

Zadanie 1.

Ciało C o masie $m = 4,0 \text{ kg}$ porusza się wzdłuż osi x w inercjalnym układzie odniesienia. Na poniższym wykresie przedstawiono zależność współrzędnej p_x pędu ciała C od czasu t w tym ruchu.



Od chwili $t = 0 \text{ s}$ do chwili $t = 8 \text{ s}$ na ciało C działa siła wypadkowa $\vec{F}_{W1}$.

Od chwili $t = 8 \text{ s}$ do chwili $t = 12 \text{ s}$ na ciało C działa siła wypadkowa $\vec{F}_{W2}$.

Siła $\vec{F}_{W2}$ jest wypadkową sił $\vec{F}_3$ i $\vec{F}_4$ skierowanych wzdłuż osi x . Siła $\vec{F}_3$ ma wartość $F_3 = 20 \text{ N}$ i zwrot zgodny ze zwrotem osi x , natomiast siła $\vec{F}_4$ ma zwrot przeciwny do zwrotu osi x .

Zadanie 1.1. (0–1)



Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Przyspieszenie ciała C podczas ruchu od chwili $t = 0 \text{ s}$ do chwili $t = 8 \text{ s}$ ma wartość

- A. $a = 1,25 \text{ m/s}^2$ B. $a = 2,19 \text{ m/s}^2$ C. $a = 5,0 \text{ m/s}^2$ D. $a = 8,75 \text{ m/s}^2$

Brudnopis																			

Zadanie 1.2. (0–1)



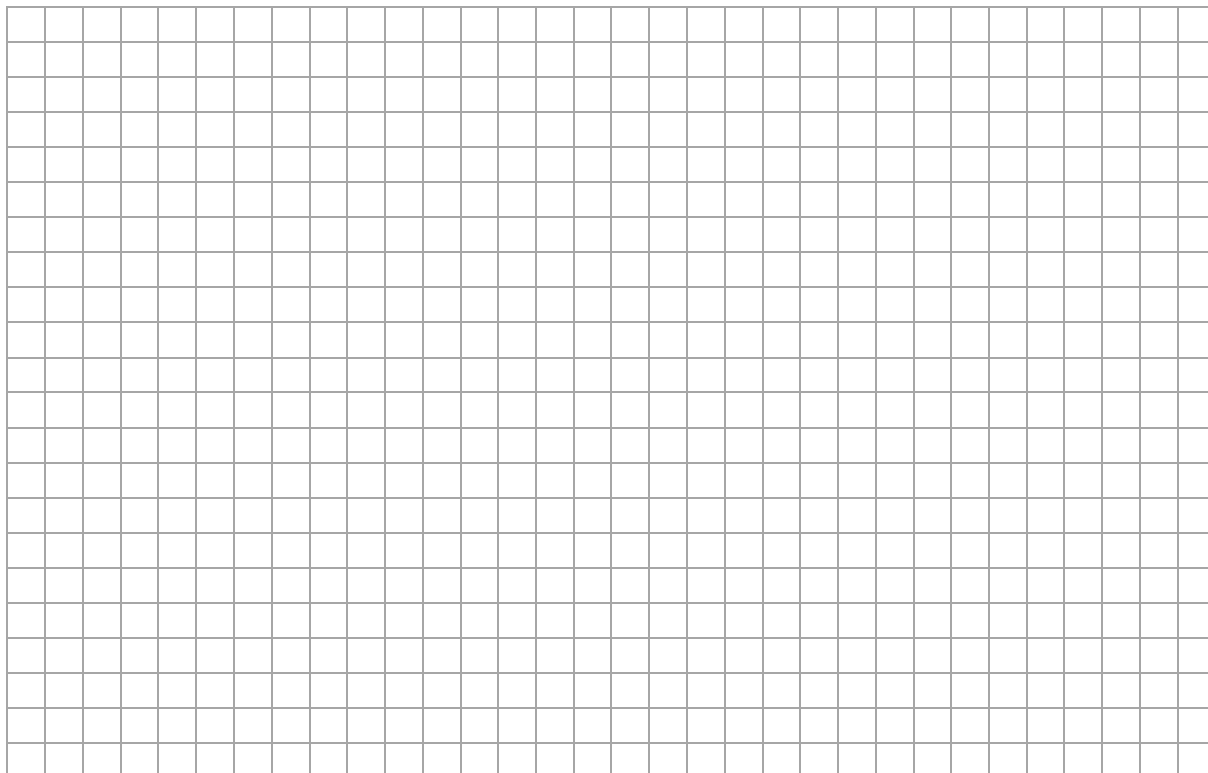
Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1. albo 2.

Siła wypadkowa $\vec{F}_{W2}$ ma zwrot

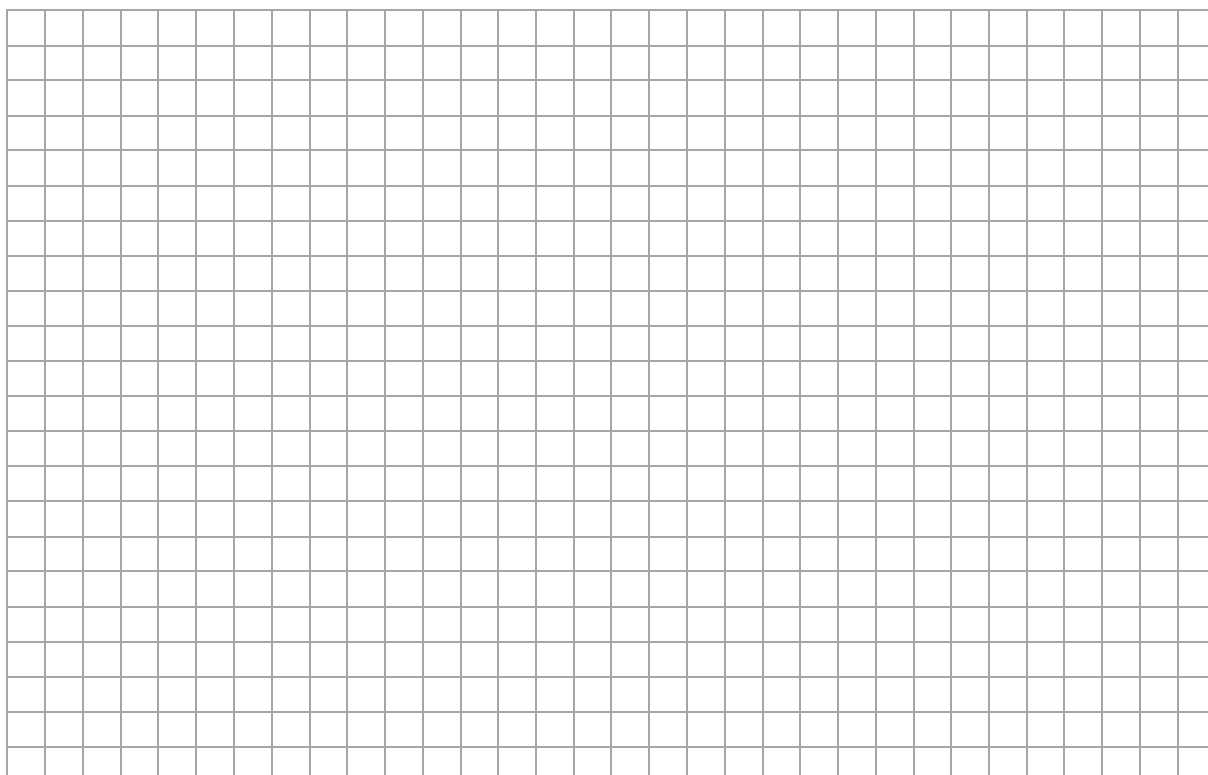
A.	zgodny ze zwrotem prędkości ciała C ,	a wartość tej siły jest	1.	większa od wartości siły $\vec{F}_{W1}$.
B.	przeciwny do zwrotu prędkości ciała C ,		2.	mniejsza od wartości siły $\vec{F}_{W1}$.

Zadanie 1.3. (0–3)

Oblicz wartość siły $\vec{F}_4$. Zapisz obliczenia.

**1.3.**0–1–
2–3**Zadanie 1.4. (0–2)**

Oblicz drogę, jaką przebyło ciało C od chwili $t_0 = 0$ s do chwili $t = 12$ s.
Zapisz obliczenia.

**1.4.**

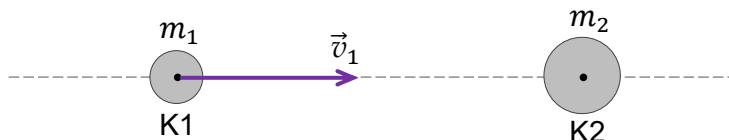
0–1–2



Zadanie 2.

Kula K1 o masie m_1 porusza się z prędkością $\vec{v}_1$ a kula K2 o masie m_2 spoczywa. Wektor $\vec{v}_1$ jest skierowany w stronę środka kuli K2. Sytuację ilustruje rysunek 1.

Rysunek 1.



W pewnej chwili kula K1 uderzyła w kulę K2. W wyniku tego obie kule uzyskały prędkości o przeciwnych zwrotach i o tych samych wartościach. Sytuację ilustruje rysunek 2.

Rysunek 2.



Przyjmujemy model zjawiska, w którym:

- opisany ruch kul odbywa się w inercjalnym układzie odniesienia
- przed zderzeniem i po zderzeniu kule poruszają się ruchem jednostajnym prostoliniowym
- zderzenie kul jest idealnie sprężyste
- kule oddziałują ze sobą tylko podczas zderzenia
- kule się nie obracają.

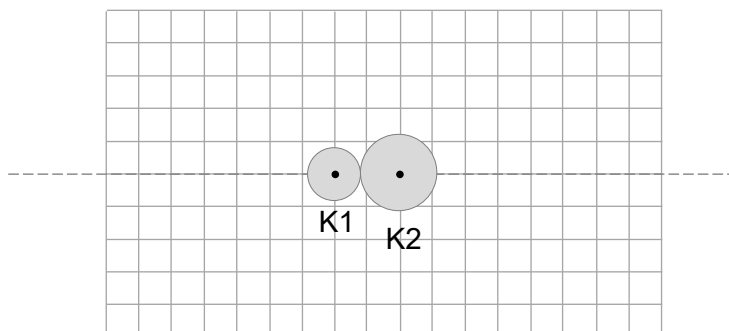
2.1.

0–1

Zadanie 2.1. (0–1)

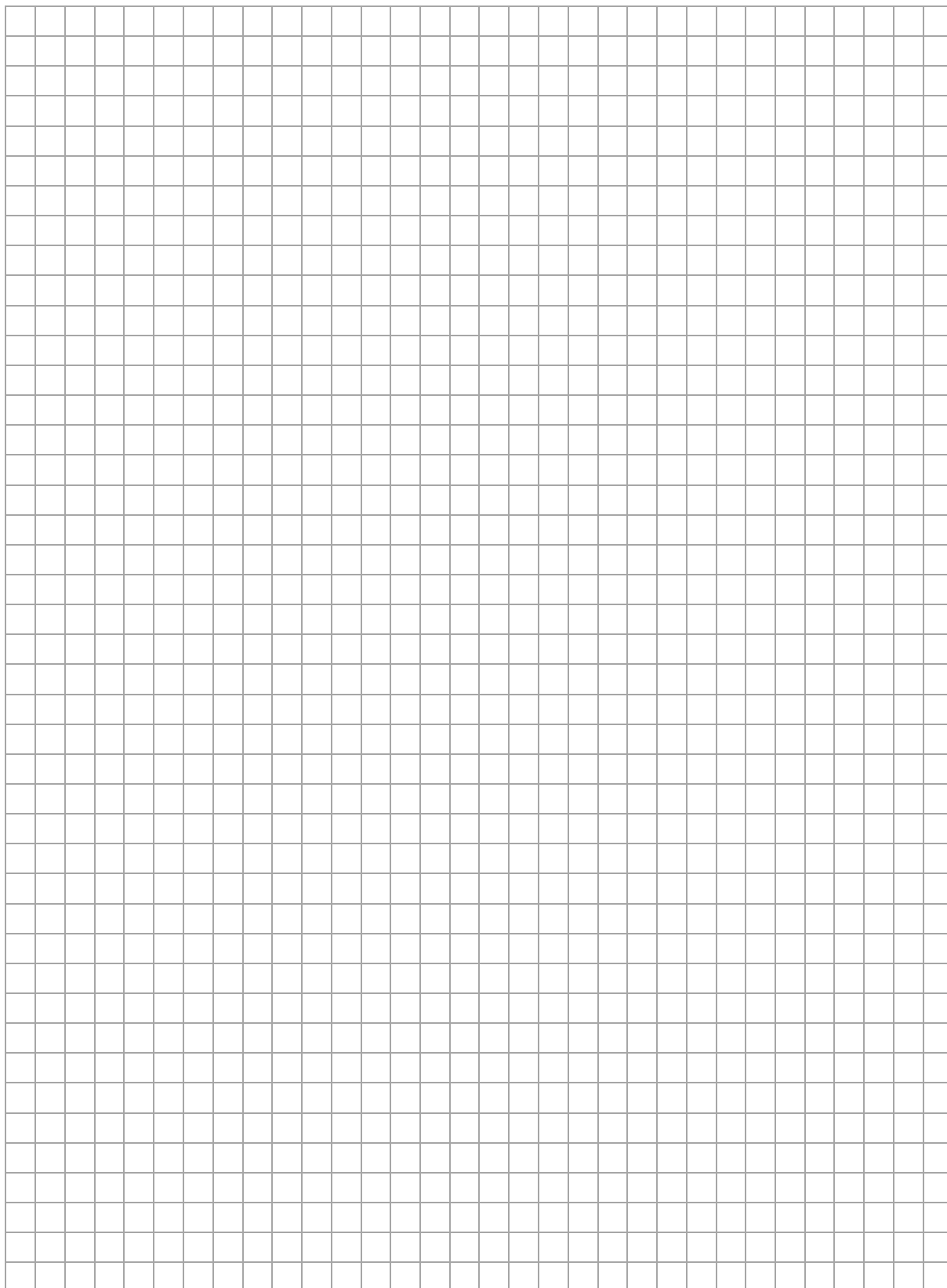
Na rysunku 3. poniżej narysuj parę sił wzajemnego oddziaływania między kulami podczas ich zderzenia. Każdą z sił przyłóż – odpowiednio – w środku kuli K1 lub środku kuli K2. Zachowaj odpowiednie kierunki i zwroty tych sił oraz relację (większy, równy, mniejszy) między ich wartościami.

Rysunek 3.



Zadanie 2.2. (0–4)

Oblicz iloraz $\frac{m_2}{m_1}$ mas tych kul. Zapisz obliczenia. W rozwiązaniu zapisz równania wynikające z zasad zachowania odpowiednich wielkości.

2.2.0–1–
2–3–4

Zadanie 3.2. (0–3)

3.2.

0–1–
2–3

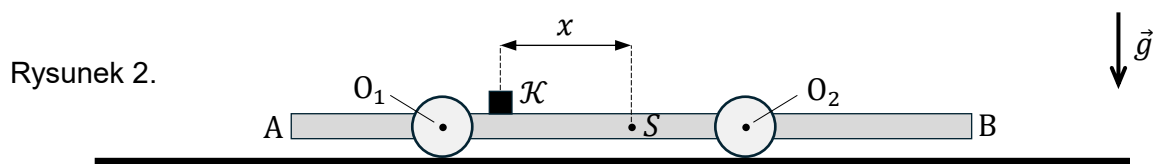
Rozważamy sytuację 2., gdy na płycie położono mały klocek $\mathcal{K}$.

Siła ciężkości $\vec{Q}_K$ działająca na klocek ma wartość $Q_K = 0,4 \cdot Q_P$.

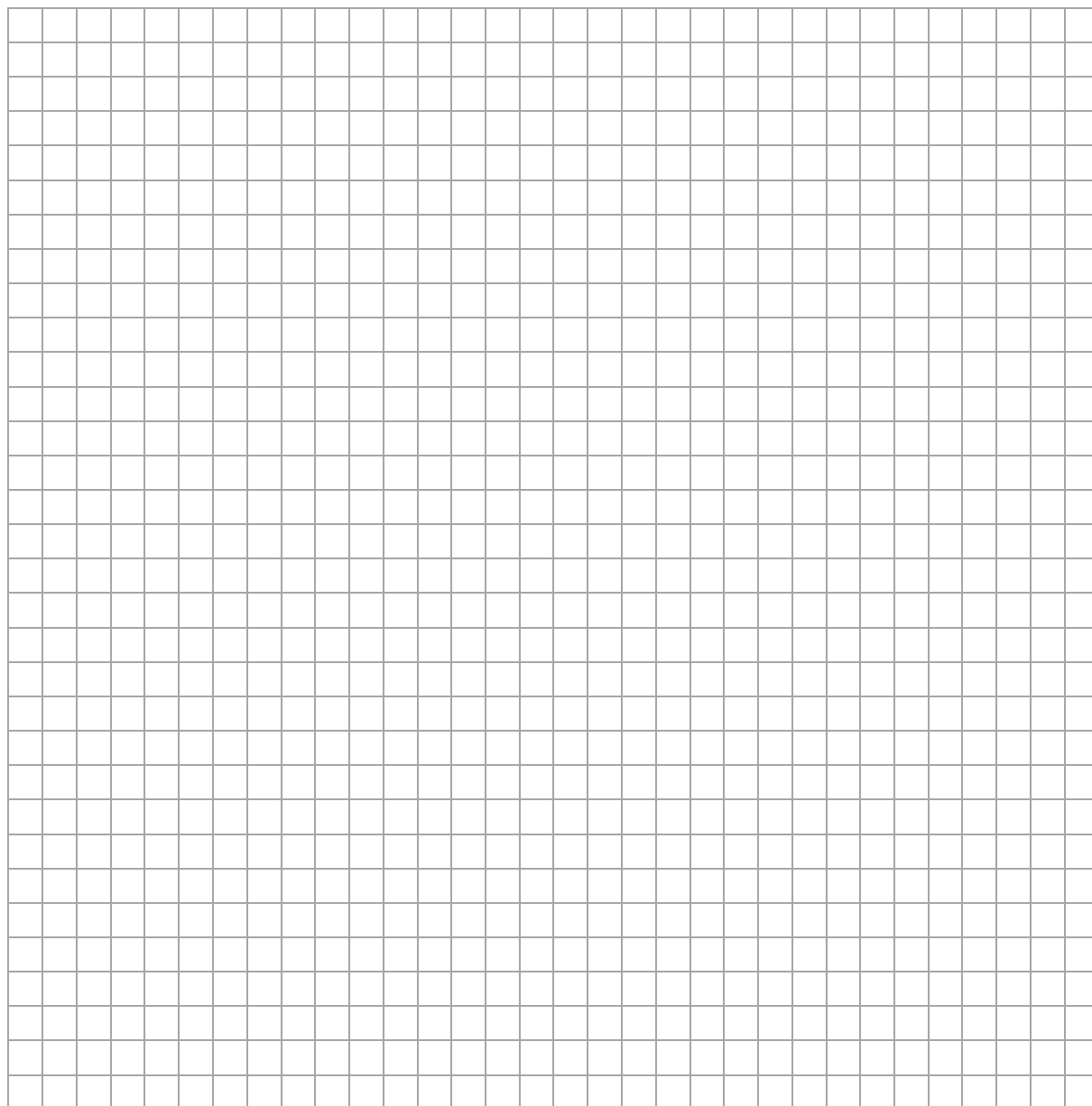
Odległość środka klocka $\mathcal{K}$ od osi przechodzącej przez środek S płyty oznaczmy jako x .

Siły reakcji osi O_1 oraz O_2 , działające na płytę w sytuacji 2., mają równe wartości: $F_1 = F_2$.

Sytuację 2. ilustruje rysunek 2.



Oblicz x . Zapisz obliczenia.

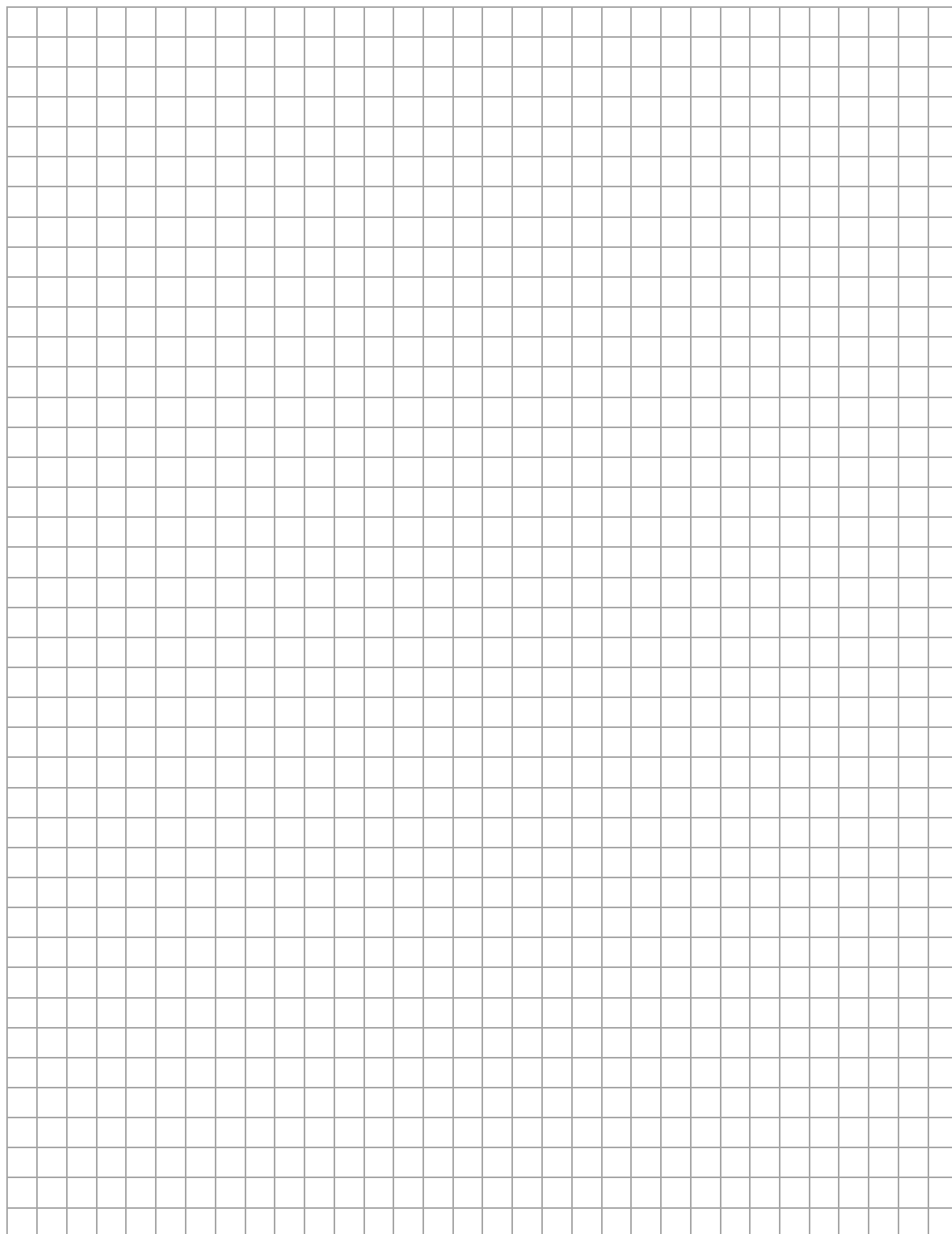


Zadanie 4.2. (0–4)

Oblicz współrzędne wszystkich punktów na odcinku między głośnikiem G1 a głośnikiem G2, w których to punktach zawsze wystąpi minimum interferencyjne. Zapisz obliczenia.

Zaznacz na osi x (na rysunku na stronie 10) wszystkie te punkty.

4.2.

0–1–
2–3–4

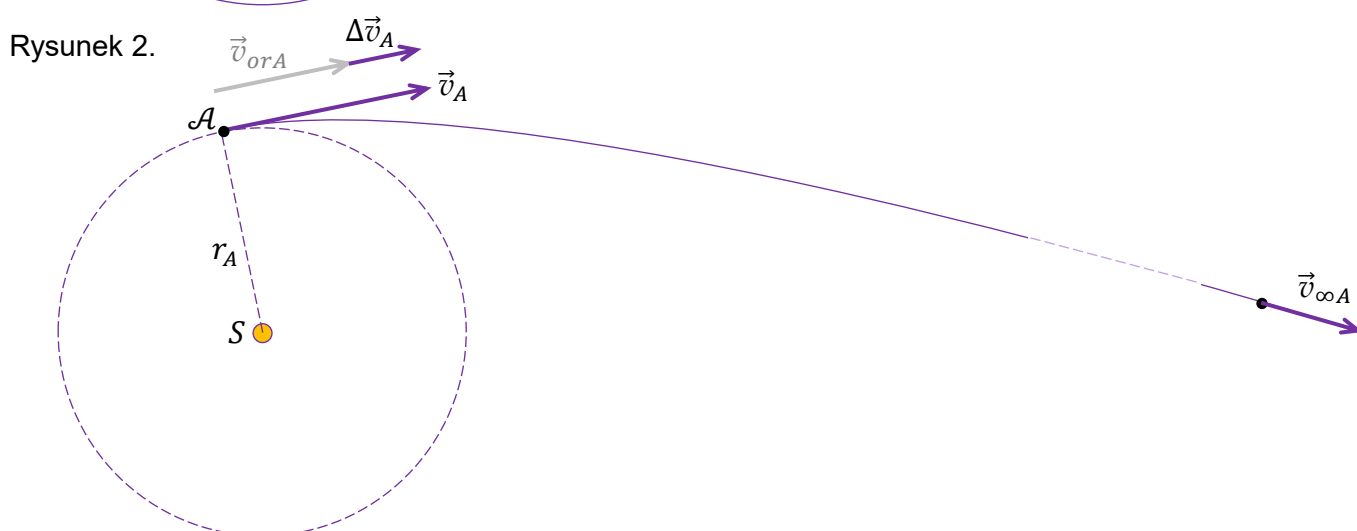
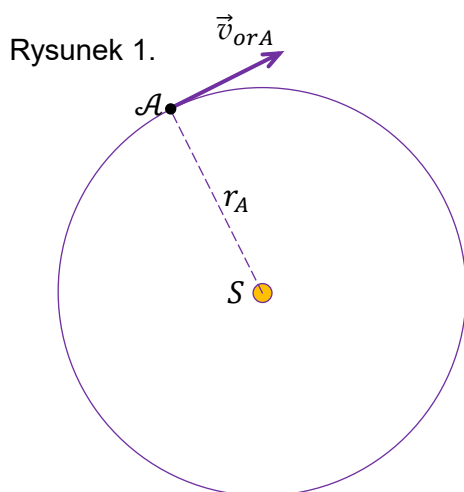
Zadanie 5. (0–4)

Pewna sonda $\mathcal{A}$ krąży wokół Słońca po orbicie kołowej jedynie pod wpływem siły grawitacji Słońca (zobacz rysunek 1.).

Na krótki czas włączono silniki sondy, w wyniku czego wartość prędkości sondy zwiększyła się o Δv_A (w kierunku stycznym do orbity) do takiej wartości v_A , że po wyłączeniu silników mogła ona uciec z pola grawitacyjnego Słońca i nieskończenie daleko od Słońca poruszać się z prędkością o wartości $v_{\infty A}$ (zobacz rysunek 2.).

Przyjmij następujące dane, oznaczenia i założenia:

- wartość prędkości sondy $\mathcal{A}$ w ruchu po orbicie kołowej jedynie pod wpływem siły grawitacji oznaczmy jako v_{orA}
- odległość sondy od środka S Słońca oznaczmy jako r_A
- pomijamy wpływ innych ciał (oprócz Słońca) na ruch sondy
- gdy włączono na krótki czas silniki sondy, to była ona jeszcze na orbicie kołowej.



5.

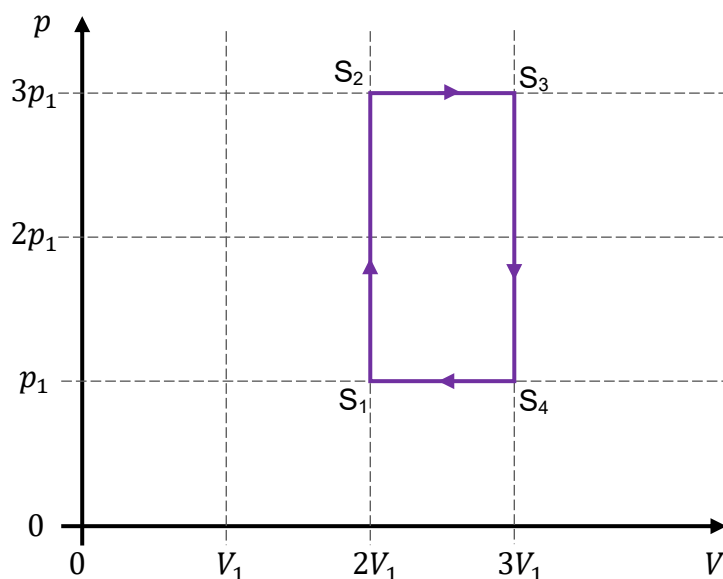
0–1–
2–3–4

Wyznacz Δv_A w zależności tylko od v_{orA} oraz $v_{\infty A}$.

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



Na poniższym wykresie przedstawiono zależność ciśnienia p od objętości V w cyklu przemian termodynamicznych ustalonej masy gazu doskonałego.



Gaz ten oddaje do chłodnicy w jednym cyklu ciepło równe $Q_{odd} = 11,5 \cdot p_1 V_1$.

Stany gazu w początkowych i końcowych etapach poszczególnych przemian oznaczono symbolami: S_1, S_2, S_3, S_4 .

Zadanie 6.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Iloraz temperatur bezwzględnych $T_2 : T_4$ gazu w stanach S_2 i S_4 , wynosi

- A.** 2 : 3 **B.** 2 : 1 **C.** 3 : 2 **D.** 3 : 1

[illegible]

Zadanie 6.2. (0–1)

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

Praca siły parcia gazu w przemianie S_2-S_3 ma trzy razy większą wartość od pracy przeciwko sile parcia gazu w przemianie S_4-S_1 .	P	F
Gaz pobiera ciepło z grzejnicy w przemianie S_1-S_2 oraz w przemianie S_2-S_3 .	P	F

Zadanie 6.3. (0–1)

Dokończ zdanie. Wpisz właściwą liczbę w wykropkowane miejsce.

Iloraz $\frac{|Q_{12}|}{|Q_{34}|}$ (ciepła wymienionego przez gaz z otoczeniem w przemianie S_1-S_2 i ciepła wymienionego przez gaz z otoczeniem w przemianie S_3-S_4) jest równy

Brudnopis

6.3.

0–1

Zadanie 6.4. (0–3)

Oblicz sprawność silnika cieplnego, który pracuje w cyklu kołowym $S_1-S_2-S_3-S_4-S_1$. Zapisz obliczenia.

6.4.

0–1–
2–3

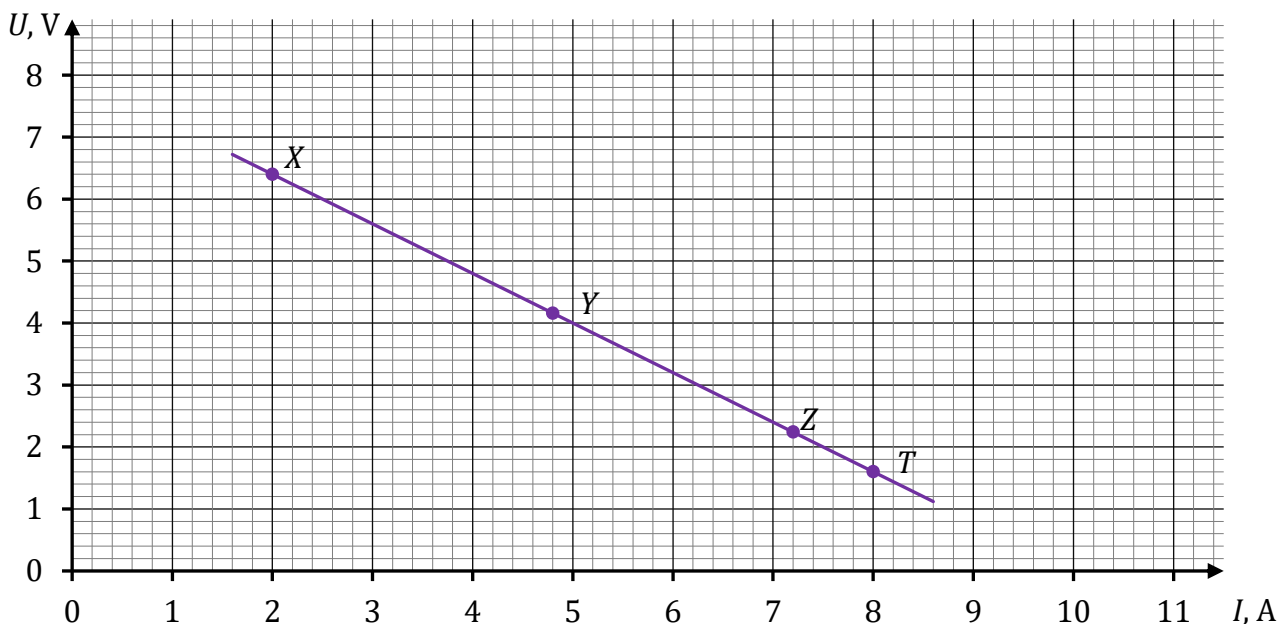
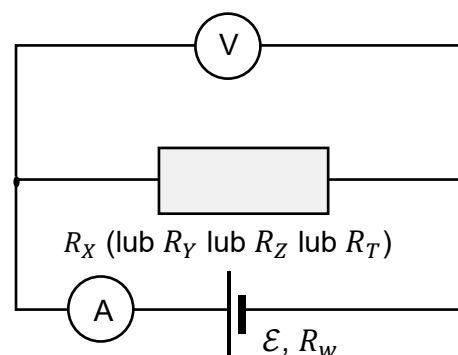
Zadanie 7.

Do obwodu zasilanego akumulatorem o sile elektromotorycznej $\mathcal{E}$ i oporze wewnętrznym R_w podłączano kolejno cztery oporniki: X , Y , Z , T , o różnych oporach elektrycznych: R_X , R_Y , R_Z , R_T .

Za każdym razem, gdy podłączony był jeden z oporników, mierzono natężenie I prądu płynącego przez dany opornik oraz napięcie U na tym oporniku. Sytuację ilustruje rysunek obok.

Wyniki pomiarów przedstawiono na poniższym wykresie w postaci punktów X , Y , Z , T . Na tej podstawie sporządzono fragment wykresu zależności $U(I)$, która powstałaby, gdyby opór dołączonego opornika zmieniał się w sposób ciągły.

Przyjmij, że opór amperomierza jest równy zero, opór woltomierza jest nieskończenie duży, a wykonane pomiary są dokładne.



Zadanie 7.1. (0–1)



Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Opór elektryczny opornika T wynosi

A. $R_T = 0,04 \, \Omega$

B. $R_T = 0,2 \, \Omega$

C. $R_T = 5,0 \, \Omega$

D. $R_T = 12,8 \, \Omega$

Brudnopis



Zadanie 8.

W zadaniach 8.1. i 8.2. rozważamy bieg promieni świetlnych.

Zadanie 8.1. (0–3)

Promień światła $P1$ biegnie równoległe do osi symetrii zwierciadła sferycznego Z i pada na jego powierzchnię w punkcie D pod kątem α . Następnie promień światła odbity od zwierciadła Z w punkcie D biegnie dalej i przecina oś symetrii zwierciadła w punkcie P . Sytuację ilustruje rysunek (na rysunku nie oznaczono punktu P ani promienia odbitego).

Punkt przecięcia osi symetrii zwierciadła z jego powierzchnią oznaczmy jako O .

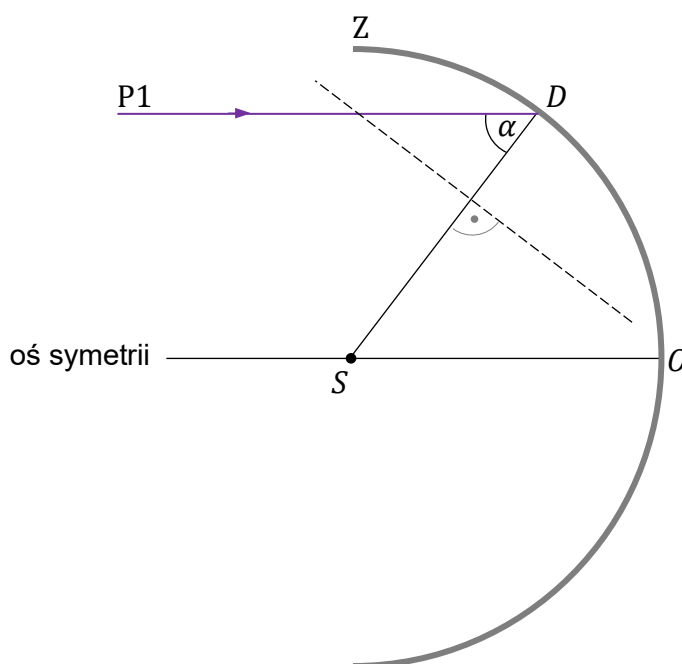
Odległość punktu P od punktu O oznaczmy jako $x = |OP|$.

Promień krzywizny zwierciadła wynosi R .

Punkt S jest środkiem sfery zawierającej powierzchnię zwierciadła.

Kreską przerywaną oznaczono linię pomocniczą do konstrukcji, prostopadłą do odcinka SD .

Rysunek



8.1.

0–1–
2–3

Na rysunku wyznacz konstrukcyjnie i oznacz punkt P .

Następnie wyprowadź wzór na x w zależności tylko od R oraz od α .

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

Wskazówka: Zauważ, że $|\angle DSO| = \alpha$.

8.2.

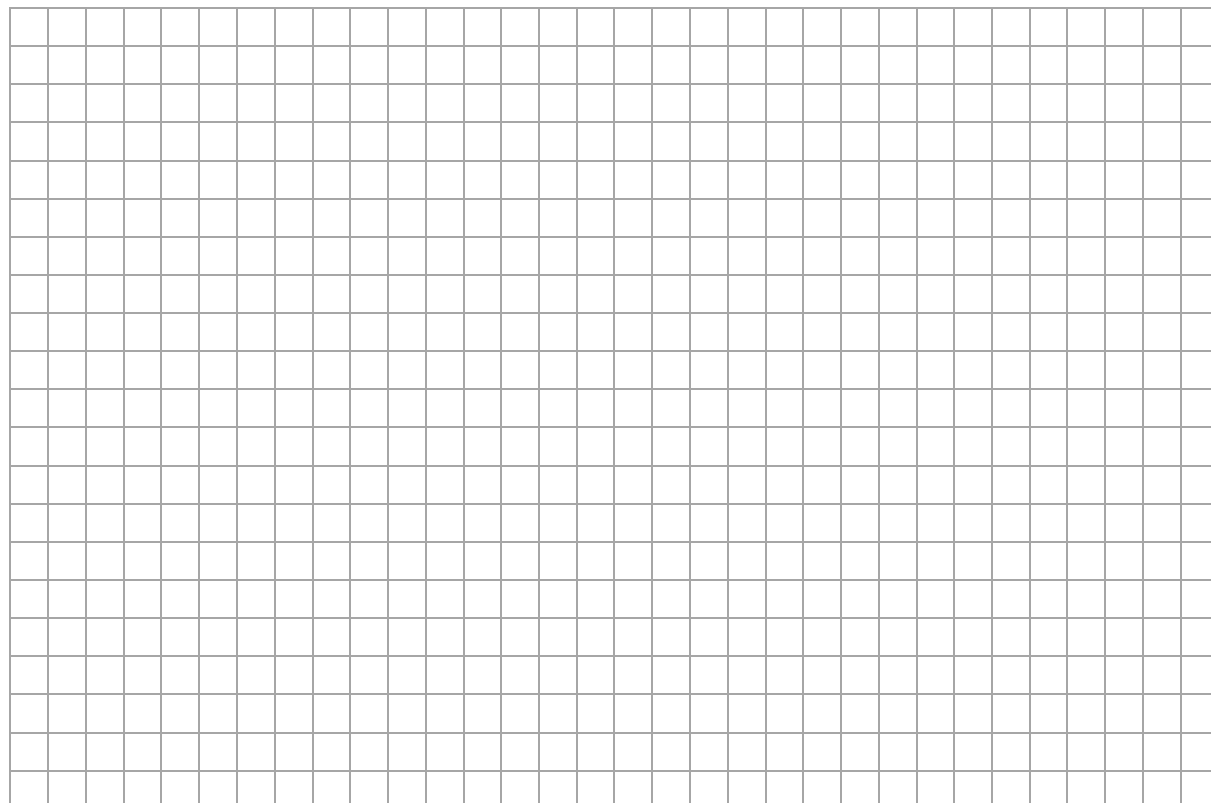
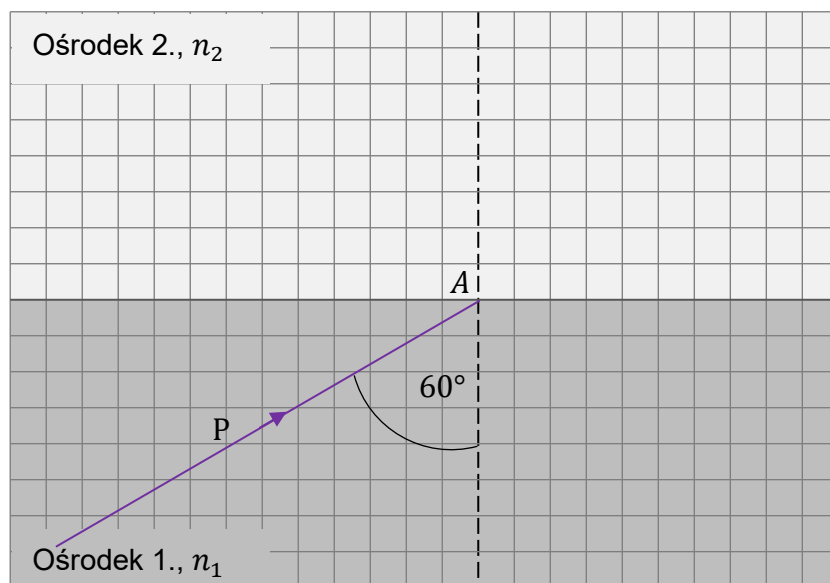
0-1-
2-3**Zadanie 8.2. (0-3)**

Promień światła P biegnie w ośrodku 1. i pada na granicę z ośrodkiem 2. w punkcie A pod kątem $\alpha = 60^\circ$. Współczynniki załamania światła w ośrodkach 1. i 2. wynoszą odpowiednio: $n_1 = 1,83$ oraz $n_2 = 1,50$.

Ustal dalszy bieg promienia P od punktu A . Wykorzystaj odpowiednie prawa/zależności fizyczne i wykonaj niezbędne obliczenia, które doprowadzą do tego ustalenia.

Następnie na poniższym rysunku dorysuj dalszy bieg promienia P od punktu A .

Rysunek

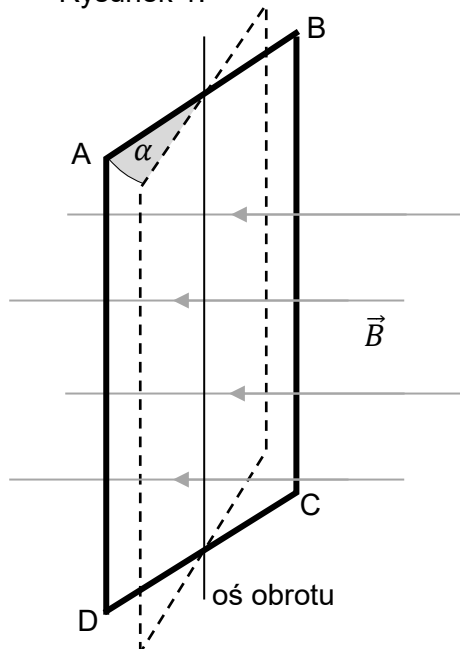


Zadanie 9.

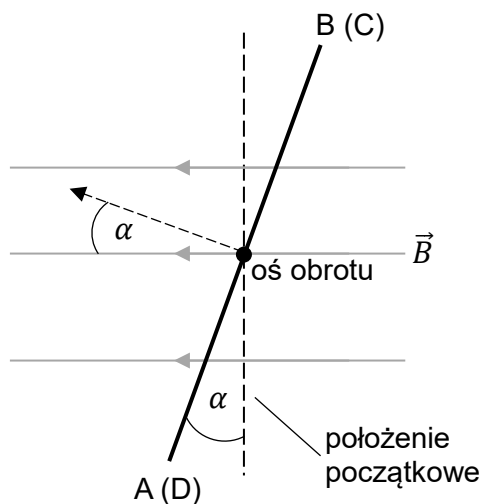
Kwadratową ramkę o polu powierzchni $S = 0,01 \text{ m}^2$ wykonano z cienkiego drutu miedzianego. Tę ramkę umieszczono początkowo w płaszczyźnie prostopadłej do linii jednorodnego pola magnetycznego o indukcji $B = 1,0 \text{ mT}$ i zamocowano tak, że mogła się obracać. Kąt obrotu od położenia początkowego oznaczmy jako α .

Sytuację ilustrują rysunek 1. i rysunek 2.

Rysunek 1.



Rysunek 2. (widok z góry na bok AB)

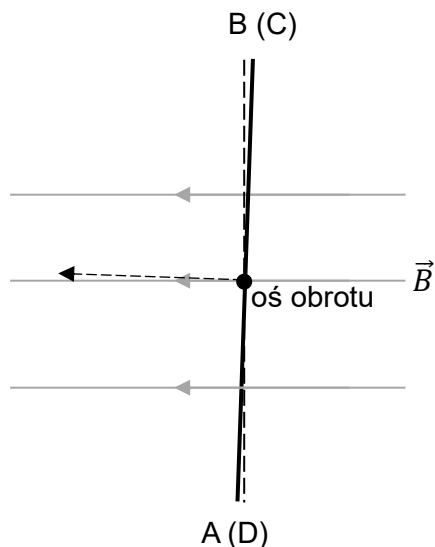


Ramkę wprawiono w ruch obrotowy ze stałą prędkością kątową $\omega = 20 \text{ rad/s}$.

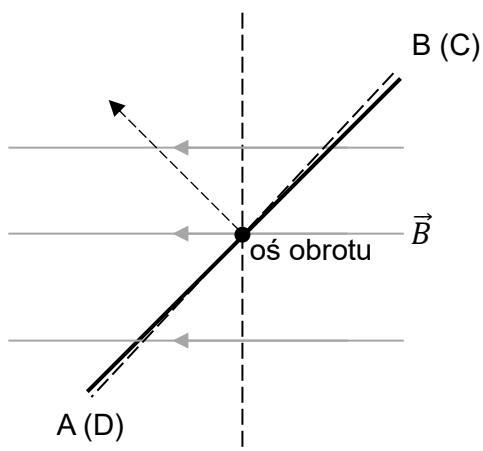
Gdy ramka obracała się od położenia $\alpha = 0^\circ$ do położenia $\alpha = 2^\circ$, to średnia wartość siły elektromotorycznej SEM indukującej się w ramce wynosiła $\mathcal{E}_1$ (zobacz rysunek 3.).

Natomiast gdy ramka obracała się od położenia $\alpha = 43^\circ$ do położenia $\alpha = 45^\circ$, to średnia wartość siły elektromotorycznej SEM indukującej się w ramce wynosiła $\mathcal{E}_2$ (zobacz rysunek 4.).

Rysunek 3. ($\alpha = 0^\circ \rightarrow \alpha = 2^\circ$)



Rysunek 4. ($\alpha = 43^\circ \rightarrow \alpha = 45^\circ$)



Zadanie 9.1. (0-1)

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

Relacja między SEM indukującymi się podczas obrotu o kąt $\Delta\alpha = 2^\circ$ w obu opisanych i zilustrowanych na rysunkach 3. oraz 4. sytuacjach jest następująca:

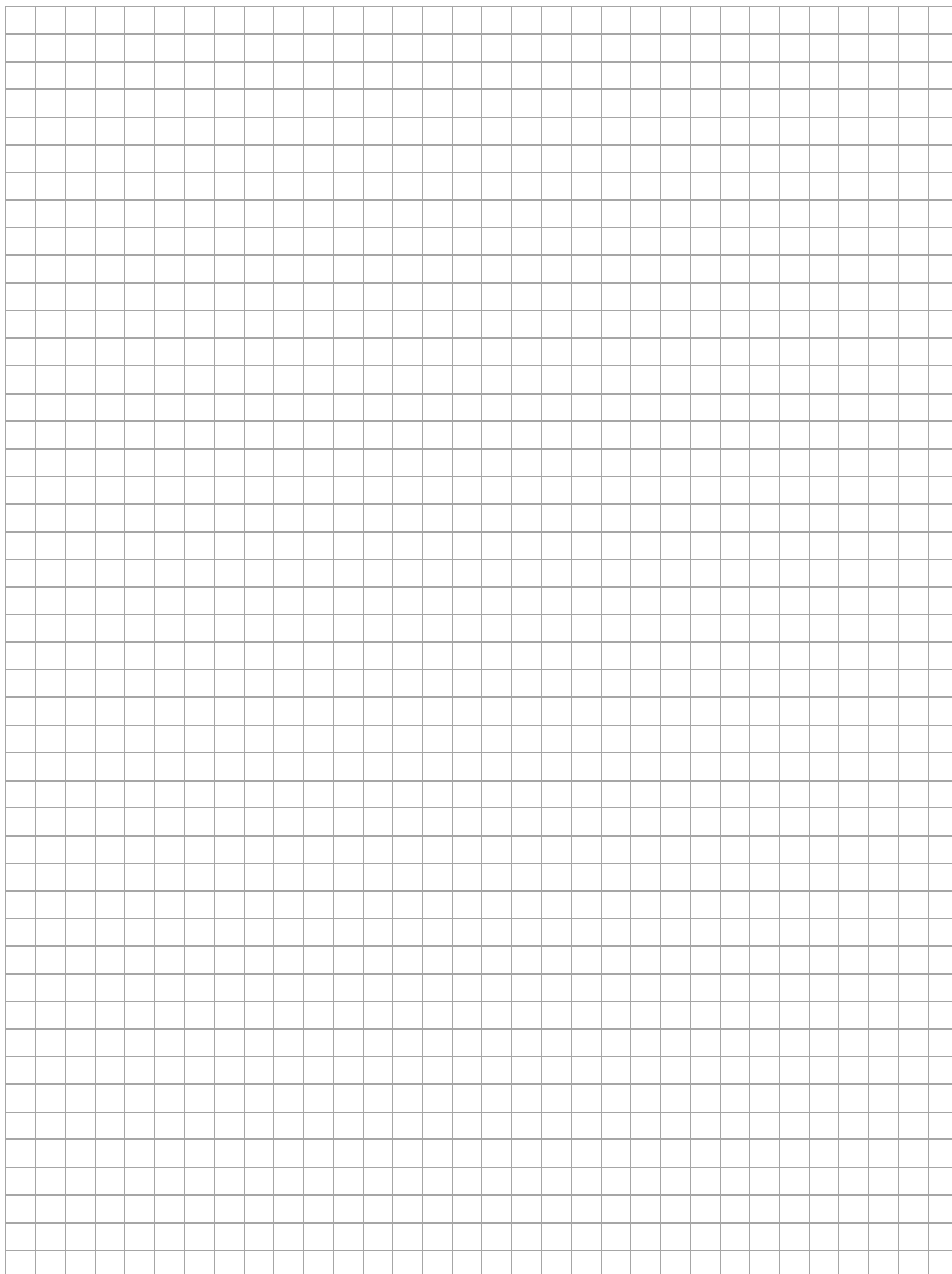
A.	$\varepsilon_1 = \varepsilon_2$	ponieważ	1.	w obu sytuacjach kąt zmienił się o tę samą wartość $\Delta\alpha = 2^\circ$.
B.	$\varepsilon_1 > \varepsilon_2$		2.	zmiana strumienia indukcji pola magnetycznego jest większa w sytuacji zilustrowanej na rysunku 4.
C.	$\varepsilon_1 < \varepsilon_2$		3.	strumień indukcji pola magnetycznego jest większy w sytuacji zilustrowanej na rysunku 3.

[illegible]

9.2.

0-1-
2-3**Zadanie 9.2. (0-3)** **Oblicz ε_2 . Zapisz obliczenia.**

Wskazówka: Pamiętaj o przeliczeniu jednostek kąta: π rad odpowiada 180° .



10.	0-1- 2-3-4
-----	---------------

Wartość prędkości pozytonu w punkcie X była równa $v_X = \frac{1}{3}c$, gdzie c to wartość prędkości światła w próżni.

$$E_0 = 5,11 \cdot 10^5 \text{ eV}$$

Oblicz $\frac{v_Y}{c}$, czyli iloraz wartości prędkości pozytonu w punkcie Y i prędkości światła.

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.

0-1-
2-3-4

Podczas przejścia elektronu w atomie wodoru ze stanu energetycznego o numerze $n = 6$ do stanu energetycznego o numerze $k = 2$ jest emitowany foton. Energię tego fotonu oznaczmy jako $E_{f\ 62}$. Na skutek emisji fotonu atom wodoru doznaje odrzutu.

Przyjmij do obliczeń, że:

- przed emisją fotonu atom wodoru spoczywał
- wartość prędkości odrzutu atomu wodoru jest dużo mniejsza od wartości prędkości światła w próżni
- masa atomu wodoru wynosi $m_{at} = 1,6735 \cdot 10^{-27}$ kg.

Oblicz iloraz $\frac{E_{kin at}}{E_{f 62}}$. Zapisz obliczenia.

Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących i w notacji wykładniczej.

Wskazówka: W obliczeniach możesz wykorzystać fakt, że $E_{kin\ at} \ll E_{f_{62}}$ i wykonać pewne uproszczenia. Szukany ułamek jest większy od zera, ale znacznie mniejszy od jedności.

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.

Zadanie 12.

Energię można uzyskiwać w wyniku przeprowadzania reakcji rozszczepienia jąder uranu. Jądra uranu rozpadają się na inne jądra oraz na neutrony. Neutrony powstające w wyniku jednej reakcji rozszczepienia jądra uranu są przyczyną kolejnych rozszczepień, co może doprowadzić do reakcji łańcuchowej w materiale paliwa jądrowego.

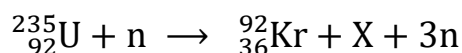
Zadanie 12.1. (0-1)

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

Suma mas jądra uranu i neutronu inicjującego reakcję rozszczepienia jest większa od sumy mas wszystkich produktów tej reakcji rozszczepienia.	P	F
Masa jądra uranu jest większa od sumy mas oddzielnych nukleonów, które tworzą jądro uranu.	P	F

Informacja do zadań 12.2. i 12.3.

Poniżej zapisano równanie przykładowej reakcji rozszczepienia jądra uranu.
Symbolem X oznaczono jądro, które jest jednym z produktów tej reakcji:



Masy jąder i cząstek uczestniczących w opisanej reakcji wynoszą:

$$m_{\text{II}} = 390,216 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{\text{Kr}} = 152,614 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Zadanie 12.2. (0-1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Produktem opisanej reakcji, oznaczonym symbolem X, jest:

- A.** $^{140}_{56}\text{Ba}$ **B.** $^{141}_{56}\text{Ba}$ **C.** $^{140}_{38}\text{Sr}$ **D.** $^{141}_{38}\text{Sr}$

[illegible]

12.3.

0-1-
2-3**Zadanie 12.3. (0-3)**

Łączna energia kinetyczna produktów reakcji rozszczepienia uranu (opisanej w informacji do zadań) wynosi $E_{kin\ prod} = 173,3\text{ MeV}$.

Przyjmij, że przed rozszczepieniem jądro uranu spoczywało i pominięciem energię kinetyczną neutronu uderzającego w jądro uranu.

Oblicz masę jądra oznaczonego symbolem X w opisanej reakcji. Zapisz obliczenia. Wynik podaj zaokrąglony do czterech cyfr znaczących.