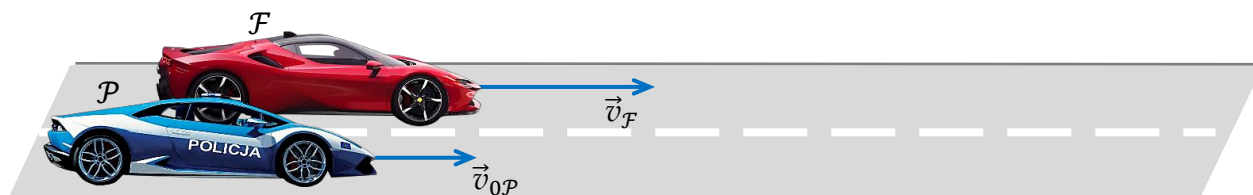


Zadanie 1. (0–4)

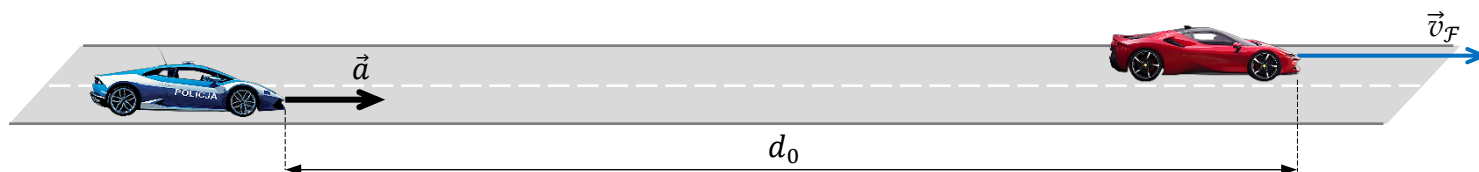
Samochód policyjny $\mathcal{P}$ jechał ze stałą prędkością o wartości $v_{0\mathcal{P}} = 20$ m/s. W pewnej chwili został on wyprzedzony przez samochód osobowy $\mathcal{F}$, jadący w tym samym kierunku ze stałą prędkością o wartości $v_{\mathcal{F}} = 35$ m/s (zobacz rysunek 1.).

Rysunek 1.



W chwili $t_0 = 0$, gdy odległość między samochodami $\mathcal{P}$ i $\mathcal{F}$ zwiększyła się do $d_0 = 40$ m, samochód policyjny rozpoczął pościg ze stałym przyspieszeniem o wartości $a = 6$ m/s² (zobacz rysunek 2.).

Rysunek 2. ($t_0 = 0$)



Odległość d między samochodami $\mathcal{P}$ i $\mathcal{F}$ jeszcze przez pewien czas rosła, w pewnej chwili osiągnęła wartość maksymalną d_{max} , a następnie zaczęła maleć.

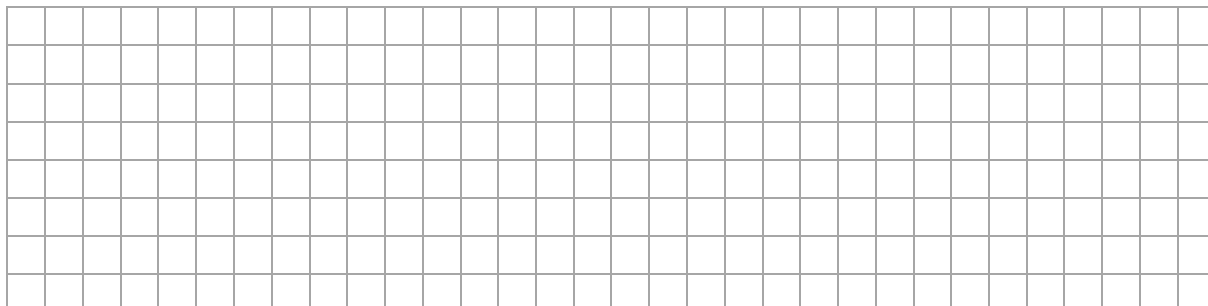
Przyjmij, że:

- od chwili $t_0 = 0$ samochód policyjny $\mathcal{P}$ poruszał się ruchem jednostajnie przyspieszonym prostoliniowym
- samochód $\mathcal{F}$ cały czas poruszał się ruchem jednostajnym prostoliniowym
- odległość pomiędzy samochodami traktujemy jako odległość pomiędzy ustalonymi punktami na przednich zderzakach.

1.

0–1–
2–3–4

Oblicz d_{max} – maksymalną odległość pomiędzy samochodami $\mathcal{P}$ i $\mathcal{F}$ podczas pościgu. Zapisz obliczenia.



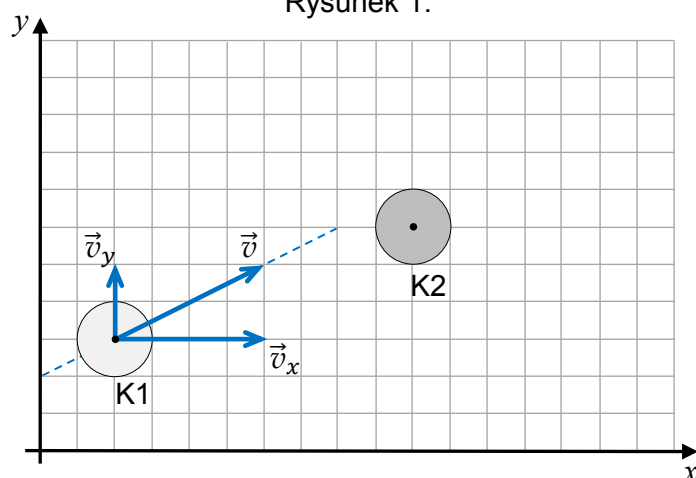
Zadanie 2.

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

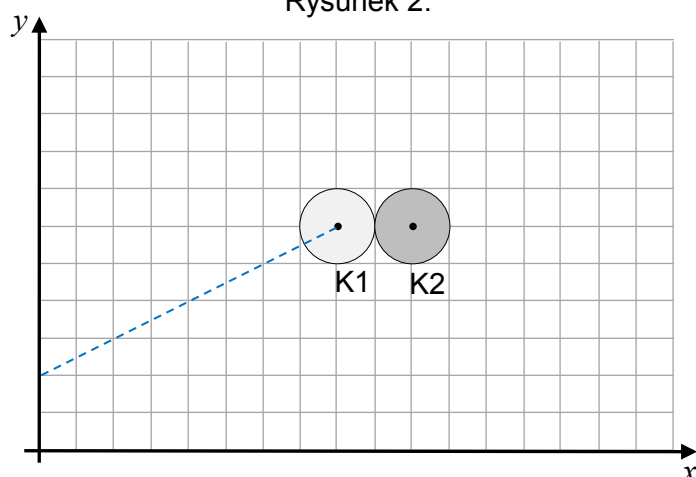
Na rysunku 1. w kartezjańskim układzie współrzędnych (x, y) przedstawiono poruszający się krążek K1 i spoczywający krążek K2. Oznaczono prędkość $\vec{v}$ krążka K1 i składowe $\vec{v}_x, \vec{v}_y$ tej prędkości. Na rysunku 2. przedstawiono moment zderzenia się obu krążków.

Krążki są jednorodne, a ich masy są sobie równe. Pomijamy tarcie między krążkami K1 i K2 oraz między krążkami 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 krążkami podczas ich zderzenia. Każdą z sił przyłóż – odpowiednio – w punkcie środka masy krążka K1 lub krążka 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.

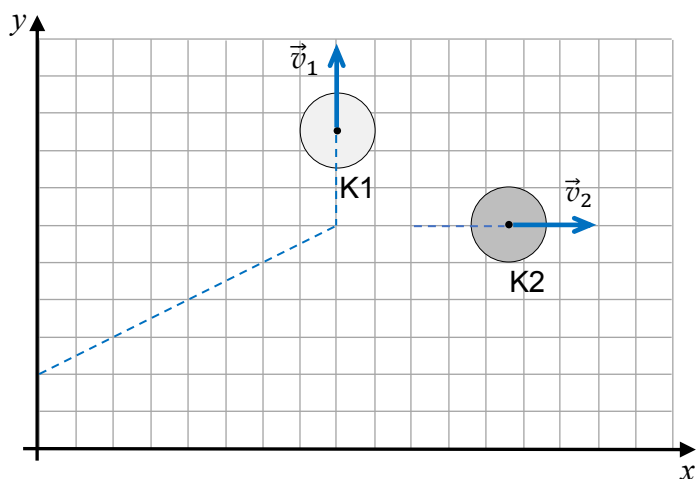
Na którym rysunku (spośród A–D) prawidłowo narysowano i opisano wektory prędkości krążków bezpośrednio po zderzeniu w układzie odniesienia $\mathcal{U}$? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

2.2.

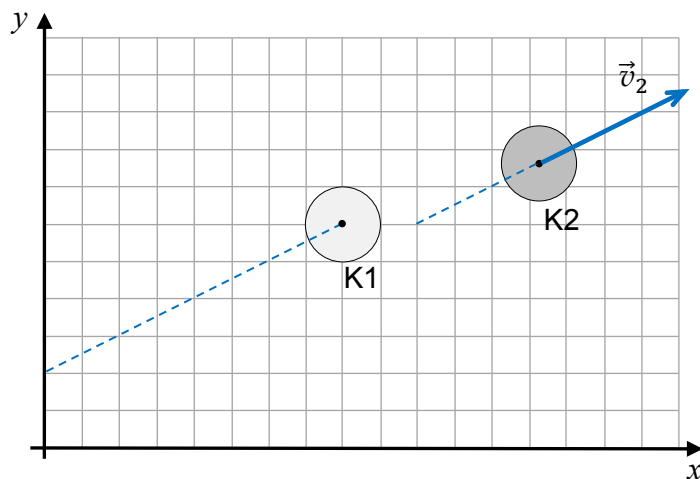
0–1

A.

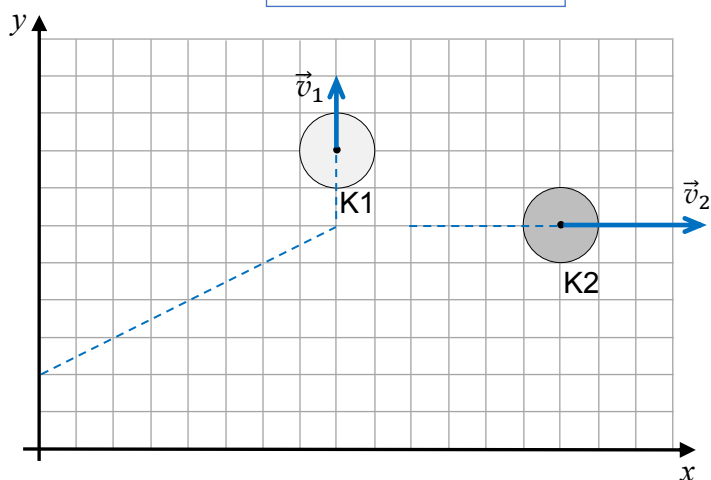
$$|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = \frac{|\vec{v}|}{2}$$

**B.**

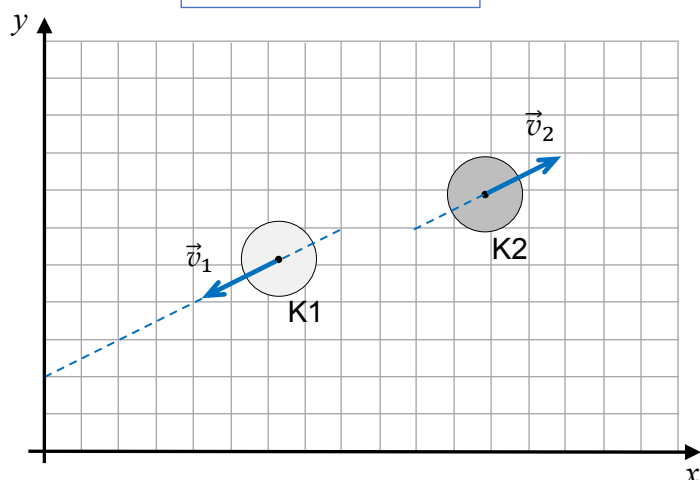
$$\vec{v}_1 = 0 \quad \vec{v}_2 = \vec{v}$$

**C.**

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

**D.**

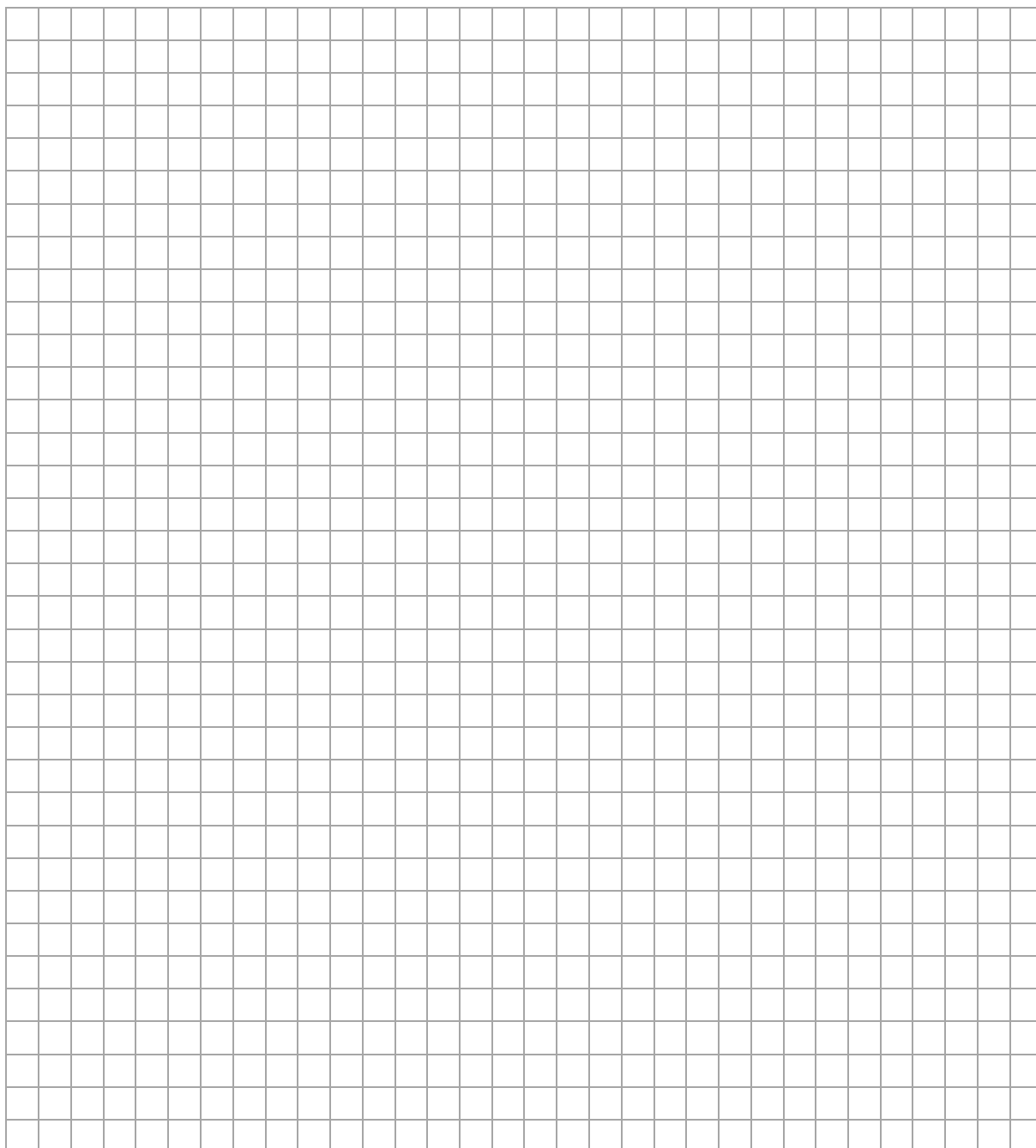
$$\vec{v}_1 = -\frac{\vec{v}}{2} \quad \vec{v}_2 = \frac{\vec{v}}{2}$$



Zadanie 3.2. (0–4)**3.2.**0–1–
2–3–4

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć wartość a przyspieszenia ciężarka w zależności tylko od wartości g przyspieszenia 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.

 $a =$

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 $f_{\text{Zr}} = 3 \text{ GHz}$ (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).

4.1.

0-1

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

4.2.

0-1

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

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

[illegible]

Zadanie 4.3. (0–1)

Zarejestrowaną na Ziemi długość fali elektromagnetycznej wyemitowanej przez sondę oznaczmy jako λ_z , a długość tej fali elektromagnetycznej w układzie odniesienia sondy oznaczmy jako λ_{zr} .

Oceń prawdziwość poniższych relacji. Zaznacz P, jeśli relacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	$\lambda_{\dot{z}r} \approx 0,10 \text{ m}$	P	F
2.	$\lambda_Z > \lambda_{\dot{z}r}$	P	F

[illegible]

Zadanie 4.4. (0-2)

Oblicz v – wartość prędkości sondy względem Ziemi. Zapisz obliczenia.

[illegible]

Zadanie 5.

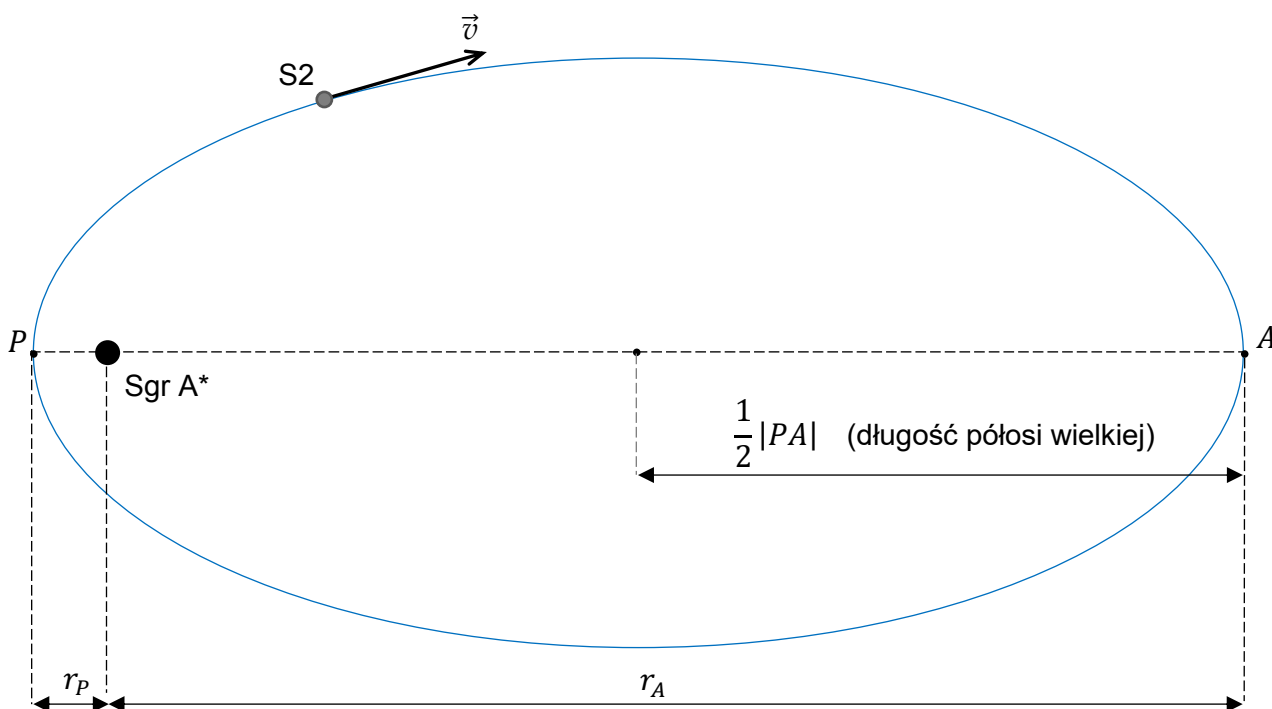
Sagittarius A* (Sgr A*) to bardzo masywny obiekt znajdujący się w centrum naszej galaktyki. Gwiazda znana jako S2 obiega obiekt Sgr A* po wydłużonej orbicie eliptycznej. Parametry tego ruchu orbitalnego są następujące:

- 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 pomini 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.



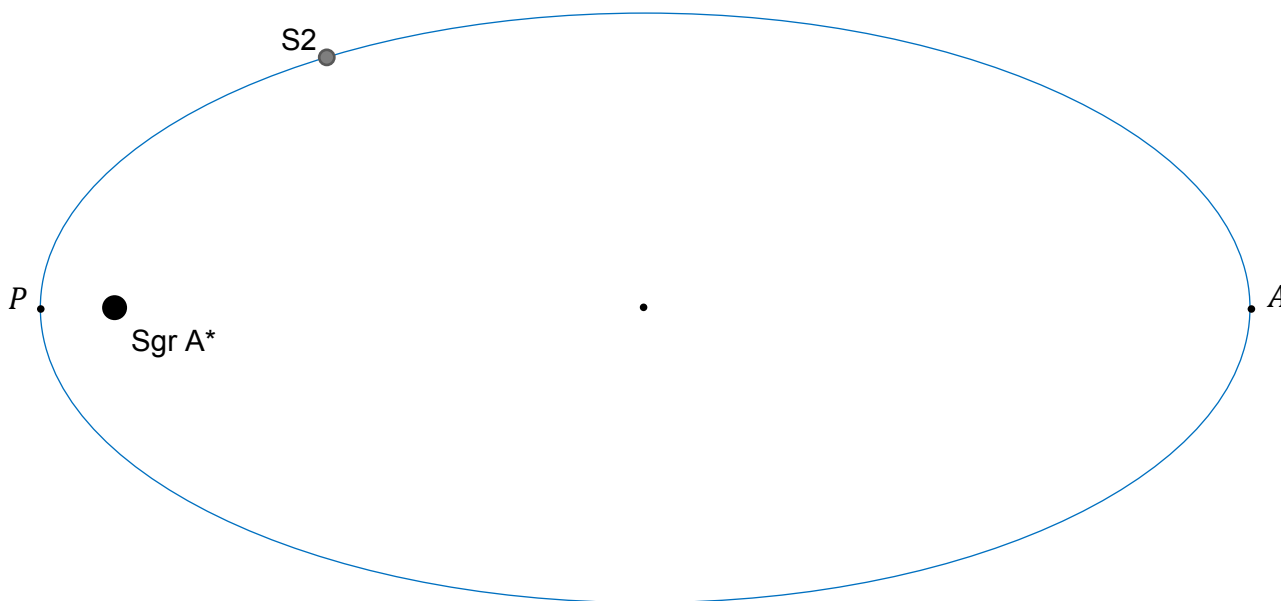
Zadanie 5.1. (0–1)

Na rysunku 2. narysuj wektor przyśpieszenia $\vec{a}$ środka gwiazdy S2 w oznaczonym położeniu na orbicie. Zachowaj odpowiedni kierunek i zwrot tego wektora (długość może być dowolna).

0-1

0-1

Rysunek 2.



Zadanie 5.2. (0–1)

Wartość prędkości środka S2 w punkcie P orbity (rysunek 1. na stronie 12) oznaczmy jako v_P , a wartość prędkości środka S2 w punkcie A orbity oznaczmy jako v_A . Prędkość środka S2 w punkcie P lub w punkcie A jest prostopadła do promienia wodzącego (odcinka łączącego środki S2 i Sgr A*).

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Iloraz $\frac{v_P}{v_A}$ jest równy (w zaokrągleniu do trzech cyfr znaczących)

0-1

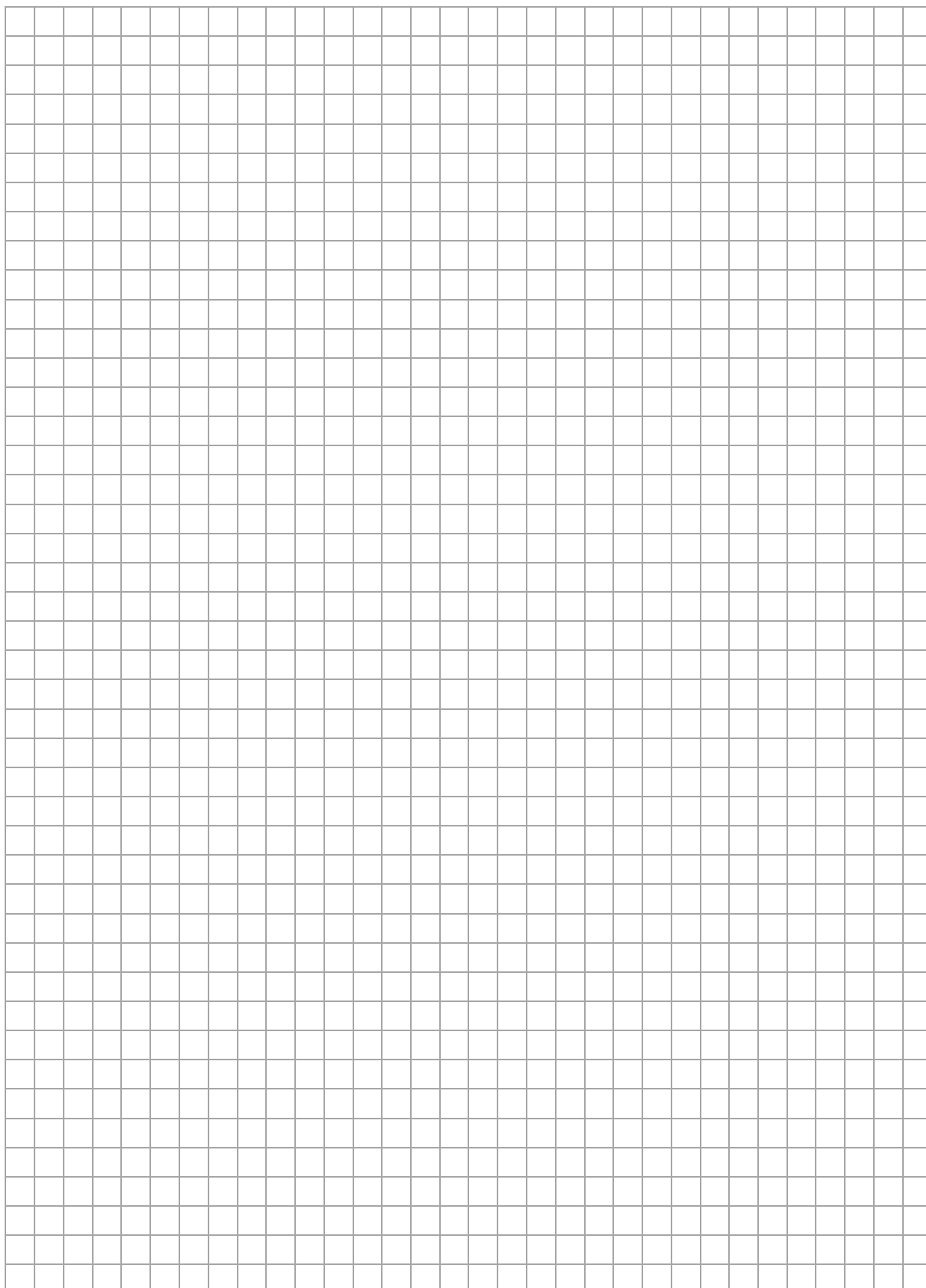
0-1

- A.** $\frac{v_P}{v_A} \approx 0,00435$ **B.** $\frac{v_P}{v_A} \approx 0,0659$ **C.** $\frac{v_P}{v_A} \approx 15,2$ **D.** $\frac{v_P}{v_A} \approx 230$

[illegible]

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

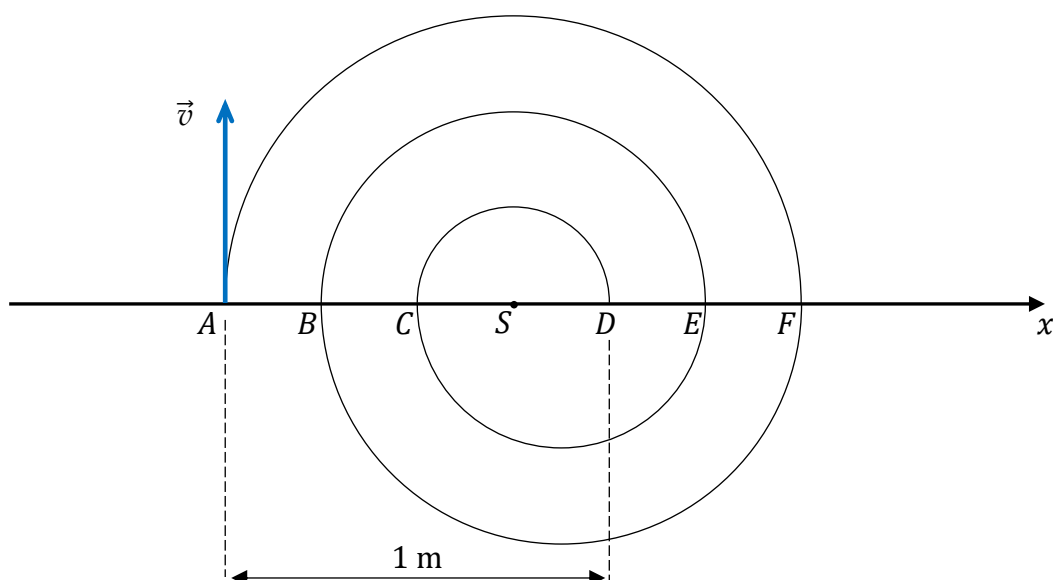
Zadanie 7.

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)

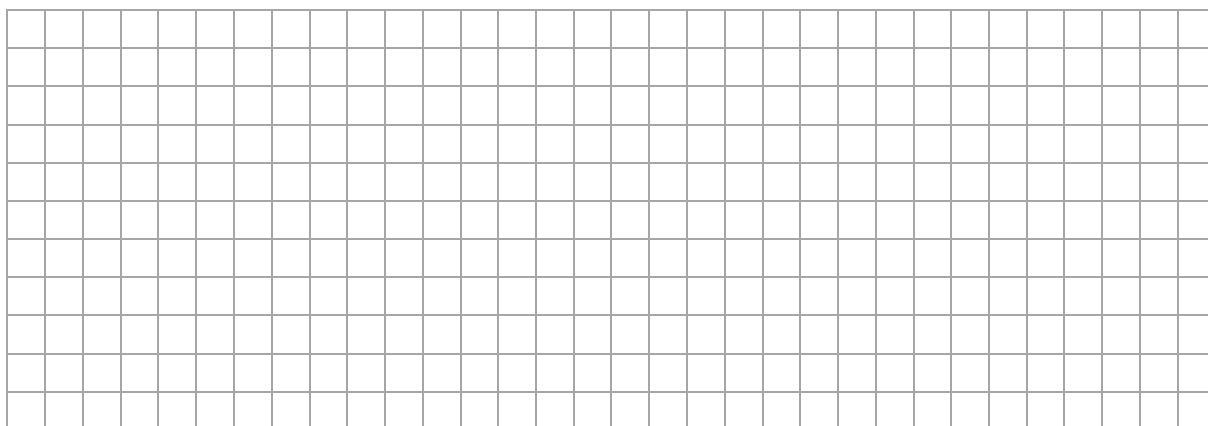
Wykaż, że wartość prędkości protonu w ruchu po każdym z półokręgów jest stała.

Powołaj się na:

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

7.2.

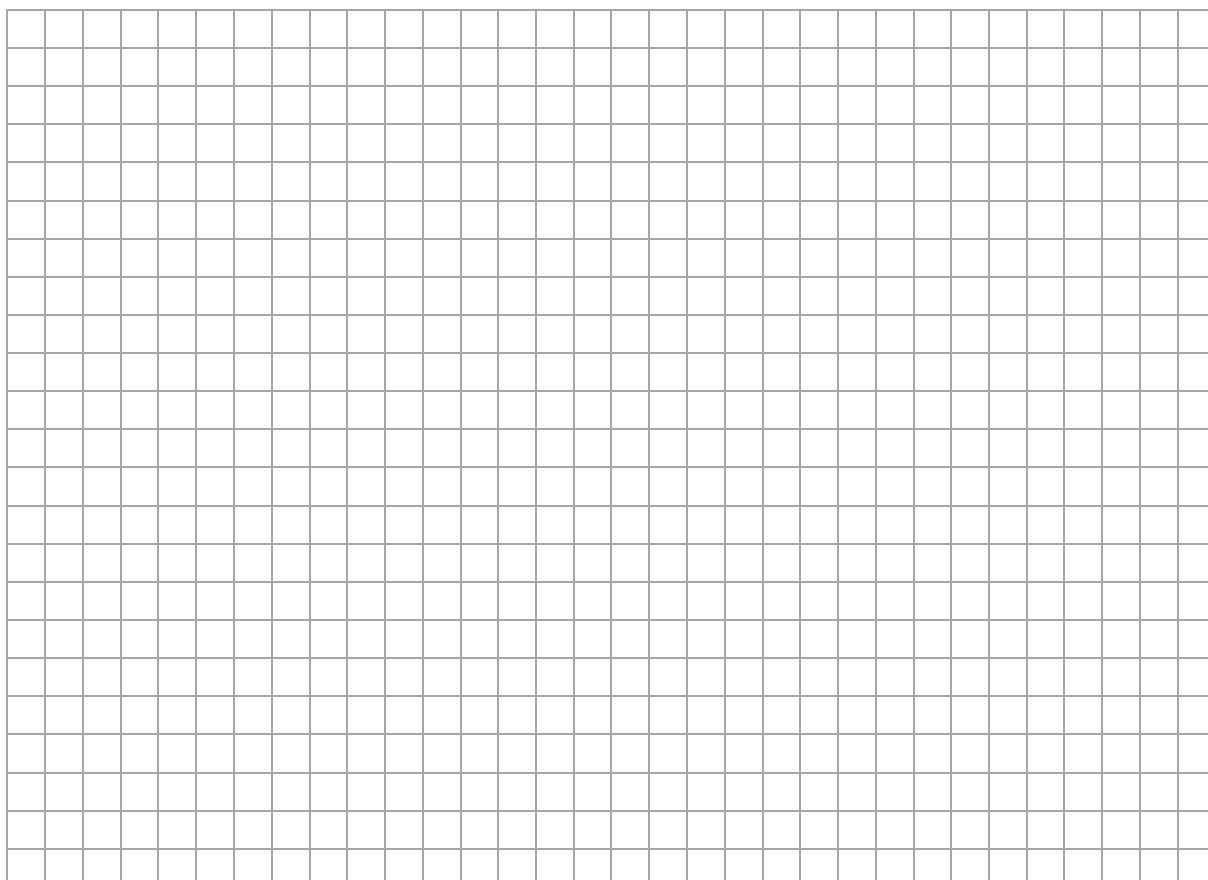
0–1–2

**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.

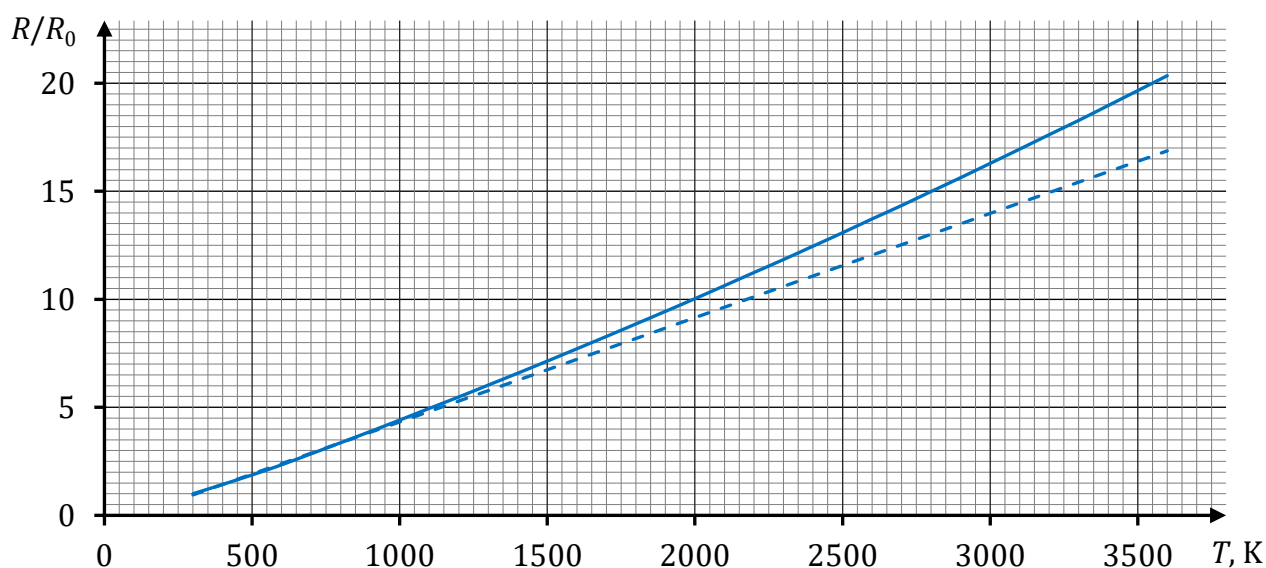
7.3.

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 $T_0 = 300 \text{ K}$, 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).



8.1.

0-1-2

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 $\rho_0 = 5,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

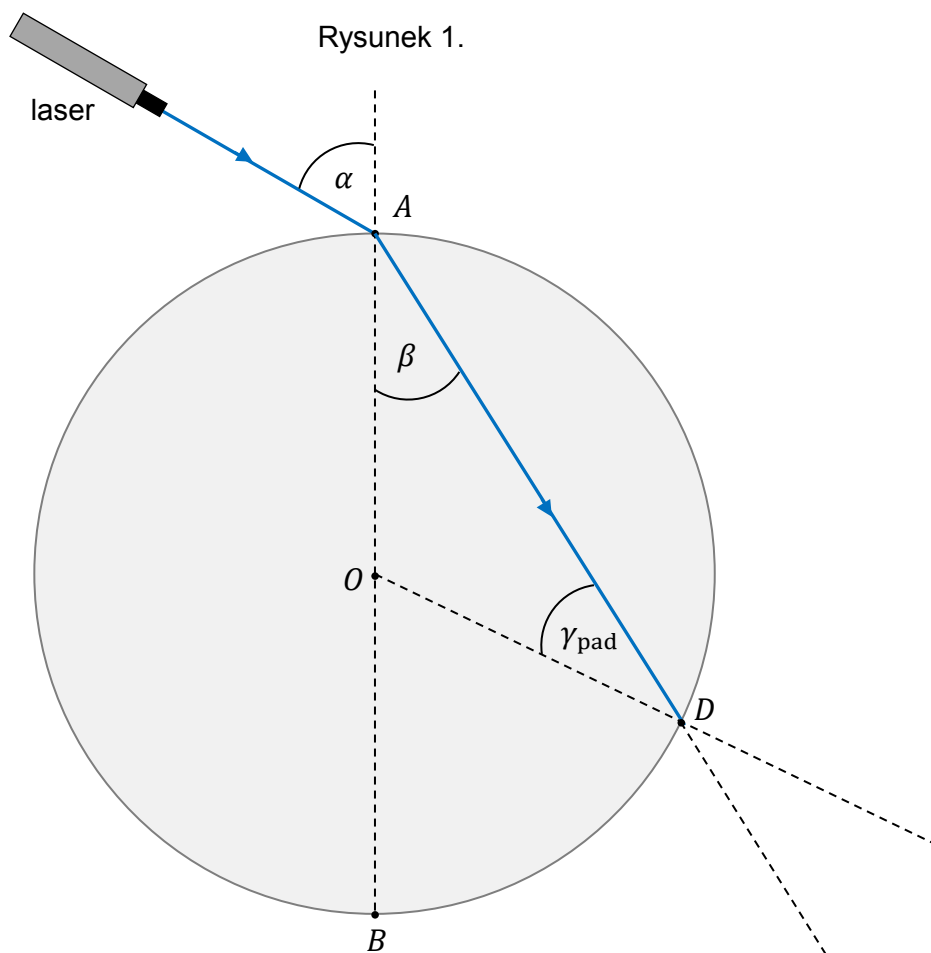
Oblicz długość drutu wolframowego, z którego wykonano włókno tej żarówki. Zapisz obliczenia.

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 , oznaczmy – odpowiednio – jako: γ_{pad} , $\gamma_{\text{zał}}$, γ_{odb} .

Narysuj na rysunku 1. dalszy bieg promienia załamane i odbitego 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):

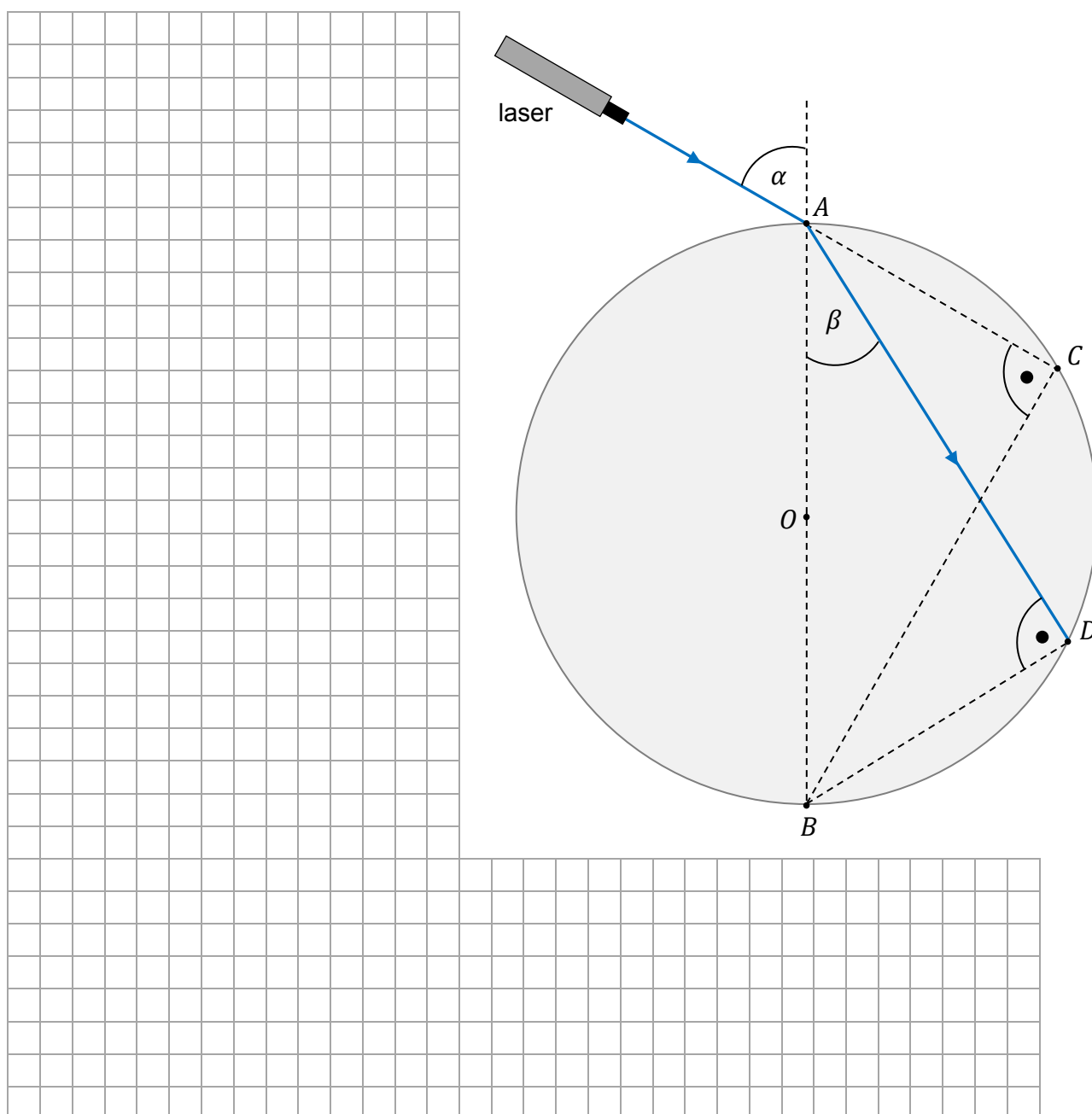
$$|AB| \approx 9,0 \text{ cm} \quad |AC| \approx 4,5 \text{ cm} \quad |AD| \approx 7,7 \text{ cm} \quad |BC| \approx 7,8 \text{ cm} \quad |BD| \approx 4,8 \text{ cm}$$

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.

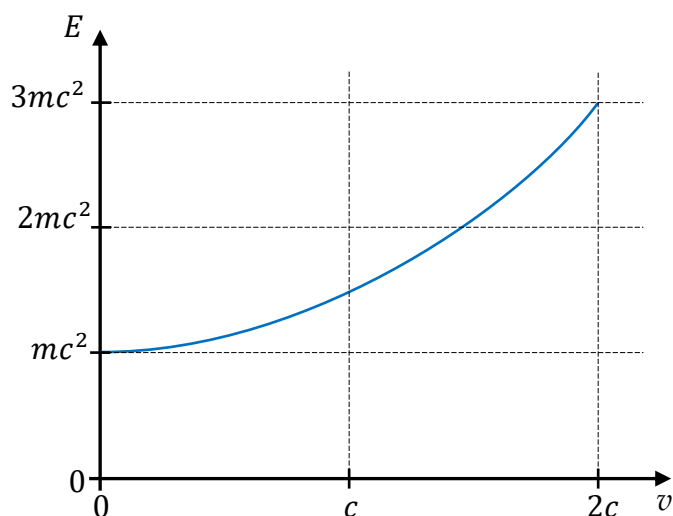
10.1.

0-1

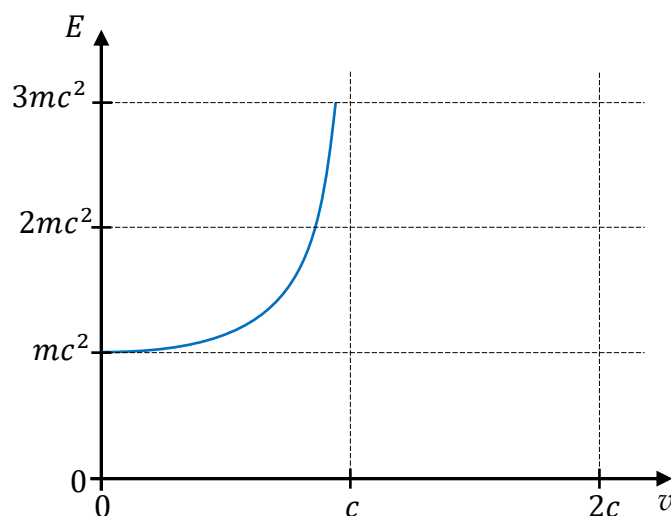
Zadanie 10.1. (0-1)

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.

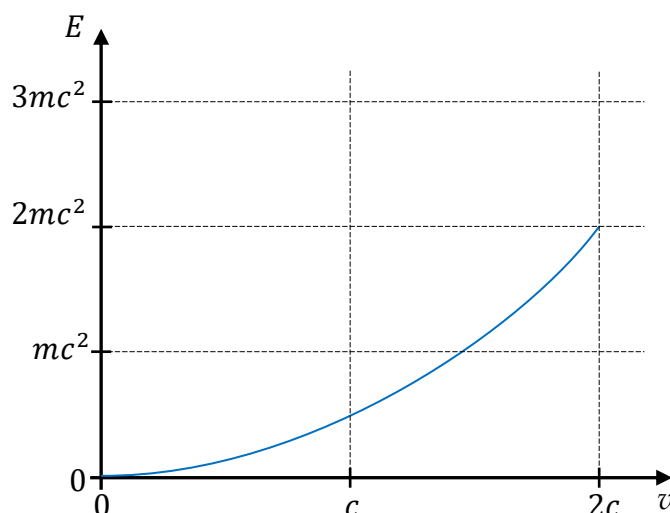
A.



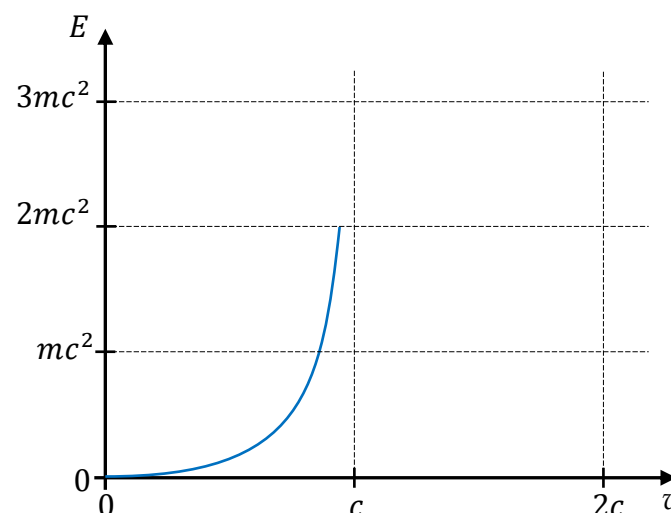
B.



C.



D.



Zadanie 10.2. (0–3)

Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

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 10.3. (0–1)

Energia spoczynkowa elektronu jest równa (w zaokrągleniu) $E_0 \approx 5,1 \cdot 10^5 \text{ eV}$.

Dokończ zdanie. Wpisz właściwą liczbę w wy kropkowanym miejscu.

Napięcie U pola elektrycznego, w którym został rozpędzony elektron, wynosi V.

[illegible]

Zadanie 11.

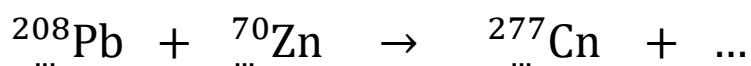
Pierwiastek o nazwie kopernik, oznaczony symbolem Cn, ma liczbę atomową $Z = 112$. Izotop ^{277}Cn tego pierwiastka został po raz pierwszy wytworzony w wyniku bombardowania ołowianej tarczy jonami cynku ^{70}Zn .

Kopernik ^{277}Cn jest izotopem nietrwałym.

Uwaga: W zadaniach 11.1., 11.2., 11.3. skorzystaj z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki.

Zadanie 11.1. (0–1)

Poniżej przedstawiono schemat reakcji jądrowej, w wyniku której powstają jądro izotopu ^{277}Cn oraz pewna cząstka.



11.1.

0–1

Uzupełnij powyższy schemat tak, aby powstało równanie reakcji jądrowej.

Wpisz w wy kropkowane miejsca właściwe liczby atomowe oraz symbol lub nazwę cząstki, która powstaje w tej reakcji.

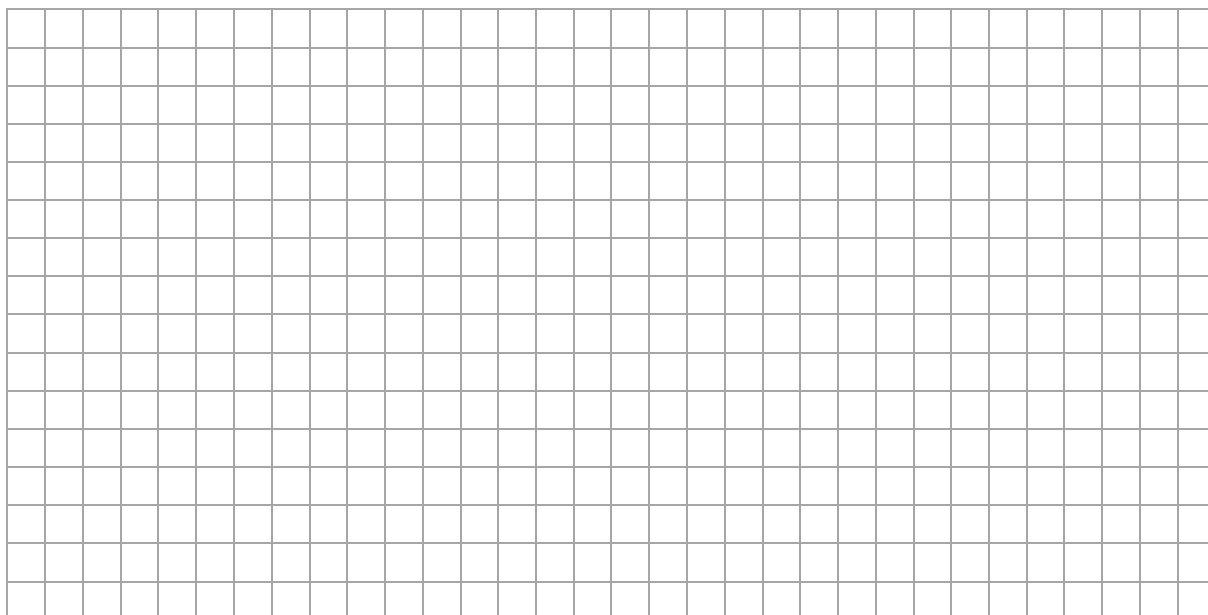
Zadanie 11.2. (0–2)

W wyniku sześciu kolejnych rozpadów α , z których pierwszy jest rozpadem jądra ^{277}Cn , powstało jądro pewnego pierwiastka.

11.2.

0–1–2

Podaj nazwę lub symbol pierwiastka, którego jądro powstało w wyniku tych sześciu rozpadów. Zapisz obliczenia.



Nazwa lub symbol pierwiastka:



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	

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.