



CENTRALNA
KOMISJA
EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione
do momentu rozpoczęcia egzaminu.

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

TEST DIAGNOSTYCZNY

Symbol arkusza

MFAP-R0-**100**-2212

DATA: **16 grudnia 2022 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **14:00**

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 1–10).
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. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
4. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
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. Nie wpisuj żadnych znaków w tabelkach przeznaczonych dla egzaminatora. Tabelki umieszczone są na marginesie przy każdym zadaniu.
10. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
11. 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.



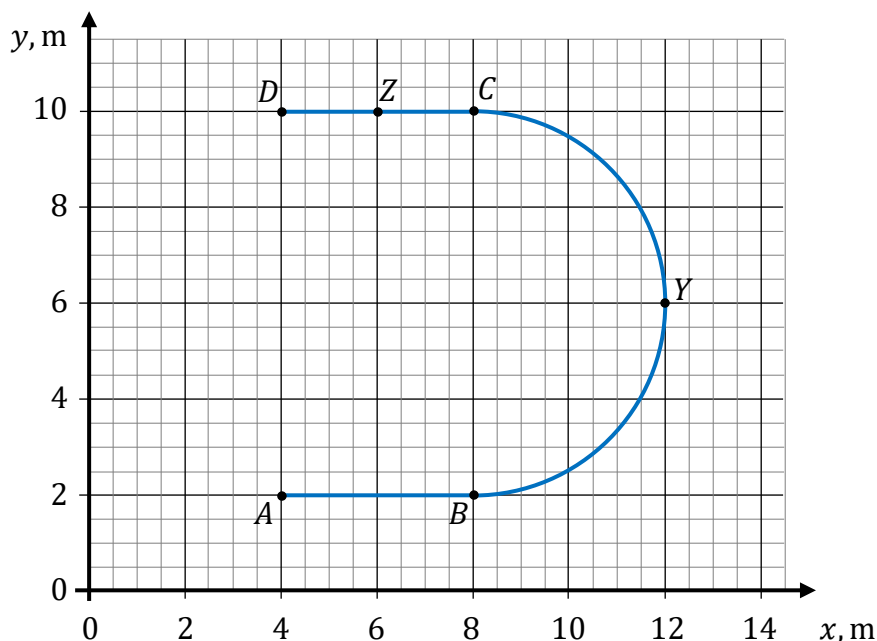
Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na następnych stronach.

Zadanie 1.

Na wykresie 1. przedstawiono w kartezjańskim 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)

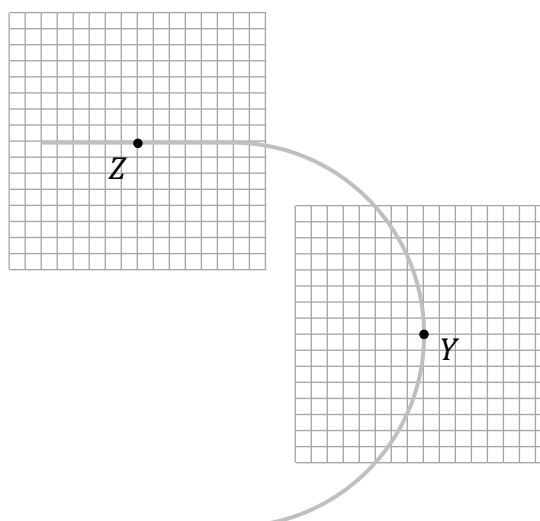
Długość boku kratki na wykresie 2. odpowiada umownej jednostce siły. Wartość siły wypadkowej działającej na ciało w punkcie Z wyrażona w tych jednostkach siły wynosi 4.

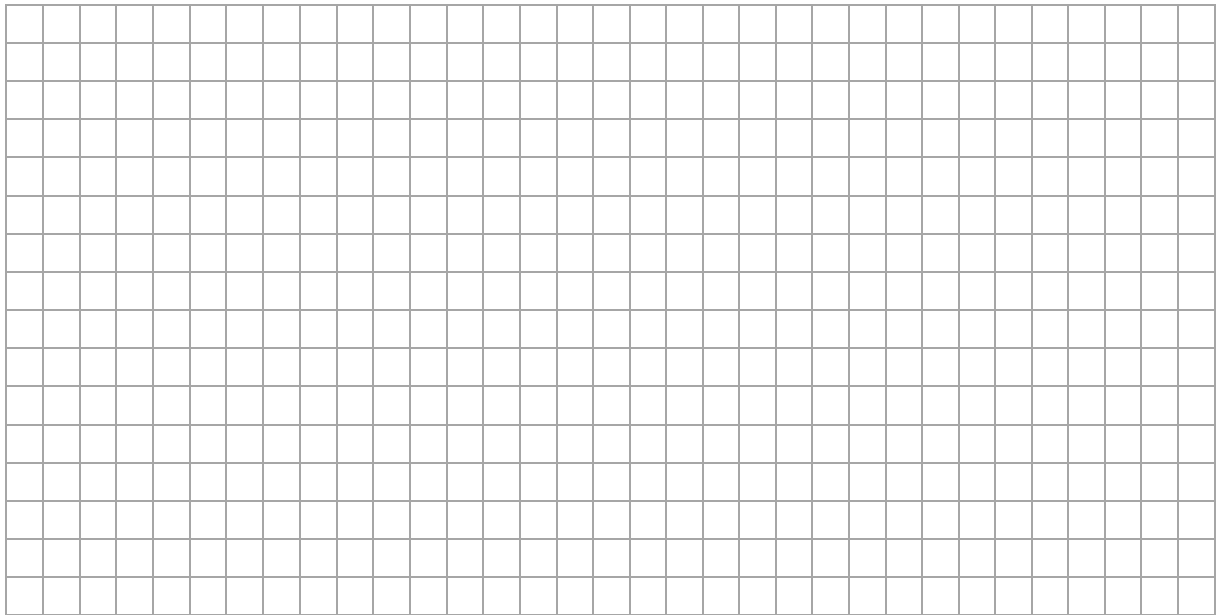
1.1.

0–1–
2–3–4

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.

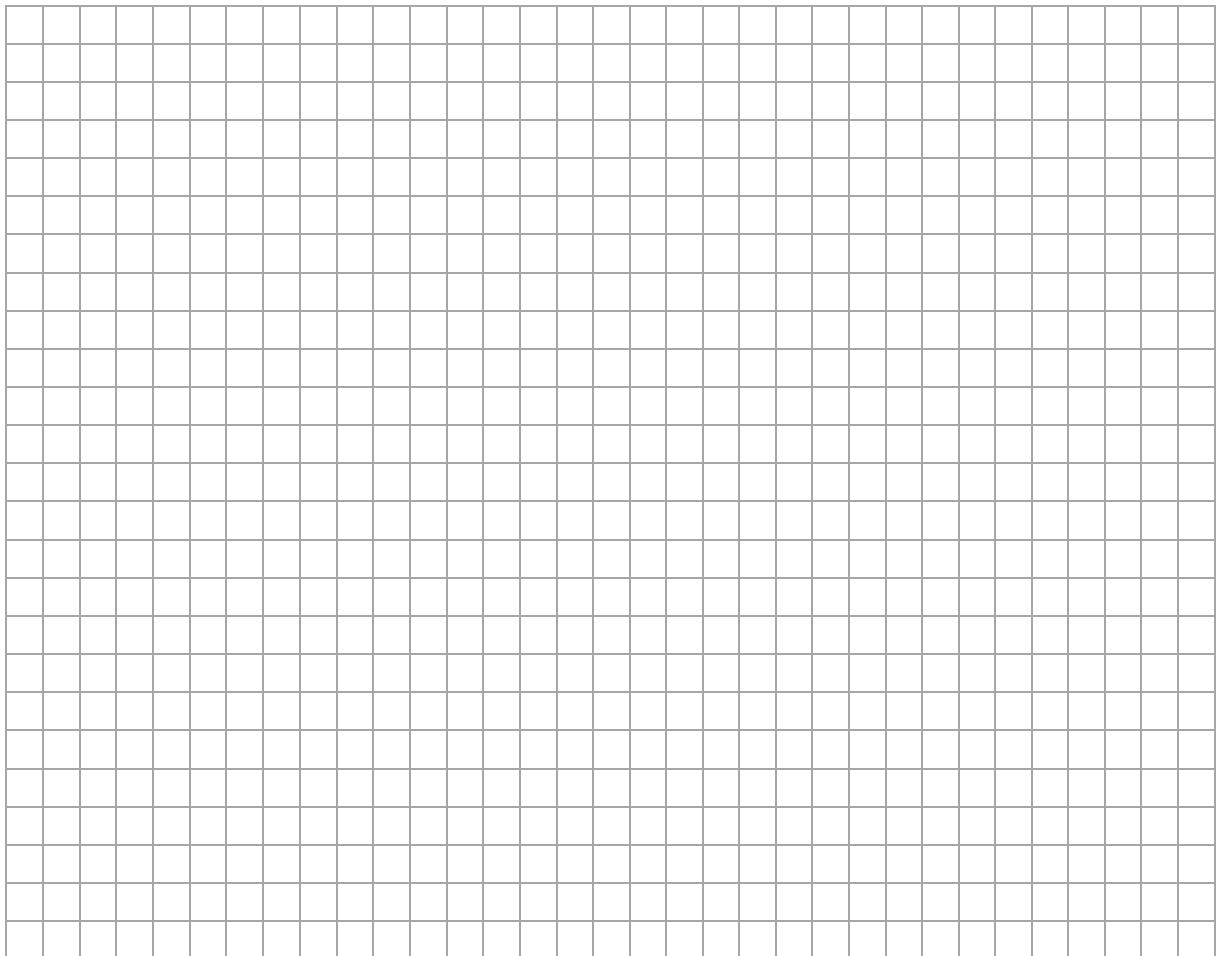




Zadanie 1.2. (0–3)

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.



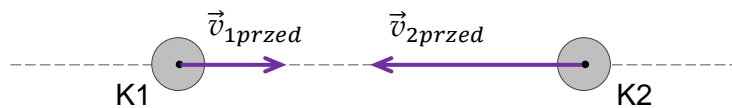
1.2.
0–1–
2–3

Zadanie 2. (0–4)

Dwie kule K1 i K2 o różnych masach – odpowiednio – m_1 i m_2 , poruszały się naprzeciw siebie w inercyjnym układzie odniesienia z prędkościami o wartościach odpowiednio: $v_{1przed} = 2,0$ m/s oraz $v_{2przed} = 4,0$ m/s. Środki tych kul poruszały się wzdłuż wspólnej prostej (zobacz rysunek 1.).

W pewnym momencie kule K1 i K2 się zderzyły, a wartości prędkości kul po zderzeniu były równe odpowiednio: $v_{1po} = 1,0$ m/s oraz $v_{2po} = 5,0$ m/s (zobacz rysunek 2.).

Rysunek 1.



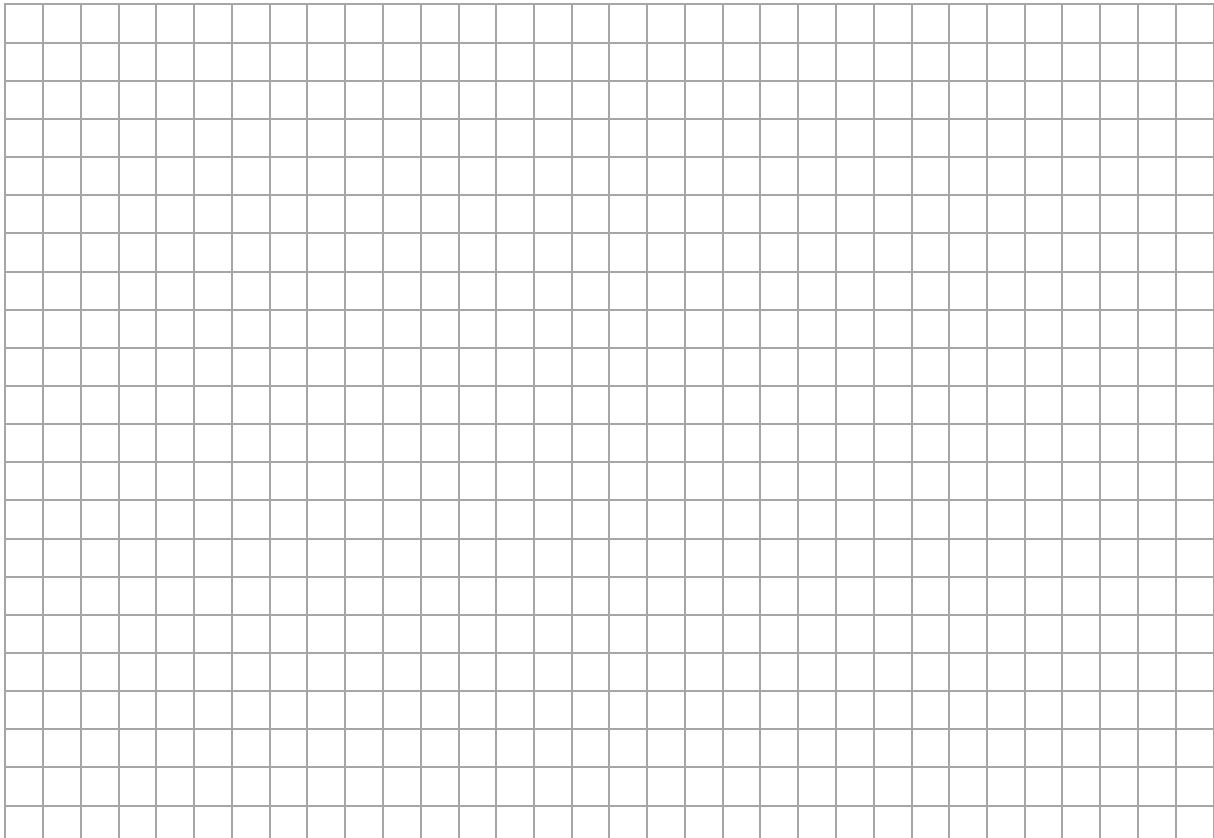
Rysunek 2.



2.

0–1–
2–3–4

Ustal i zapisz, czy zderzenie kul K1 i K2 było doskonale sprężyste. Powołaj się na odpowiednie prawa lub zależności fizyczne i wykonaj niezbędne obliczenia, uzasadniające Twoje stwierdzenie.





Zadanie 3.

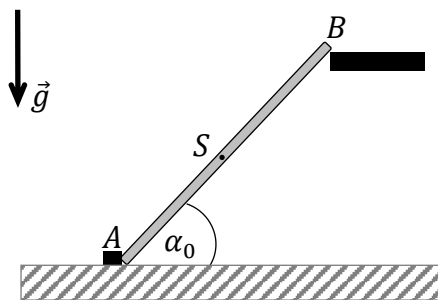
Dany jest cienki jednorodny pręt o masie m , długości l i końcach w punktach A oraz B . Koniec A pręta jest oparty o klocek na poziomej powierzchni, a koniec B pręta jest podtrzymywany. W ten sposób pręt tworzy z poziomą powierzchnią kąt α_0 (zobacz rysunek 1.). W pewnej chwili t_0 zwolniono koniec B 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 α_t , tworzony przez pręt z poziomą powierzchnią w chwili t podczas opadania. Ruch pręta odbywa się w ziemskim polu grawitacyjnym w układzie inercyjnym. W zadaniach 3.1.–3.3. pomijamy opory ruchu.

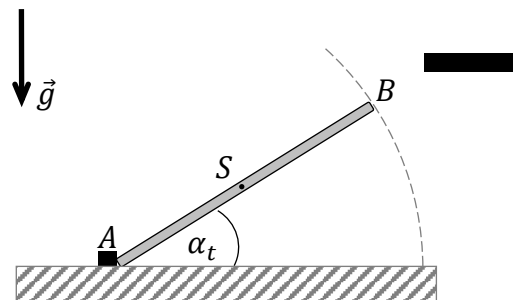
Momenty bezwładności pręta względem osi obrotu przechodzącej przez punkt A oraz względem osi obrotu przechodzącej przez punkt S dane są – odpowiednio – wzorami:

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

Rysunek 1.



Rysunek 2.



3.1.

Zadanie 3.1. (0–1)

0–1

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Podczas ruchu pręta jego przyspieszenie 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. $\epsilon = 3 \cdot \frac{g}{l} \sin \alpha_t$

3.2.

Zadanie 3.2. (0–2)

0–1–2

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 α_0 , to wartość prędkości końcowej 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

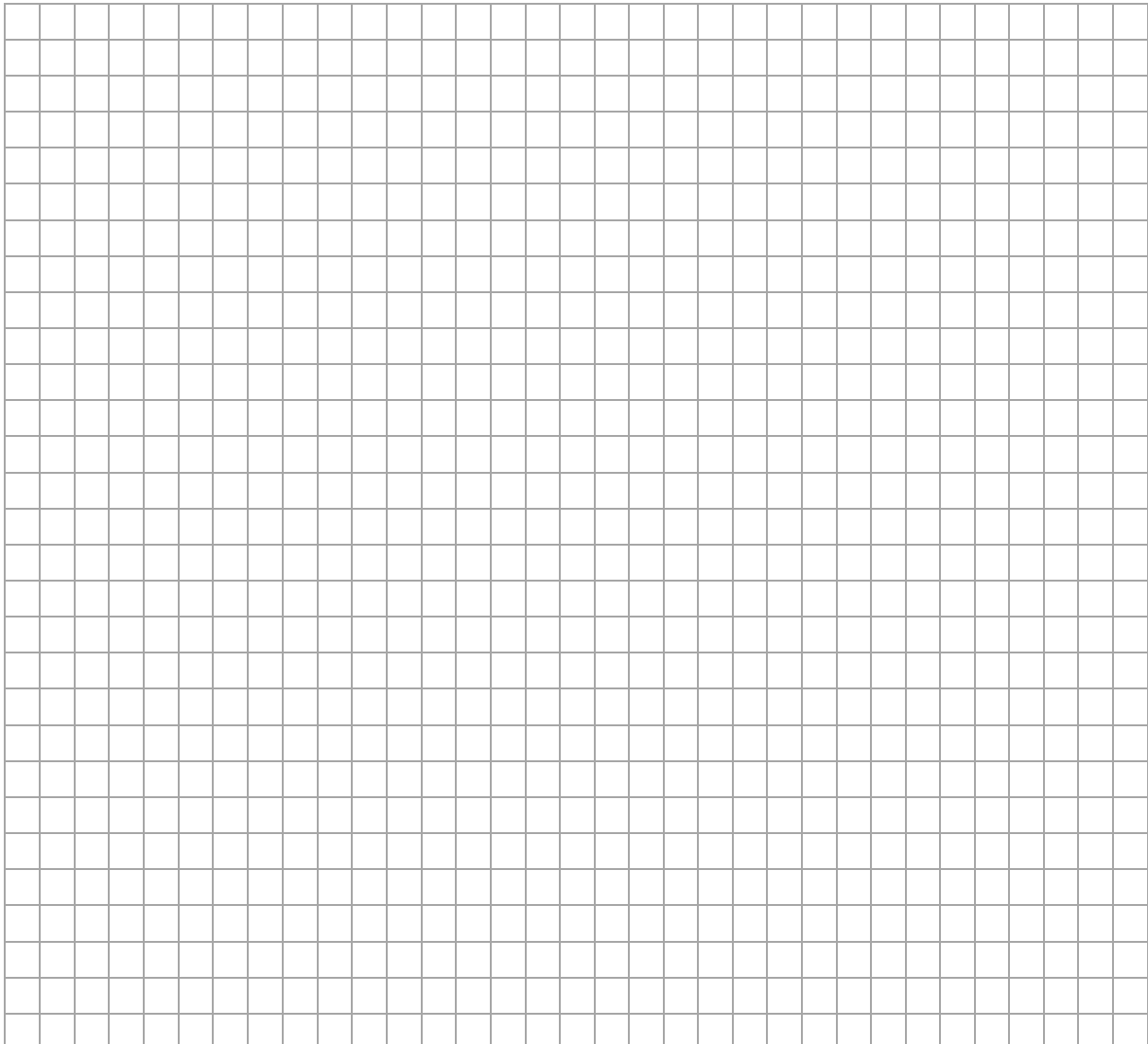
- energia kinetyczna ruchu pręta jest wyłącznie energią kinetyczną ruchu obrotowego wokół nieruchomego punktu A (z wykorzystaniem odpowiedniego momentu bezwładności).

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.



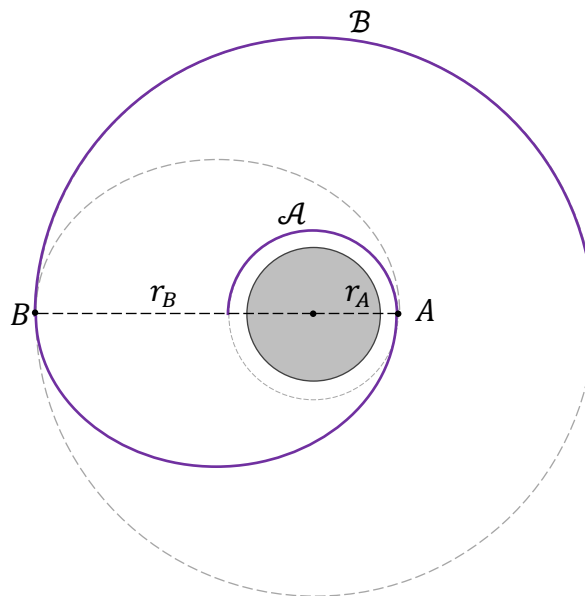
3.3.
0-1-
2-3-4

Informacja do zadań 4.3.–4.4.

Satelita S_A wykonuje manewr przejścia z orbity \mathcal{A} na orbitę \mathcal{B} . 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 \mathcal{B} .

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 \mathcal{A} i \mathcal{B} 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.

4.3.

0–1–2

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

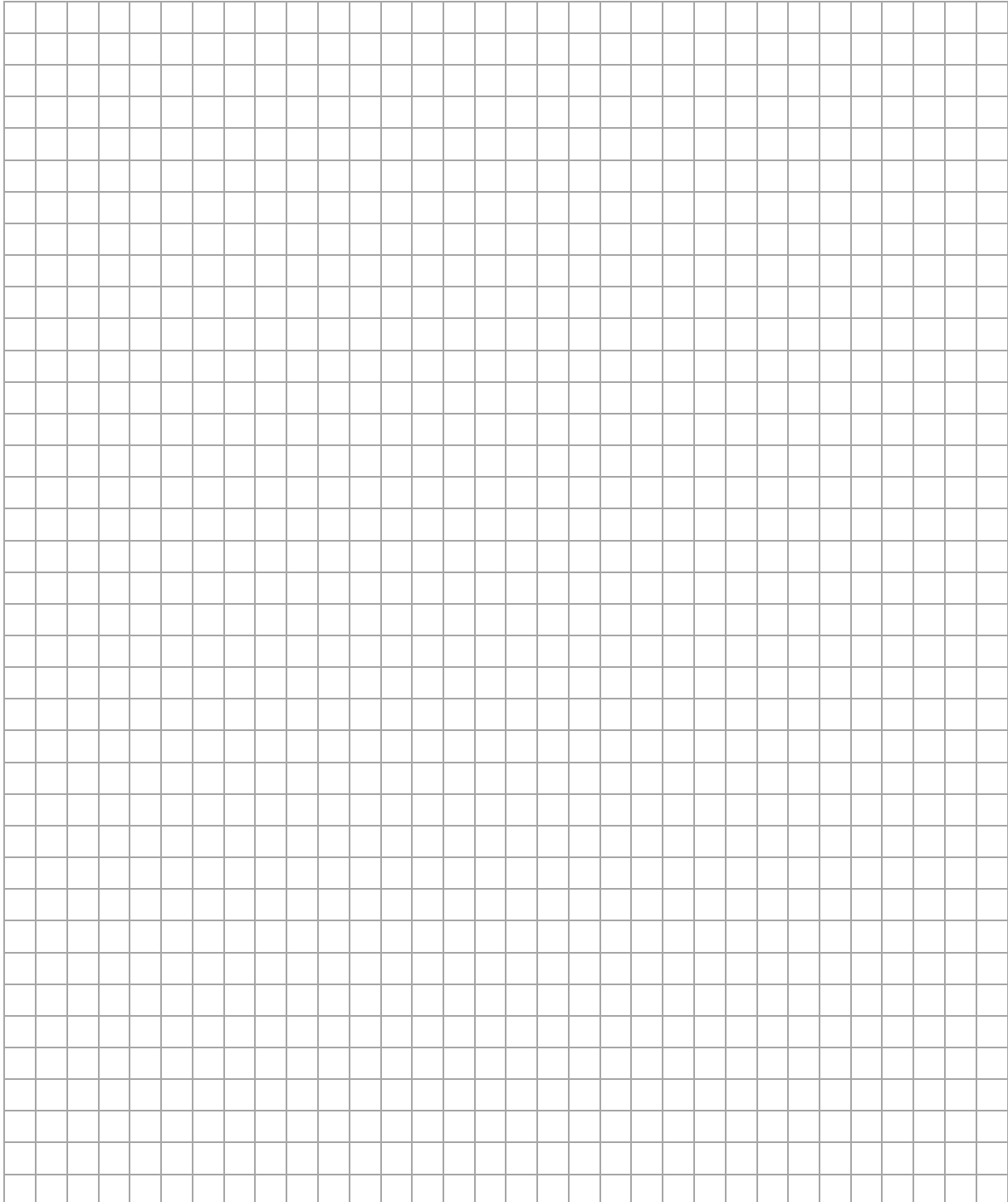
4.4.

0-1-
2-3

Zadanie 4.4. (0-3)

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć W_{AB} – pracę siły ciągu silników podczas przejścia satelity z orbity \mathcal{A} na orbitę \mathcal{B} – 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.

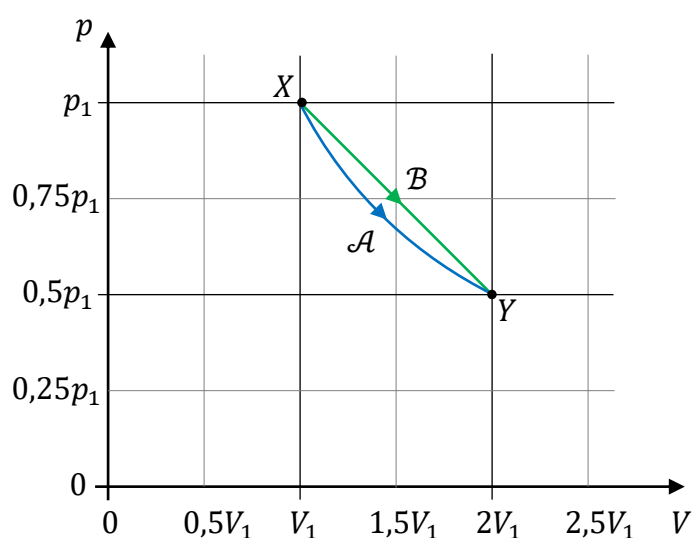


Zadanie 5.

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

5.1.

0–1–2

Zadanie 5.2. (0–3)

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

5.2.

0–1–

2–3

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

5.3.

0–1–

2–3

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.



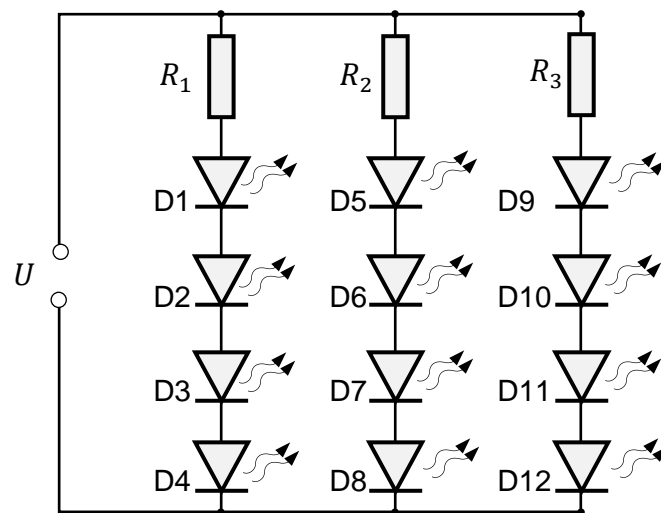
Zadanie 6.

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.

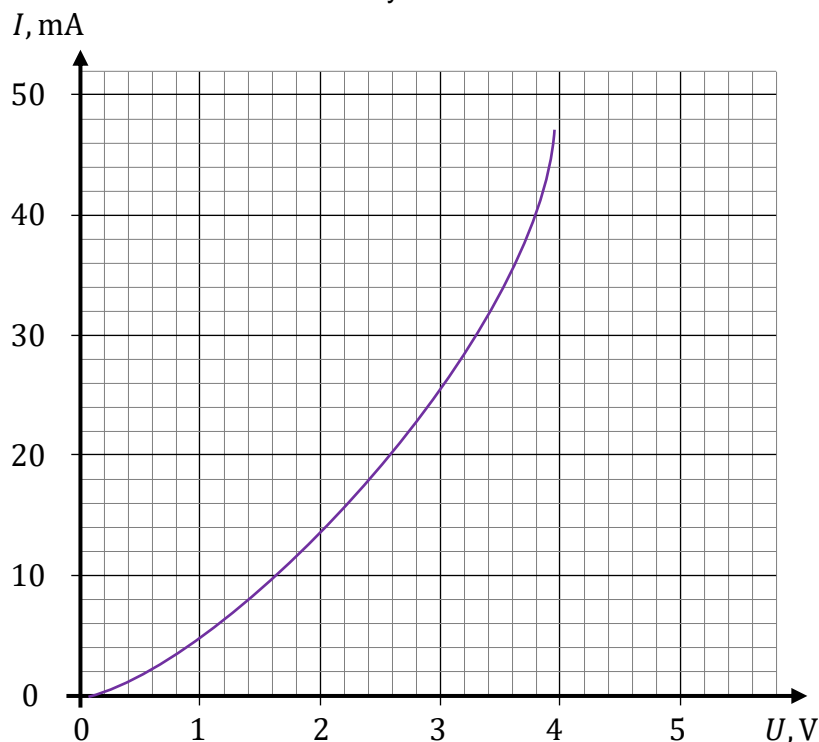
Gdy w obwodzie płynie prąd, to napięcie na każdym z oporników wynosi $U_R = 2,40 \text{ V}$, a każda z diod D1 – D12 emituje światło.

Rysunek



Na wykresie przedstawiono charakterystykę prądowo-napięciową pojedynczej diody półprzewodnikowej w kierunku przewodzenia.

Wykres



6.1.

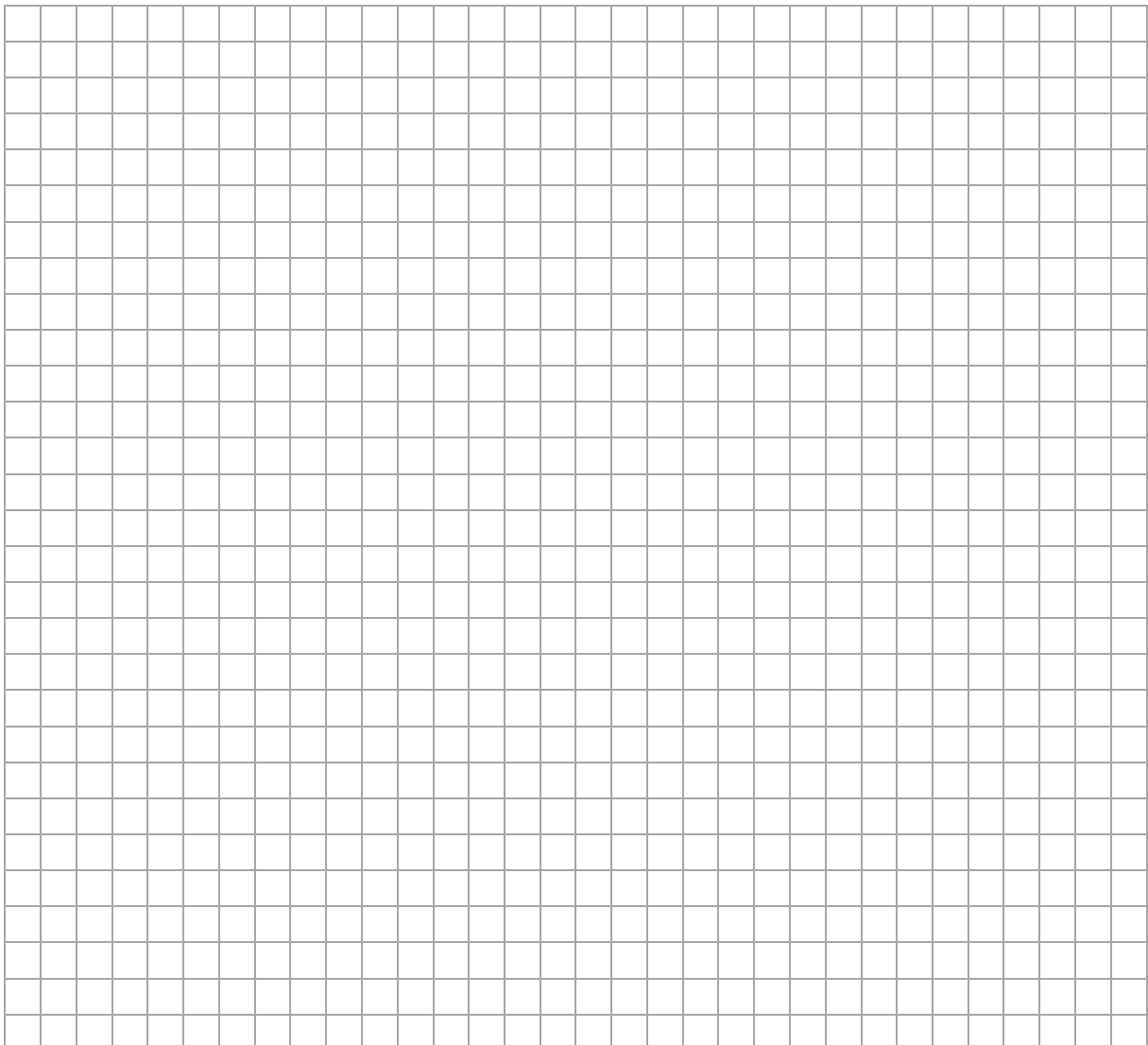
0-1

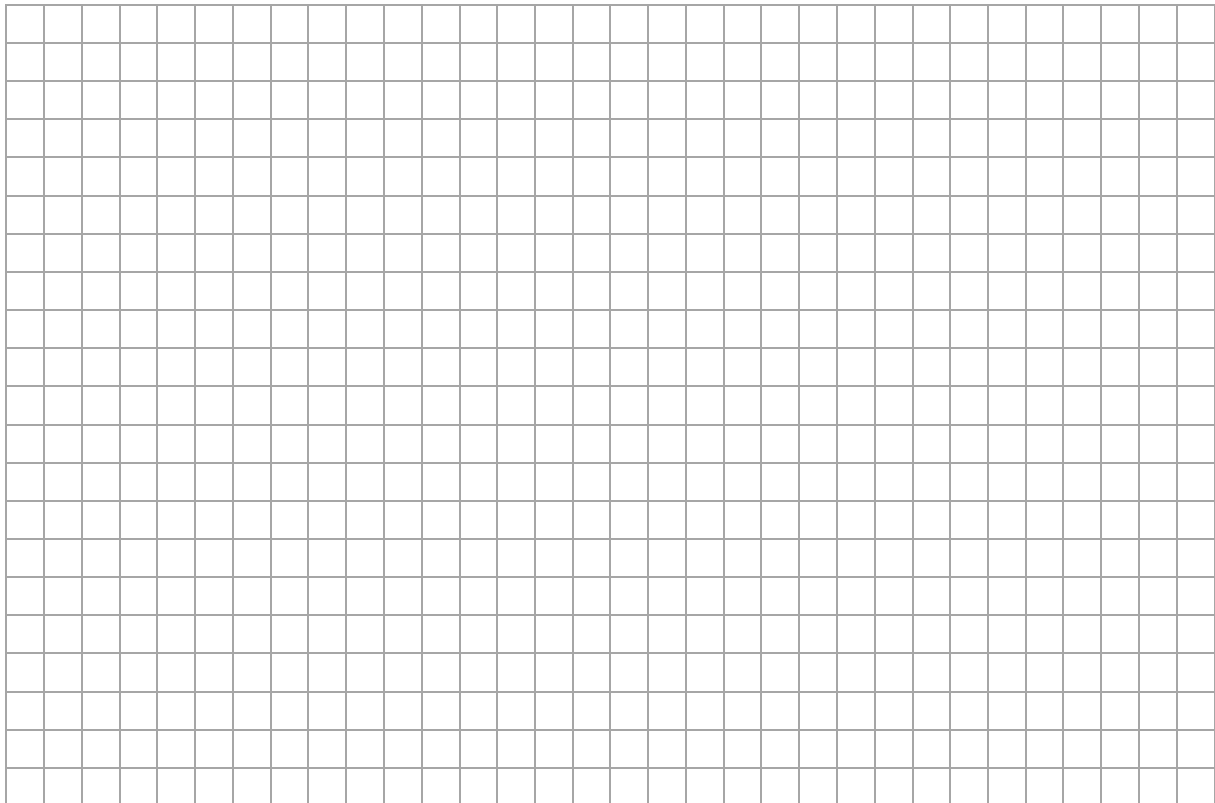
Zadanie 6.1. (0-1)**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A, B albo C i jej uzasadnienie 1., 2. albo 3.**

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

A.	rośnie,	ponieważ liczba swobodnych nośników ładunku elektrycznego	1.	się nie zmienia.
B.	maleje,		2.	się zwiększa.
C.	pozostaje stały,		3.	się zmniejsza.

6.2.

0-1-
2-3-4**Zadanie 6.2. (0-4)****Oblicz moc elektryczną, jaka wydzieli się łącznie na wszystkich elementach obwodu dołączonego do zacisków baterii.**



Zadanie 6.3. (0–1)

Podczas badania charakterystyki prądowo-napięciowej (zobacz wykres na stronie 15) pojedynczej diody wyznaczano opór R_D diody przy różnych wartościach napięcia U_D na diodzie. Opór diody przy napięciu $U_D = 2,0 \text{ V}$ oznaczmy jako $R_D(2 \text{ V})$, a opór diody przy napięciu $U_D = 3,6 \text{ V}$ oznaczmy jako $R_D(3,6 \text{ V})$.

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Iloraz $\frac{R_D(3,6 \text{ V})}{R_D(2 \text{ V})}$ wynosi (w zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących)

A. 0,14

B. 0,70

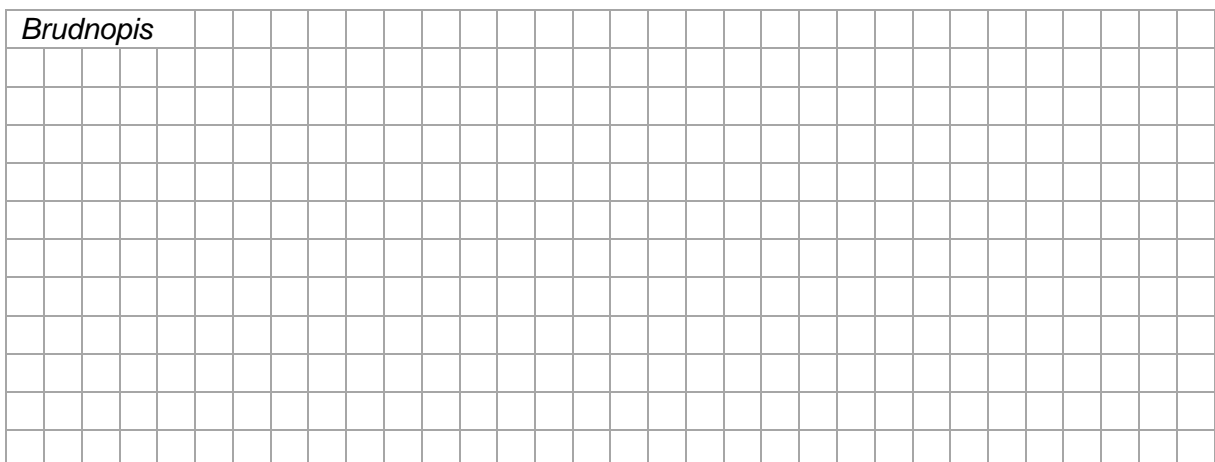
C. 1,0

D. 1,8

6.3.

0–1

Brudnopis



Zadanie 7.

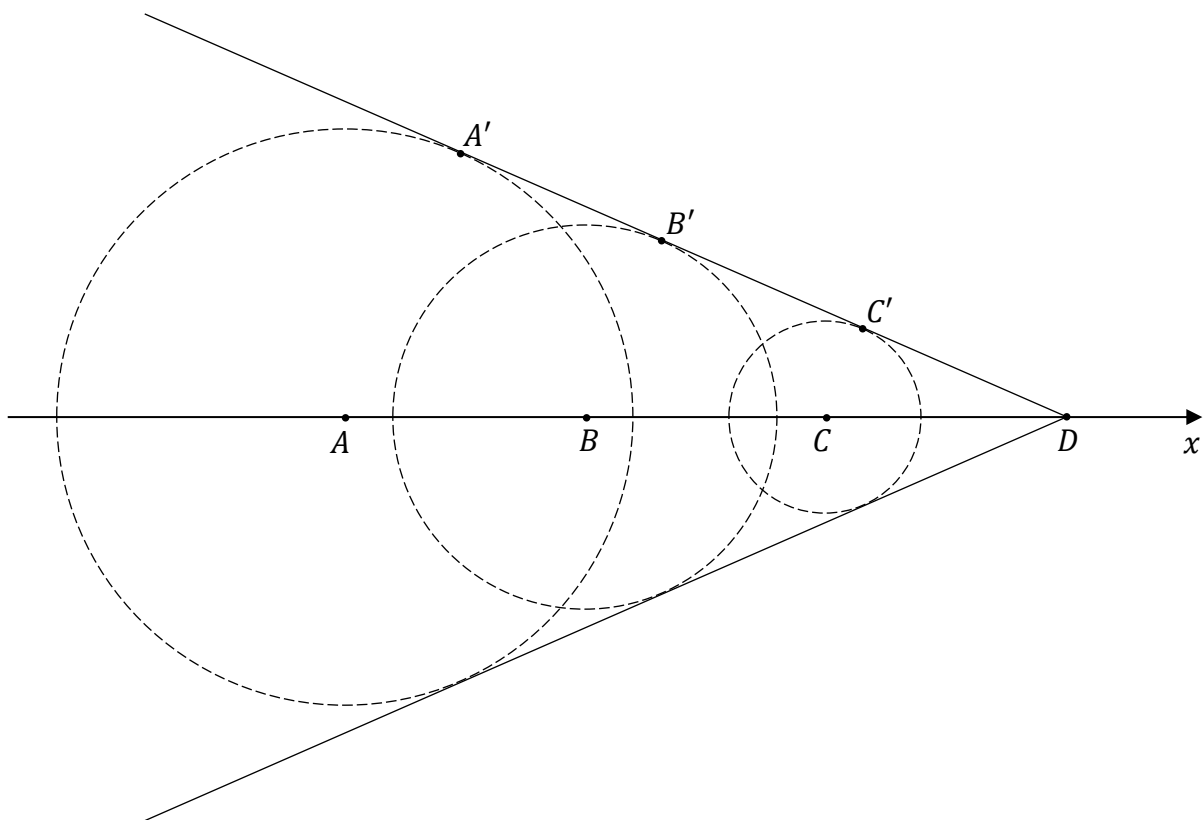
Model statku porusza się po powierzchni płytkiej wody wzdłuż osi x ze stałą prędkością o wartości $v = 0,50$ m/s. W wyniku tego ruchu powstają fale na powierzchni wody. Rozprzestrzenianie się tych fal opiszemy w modelu zjawiska, w którym zakładamy, że:


- 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 poniższym rysunku przedstawiono (w pewnej skali) obraz powierzchni falowych w chwili t_D , gdy model statku znajdował się w punkcie D . Linia 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 równość: $|AB| = |BC| = |CD|$.

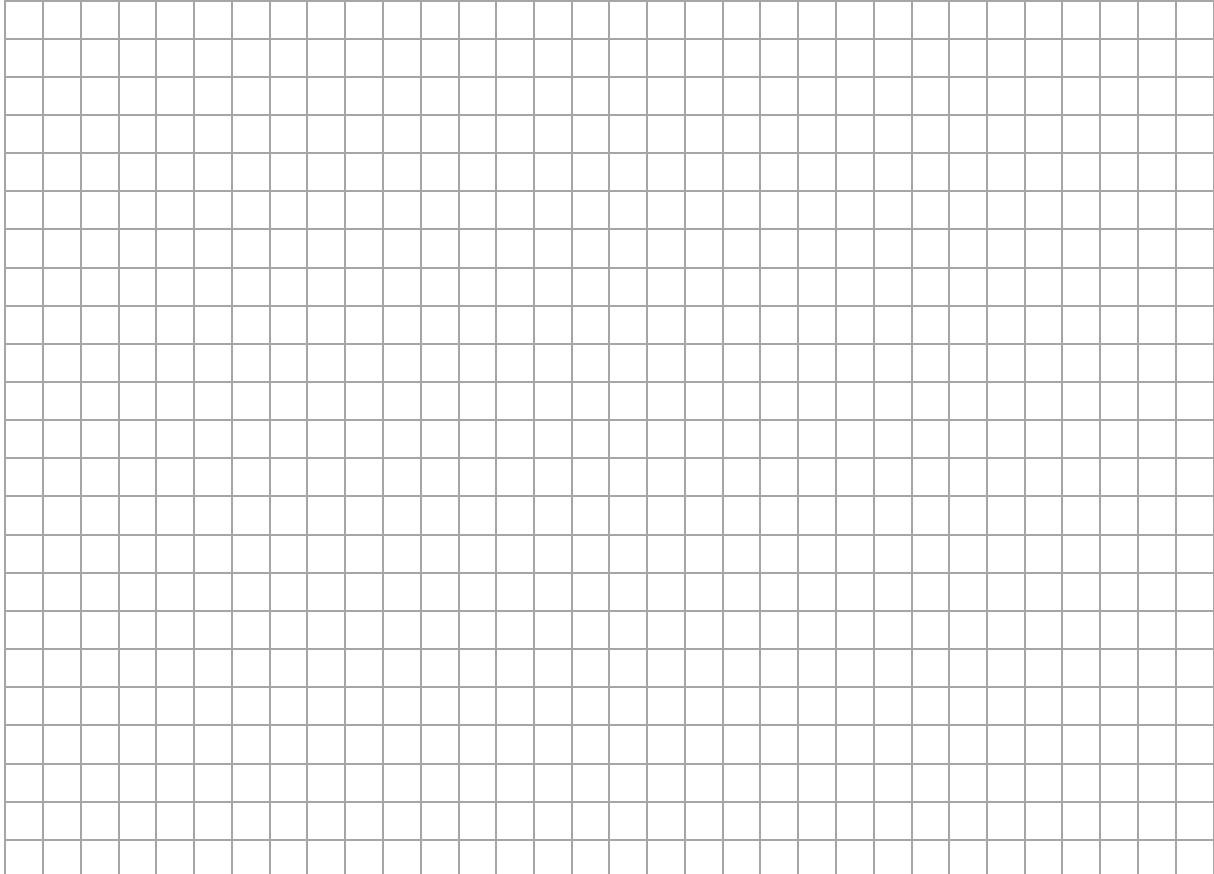
Rysunek



Zadanie 7.1. (0–3) 7.1.
0–1–
2–3

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

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

**Zadanie 7.2. (0–1)**

Płynący model statku jest wyposażony w głośnik emitujący dźwięk z ustaloną mocą. Pomiń efekty związane z odbiciem dźwięku od przeszkód w otoczeniu oraz przyjmij, że głośnik jest źródłem fali kulistej.

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Iloraz $\frac{I_A}{I_B}$ natężeń dźwięków docierających – odpowiednio – do punktów A i B , po wystąpieniu dźwięku z głośnika w punkcie D , jest równy

7.2.
0–1

A. $\frac{I_A}{I_B} = \frac{3}{2}$

B. $\frac{I_A}{I_B} = \frac{2}{3}$

C. $\frac{I_A}{I_B} = \frac{9}{4}$

D. $\frac{I_A}{I_B} = \frac{4}{9}$

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)

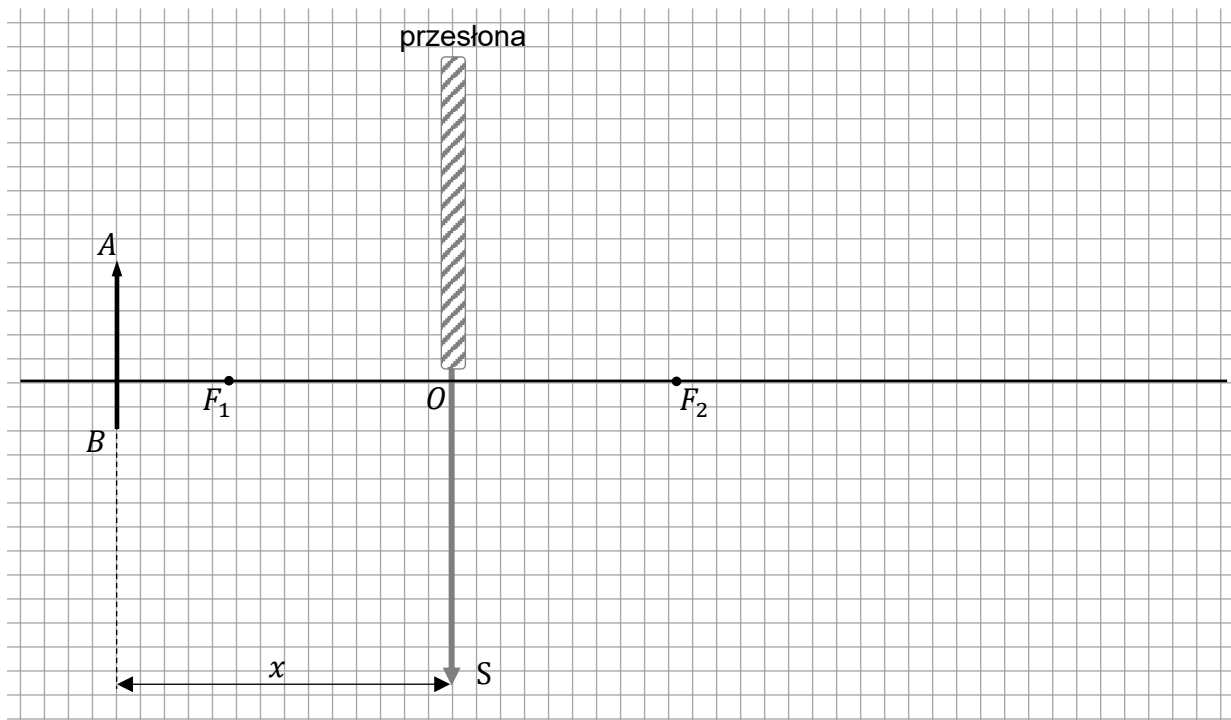
W kolejnym etapie doświadczenia zasłonięto górną połowę soczewki przesłoną (która nie przepuszcza światła) tak, aby światło mogło przechodzić przez środek O soczewki i przez jej dolną połowę (zobacz rysunek). Zaobserwowano, że cały obraz $A'B'$ pozostał na ekranie.

8.1.

0–1–2

Na rysunku 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



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 .

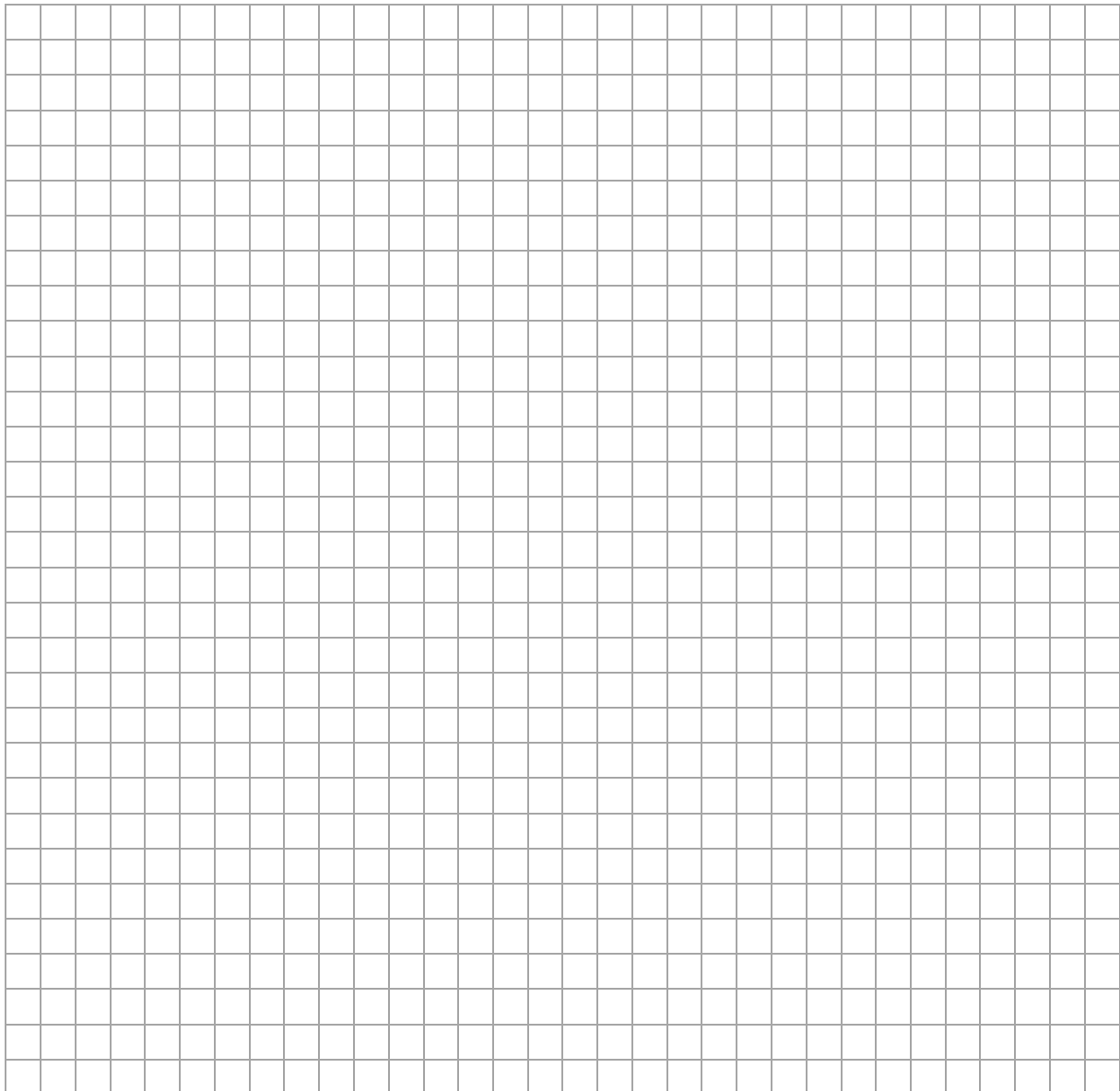
Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć ogniskową f soczewki w zależności od powiększenia p oraz od odległości x przedmiotu od soczewki. Zapisz przekształcenia oraz podaj w poniższej ramce otrzymaną postać tego wzoru.

8.2.

0–1–

2–3

$$f =$$



Zadanie 9. (0–3)

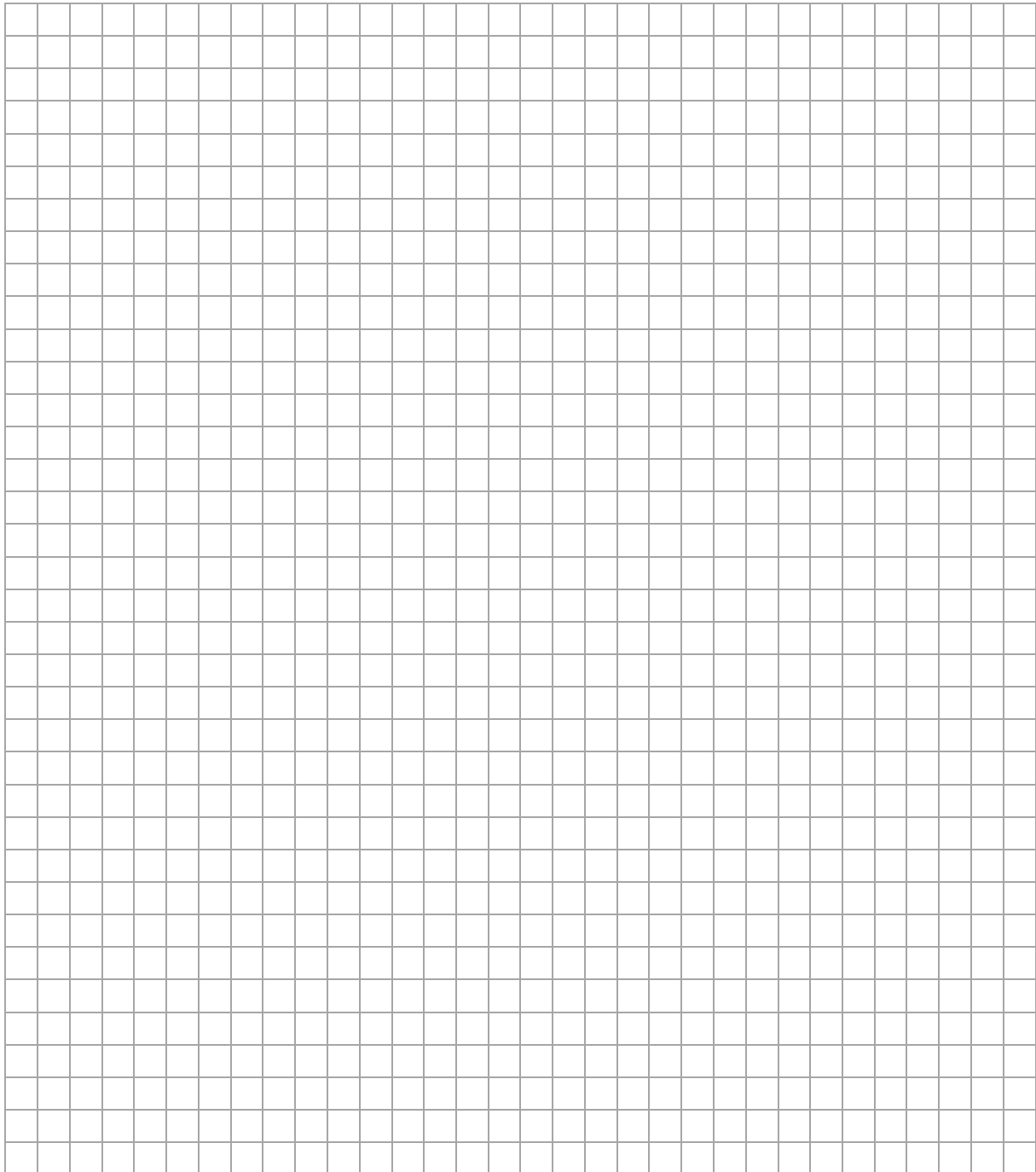
Elektron został rozpędzony w polu elektrycznym napięciem $U = 6,00 \cdot 10^5 \text{ V}$ od prędkości początkowej równej zero do prędkości o wartości v .

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

9.
0–1–
2–3

Oblicz $\frac{v}{c}$ – iloraz wartości prędkości elektronu oraz prędkości światła w próżni.

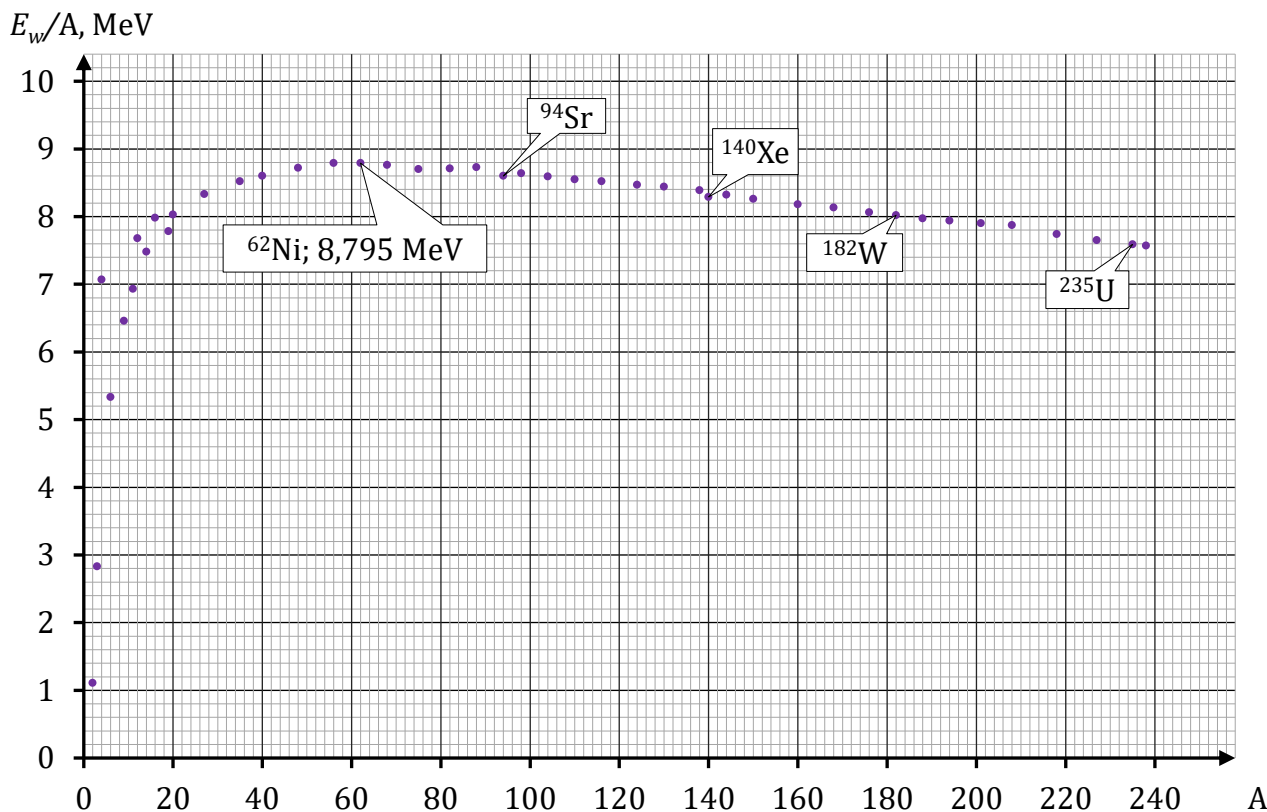
Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.



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



Uwaga: W zadaniach 10.2.–10.3. skorzystaj dodatkowo z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki.

Zadanie 10.1. (0–2)

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

1.	Największe wartości energii wiązania na jeden nukleon mają jądra najcięższych pierwiastków ($A \geq 180$) w układzie okresowym.	P	F
2.	Jądro wolframu ^{182}W ma większy deficyt masy od jądra uranu ^{235}U .	P	F
3.	Suma energii wiązań jąder ksenonu ^{140}Xe i strontu ^{94}Sr , które powstały po rozszczepieniu jądra uranu ^{235}U , jest większa od energii wiązania tego jądra.	P	F

10.1.

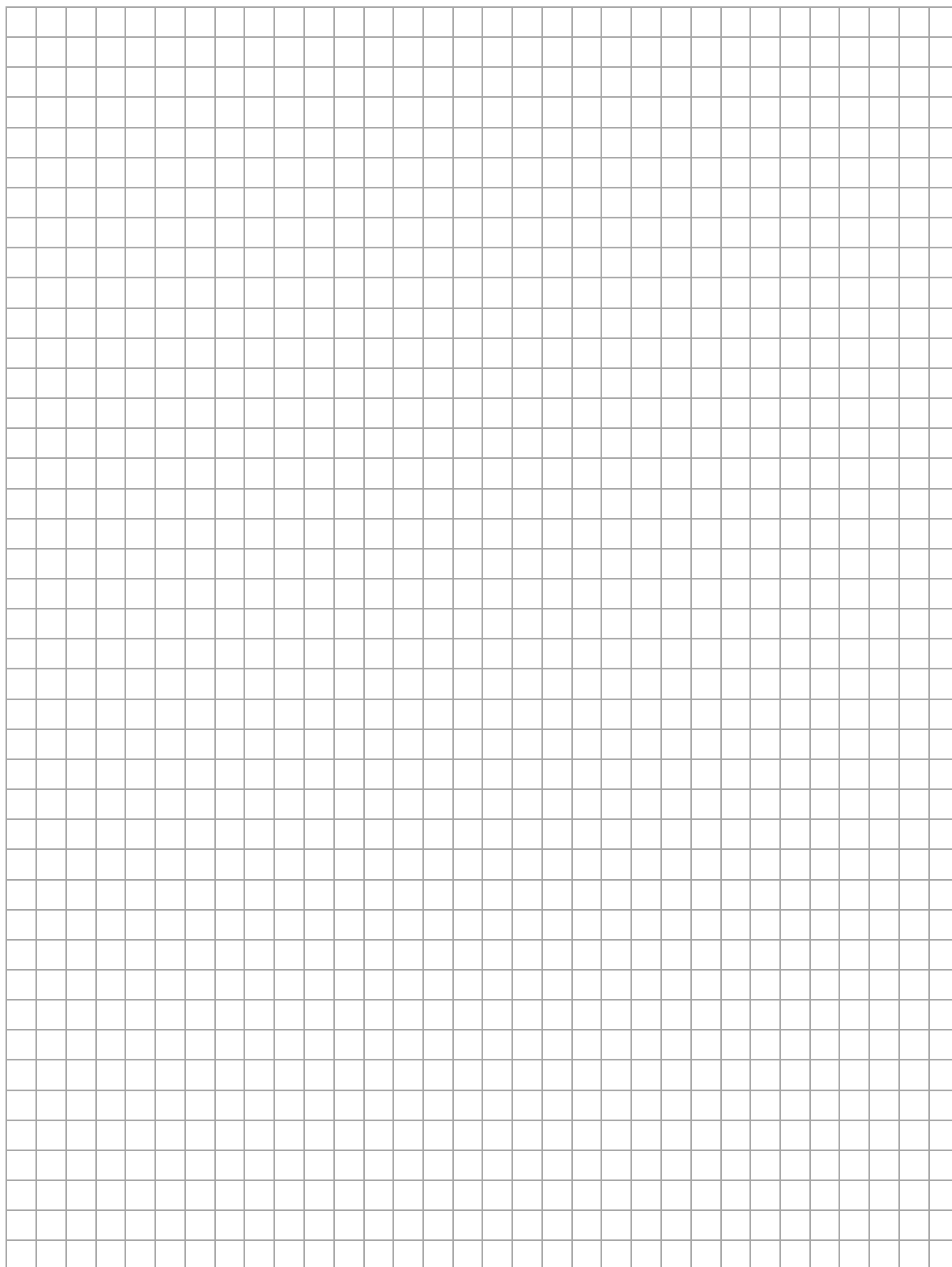
0–1–2

10.2.

0-1-
2-3

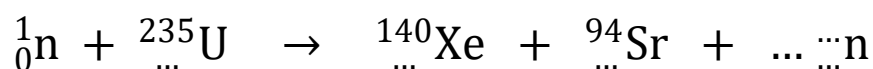
Zadanie 10.2. (0-3)

Oblicz masę jądra niklu ^{62}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.



10.3.

0–1

Zadanie 10.4. (0–2)

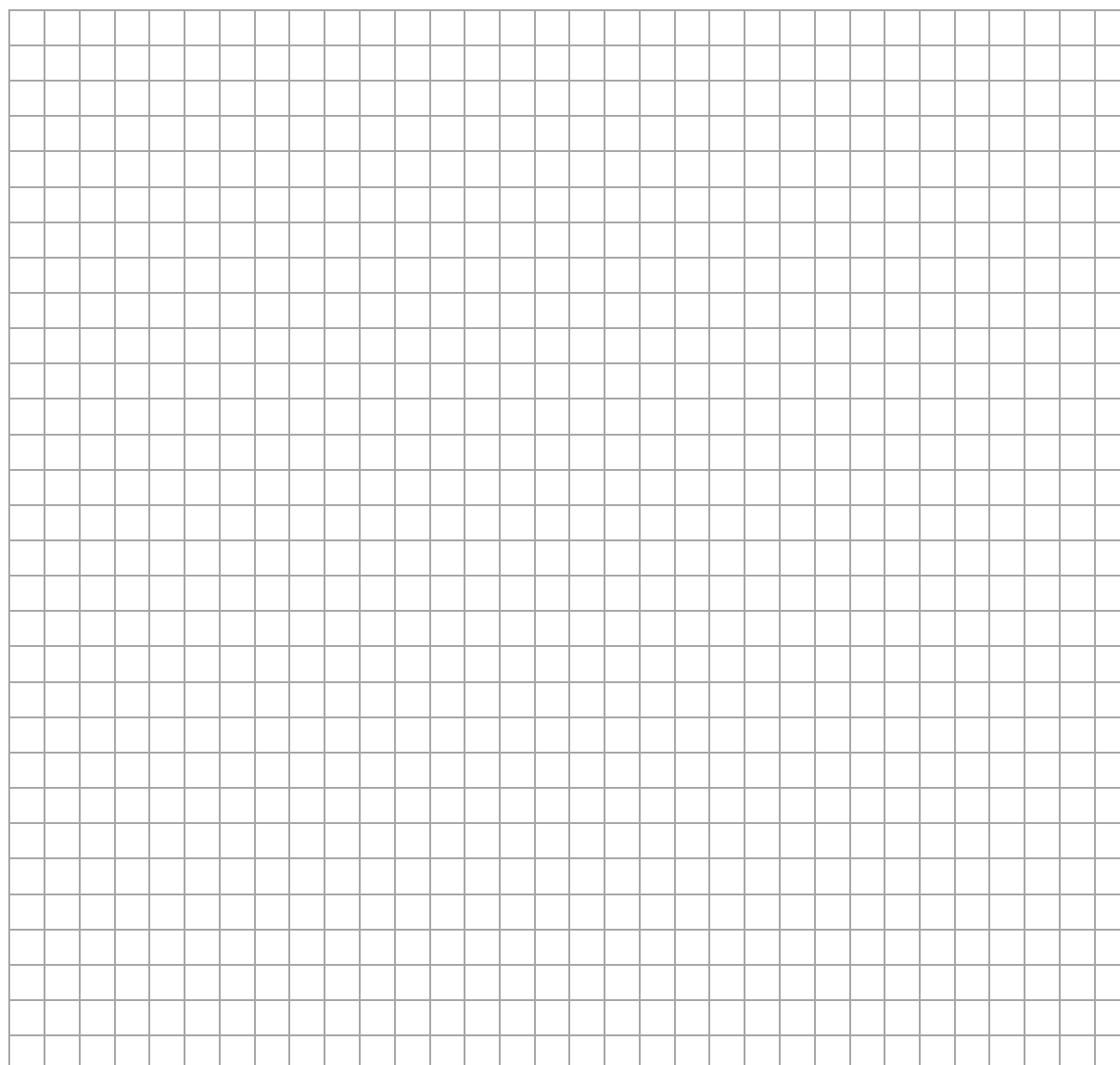
W reakcji rozszczepienia za pomocą neutronu jądra uranu ${}^{235}\text{U}$ powstają jądro ksenonu ${}^{140}\text{Xe}$, jądro strontu ${}^{94}\text{Sr}$ oraz neutrony.

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

Uwaga: Pomijamy energię kinetyczną neutronu inicjującego reakcję.

10.4.

0–1–2



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

