

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

Symbol arkusza

MFAP-R0-**100**-2305

DATA: **19 maja 2023 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS TRWANIA: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**


Przed rozpoczęciem pracy z arkuszem egzaminacyjnym

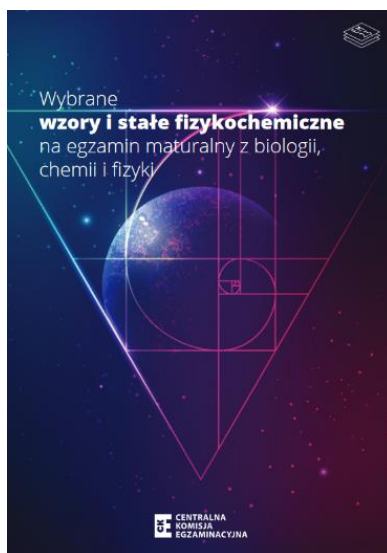
1. Sprawdź, czy nauczyciel przekazał Ci **właściwy arkusz egzaminacyjny**, tj. arkusz we **właściwej formule**, z **właściwego przedmiotu** na **właściwym poziomie**.
2. Jeżeli przekazano Ci **niewłaściwy** arkusz – natychmiast zgłoś to nauczycielowi. Nie rozrywaj banderol.
3. Jeżeli przekazano Ci **właściwy** arkusz – rozerwij banderole po otrzymaniu takiego polecenia od nauczyciela. Zapoznaj się z instrukcją na stronie 2.



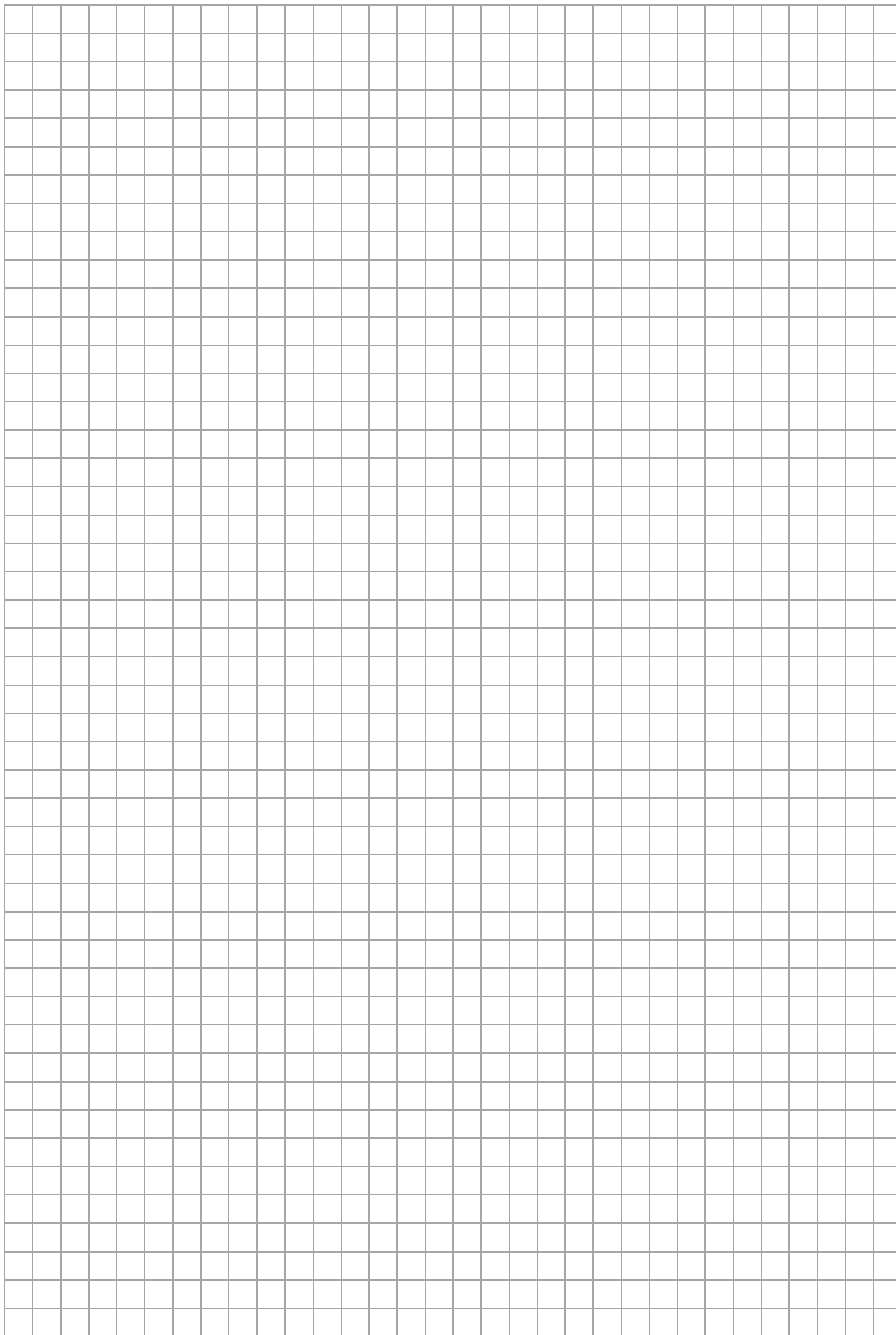


Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 28 stron (zadania 1–11).
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. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
5. Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie pomocne lub niezbędne użycie linijki.
6. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
7. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
8. Nie wpisuj żadnych znaków w tabelkach przeznaczonych dla egzaminatora. Tabelki umieszczone są na marginesie przy każdym zadaniu.
9. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
10. 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.**



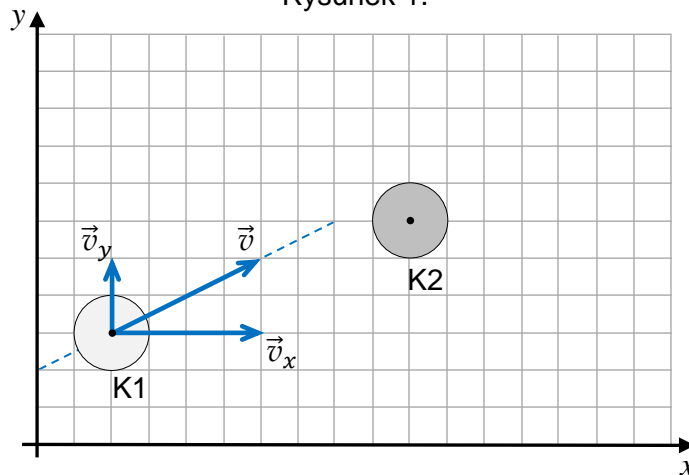
Zadanie 2.

Krażek K1 porusza się w inercyjnym układzie odniesienia \mathcal{U} ze stałą prędkością \vec{v} , a krażek K2 spoczywa. Środek krażka K2 leży poza prostą wyznaczającą kierunek ruchu krażka K1. W pewnej chwili krażek K1 uderza w krażek K2.

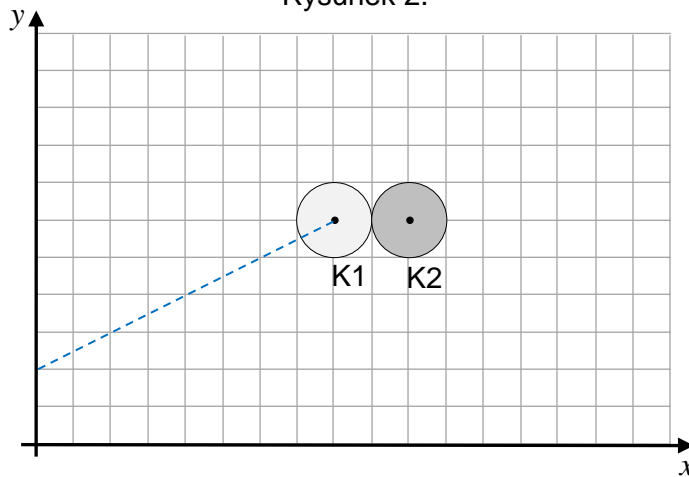
Na rysunku 1. w kartezjańskim układzie współrzędnych (x, y) przedstawiono poruszający się krażek K1 i spoczywający krażek K2. Oznaczono prędkość \vec{v} krażka K1 i składowe \vec{v}_x, \vec{v}_y tej prędkości. Na rysunku 2. przedstawiono moment zderzenia się obu krażyków.

Krażki są jednorodne, a ich masy są sobie równe. Pomijamy tarcie między krażykami K1 i K2 oraz między krażykami a podłożem.

Rysunek 1.



Rysunek 2.



2.1.

0-1

Zadanie 2.1. (0-1)

Na rysunku 2. powyżej narysuj parę sił wzajemnego oddziaływania pomiędzy krażykami podczas ich zderzenia. Każdą z sił przyłóż – odpowiednio – w punkcie środka masy krażka K1 lub krażka K2. Zachowaj odpowiednie kierunki i zwroty tych sił oraz relację (większy, równy, mniejszy) między ich wartościami.



Zadanie 2.2. (0–1)

Założmy, że zderzenie krążków K1 i K2 było doskonale sprężyste.

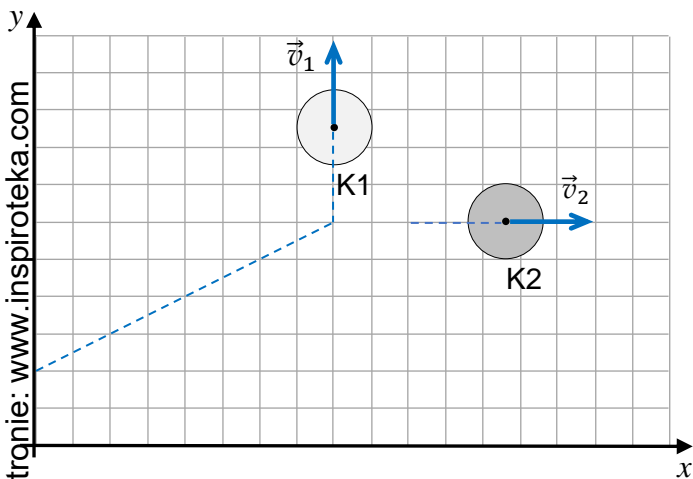
Na którym rysunku (spośród A–D) prawidłowo narysowano i opisano wektory prędkości krążków bezpośrednio po zderzeniu w układzie odniesienia \mathcal{U} ? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

2.2.

0–1

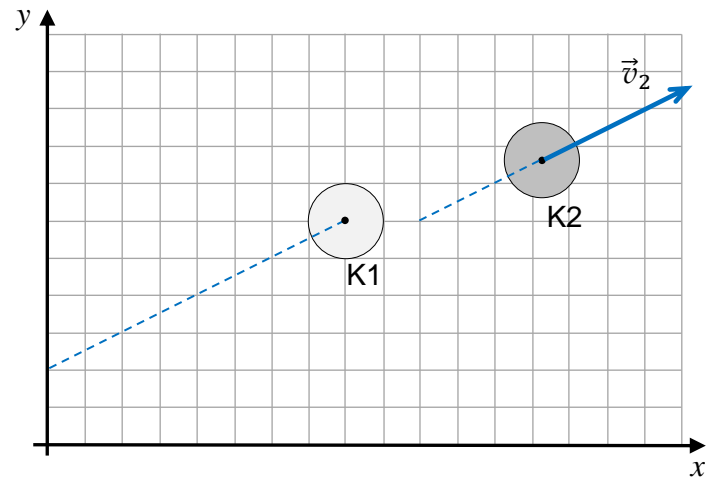
A.

$$|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = \frac{|\vec{v}|}{2}$$



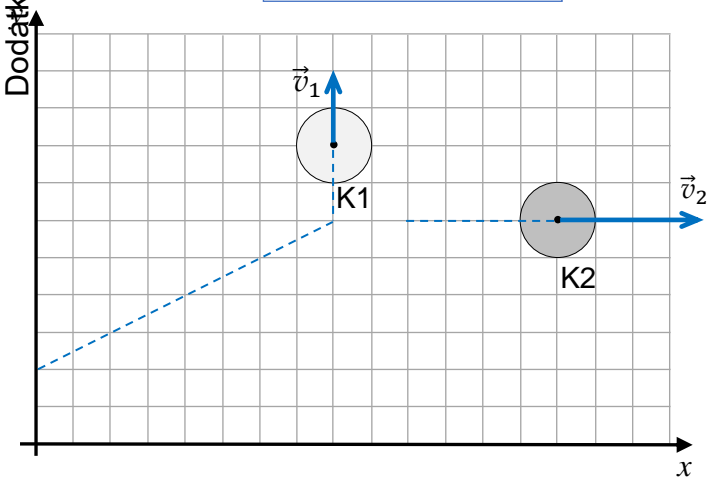
B.

$$\vec{v}_1 = 0 \quad \vec{v}_2 = \vec{v}$$



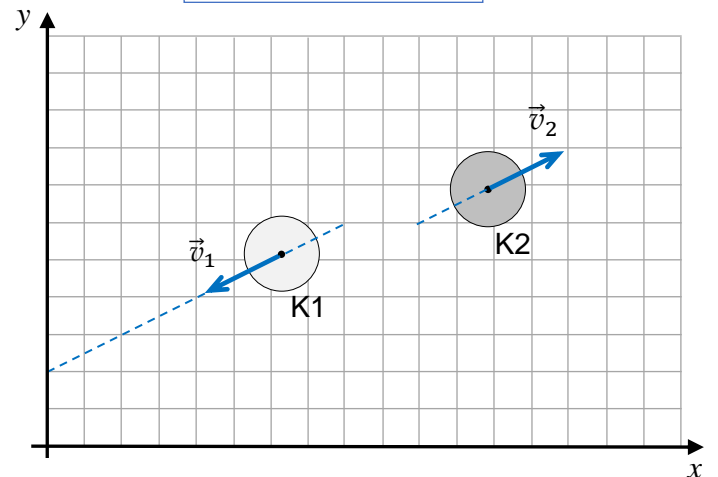
C.

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_y \quad \vec{v}_2 = \vec{v}_x$$



D.

$$\vec{v}_1 = -\frac{\vec{v}}{2} \quad \vec{v}_2 = \frac{\vec{v}}{2}$$



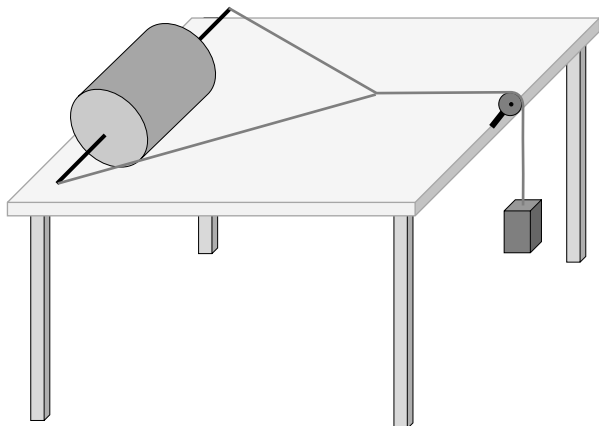
Zadanie 3.

Wzdłuż osi jednorodnego walca o masie m i promieniu R przechodzi cienki pręt, wokół którego walec może się obracać. Do tego pręta przymocowano cienką nierozciągliwą linkę, którą przewieszono przez bloczek. Na końcu linki zawieszono ciężarek o masie m (równej masie walca). Początkowo walec był unieruchomiony i spoczywał na stole. W pewnej chwili walec – ciągnięty przez linkę – rozpoczął ruch i toczył się dalej bez poślizgu po poziomej powierzchni stołu. Opisaną sytuację ilustrują rysunki 1. i 2.

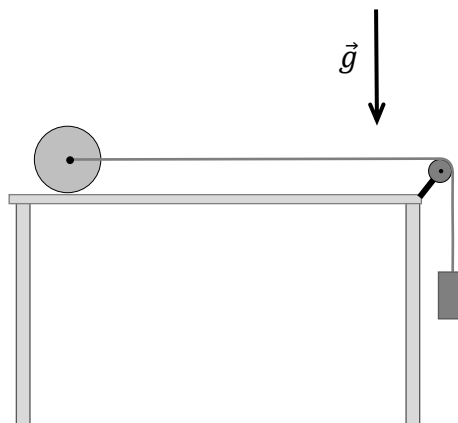
Do analizy zagadnienia przyjmij model zjawiska, w którym:

- moment bezwładności walca względem jego osi symetrii jest równy $I = \frac{1}{2}mR^2$
- pomijamy masę linki, masę błočka oraz masę pręta na osi symetrii walca
- zakładamy, że ruch walca i ciężarka odbywa się w układzie inercyjnym
- siła tarcia statycznego \vec{T} między walcem a powierzchnią stołu nie osiągnęła wartości maksymalnej
- pomijamy inne (tzn. oprócz tarcia statycznego) opory ruchu układu.

Rysunek 1.



Rysunek 2. (widok z boku)



Zadanie 3.1. (0–2)

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

1.	Gdy walec toczy się bez poślizgu, to w czasie jednego obrotu przebywa drogę o długości $2\pi R$.	P	F
2.	Energia kinetyczna ruchu postępowego walca jest większa od energii kinetycznej ruchu obrotowego walca względem jego osi.	P	F
3.	Energia potencjalna opadającego ciężarka zamienia się w całości na energię kinetyczną ruchu postępowego walca i ruchu obrotowego walca.	P	F

Brudnopis																			

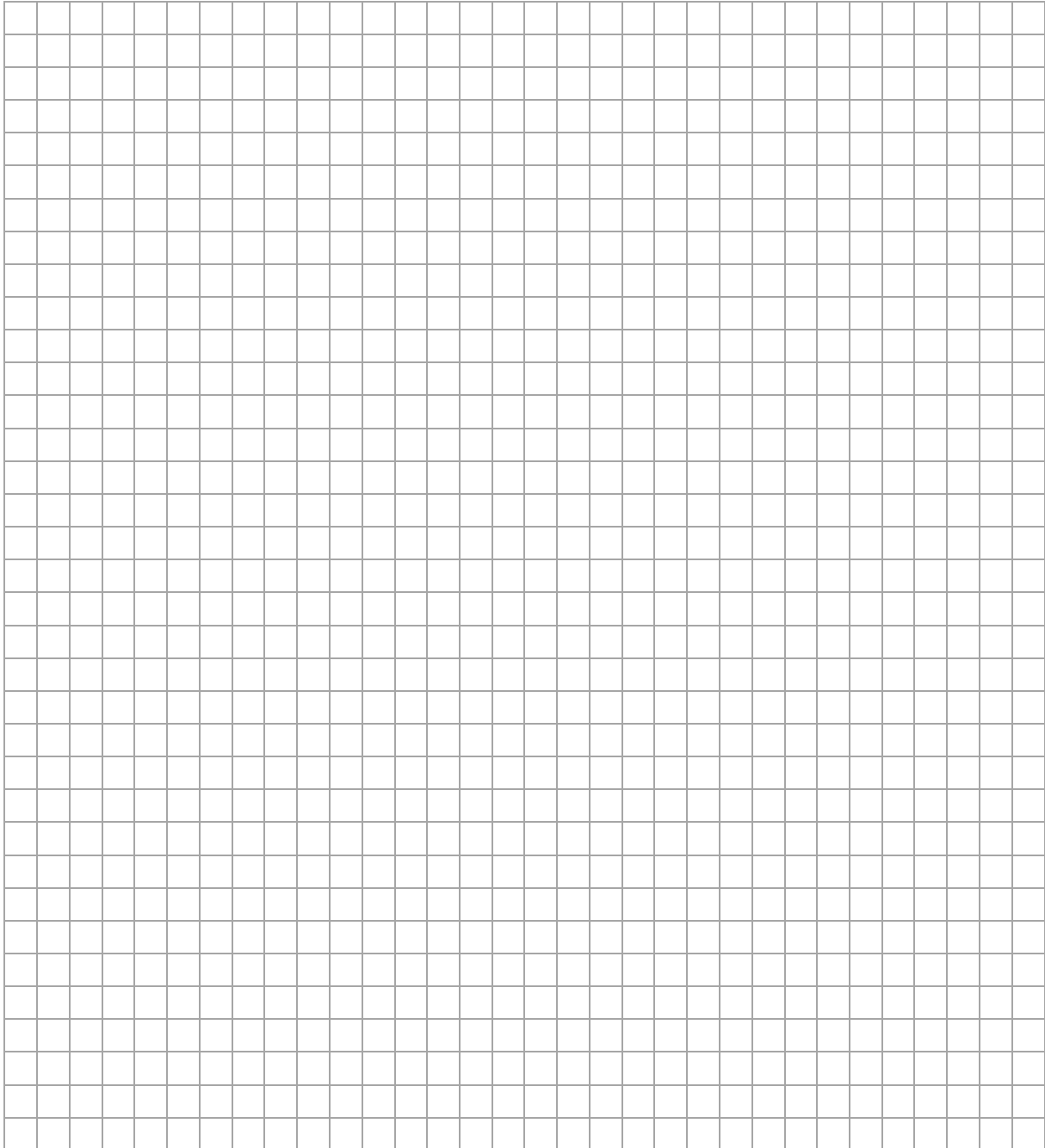


Zadanie 3.2. (0–4)

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć wartość a przyśpieszenia ciężarka w zależności tylko od wartości g przyśpieszenia ziemskiego. Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj (w ramce na dole strony) postać tego wzoru.

Wskazówka: Skorzystaj z zasady zachowania energii mechanicznej układu lub skorzystaj z drugiej zasady dynamiki dla ruchu postępowego walca, dla ruchu obrotowego walca i dla ruchu postępowego ciężarka.

3.2.
0-1-
2-3-4

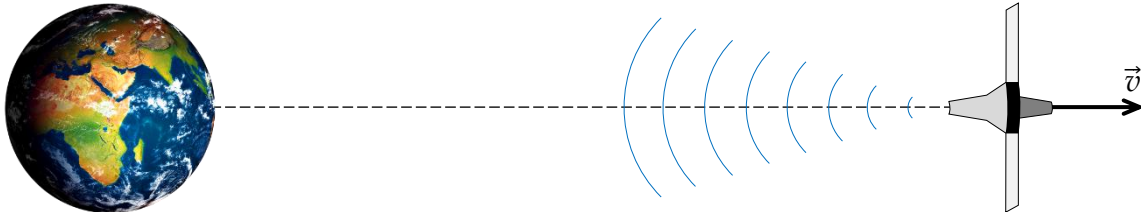


$a =$

Zadanie 4.

Sonda kosmiczna oddala się od Ziemi z prędkością \vec{v} wzdłuż prostej przechodzącej przez środek Ziemi. Ta sonda emituje w stronę Ziemi falę elektromagnetyczną o częstotliwości dokładnie $f_{zr} = 3$ GHz (podana częstotliwość jest określona w układzie odniesienia związanym z sondą, czyli jest częstotliwością źródła fali). Sytuację ilustruje rysunek poglądowy poniżej (odległości na rysunku są umowne).

Rysunek



Odbierana na Ziemi fala ma częstotliwość f_z różniącą się od częstotliwości źródła fali o $|\Delta f| = 750$ kHz. Wartość prędkości światła w próżni oznaczamy jako c . Przyjmij, że $v \ll c$ oraz $c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s.

Zadanie 4.1. (0–1)

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

Fala elektromagnetyczna wysyłana przez sondę porusza się względem Ziemi z prędkością równą

A.	$c - v,$	ponieważ	1.	prędkość fali elektromagnetycznej jest niezależna od ruchu źródła tej fali.
B.	$c,$		2.	źródło oddalające się od Ziemi unosi ze sobą falę elektromagnetyczną i zmniejsza jej prędkość.
C.	$c + v,$		3.	prędkość fali elektromagnetycznej jest zawsze powiększona o prędkość źródła tej fali.

Zadanie 4.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Zarejestrowana na Ziemi częstotliwość f_z fali elektromagnetycznej wyemitowanej przez sondę jest równa

- A.** 3,75000 GHz **B.** 2,25000 GHz **C.** 3,00075 GHz **D.** 2,99925 GHz

Brudnopis																			



Zadanie 5.

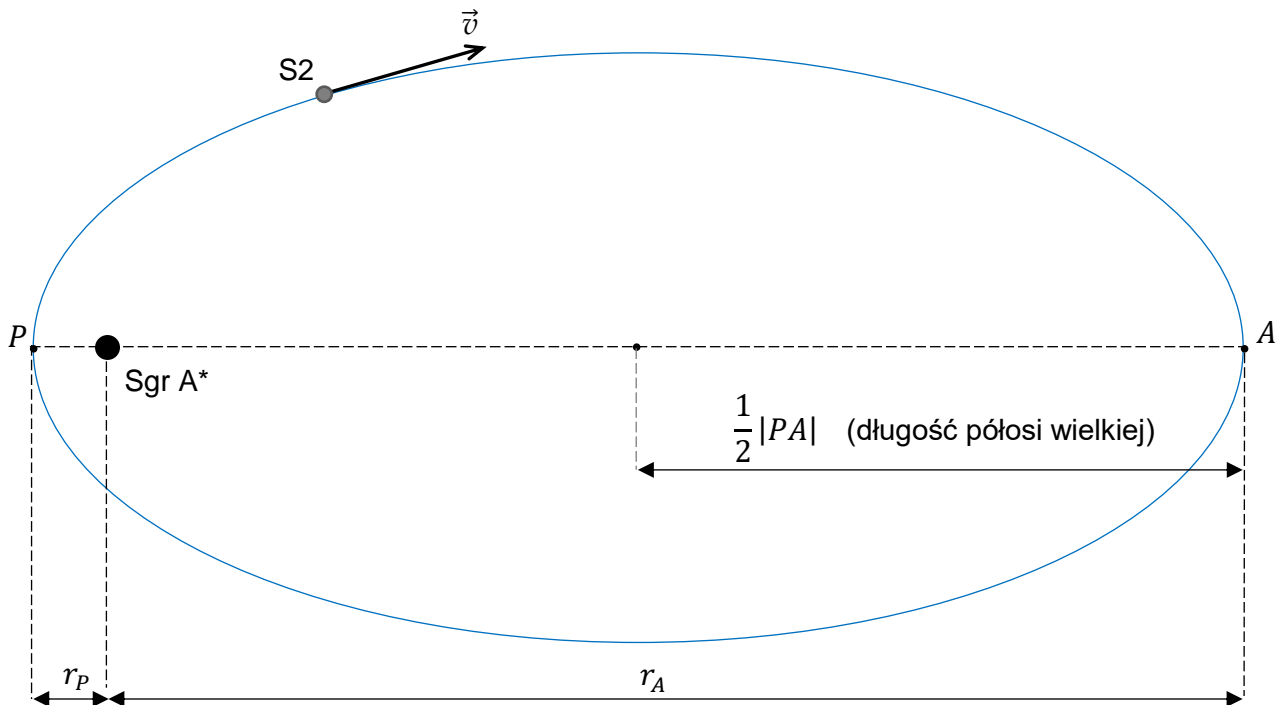
Sagittarius A* (Sgr A*) to bardzo masywny obiekt znajdujący się w centrum naszej galaktyki. Gwiazda znana jako S2 obiega obiekt Sgr A* po wydłużonej orbicie eliptycznej. Parametry tego ruchu orbitalnego są następujące:

- okres obiegu S2 dookoła Sgr A* wynosi $T_{S2} = 16$ lat ziemskich
- najmniejsza odległość środka S2 od centrum Sgr A* jest równa $r_P = 120$ au
- największa odległość środka S2 od centrum Sgr A* jest równa $r_A = 1820$ au.

Przyjmij, że Sgr A* się nie porusza, oraz pomiń wpływ innych ciał na ruch S2.

Opisaną sytuację przedstawiono na rysunku 1. Ponadto oznaczono wektor \vec{v} prędkości środka S2 w przedstawionym położeniu na orbicie.

Rysunek 1.



Informacja do zadań 5.3.–5.4.

Załóżmy, że ciało C_1 krąży po orbicie O_1 wokół centrum grawitacyjnego o masie M_1 , a ciało C_2 krąży po orbicie O_2 wokół centrum grawitacyjnego o masie M_2 . Zakładamy, że na każde z tych ciał działa jedynie siła pochodząca od centrum grawitacyjnego, dookoła którego dane ciało krąży. Stosunek mas M_1 i M_2 można obliczyć ze wzoru:

$$\frac{M_1}{M_2} = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3 \cdot \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$$

gdzie: T_1 i T_2 są okresami obiegu ciał po orbitach – odpowiednio – O_1 i O_2 , natomiast a_1 i a_2 zależą od rodzaju orbity:

- gdy orbity O_1 i O_2 są kołowe, to a_1 i a_2 są odpowiednio promieniami tych orbit
- gdy orbita O_1 jest eliptyczna, a orbita O_2 jest kołowa, to a_1 jest długością półosi wielkiej orbity O_1 , natomiast a_2 jest promieniem orbity O_2 .

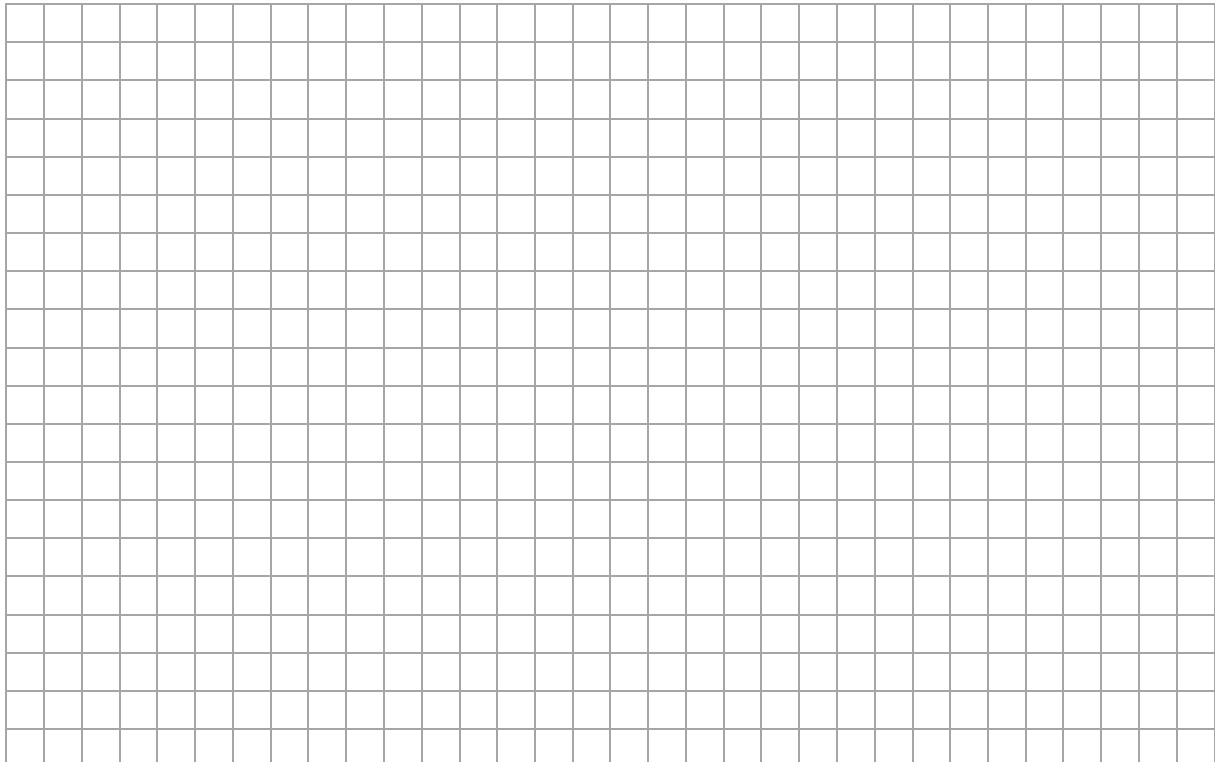
Zadanie 5.3. (0–2)

Masę obiektu Sgr A* oznaczmy jako M_{SA} , a masę Słońca oznaczmy jako M_S .

Przyjmij, że Ziemia porusza się dookoła Słońca po orbicie kołowej o promieniu $a_Z = 1,0$ au z okresem obiegu $T_Z = 1,0$ rok. Długość półosi wielkiej orbity gwiazdy S2, poruszającej się wokół obiektu Sgr A*, zgodnie z oznaczeniami na rysunku 1. (strona 12), jest równa $\frac{|PA|}{2}$.

Oblicz iloraz $\frac{M_{SA}}{M_S}$. Zapisz obliczenia. Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

5.3.
1–2



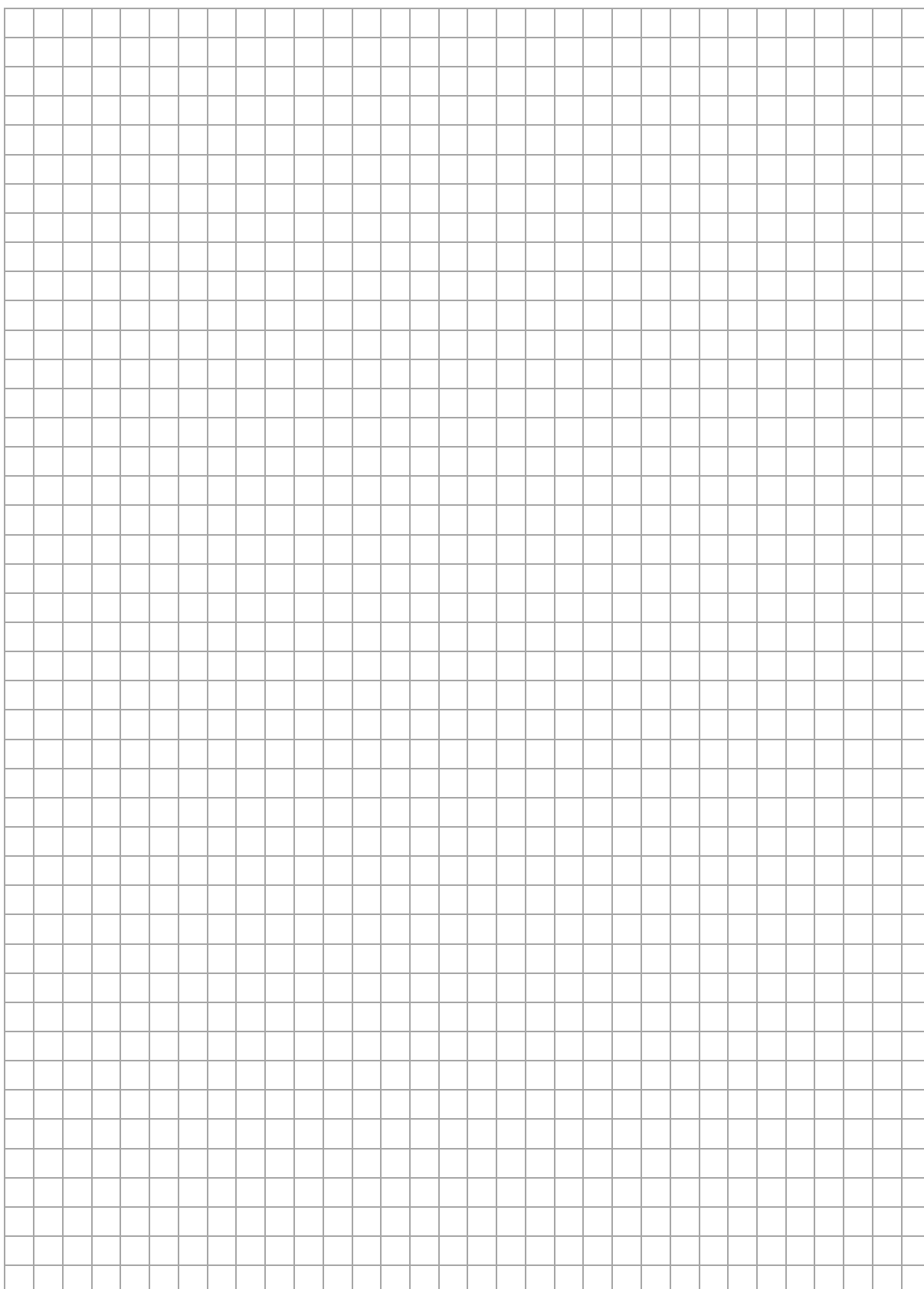
Zadanie 5.4. (0–3)

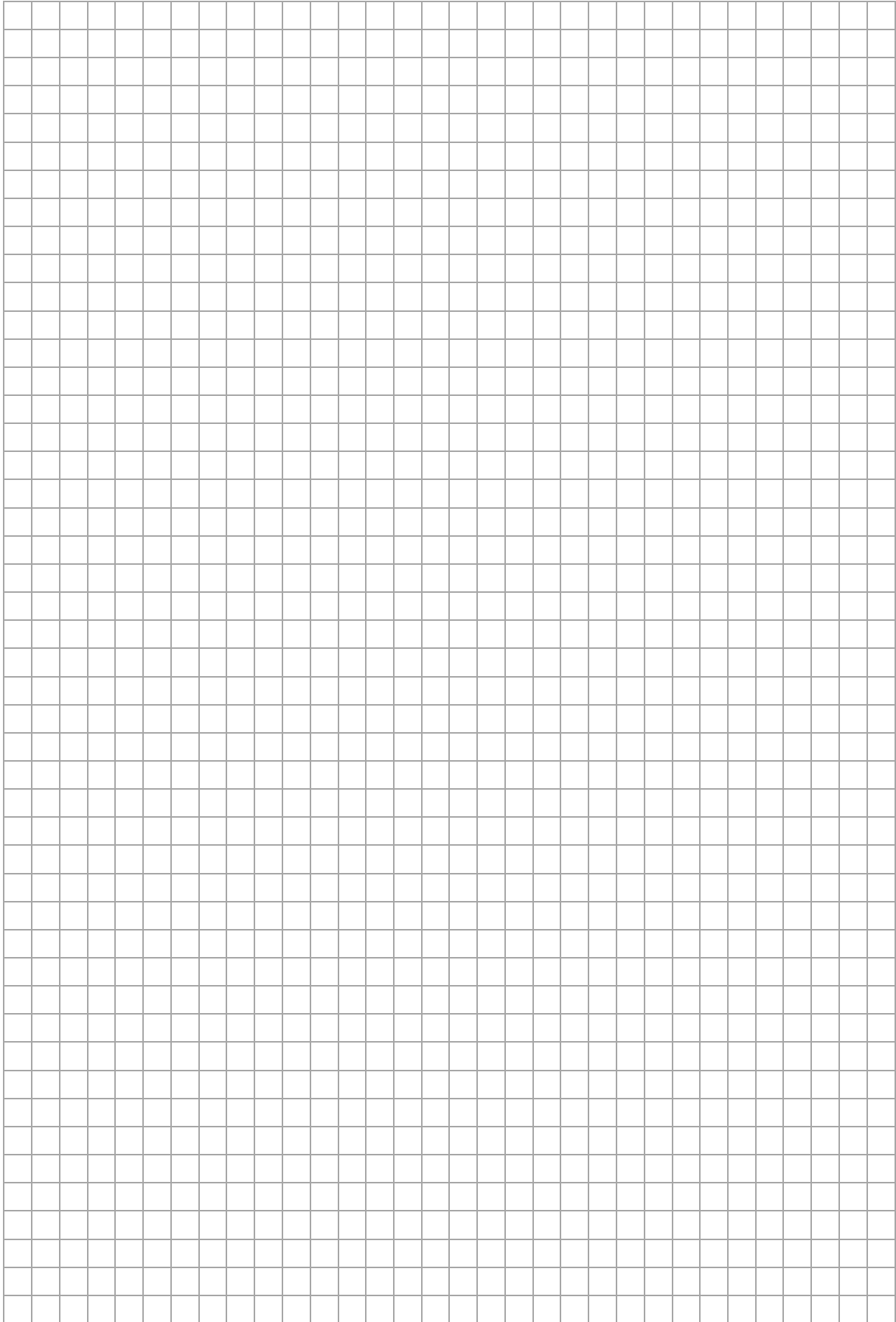
Wyprowadź wzór podany w informacji do zadań 5.3.–5.4. w przypadku, gdy orbity \mathcal{O}_1 i \mathcal{O}_2 są kołowe.

5.4.

0–1–
2–3

--





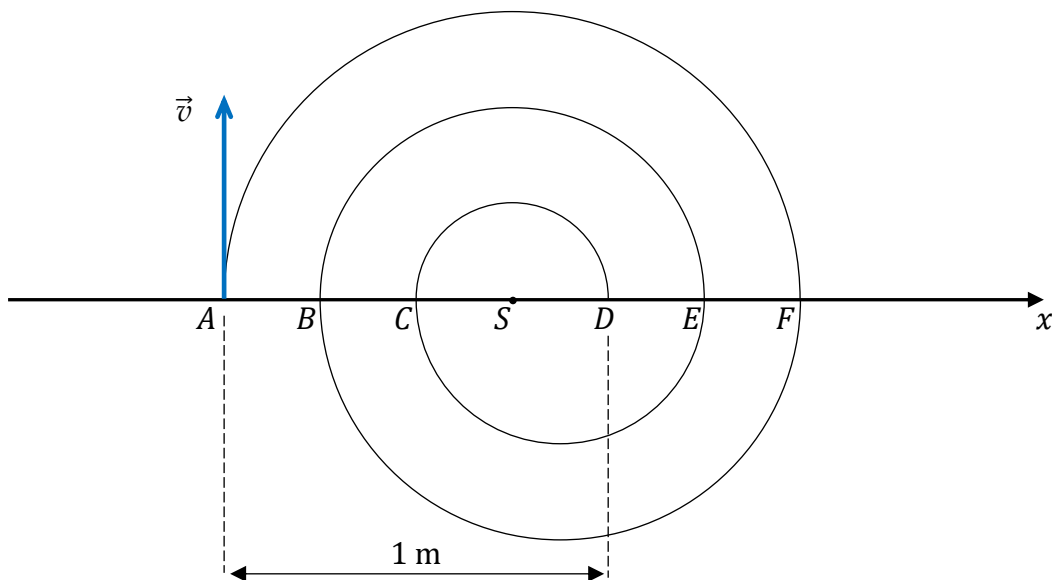
Zadanie 7.

Proton poruszał się w próżni, w polu magnetycznym po torze, który składał się z półokręgów AF , FB , BE , EC , CD (zobacz rysunek). Na każdym z tych półokręgów wektor indukcji magnetycznej był prostopadły do płaszczyzny ruchu protonu i miał stałą wartość, ale dla różnych półokręgów wartości te były różne i wynosiły – odpowiednio – B_{AF} , B_{FB} , B_{BE} , B_{EC} , B_{CD} .

W chwili początkowej $t_A = 0$ proton znajdował się w punkcie A i miał prędkość \vec{v} (prostopadłą do wektora indukcji magnetycznej). Dalej proton poruszał się po opisanym torze i po pewnym czasie uderzył w tarczę znajdującą się w punkcie D . Wartość wektora indukcji magnetycznej na półokręgu AF wynosiła $B_{AF} = 0,2$ T. Długości odcinków na poniższym rysunku spełniają równości:

$$|AB| = |BC| = |CS| = |SD| = |DE| = |EF| \quad \text{oraz} \quad |AD| = 1 \text{ m}$$

Rysunek



W zadaniach 7.1.–7.3. pomijamy siłę grawitacji działającą na proton.

7.1.

0–1–2

Zadanie 7.1. (0–2)

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

1.	Wektor indukcji pola magnetycznego wzdłuż całego toru ruchu protonu ma zwrot przed płaszczyznę rysunku (tzn. w stronę patrzącego).	P	F
2.	Wartość siły magnetycznej Lorentza działającej na proton jest stała na całej długości toru od punktu A do punktu D .	P	F
3.	Czas ruchu protonu po każdym z półokręgów AF , FB , BE , EC , CD jest taki sam.	P	F



Zadanie 7.2. (0–2)

Wykaż, że wartość prędkości protonu w ruchu po każdym z półokręgów jest stała.
Powołaj się na:

- odpowiednie własności siły działającej na proton oraz
- zasady dynamiki albo odpowiednie twierdzenie o energii kinetycznej.

7.2.
0–1–2

Zadanie 7.3. (0–3)

Oblicz wartość B_{CD} wektora indukcji pola magnetycznego działającego na proton, gdy poruszał się on po półokręgu CD . Zapisz obliczenia.

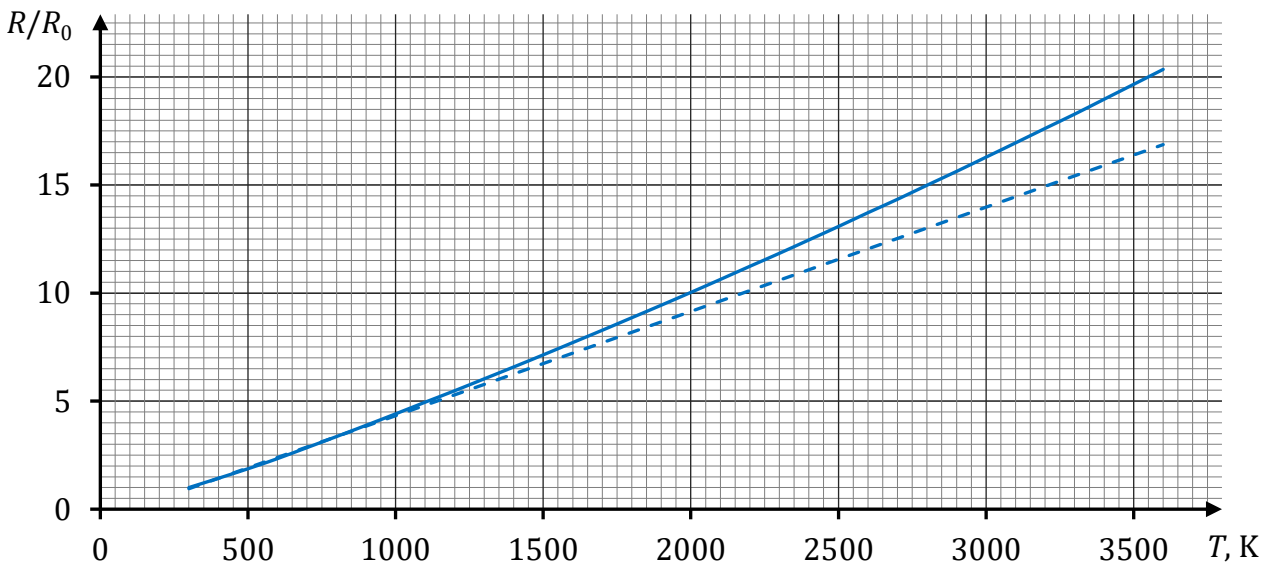
Wskazówka: Wartość prędkości protonu poruszającego się po torze $AFBECD$ była stała.

7.3.
0–1–
2–3

Zadanie 8.

Do produkcji włókien tradycyjnych żarówek wykorzystywano bardzo cienkie druty wolframowe. Gdy przez włókno wolframowe pewnej żarówki płynął prąd o niewielkim natężeniu, to włókno utrzymywało temperaturę $T_0 = 300$ K, a jego opór wynosił $R_0 \approx 65 \Omega$. Po podłączeniu tej żarówki do sieci o napięciu 230 V pobierała ona moc (znamionową) 60 W. Wówczas włókno rozgrzewało się do wysokiej temperatury, a jego opór był wielokrotnie większy od R_0 .

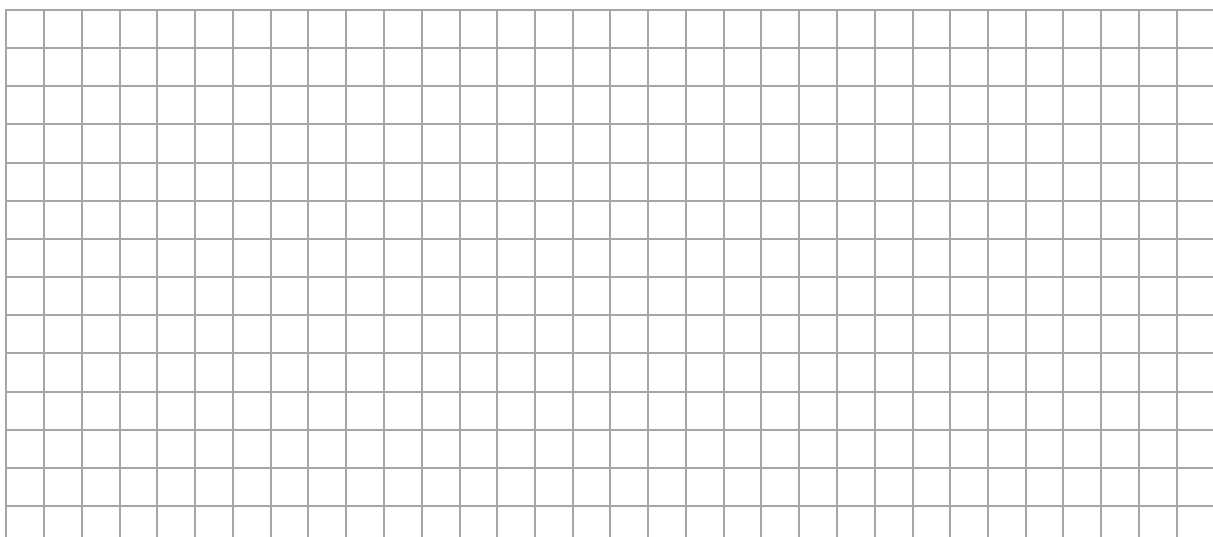
Na poniższym wykresie linią ciągłą przedstawiono zależność R/R_0 od temperatury T , gdzie R oznacza opór włókna wolframowego o temperaturze T . W zakresie temperatur od 300 K do 1000 K ta zależność ma w przybliżeniu charakter liniowy (tzn. jej wykres pokrywa się częściowo z linią prostą narysowaną przerywaną kreską).



Zadanie 8.1. (0–2)

Oblicz α – wartość temperaturowego współczynnika oporu wolframu – dla przedziału temperatur $300 \text{ K} < T < 1000 \text{ K}$. Zapisz obliczenia.

Wskazówka: Skorzystaj z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki (strona 18 broszury).



Zadanie 8.2. (0–3)

Wyznacz temperaturę włókna wolframowego żarówki (opisanej w zadaniu 8.) o mocy znamionowej $P_z = 60 \text{ W}$, zasilanej napięciem $U_z = 230 \text{ V}$. Zapisz obliczenia.

8.2.

0–1–
2–3**Zadanie 8.3. (0–2)**

Średnica drutu wolframowego, z którego wykonano włókno żarówki, jest równa $d = 30 \mu\text{m}$. Opór właściwy wolframu w temperaturze $T_0 = 300 \text{ K}$ jest równy $\rho_0 = 5,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

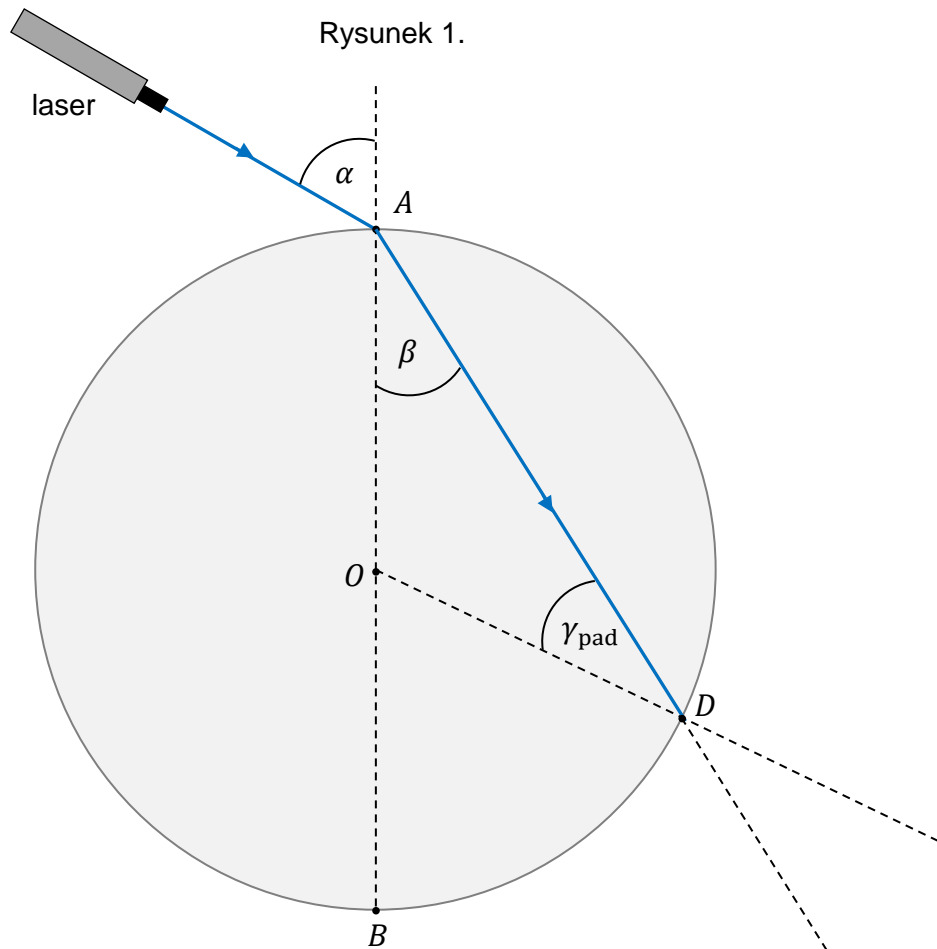
Oblicz długość drutu wolframowego, z którego wykonano włókno tej żarówki.
Zapisz obliczenia.

8.3.

0–1–2

Zadanie 9.

Promień światła monochromatycznego biegnie w powietrzu i pada na brzeg szklanego krążka w punkcie A . Kąt padania w punkcie A jest równy α , a kąt załamania tego promienia jest równy β . Część promienia, która wniknęła do szkła w punkcie A , pada dalej na brzeg krążka w punkcie D . Na rysunku 1. (poniżej) oraz na rysunku 2. (na stronie 23) przedstawiono bieg promienia tylko do punktu D , przy czym pominięto część promienia odbitą w punkcie A . Kreskami przerywanymi oznaczono odcinki pomocnicze. Punkt O jest środkiem krążka.



Zadanie 9.1. (0–3)

Część promienia AD , która pada na brzeg krążka od strony szkła w punkcie D , odbija się z powrotem do szkła, a część tego promienia załamuje się i biegnie dalej w powietrzu. Kąty: padania, załamania i odbicia promienia AD w punkcie D , oznaczymy – odpowiednio – jako: γ_{pad} , $\gamma_{\text{zał}}$, γ_{odb} .

9.1.
0–1–
2–3

Narysuj na rysunku 1. dalszy bieg promienia załamane go i odbite go w punkcie D . **Oznacz** łukami i **podpisz** w odpowiednich miejscach kąty: $\gamma_{\text{zał}}$, γ_{odb} , a następnie **określ** relacje między miarami odpowiednich kątów – **wpisz** w każde wykropkowane miejsce odpowiedni znak wybrany spośród: $>$, $=$, $<$.

$\gamma_{\text{pad}} \dots\dots \gamma_{\text{odb}}$

$\gamma_{\text{pad}} \dots\dots \gamma_{\text{zał}}$

$\gamma_{\text{zał}} \dots\dots \alpha$



Zadanie 9.2. (0–3)

Na rysunku 2. odcinek AC jest geometrycznym przedłużeniem promienia padającego na krążek. Długości odcinków oznaczonych na rysunku 2. wynoszą (w zaokrągleniu):

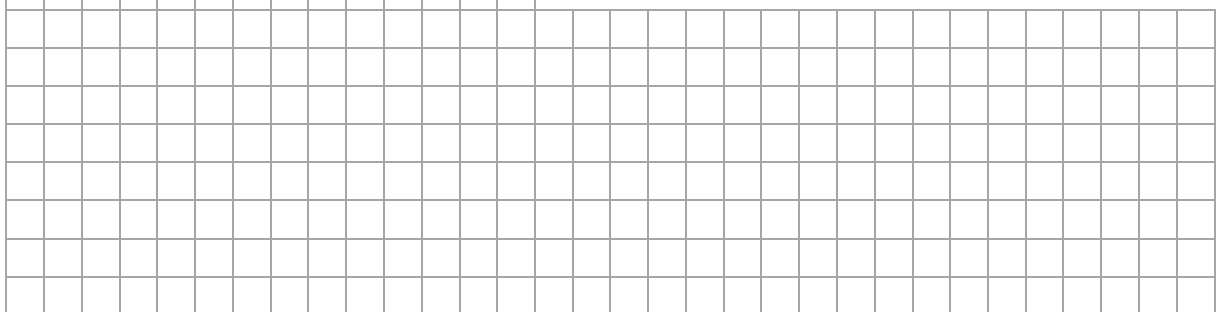
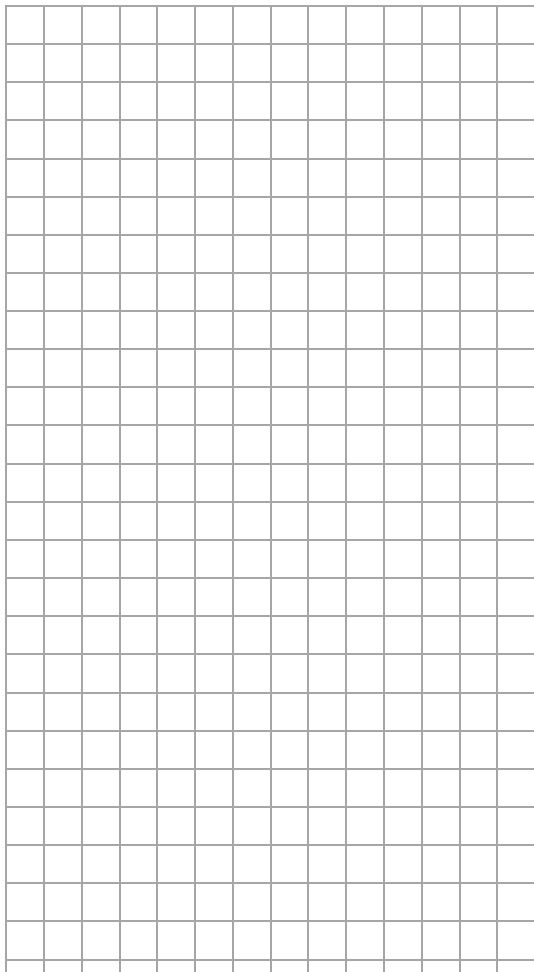
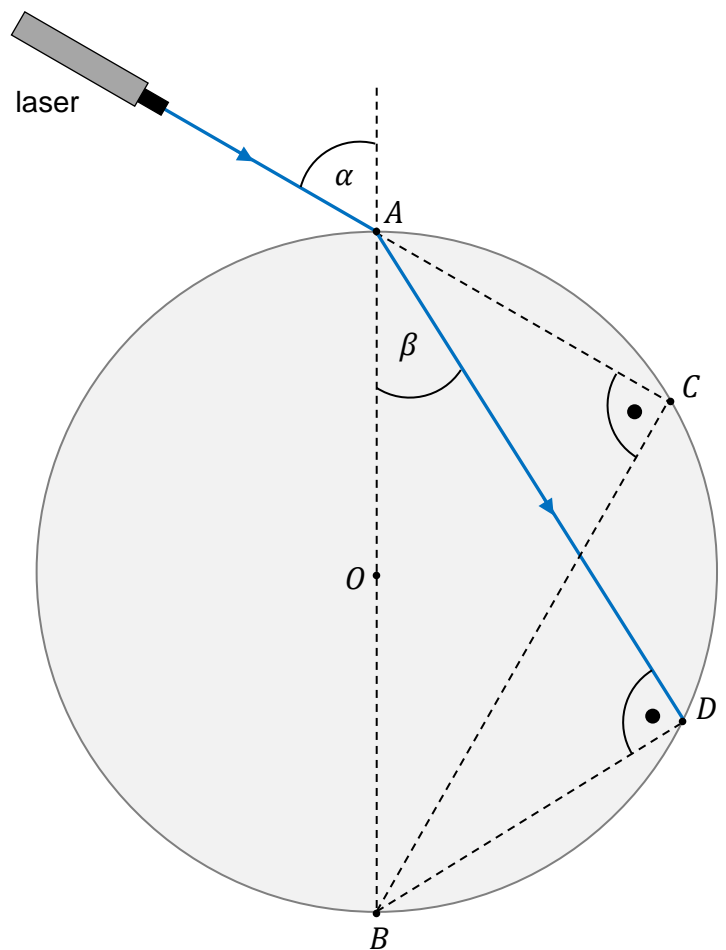
$$|AB| \approx 9,0 \text{ cm} \quad |AC| \approx 4,5 \text{ cm} \quad |AD| \approx 7,7 \text{ cm} \quad |BC| \approx 7,8 \text{ cm} \quad |BD| \approx 4,8 \text{ cm}$$

Przyjmij, że wartość prędkości światła w powietrzu jest równa wartości prędkości światła w próżni.

Oblicz wartość prędkości światła w szkłe, z którego jest wykonany krążek. Zapisz obliczenia. Wykorzystaj niektóre z podanych długości odcinków. Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

9.2.
0-1-
2-3

Rysunek 2.



Zadanie 10.

Elektron o prędkości początkowej równej zero został rozpędzony w polu elektrycznym o napięciu U do prędkości o wartości v . Energia kinetyczna, którą uzyskał elektron, była dwa razy większa od jego energii spoczynkowej.

10.1.

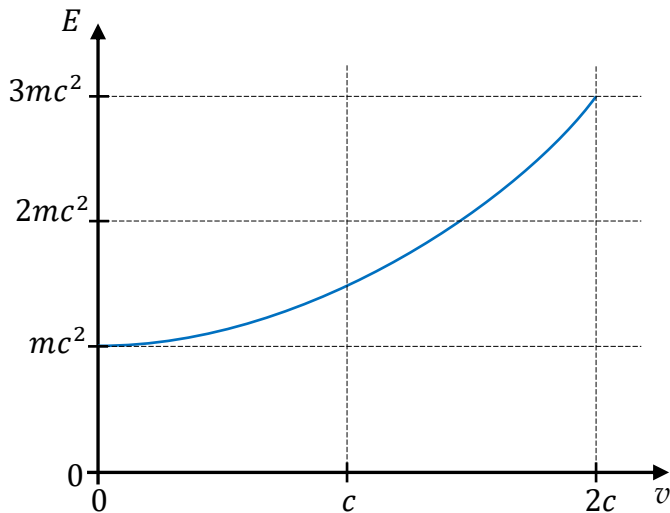
0-1

Zadanie 10.1. (0-1)

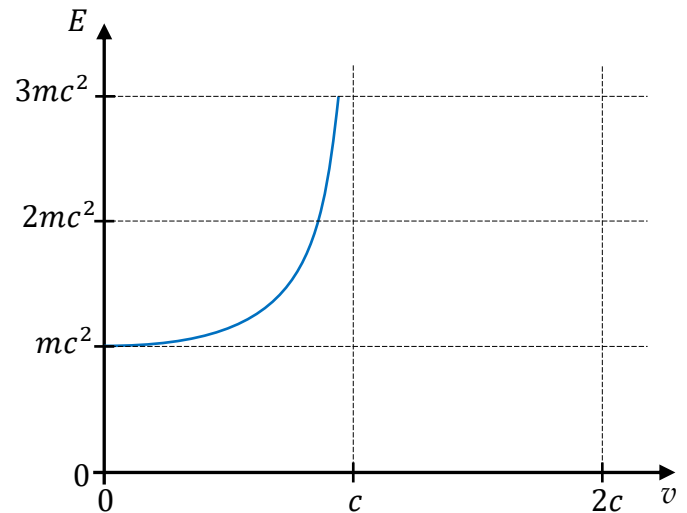
Na którym wykresie (spośród A-D) prawidłowo przedstawiono zależność energii całkowitej E (sumy energii kinetycznej i spoczynkowej) elektronu od jego prędkości? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Dodatkowe arkusze na stronie: www.inspiroteka.com

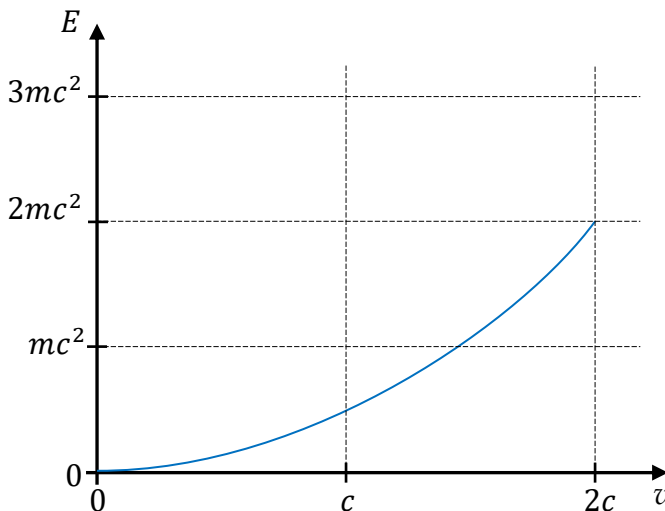
A.



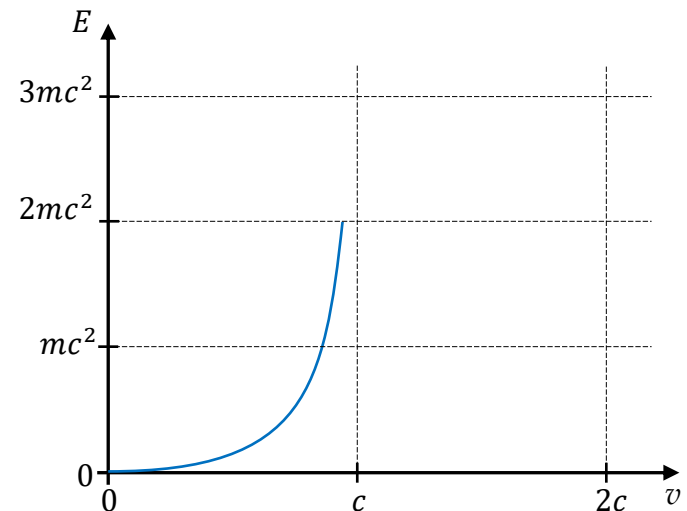
B.



C.



D.



Zadanie 11.3. (0–3)

Masa jądra izotopu ^{277}Cn jest równa

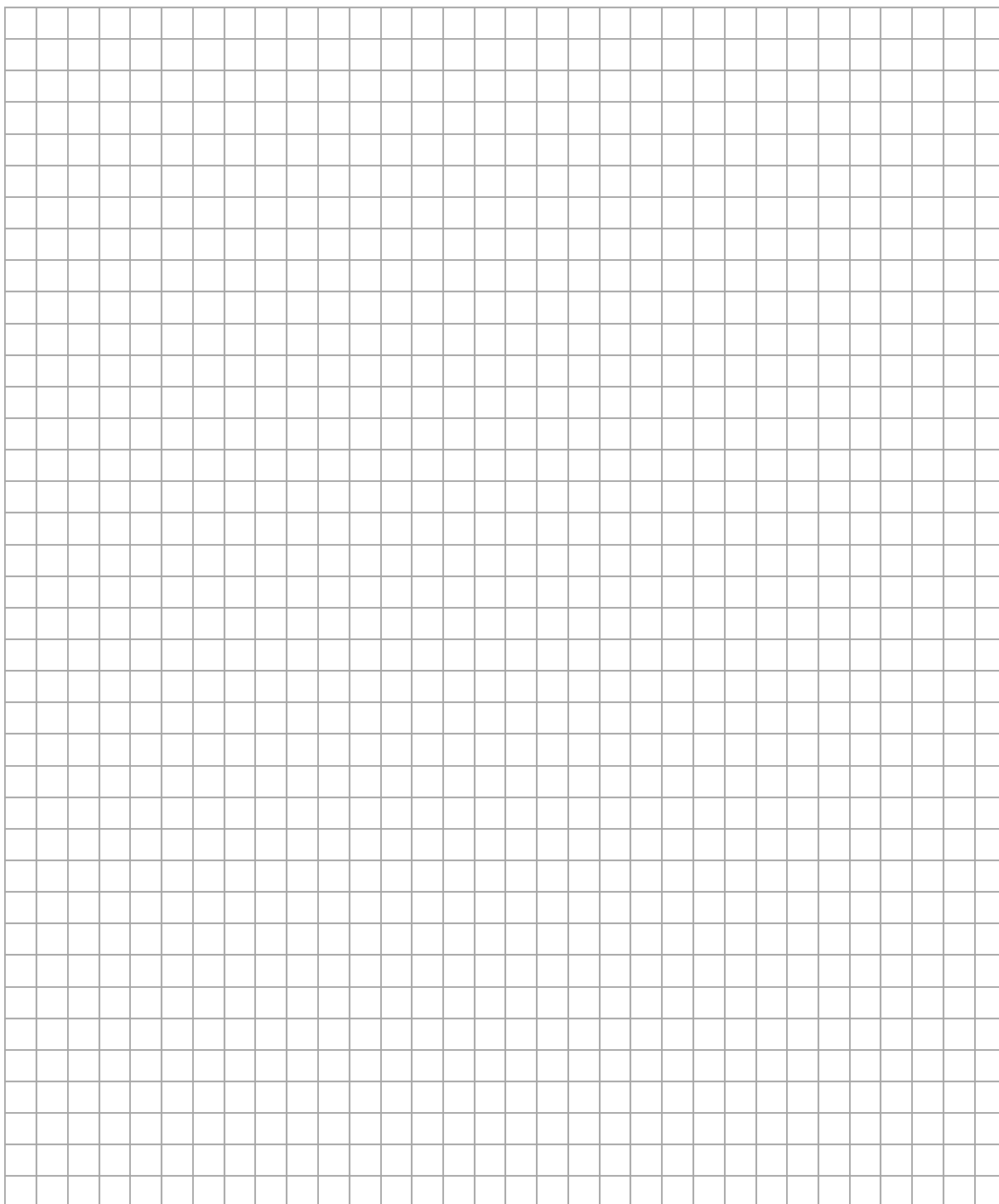
$$m_{\text{Cn}} = 460,138\,852 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Oblicz najmniejszą energię, którą należałoby dostarczyć do jądra ^{277}Cn , aby rozbić je na oddzielne (tzn. nieoddziałujące ze sobą) nukleony. Zapisz obliczenia. Wynik podaj zaokrąglony do trzech cyfr znaczących.

11.3.

0–1–

2–3



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

