

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Miejsce na naklejkę.

Sprawdź, czy kod na naklejce to
E-100.

Jeżeli tak – przyklej naklejkę.
Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

Egzamin maturalny

Formuła 2015

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Symbol arkusza

EFAP-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. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
6. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
7. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.
8. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
9. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijki oraz kalkulatora prostego. Upewnij się, czy przekazano Ci broszurę z okładką taką jak widoczna poniżej.

Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne
na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki

$J = m \cdot v \cdot r \cdot \sin(\varphi)$
 $v = \frac{H \cdot I}{2\pi \cdot r}$
 $B = \mu_0 \cdot \frac{I}{2\pi \cdot r}$

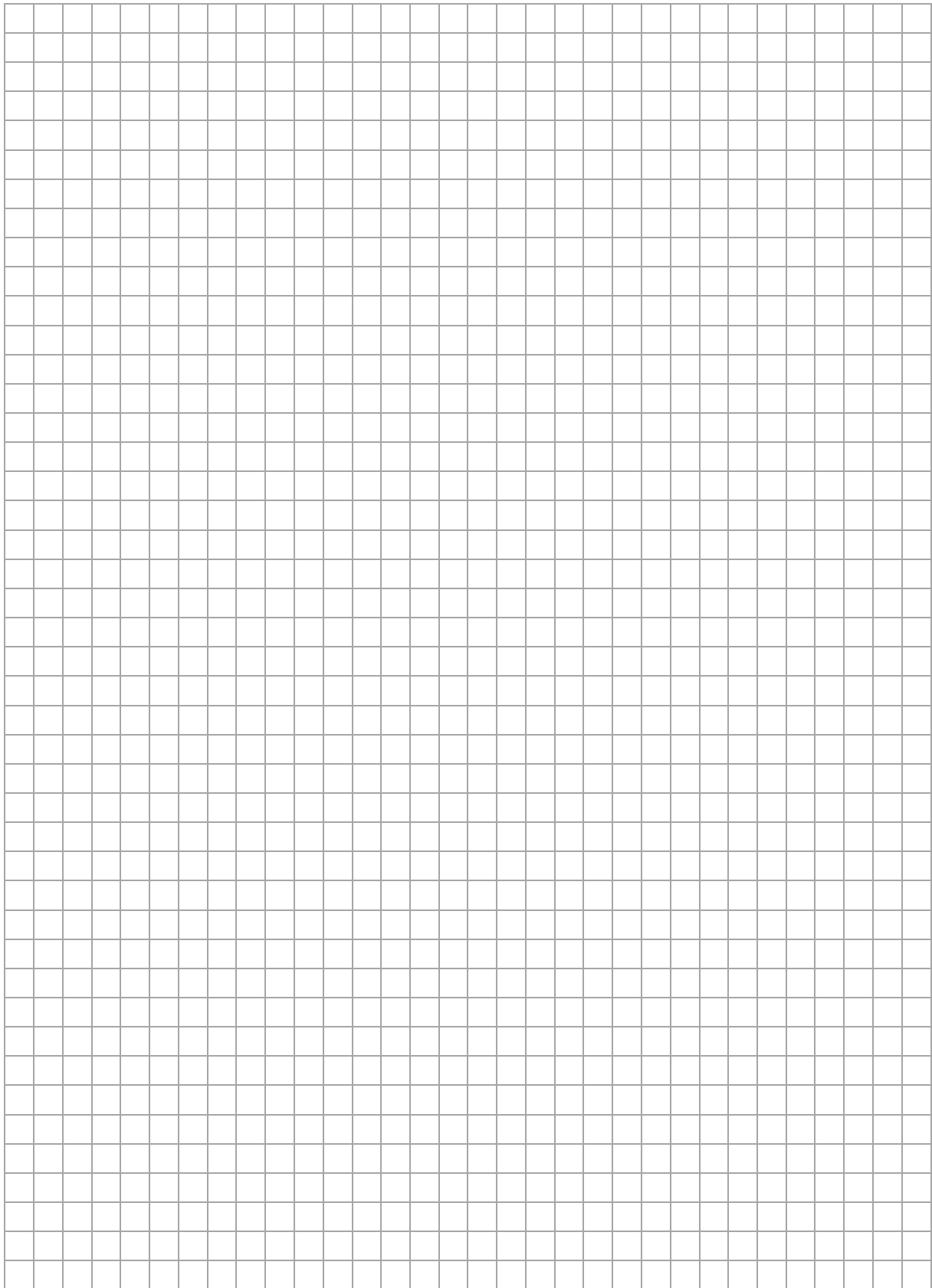
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA AGENCJA WSPARCIA EDUKACYJNEGO

MINISTERSTWO
EDUKACJI
NARODOWEJ

CENTRALNA
KOMISJA
EGZAMINACYJNA

UNIA EUROPEJSKA
Europejski Fundusz Społeczny

**Zadania egzaminacyjne są wydrukowane
na następnych stronach.**



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.
	Maks. liczba pkt	4
	Uzyskana liczba pkt	

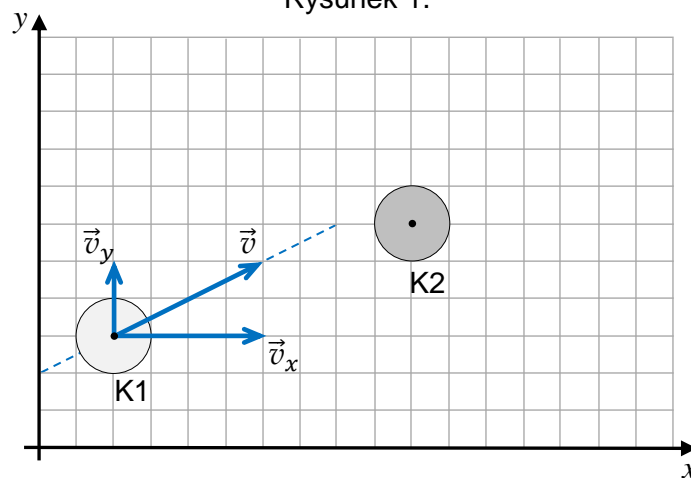
Zadanie 2.

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.

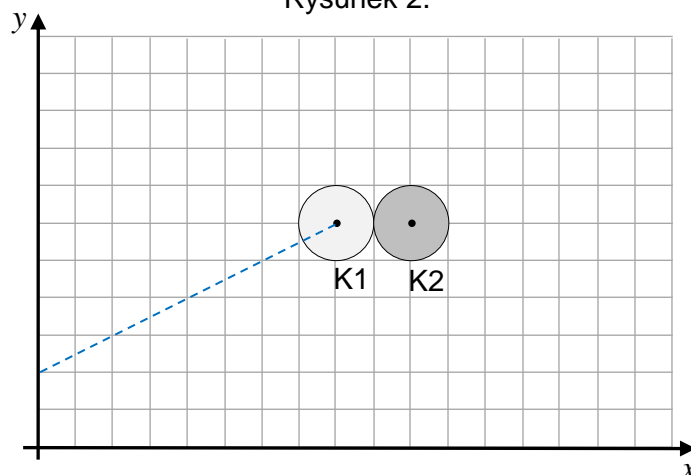
Na rysunku 1. w kartezjańskim układzie współrzędnych (x, y) przedstawiono poruszający się krażek K1 i spoczywający krażek K2. Oznaczono prędkość \vec{v} krażka K1 i składowe \vec{v}_x, \vec{v}_y tej prędkości. Na rysunku 2. przedstawiono moment zderzenia się obu krażyków.

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.



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.

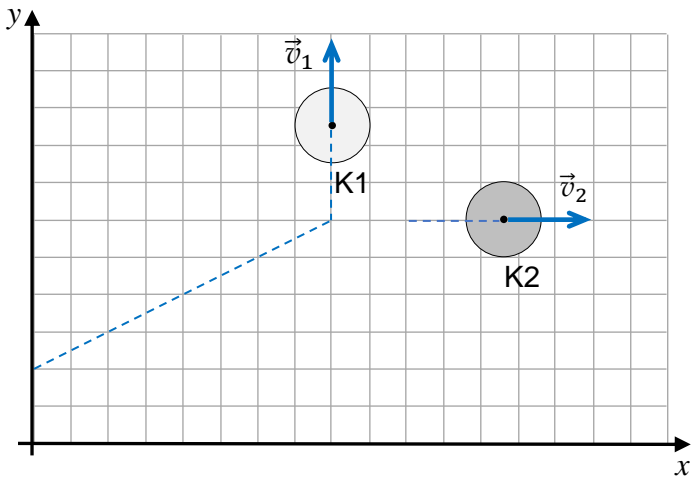
Zadanie 2.2. (0–1)

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.

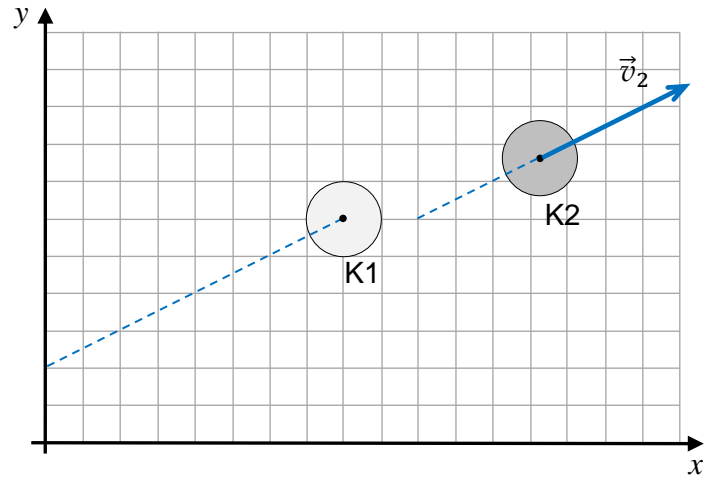
A.

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



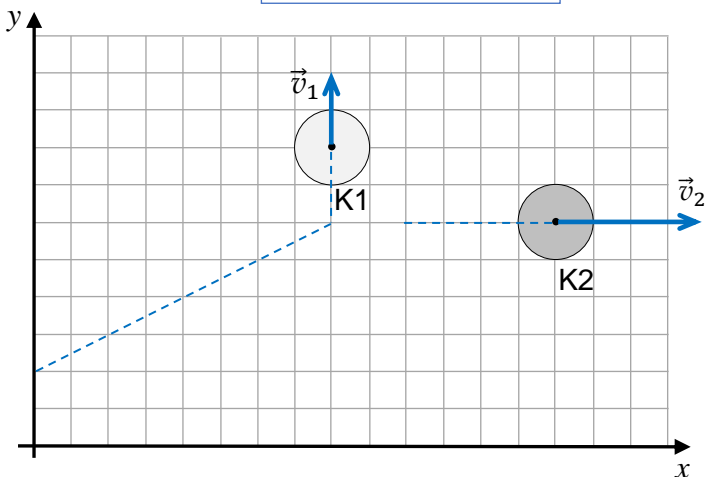
B.

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



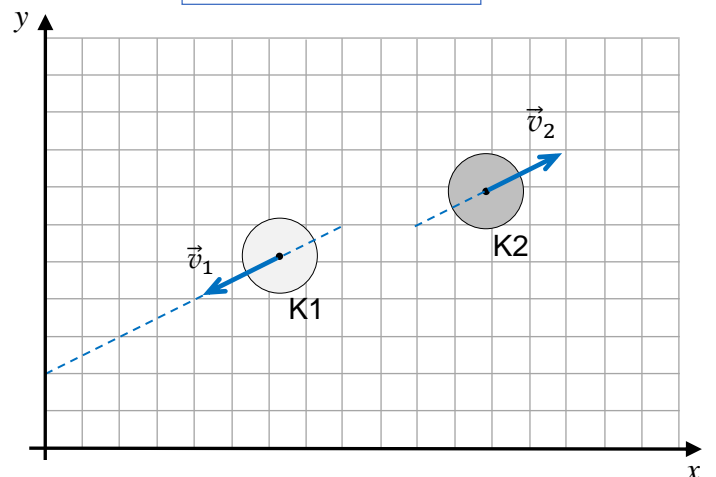
C.

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



D.

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



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.1.	2.2.
	Maks. liczba pkt	1	1
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 3.

Klocek o masie m porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym po powierzchni równi pochyłej z prędkością \vec{v} pod górę. Ruch klocka opisujemy w układzie inercyjnym, w ziemskim polu grawitacyjnym. Przyjmij, że na ten klocek działają cztery siły:

\vec{F}_t – siła tarcia (pomiędzy klokiem a równią) działająca na klocek,

\vec{F}_g – siła grawitacji działająca na klocek,

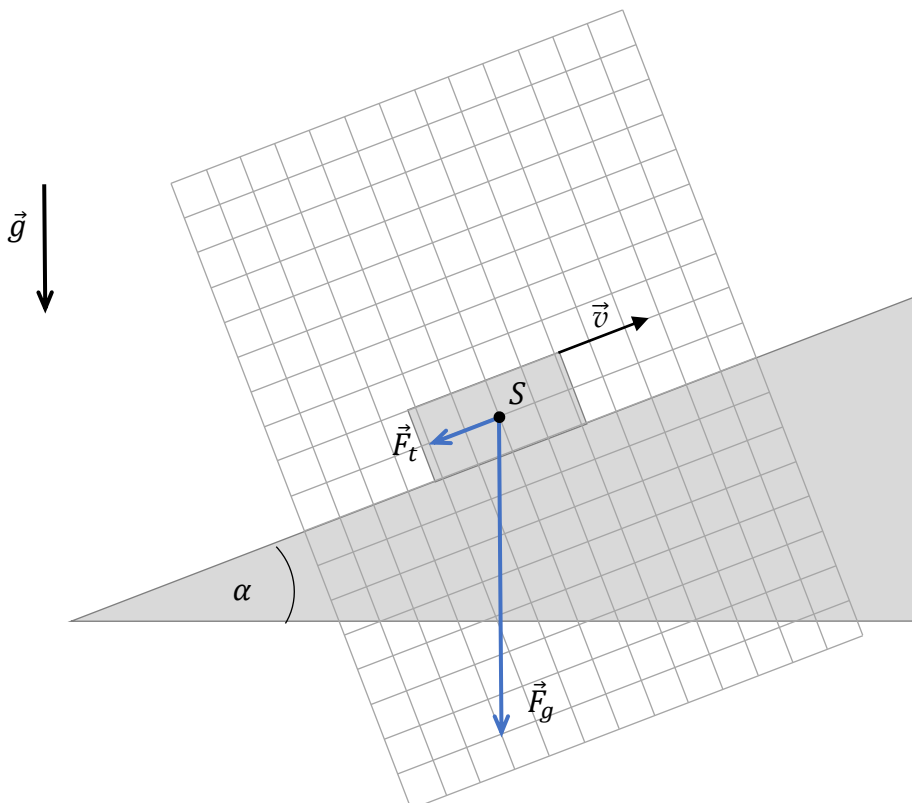
\vec{F}_r – siła reakcji równi działająca na klocek (siła nacisku równi na klocek),

\vec{F} – siła, z jaką klocek jest ciągnięty w górę równi. Kierunek siły \vec{F} jest wzdłuż powierzchni równi.

Na każdym diagramie 1.–3. (strony 8 i 9) narysowano dwie z czterech wymienionych sił działających na klocek: siłę tarcia \vec{F}_t oraz siłę grawitacji \vec{F}_g . Długości wektorów odpowiadają wartościom tych sił, a długość boku kratki odpowiada umownej jednostce siły. Punkt S na diagramach 1.–3. reprezentuje klocek. Na diagramie 1. pozostawiono widok klocka oraz równi.

Kąt nachylenia równi ma miarę α . Współczynnik tarcia klocka o równię jest równy μ .

Diagram 1.



Zadanie 3.1. (0–3)

Na diagramie 2. narysuj i oznacz siłę \vec{F}_r przyłożoną w punkcie S , natomiast na diagramie 3. narysuj i oznacz siłę \vec{F} przyłożoną w punkcie S . Zachowaj odpowiednie kierunki, zwroty oraz długości wektorów odpowiadające wartościom tych sił.

Diagram 2.

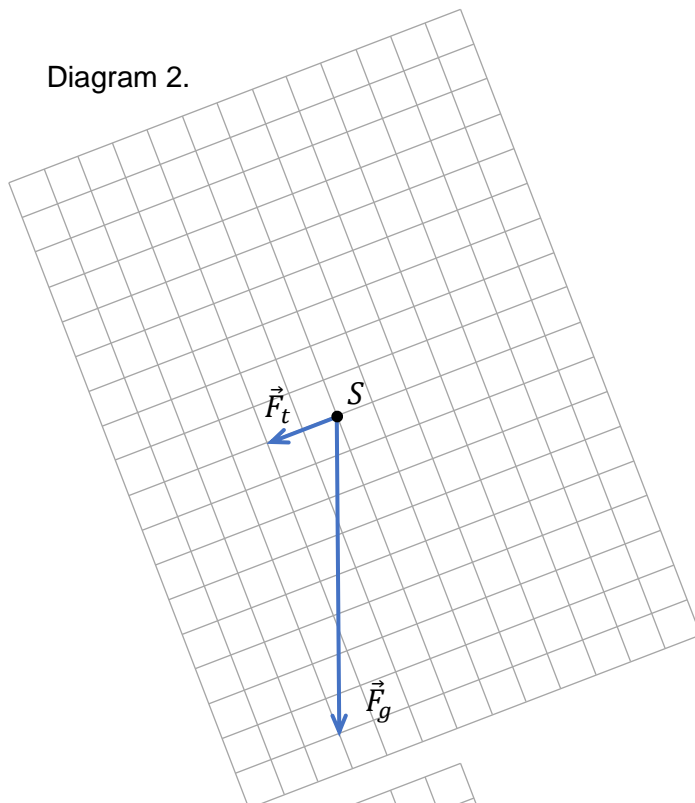
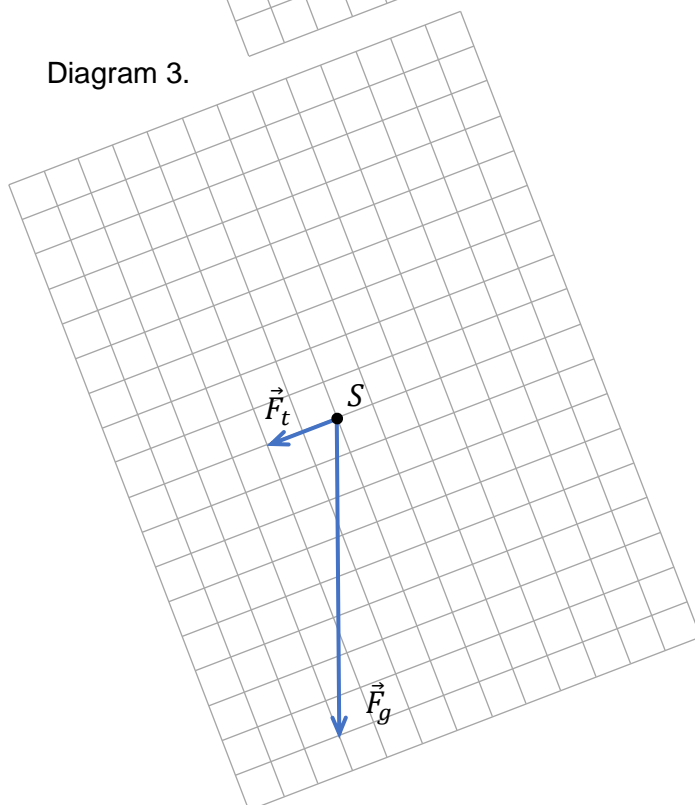


Diagram 3.

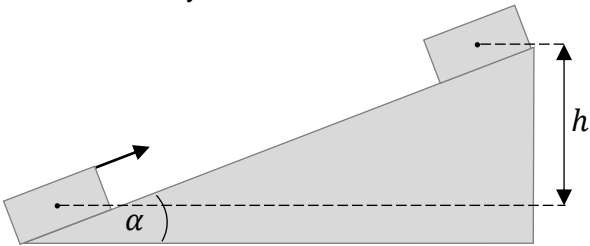


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.
	Maks. liczba pkt	3
	Uzyskana liczba pkt	

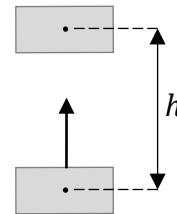
Zadanie 3.2. (0–3)

Rozważamy wciąganie klocka po równi pochyłej (zobacz rysunek 1.) oraz pionowe podnoszenie klocka w powietrzu (zobacz rysunek 2.). Pracę siły \vec{F} , wykonaną podczas wciągania klocka po równi na wysokość h ruchem jednostajnym, oznaczymy jako W_1 . Pracę przeciwko sile grawitacji, wykonaną podczas podnoszenia klocka ruchem jednostajnym pionowo do góry na wysokość h , oznaczymy jako W_2 .

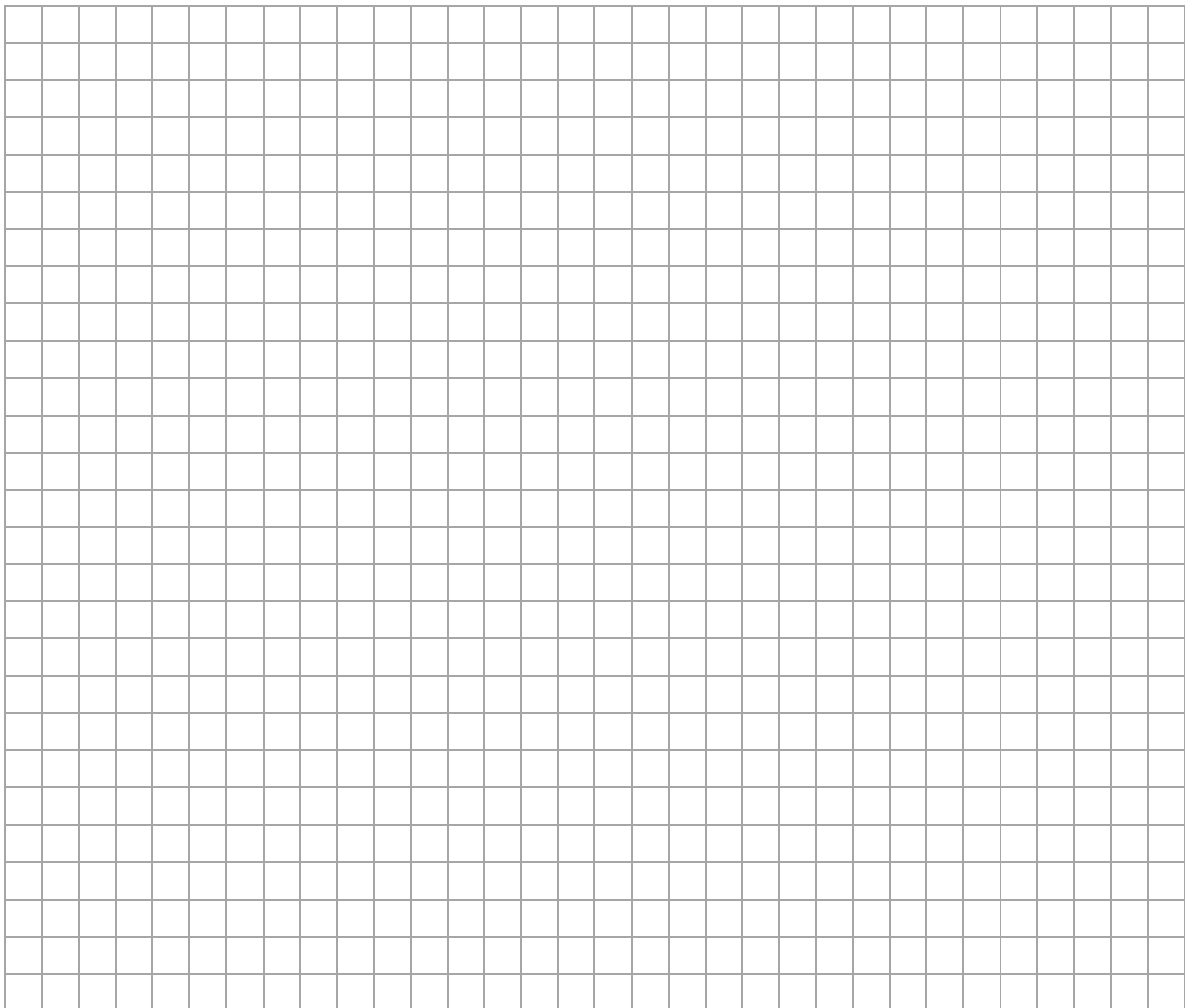
Rysunek 1.



Rysunek 2.



Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć różnicę prac ($W_1 - W_2$) w zależności od wielkości: μ , m , g , h , α .



Zadanie 4.

Sprężynę o współczynniku sprężystości $k = 100 \text{ N/m}$ zamocowano jednym końcem do pionowej ściany. Na drugim końcu sprężyny przymocowano klocek o masie $m_k = 150 \text{ g}$. Sprężyna początkowo pozostawała nierozciągnięta.

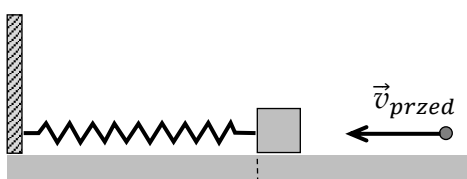
W kierunku klocka wystrzelono poziomo kulkę z plasteliny o masie $m_p = 50 \text{ g}$ (zobacz rysunek 1.). Wartość prędkości plastelinowej kulki przed uderzeniem w klocek oznaczmy jako v_{przed} . W wyniku zderzenia plastelina przykleiła się do klocka. Wartość prędkości, jaką uzyskał klocek (z przyklejoną do niego plastelinową kulką) bezpośrednio po zderzeniu, oznaczmy jako v_{po} (zobacz rysunek 2.).

Wskutek tego zderzenia układ (sprężyna – klocek z przyklejoną kulką) został wprawiony w drgania o amplitudzie A i częstotliwości f (zobacz rysunki 3.–4.).

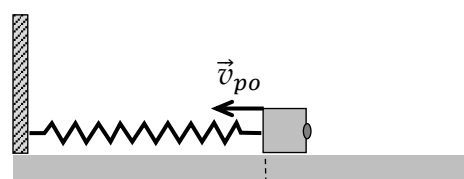
Przyjmij model zjawiska, w którym:

- pomijamy masę sprężyny
- zakładamy, że pomiędzy klockiem a podłożem nie występuje tarcie
- układ wykonuje drgania harmoniczne
- pomijamy czas zderzenia kulki z klockiem.

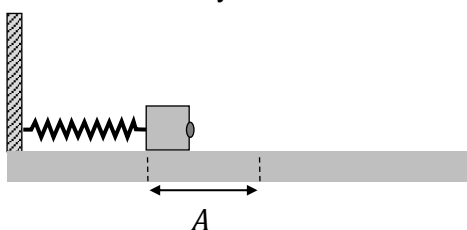
Rysunek 1.



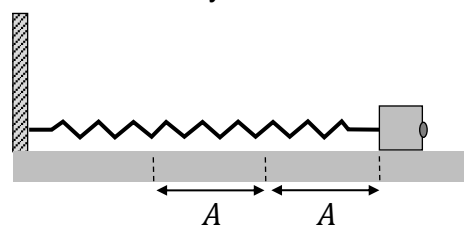
Rysunek 2



Rysunek 3.



Rysunek 4.



Zadanie 4.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Częstotliwość drgań układu jest równa wartości wyrażenia

A. $f = 2\pi \sqrt{\frac{0,15}{100}} \text{ Hz}$ B. $f = 2\pi \sqrt{\frac{0,2}{100}} \text{ Hz}$ C. $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{100}{0,15}} \text{ Hz}$ D. $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{100}{0,2}} \text{ Hz}$

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.2.	4.1.
	Maks. liczba pkt	3	1
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 4.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Amplitudę drgań układu można obliczyć ze wzoru

A. $A = \frac{v_{po}}{f}$

B. $A = \frac{v_{po}}{2\pi f}$

C. $A = \frac{v_{przed}}{f}$

D. $A = \frac{v_{przed}}{2\pi f}$

Zadanie 4.3. (0–4)

Energję kinetyczną układu przed zderzeniem oznaczmy jako $E_{kin\ przed}$.

Maksymalną energję kinetyczną układu po zderzeniu oznaczmy jako $E_{kin\ po}$.

Oblicz wartość liczbowa $\frac{E_{kin\ po}}{E_{kin\ przed}}$.



Zadanie 5.

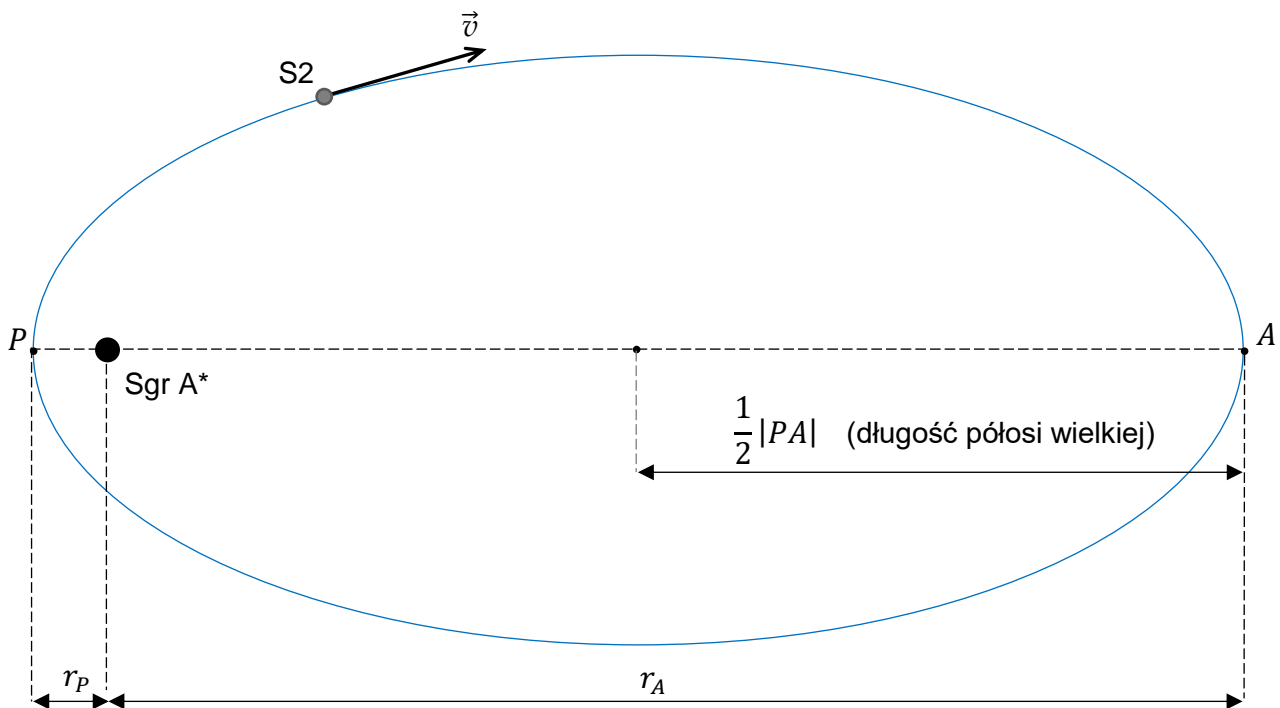
Sagittarius A* (Sgr A*) to bardzo masywny obiekt znajdujący się w centrum naszej galaktyki. Gwiazda znana jako S2 obiega obiekt Sgr A* po wydłużonej orbicie eliptycznej. Parametry tego ruchu orbitalnego są następujące:

- 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.

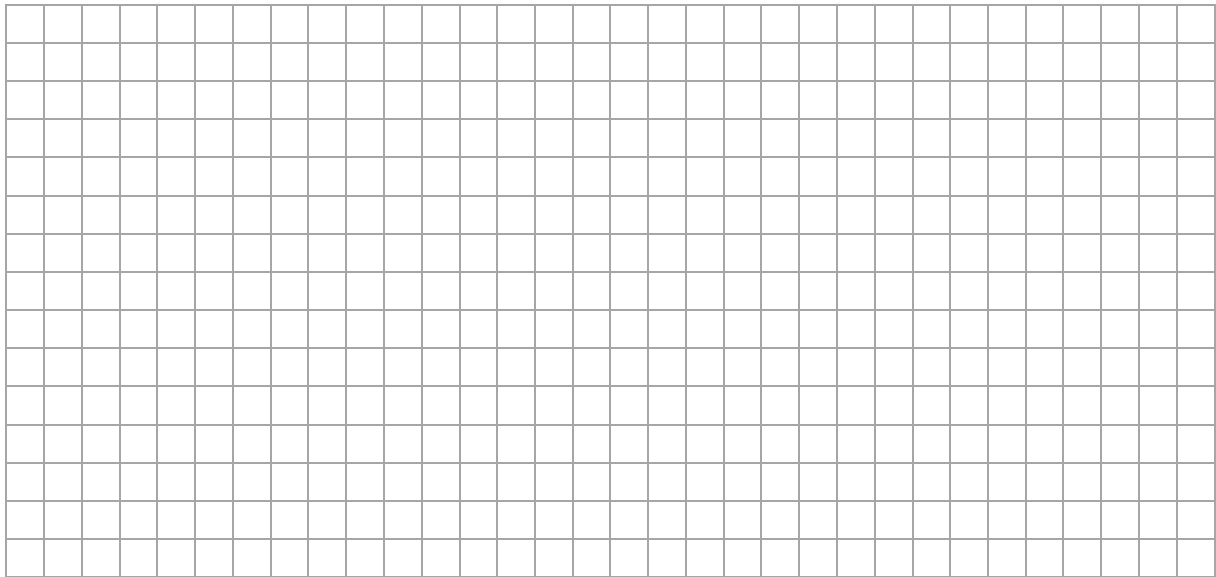
Rysunek 1.



Zadanie 5.1. (0–1)

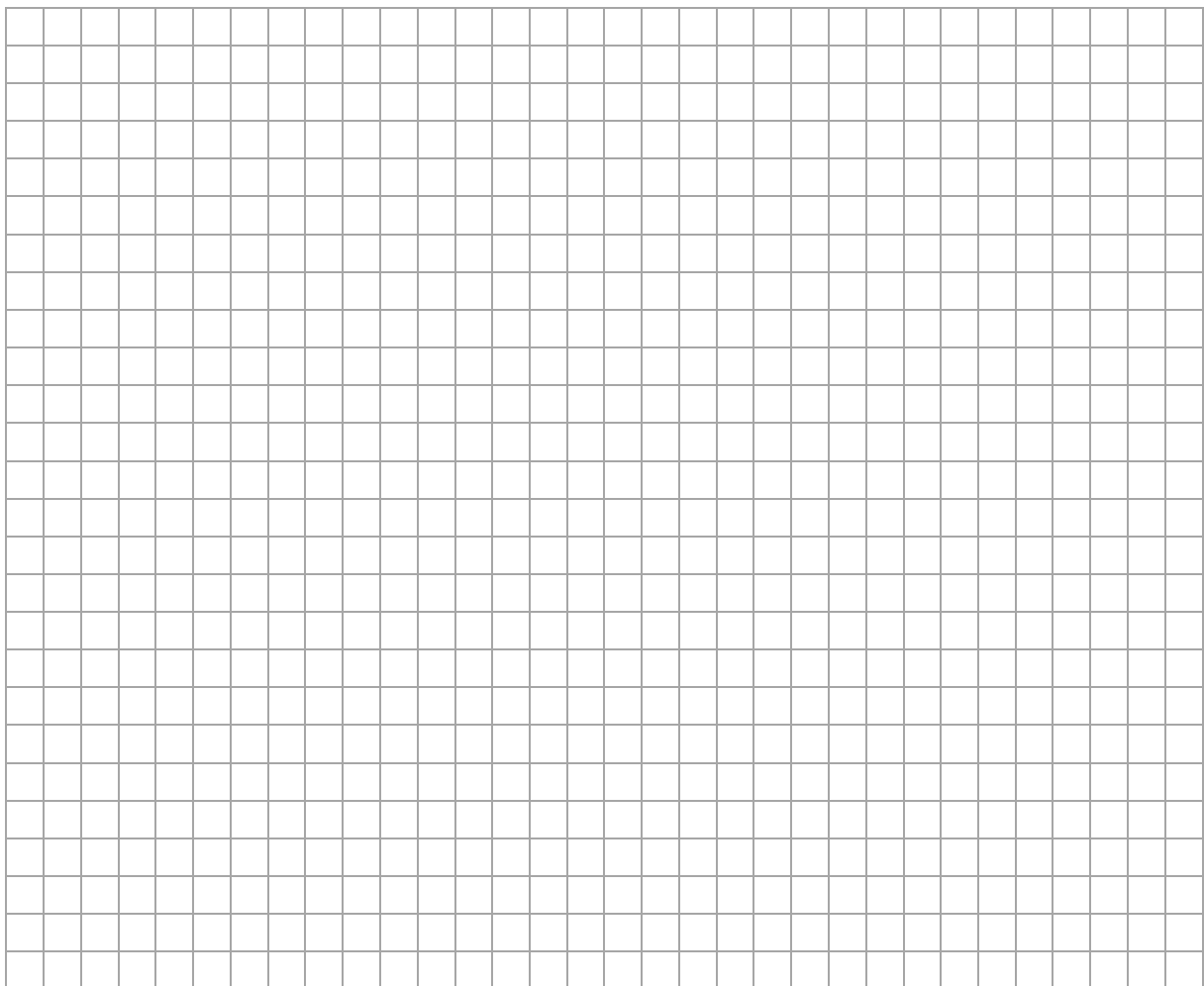
Na rysunku 2. (strona 14) narysuj wektor przyspieszenia \vec{a} środka gwiazdy S2 w oznaczonym położeniu na orbicie. Zachowaj odpowiedni kierunek i zwrot tego wektora (długość może być dowolna).

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.2.	4.3.	5.1.
	Maks. liczba pkt	1	4	1
	Uzyskana liczba pkt			

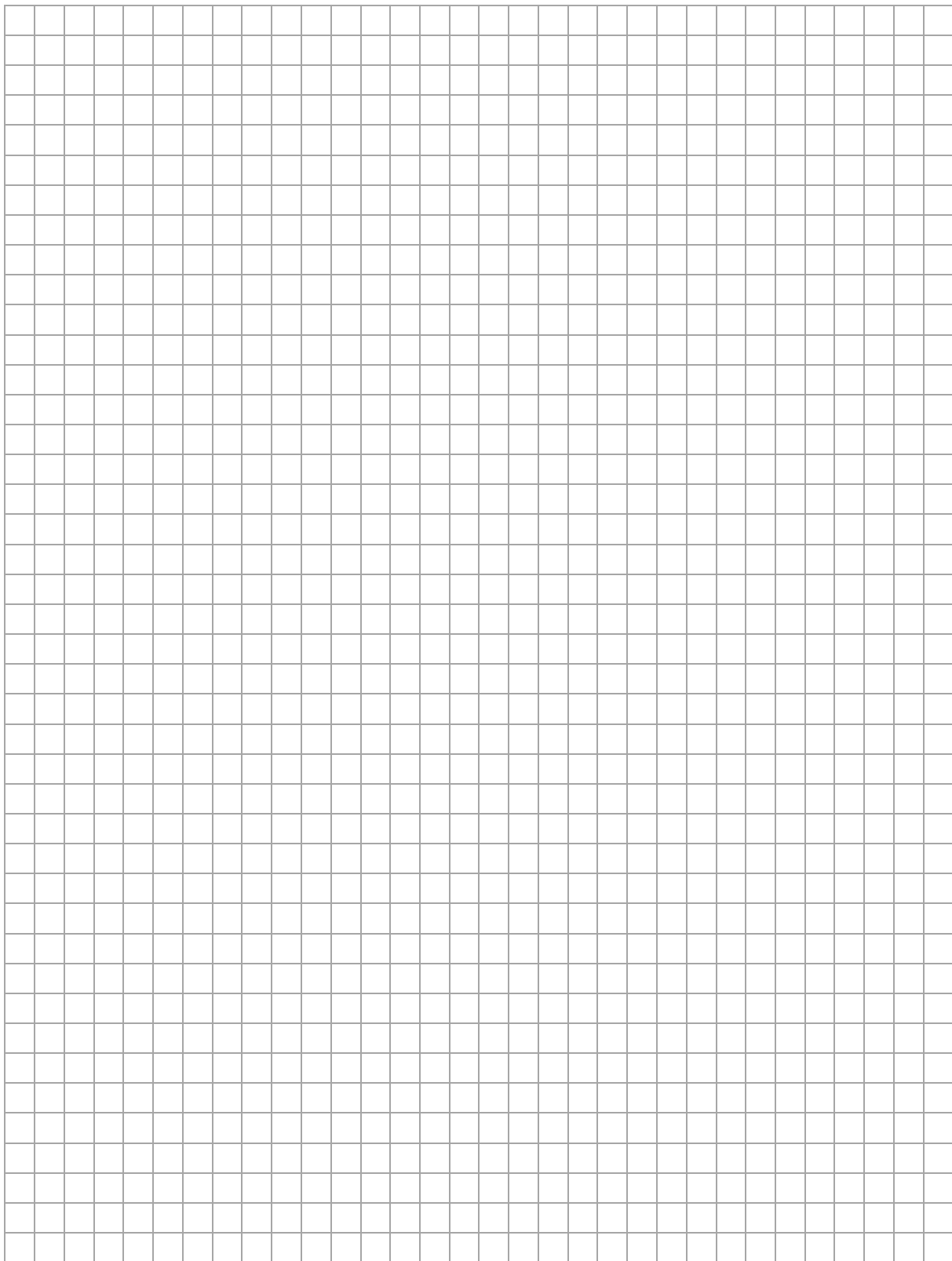


Zadanie 5.3. (0–3)

Wyprowadź wzór podany w informacji do zadań 5.2.–5.3. w przypadku, gdy orbity \mathcal{O}_1 i \mathcal{O}_2 są kołowe.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.2.	5.3.
	Maks. liczba pkt	2	3
	Uzyskana liczba pkt		



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.1.	6.2.	6.3.
	Maks. liczba pkt	1	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

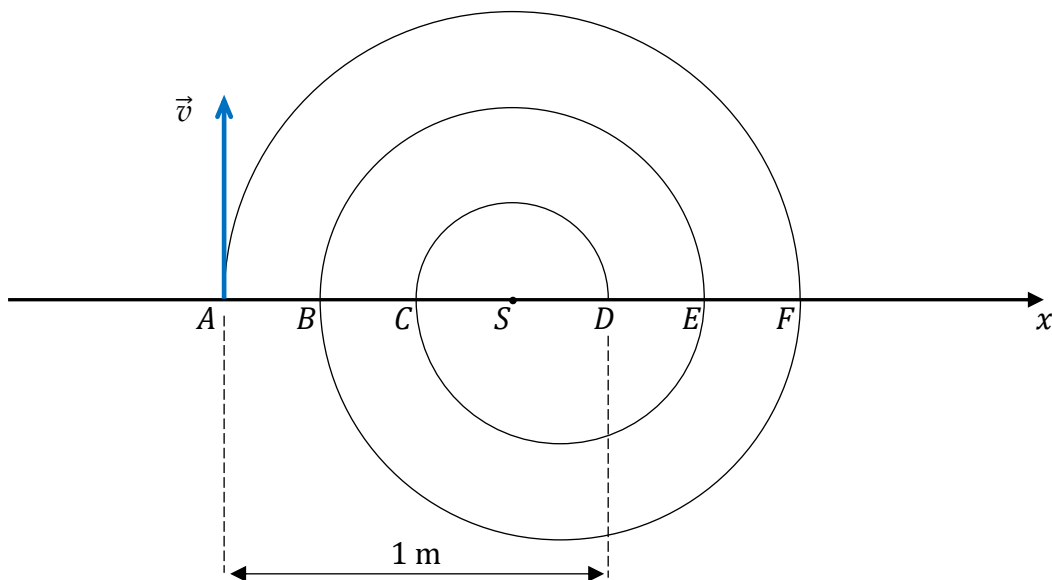
Zadanie 7.

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.

Zadanie 7.1. (0–2)

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

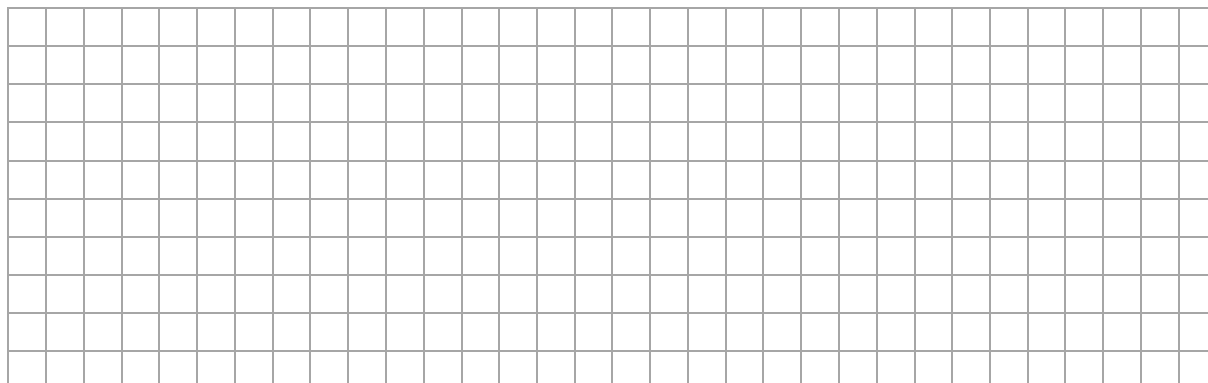
1.	Wektor indukcji pola magnetycznego wzdłuż całego toru ruchu protonu ma zwrot przed płaszczyznę rysunku (tzn. w stronę patrzącego).	P	F
2.	Wartość siły magnetycznej Lorentza działającej na proton jest stała na całej długości toru od punktu A do punktu D .	P	F
3.	Czas ruchu protonu po każdym z półokręgów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

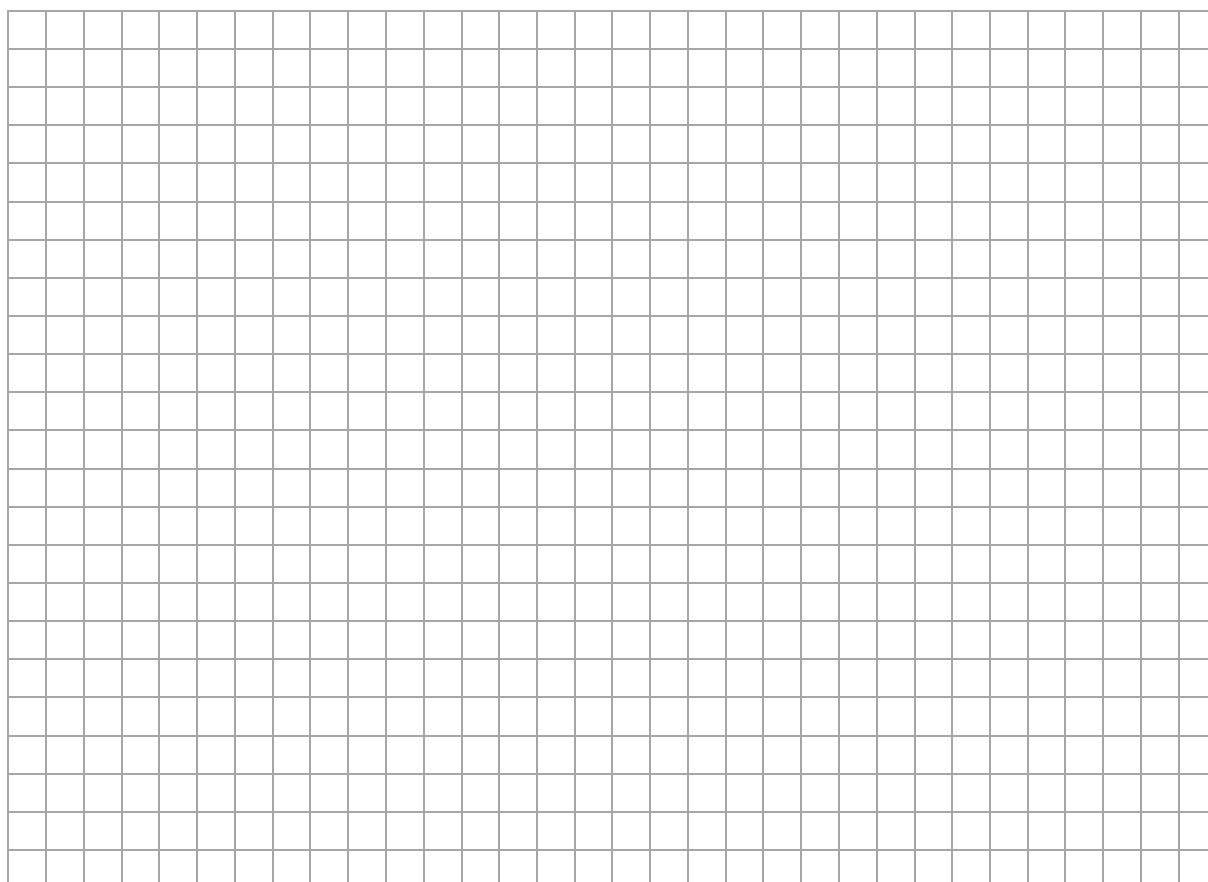
Powołaj się na:

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

**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.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	7.1.	7.2.	7.3.
	Maks. liczba pkt	2	2	3
	Uzyskana liczba pkt			

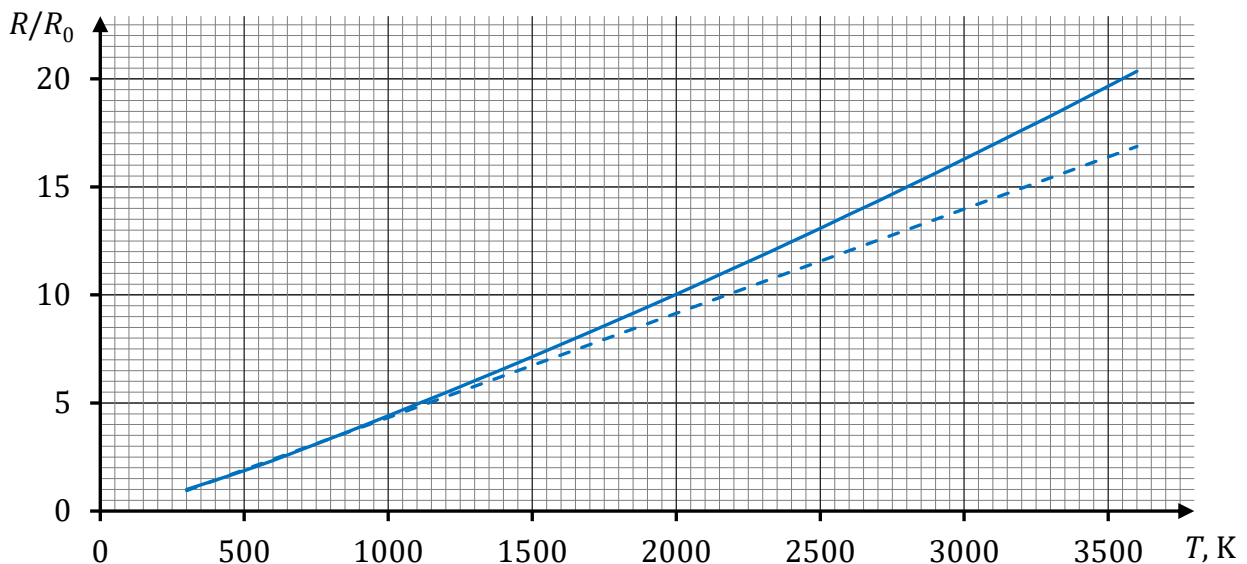
Zadanie 8.

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 (wykres pokrywa się częściowo z linią prostą narysowaną przerywaną kreską) i można ją opisać wzorem:

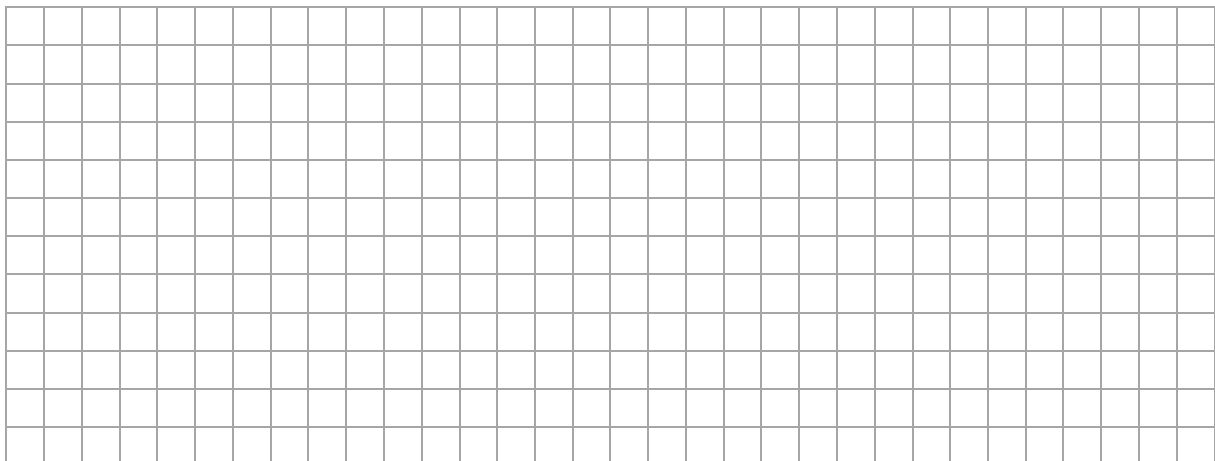
$$\frac{R(T)}{R_0} \approx 1 + \alpha \Delta T \quad \text{gdzie} \quad \Delta T = T - 300 \text{ K}$$

α – temperaturowy współczynnik oporu dla wolframu.



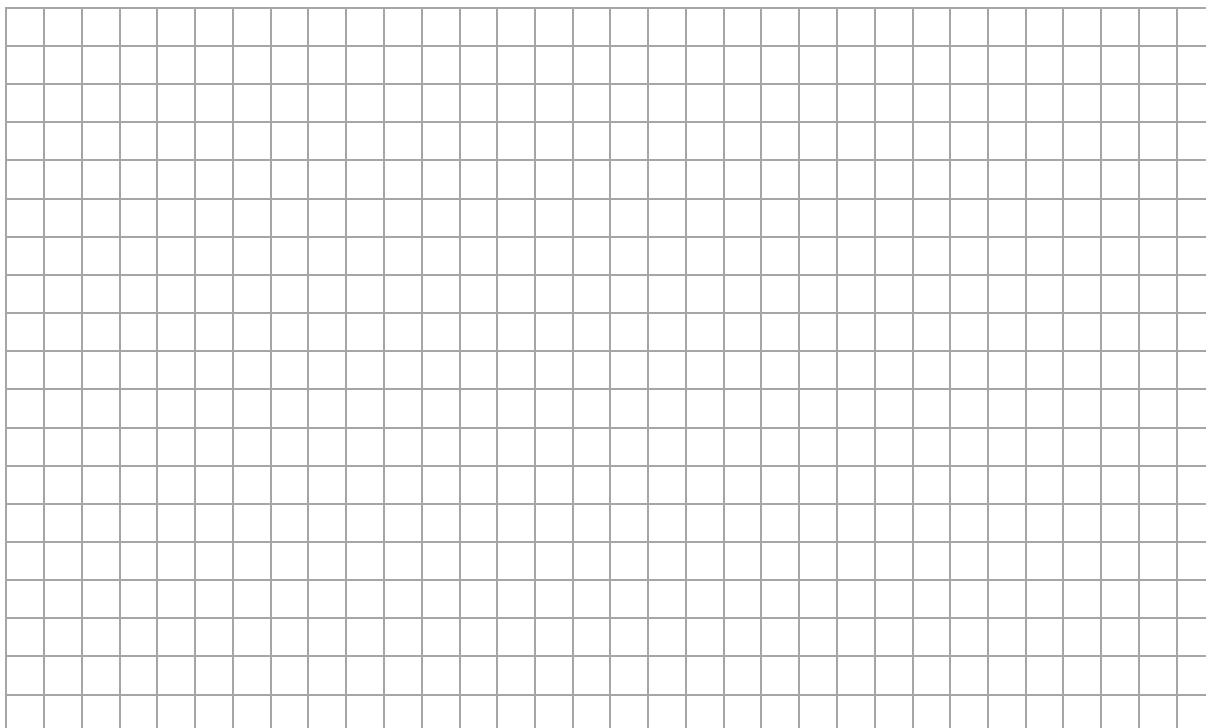
Zadanie 8.1. (0–2)

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



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.

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

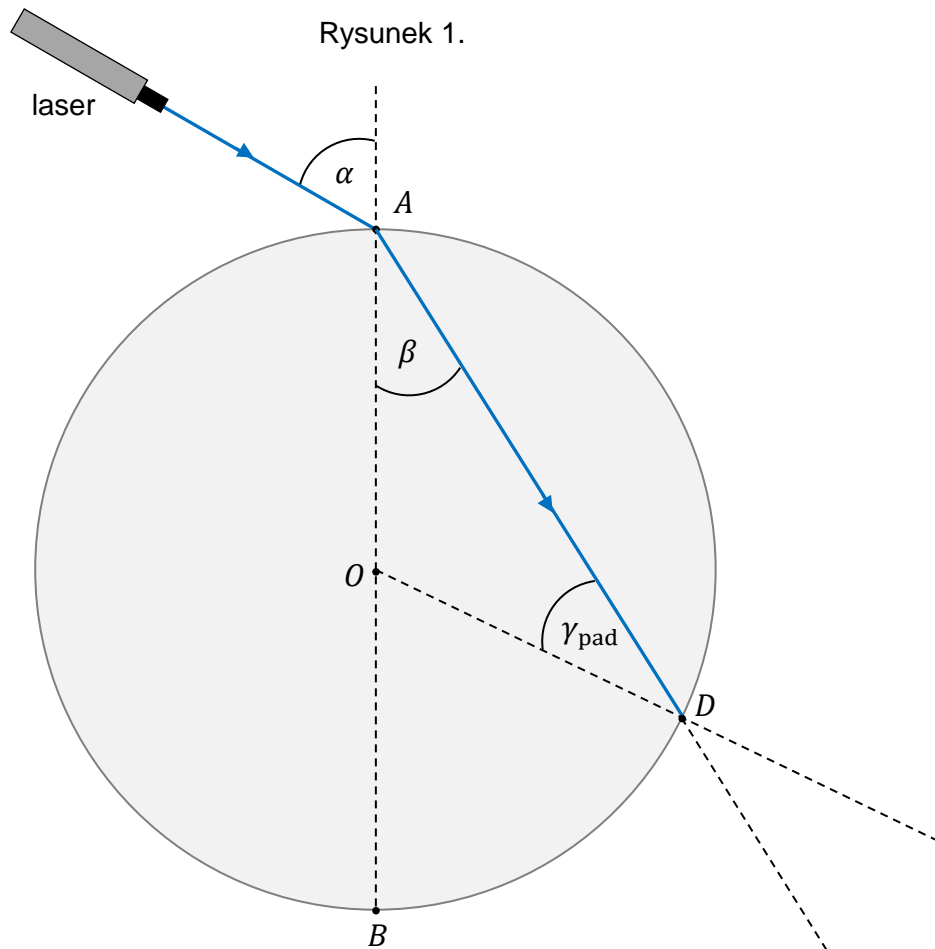
Oblicz długość drutu wolframowego, z którego wykonano włókno tej żarówki. Zapisz obliczenia.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	8.1.	8.2.	8.3.
	Maks. liczba pkt	2	3	2
	Uzyskana liczba pkt			

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):

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

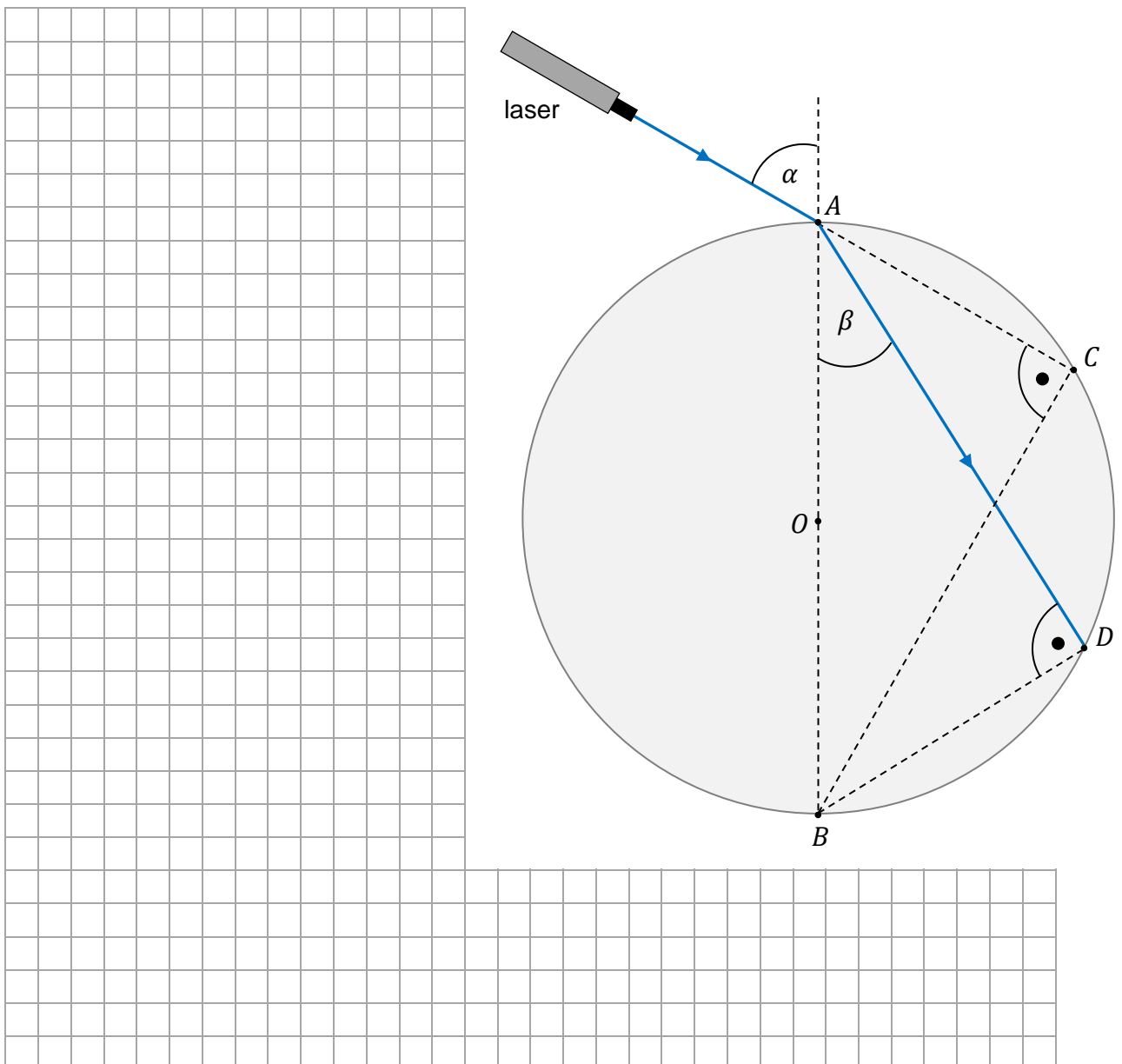
Przyjmij, że wartość prędkości światła w powietrzu jest równa wartości prędkości światła w próżni.

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.

Rysunek 2.

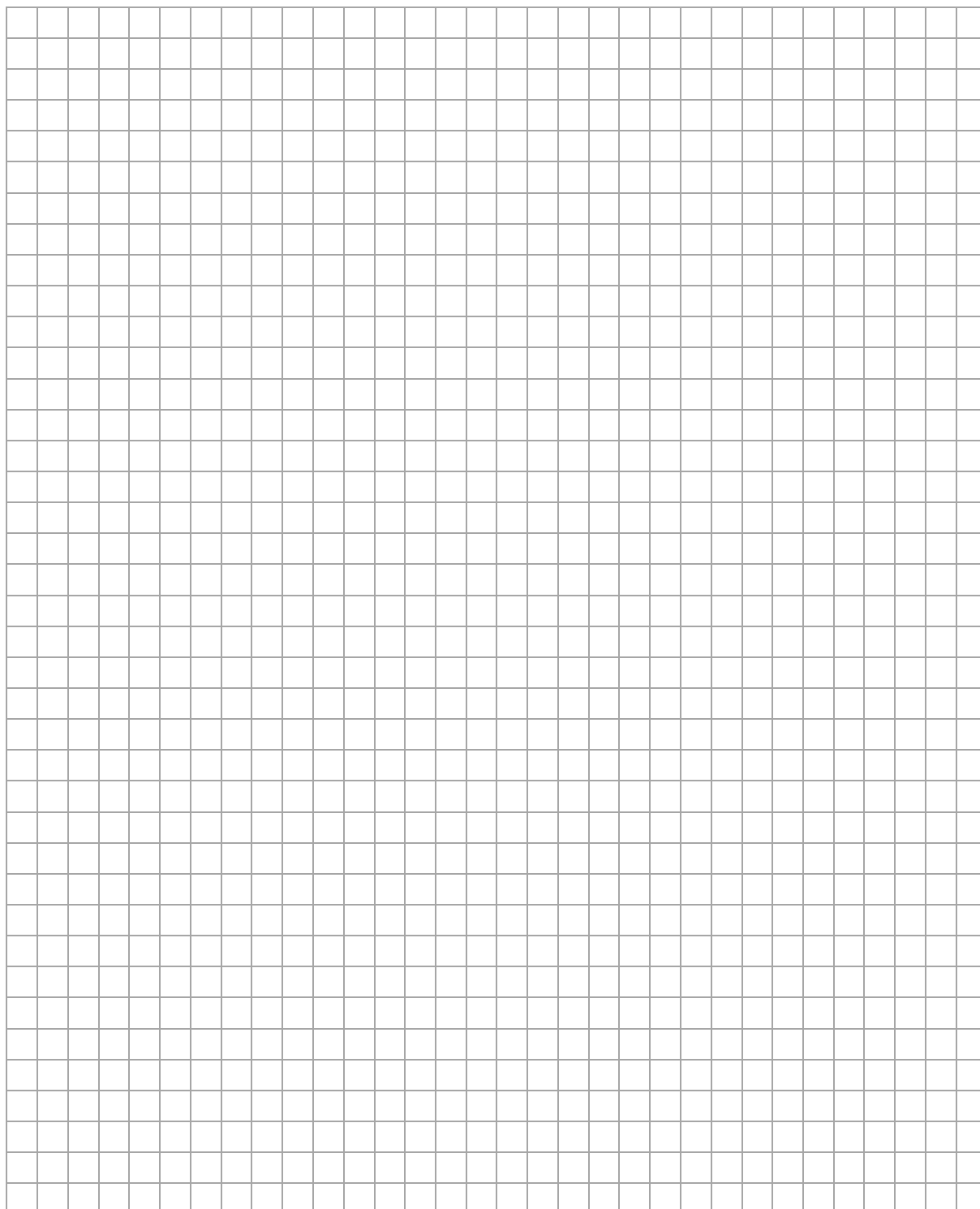


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	9.1.	9.2.
	Maks. liczba pkt	3	3
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 10.3. (0–3)

Przyjmij, że gdy piłeczki znajdują się w ustabilizowanej pozycji, to oddziałują ze sobą jak ładunki punktowe $q = 200 \text{ nC}$ umieszczone w środku każdej z piłeczek.

Oblicz odległość x pomiędzy środkami piłeczek w ustabilizowanej pozycji.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	10.1.	10.2.	10.3.
	Maks. liczba pkt	1	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 11.3. (0–3)

Masy jądra izotopu ^{277}Cn , protonu oraz neutronu są – odpowiednio – równe:

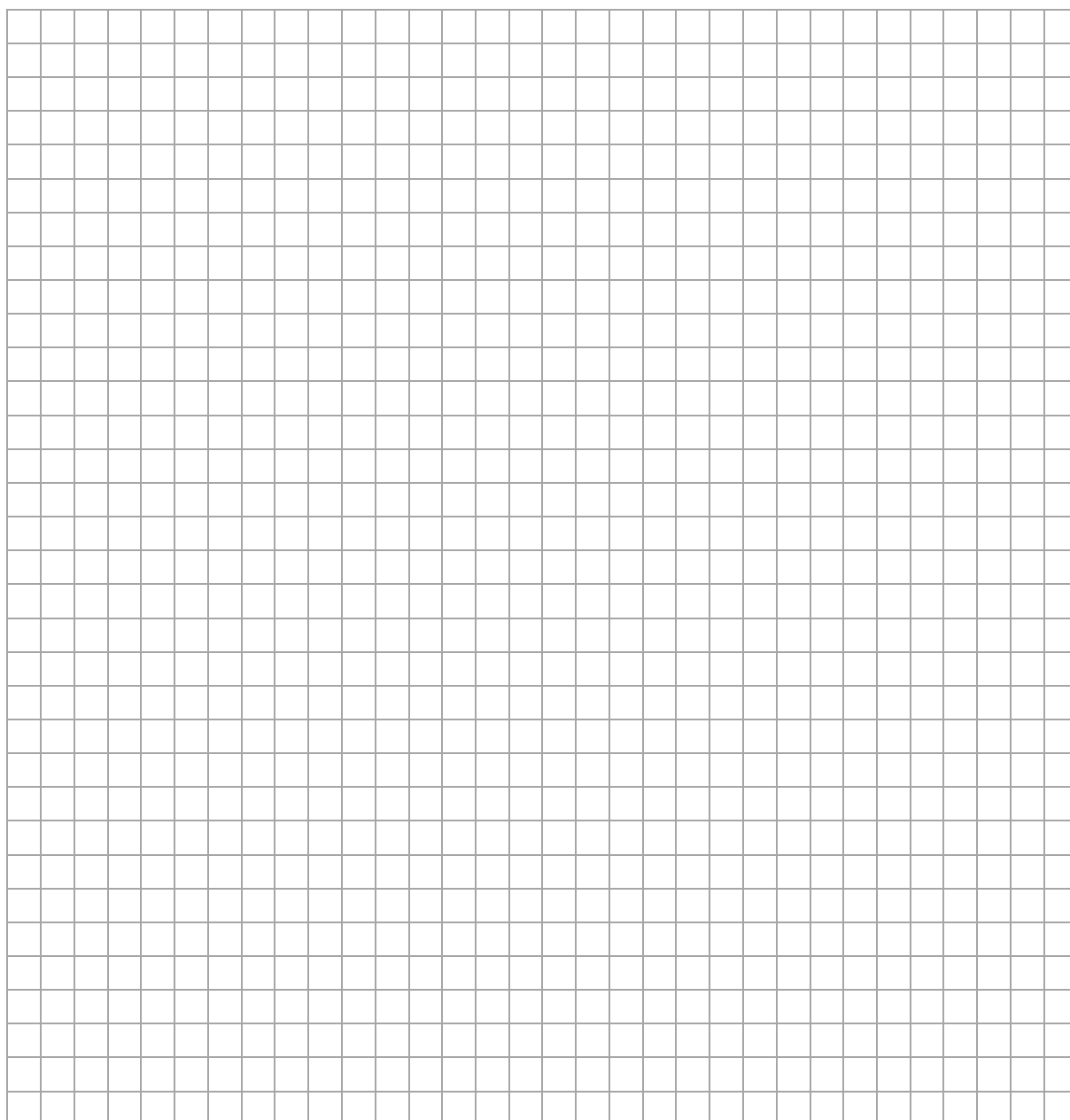
$$m_{\text{Cn}} = 460,138\,852 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_p = 1,672\,621\,92 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n = 1,674\,927\,49 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

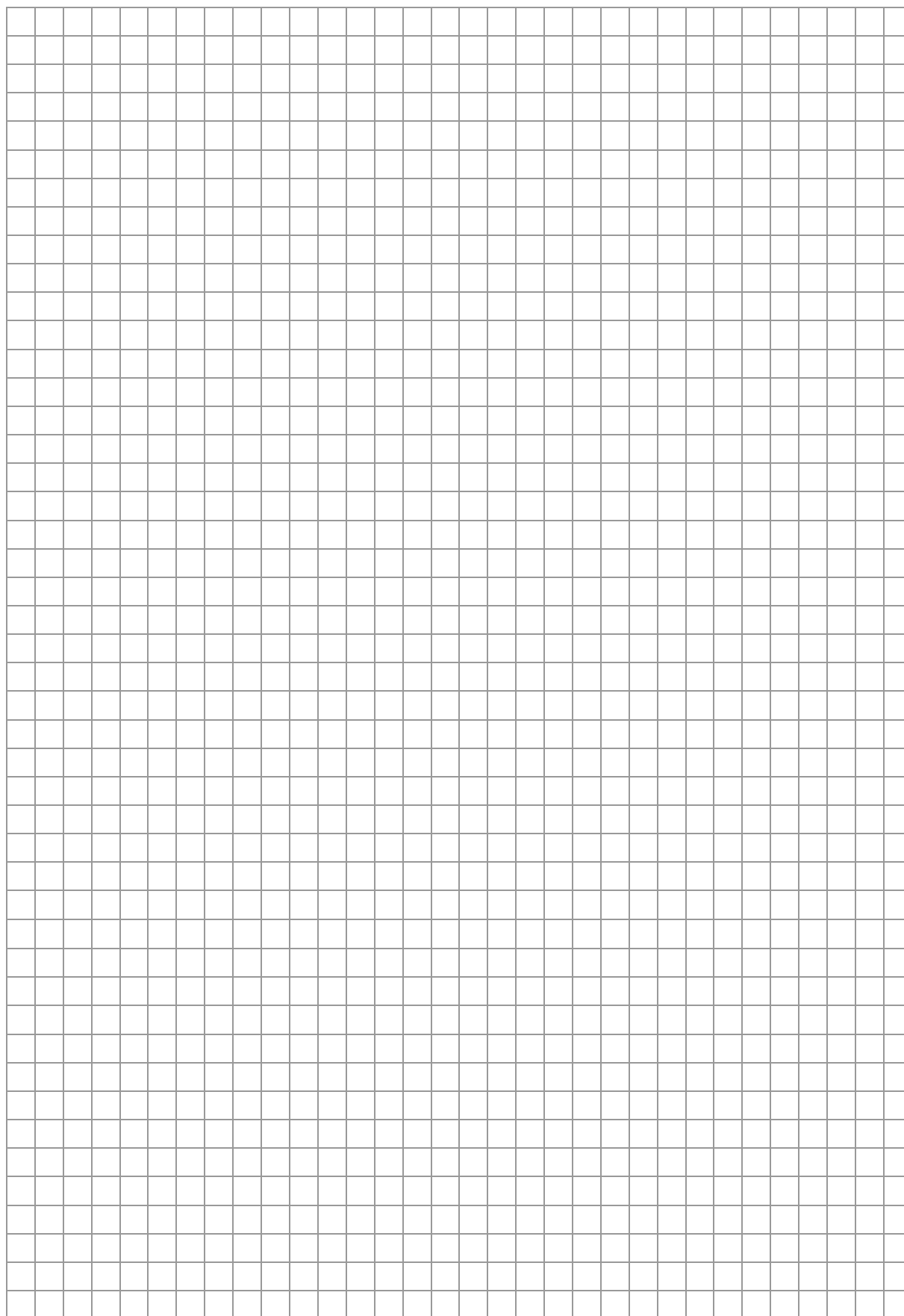
Przyjmij wartość prędkości światła w próżni równą $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

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.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	11.1.	11.2.	11.3.
	Maks. liczba pkt	1	2	3
	Uzyskana liczba pkt			

BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015