

**WYPEŁNIA ZESPÓŁ NADZORUJĄCY**

**KOD**

--	--	--

**PESEL**

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

*Miejsce na naklejkę.*

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

**Egzamin maturalny**

**Formuła 2023**

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

**TEST DIAGNOSTYCZNY**

*Symbol arkusza*

**MFAP-R0-400-2212**

DATA: **16 grudnia 2022 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **14:00**

CZAS TRWANIA: **do 270 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.



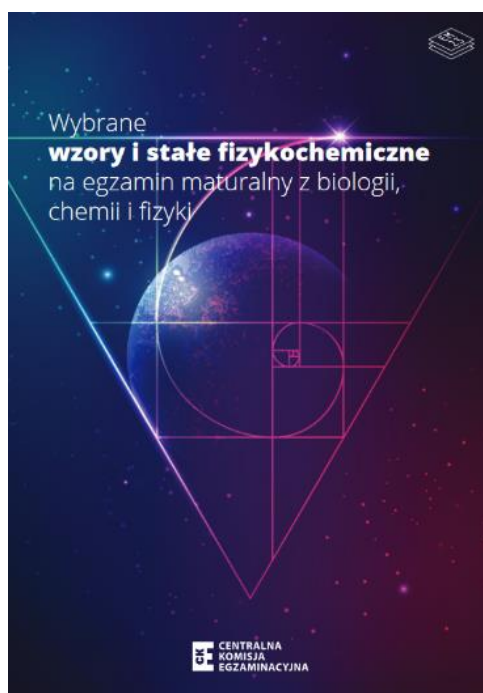


## Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 50 stron (zadania 1–10). 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. 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.
5. Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie pomocne lub niezbędne użycie linijki.
6. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
7. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
8. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.



9. Możesz korzystać z „Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki”, linijki oraz kalkulatora naukowego. Upewnij się, czy przekazano Ci broszurę z okładką taką jak widoczna poniżej.

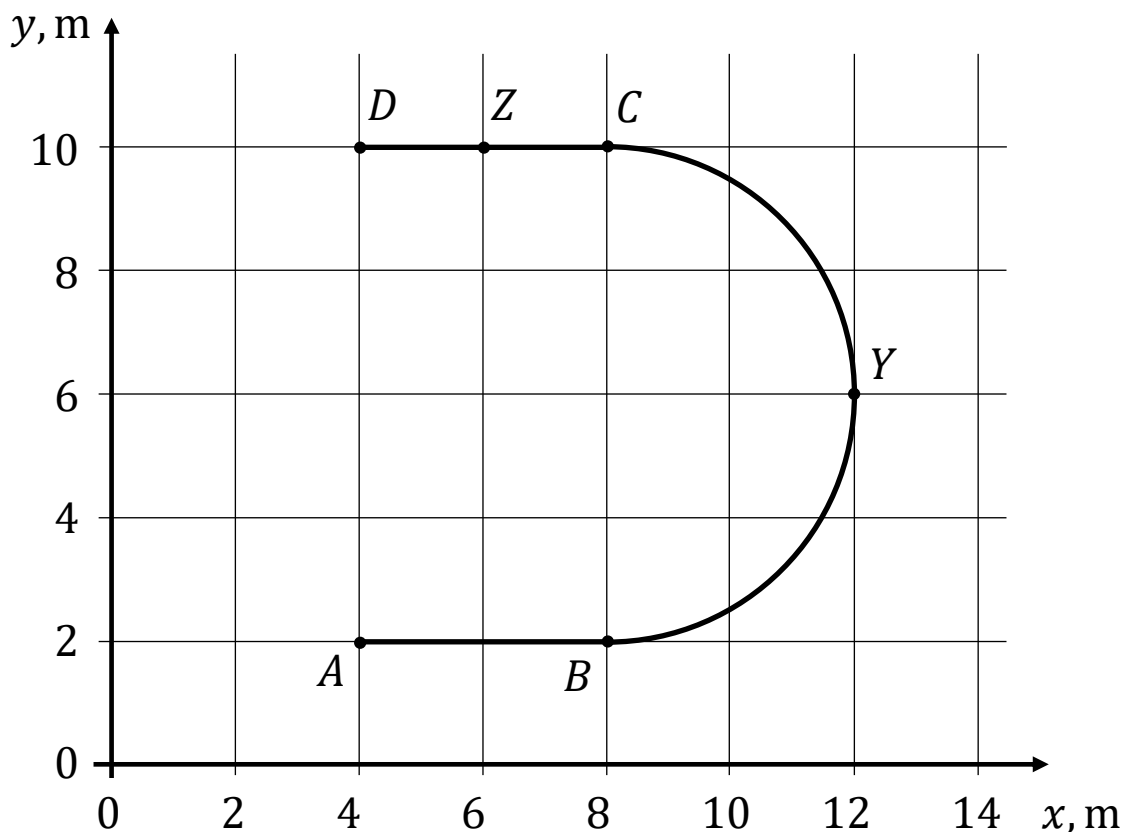



### Zadanie 1.

Na wykresie 1. przedstawiono w kartezyjańskim układzie współrzędnych  $(x, y)$  tor ruchu ciała w inercjalnym układzie odniesienia. Ruch ciała odbywał się następująco.

- Ciało rozpoczęło ruch w punkcie  $A$  (od zerowej prędkości początkowej) i dalej poruszało się ruchem jednostajnie przyspieszonym prostoliniowym aż do punktu  $B$ . W punkcie  $B$  ciało osiągnęło prędkość o wartości  $v_B = v$ .
- Od punktu  $B$  do  $C$  ciało poruszało się po półokręgu z prędkością o stałej wartości  $v$ .
- Od punktu  $C$  do  $D$  ciało poruszało się ruchem jednostajnie opóźnionym prostoliniowym. W punkcie  $D$  ciało się zatrzymało ( $v_D = 0$ ).

Wykres 1.

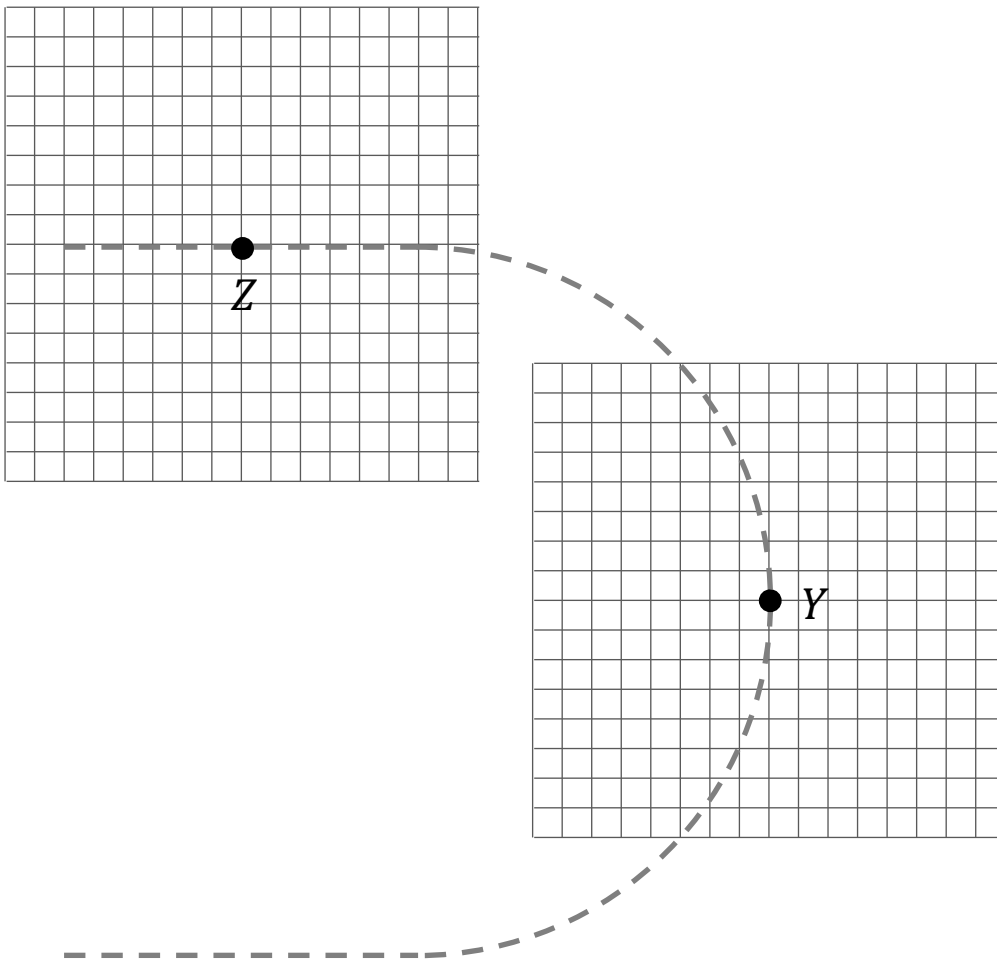


**Zadanie 1.1. (0–4)** 

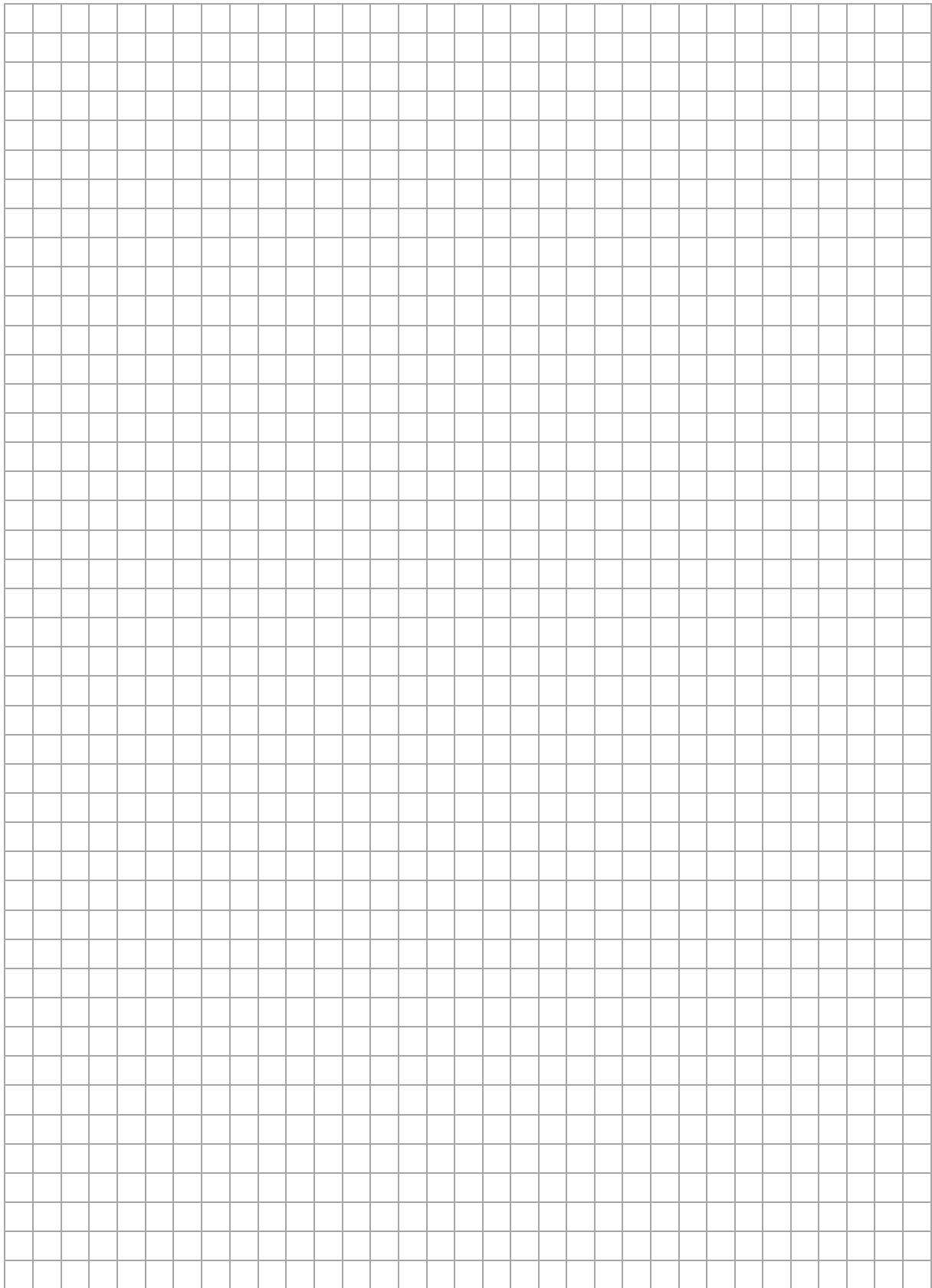
Długość boku kratki na wykresie 2. odpowiada umownej jednostce siły. Wartość siły wypadkowej działającej na ciało w punkcie  $Z$  wyrażona w tych jednostkach siły wynosi 4.

Na wykresie 2. narysuj w punktach  $Y$  oraz  $Z$  wektory sił wypadkowych działających na ciało. Uwzględnij odpowiednio: (1) kierunki, (2) zwroty oraz (3) długości wektorów, odpowiadające wartościom sił wypadkowych. Zapisz obliczenia uzasadniające długość wektora w punkcie  $Y$ .

Wykres 2.



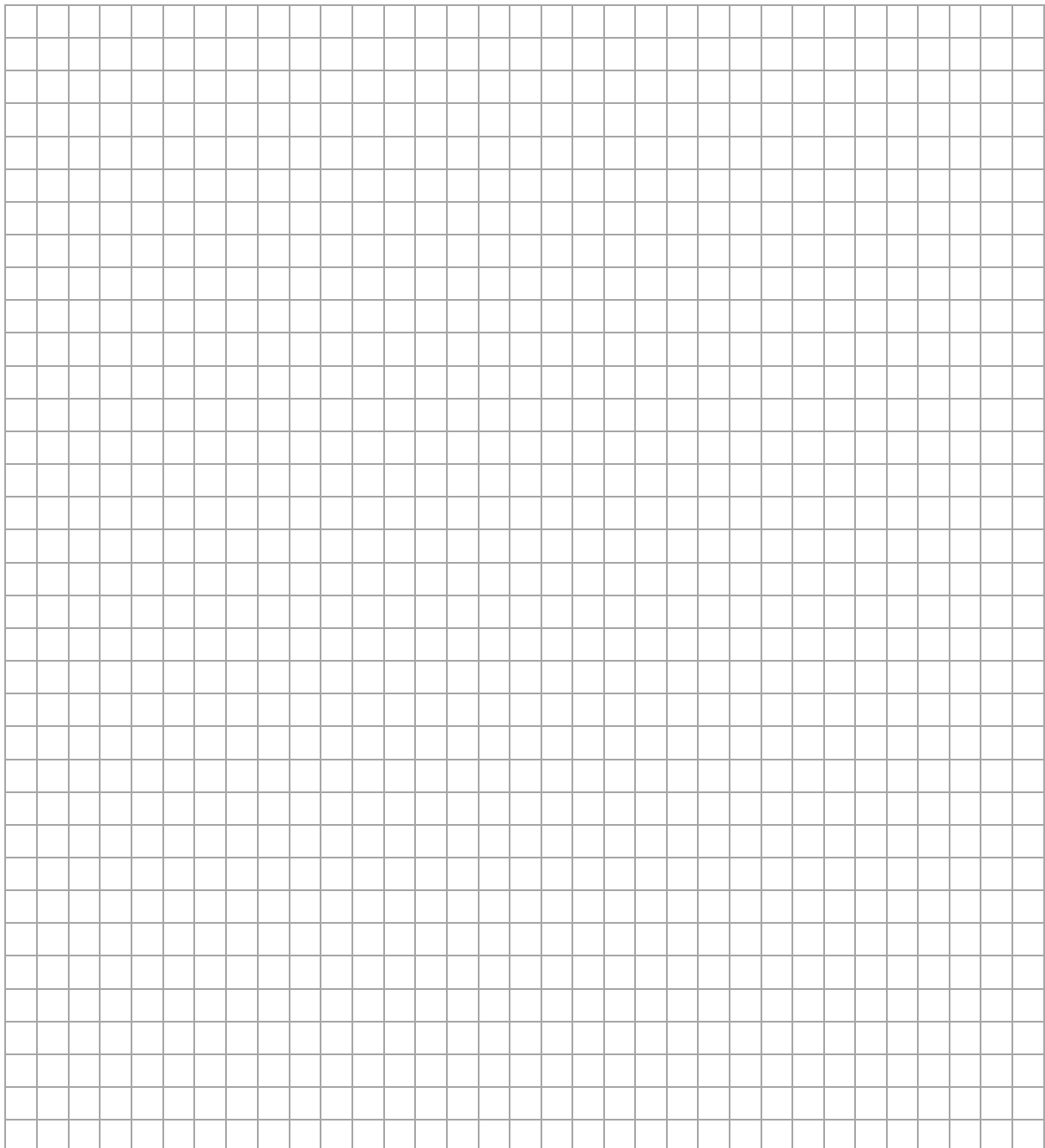
**Rozwiązanie możesz kontynuować na następnej stronie.**



**Zadanie 1.2. (0–3)**

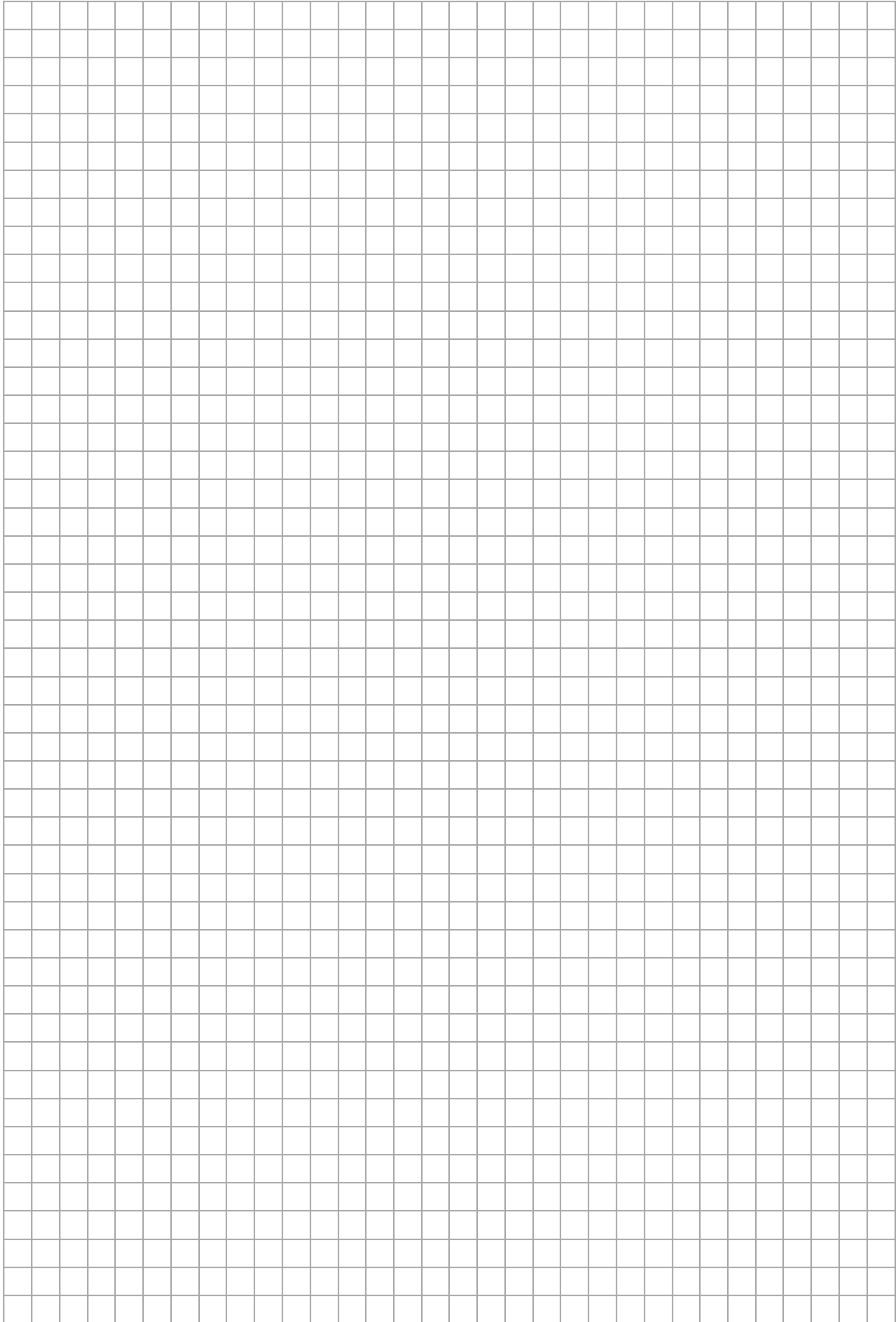
Wartość prędkości, z jaką ciało poruszało się od punktu  $B$  do  $C$ , jest równa  $v = 2,0$  m/s.

Oblicz czas ruchu ciała od punktu  $A$  do punktu  $D$ . Zapisz obliczenia.









### Zadanie 3.

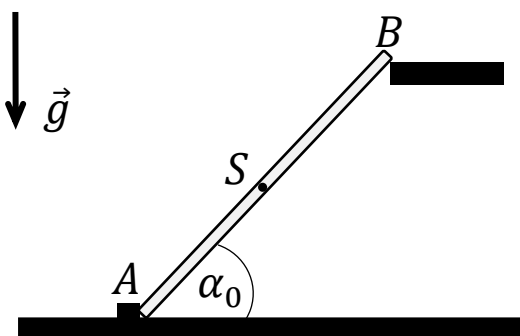
Dany jest cienki jednorodny pręt o masie  $m$ , długości  $l$  i końcach w punktach  $A$  oraz  $B$ . Koniec  $A$  pręta jest oparty o klocek na poziomej powierzchni, a koniec  $B$  pręta jest podtrzymywany. W ten sposób pręt tworzy z poziomą powierzchnią kąt  $\alpha_0$  (zobacz rysunek 1.). W pewnej chwili  $t_0$  zwolniono koniec  $B$  pręta, wskutek czego pręt zaczął opadać tak, że jego koniec  $A$  się nie przesunął (zobacz rysunek 2.). Na obu rysunkach oznaczono punkt  $S$  – środek masy pręta.

Na rysunku 2. oznaczono kąt  $\alpha_t$ , tworzony przez pręt z poziomą powierzchnią w chwili  $t$  podczas opadania. Ruch pręta odbywa się w ziemskim polu grawitacyjnym w układzie inercyjnym. Pomijamy opory ruchu.

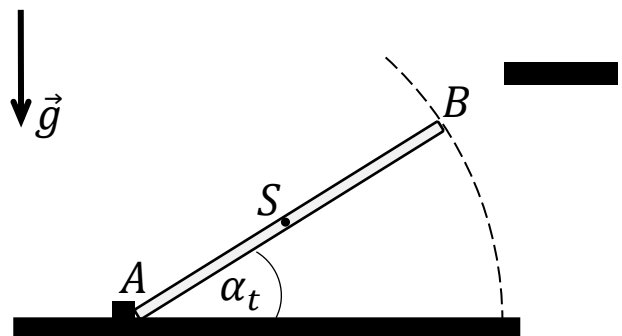
Momenty bezwładności pręta względem osi obrotu przechodzącej przez punkt  $A$  oraz względem osi obrotu przechodzącej przez punkt  $S$  dane są – odpowiednio – wzorami:

$$I_A = \frac{1}{3} ml^2 \quad I_S = \frac{1}{12} ml^2$$

Rysunek 1.



Rysunek 2.



### Zadanie 3.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Podczas ruchu pręta jego przyśpieszenie kątowe jest określone wzorem

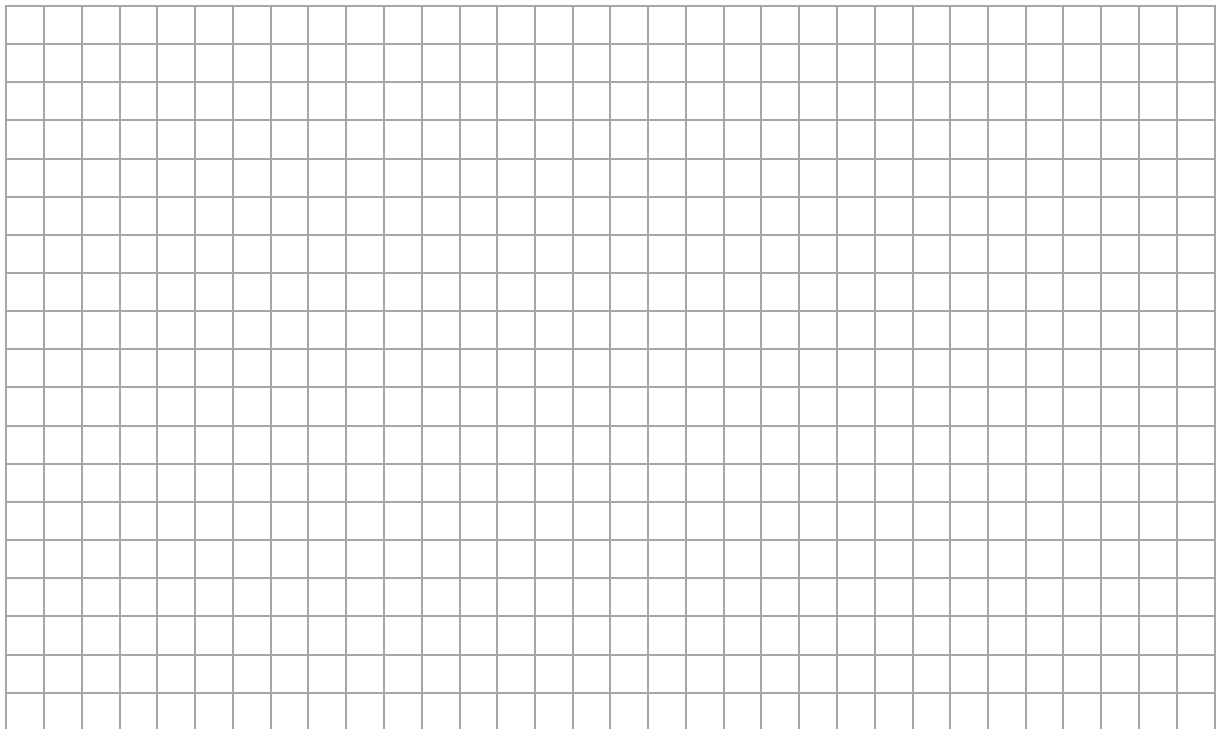
A.  $\epsilon = \frac{3}{2} \cdot \frac{g}{l} \cos \alpha_t$

B.  $\epsilon = \frac{3}{2} \cdot \frac{g}{l} \sin \alpha_t$

C.  $\epsilon = 3 \cdot \frac{g}{l} \cos \alpha_t$

D.  $\epsilon = 3 \cdot \frac{g}{l} \sin \alpha_t$

### Brudnopis do zadania 3.1.



### Zadanie 3.2. (0–2)

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

1.	Podczas ruchu pręta punkt $S$ porusza się po łuku okręgu.	P	F
2.	Podczas ruchu pręta wartość prędkości punktu $B$ jest dwa razy większa od wartości prędkości punktu $S$ .	P	F
3.	Jeśli dwukrotnie zmniejszymy początkowy kąt $\alpha_0$ , to prędkość końcowa punktu $S$ zmniejszy się dwukrotnie.	P	F

### Informacja do zadania 3.3.

W rozwiązaniu zadania 3.3. można skorzystać z faktu, że:

- energia kinetyczna ruchu pręta jest równa sumie energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy  $S$  i ruchu obrotowego wokół  $S$

albo

- energia kinetyczna ruchu pręta jest wyłącznie energią kinetyczną ruchu obrotowego wokół nieruchomego punktu  $A$  (z wykorzystaniem odpowiedniego momentu bezwładności).

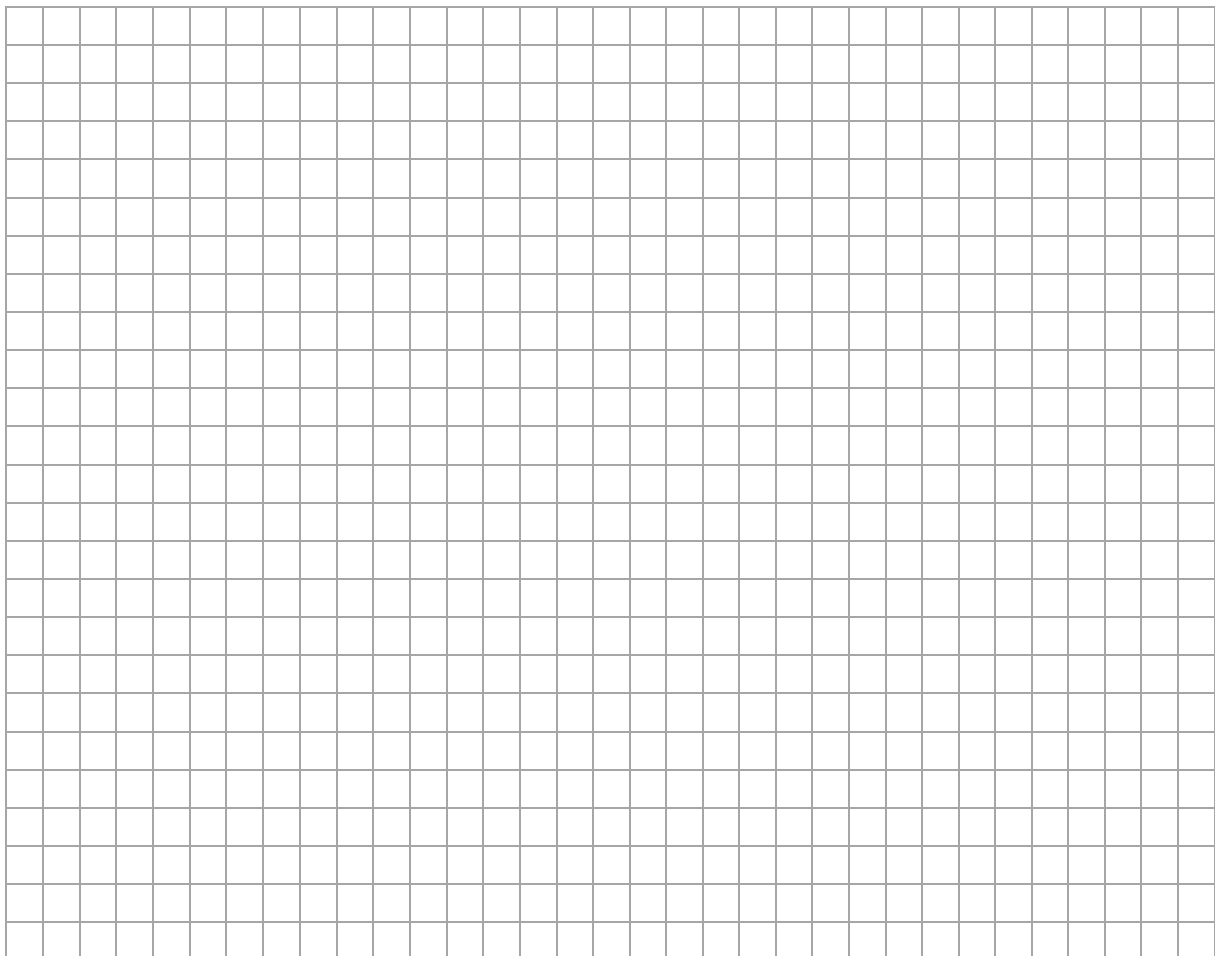


### Zadanie 3.3. (0–4)

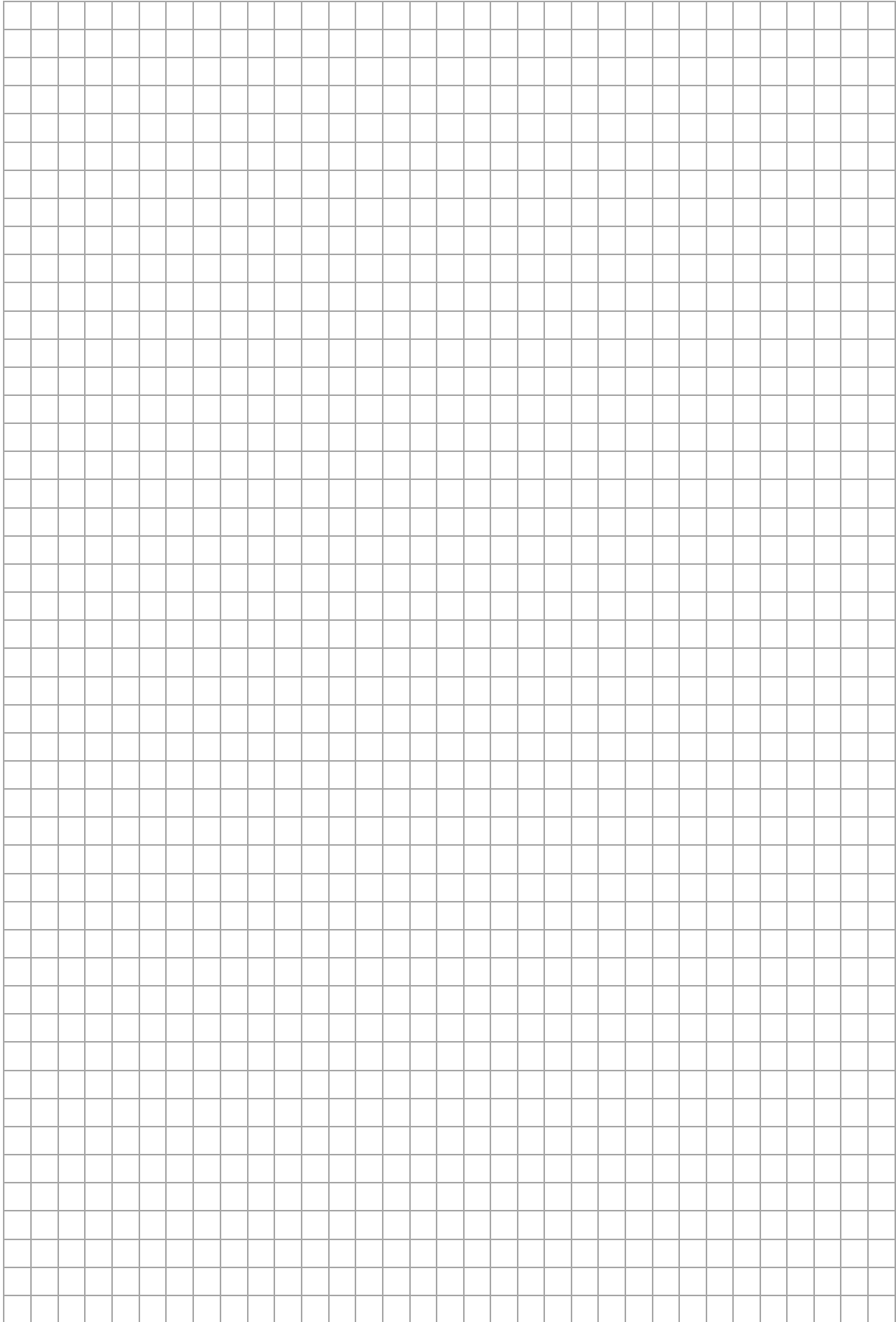
Z tej samej wysokości, na której początkowo znajdował się koniec  $B$  pręta, upuszczono małą, metalową kulkę. Kulka opadała swobodnie, a pręt opadał tak, jak opisano we wprowadzeniu do zadania 3.

Wartość prędkości kulki tuż przed uderzeniem w podłoże oznaczmy jako  $v_k$ , a wartość prędkości końca  $B$  pręta, tuż przed jego uderzeniem w podłoże, oznaczmy jako  $v_B$ .

Oblicz wartość liczbową ilorazu  $\frac{v_B}{v_k}$ . Zapisz obliczenia.



**Rozwiązanie możesz kontynuować na następnej stronie.**



#### Zadanie 4.

Satelita  $S_A$  krąży dookoła Ziemi po orbicie kołowej  $\mathcal{OA}$  o promieniu  $r_A$ , a satelita  $S_B$  krąży dookoła Ziemi po orbicie kołowej  $\mathcal{OB}$  o promieniu  $r_B$ . Oba satelity mają wyłączone silniki i poruszają się jedynie pod wpływem siły grawitacji Ziemi. Masy obu satelitów są jednakowe.

Orbity  $\mathcal{OA}$  i  $\mathcal{OB}$  leżą w jednej płaszczyźnie. Okres obiegu satelity  $S_A$  po orbicie jest równy  $T_A = 2,0$  h, a okres obiegu satelity  $S_B$  po orbicie jest równy  $T_B = 12$  h.

W zadaniach 4.1.–4.4.:

- pomijamy oddziaływanie obu satelitów z innymi ciałami niebieskimi
- przyjmujemy, że energie potencjalne dążą do zera w nieskończoności.





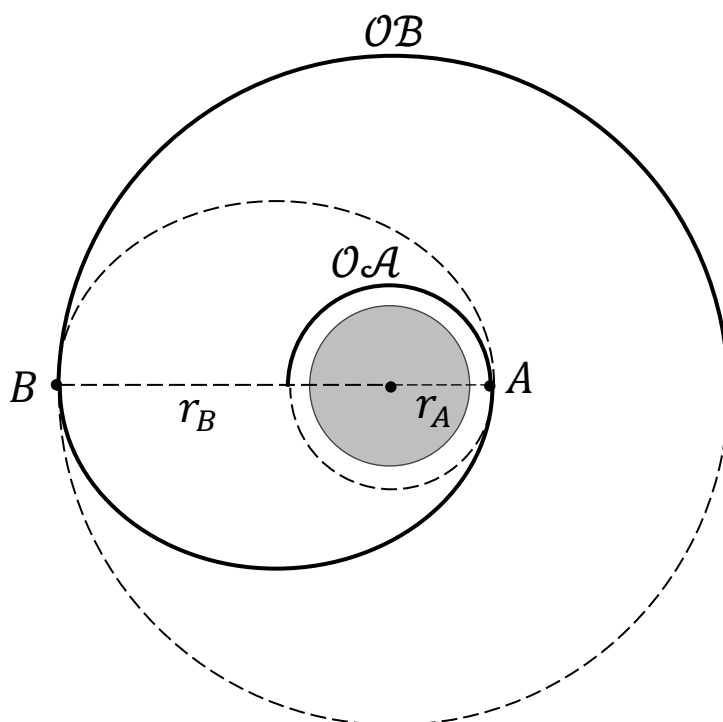


### Informacja do zadań 4.3.–4.4.

Satelita  $S_A$  wykonuje manewr przejścia z orbity  $OA$  na orbitę  $OB$ . W czasie tego manewru w punkcie  $A$  włączono na krótki czas silniki i zmieniono wartość prędkości satelity  $S_A$ . Dalej satelita poruszał się z wyłączonymi silnikami po fragmencie orbity eliptycznej do punktu  $B$ . Gdy satelita dotarł do punktu  $B$ , to ponownie włączono na krótki czas silniki i zmieniono wartość prędkości satelity. Dalej satelita  $S_A$  poruszał się swobodnie po orbicie  $OB$ .

Na rysunku poniżej przedstawiono fragment toru ruchu satelity  $S_A$  po obu orbitach kołowych i podczas przejścia pomiędzy orbitami. Orbita eliptyczna jest styczna do orbit  $OA$  i  $OB$  w punktach  $A$  i  $B$ . Przyjmij, że zmiany prędkości satelity odbywały się na krótkich (relatywnie) fragmentach toru, które można pominąć.

Rysunek

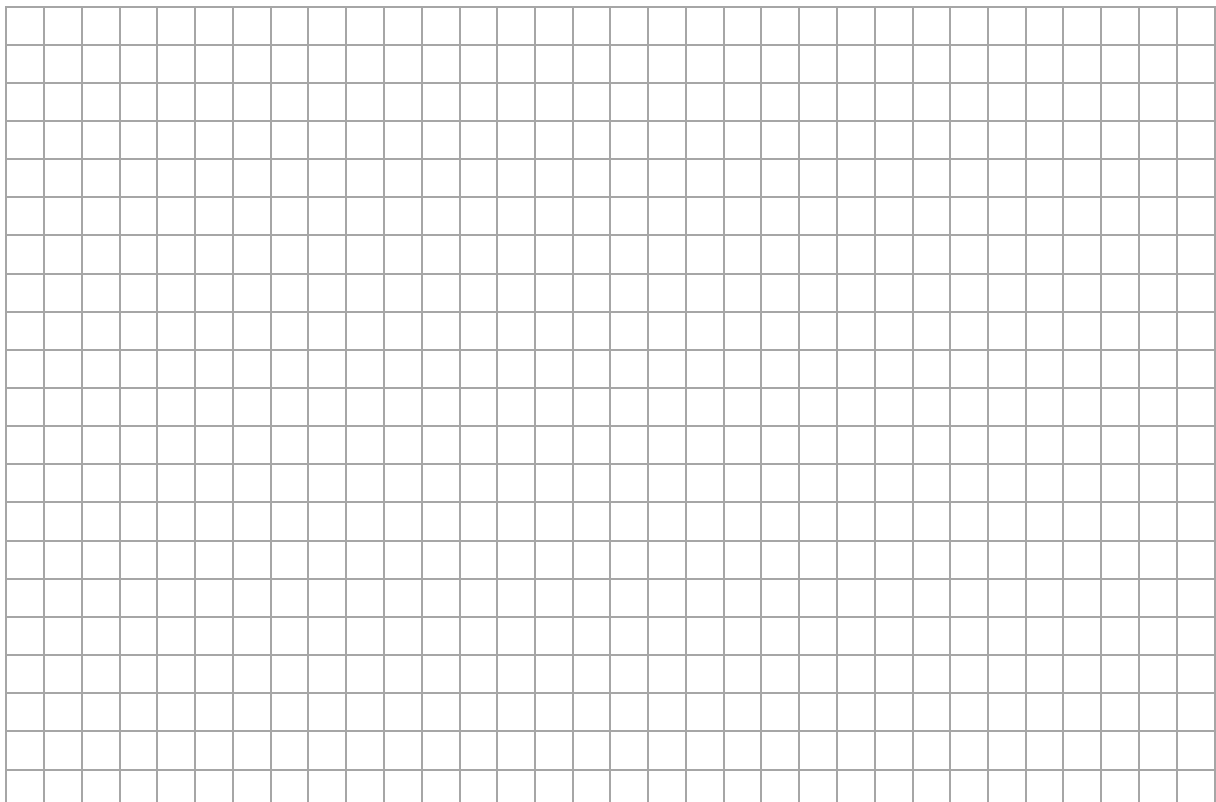


### Zadanie 4.3. (0–2)

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

1.	Wartość prędkości satelity $S_A$ w punkcie $A$ została zwiększona.	P	F
2.	Wartość prędkości satelity $S_A$ podczas ruchu swobodnego (tylko pod wpływem grawitacji) od punktu $A$ do punktu $B$ maleje.	P	F
3.	Wartość prędkości satelity $S_A$ w punkcie $B$ została zmniejszona.	P	F

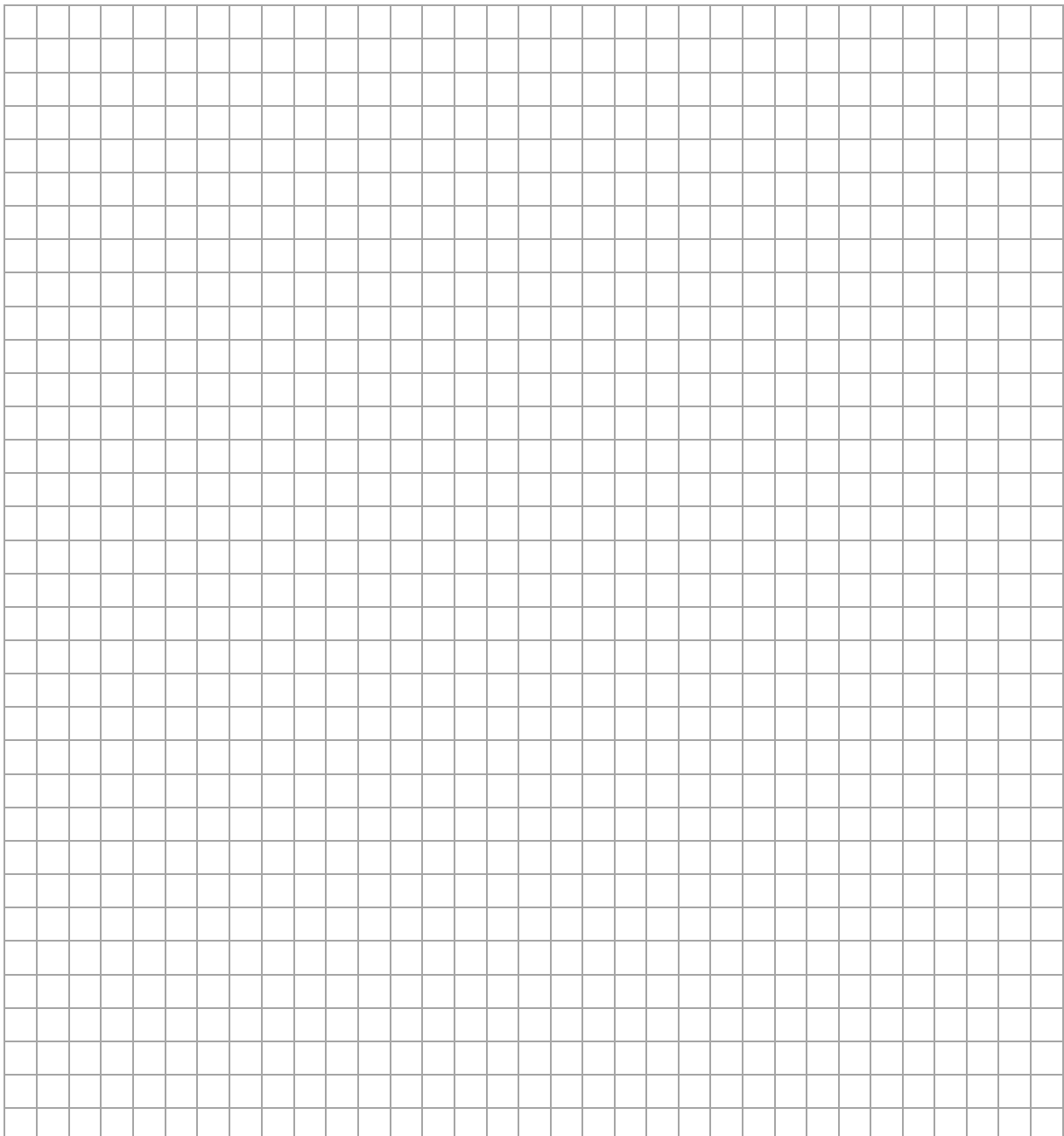
### Brudnopis do zadania 4.3.

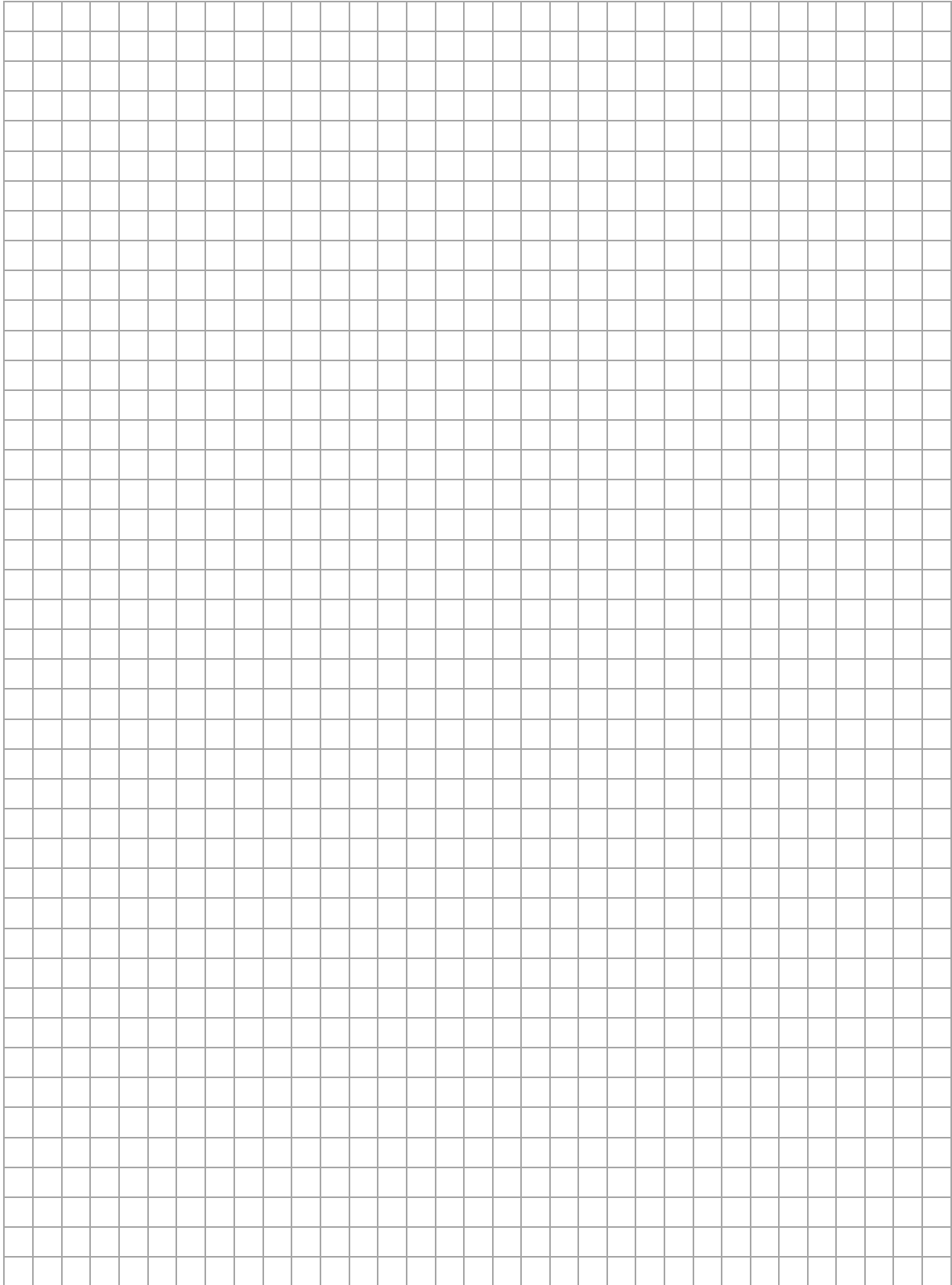


#### Zadanie 4.4. (0–3)

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć  $W_{AB}$  – pracę siły ciągu silników podczas przejścia satelity z orbity  $\mathcal{OA}$  na orbitę  $\mathcal{OB}$  – w zależności od:  $r_A$ ,  $r_B$ , masy Ziemi  $M_Z$ , masy satelity  $m$  oraz stałej grawitacyjnej  $G$ .

Uwaga: Pomijamy zmianę masy satelity podczas działania silników.



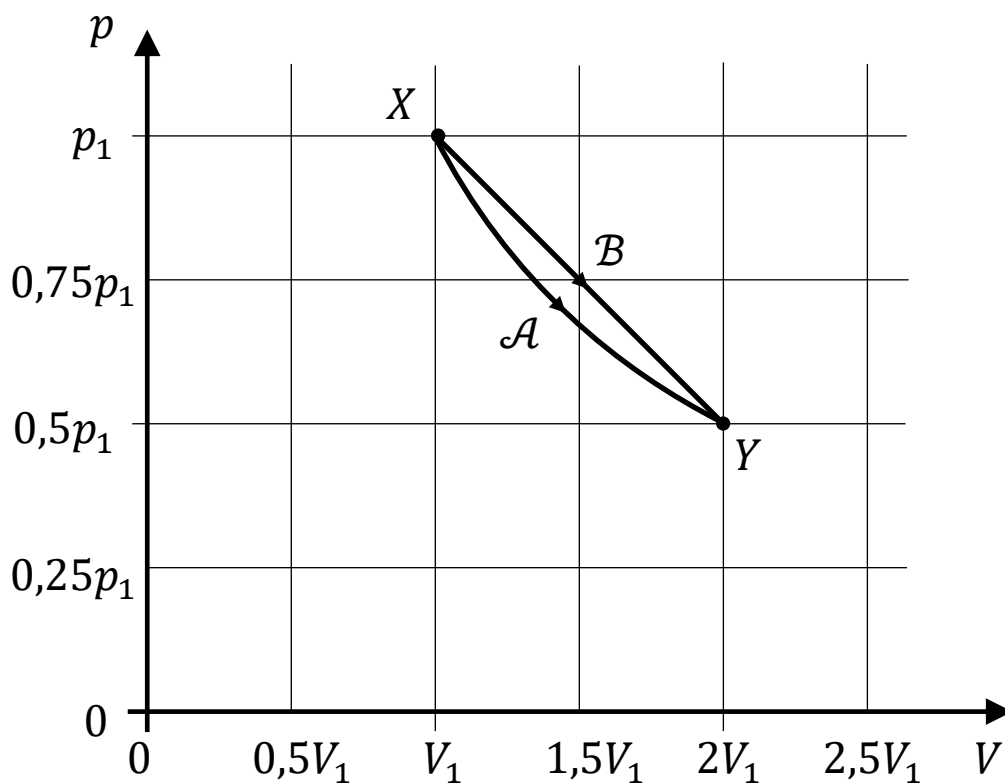


### Zadanie 5.

Ustalona masę jednoatomowego gazu doskonałego poddano przemianie izotermicznej  $\mathcal{A}$  ze stanu  $X$  do stanu  $Y$ , po czym gaz doprowadzono z powrotem do stanu  $X$ . Następnie ten gaz poddano przemianie  $\mathcal{B}$ , podczas której ciśnienie malało liniowo wraz z objętością, od stanu  $X$  do stanu  $Y$ .

W każdej z przemian  $\mathcal{A}$  i  $\mathcal{B}$  użyto  $n = 0,0020$  mola gazu doskonałego. Iloczyn ciśnienia i objętości w stanie  $X$  miał wartość  $p_1 \cdot V_1 = 6,0$  J. Na wykresie, w układzie współrzędnych  $(V, p)$ , przedstawiono przebieg zależności ciśnienia  $p$  od objętości  $V$  gazu w obu przemianach.

Wykres

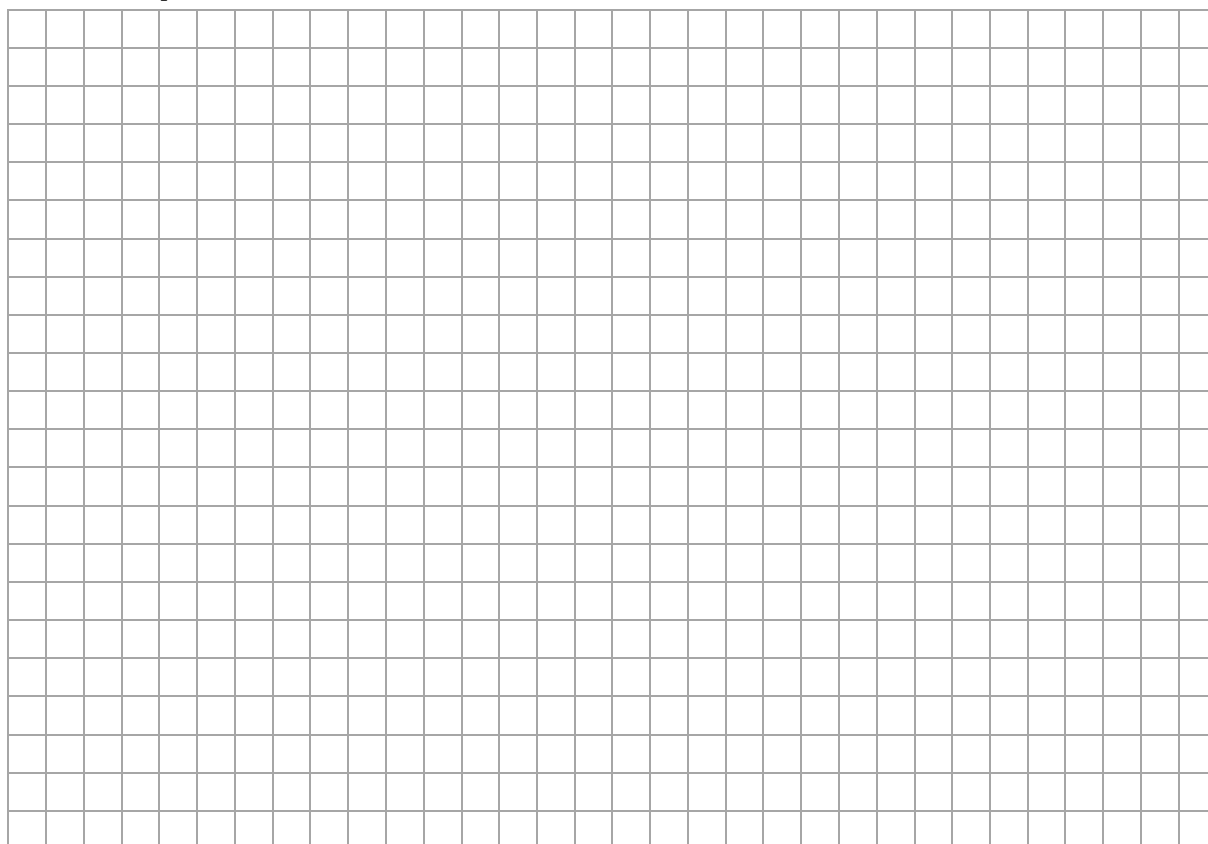


### Zadanie 5.1. (0–2)

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

1.	Temperatura gazu podczas przemiany $\mathcal{B}$ najpierw rośnie, a następnie maleje.	P	F
2.	Ciepło całkowite wymienione z otoczeniem w przemianie $\mathcal{A}$ ma tę samą wartość co ciepło całkowite wymienione z otoczeniem w przemianie $\mathcal{B}$ .	P	F
3.	Energia wewnętrzna gazu podczas przemiany $\mathcal{A}$ najpierw maleje, a następnie rośnie.	P	F

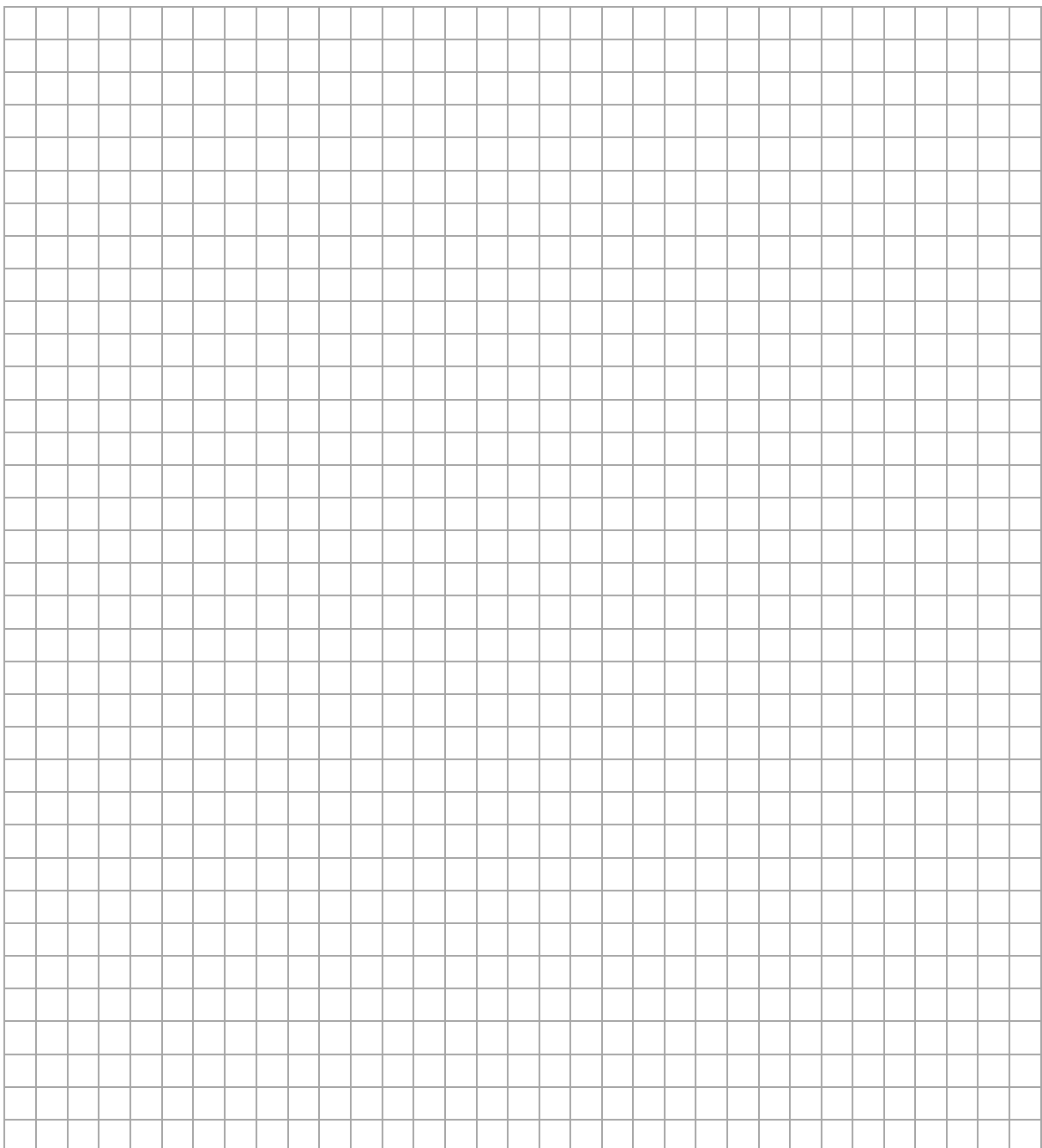
### Brudnopis do zadania 5.1.



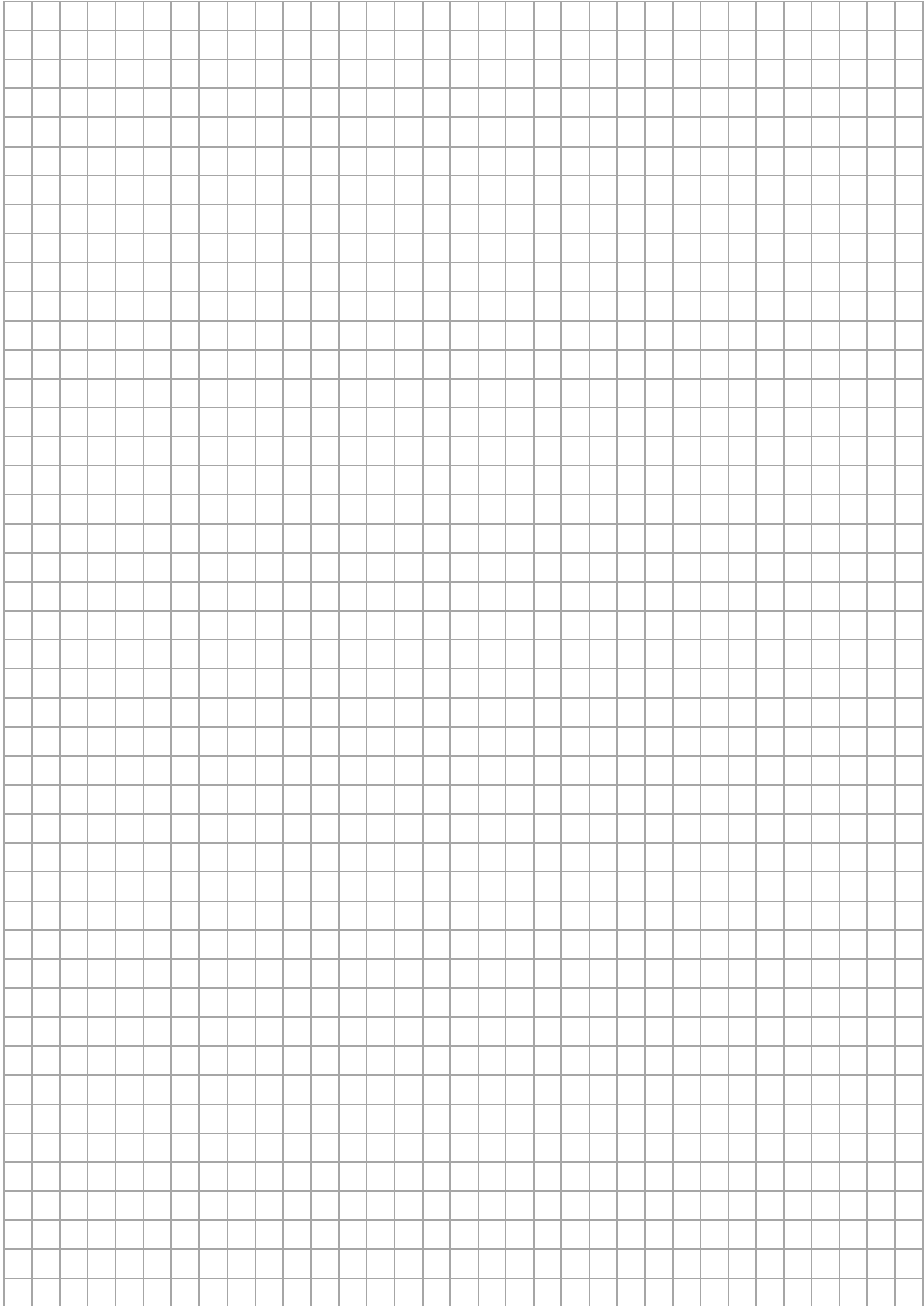
### Zadanie 5.2. (0–3)

W końcowej części przemiany  $\mathcal{B}$  ciepło jest oddawane do otoczenia. Przyjmij, że wartość tego ciepła wynosi w zaokrągleniu  $|Q_{\mathcal{B} \text{ odd}}| \approx 0,094 \text{ J}$ .

Oblicz  $Q_{\mathcal{B} \text{ pob}}$  – ciepło pobrane przez gaz z otoczenia w pozostałej części przemiany  $\mathcal{B}$ .

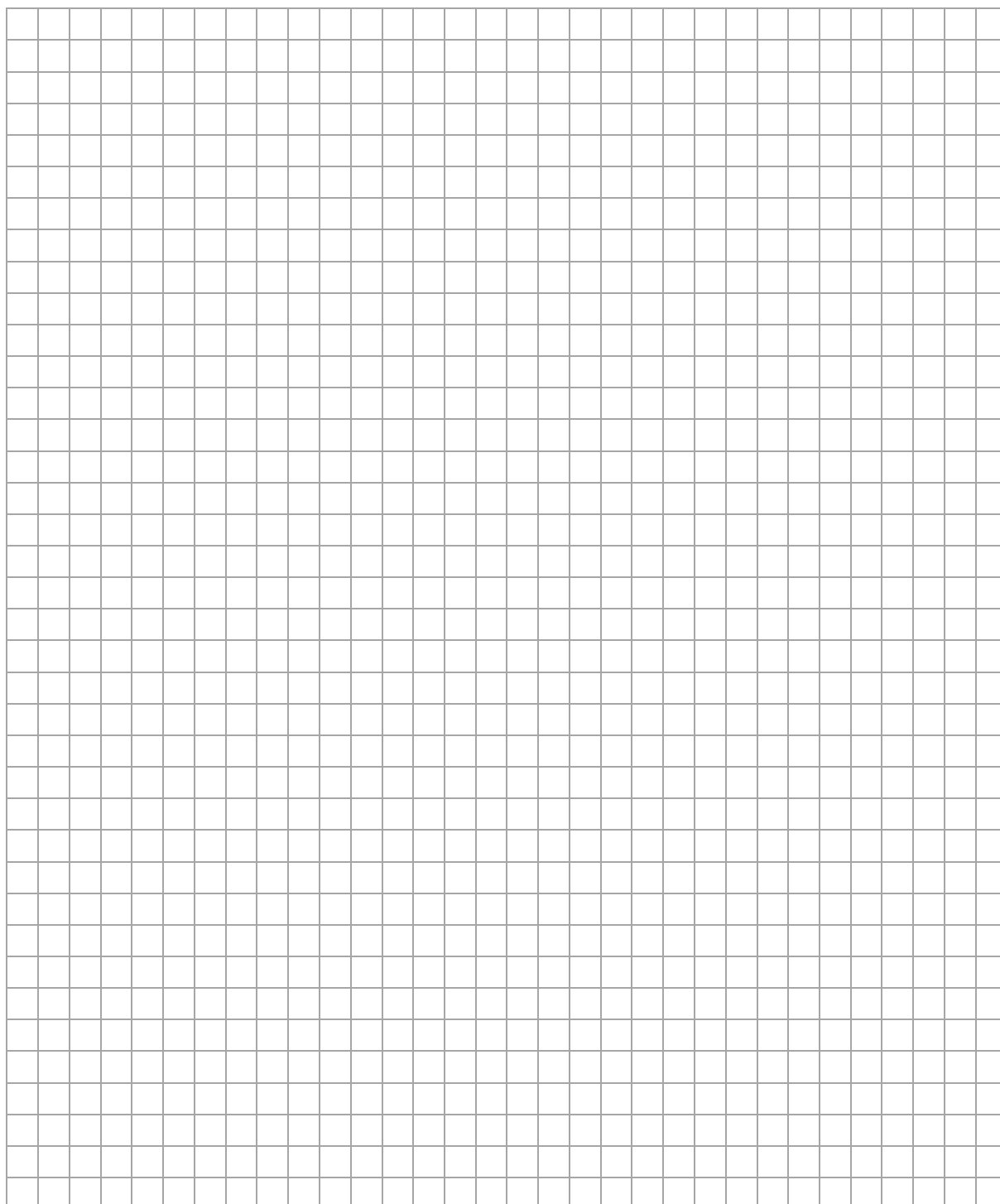


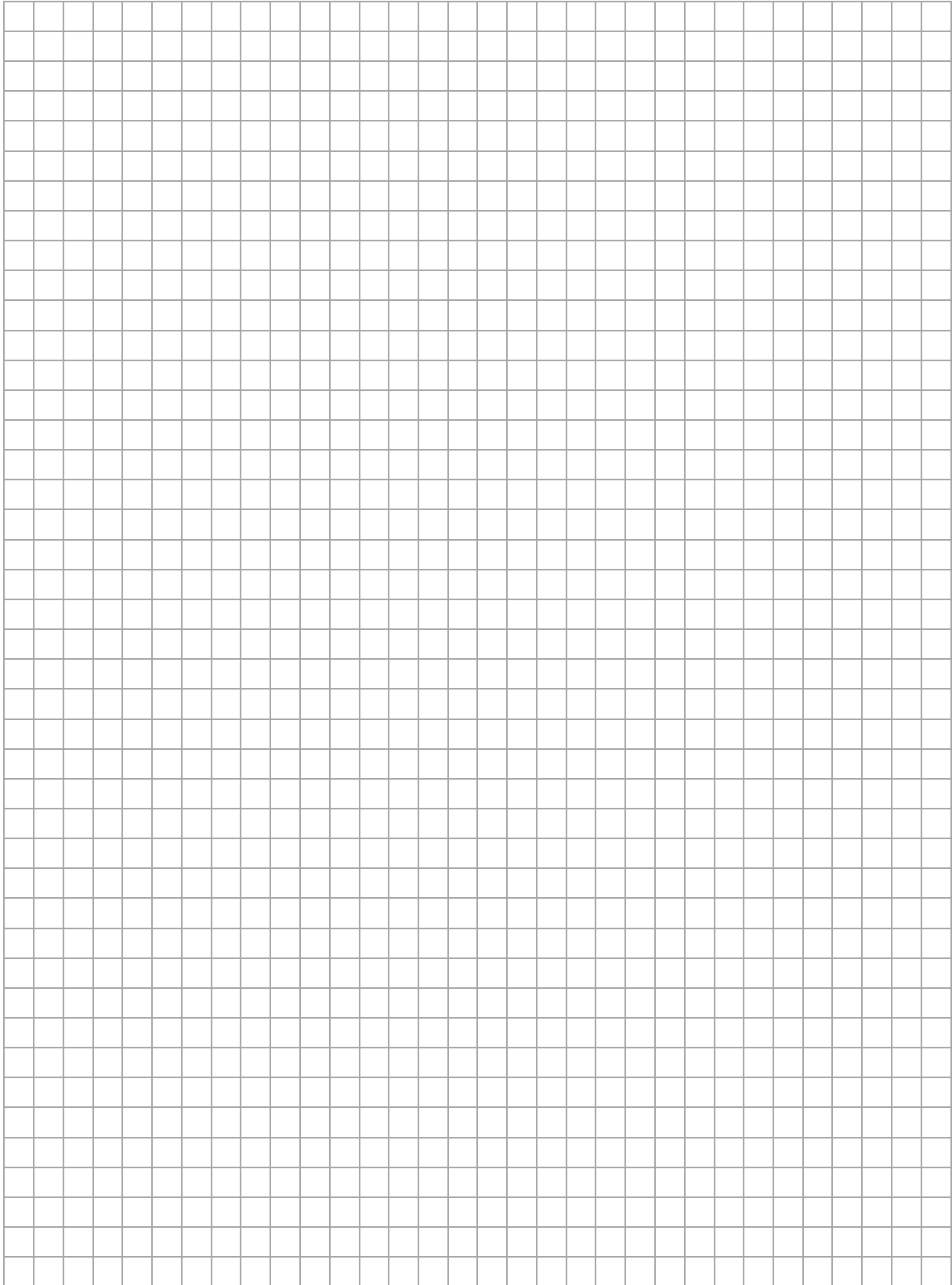




### Zadanie 5.3. (0–3)

Ustal, czy w każdym stanie przemiany  $\mathcal{B}$  temperatura gazu przekracza 350 K. Zapisz obliczenia oraz niezbędne zależności fizyczne (za pomocą wzorów lub słownie) uzasadniające Twoje stwierdzenie.



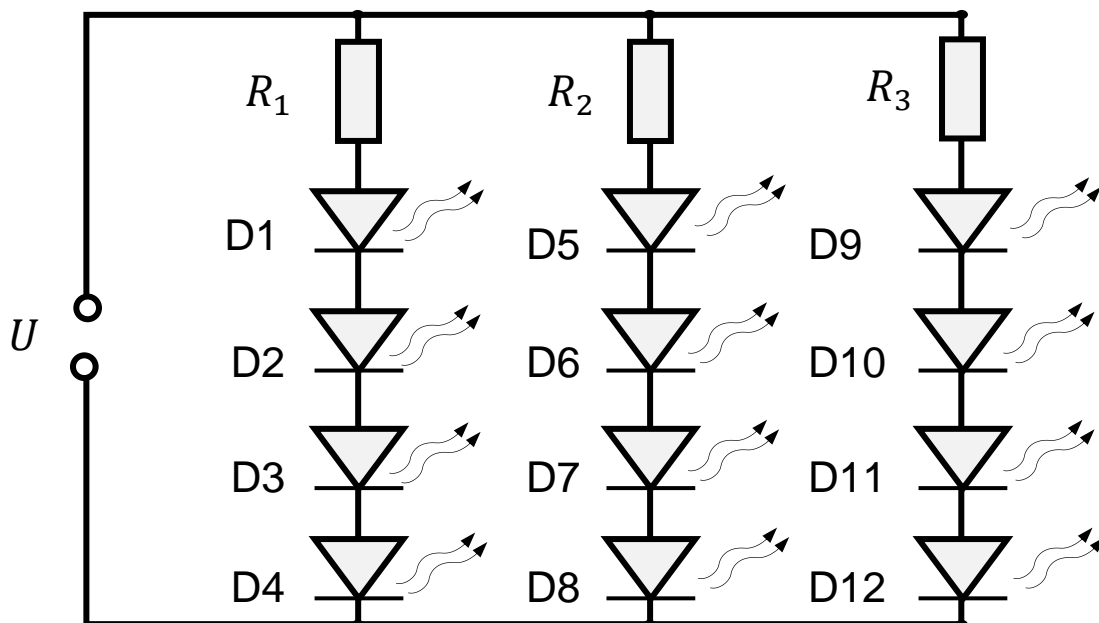


## Zadanie 6.

Na rysunku przedstawiono schemat obwodu elektrycznego pewnego źródła światła zasilanego baterią. Ten obwód zawiera 12 jednakowych półprzewodnikowych diod świecących LED (D1 – D12) oraz trzy oporniki, każdy o takim samym oporze  $R_1 = R_2 = R_3$ . Przyjmij, że napięcie na baterii jest stałe i wynosi  $U = 11,2 \text{ V}$ , a opór wewnętrzny tej baterii można pominąć.

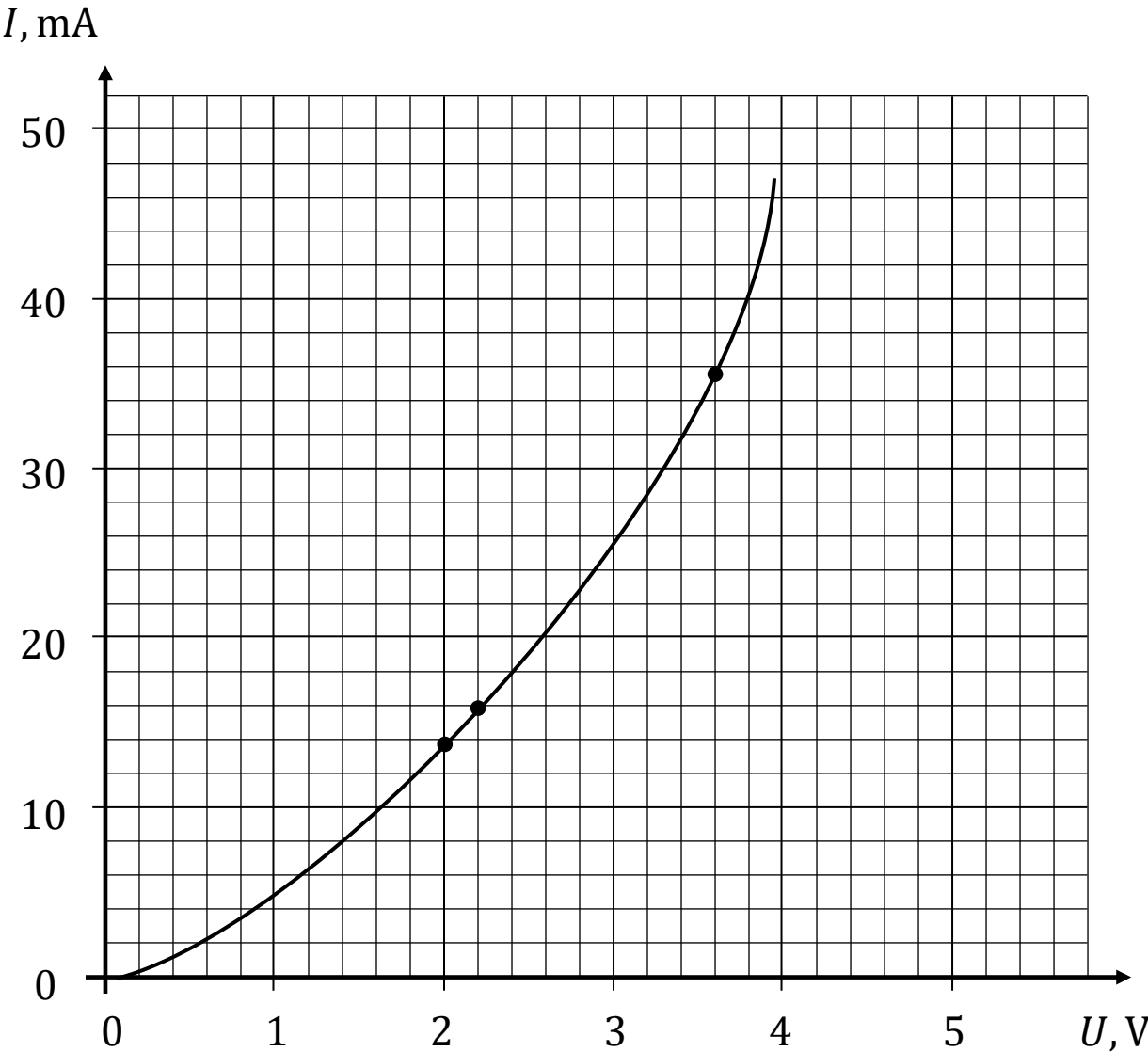
Gdy w obwodzie płynie prąd, to napięcie na każdym z oporników wynosi  $U_R = 2,40 \text{ V}$ , a każda z diod D1 – D12 emituje światło.

Rysunek



Na wykresie (strona 29) przedstawiono charakterystykę prądowo-napięciową pojedynczej diody półprzewodnikowej w kierunku przewodzenia. Zaznaczono kilka wybranych punktów.

Wykres



### Zadanie 6.1. (0–1)

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

Wraz ze wzrostem temperatury opór diody (o charakterystyce prądowo-napięciowej przedstawionej na wykresie) w kierunku przewodzenia

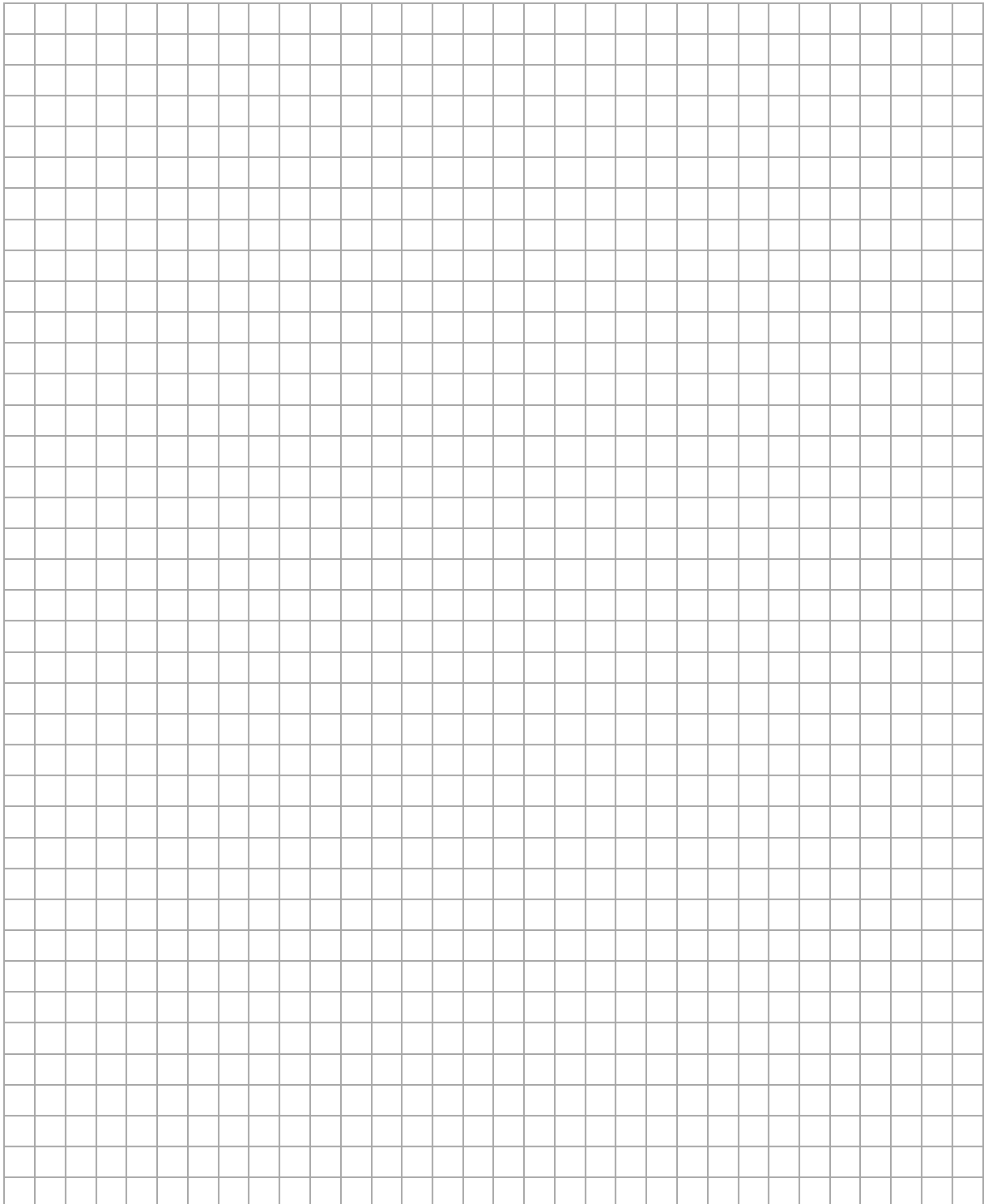
A.	rośnie,
B.	maleje,
C.	pozostaje stały,

ponieważ liczba swobodnych nośników ładunku elektrycznego

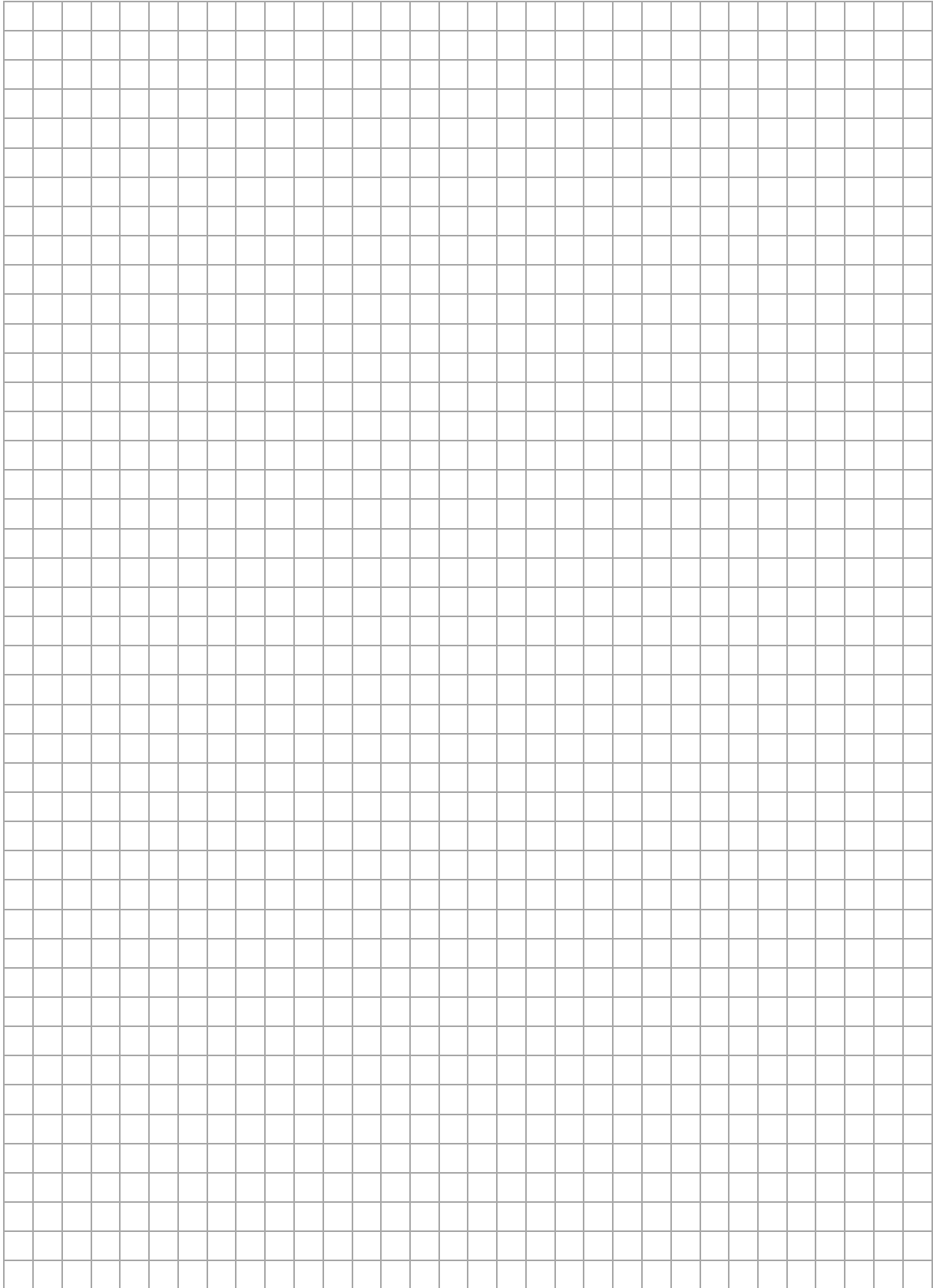
1.	się nie zmienia.
2.	się zwiększa.
3.	się zmniejsza.

**Zadanie 6.2. (0–4)**

Oblicz moc elektryczną, jaka wydziela się łącznie na wszystkich elementach obwodu dołączonego do zacisków baterii.



**Rozwiązanie możesz kontynuować na następnej stronie.**







## Zadanie 7.

Model statku porusza się po powierzchni płytkiej wody wzdłuż osi  $x$  ze stałą prędkością o wartości  $v = 0,50$  m/s. W wyniku tego ruchu powstają fale na powierzchni wody.

Rozprzestrzenianie się tych fal opiszemy w modelu zjawiska, w którym zakładamy, że:

- w każdym położeniu model statku wytwarza na powierzchni wody falę kołową, a obserwowana fala jest wynikiem nałożenia się tych fal kołowych
- prędkość fali na powierzchni wody jest w tym przypadku stała.

Na rysunku (strona 35) przedstawiono (w pewnej skali) obraz powierzchni falowych w chwili  $t_D$ , gdy model statku znajdował się w punkcie  $D$ . Linią ciągłą oznaczono obserwowaną powierzchnię falową, a liniami przerywanymi oznaczono czoła fal wytworzonych przez model statku w chwilach, gdy znajdował się on – odpowiednio – w punktach  $A$ ,  $B$ ,  $C$ .

Długości odcinków na poniższym rysunku spełniają równości:

$$|AB| = |BC| = |CD| = 3,20 \text{ cm.}$$

oraz

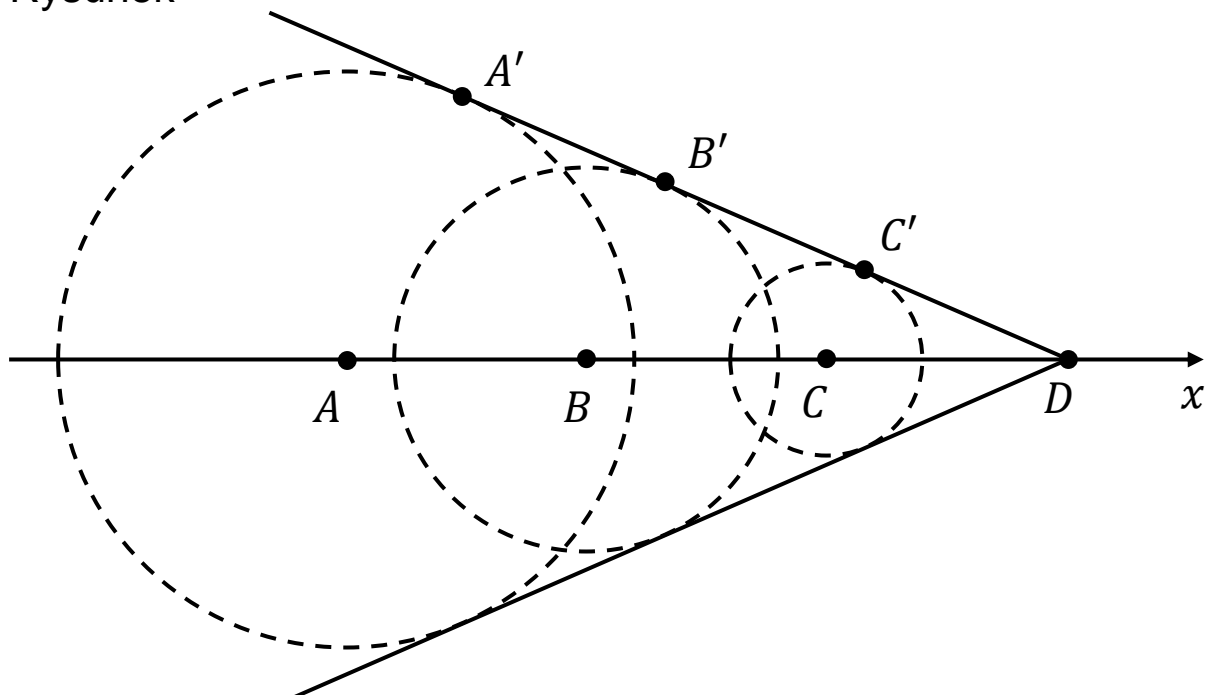
$$|AA'| = 3,84 \text{ cm} \quad |AD| = 9,60 \text{ cm}$$

$$|BB'| = 2,56 \text{ cm} \quad |BD| = 6,40 \text{ cm}$$

$$|CC'| = 1,28 \text{ cm} \quad |CD| = 3,20 \text{ cm}$$



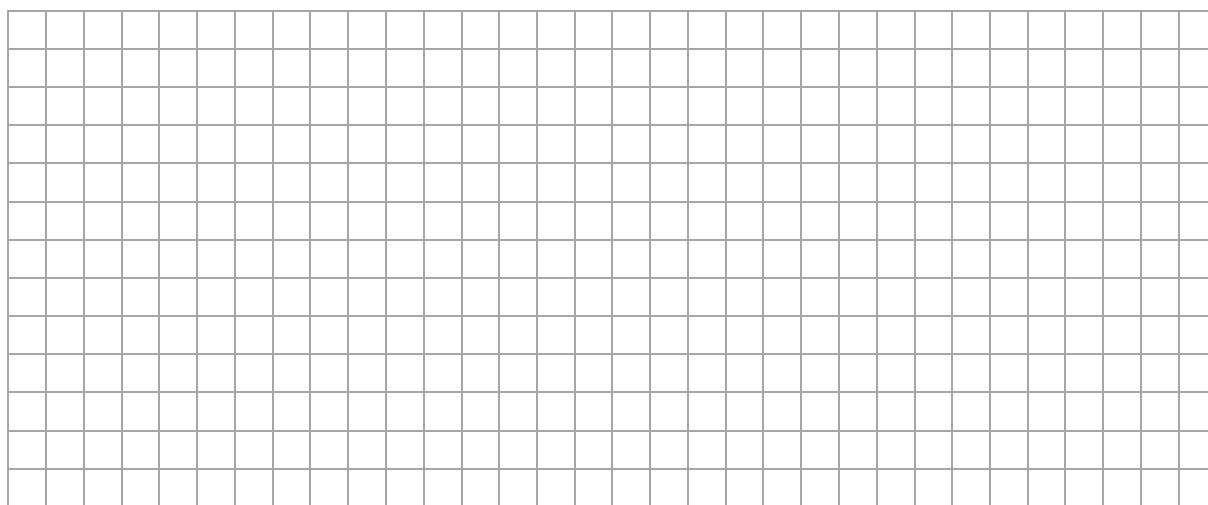
Rysunek



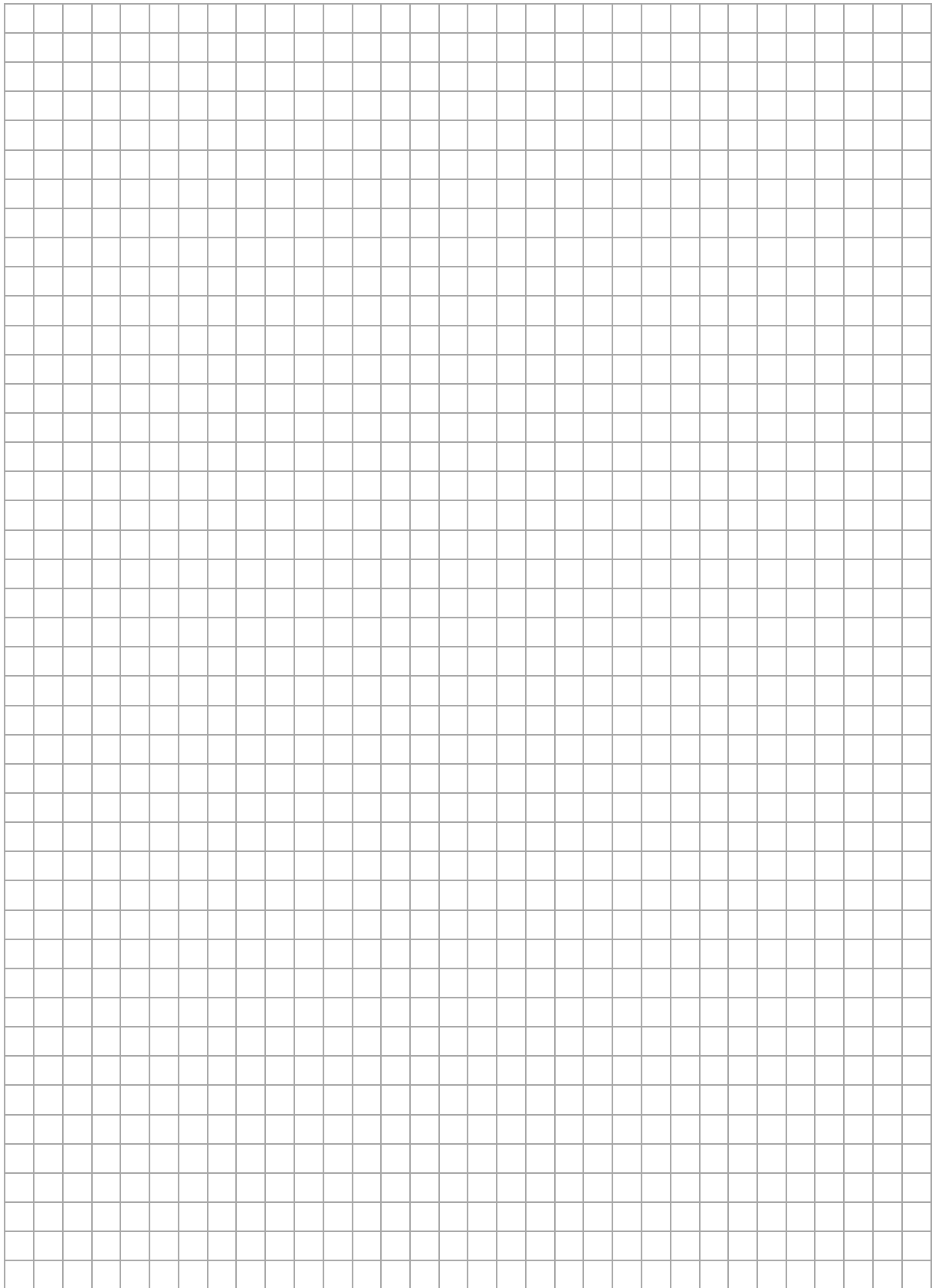
### Zadanie 7.1. (0–3)

Oblicz wartość prędkości fal na wodzie, po której płynie model statku. Zapisz obliczenia i przedstaw tok rozumowania (za pomocą zapisanych zależności lub słownie) prowadzący do wyniku.

Do obliczeń wykorzystaj niektóre z podanych (na stronie 34) długości odcinków.



**Rozwiązanie możesz kontynuować na następnej stronie.**





### Zadanie 8.

Na ławie optycznej ustawiono świecący przedmiot o końcach w punktach  $A$  i  $B$ , cienką soczewkę skupiającą  $S$  oraz ekran. Odcinek  $AB$  jest prostopadły do osi optycznej soczewki oraz znajduje się w odległości  $x$  od soczewki. Ogniska soczewki oznaczono jako  $F_1$  i  $F_2$ .

Na ekranie zaobserwowano powiększony obraz  $A'B'$  przedmiotu  $AB$ .

### Zadanie 8.1. (0–2)

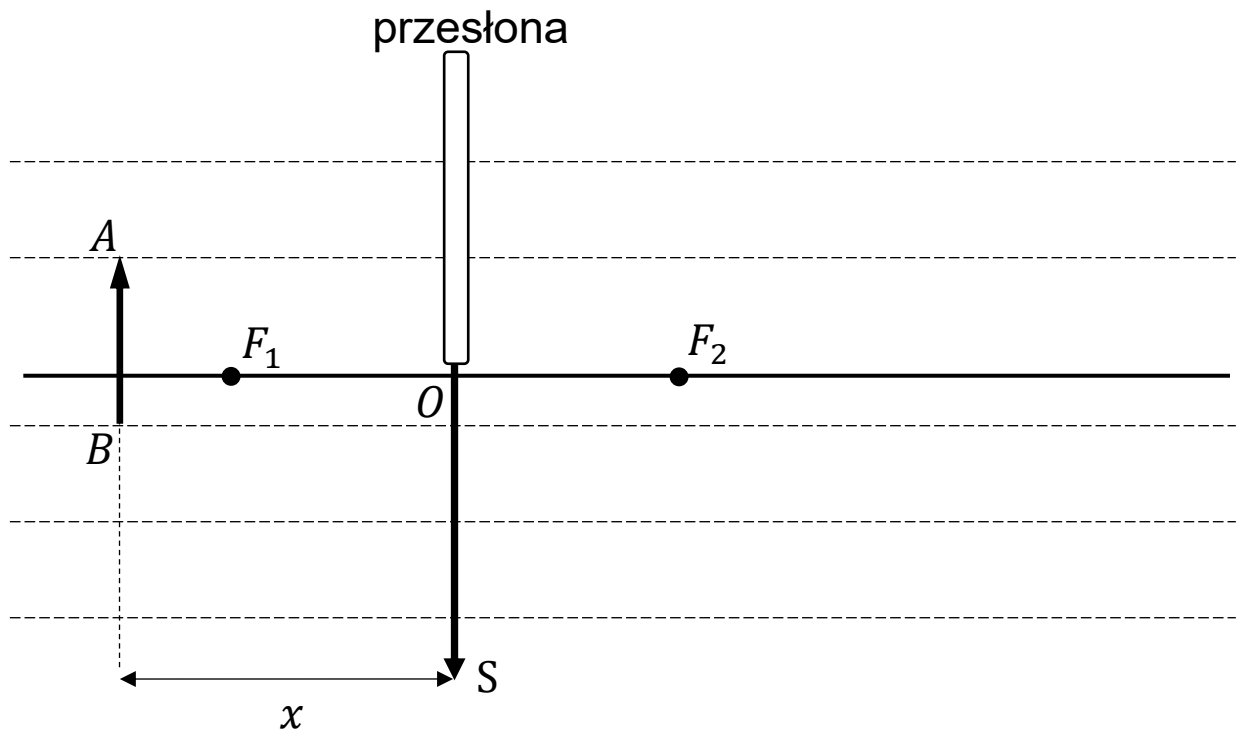
W kolejnym etapie doświadczenia zasłonięto górną połowę soczewki przesłoną (która nie przepuszcza światła) tak, aby światło mogło przechodzić przez środek  $O$  soczewki i przez jej dolną połowę (zobacz rysunek na stronie 39). Zaobserwowano, że cały obraz  $A'B'$  pozostał na ekranie.

Na rysunku (strona 39) wyznacz konstrukcyjnie obraz  $A'B'$  przedmiotu  $AB$ , jaki powstaje na ekranie, gdy górna połowa soczewki  $S$  jest zasłonięta. Do konstrukcji wykorzystaj tylko promienie przechodzące przez niezasłoniętą część soczewki.



# Rysunek

*Uwaga! Kreską przerywaną zaznaczono linie równoległe.*

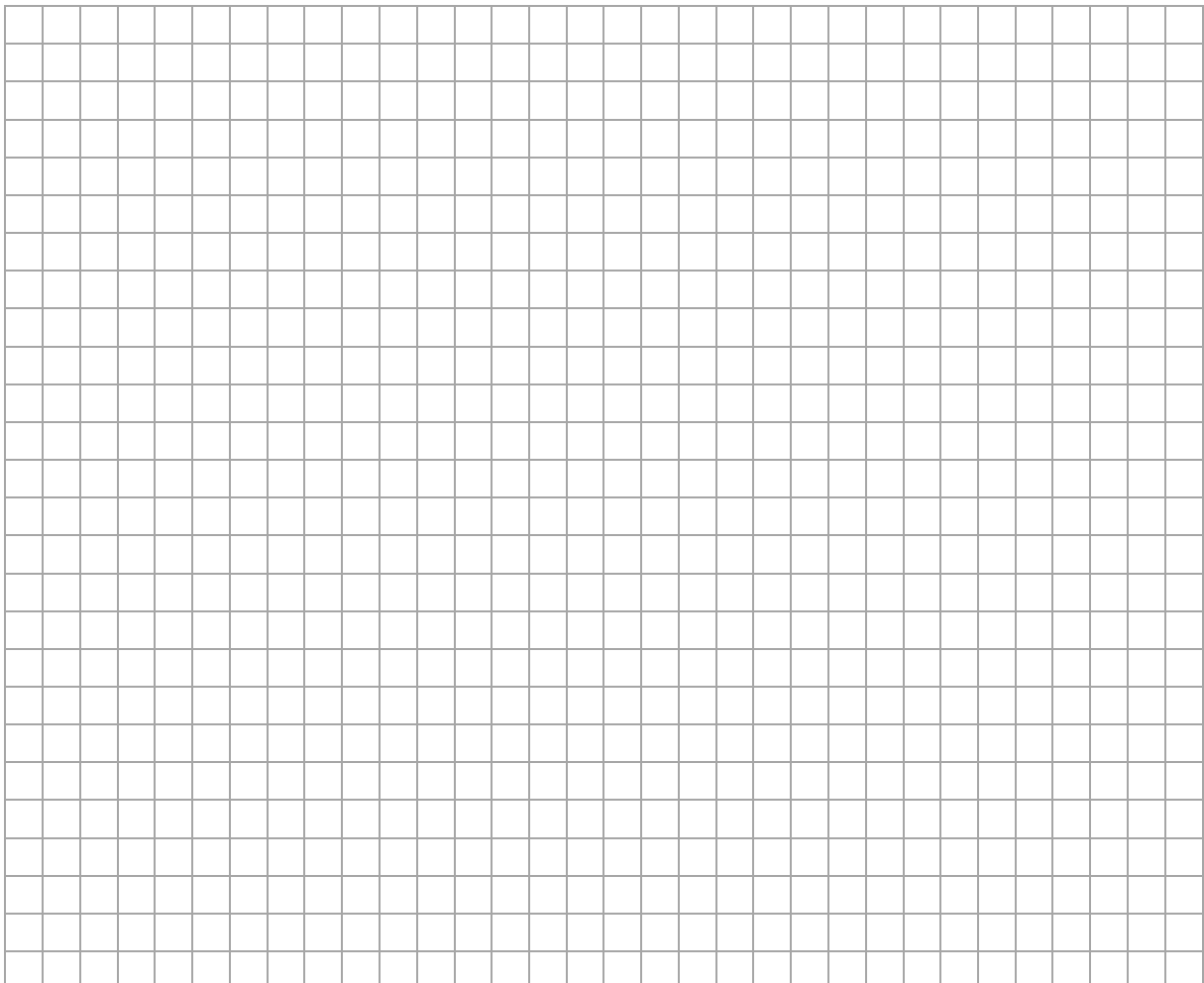


### Zadanie 8.2. (0–3)

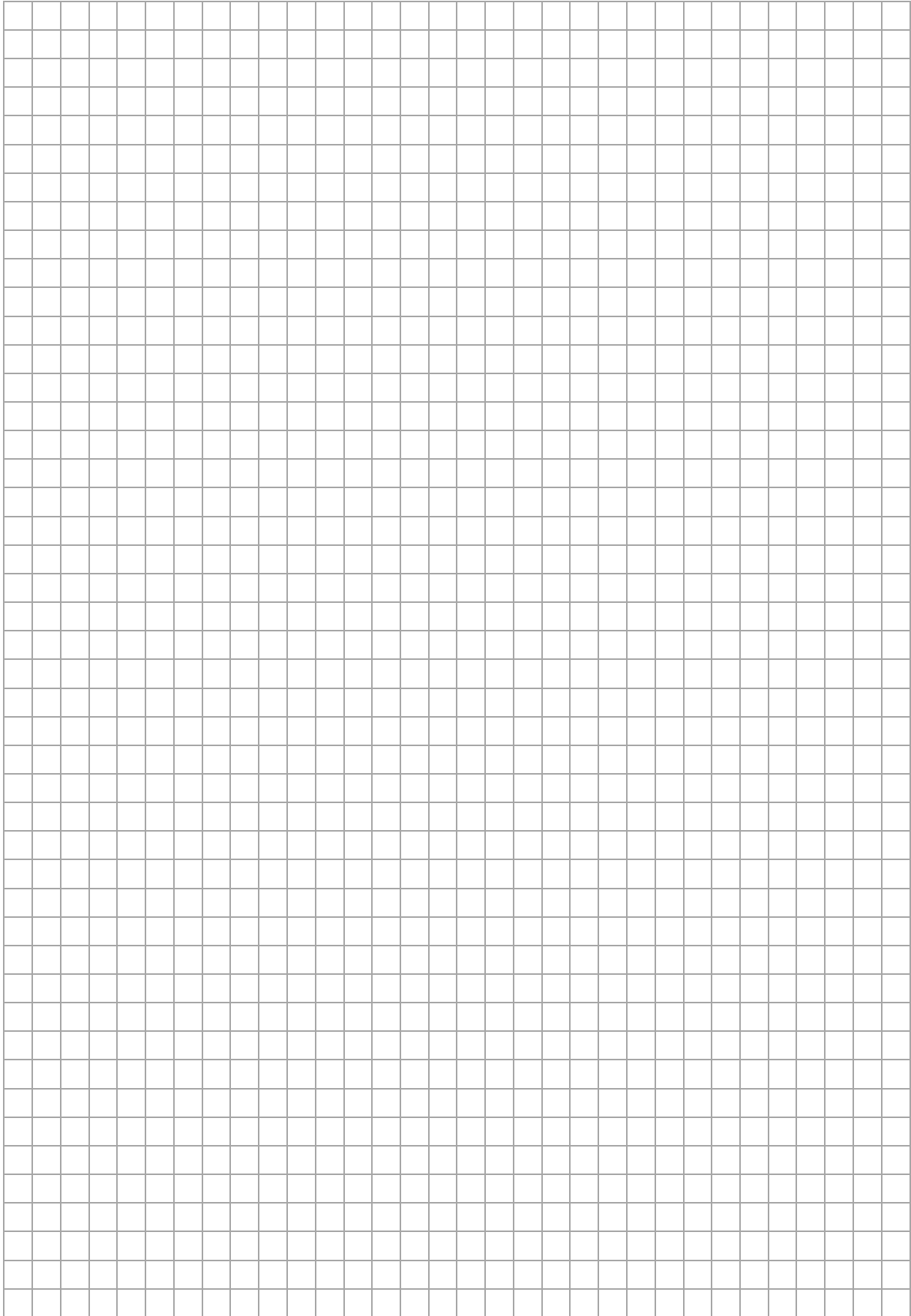
Powiększenie obrazu  $A'B'$  (na ekranie) w stosunku do przedmiotu  $AB$  (czyli iloraz  $\frac{|A'B'|}{|AB|}$  długości obrazu i przedmiotu) jest równe  $p$ .

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć ogniskową  $f$  soczewki w zależności od powiększenia  $p$  oraz od odległości  $x$  przedmiotu od soczewki. Zapisz przekształcenia oraz podaj w poniższej ramce otrzymaną postać tego wzoru.

$$f =$$





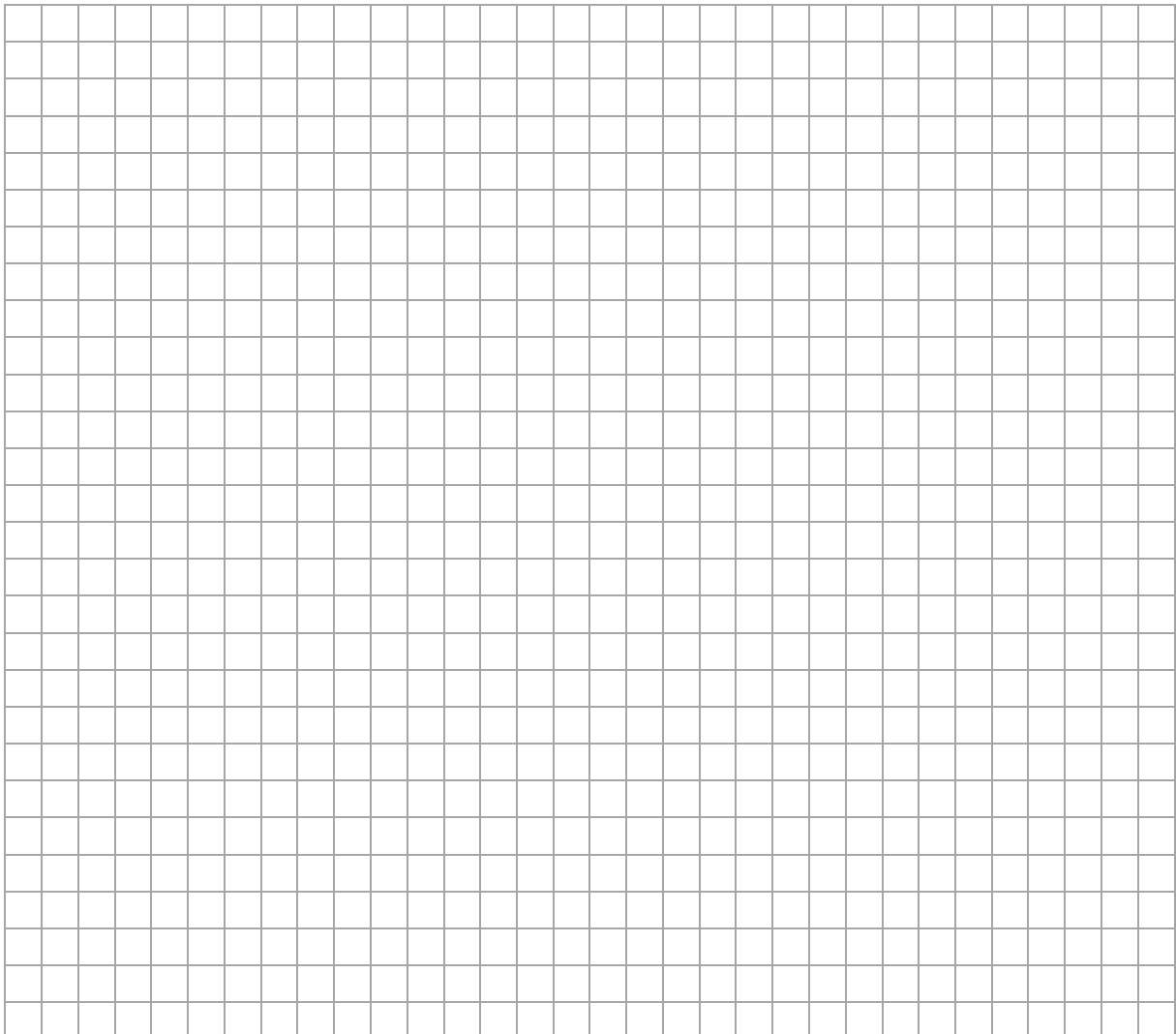


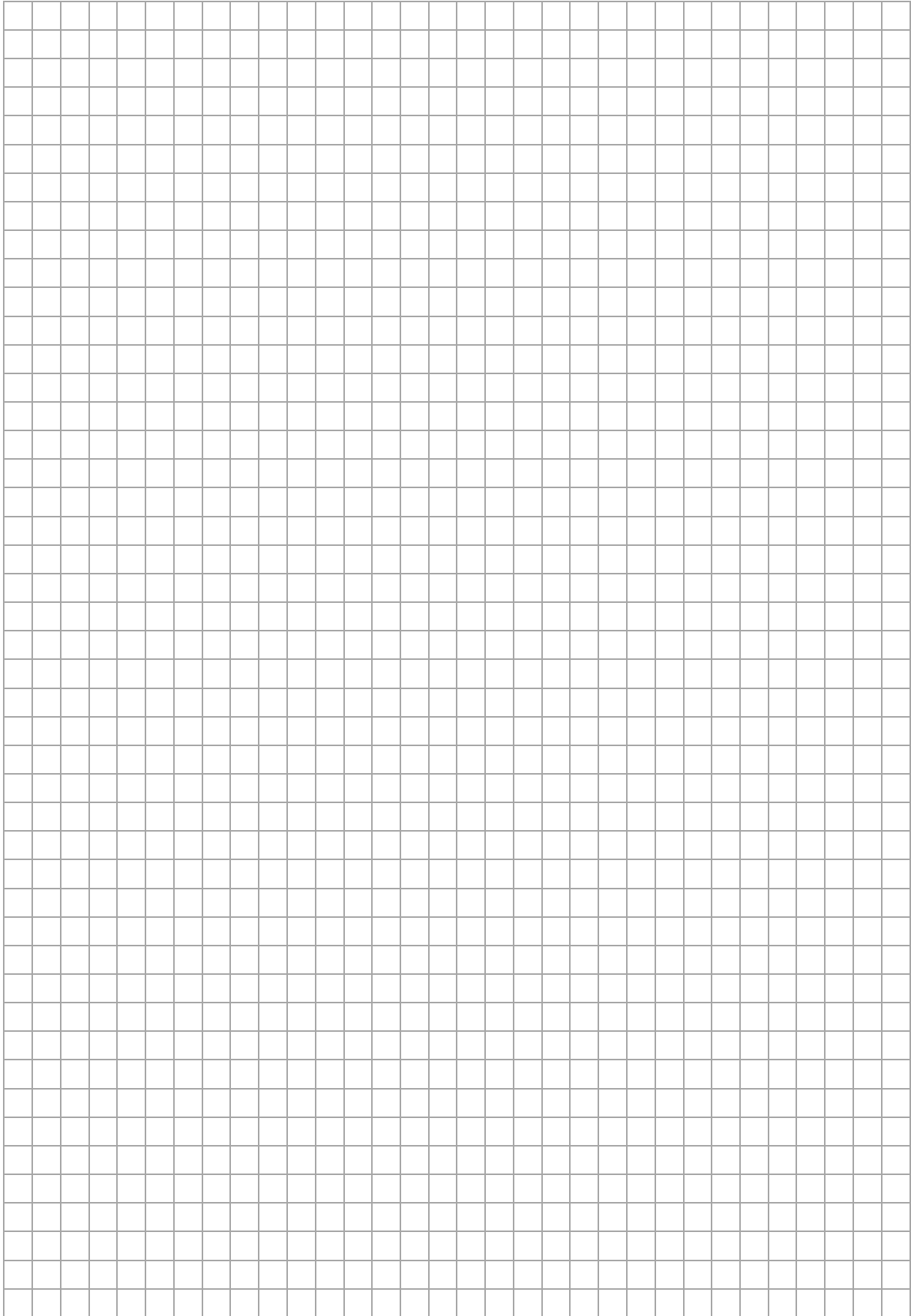
### Zadanie 9. (0–3)

Elektron został rozpędzony w polu elektrycznym napięciem  $U = 6,00 \cdot 10^5 \text{ V}$  od prędkości początkowej równej zero do prędkości o wartości  $v$ .

Energia spoczynkowa elektronu jest równa w zaokrągleniu  $E_0 \approx 5,11 \cdot 10^5 \text{ eV}$ .

Oblicz  $\frac{v}{c}$  – iloraz wartości prędkości elektronu oraz prędkości światła w próżni. Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.



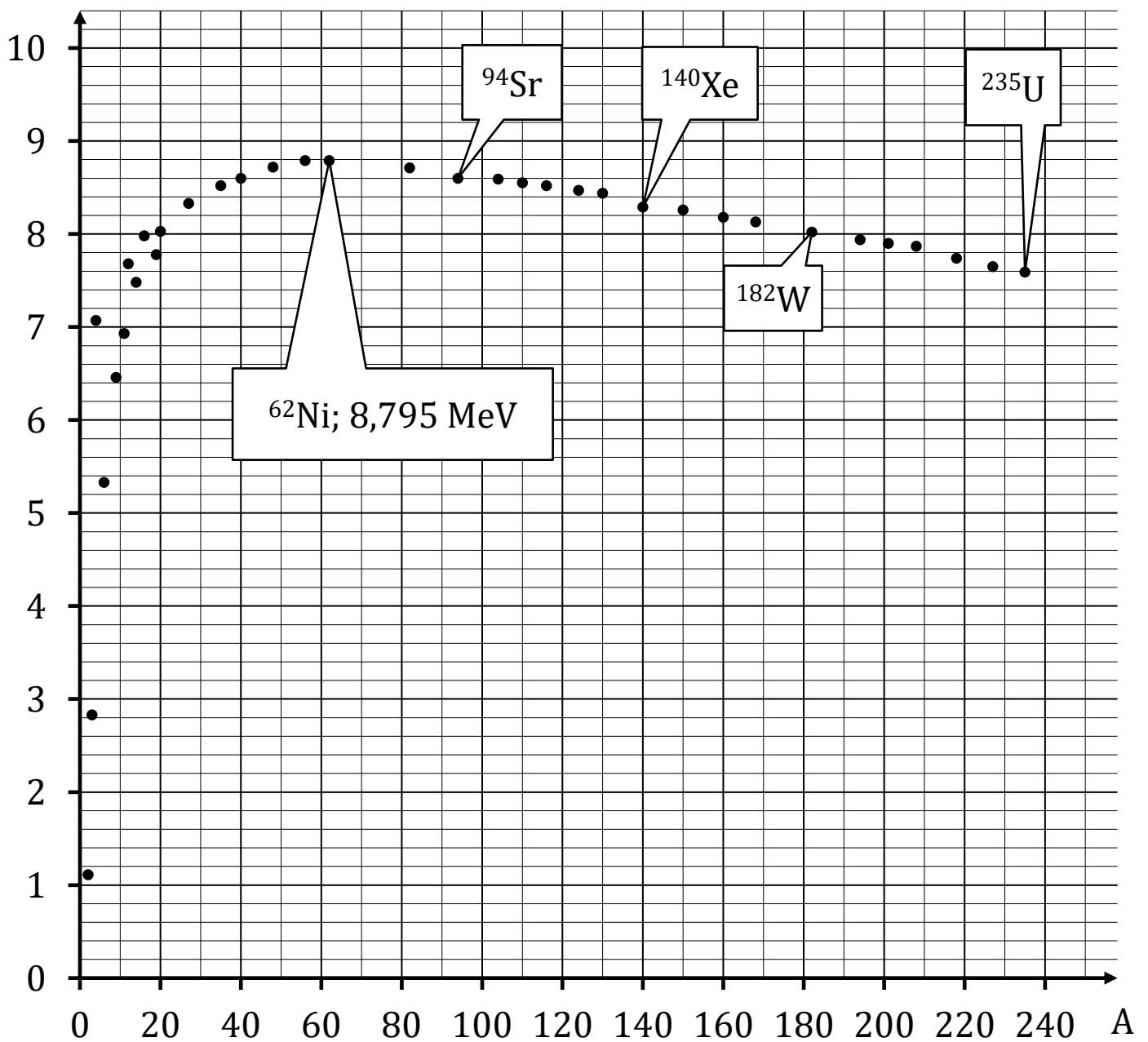


### Zadanie 10.

Na wykresie przedstawiono wartości energii wiązania przypadającej na jeden nukleon (oznaczonej jako  $E_w/A$ ) dla wybranych jąder atomowych o różnych liczbach masowych  $A$ .

Wykres

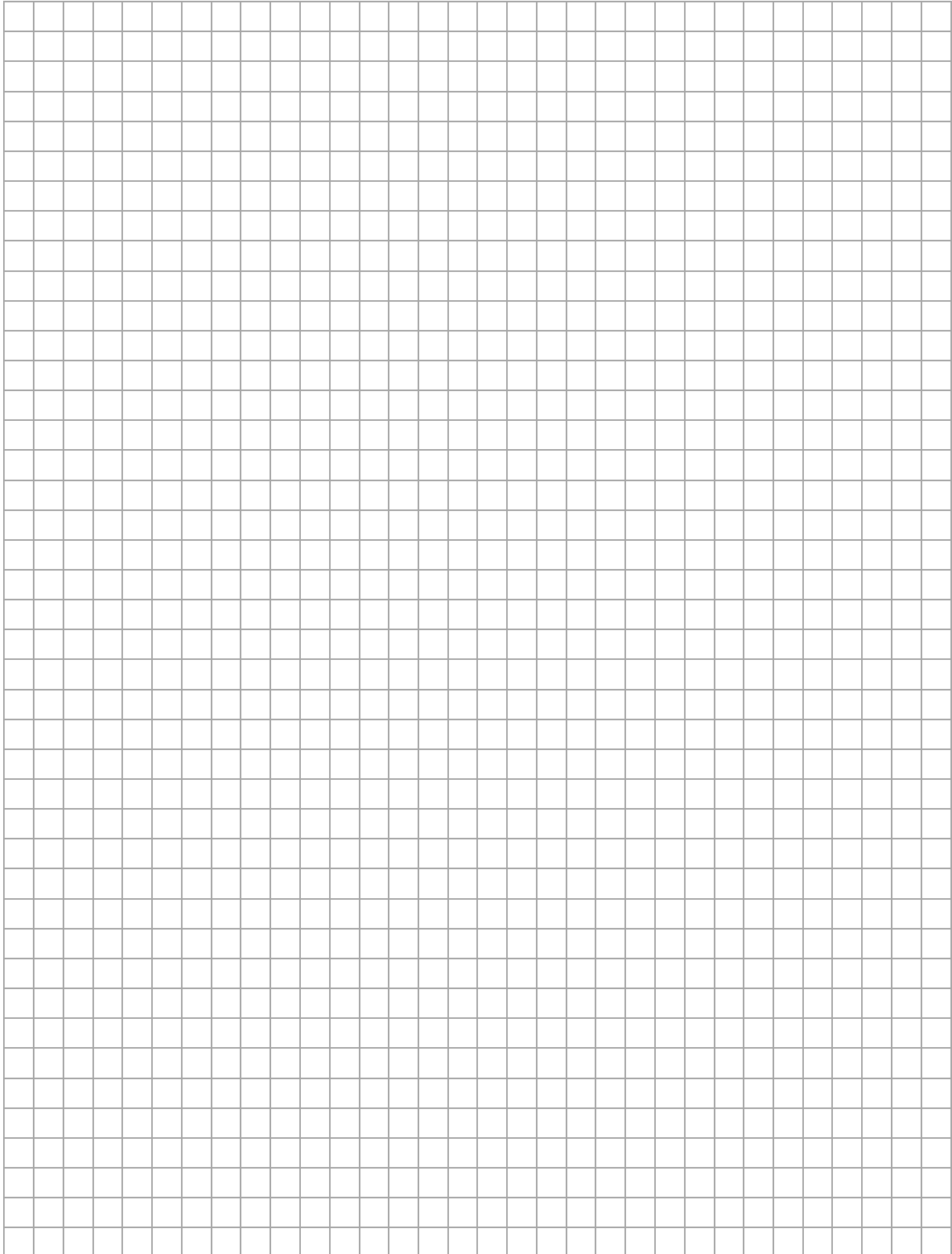
$E_w/A$ , MeV

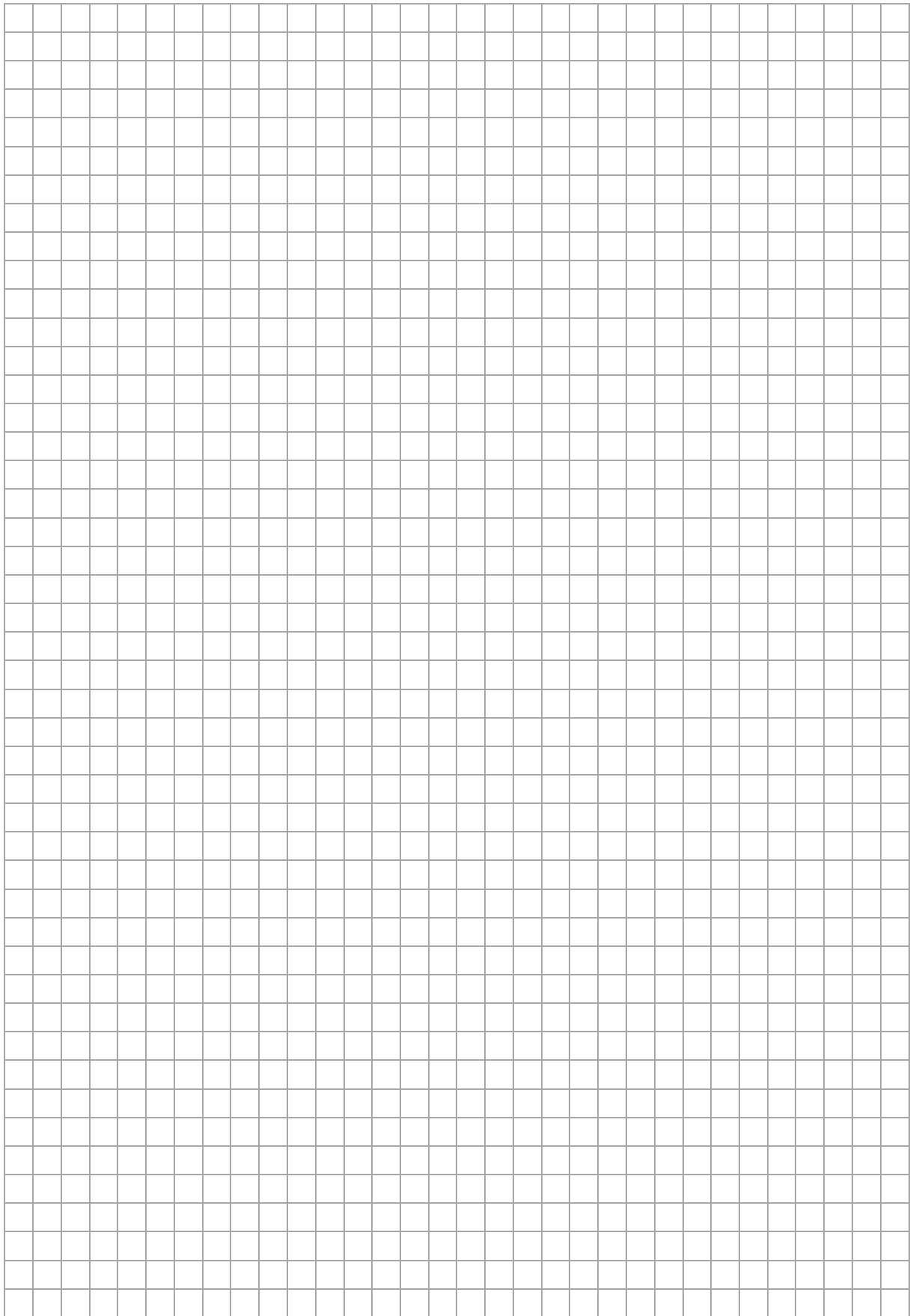




**Zadanie 10.2. (0–3)**

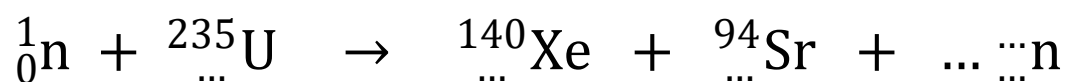
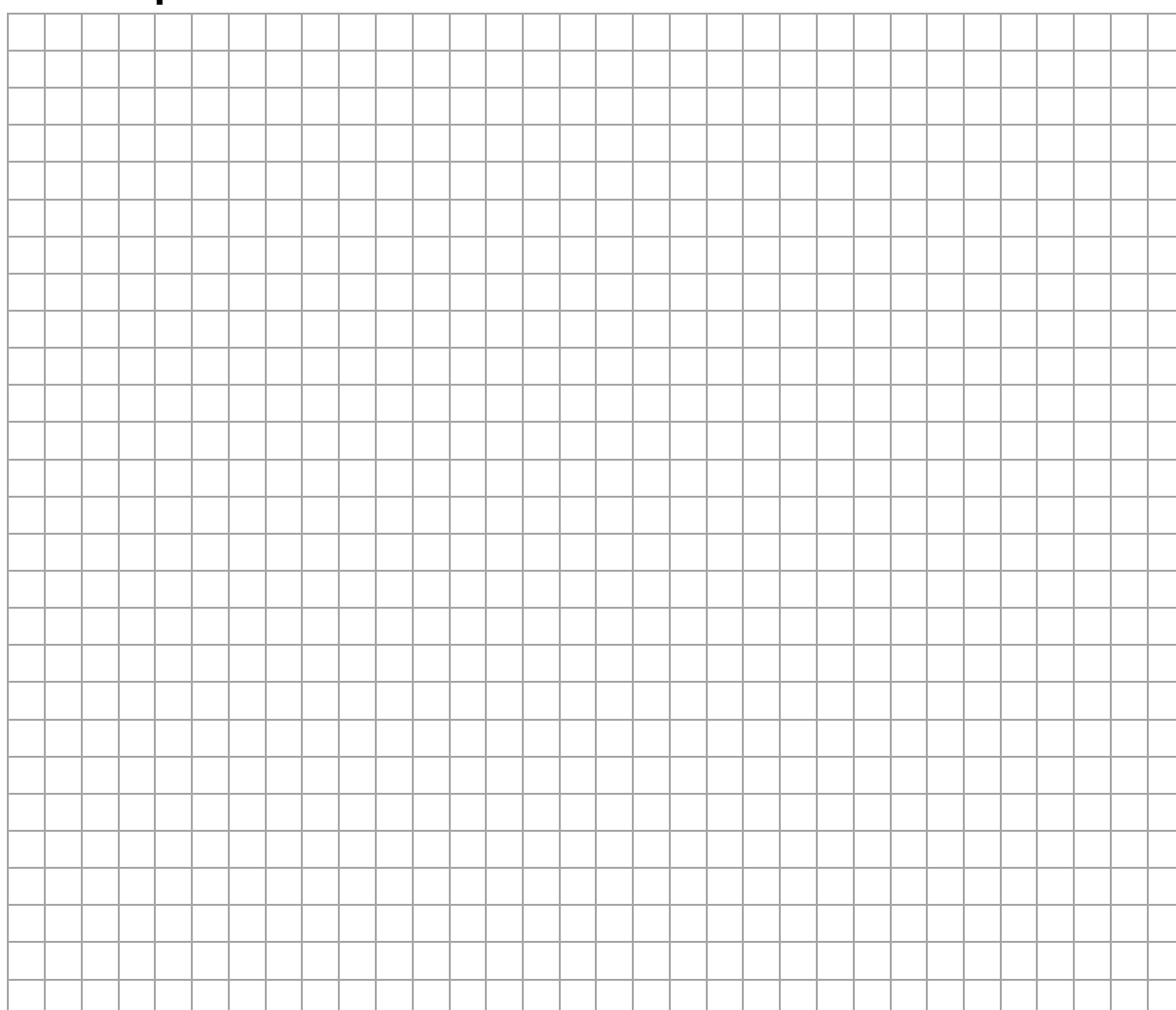
Oblicz masę jądra niklu  $^{62}\text{Ni}$ . Wynik podaj w kilogramach, zaokrąglony do czterech cyfr znaczących.





**Zadanie 10.3. (0–1)**

Uzupełnij równanie rozszczepienia jądra uranu. Wpisz w wykropkowane miejsca właściwe liczby atomowe, liczbę masową oraz liczbę neutronów.

**Brudnopis do zadania 10.3.**

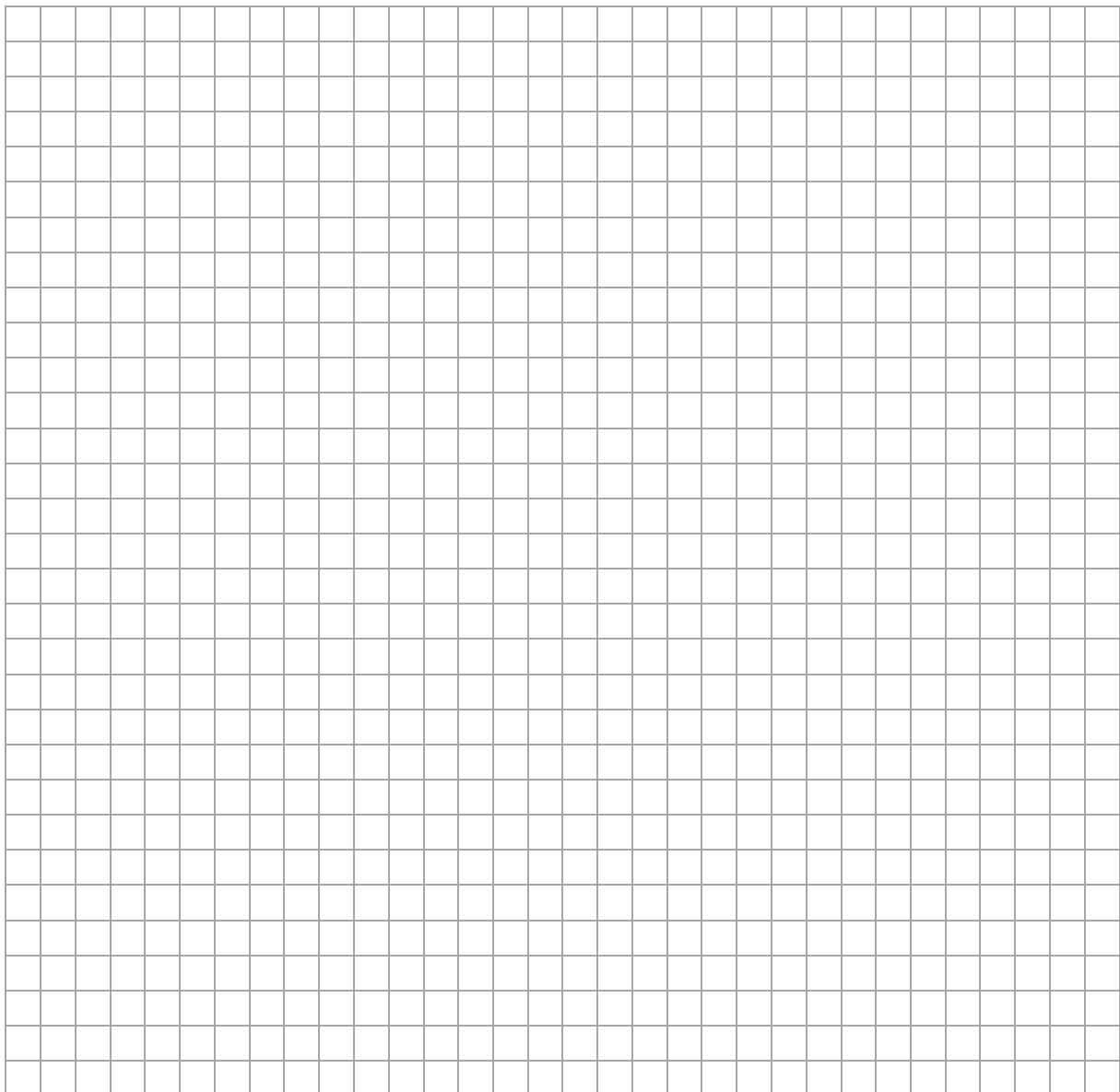


### Zadanie 10.4. (0–2)

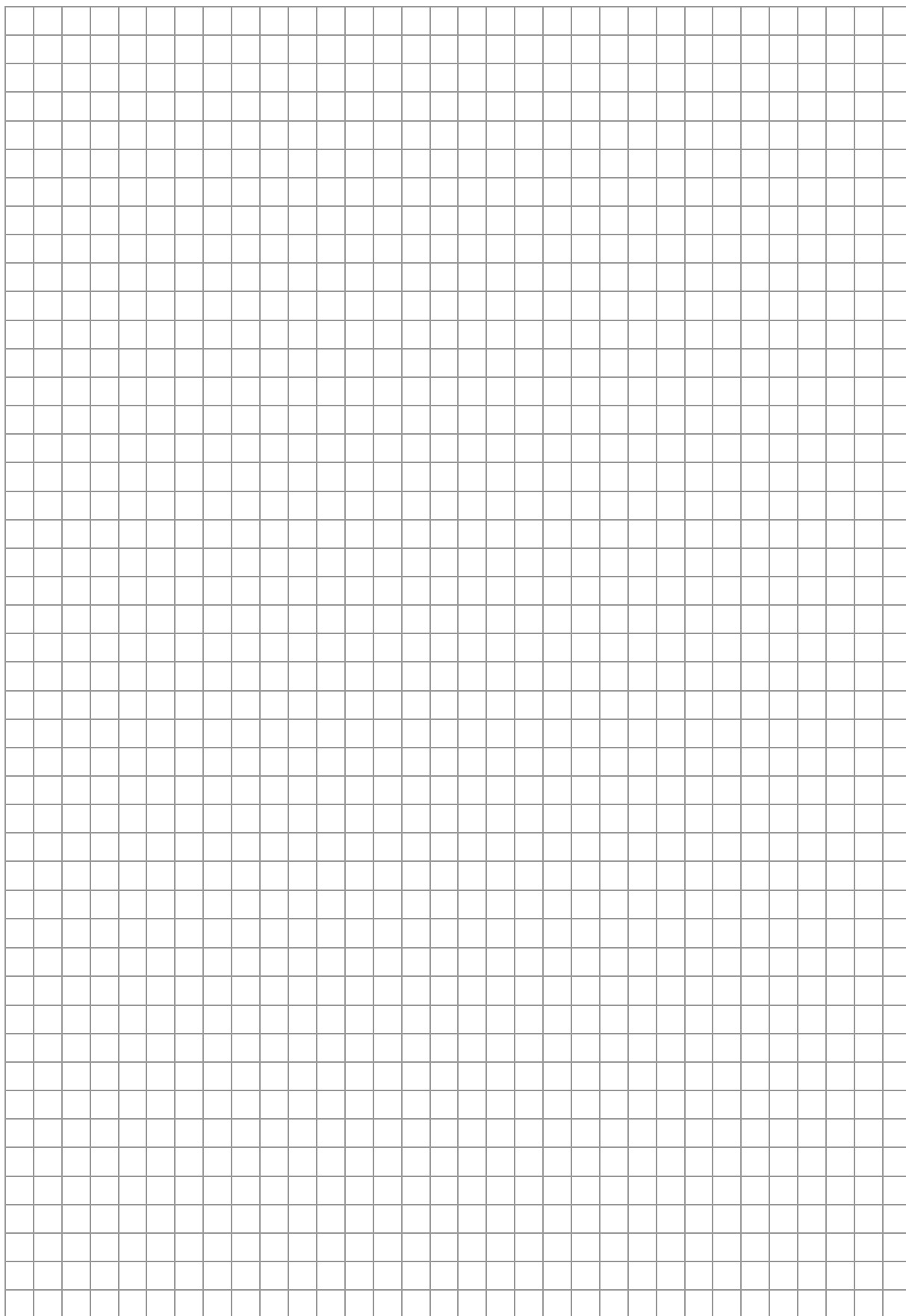
W reakcji rozszczepienia za pomocą neutronu jądra uranu  $^{235}\text{U}$  powstają jądro ksenonu  $^{140}\text{Xe}$ , jądro strontu  $^{94}\text{Sr}$  oraz neutrony.

Oblicz – jedynie na podstawie danych odczytanych z wykresu (strona 44) – energię kinetyczną produktów rozszczepienia jądra uranu. Zapisz obliczenia, wynik podaj w MeV.

Uwaga: Pomijamy energię kinetyczną neutronu inicjującego reakcję.



## BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*





# FIZYKA

Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*



# FIZYKA

Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*



# FIZYKA

Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*

