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 **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

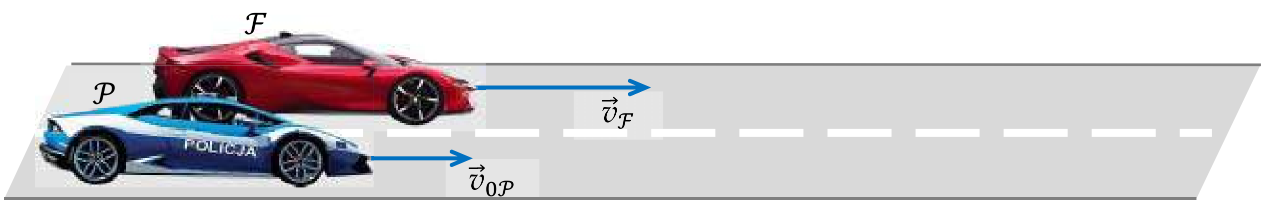
1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 28 stron (zadania 1–11). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Na pierwszej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania 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.

Zadania egzaminacyjne są wydrukowane
na następnych stronach.

Zadanie 1. (0–4)

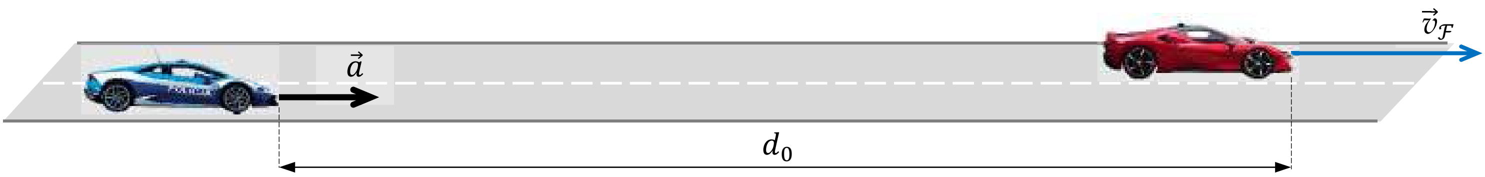
Samochód policyjny $\mathcal{P}$ jechał ze stałą prędkością o wartości $v_{0\mathcal{P}} = 20\ \mathrm{m/s}$. W pewnej chwili został on wyprzedzony przez samochód osobowy $\mathcal{F}$, jadący w tym samym kierunku ze stałą prędkością o wartości $v_{\mathcal{F}} = 35\ \mathrm{m/s}$ (zobacz rysunek 1.).

Rysunek 1.



W chwili $t_0 = 0$, gdy odległość między samochodami $\mathcal{P}$ i $\mathcal{F}$ zwiększyła się do $d_0 = 40\ \mathrm{m}$, samochód policyjny rozpoczął pościg ze stałym przyśpieszeniem o wartości $a = 6\ \mathrm{m/s^2}$ (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 przyśpieszonym prostoliniowym
- samochód $\mathcal{F}$ cały czas poruszał się ruchem jednostajnym prostoliniowym
- odległość pomiędzy samochodami traktujemy jako odległość pomiędzy ustalonymi punktami na przednich zderzakach.

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

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

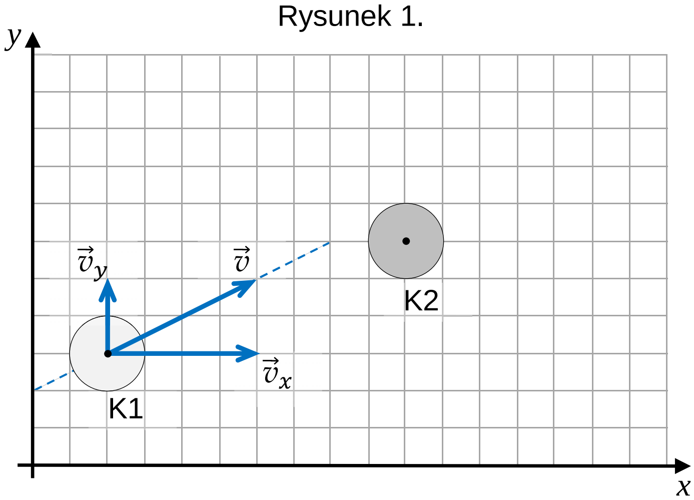
Zadanie 2.

Krążek K1 porusza się w inercjalnym 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.

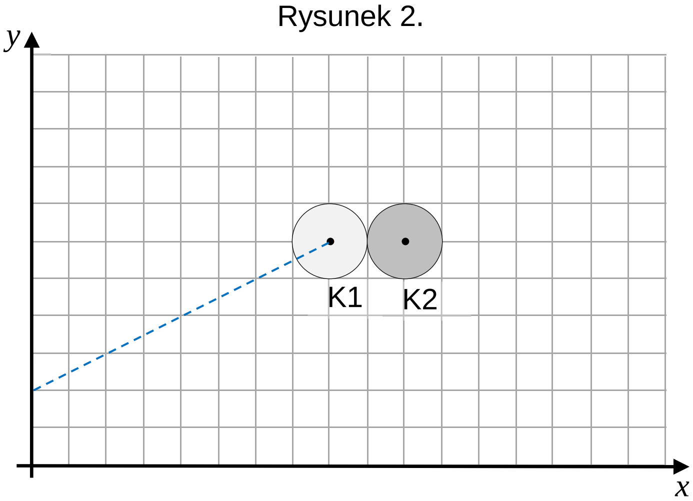
Na rysunku 1. w kartezjańskim układzie współrzędnych (x, y) przedstawiono poruszający się krążek K1 i spoczywający krążek K2. Oznaczono prędkość $\vec{v}$ krążka K1 i składowe $\vec{v}_x, \vec{v}_y$ tej prędkości. Na rysunku 2. przedstawiono moment zderzenia się obu krążków.

Krążki są jednorodne, a ich masy <u>są sobie równe.</u> Pomijamy tarcie między krążkami K1 i K2 oraz między krążkami a podłożem.

Rysunek 1.



Rysunek 2.



Zadanie 2.1. (0–1)

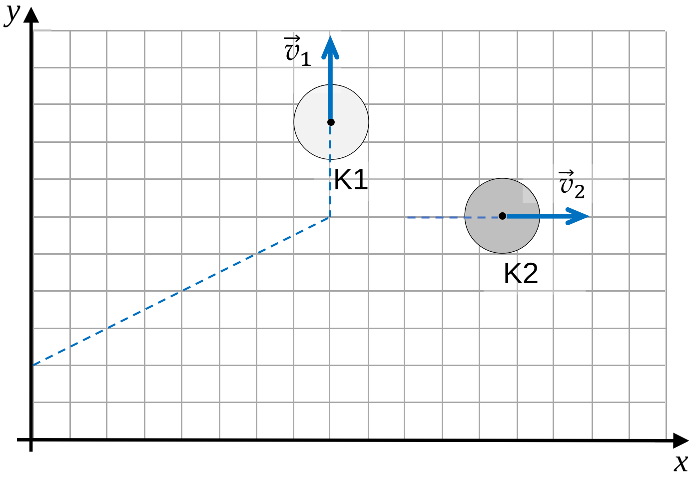
Na rysunku 2. powyżej narysuj parę sił wzajemnego oddziaływania pomiędzy krążkami podczas ich zderzenia. Każdą z sił przyłóż – odpowiednio – w punkcie środka masy krążka K1 lub krążka K2. Zachowaj odpowiednie kierunki i zwroty tych sił oraz relację (większy, równy, mniejszy) między ich wartościami.

Zadanie 2.2. (0–1)

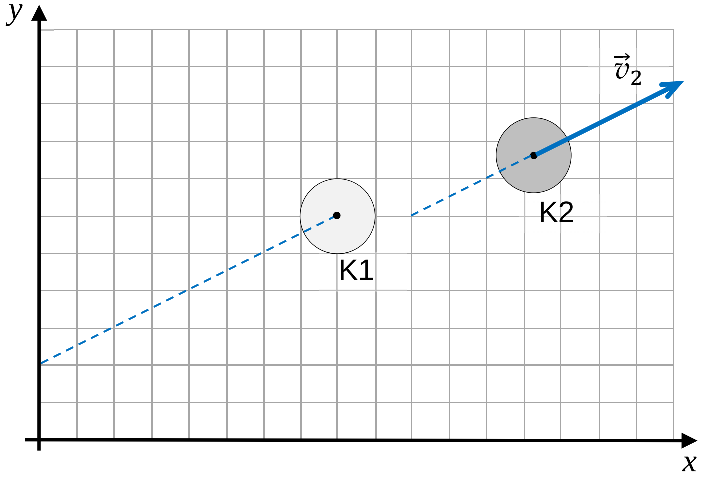
Załóżmy, że zderzenie krążków K1 i K2 było doskonale sprężyste.

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.

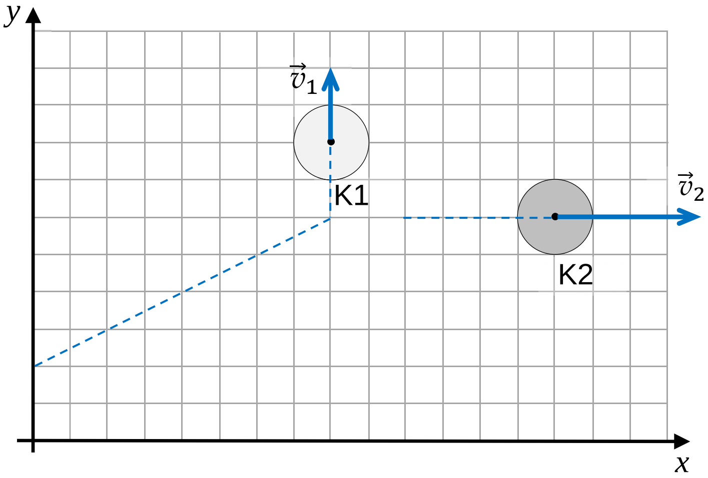
A. $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = \frac{|\vec{v}|}{2}$



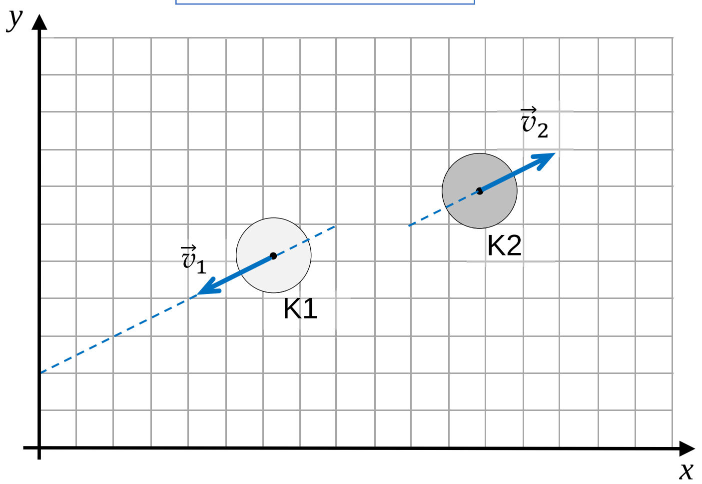
B. $\vec{v}_1 = 0 \quad \vec{v}_2 = \vec{v}$



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.

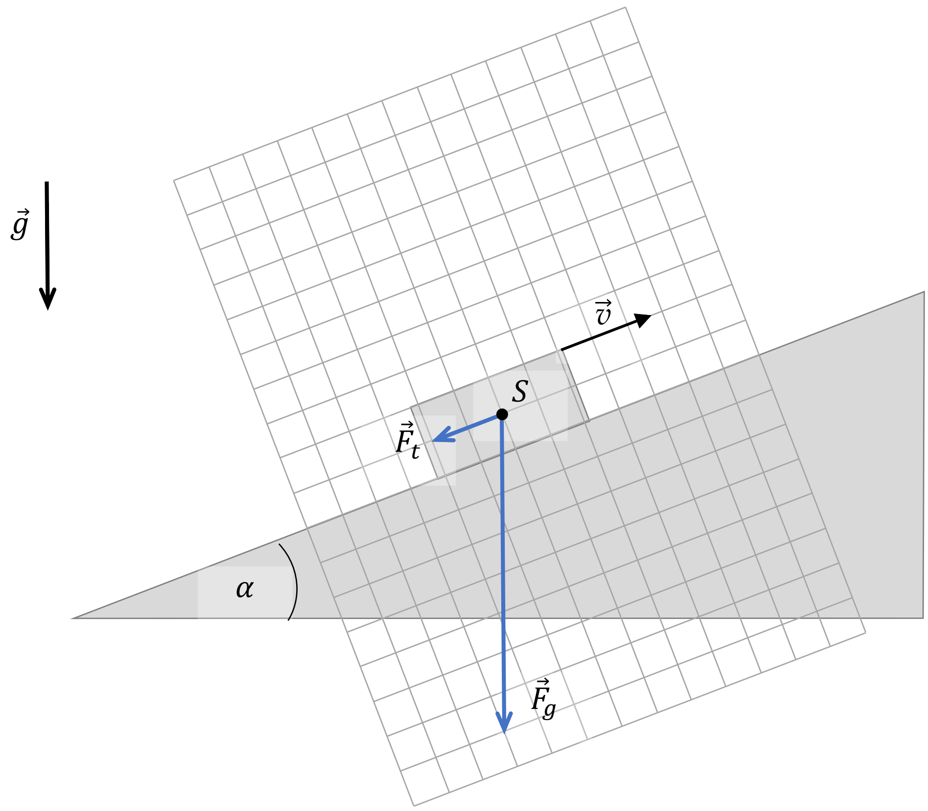
Klocek o masie m porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym po powierzchni równi pochyłej z prędkością $\vec{v}$ pod górę. Ruch klocka opisujemy w układzie inercjalnym, w ziemskim polu grawitacyjnym. Przyjmij, że na ten klocek działają cztery siły:

$\vec{F}_t$ – siła tarcia (pomiędzy klockiem 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.

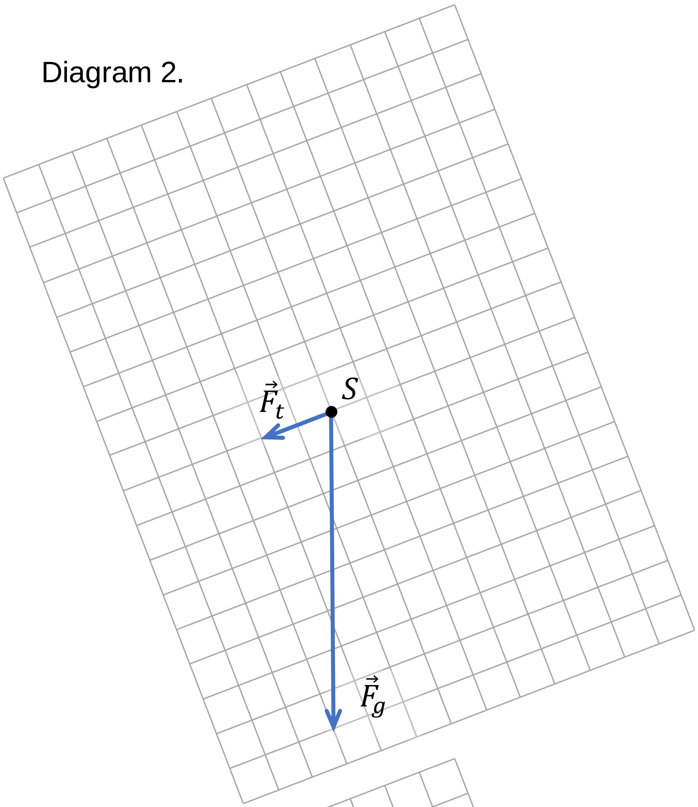
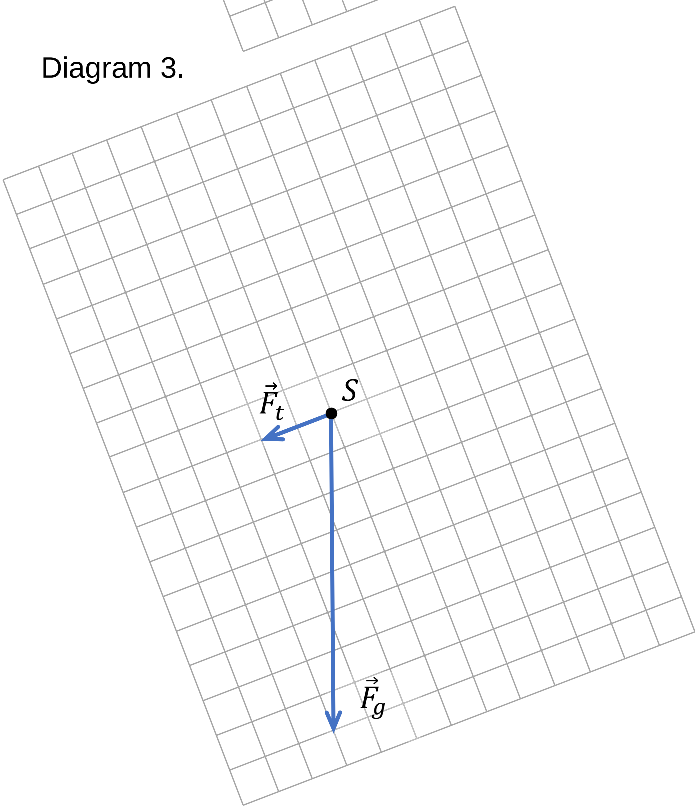


Diagram 3.

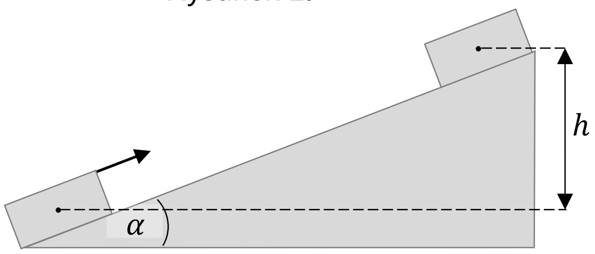


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.
	Maks. liczba pkt	3
	Uzyskana liczba pkt	

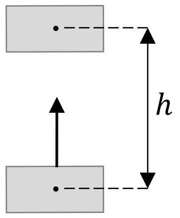
Zadanie 3.2. (0–3)

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.

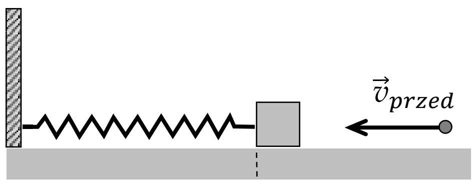
W kierunku klocka wystrzelono poziomo kulkę z plasteliny o masie $m_p = 50 \text{ g}$ (zobacz rysunek 1.). Wartość prędkości plastelinowej kulki przed uderzeniem w klocek oznaczymy jako v_{przed}. W wyniku zderzenia plastelina przykleiła się do klocka. Wartość prędkości, jaką uzyskał klocek (z przyklejoną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

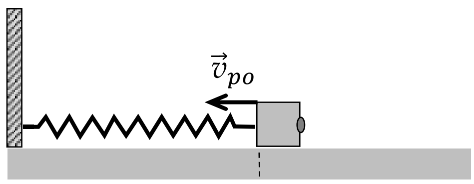
Przyjmij model zjawiska, w którym:

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

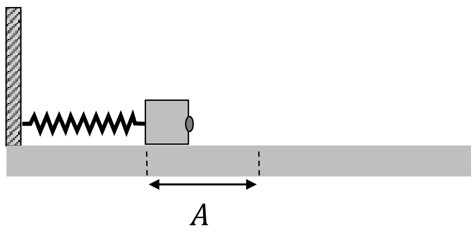
Rysunek 1.



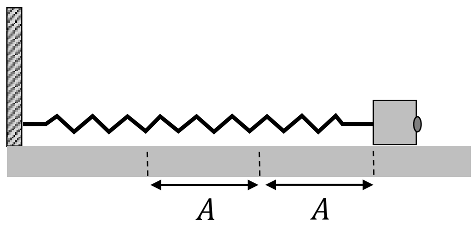
Rysunek 2



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)

Energię kinetyczną układu przed zderzeniem oznaczymy jako $E_{kin\ przed}$.
Maksymalną energię kinetyczną układu po zderzeniu oznaczymy jako $E_{kin\ po}$.

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

Zadanie 5.

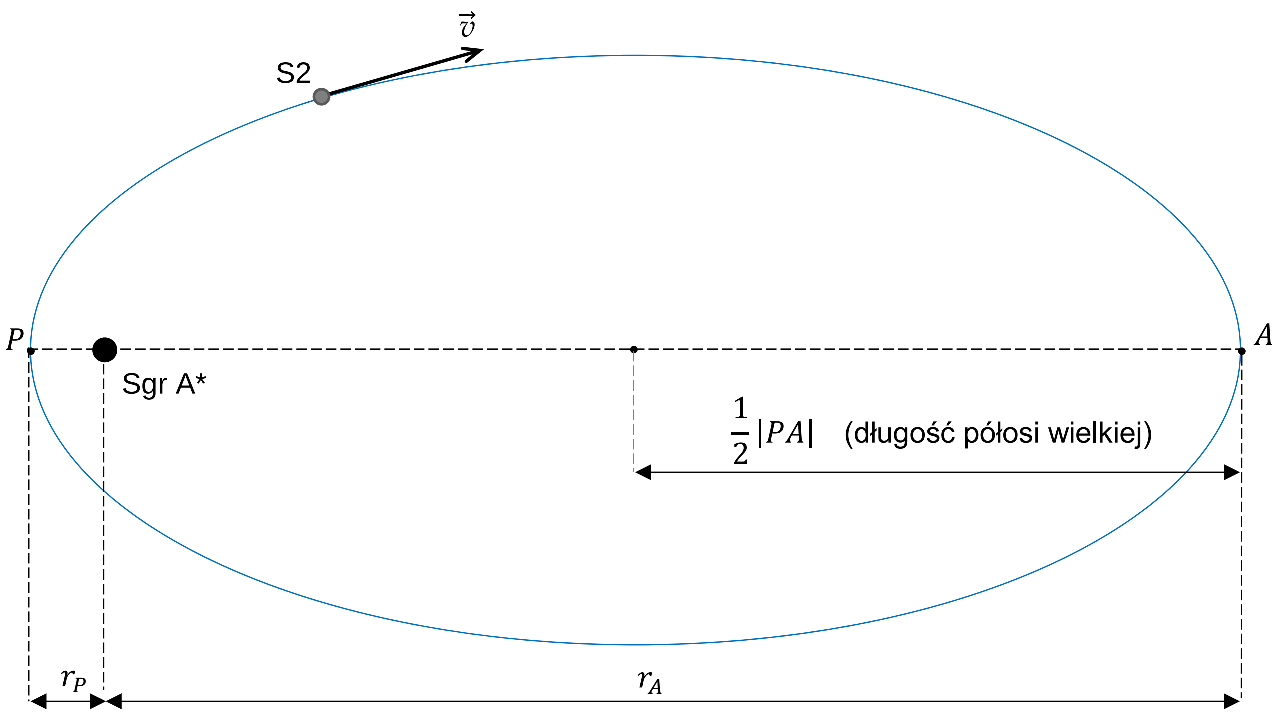
Sagittarius A* (Sgr A*) to bardzo masywny obiekt znajdujący się w centrum naszej galaktyki. Gwiazda znana jako S2 obiega obiekt Sgr A* po wydłużonej orbicie eliptycznej. Parametry tego ruchu orbitalnego są następujące:

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

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.

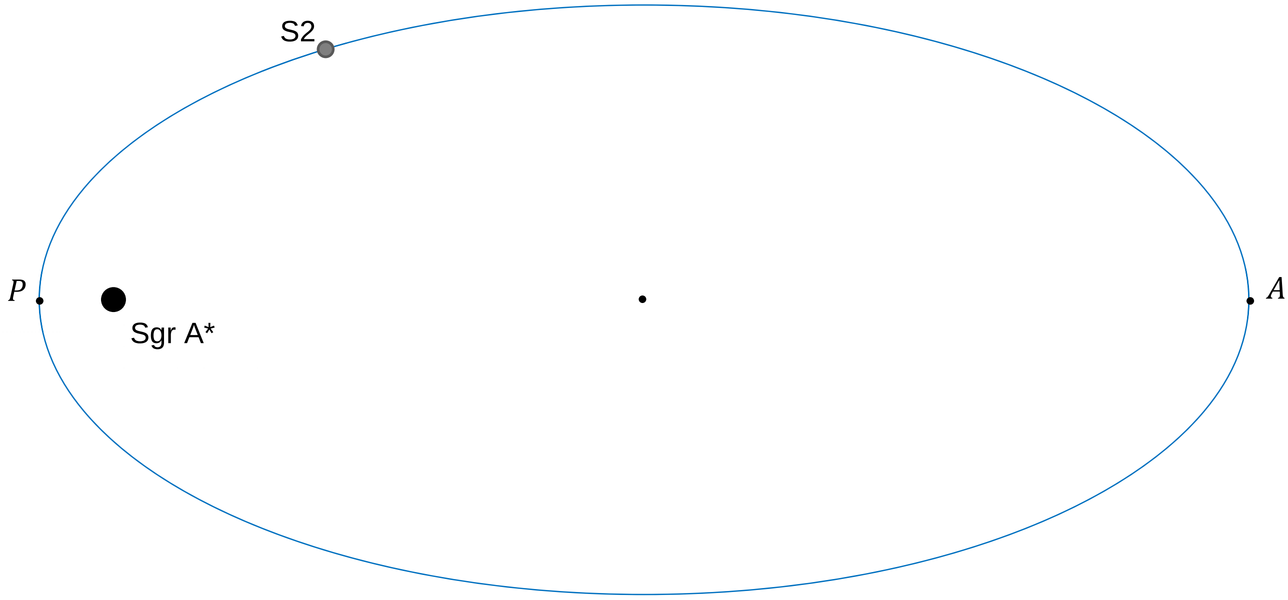


Zadanie 5.1. (0–1)

Na rysunku 2. (strona 14) narysuj wektor przyśpieszenia $\vec{a}$ 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			

Rysunek 2.



Informacja do zadań 5.2.–5.3.

Załóżmy, że ciało $\mathcal{C}_1$ krąży po orbicie $\mathcal{O}_1$ wokół centrum grawitacyjnego o masie M_1, a ciało $\mathcal{C}_2$ krąży po orbicie $\mathcal{O}_2$ 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 – $\mathcal{O}_1$ i $\mathcal{O}_2$, natomiast a_1 i a_2 zależą od rodzaju orbity:

- gdy orbity $\mathcal{O}_1$ i $\mathcal{O}_2$ są kołowe, to a_1 i a_2 są odpowiednio promieniami tych orbit
- gdy orbita $\mathcal{O}_1$ jest eliptyczna, a orbita $\mathcal{O}_2$ jest kołowa, to a_1 jest długością półosi wielkiej orbity $\mathcal{O}_1$, natomiast a_2 jest promieniem orbity $\mathcal{O}_2$.

Zadanie 5.2. (0–2)

Masę obiektu Sgr A* oznaczymy jako M_{SA}, a masę Słońca oznaczymy jako M_{S}.

Przyjmij, że Ziemia porusza się dookoła Słońca po orbicie kołowej o promieniu $a_{\mathrm{Z}} = 1{,}0$ au z okresem obiegu $T_{\mathrm{Z}} = 1{,}0$ rok. Długość półosi wielkiej orbity gwiazdy S2, poruszającej się wokół obiektu Sgr A*, zgodnie z oznaczeniami na rysunku 1. (strona 13), jest równa $\frac{|PA|}{2}$.

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

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		

Zadanie 6.

W cylindrze szczelnie zamkniętym ruchomym tłokiem znajduje się $n = 1\ \mathrm{mol}$ jednoatomowego gazu doskonałego. Ten gaz poddano kolejno dwóm przemianom.

- W pierwszej przemianie gaz ogrzewano, utrzymując stałą objętość, i dostarczono do tego gazu $Q_1 = 100\ \mathrm{J}$ ciepła.
- W drugiej przemianie gaz ogrzewano, utrzymując stałe ciśnienie, i dostarczono do tego gazu $Q_2 = 100\ \mathrm{J}$ ciepła, czyli tę samą ilość ciepła, ile dostarczono w pierwszej przemianie.

Ciepło molowe tego gazu przy stałej objętości wynosi $C_V = \frac{3}{2}R$, gdzie R jest stałą gazową.

Zadanie 6.1. (0–1)

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

1.	W pierwszej przemianie wartość siły parcia gazu na tłok jest wprost proporcjonalna do temperatury bezwzględnej tego gazu.	**P**	**F**
2.	W drugiej przemianie objętość gazu w cylindrze jest wprost proporcjonalna do średniej energii kinetycznej cząsteczek tego gazu.	**P**	**F**

Zadanie 6.2. (0–1)

Przyrost temperatury gazu w pierwszej przemianie oznaczymy jako ΔT_1, a w drugiej przemianie – jako ΔT_2.

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

Przyrosty temperatury gazu w opisanych przemianach spełniają relację

A.	$\Delta T_1 > \Delta T_2$,	ponieważ przyrost energii wewnętrznej gazu jest	**1.**	taki sam w obu przemianach.
B.	$\Delta T_1 < \Delta T_2$,		**2.**	większy w pierwszej przemianie.
C.	$\Delta T_1 = \Delta T_2$,		**3.**	większy w drugiej przemianie.

Zadanie 6.3. (0–3)

Oblicz pracę, którą wykonała siła parcia gazu na tłok w drugiej przemianie. Zapisz obliczenia.

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

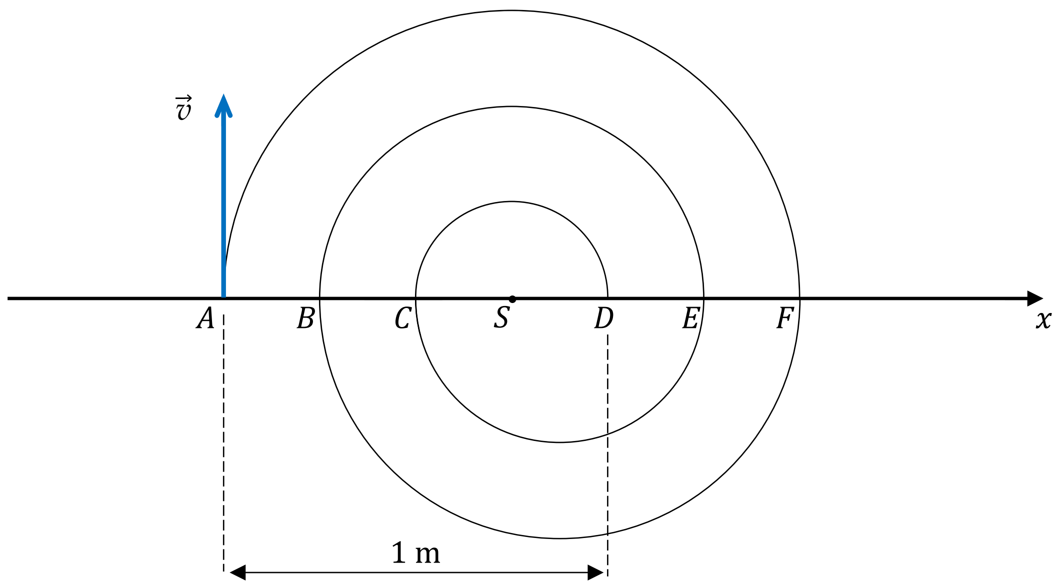
Zadanie 7.

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 $B_{AF} = 0{,}2\ \mathrm{T}$. Długości odcinków na poniższym rysunku spełniają równości:

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

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			

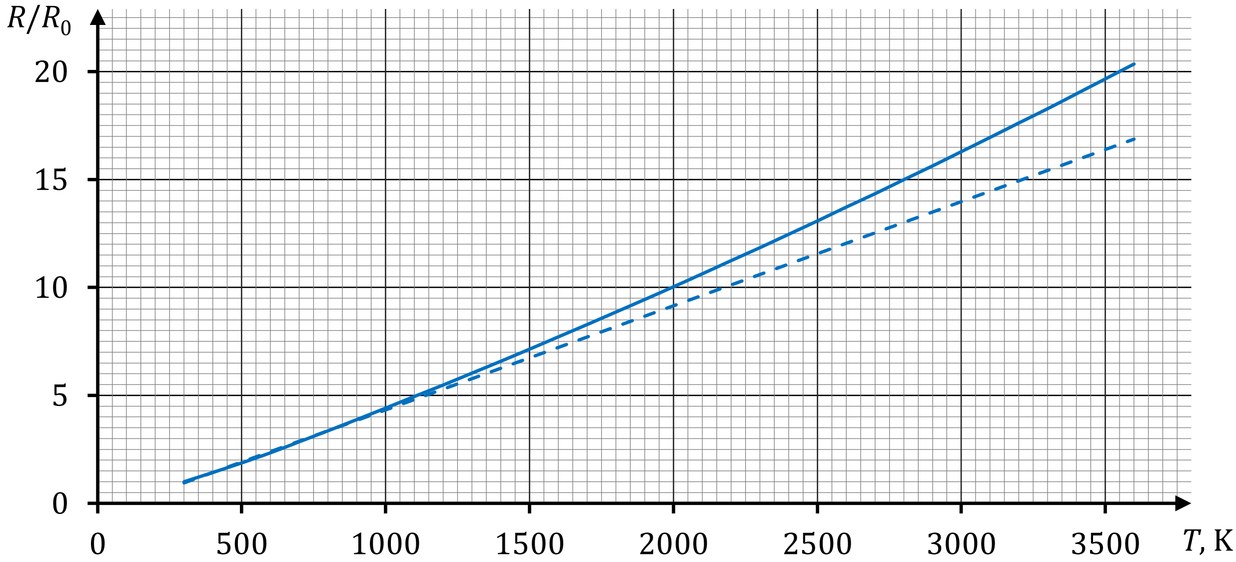
Zadanie 8.

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 $T_0 = 300\ \mathrm{K}$, a jego opór wynosił $R_0 \approx 65\ \Omega$. Po podłączeniu tej żarówki do sieci o napięciu $230\ \mathrm{V}$ pobierała ona moc (znamionową) $60\ \mathrm{W}$. 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 $300\ \mathrm{K}$ do $1000\ \mathrm{K}$ ta zależność ma w przybliżeniu charakter liniowy (wykres pokrywa się częściowo z linią prostą narysowaną przerywaną kreską) i można ją opisać wzorem:

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

α – temperaturowy współczynnik oporu dla wolframu.



Zadanie 8.1. (0–2)

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

Zadanie 8.2. (0–3)

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

Zadanie 8.3. (0–2)

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

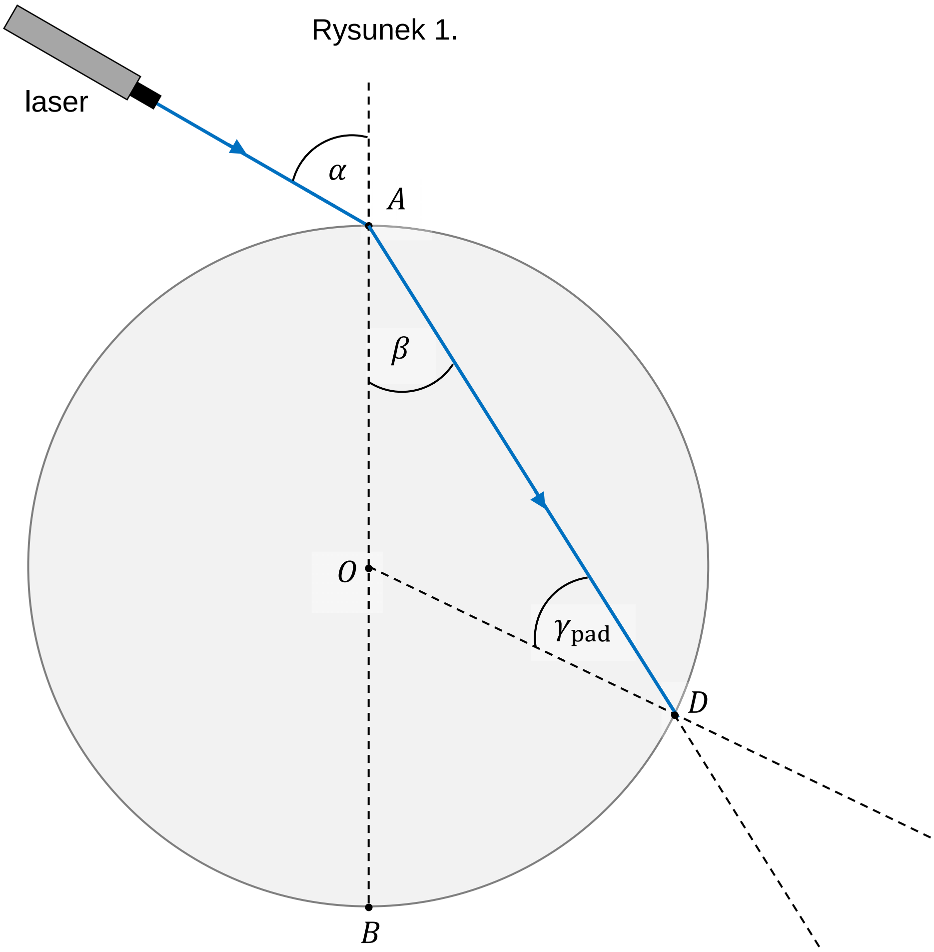
Oblicz długość drutu wolframowego, z którego wykonano włókno tej żarówki. Zapisz obliczenia.

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.

Rysunek 1.



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}.

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

γ_{pad} .... γ_{odb} $\qquad$ γ_{pad} .... $\gamma_{\text{zał}}$ $\qquad$ $\gamma_{\text{zał}}$ .... α

Zadanie 9.2. (0–3)

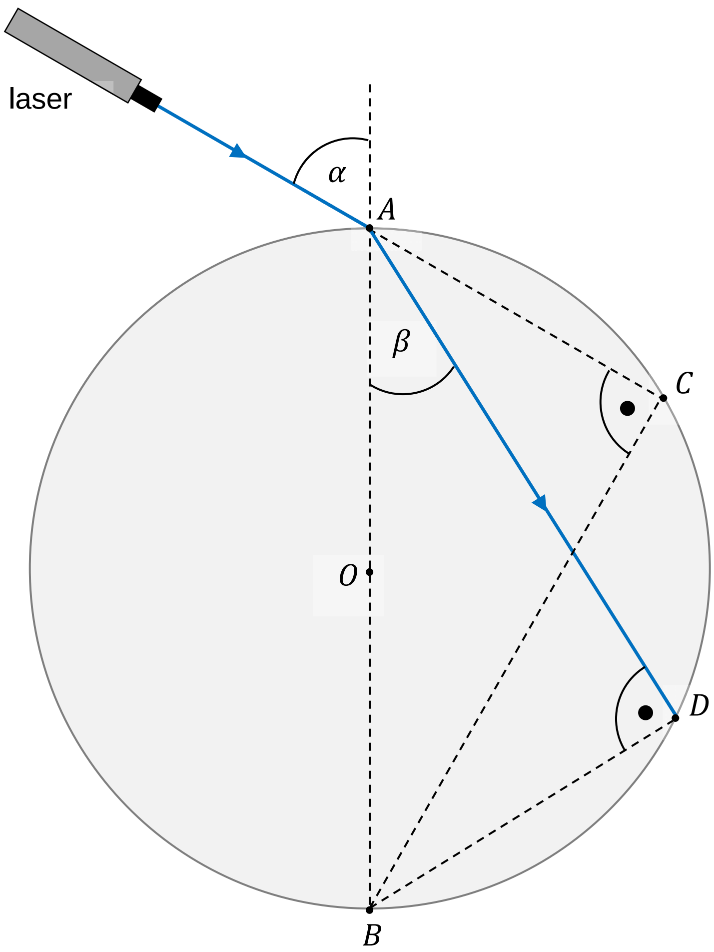
Na rysunku 2. odcinek AC jest geometrycznym przedłużeniem promienia padającego na krążek. Długości odcinków oznaczonych na rysunku 2. wynoszą (w zaokrągleniu):

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

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

Oblicz wartość prędkości światła w szkle, 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		

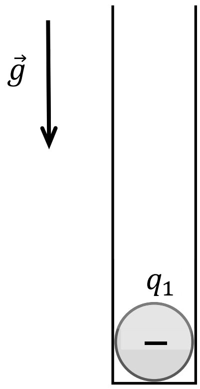
Zadanie 10.

Cylindryczną nieprzewodzącą rurkę ustawiono pionowo. Na dnie tej rurki umieszczono piłeczkę pingpongową, która była pokryta farbą przewodzącą ładunki elektryczne (zobacz rysunek 1.). Masa piłeczki była równa $m = 3\ \mathrm{g}$. Piłeczka była naładowana ujemnym ładunkiem elektrycznym $q_1 = -50\ \mathrm{nC}$.

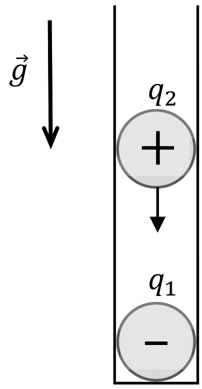
Do rurki wrzucono drugą podobną piłeczkę o identycznych rozmiarach i masie, naładowaną dodatnim ładunkiem elektrycznym (zobacz rysunek 2.). Po zetknięciu się piłeczek i wymianie ładunku każda z piłeczek miała taki sam dodatni ładunek elektryczny $q = 200\ \mathrm{nC}$. Druga piłeczka po zetknięciu z pierwszą ustabilizowała po pewnym czasie swoje położenie i utrzymywała się nieruchomo ponad pierwszą piłeczką (zobacz rysunek 3.).

Pomiń tarcie piłeczek o ścianki rurki.
Przyjmij wartość przyśpieszenia ziemskiego $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$.

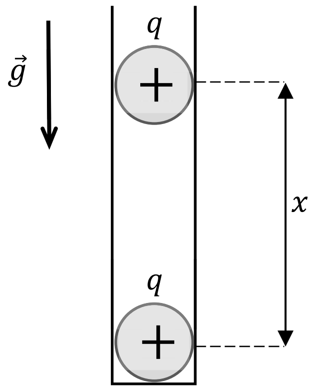
Rysunek 1.



Rysunek 2.



Rysunek 3.



Zadanie 10.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Ładunek elektryczny q_2 drugiej piłeczki, przed zetknięciem z pierwszą piłeczką, był równy

A. $q_2 = 300\ \mathrm{nC}$ **B.** $q_2 = 350\ \mathrm{nC}$ **C.** $q_2 = 400\ \mathrm{nC}$ **D.** $q_2 = 450\ \mathrm{nC}$

Zadanie 10.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Wpisz właściwą liczbę w wykropkowanym miejscu.

Gdy druga piłeczka utrzymywała się w ustabilizowanej pozycji nad pierwszą piłeczką, to wartość siły nacisku pierwszej piłeczki na dno rurki, w zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących, była równa .... N.

Brudnopis

Zadanie 10.3. (0–3)

Przyjmij, że gdy piłeczki znajdują się w ustabilizowanej pozycji, to oddziałują ze sobą jak ładunki punktowe $q = 200\ \mathrm{nC}$ 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.

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

Kopernik $^{277}\mathrm{Cn}$ 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*. W tych tablicach pierwiastek kopernik oznaczany jest jeszcze jako* $_{112}\mathrm{Uub}$ *(ununbi).*

Zadanie 11.1. (0–1)

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

$$^{208}_{\dots}\mathrm{Pb} \;+\; ^{70}_{\dots}\mathrm{Zn} \;\rightarrow\; ^{277}_{\dots}\mathrm{Cn} \;+\; \dots$$

Uzupełnij powyższy schemat tak, aby powstało równanie reakcji jądrowej. Wpisz w wykropkowane 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 $^{277}\mathrm{Cn}$, powstało jądro pewnego pierwiastka.

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

Nazwa lub symbol pierwiastka: ....

Zadanie 11.3. (0–3)

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

$$m_{\mathrm{Cn}} = 460{,}138\,852 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}$$
$$m_p = 1{,}672\,621\,92 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}$$
$$m_n = 1{,}674\,927\,49 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}$$

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

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

<table>
<tr><td rowspan="3">Wypełnia egzaminator</td><td>Nr zadania</td><td>11.1.</td><td>11.2.</td><td>11.3.</td></tr>
<tr><td>Maks. liczba pkt</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Uzyskana liczba pkt</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015