

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.**





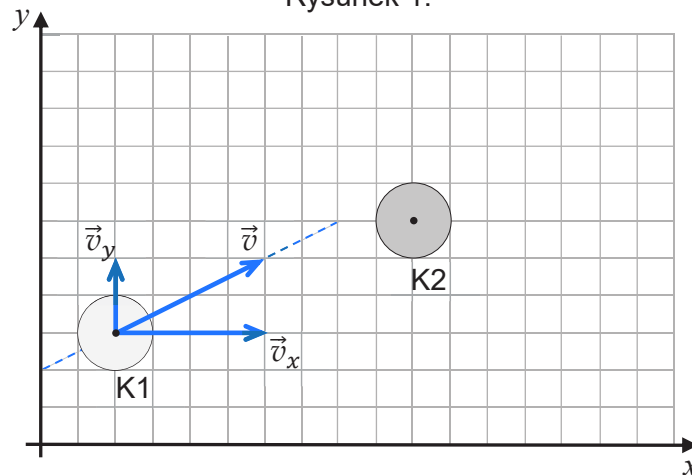
## Zadanie 2.

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.

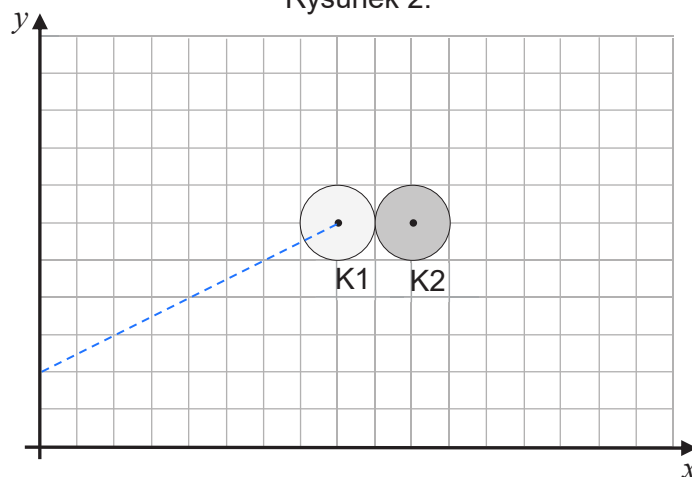
Na rysunku 1. w kartezjańskim układzie współrzędnych  $(x, y)$  przedstawiono poruszający się krażek K1 i spoczywający krażek K2. Oznaczono prędkość  $\vec{v}$  krażka K1 i składowe  $\vec{v}_x, \vec{v}_y$  tej prędkości. Na rysunku 2. przedstawiono moment zderzenia się obu krajków.

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

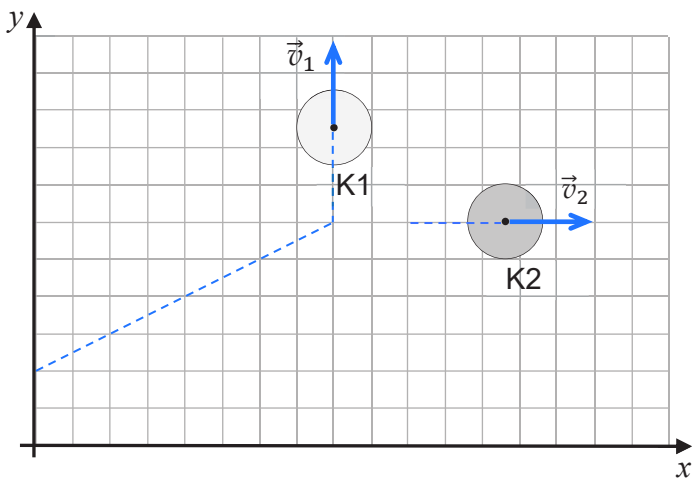
Na którym rysunku (spośród A–D) prawidłowo narysowano i opisano wektory prędkości krążków bezpośrednio po zderzeniu w układzie odniesienia  $\mathcal{U}$ ? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

2.2.

0–1

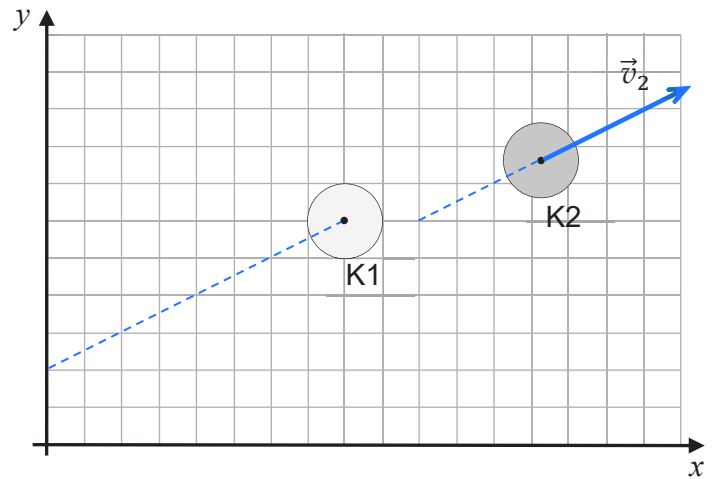
A.

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



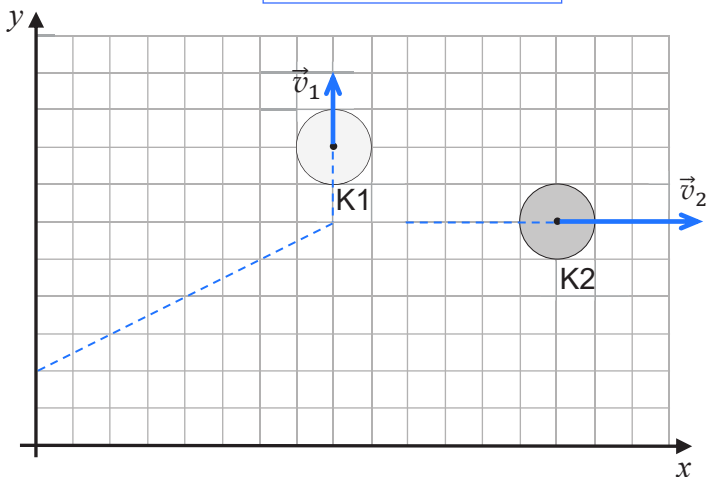
B.

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



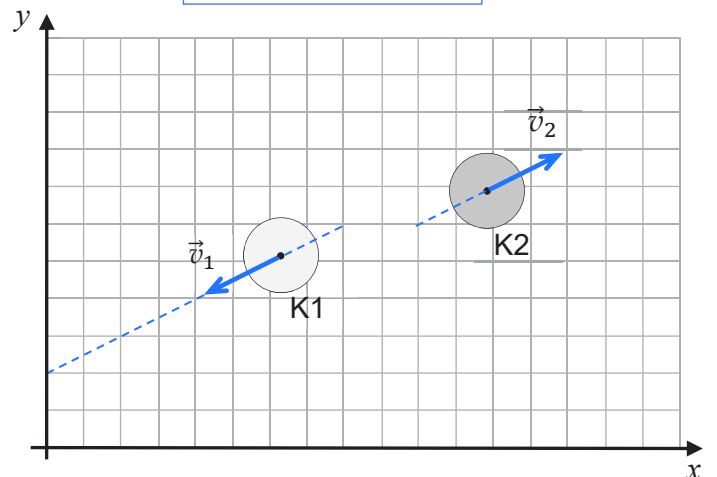
C.

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



D.

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





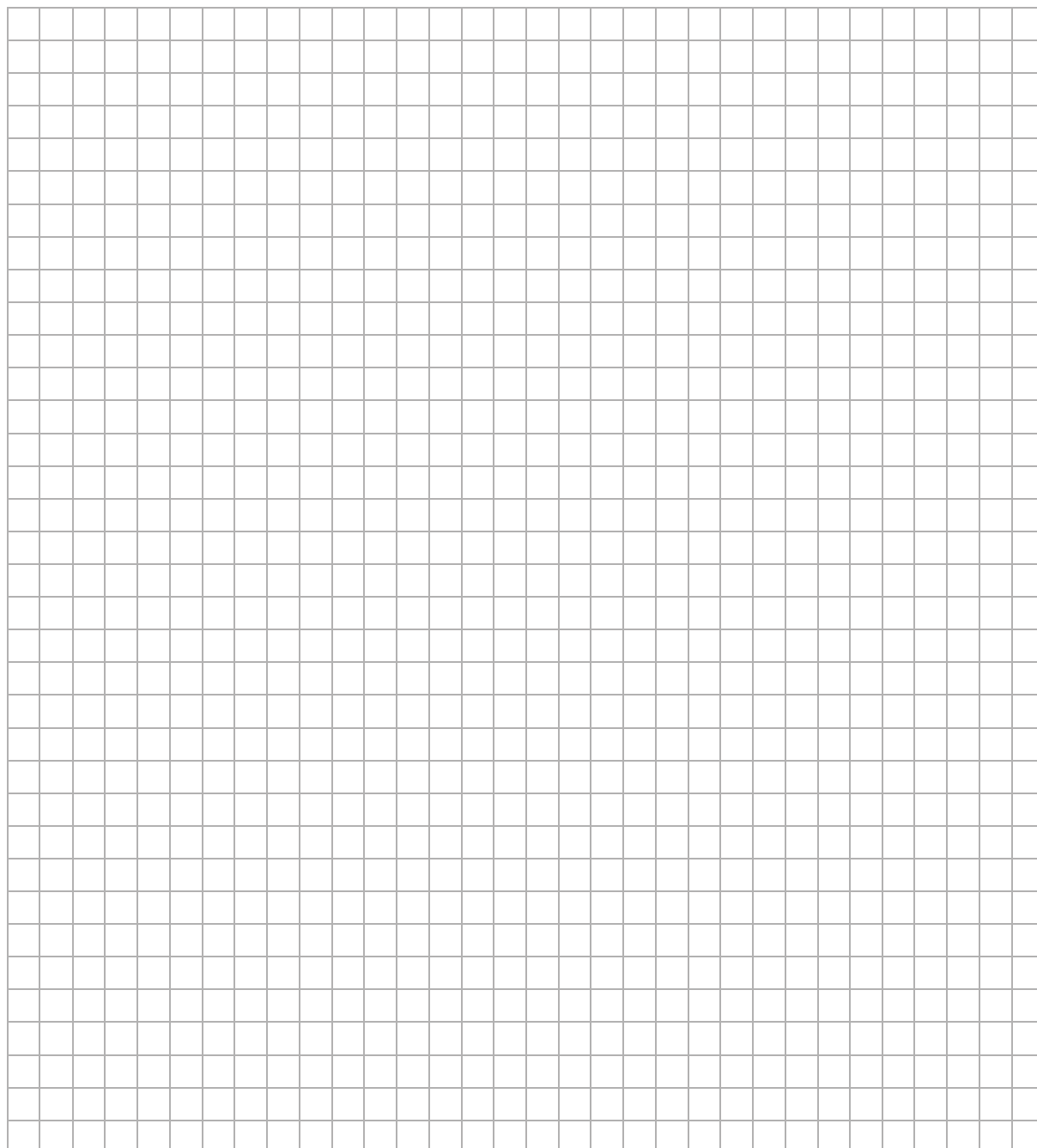
**Zadanie 3.2. (0–4)**

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.*



$a =$
-------





### Zadanie 5.

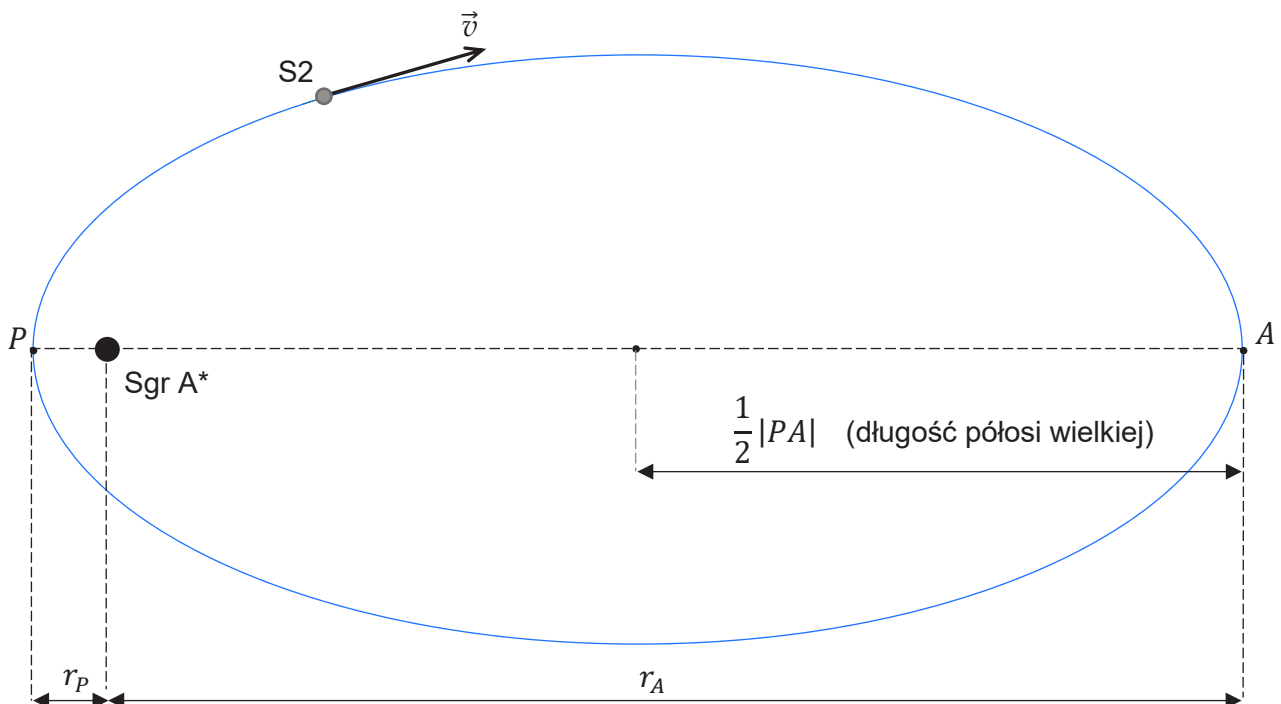
Sagittarius A\* (Sgr A\*) to bardzo masywny obiekt znajdujący się w centrum naszej galaktyki. Gwiazda znana jako S2 obiega obiekt Sgr A\* po wydłużonej orbicie eliptycznej. Parametry tego ruchu orbitalnego są następujące:

- 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.





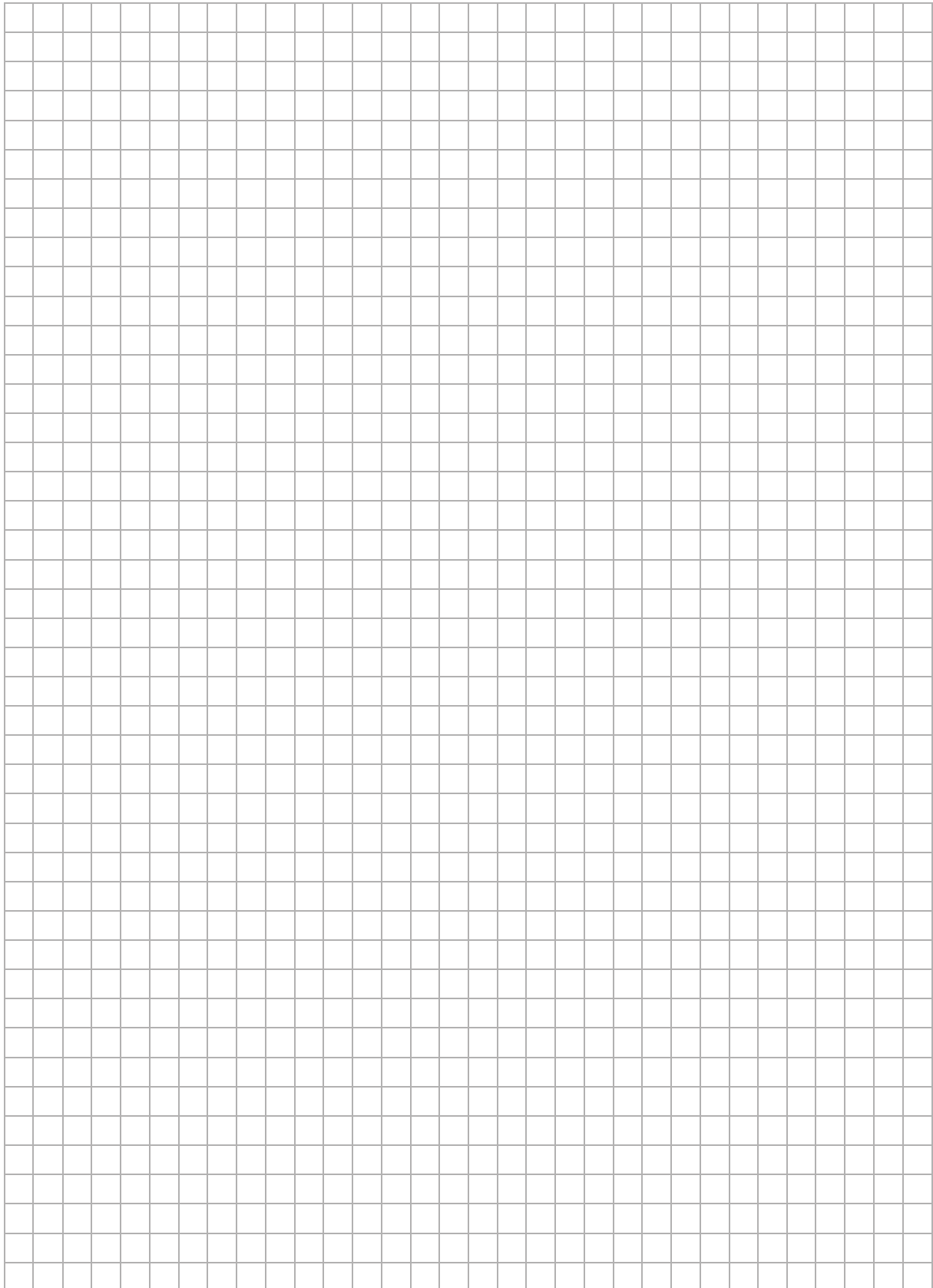


**Zadanie 5.4. (0–3)**

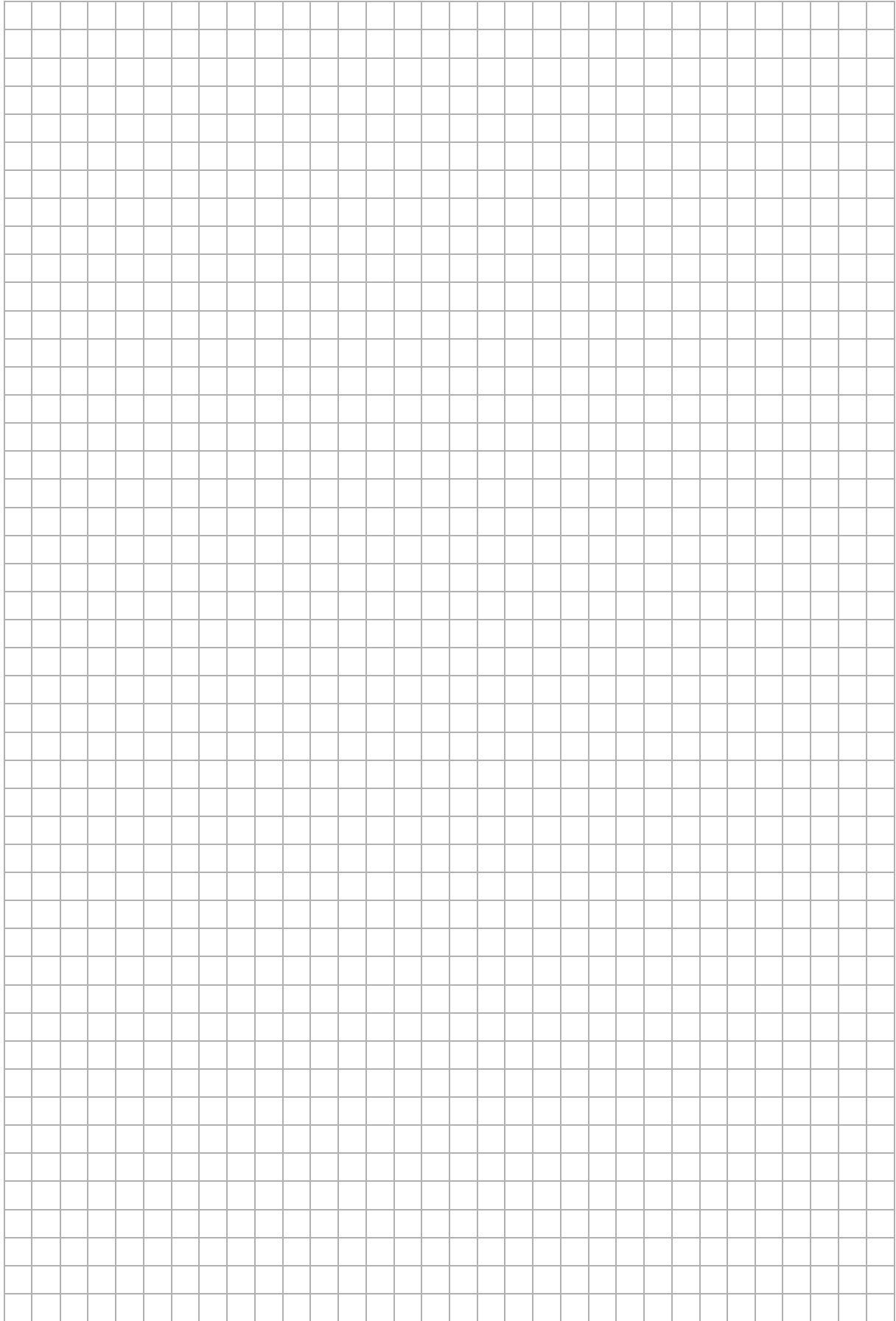
Wyprowadź wzór podany w informacji do zadań 5.3.–5.4. w przypadku, gdy orbity  $\mathcal{O}_1$  i  $\mathcal{O}_2$  są kołowe.

5.4.

0–1–  
2–3







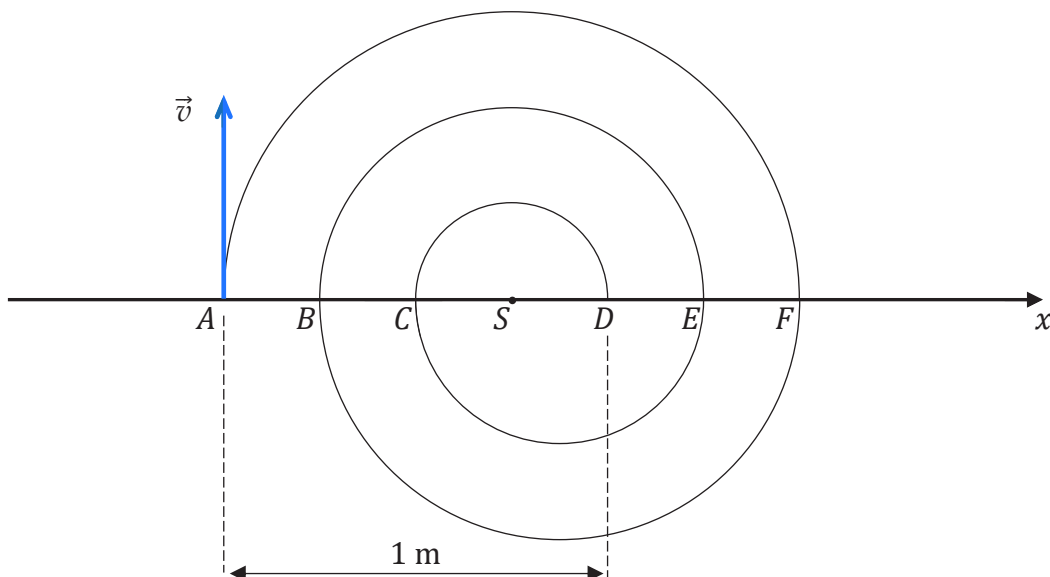
### Zadanie 7.

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.*

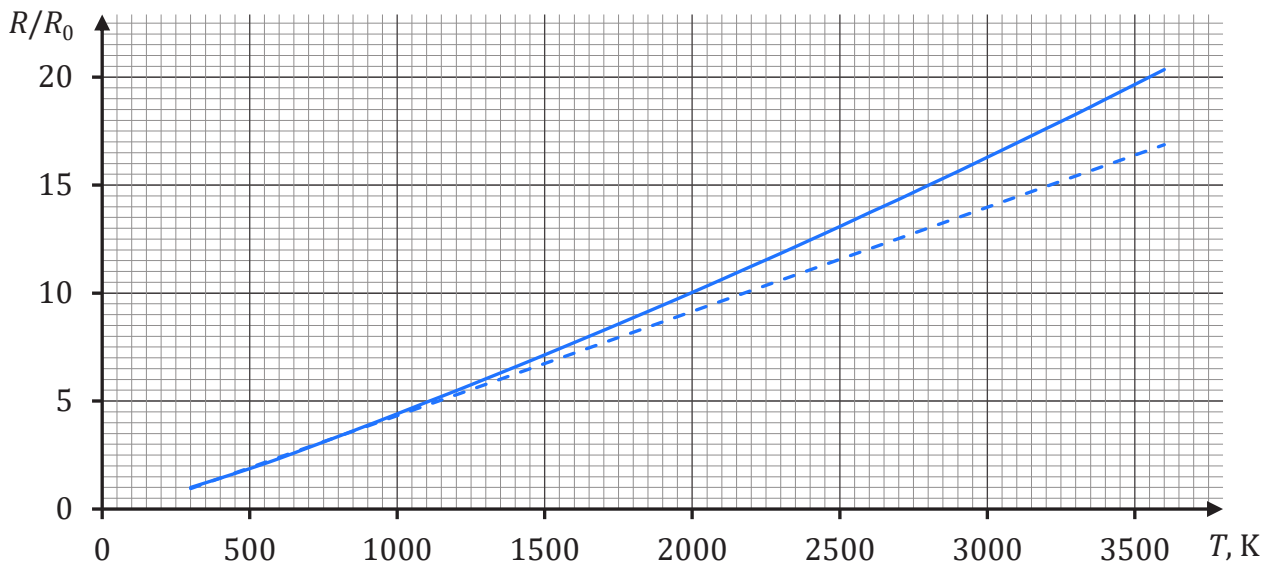
7.3.

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).



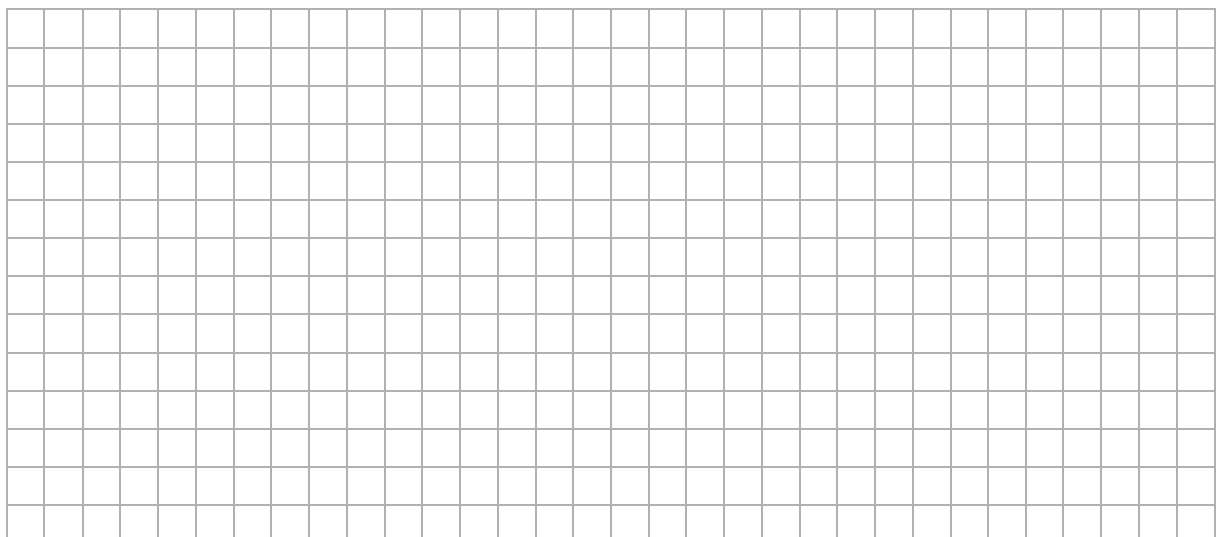
8.1.

0-1-2

### Zadanie 8.1. (0-2)

Oblicz  $\alpha$  – 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)**

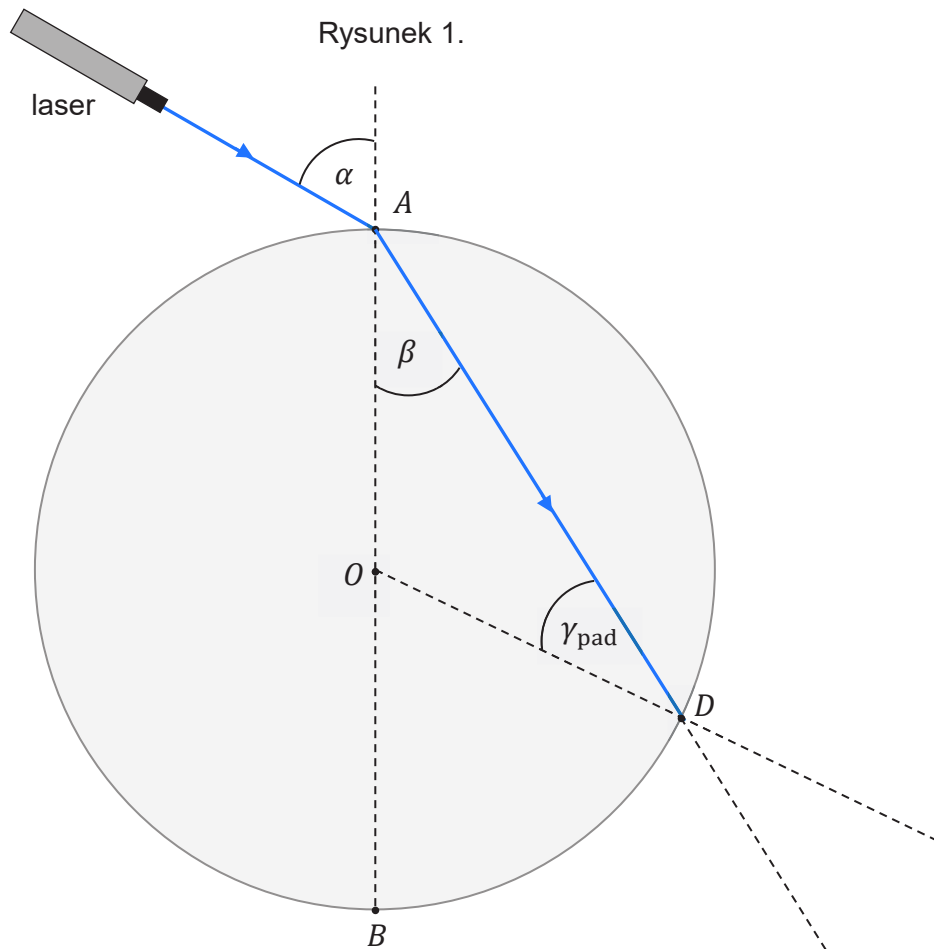
Średnica drutu wolframowego, z którego wykonano włókno żarówki, jest równa  $d = 30 \mu\text{m}$ . Opór właściwy wolframu w temperaturze  $T_0 = 300 \text{ K}$  jest równy  $\rho_0 = 5,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ .

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  $\alpha$ , a kąt załamania tego promienia jest równy  $\beta$ . 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:  $\gamma_{\text{pad}}$ ,  $\gamma_{\text{zał}}$ ,  $\gamma_{\text{odb}}$ .

9.1.	<b>Narysuj</b> na rysunku 1. dalszy bieg promienia załamane go i odbite go w punkcie $D$ .
0–1– 2–3	<b>Oznacz</b> łukami i <b>podpisz</b> w odpowiednich miejscach kąty: $\gamma_{\text{zał}}$ , $\gamma_{\text{odb}}$ , a następnie <b>określ</b> relacje między miarami odpowiednich kątów – <b>wpisz</b> 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.**

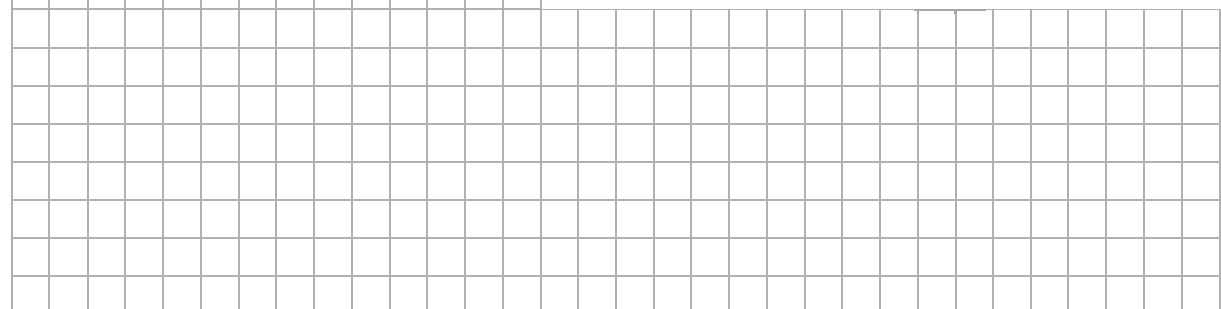
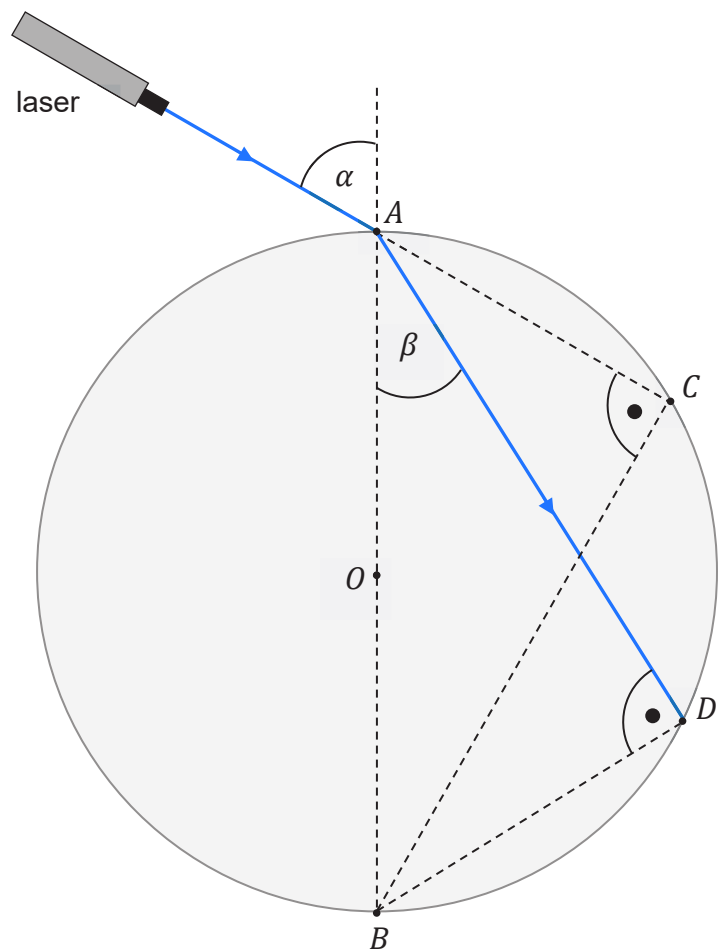
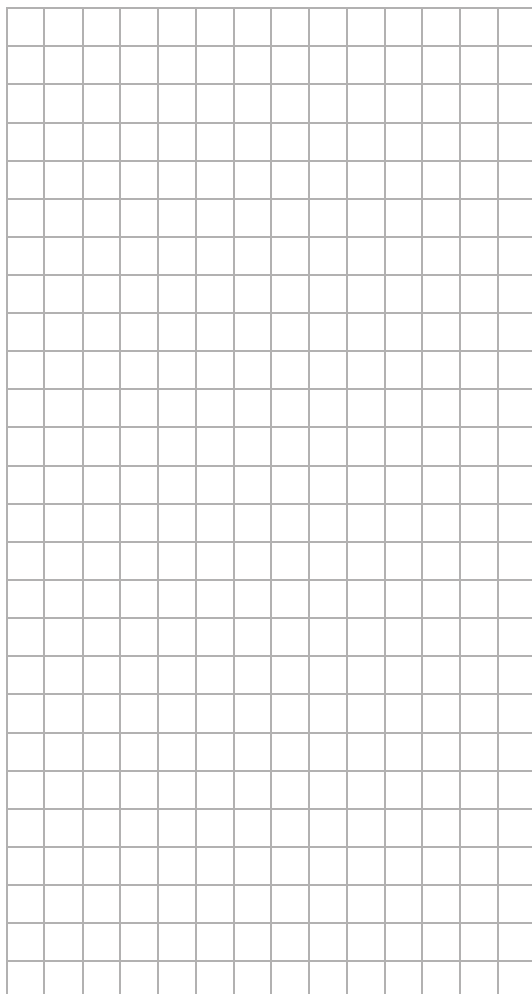
**Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.**

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.

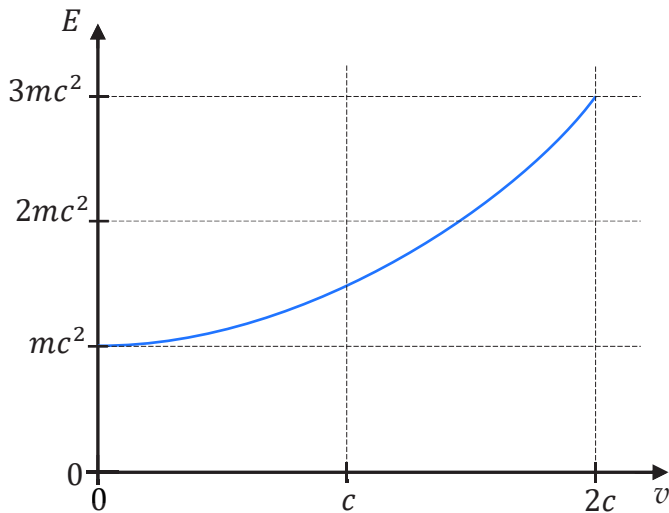
10.1.

0-1

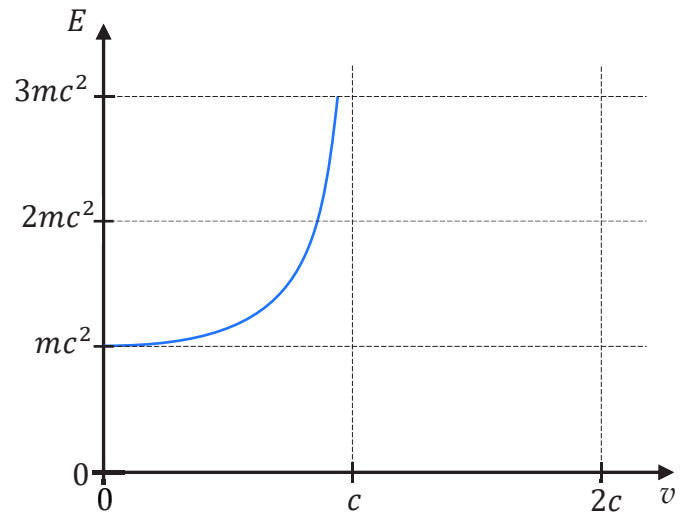
### Zadanie 10.1. (0-1)

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.

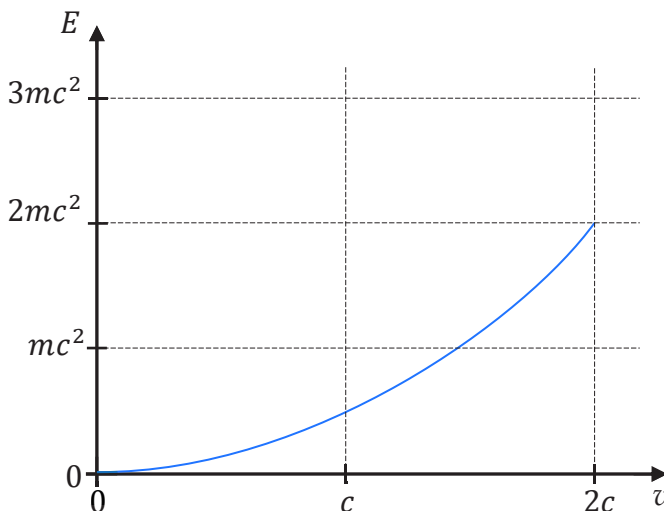
A.



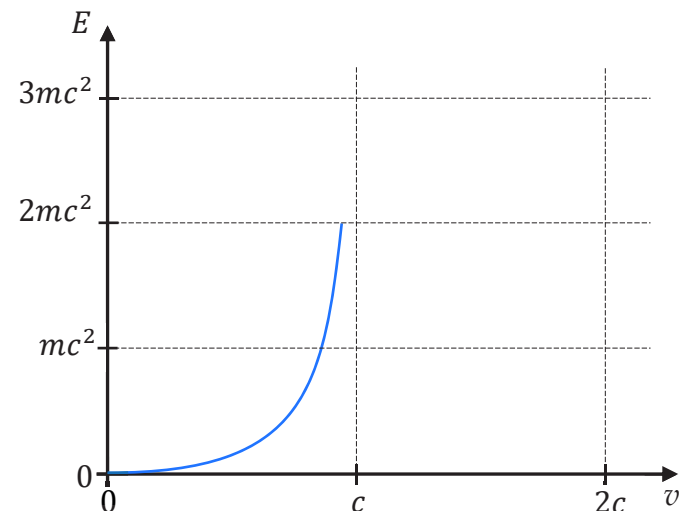
B.



C.



D.







**Zadanie 11.3. (0–3)**

Masa jądra izotopu  $^{277}\text{Cn}$  jest równa

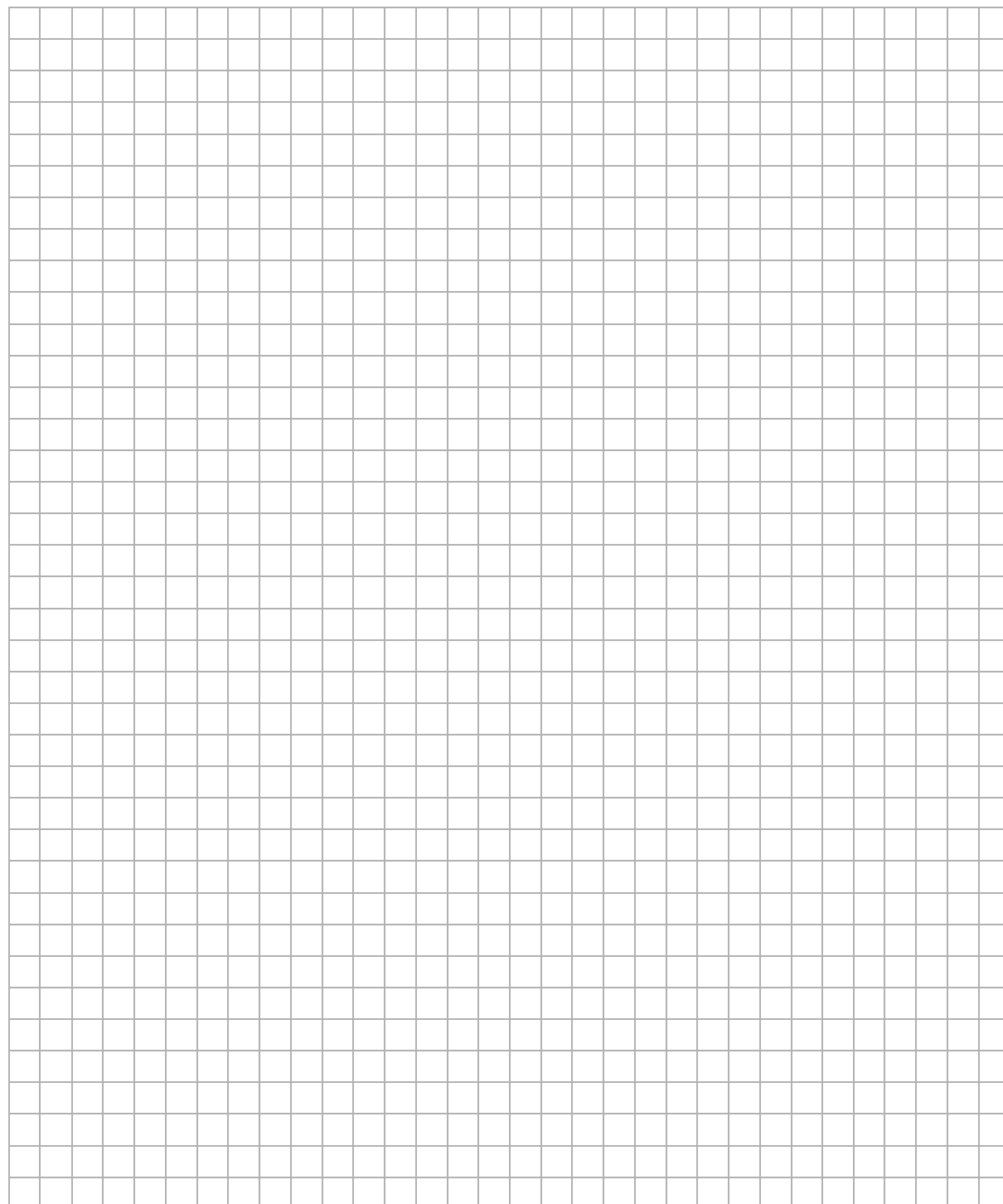
$$m_{\text{Cn}} = 460,138\,852 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Oblicz najmniejszą energię, którą należałoby dostarczyć do jądra  $^{277}\text{Cn}$ , 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*

