

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

Miejsce na naklejkę.

Sprawdź, czy kod na naklejce to

E-100.

Jeżeli tak – przyklej naklejkę.

Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI

POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **13 czerwca 2022 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 19 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. 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*, linijki oraz kalkulatora prostego.
8. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.



EFAP-R0-**100**-2206

Zadanie 1.

Robot sprzątający rozpoczął ruch po płaskiej powierzchni. Ten robot może przemieszczać się wzdłuż odcinków prostych w dowolnym kierunku. Kolejne przemieszczenia robota, od chwili początkowej $t = 0$, opisano za pomocą współrzędnych (x, y) . W chwili początkowej ruchu środek P robota znajdował się w punkcie $O = (0, 0)$ – początku układu współrzędnych. W tabeli poniżej podano współrzędne wektora przemieszczenia punktu P na danym etapie ruchu oraz wartość prędkości, z jaką punkt P poruszał się w danym etapie ruchu.

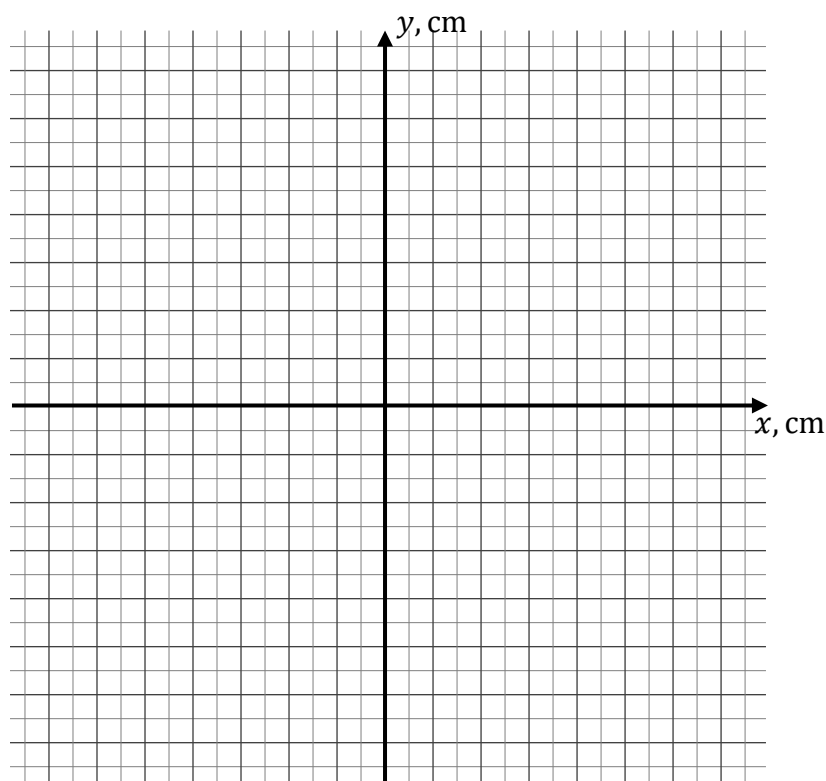


Etapy ruchu	Współrzędne wektora przemieszczenia		Wartość prędkości
	$\Delta x, \text{ cm}$	$\Delta y, \text{ cm}$	$v, \frac{\text{cm}}{\text{s}}$
Etap 1.	50	20	4
Etap 2.	0	40	2
Etap 3.	-120	0	4

W zadaniach 1.1.–1.2. pomijamy czasy między 1. a 2. etapem ruchu oraz między 2. a 3. etapem ruchu robota (tzn. pomijamy czasy, w których następują zmiany wektora prędkości robota). Przyjmij, że w chwili $t = 0$ prędkość punktu P była taka jak w 1. etapie ruchu.

Zadanie 1.1. (0–2)

Narysuj w poniższym układzie współrzędnych tor ruchu punktu P robota od chwili $t = 0$ do końca trzeciego etapu ruchu. Wyskaluj osie i nanieś odpowiednie wartości.



Zadanie 1.2. (0–3)

Oblicz czas ruchu robota od chwili $t = 0$ do końca trzeciego etapu ruchu. Zapisz obliczenia.

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form a uniform pattern of small squares across the entire surface. There are no margins, text, or other markings present.

Zadanie 1.3. (0-2)

Źródłem zasilania robota był zespół akumulatorów, który po całkowitym naładowaniu mógł dostarczyć 42 Wh (watogodzin) energii elektrycznej. Przyjmij, że robot rozpoczął pracę z całkowicie naładowanymi akumulatorami i stale pobierał moc równą 20 W.

Oblicz maksymalny czas pracy robota po jednorazowym naładowaniu akumulatorów. Zapisz obliczenia.

A large grid of graph paper with 20 columns and 15 rows. The grid is composed of small squares, with a slightly larger square at the top left corner, likely for a title or header. The grid is empty and ready for use.

Zadanie 2. (0–3)

Najkrótsza droga hamowania samochodu, tzn. najkrótsza długość drogi, jaką przebędzie w linii prostej samochód od chwili rozpoczęcia hamowania (czyli, gdy wartość prędkości zaczyna maleć) aż do zatrzymania się, zależy m.in. od wartości prędkości samochodu w chwili rozpoczęcia hamowania.

Najkrótsza droga hamowania samochodu jadącego z prędkością $v_1 = 70 \text{ km/h}$ wynosi s_1 , a najkrótsza droga hamowania tego samego samochodu jadącego z prędkością $v_2 = 50 \text{ km/h}$ wynosi s_2 . Przyjmij, że w obu przypadkach:

- hamowanie odbywa się na tym samym poziomym podłożu
- opony samochodu nie ślizgają się o powierzchnię jezdni
- tarcie statyczne pomiędzy oponami a jezdnią jest maksymalne
- pomijamy opory powietrza.

Oblicz iloraz $\frac{s_1}{s_2}$. Zapisz obliczenia.

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 present.

Zadanie 3.

Rozważamy spadek ciała w powietrzu. W chwili początkowej ruchu ($t = 0$) prędkość ciała jest równa zero. Od chwili $t = 0$ ciało opada pionowo ruchem przyspieszonym, a wartość jego prędkości zbliża się do pewnej prędkości granicznej v_g .

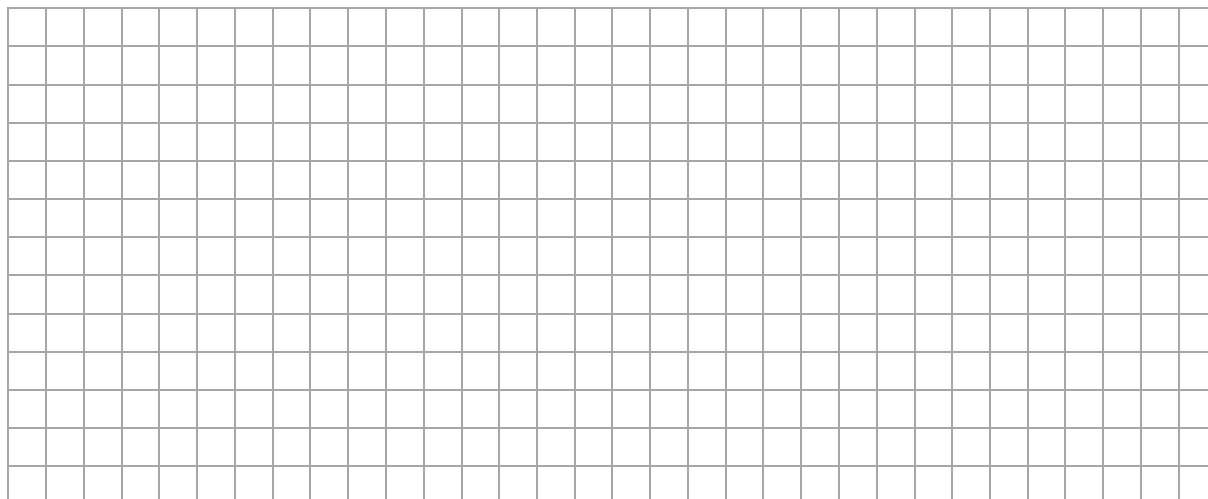
Przyjmij model zjawiska, w którym na ciało podczas opadania działają dwie siły: siła grawitacji $\vec{F}_g$ oraz siła oporu powietrza $\vec{F}_o$, której wartość zależy od wartości v prędkości ciała w następujący sposób:

$$F_o = \frac{1}{2} C S \rho v^2$$

gdzie C jest współczynnikiem zależącym od kształtu ciała, S jest polem przekroju ciała (prostopadłym do kierunku ruchu), ρ jest gęstością powietrza. Siłę wyporu aerostatycznego pomijamy. Przyjmij także, że od pewnej chwili ruch ciała w powietrzu można uznać za jednostajny ze stałą prędkością o wartości v_g .

Zadanie 3.1. (0–2)

Wykaż, że współczynnik C , występujący w powyższym wzorze, jest bezwymiarowy. Zapisz przekształcenia.



Zadanie 3.2. (0–1)

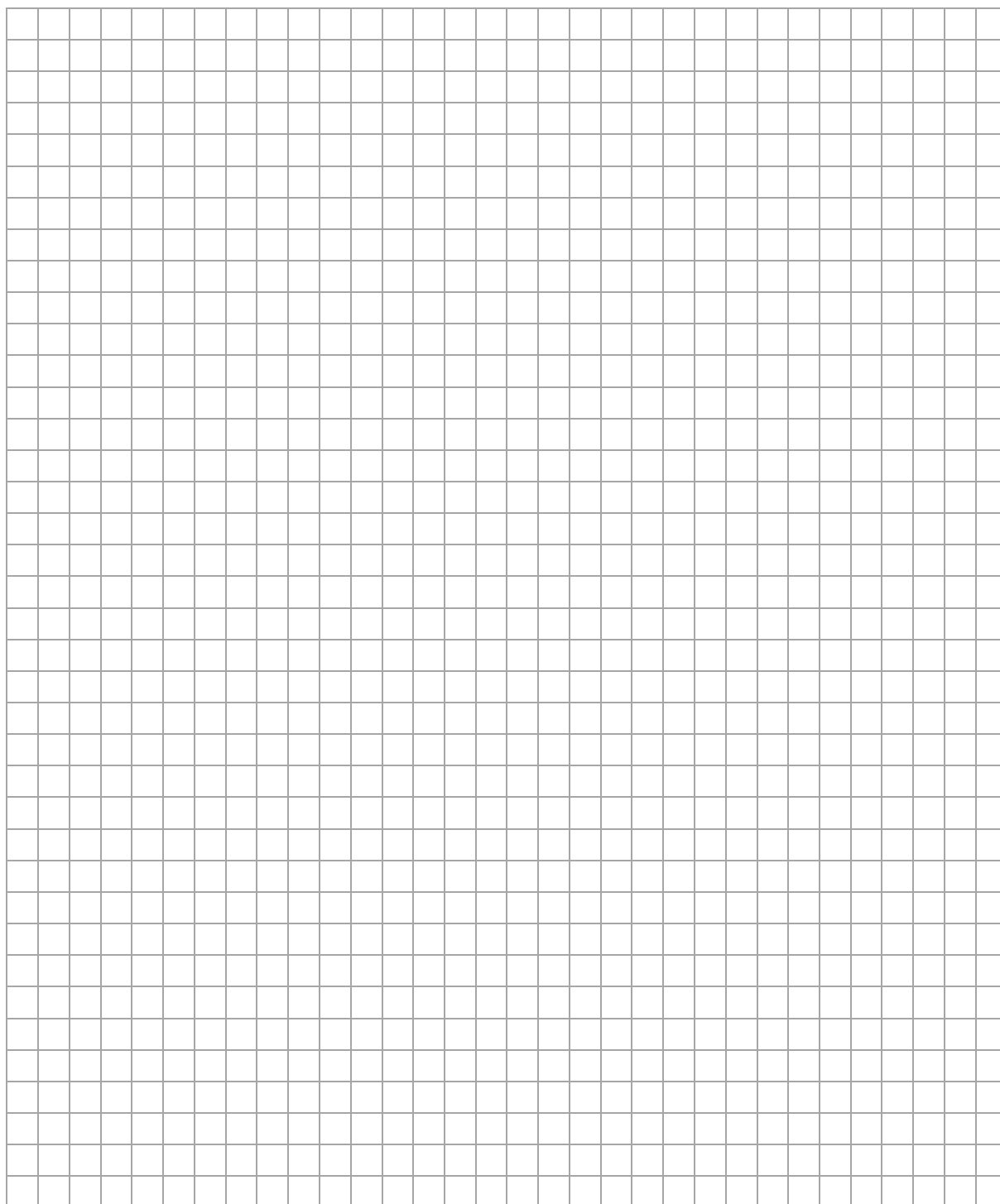
Dokończ zdania. W każdym zdaniu zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

- Od chwili $t = 0$ aż do osiągnięcia prędkości granicznej v_g , wartość siły oporu powietrza działającej na opadające ciało
 - rośnie.
 - maleje.
 - pozostaje stała.
- Od chwili $t = 0$ aż do osiągnięcia prędkości granicznej v_g , wartość prędkości opadającego ciała
 - rośnie coraz szybciej.
 - maleje coraz szybciej.
 - rośnie coraz wolniej.
 - maleje coraz wolniej.

Zadanie 3.3. (0–3)

Rozważamy dwie kule K1 i K2, które opadają w powietrzu. Kula K1 o promieniu R_1 , gdy opada, osiąga prędkość graniczną o wartości v_{1g} , a kula K2 o promieniu $R_2 = 2R_1$, gdy opada, osiąga prędkość graniczną o wartości v_{2g} . Obie kule wykonane są z tego samego materiału.

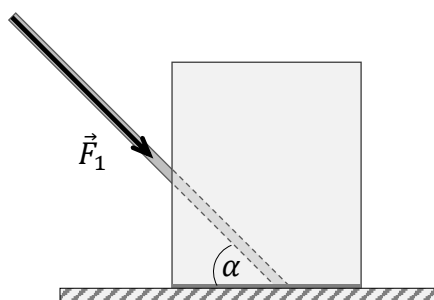
Oblicz iloraz $\frac{v_{2g}}{v_{1g}}$. Zapisz obliczenia.



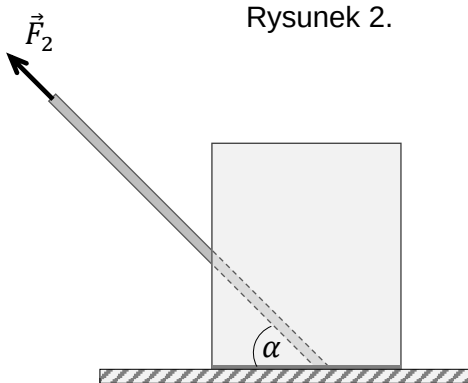
Zadanie 4. (0–4)

Na poziomym podłożu stoi skrzynia. Do skrzyni przymocowano pręt, który ułatwia jej przesuwanie. Skrzynię przesuwano dwa razy. Pierwszy raz skrzynię pchano siłą $\vec{F}_1$ przyłożoną do końca pręta (zobacz rysunek 1.), drugi raz skrzynię ciągnięto siłą $\vec{F}_2$ przyłożoną do końca pręta (zobacz rysunek 2.). Za każdym razem, gdy przesuwano skrzynię, siły $\vec{F}_1$ i $\vec{F}_2$ były skierowane wzdłuż pręta, a skrzynia poruszała się ruchem jednostajnym prostoliniowym. Kąt nachylenia pręta do dna skrzyni jest równy $\alpha = 45^\circ$. Współczynnik tarcia między skrzynią a podłożem wynosi $\mu = 0,5$.

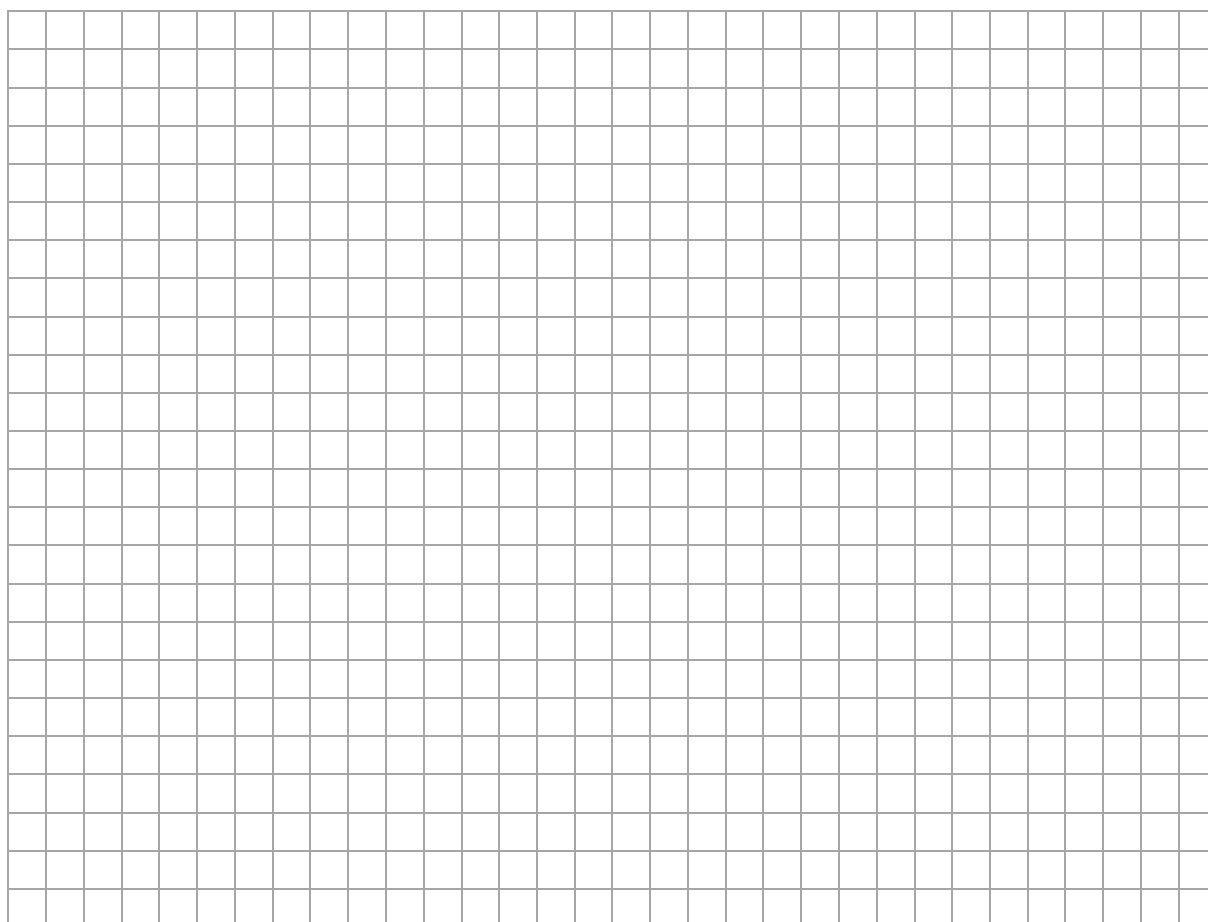
Rysunek 1.



Rysunek 2.

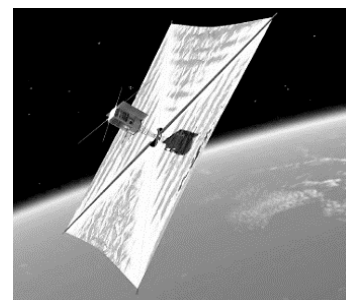


Wykaż, że wartość siły $\vec{F}_1$ jest 3 razy większa od wartości siły $\vec{F}_2$.



Zadanie 5.

PW-Sat2 to polski satelita, który został wprowadzony na orbitę kołową znajdującą się na wysokości $h \approx 575$ km ponad powierzchnią Ziemi. Celem misji było przetestowanie nowatorskiego sposobu deorbitacji satelity (tzn. sprowadzenia satelity z orbity). Systemem deorbitacyjnym satelity był żagiel o powierzchni kilku m^2 , który po rozłożeniu znacząco zwiększał siłę oporu działającą na satelitę, pochodzącą od śladowych resztek atmosfery.



Zadanie 5.1. (0–4)

Oblicz, ile razy satelita PW-Sat2 okrążył Ziemię w czasie $t = 26$ dób, przed rozłożeniem żagla. Zapisz obliczenia.

Pomiń siłę oporu działającą na satelitę, gdy żagiel nie był rozłożony. Przyjmij do obliczeń:

$R_Z \approx 6\,370$ km (promień Ziemi)

$M_Z \approx 5,97 \cdot 10^{24}$ kg (masa Ziemi)



Zadanie 5.2. (0–1)

Oznaczmy jako:

$F_{g_{or}}$ – wartość siły grawitacji, jaka działa na satelitę PW-Sat2, gdy porusza się on po orbicie kołowej na wysokości $h \approx 575$ km ponad powierzchnią Ziemi,

F_{g_z} – wartość siły grawitacji, jaka działa na satelitę PW-Sat2, gdy spoczywa on na powierzchni Ziemi.

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Iloraz wartości sił $\frac{F_{g-or}}{F_{g-z}}$ wynosi

- A.** $\frac{F_{g_{or}}}{F_{q_z}} = 0$ **B.** $\frac{F_{g_{or}}}{F_{q_z}} \approx 0,84$ **C.** $\frac{F_{g_{or}}}{F_{q_z}} \approx 0,92$ **D.** $\frac{F_{g_{or}}}{F_{q_z}} = 1,00$

[illegible]

Zadanie 5.3. (0–2)

Na wysokości 100 km nad powierzchnią Ziemi, którą to wysokość przyjmuje się za umowną granicę między atmosferą a przestrzenią kosmiczną, ciśnienie wynosi 0,10 Pa, a temperatura jest równa 200 K. Przyjmij, że resztkowa atmosfera na tej wysokości zachowuje się jak gaz doskonały.

Oblicz liczbę cząsteczek gazu w 1 m^3 na tej wysokości. Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

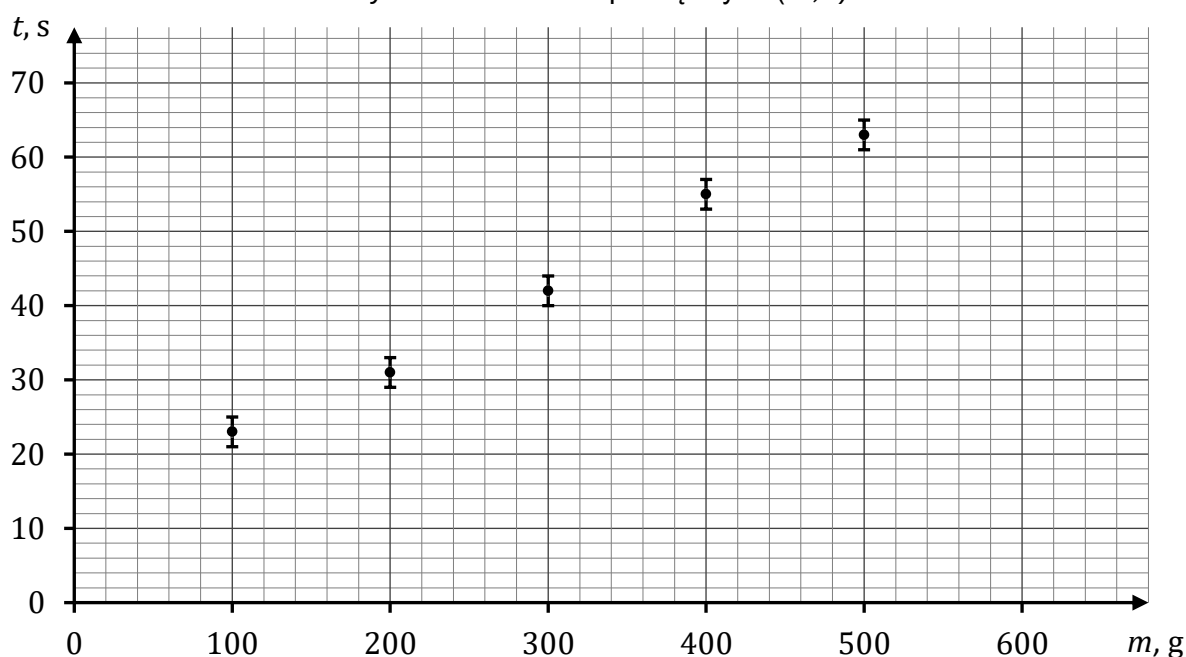
A full-page view of a blank sheet of graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines forming small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Zadanie 6.

W celu wyznaczenia ciepła właściwego wody uczniowie wykonali pomiary czasów t_i ogrzewania różnych mas m_i wody w izolowanym naczyniu ($i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$). Ze względu na zastosowaną metodę niepewność pomiaru czasu oszacowano na 2 s, a pomiar masy wody przyjęto za dokładny. Kolejne porcje wody oraz naczynie uczniowie ogrzewali grzałką o mocy $P_g = 800 \text{ W}$, za każdym razem o $\Delta T = 20 \text{ K}$ i zawsze od tej samej temperatury początkowej T_0 wody i naczynia. Wyniki pomiarów przedstawiono w układzie współrzędnych w postaci punktów pomiarowych (m_i, t_i) wraz z niepewnościami (zobacz rysunek poniżej).

Przyjmij do obliczeń, że naczynie z wodą pobierało całe ciepło dostarczane przez grzałkę.

Rysunek – układ współrzędnych (m, t)

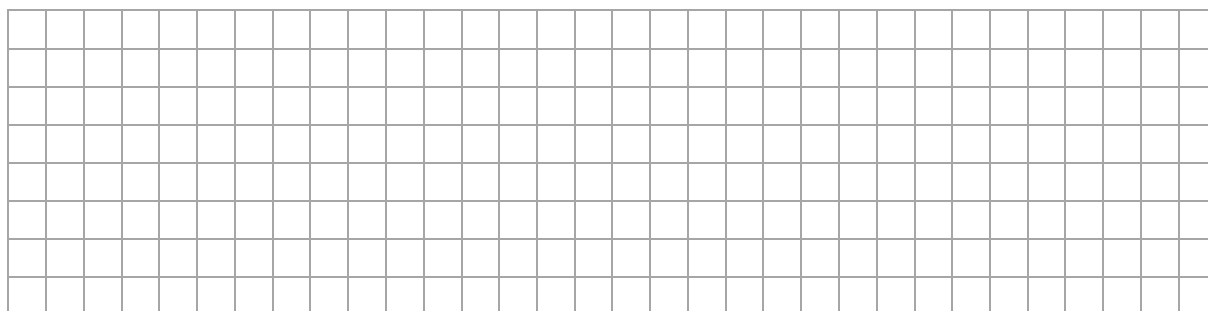


Uczniowie przyjęli, że zależność między czasem t ogrzewania a masą m wody w naczyniu jest liniowa i opisuje ją wyrażenie:

$$t(m) = A \cdot m + B \quad \text{dla pewnych współczynników } A \text{ i } B.$$

Zadanie 6.1. (0–3)

W powyższym układzie współrzędnych (m, t) narysuj prostą najlepiej dopasowaną do punktów pomiarowych. Na podstawie wykresu wyznacz współczynniki A i B tej prostej. Zapisz obliczenia.



Informacja do zadań 6.2. i 6.3.

Podobne doświadczenie (tzn. dla takich samych wartości P_g oraz ΔT) wykonała druga grupa uczniów. Współczynniki A i B równania prostej najlepiej dopasowanej do punktów pomiarowych w tym drugim doświadczeniu były równe odpowiednio:

$$A = 107 \frac{\text{s}}{\text{kg}} \quad B = 11 \text{ s}$$

Zadanie 6.2. (0–4)

Oblicz ciepło właściwe wody na podstawie powyższej informacji i opisu doświadczenia. Zapisz obliczenia.

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form small squares across the entire surface. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Zadanie 6.3. (0–1)

Ustal i zapisz, jaka jest fizyczna interpretacja współczynnika B , tzn. napisz, jakiej wielkości fizycznej odpowiada ten współczynnik i co opisuje w tym doświadczeniu.

[illegible]

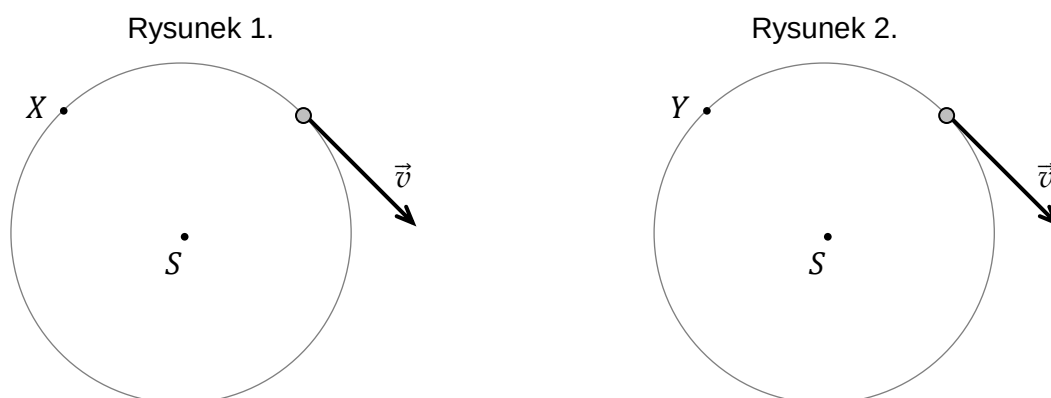
Zadanie 7.

Cząsteczka o dodatnim ładunku elektrycznym może poruszać się po torze kołowym w centralnym polu elektrycznym ładunku punkowego lub w jednorodnym polu magnetycznym.

Zadanie 7.1. (0–2)

Na rysunku 1. przedstawiono kołowy tor ruchu dodatnio naładowanej cząsteczki w centralnym polu elektrycznym ładunku punkowego, a na rysunku 2. przedstawiono kołowy tor ruchu dodatnio naładowanej cząsteczki w jednorodnym polu magnetycznym.

Na obu rysunkach oznaczono wektor $\vec{v}$ prędkości cząsteczki oraz oznaczono wybrane punkty na torze okręgu i środek każdego okręgu.



Na rysunku 1. narysuj wektor $\vec{E}$ natężenia pola elektrycznego w punkcie X, a na rysunku 2. narysuj wektor $\vec{B}$ indukcji magnetycznej w punkcie Y.

Uwaga: Gdy wektor leży w płaszczyźnie rysunku, narysuj go w postaci strzałki (o umownej długości), a gdy wektor jest prostopadły do płaszczyzny rysunku, narysuj go za pomocą jednego z symboli:

- ⊙ – oznaczającego zwrot przed płaszczyznę rysunku (w stronę do patrzącego) LUB
- ⊗ – oznaczającego zwrot za płaszczyznę rysunku.

Zadanie 7.2. (0–2)

Dokończ zdania. W każdym zdaniu zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

1. Gdy naładowana cząsteczka porusza się po okręgu o promieniu r w centralnym polu elektrostatycznym ładunku punkowego, to wartość v jej prędkości jest wprost proporcjonalna do

- A. $\frac{1}{r}$ B. $\sqrt{\frac{1}{r}}$ C. r D. r^2

2. Gdy naładowana cząsteczka porusza się po okręgu o promieniu r w jednorodnym polu magnetycznym, to wartość v jej prędkości jest wprost proporcjonalna do

- E. $\frac{1}{r}$ F. $\sqrt{\frac{1}{r}}$ G. r H. r^2

[illegible]

Zadanie 7.3. (0–3)

Cząsteczka o ładunku dodatnim q i masie m porusza się po okręgu w jednorodnym polu magnetycznym, którego wartość indukcji magnetycznej wynosi B .

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć okres T obiegu tej cząsteczki po okręgu w zależności od: q , m oraz B .

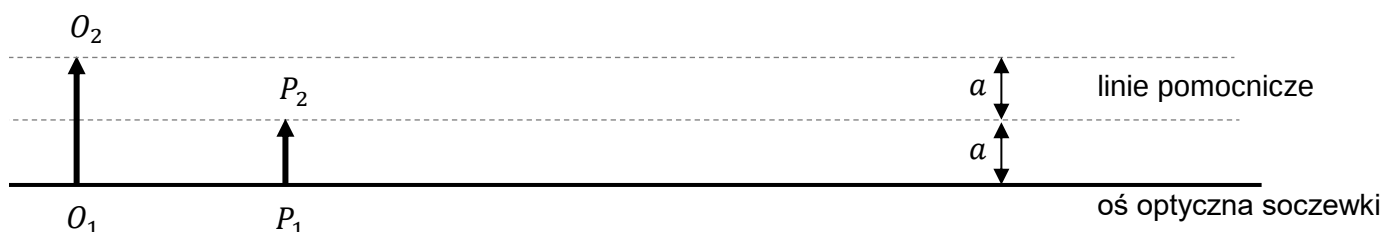
This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form small squares across the entire surface. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Zadanie 8.

W pewnym doświadczeniu uzyskano za pomocą szklanej dwuwypukłej soczewki S, prosty obraz O_1O_2 przedmiotu P_1P_2 . Na rysunku poniżej przedstawiono położenie tego przedmiotu oraz położenie jego obrazu. Punkty O_1 i P_1 leżą na osi optycznej soczewki.

Kreską przerywaną oznaczono linie pomocnicze dla konstrukcji w zadaniu 8.2.

Rysunek

**Zadanie 8.1. (0–2)**

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

1.	Soczewka S jest skupiająca.	P	F
2.	Obserwowany obraz O_1O_2 jest rzeczywisty.	P	F
3.	Powiększenie przedmiotu P_1P_2 (w opisanym położeniu) jest równe $\frac{1}{2}$.	P	F

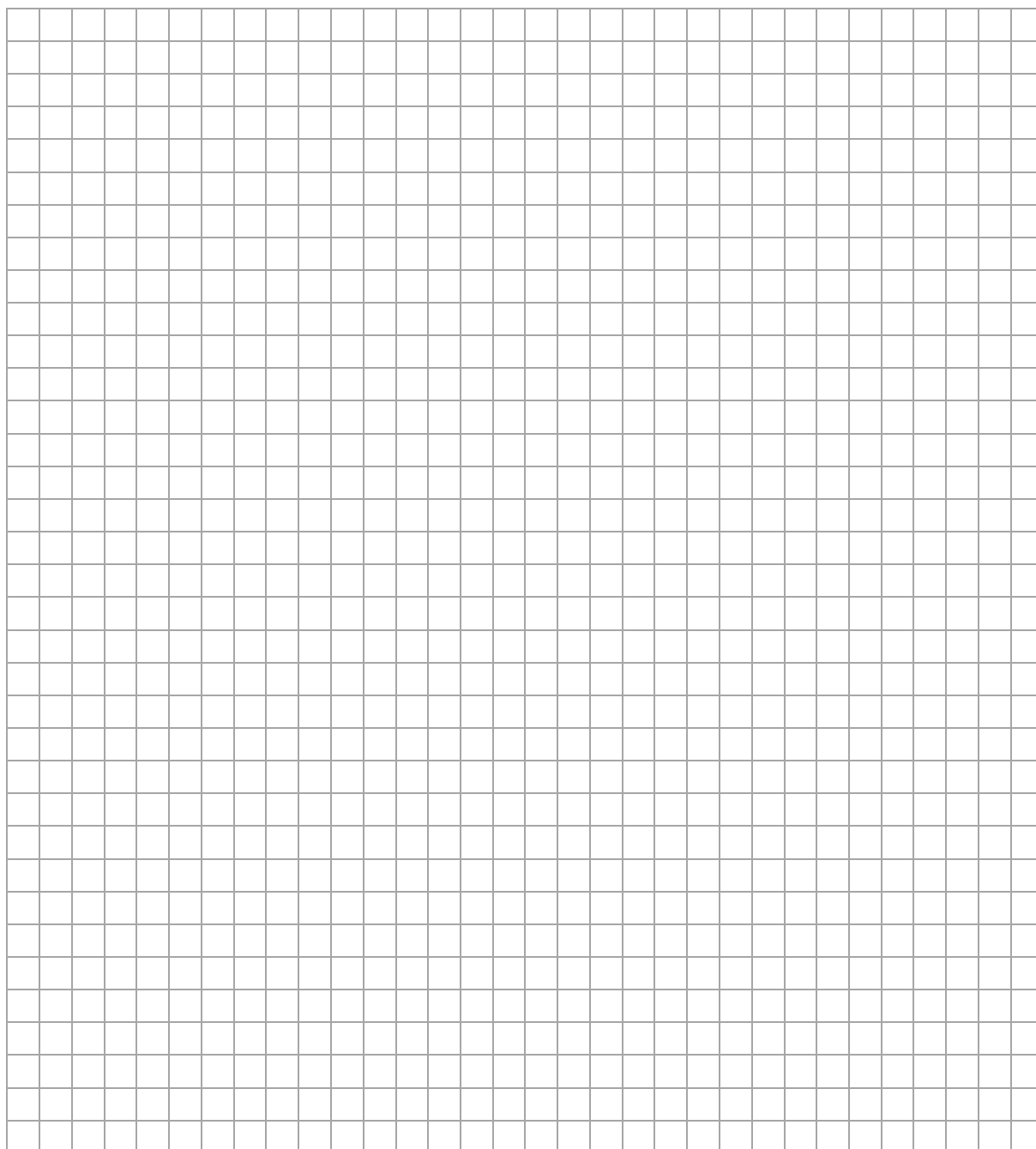
Zadanie 8.2. (0–2)

Na rysunku zamieszczonym we wstępie do zadania 8. wyznacz konstrukcyjnie położenie soczewki S na osi optycznej oraz położenie jednego z ognisk tej soczewki, a następnie w tak wyznaczonych konstrukcyjnie miejscach oznacz literą S położenie soczewki oraz literą F – położenie jednego z ognisk tej soczewki.

Zadanie 8.3. (0–4)

Początkowo przedmiot P_1P_2 o wysokości $|P_1P_2| = 1,5$ cm znajdował się w odległości $x = 5$ cm od soczewki S. W takiej sytuacji wysokość obserwowanego obrazu prostego (nieodwróconego) O_1O_2 tego przedmiotu wynosiła $|O_1O_2| = 3$ cm. Gdy ten sam przedmiot oddalono od soczewki – po tej samej stronie soczewki, wzdłuż jej osi optycznej – na odległość $x' = 8$ cm, to powstał nowy obraz prosty $O_1'O_2'$ tego przedmiotu.

Oblicz stosunek $\frac{|O_1'O_2'|}{|P_1P_2|}$, czyli iloraz wysokości nowego obrazu $O_1'O_2'$ przedmiotu P_1P_2 i wysokości tego przedmiotu. Zapisz obliczenia.



Zadanie 9. (0–4)

Początkowo otwartą próbkę zanurzono w ciepłej wodzie w ten sposób, że otwór próbki wystawał nieznacznie ponad poziom wody. Powierzchnia otworu próbki wynosiła $S = 1,5 \text{ cm}^2$, a ciśnienie p_{wew1} wewnątrz otwartej próbki, gdy ta się nagrzewała, było równe ciśnieniu p_{zew} powietrza na zewnątrz próbki i wynosiło $p_{wew1} = 1000 \text{ hPa}$. Gdy tylko temperatura powietrza w próbce osiągnęła wartość $50 \text{ }^\circ\text{C}$, otwór próbki przykryto bardzo lekkim i sztywnym krążkiem o średnicy większej niż otwór próbki. Ten krążek szczelnie przylegał do krawędzi otworu próbki i uniemożliwiał wymianę powietrza między otoczeniem a wnętrzem próbki. Następnie próbkę wyjęto z wody. Po pewnym czasie temperatura powietrza w próbce zamkniętej krążkiem zmniejszyła się do $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

W obliczeniach pominię ciężar krążka, wpływ pary wodnej oraz rozszerzalność cieplną szkła. Potraktuj powietrze jako gaz doskonały. Temperatura zera bezwzględnego w zaokrągleniu do 1 °C wynosi (-273) °C.

Oblicz wartość siły nacisku krążka na brzegi próbówki po zmniejszeniu temperatury powietrza w próbówce do 20 °C. Zapisz obliczenia.

[illegible]

Zadanie 10.

W tabeli poniżej podano masy jądra węgla $^{12}_6\text{C}$, swobodnego neutronu oraz swobodnego protonu. Te masy wyrażono w jednostkach masy atomowej u.

	Masa, u
jądro węgla $^{12}_6\text{C}$	11,9967084
swobodny neutron	1,0086649
swobodny proton	1,0072765

Zadanie 10.1. (0–1)

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

1.	Jądro trytu (izotopu wodoru ^3_1H) zawiera 3 neutrony.	P	F
2.	Jądra izotopów węgla $^{12}_6\text{C}$ i $^{14}_6\text{C}$ mają taki sam ładunek elektryczny.	P	F

Zadanie 10.2. (0–2)

Podczas rozpadu beta minus jądra węgla $^{14}_6\text{C}$ powstają następujące produkty: cząstka β^- oraz jądro pierwiastka, który oznaczmy jako X (powstaje też obojętna elektrycznie cząstka antyneutrino, którą możemy w zapisie równania reakcji pominąć).

Zapisz równanie reakcji rozpadu beta minus jądra węgla $^{14}_6\text{C}$. Uwzględnij w równaniu reakcji liczby masowe i atomowe oraz ustal i zapisz nazwę pierwiastka X.

Równanie reakcji:

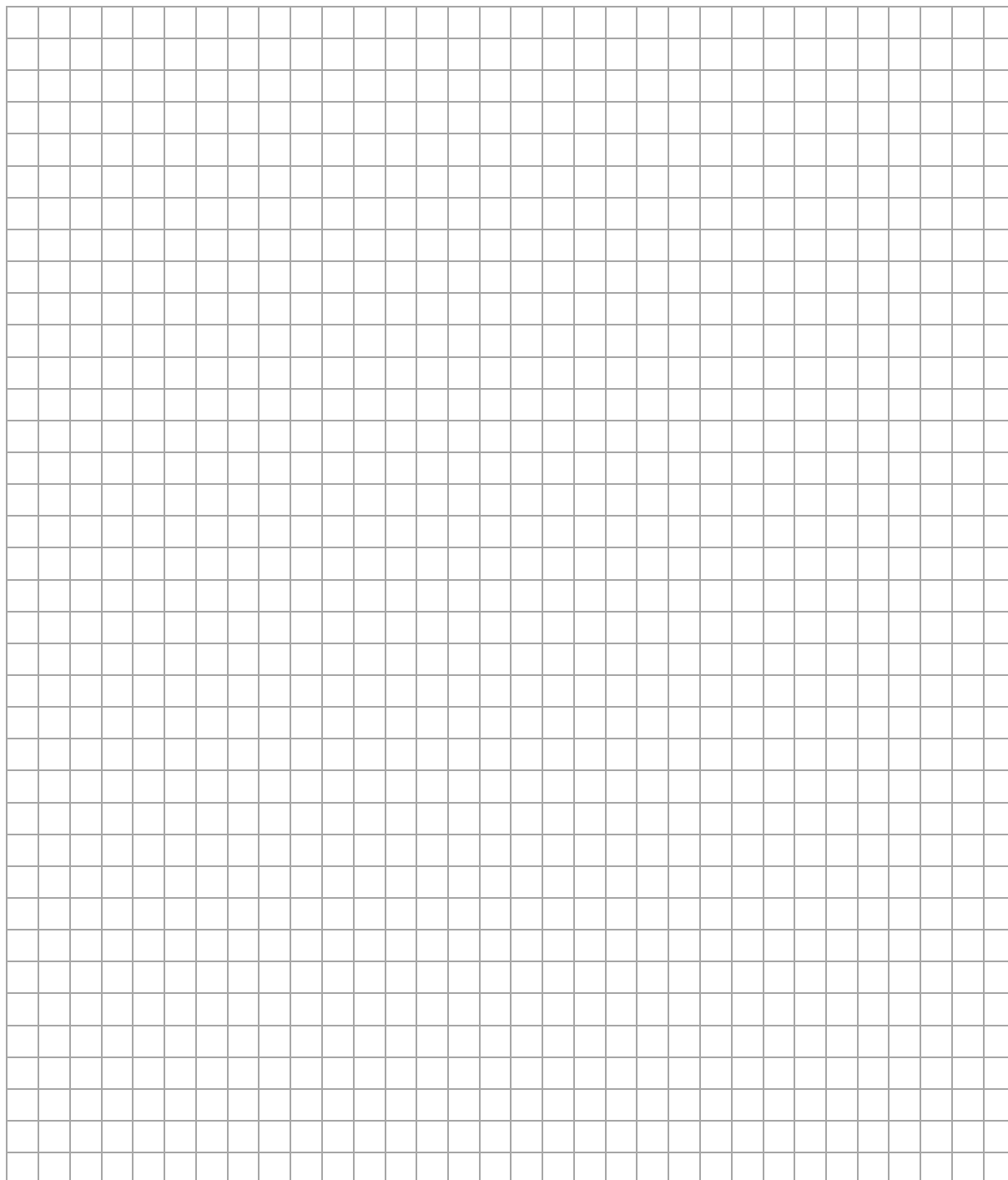
--

Nazwa jądra pierwiastka oznaczonego jako X:

Zadanie 10.3. (0–3)

Oblicz najmniejszą energię, jaką należałoby dostarczyć do jądra węgla $^{12}_6\text{C}$, aby rozbić je na oddzielne (tzn. nieoddziałujące ze sobą) nukleony.

Wskazówka: Wykorzystaj dane w tabeli zamieszczonej we wstępie do zadania 10. i przyjmij, że $1 \text{ u} \cdot c^2 = 931,5 \text{ MeV}$.



BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)

