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.

Próbny egzamin maturalny ***Formuła 2023***

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Symbol arkusza
MFAP-R0-**100**-2601

DATA: **13 stycznia 2026 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

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.

Układ graficzny
© CKE 2022

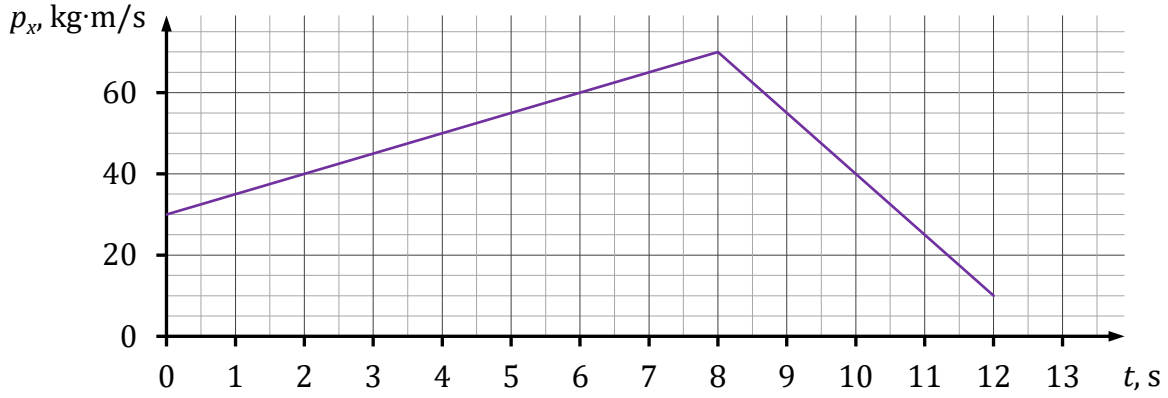
Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 29 stron (zadania 1–12). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Na pierwszej stronie arkusza oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
3. Symbol zamieszczony przy zadaniu zamkniętym oznacza, że rozwiązanie tego zadania musisz przenieść na kartę odpowiedzi. Ocenie podlegają wyłącznie odpowiedzi zaznaczone na karcie odpowiedzi.
4. Odpowiedzi do zadań zamkniętych oznaczonych symbolem zaznacz na karcie odpowiedzi w części przeznaczonej dla zdającego:
   - zamaluj pola do tego przeznaczone
   - błędne zaznaczenie otocz kółkiem i zaznacz właściwe.
5. Rozwiązania pozostałych zadań zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy zadaniu.
6. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach. Przedstaw obliczenia pośrednie wskazujące na wykorzystanie warunków zadania oraz praw i zależności fizycznych.
7. 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.
8. Symbol zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie pomocne lub niezbędne użycie linijki.
9. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
10. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
11. Nie wpisuj żadnych znaków w tabelkach przeznaczonych dla egzaminatora. Tabelki są umieszczone na marginesie przy wybranych zadaniach.
12. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
13. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, z linijki oraz z kalkulatora naukowego. Upewnij się, czy przekazano Ci broszurę z okładką taką jak widoczna poniżej.

Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na następnych stronach.

Zadanie 1.

Ciało $\mathcal{C}$ 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 $\mathcal{C}$ od czasu t w tym ruchu.



Od chwili $t = 0\ \text{s}$ do chwili $t = 8\ \text{s}$ na ciało $\mathcal{C}$ działa siła wypadkowa $\vec{F}_{W1}$.
Od chwili $t = 8\ \text{s}$ do chwili $t = 12\ \text{s}$ na ciało $\mathcal{C}$ 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.

Przyśpieszenie ciała $\mathcal{C}$ 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 $\mathcal{C}$,	a wartość tej siły jest	**1.**	większa od wartości siły $\vec{F}_{w1}$.
B.	przeciwny do zwrotu prędkości ciała $\mathcal{C}$,		**2.**	mniejsza od wartości siły $\vec{F}_{w1}$.

Zadanie 1.3. (0–3)

1.3.
0–1–2–3

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

Zadanie 1.4. (0–2)

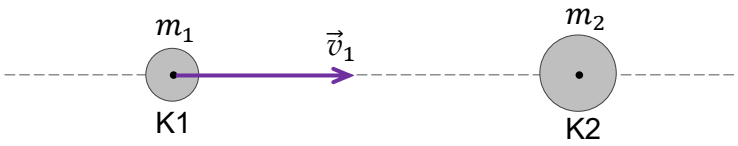
1.4.
0–1–2

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

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:

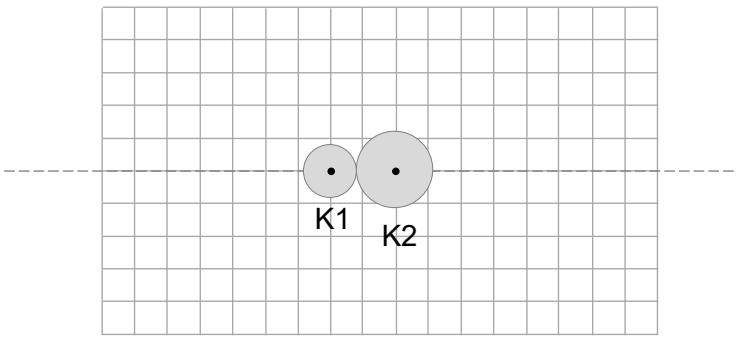
- opisany ruch kul odbywa się w inercjalnym układzie odniesienia
- przed zderzeniem i po zderzeniu kule poruszają się ruchem jednostajnym prostoliniowym
- zderzenie kul jest idealnie sprężyste
- kule oddziałują ze sobą tylko podczas zderzenia
- kule się nie obracają.

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)

2.2.
0–1–2–3–4

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

Zadanie 3.

Jednorodną sztywną płytę $\mathcal{P}$ umieszczono na dwóch równoległych do siebie osiach z kołami. Przyjmij następujące dane oraz oznaczenia:

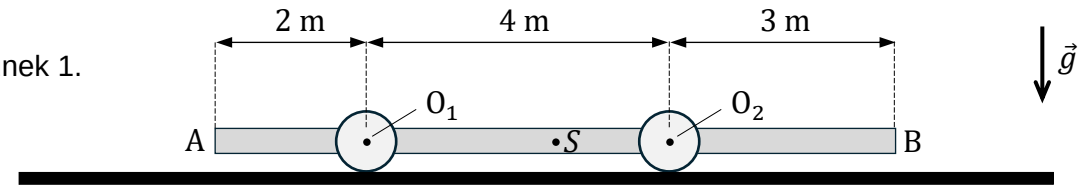
- siłę ciężkości działającą na płytę oznaczymy jako $\vec{Q}_P$
- osie oznaczymy jako O_1 oraz O_2
- koła umieszczone na końcach każdej osi są jednakowe
- środek masy płyty oznaczymy jako S
- osie O_1 oraz O_2 działają na płytę – odpowiednio – siłami reakcji $\vec{F}_1$ oraz $\vec{F}_2$
- krawędzie płyty oznaczymy jako A i B, odległości wzajemne między krawędziami płyty a osiami są następujące:

$$|\mathrm{AO}_1| = 2\ \mathrm{m} \quad |\mathrm{O}_1\mathrm{O}_2| = 4\ \mathrm{m} \quad |\mathrm{O}_2\mathrm{B}| = 3\ \mathrm{m}$$

- układ rozpatrujemy w inercjalnym układzie odniesienia, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym.

Sytuację ilustruje rysunek 1.

Rysunek 1.



Zadanie 3.1. (0–1)

Rozważamy sytuację 1., gdy na płycie nie ma żadnego obciążenia (jak na rysunku 1.).

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.

Między wartościami F_1, F_2, Q_P sił działających na płytę w sytuacji 1. zachodzą relacje

A.	$F_2 > F_1$	oraz	**1.**	$F_1 + F_2 = Q_P$
			2.	$F_1 + Q_P = F_2$
B.	$F_2 < F_1$		**3.**	$Q_P + F_2 = F_1$

Brudnopis

Zadanie 3.2. (0–3)

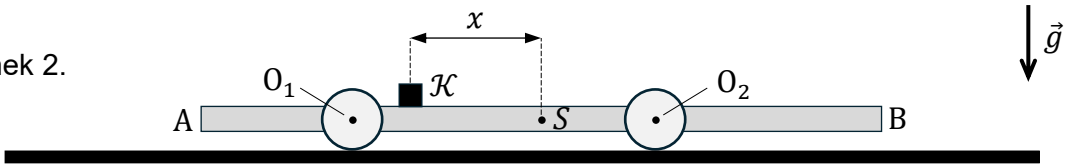
3.2.
0–1–2–3

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 oznaczymy 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.

Rysunek 2.



Oblicz x. Zapisz obliczenia.

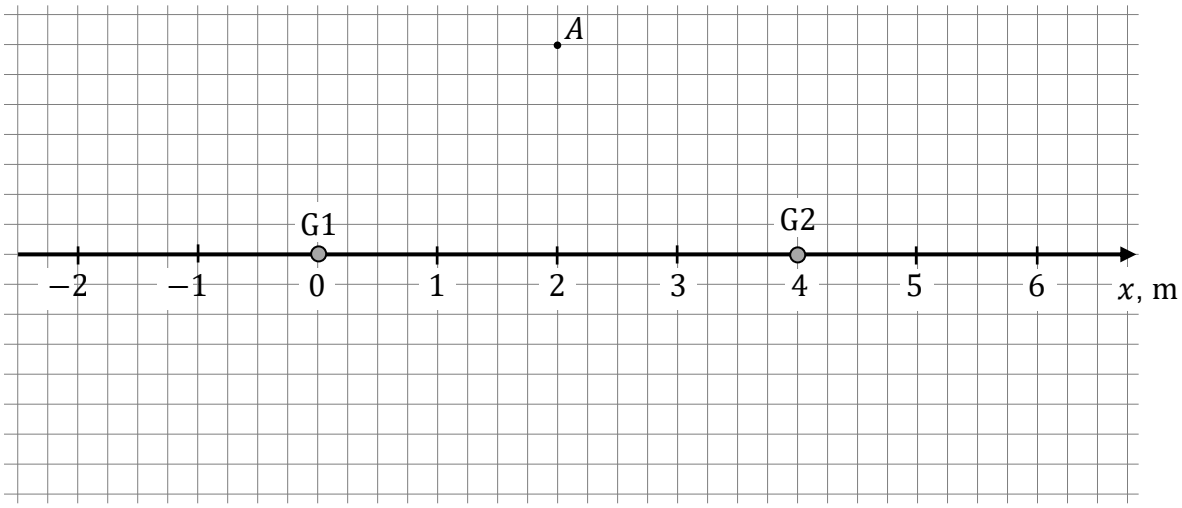
Zadanie 4.

Dwa małe, jednakowe głośniki $\mathrm{G1}$ i $\mathrm{G2}$ umieszczono w zaznaczonych punktach na osi x. Oba głośniki emitują – z tą samą mocą i zgodnie w fazie – fale dźwiękowe o długości $\lambda = 2\ \mathrm{m}$.

Współrzędna położenia głośnika $\mathrm{G1}$ jest równa $x_{\mathrm{G1}} = 0\ \mathrm{m}$, a współrzędna położenia głośnika $\mathrm{G2}$ jest równa $x_{\mathrm{G2}} = 4\ \mathrm{m}$.

Punkt A znajduje się na symetralnej odcinka $\mathrm{G1G2}$. Sytuację ilustruje poniższy rysunek.

Rysunek



W zadaniach 4.1.–4.2. pomijamy efekty związane z odbiciem fali dźwiękowej od przeszkód w otoczeniu oraz z pochłanianiem tej fali w ośrodku.

Zadanie 4.1. (0–1)

Przyjmij następujące oznaczenia:

I_{12A} – natężenie fali dźwiękowej w punkcie A, pochodzącej od głośników $\mathrm{G1}$ i $\mathrm{G2}$.

I_{1A} – natężenie fali dźwiękowej w punkcie A, pochodzącej od jednego głośnika (tzn. gdyby włączony był jeden głośnik).

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Poprawną zależność między I_{12A} oraz I_{1A} opisuje wyrażenie

A. $I_{12A} = 0{,}5 \cdot I_{1A}$ **B.** $I_{12A} = I_{1A}$ **C.** $I_{12A} = 2 \cdot I_{1A}$ **D.** $I_{12A} = 4 \cdot I_{1A}$

Brudnopis

Zadanie 4.2. (0–4)

4.2.
0–1–2–3–4

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

<u>Zaznacz</u> na osi x (na rysunku na stronie 10) wszystkie te punkty.

Zadanie 5. (0–4)

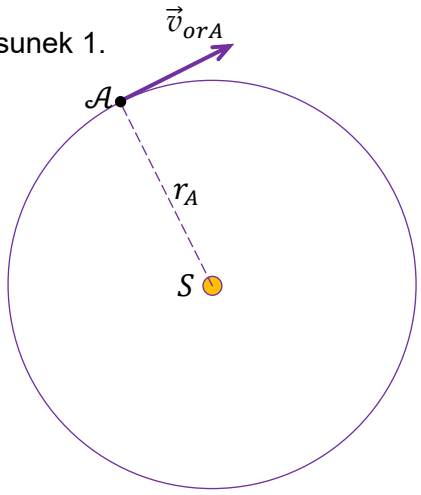
Pewna sonda $\mathcal{A}$ krąży wokół Słońca po orbicie kołowej jedynie pod wpływem siły grawitacji Słońca (zobacz rysunek 1.).

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.).

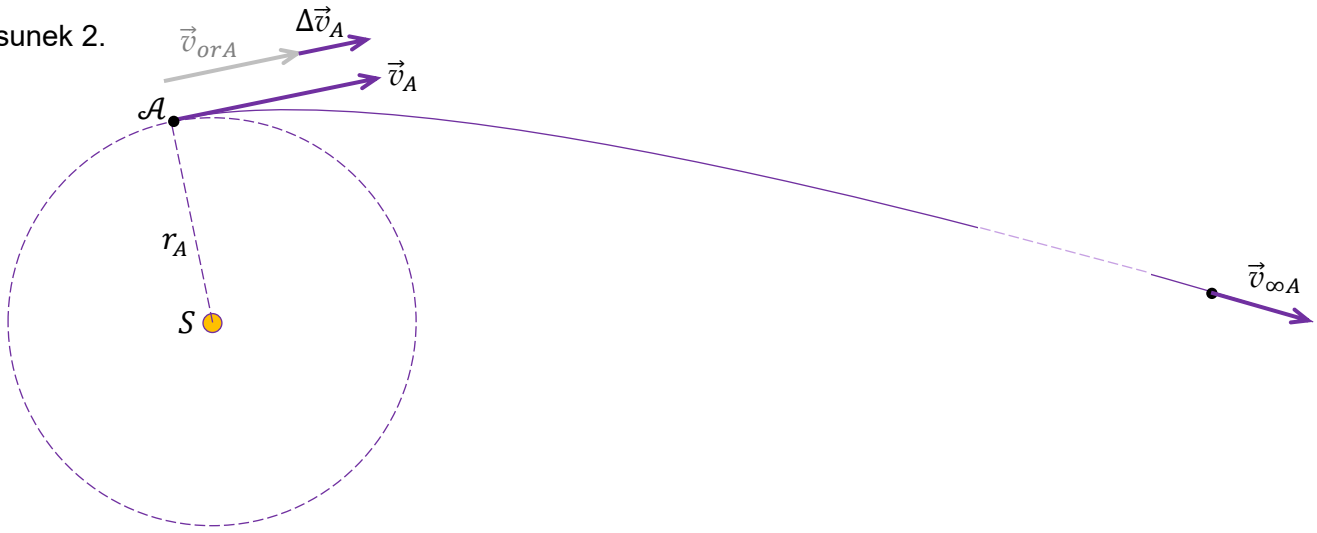
Przyjmij następujące dane, oznaczenia i założenia:

- wartość prędkości sondy $\mathcal{A}$ w ruchu po orbicie kołowej jedynie pod wpływem siły grawitacji oznaczymy jako v_{orA}
- odległość sondy od środka S Słońca oznaczymy 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.

Rysunek 1.



Rysunek 2.

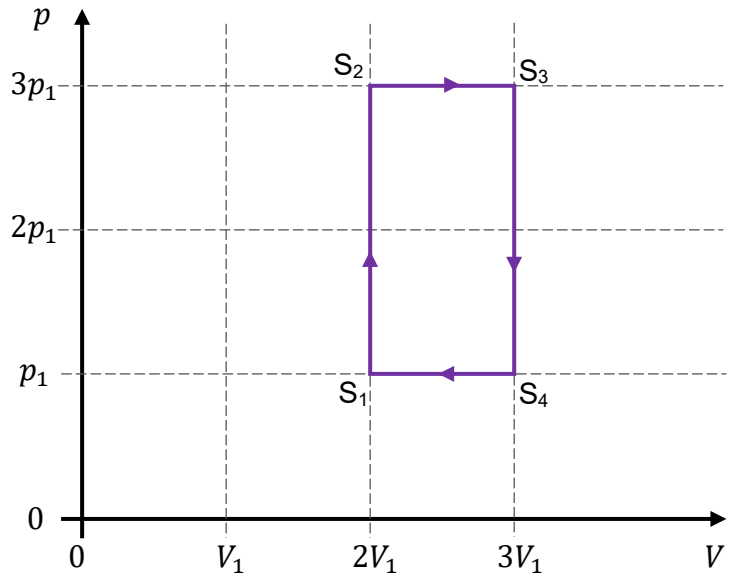


5. 0–1–2–3–4

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.

Zadanie 6.

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.** $3 : 1$

Brudnopis

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)

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

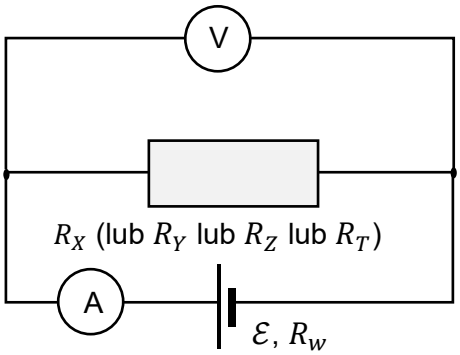
Zadanie 6.4. (0–3)

6.4.
0–1–2–3

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

Zadanie 7.

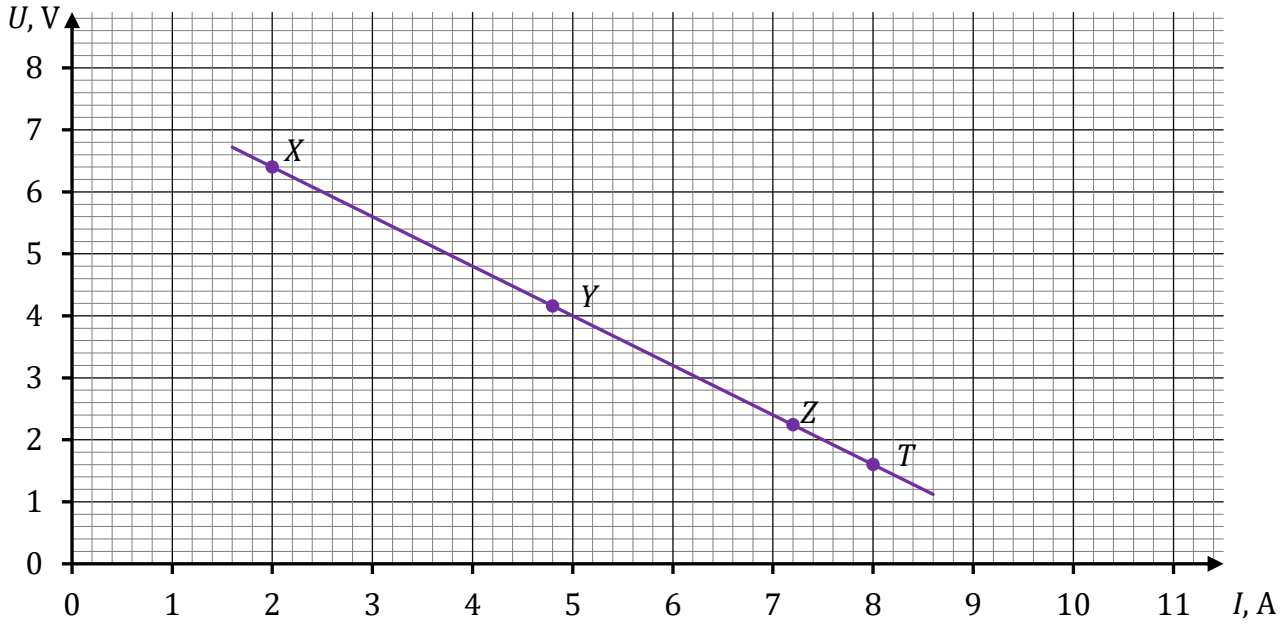
Do obwodu zasilanego akumulatorem o sile elektromotorycznej $\mathcal{E}$ i oporze wewnętrznym R_w podłączano kolejno cztery oporniki: $\mathcal{X}$, $\mathcal{Y}$, $\mathcal{Z}$, $\mathcal{T}$, o różnych oporach elektrycznych: R_X, R_Y, R_Z, R_T.



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 $\mathcal{T}$ 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 7.2. (0–2)

7.2.
0–1–2

Jeżeli bieguny akumulatora połączymy ze sobą bez żadnego opornika między nimi, to w obwodzie popłynie tzw. prąd zwarcia o natężeniu I_z. Jeżeli natomiast do akumulatora podłączymy opornik o bardzo dużym oporze (w stosunku do R_w akumulatora), to napięcie na tym oporniku będzie bliskie sile elektromotorycznej $\mathcal{E}$.

Dokończ zdania 1. i 2. Wpisz właściwe liczby w wykropkowanych miejscach.

1. Siła elektromotoryczna $\mathcal{E}$ akumulatora jest równa ..... V.

2. Natężenie I_z prądu zwarcia akumulatora jest równe ..... A.

Brudnopis

Zadanie 7.3. (0–3)

7.3.
0–1–2–3

Oblicz R_w – opór wewnętrzny akumulatora. Zapisz obliczenia.

Zadanie 8.

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

Zadanie 8.1. (0–3)

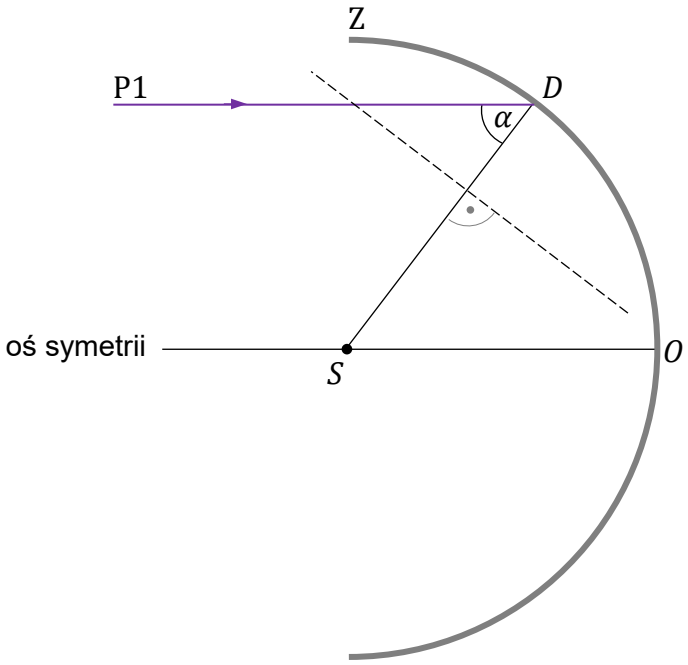
Promień światła P1 biegnie równolegle do osi symetrii zwierciadła sferycznego Z i pada na jego powierzchnię w punkcie D pod kątem α. Następnie promień światła odbity od zwierciadła Z w punkcie D biegnie dalej i przecina oś symetrii zwierciadła w punkcie P. Sytuację ilustruje rysunek (na rysunku nie oznaczono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

Punkt przecięcia osi symetrii zwierciadła z jego powierzchnią oznaczymy jako O.
Odległość punktu P od punktu O oznaczymy 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

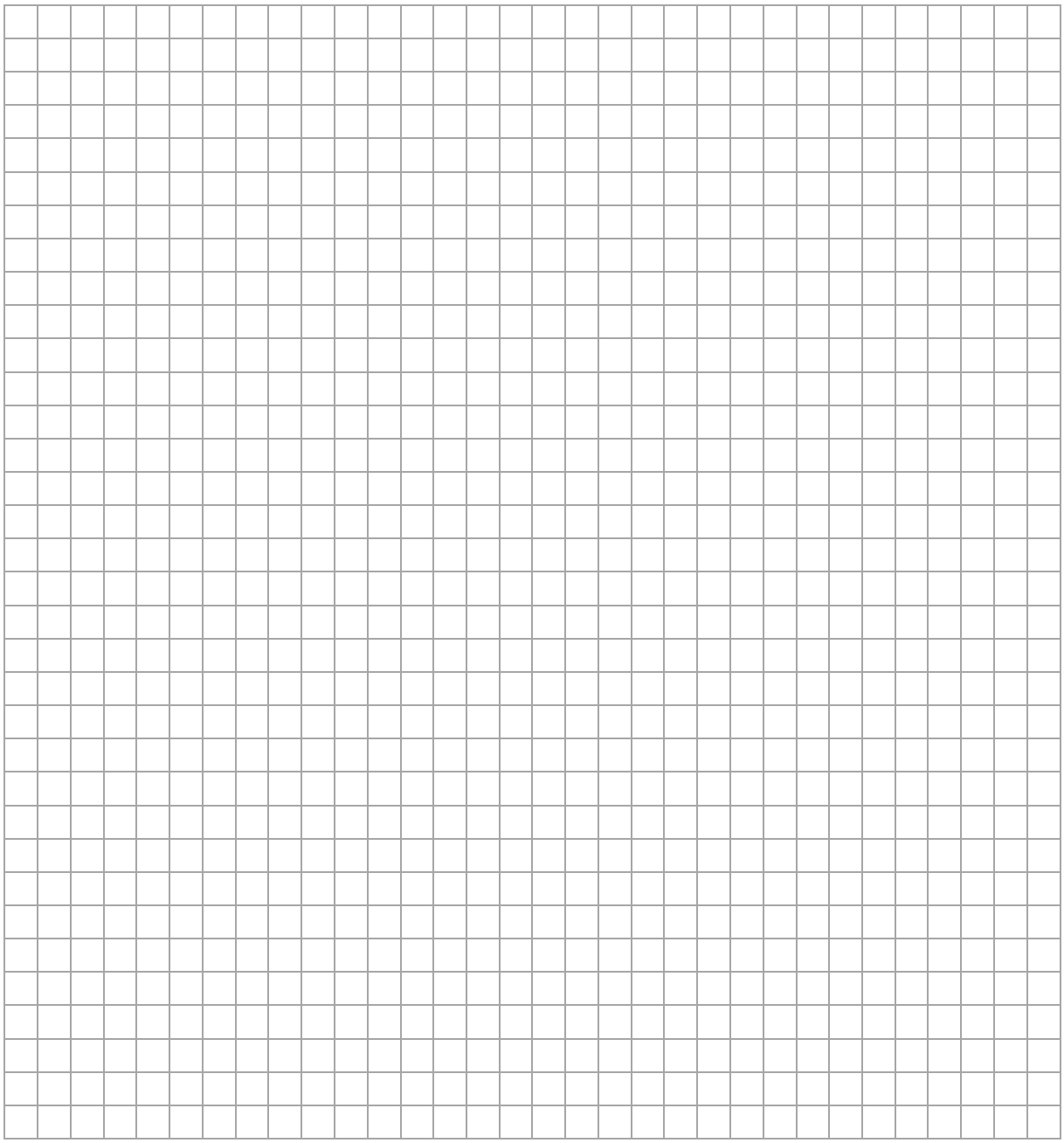


8.1. 0–1–2–3

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

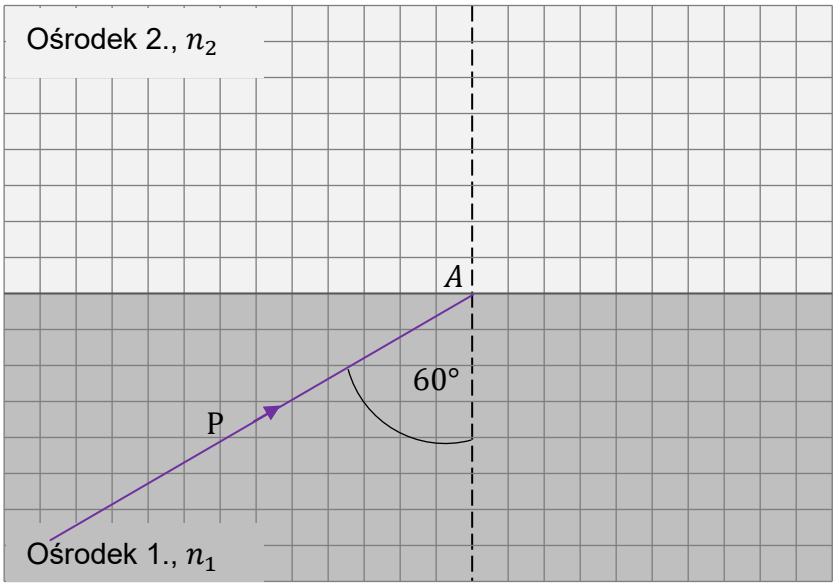
Zadanie 8.2. (0–3)

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

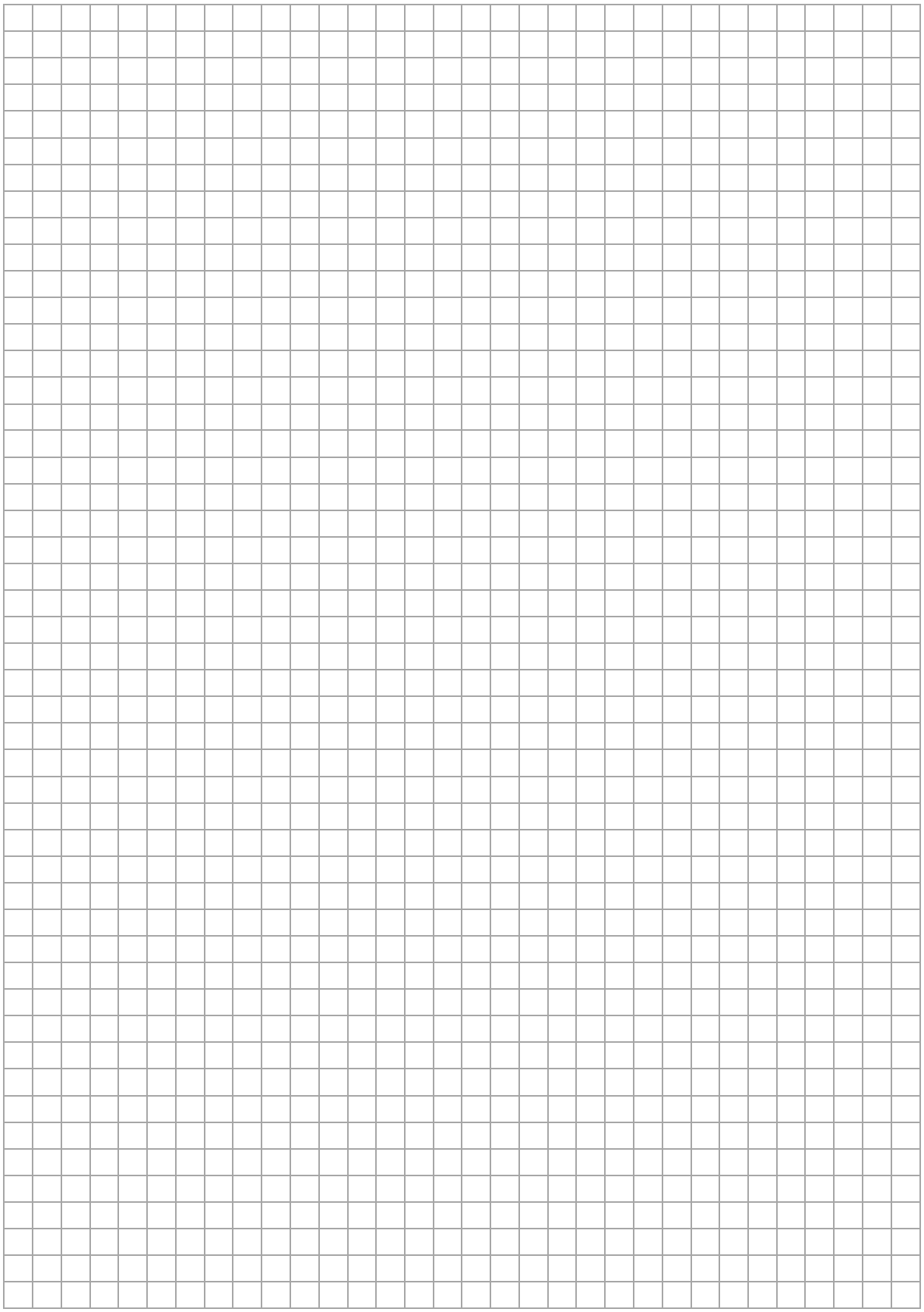
Ustal dalszy bieg promienia P od punktu A. Wykorzystaj odpowiednie prawa/zależności fizyczne i wykonaj niezbędne obliczenia, które doprowadzą do tego ustalenia.

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

Rysunek



BRUDNOPIS

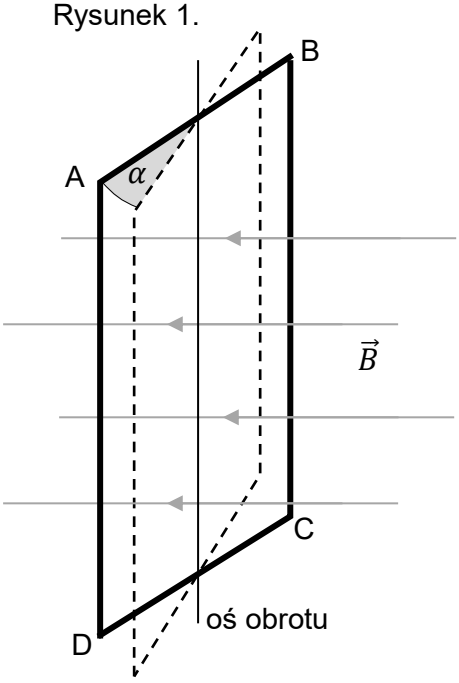


Zadanie 9.

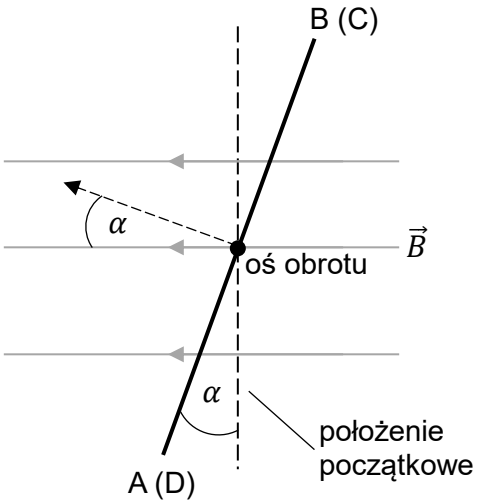
Kwadratową ramkę o polu powierzchni $S = 0{,}01\ \mathrm{m}^2$ wykonano z cienkiego drutu miedzianego. Tę ramkę umieszczono początkowo w płaszczyźnie prostopadłej do linii jednorodnego pola magnetycznego o indukcji $B = 1{,}0\ \mathrm{mT}$ i zamocowano tak, że mogła się obracać. Kąt obrotu od położenia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

Sytuację ilustrują rysunek 1. i rysunek 2.

Rysunek 1.

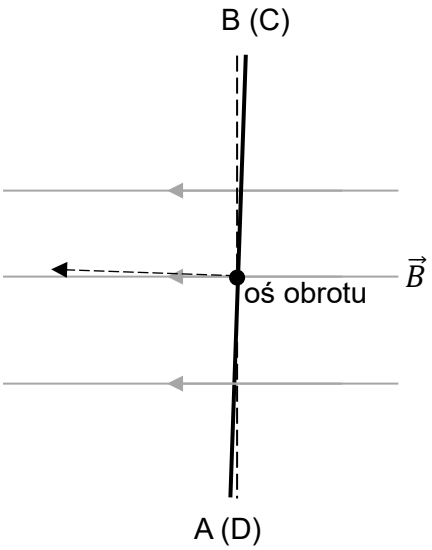


Rysunek 2. (widok z góry na bok AB)

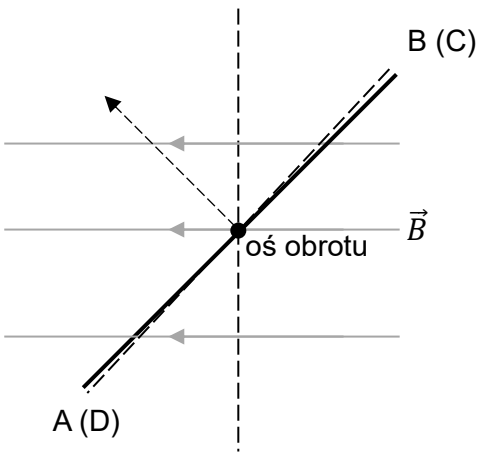


Ramkę wprawiono w ruch obrotowy ze stałą prędkością kątową $\omega = 20\ \mathrm{rad/s}$.
Gdy ramka obracała się od położenia $\alpha = 0°$ do położenia $\alpha = 2°$, to średnia wartość siły elektromotorycznej SEM indukującej się w ramce wynosiła $\mathcal{E}_1$ (zobacz rysunek 3.).
Natomiast gdy ramka obracała się od położenia $\alpha = 43°$ do położenia $\alpha = 45°$, to średnia wartość siły elektromotorycznej SEM indukującej się w ramce wynosiła $\mathcal{E}_2$ (zobacz rysunek 4.).

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



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



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 $\Delta\alpha = 2°$ w obu opisanych i zilustrowanych na rysunkach 3. oraz 4. sytuacjach jest następująca:

A.	$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$	ponieważ	**1.**	w obu sytuacjach kąt zmienił się o tę samą wartość $\Delta\alpha = 2°$.
B.	$\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$		**2.**	zmiana strumienia indukcji pola magnetycznego jest większa w sytuacji zilustrowanej na rysunku 4.
C.	$\mathcal{E}_1 < \mathcal{E}_2$		**3.**	strumień indukcji pola magnetycznego jest większy w sytuacji zilustrowanej na rysunku 3.

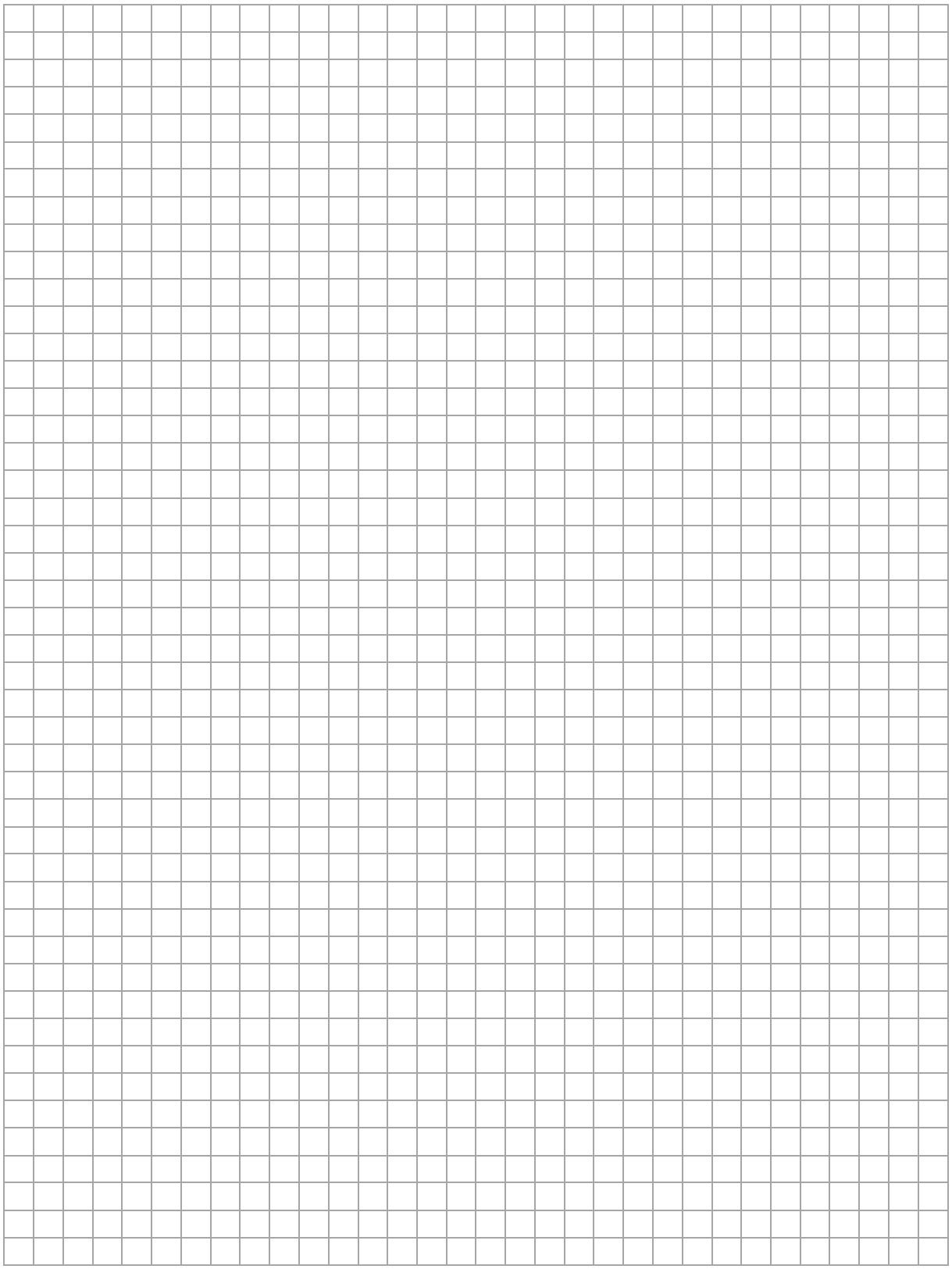
Brudnopis

9.2.
0–1–2–3

Zadanie 9.2. (0–3)

Oblicz $\mathcal{E}_2$. Zapisz obliczenia.

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



Zadanie 10. (0–4)

10.
0–1–2–3–4

Pozyton został rozpędzony w próżni w polu elektrycznym od punktu X do punktu Y. Napięcie elektryczne między punktem X a punktem Y było równe $U_{XY} = 1{,}50 \cdot 10^5$ V. Wartość prędkości pozytonu w punkcie X była równa $v_X = \frac{1}{3}c$, gdzie c to wartość prędkości światła w próżni.

Przyjmij, że energia spoczynkowa E_0 pozytonu jest równa (po zaokrągleniu):

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

Ładunek elektryczny pozytonu jest równy co do wartości bezwzględnej ładunkowi elektrycznemu elektronu.

Oblicz $\frac{v_Y}{c}$, czyli iloraz wartości prędkości pozytonu w punkcie Y i prędkości światła. Zapisz obliczenia. Wynik podaj zaokrąglony do trzech cyfr znaczących.

11.
0–1–2–3–4

Zadanie 11. (0–4)

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 oznaczymy jako $E_{f\,62}$. Na skutek emisji fotonu atom wodoru doznaje odrzutu.
Energię kinetyczną atomu wodoru uzyskaną w wyniku odrzutu oznaczymy jako $E_{kin\,at}$.

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.

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:

$$^{235}_{92}\mathrm{U} + \mathrm{n} \longrightarrow {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + \mathrm{X} + 3\mathrm{n}$$

Masy jąder i cząstek uczestniczących w opisanej reakcji wynoszą:

$$m_{\mathrm{U}} = 390{,}216 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}$$

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

$$m_{\mathrm{n}} = 1{,}675 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}$$

Zadanie 12.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Produktem opisanej reakcji, oznaczonym symbolem X, jest:

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

Brudnopis

12.3.
0–1–2–3

Zadanie 12.3. (0–3)

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

Przyjmij, że przed rozszczepieniem jądro uranu spoczywało i pomiń 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.

BRUDNOPIS

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023