

**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.

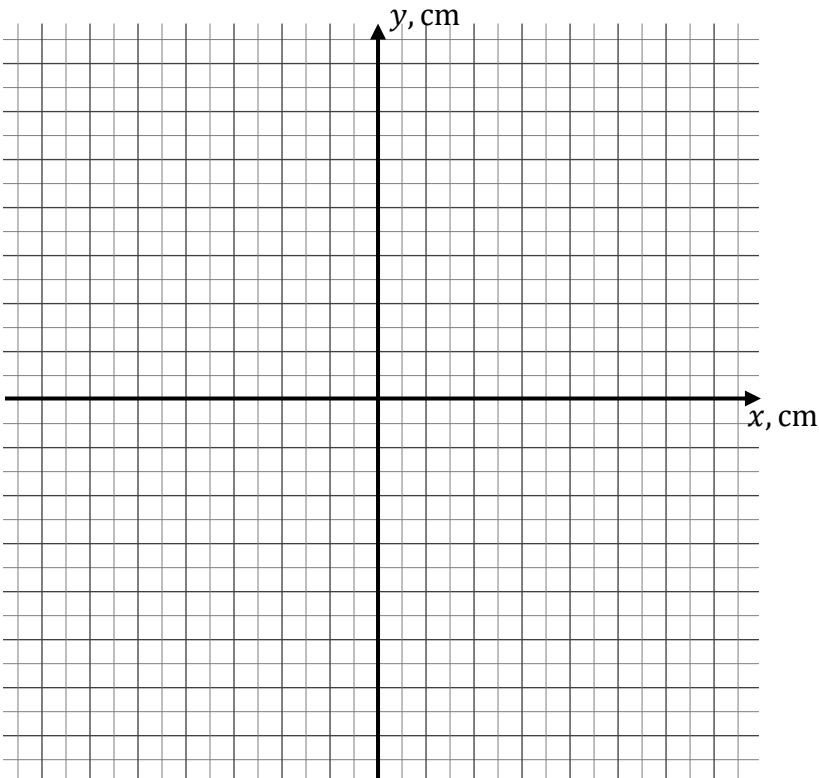


| Etapy ruchu | Współrzędne wektora przemieszczenia |                        | Wartość prędkości               |
|-------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------------|
|             | $\Delta x, \text{ cm}$              | $\Delta y, \text{ cm}$ | $v, \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ |
| 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 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  $v_1 = 70$  km/h wynosi  $s_1$ , a najkrótsza droga hamowania tego samego samochodu jadącego z prędkością  $v_2 = 50$  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.

**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  $v_g$ .

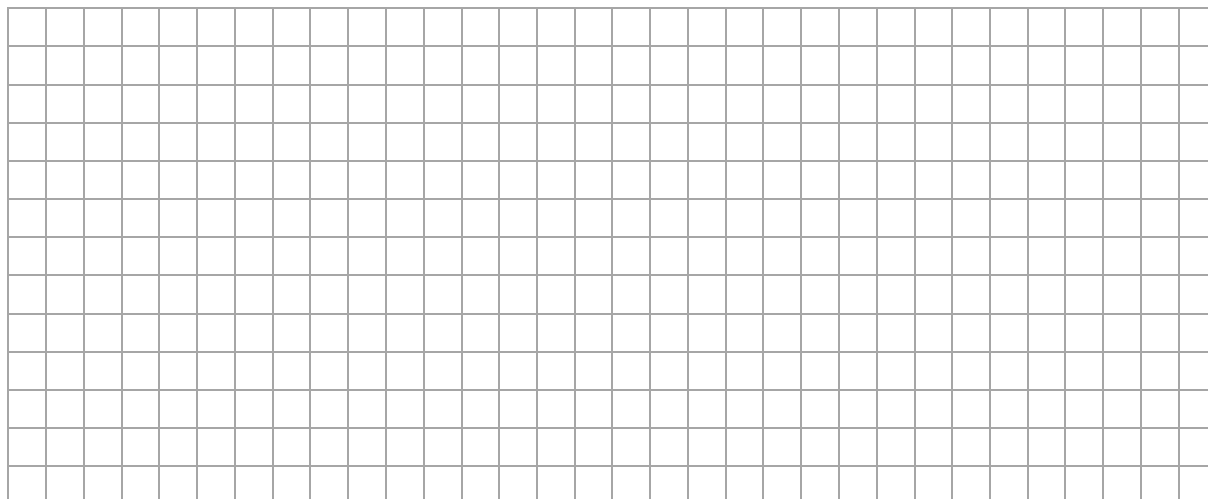
Przyjmij model zjawiska, w którym na ciało podczas opadania działają dwie siły: siła grawitacji  $\vec{F}_g$  oraz siła oporu powietrza  $\vec{F}_o$ , której wartość zależy od wartości  $v$  prędkości ciała w następujący sposób:

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

gdzie  $C$  jest współczynnikiem zależącym od kształtu ciała,  $S$  jest polem przekroju ciała (prostopadłym do kierunku ruchu),  $\rho$  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
 

A. rośnie.
B. maleje.
C. pozostaje stała.
- Od chwili  $t = 0$  aż do osiągnięcia prędkości granicznej  $v_g$ , wartość prędkości opadającego ciała
 

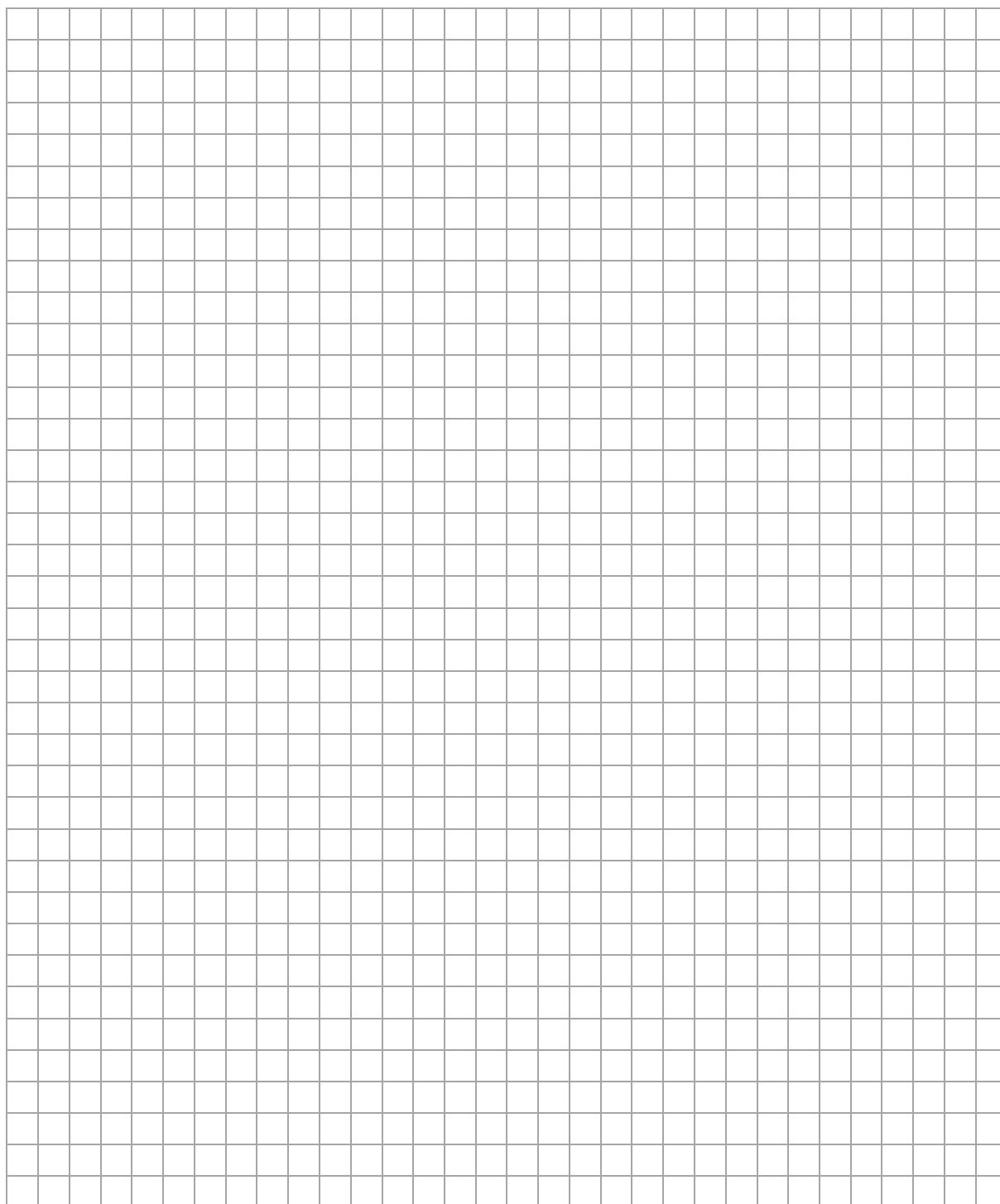
D. rośnie coraz szybciej.
E. rośnie coraz wolniej.

F. maleje coraz szybciej.
G. 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.

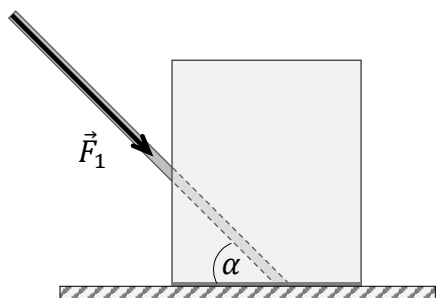
Oblicz iloraz  $\frac{v_{2g}}{v_{1g}}$ . Zapisz obliczenia.



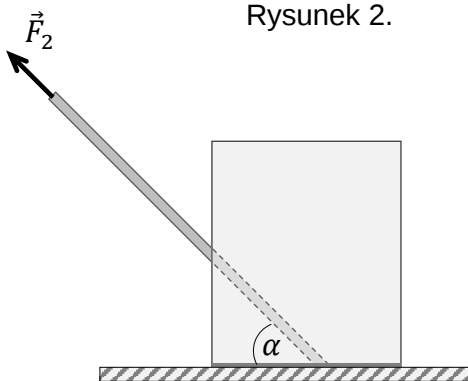
#### Zadanie 4. (0–4)

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  $\mu = 0,5$ .

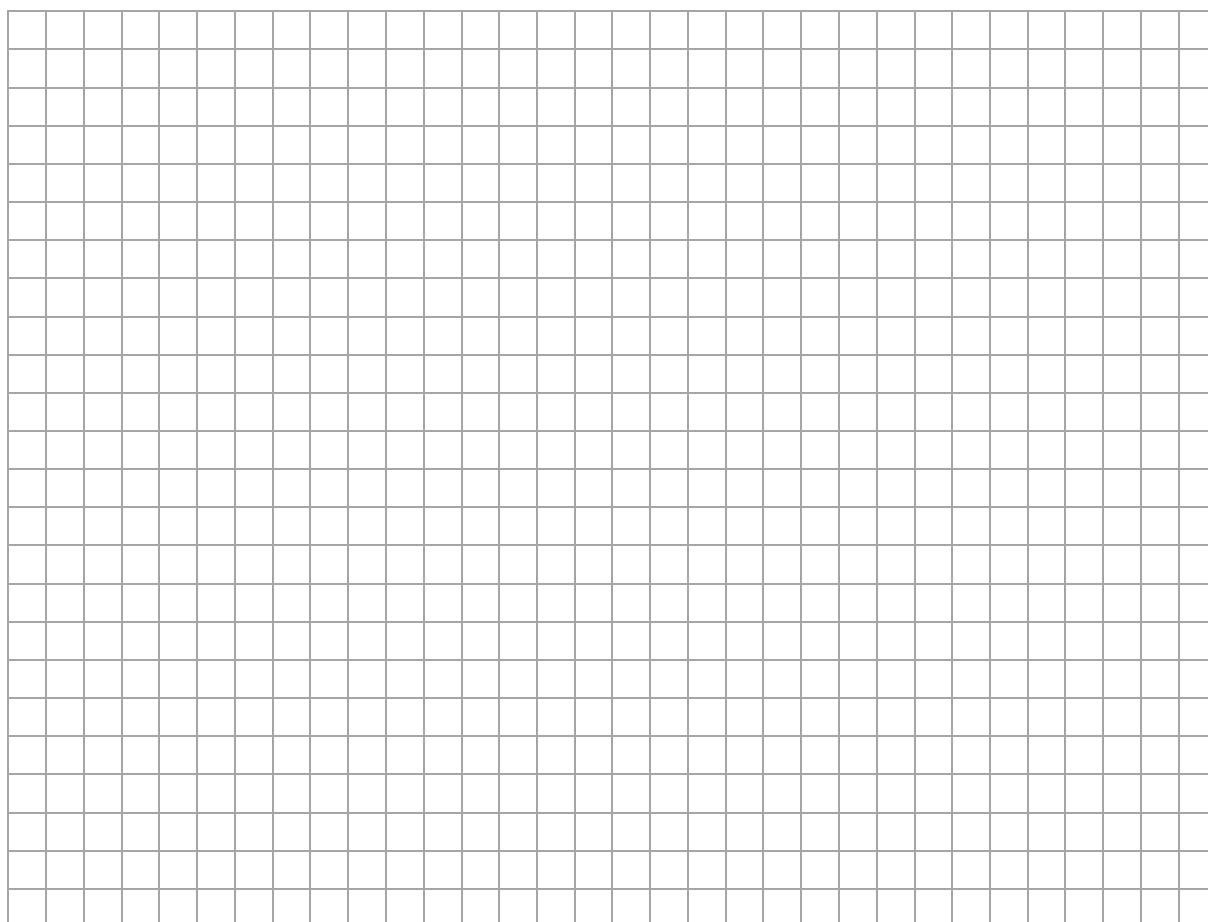
Rysunek 1.



Rysunek 2.

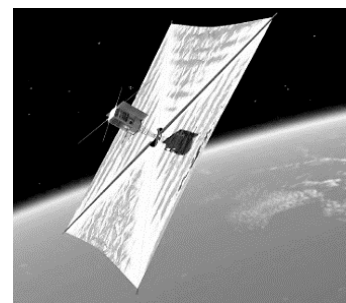


Wykaż, że wartość siły  $\vec{F}_1$  jest 3 razy większa od wartości siły  $\vec{F}_2$ .



**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  $\text{m}^2$ , 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)

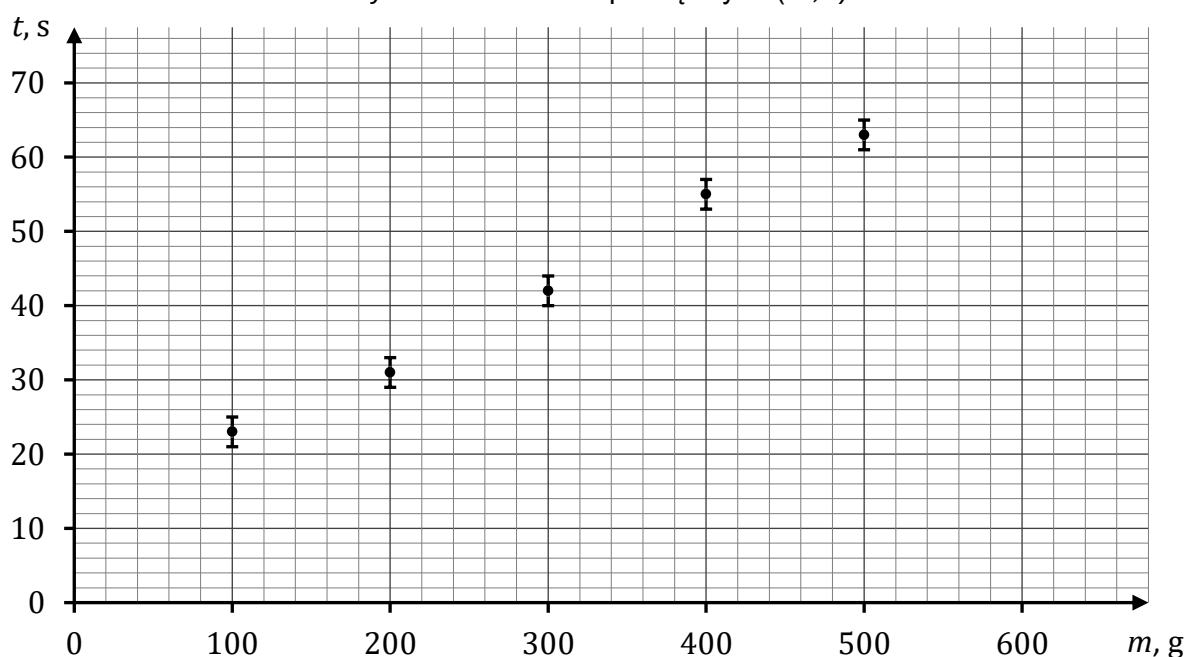




**Zadanie 6.**

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.

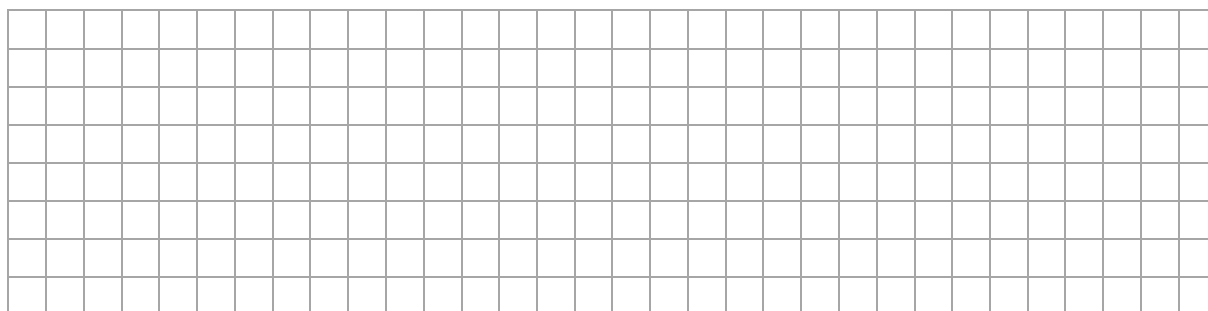
Rysunek – układ współrzędnych ( $m, t$ )

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.





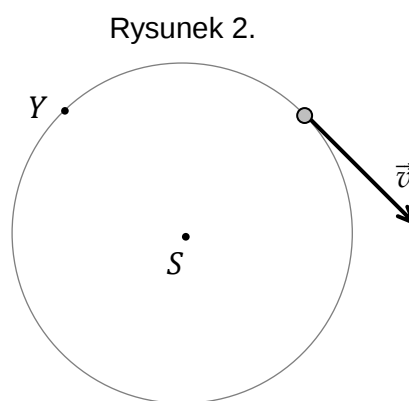
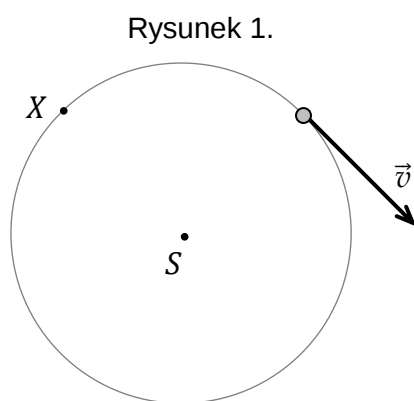
**Zadanie 7.**

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.**

- 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.  $r^2$

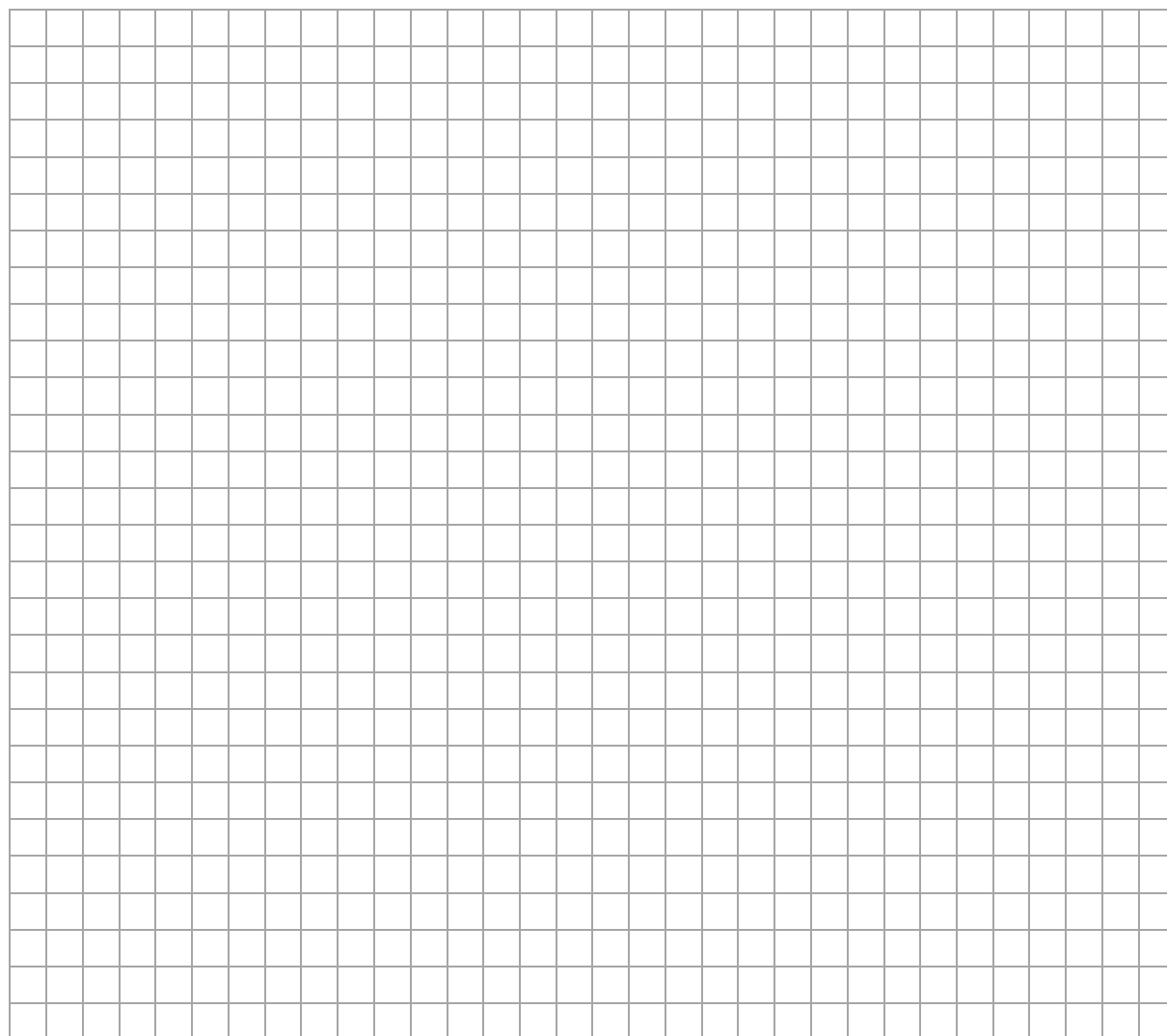
- Gdy naładowana cząsteczka porusza się po okręgu o promieniu  $r$  w jednorodnym polu magnetycznym, to wartość  $v$  jej prędkości jest wprost proporcjonalna do

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

*Brudnopis***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  $B$ .**

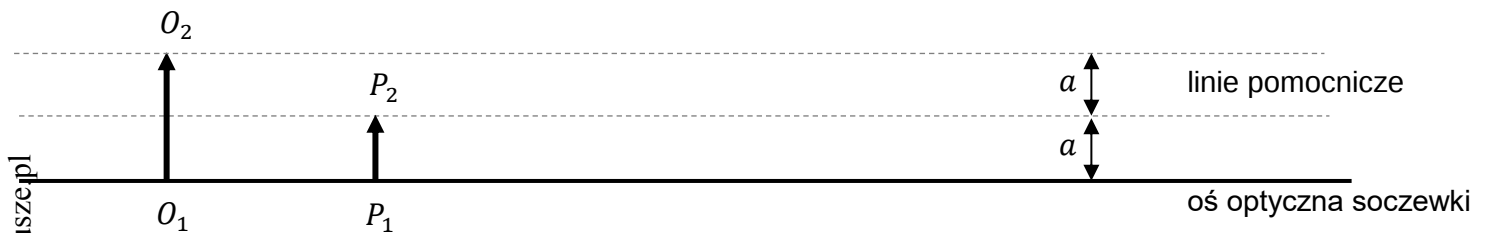


### Zadanie 8.

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 |

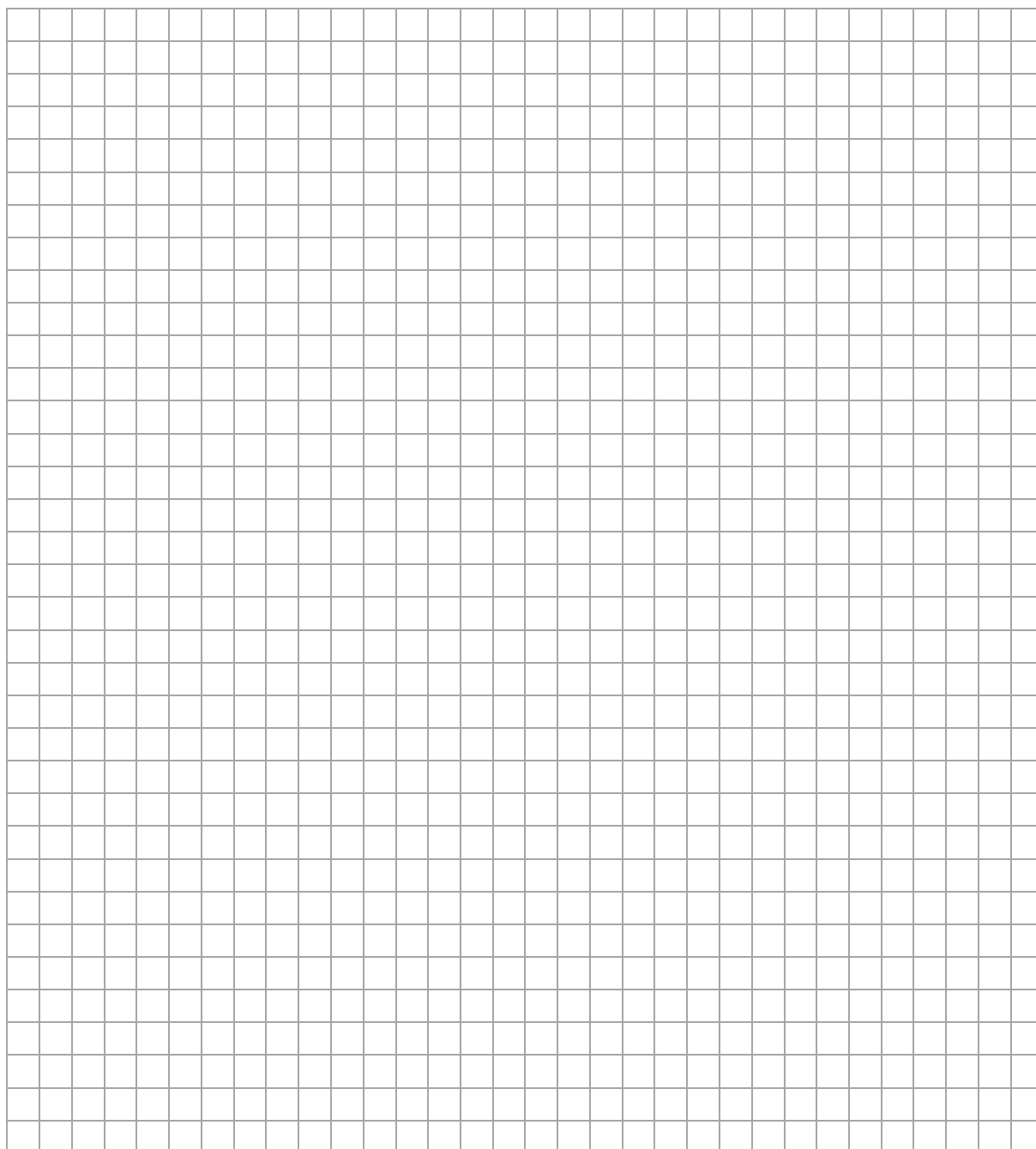
### Zadanie 8.2. (0–2)

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.

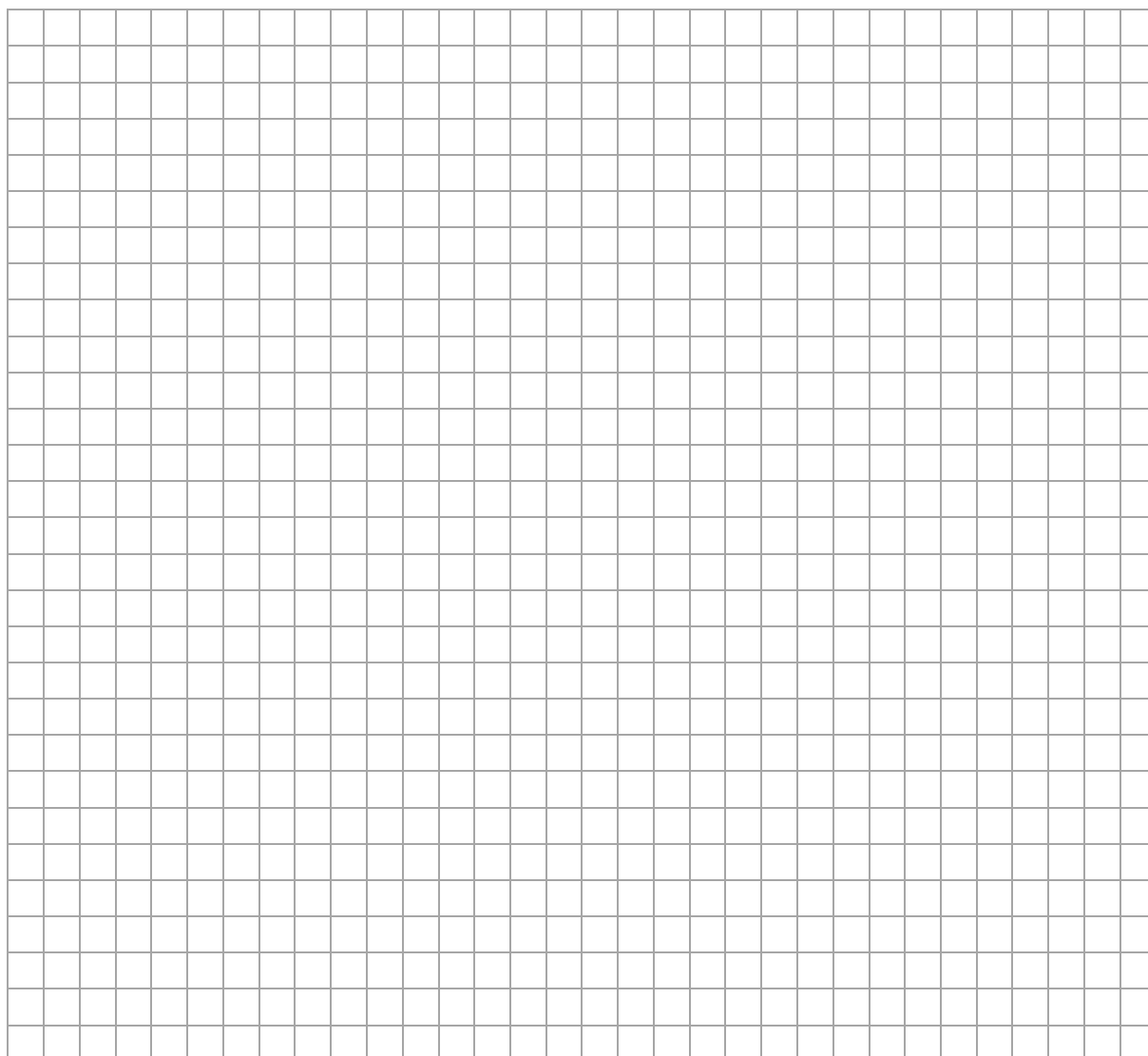


**Zadanie 9. (0–4)**

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

W obliczeniach pominiemy ciężar krążka, wpływ pary wodnej oraz rozszerzalność cieplną szkła. Potraktuj powietrze jako gaz doskonały. Temperatura zera bezwzględnego w zaokrągleniu do  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  wynosi  $(-273) \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Oblicz wartość siły nacisku krążka na brzegi probówki po zmniejszeniu temperatury powietrza w probówce do  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Zapisz obliczenia.**



**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 $^3_1\text{H}$ ) 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  $\beta^-$  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.**

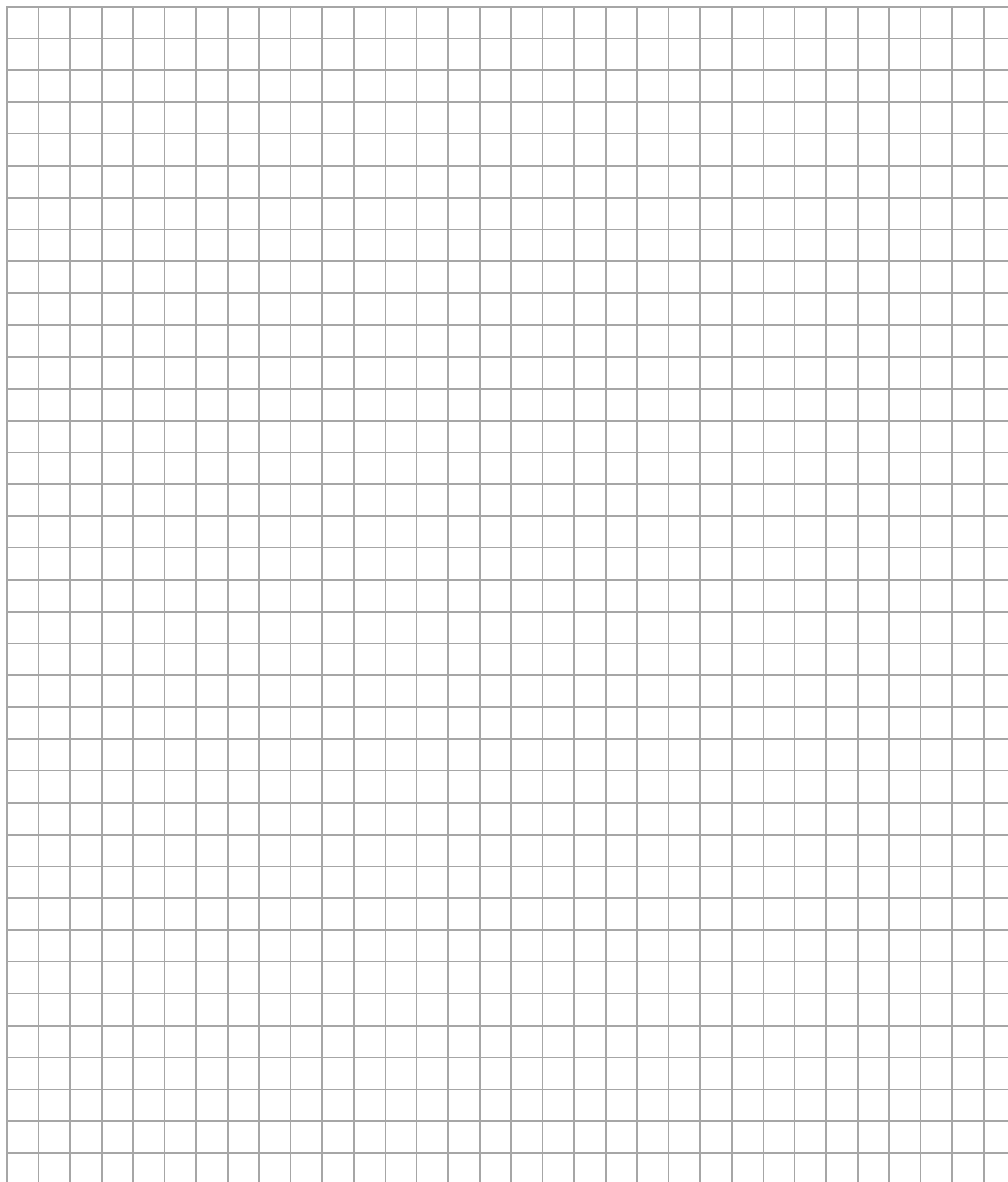
Równanie reakcji:

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  $1 \text{ u} \cdot c^2 = 931,5 \text{ MeV}$ .*



## 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.

Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: [arkusze.pl](https://arkusze.pl)