy mas produktów rozpadu β^- tego jądra.	P	F
Produkty rozpadu β^- jądra neonu ^{23}Ne uzyskują energię kinetyczną.	P	F

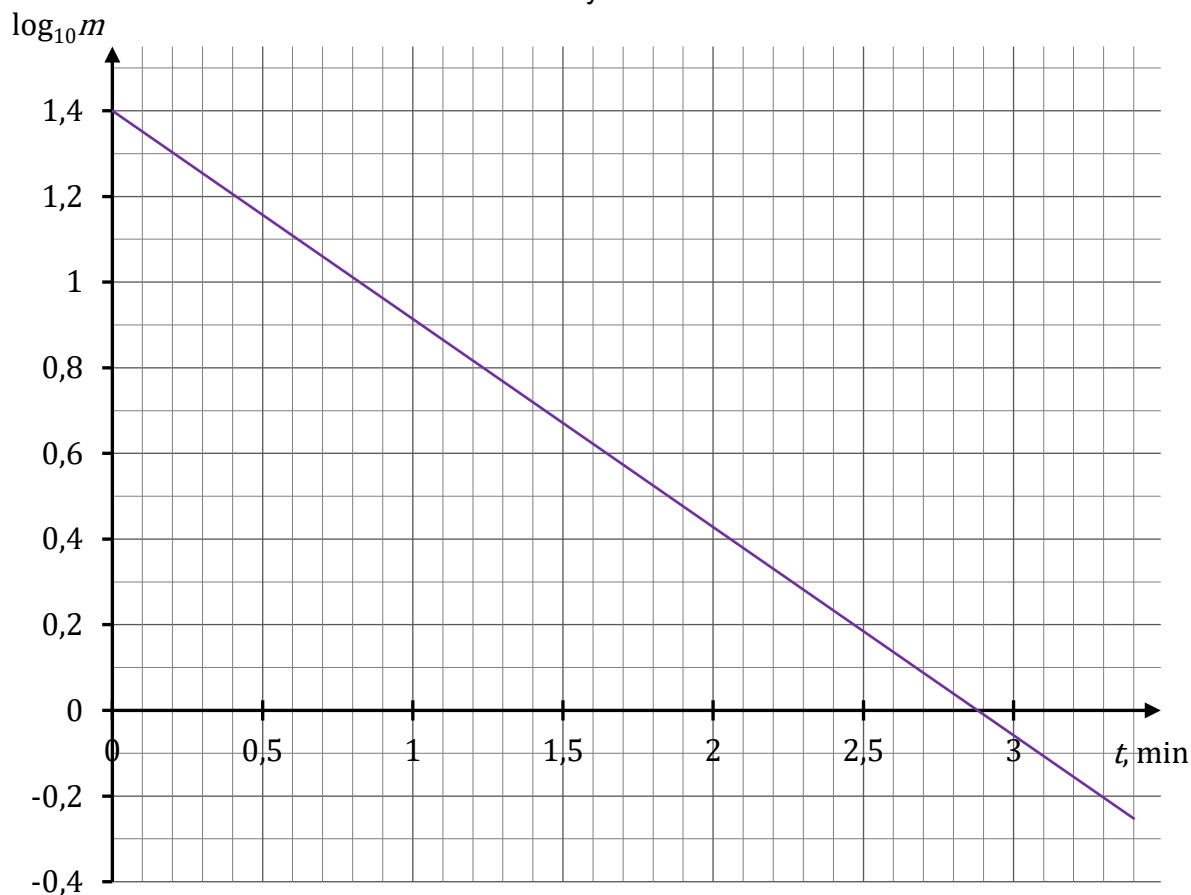


Zadanie 11.3. (0–4)

Badano próbkę promieniotwórczą $\mathcal{P}$ zawierającą jądra izotopu neonu ^{23}Ne . Łączną masę jąder neonu ^{23}Ne , które pozostają w próbce $\mathcal{P}$ po upływie czasu t od chwili początkowej $t_0 = 0$ min, oznaczmy jako m . Na podstawie pomiarów promieniowania powstającego podczas rozpadów β^- tych jąder neonu obliczono m dla różnych chwil czasu.

Na poniższym wykresie przedstawiono zależność $\log_{10} m$ od czasu t . Wartości logarytmu obliczono dla wartości liczbowych masy m wyrażonej w pewnych jednostkach umownych.

Wykres



Na podstawie wykresu oblicz T – czas połowicznego rozpadu jąder neonu ^{23}Ne . Zapisz obliczenia.

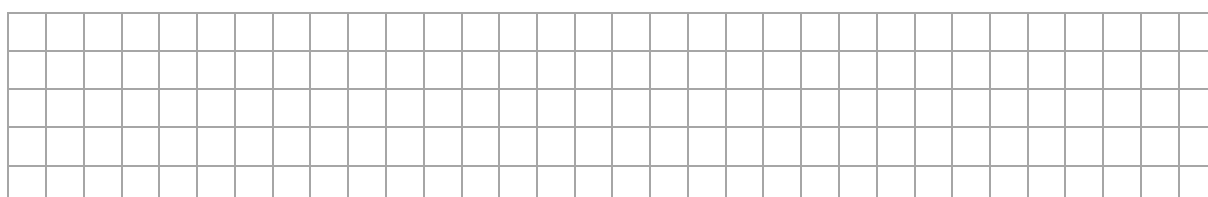
Wskazówki: 1) Jeśli $a^c = b$ oraz $a > 0$, $a \neq 1$, $b > 0$, to $c = \log_a b$.

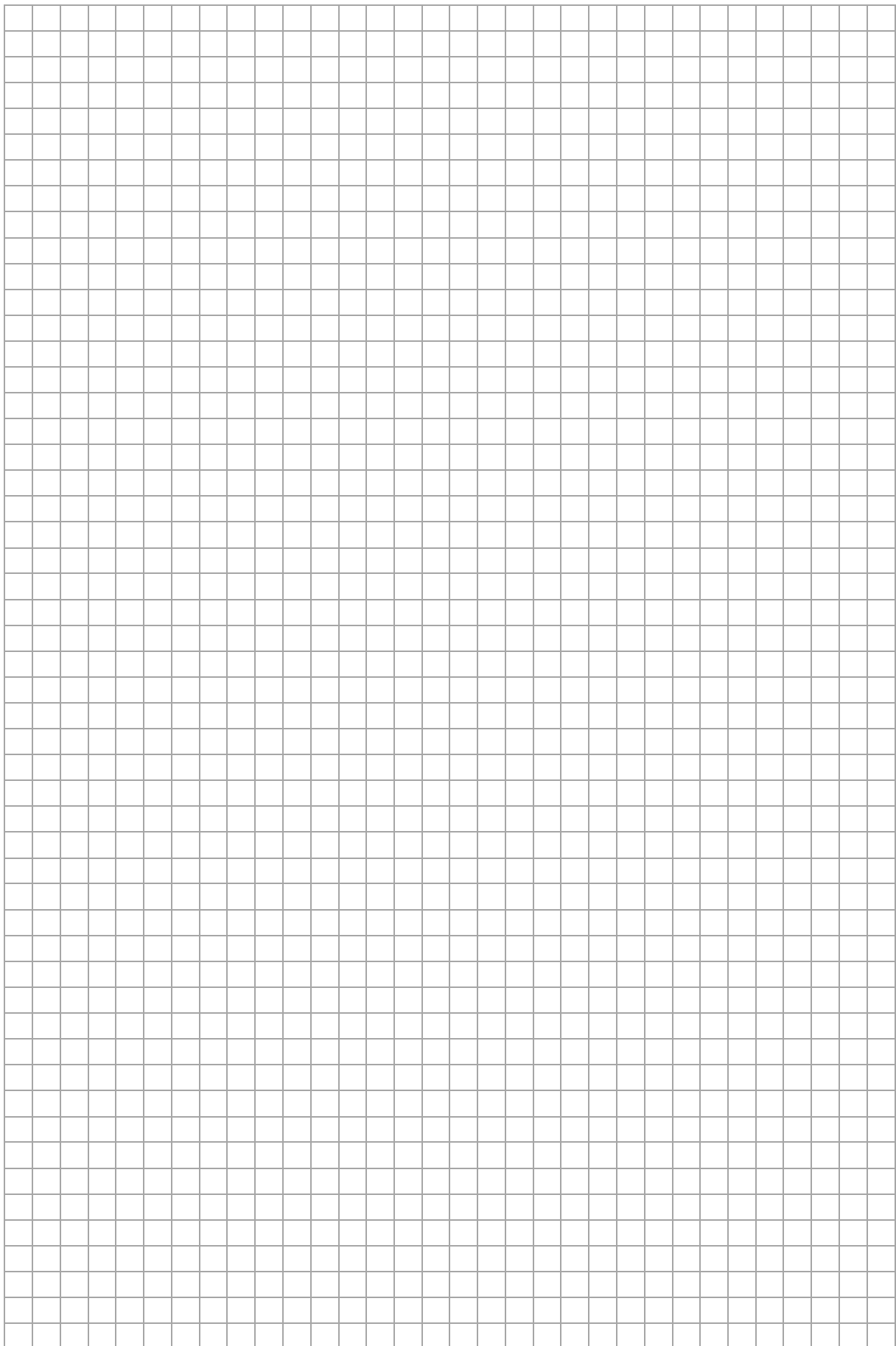
2) Możesz wykorzystać wzory:

$$\log_{10}(x \cdot y) = \log_{10} x + \log_{10} y \quad \text{dla } x > 0, y > 0$$

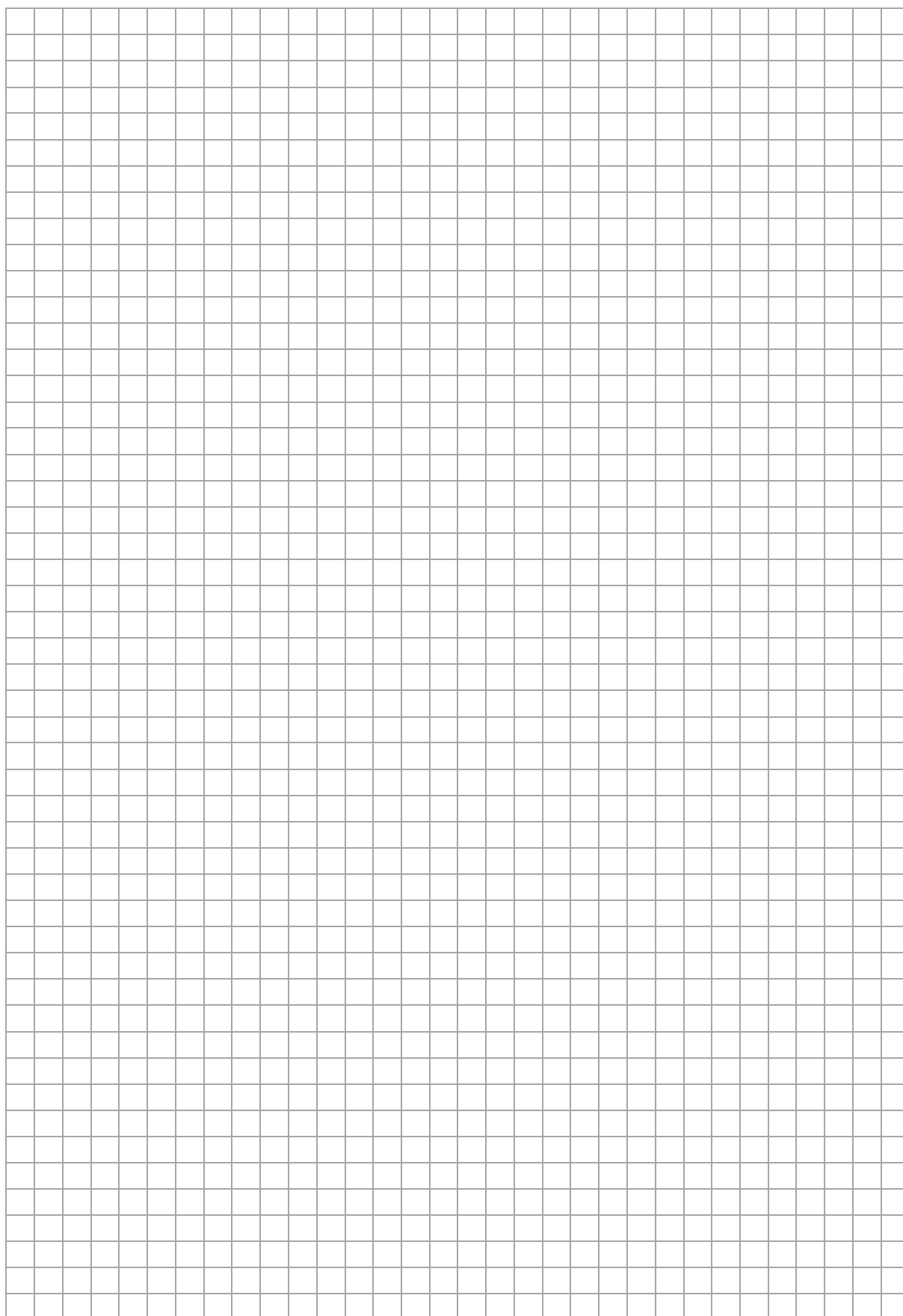
$$\log_{10}\left(\frac{x}{y}\right) = \log_{10} x - \log_{10} y \quad \text{dla } x > 0, y > 0$$

11.3.

0–1–
2–3–4



BRUDNOPIS (nie podlega ocenie)



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

