

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 Z FIZYKI

POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **15 czerwca 2021 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 23 strony (zadania 1–13). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijki oraz kalkulatora prostego.
8. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

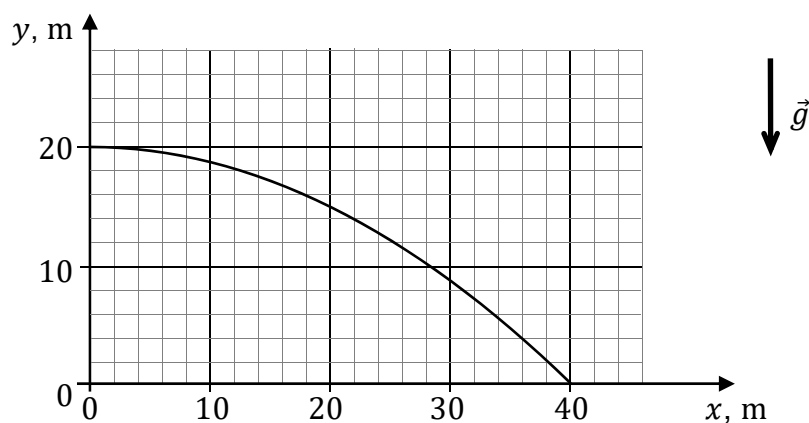


EFAP-R0-**100**-2106

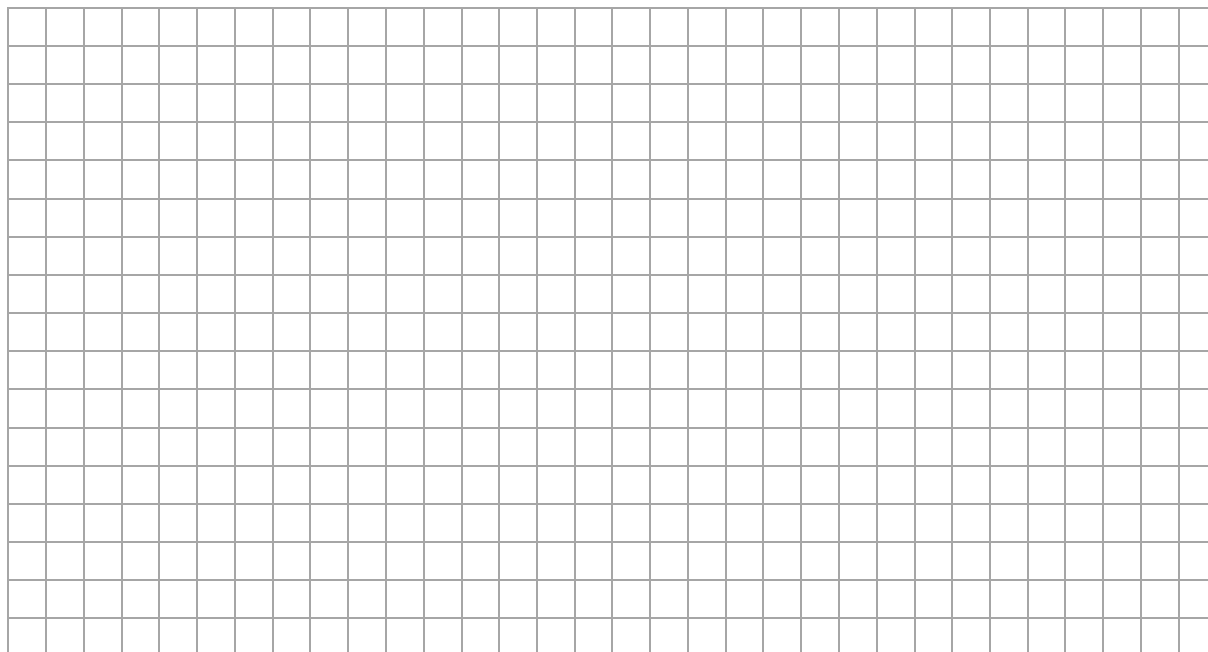
Zadanie 1.

Z wieży obserwacyjnej wystrzelono małą kulkę. Prędkość $\vec{v}_0$ kulki w chwili początkowej ruchu ($t_0 = 0$) miała kierunek poziomy. Na wykresie poniżej, w układzie współrzędnych (x, y) , przedstawiono tor lotu kulki od chwili t_0 aż do momentu uderzenia kulki w poziome podłoże.

Przyjmij do obliczeń przyspieszenie ziemskie $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. W zadaniach 1.1.–1.3. pomiń opory ruchu.

**Zadanie 1.1. (0–2)**

Na podstawie danych odczytanych z wykresu oblicz czas lotu kulki od chwili $t_0 = 0$, aż do chwili uderzenia kulki o ziemię.



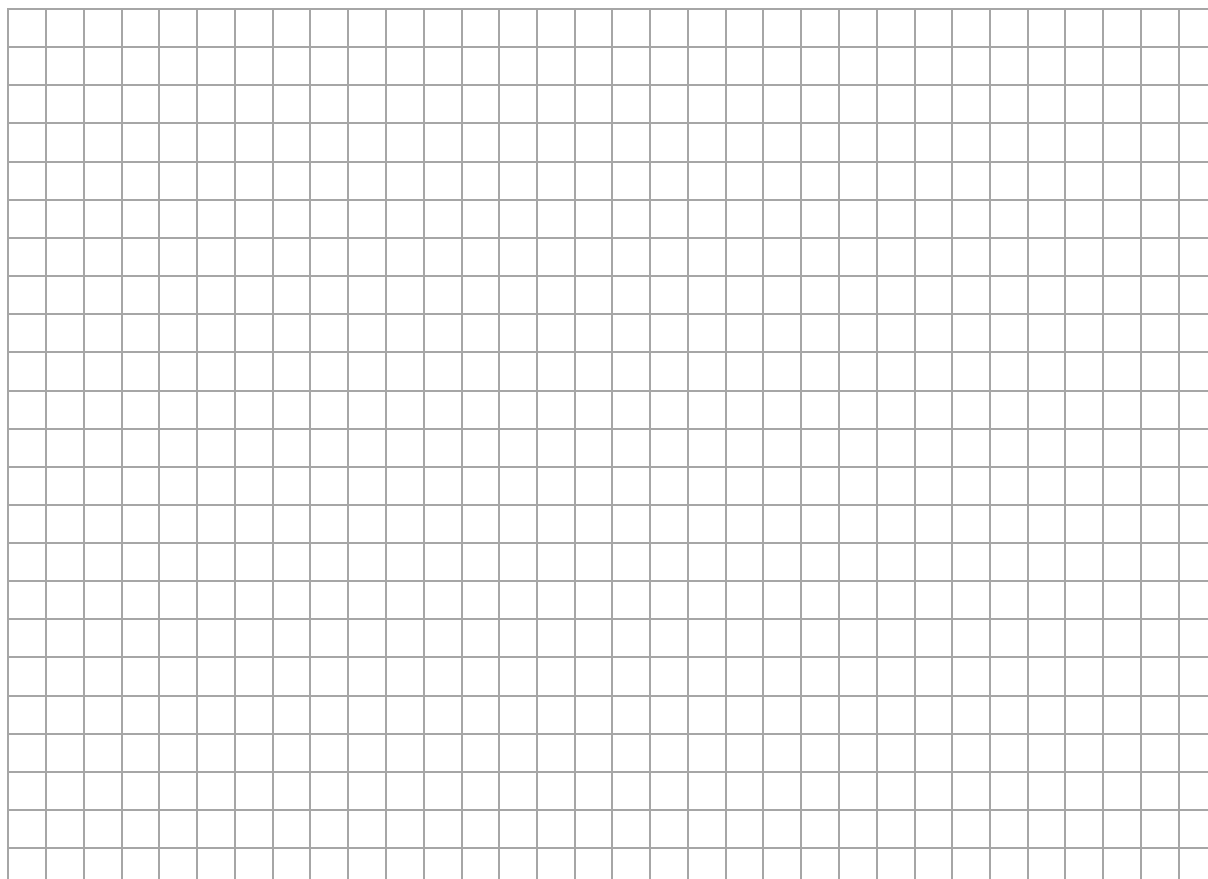
Zadanie 1.2. (0–4)

Torem ruchu kulki jest fragment paraboli opisanej równaniem:

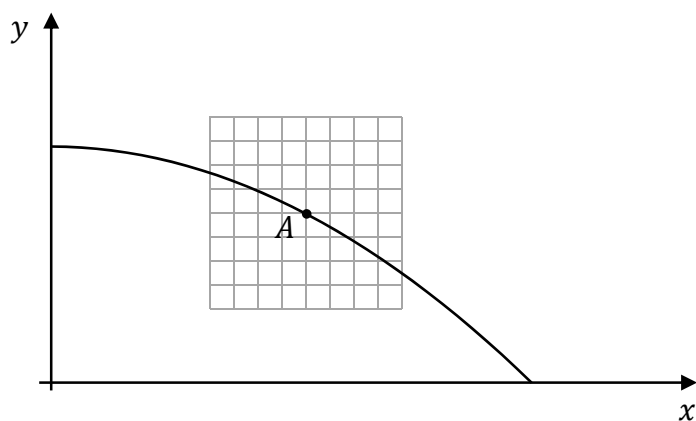
$$y = -0,0125 \cdot x^2 + 20 \quad \text{gdzie} \quad x \in [0,40]$$

Współczynniki liczbowe w tym równaniu wyrażone są (domyślnie) w podstawowych jednostkach układu SI.

Wyprowadź powyższe równanie toru lotu kulki na podstawie równań ruchu rzutu poziomego oraz położenia początkowego i końcowego kulki podczas lotu.

**Zadanie 1.3. (0–1)**

Na rysunku poniżej narysuj wektor siły działającej na kulkę podczas lotu, gdy znajduje się ona w punkcie A. Zapisz obok rysunku nazwę tej siły.



Nazwa siły:

.....

Lekki, sztywny pręt o długości $l = 50$ cm zamocowano na statywie tak, że może się on swobodnie obracać wokół osi przechodzącej przez jego środek. Do końców pręta zamocowano dwa małe ciężarki o masach $m_1 = 200$ g i $m_2 = 50$ g (zobacz rys. 1.). Pręt połączono z podstawą statywu za pomocą nici tak, że pozostawał on nieruchomy w pozycji poziomej. Odległość punktu mocowania nici na pręcie od osi obrotu jest równa $d = 10$ cm.

The diagram shows a horizontal beam of negligible mass pivoted at its center. Two point masses, m_1 and m_2 , are suspended from the ends of the beam. The distance from the pivot to each mass is l . The beam is supported by a vertical rod (labeled "oś obrotu") which is attached to a stand (labeled "nić"). A downward arrow indicates the direction of the gravitational acceleration $\vec{g}$.

- pomijamy siły oporów ruchu
- pomijamy masę pręta
- oba ciężarki traktujemy jako punkty materialne
- przyspieszenie ziemskie wynosi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

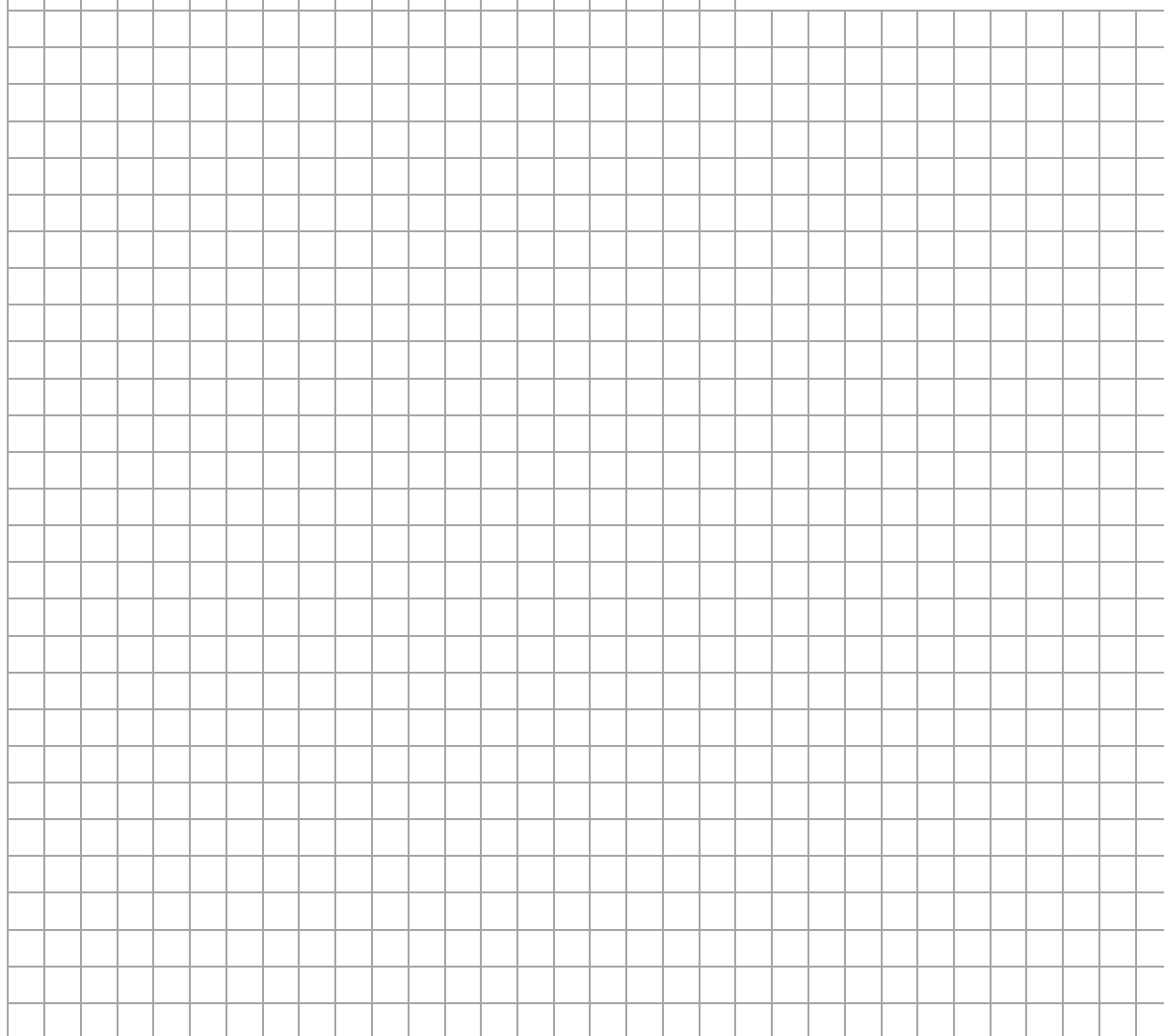
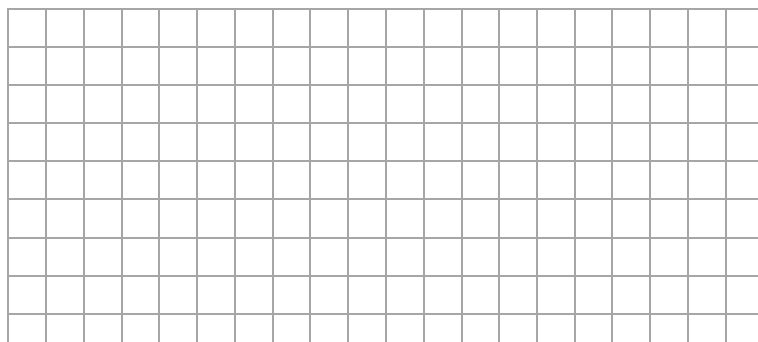
A. $F \approx 1,8 \text{ N}$ **B.** $F \approx 2,5 \text{ N}$ **C.** $F \approx 3,7 \text{ N}$ **D.** $F \approx 6,1 \text{ N}$

[illegible]

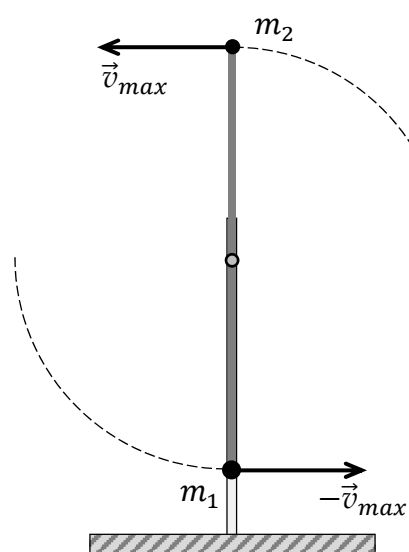
Zadanie 2.2. (0–3)

W pewnej chwili przecięto nić utrzymującą pręt z ciężarkami w równowadze. W wyniku tego pręt zaczął się obracać. Gdy pręt przechodził przez położenie pionowe (zobacz rys. 2.), to wartość prędkości liniowej każdego z ciężarków była maksymalna. Tę maksymalną wartość prędkości każdego ciężarka oznaczmy jako v_{max} .

Oblicz v_{max} .



Rysunek 2.



Zadanie 3.

Rozważamy pewną planetę skalistą, która ma kształt kulisty oraz sferycznie symetryczny rozkład masy. Promień tej planety jest równy $R = 6000$ km. Wartość a_b przyspieszenia, z jakim spada ciało swobodnie puszczane tuż nad powierzchnią tej planety na jej biegunie, jest o 20% większe od wartości a_r przyspieszenia w kierunku pionowym, z jakim spada ciało swobodnie puszczane tuż nad powierzchnią tej planety na jej równiku.

Przyjmij następujące założenia oraz warunki:

- wartości a_b oraz a_r obu przyspieszeń określone są w nieinercyjnym układzie odniesienia związanym z powierzchnią planety
- planeta nie ma atmosfery
- bieguny planety określamy jako dwa punkty na jej powierzchni, przez które przechodzi oś obrotu planety; równik planety określamy jako okrąg na jej powierzchni, leżący w płaszczyźnie przechodzącej przez środek planety i prostopadłej do jej osi obrotu
- pomijamy wpływ ustawienia osi obrotu planety względem jej orbity (po której planeta porusza się dookoła gwiazdy macierzystej) na wartości a_b oraz a_r .

Zadanie 3.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Różnica przyśpieszeń, z jakim spadają ciała na biegunie i na równiku tej planety, wynika z

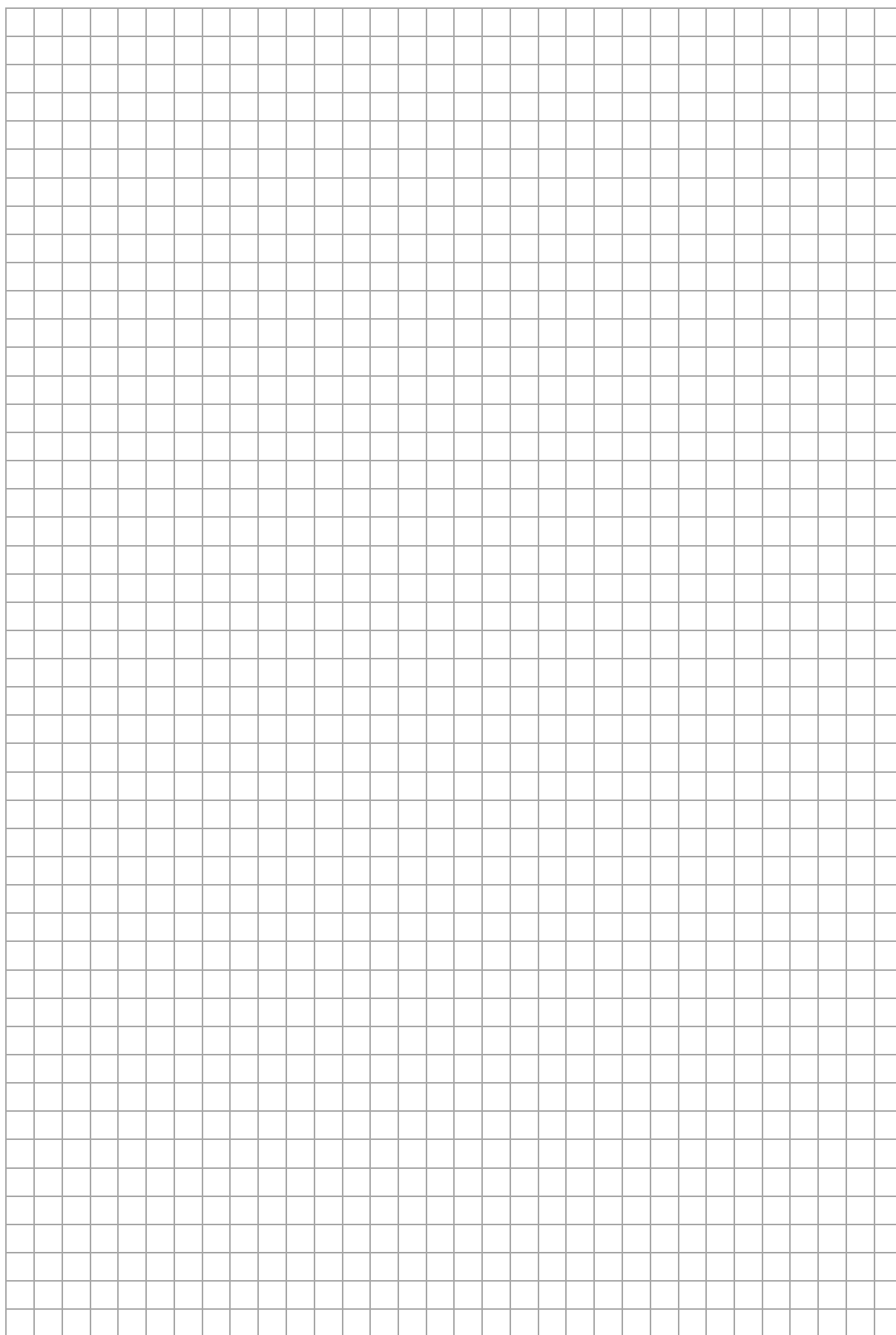
- A.** ruchu orbitalnego planety dookoła jej gwiazdy macierzystej.
B. ruchu obrotowego planety dookoła jej własnej osi.
C. oddziaływania z gwiazdą macierzystą.
D. mniejszego natężenia pola grawitacyjnego planety na jej równiku niż na biegunie.

Zadanie 3.2. (0–3)

Wiadomo, że $a_h = 3 \text{ m/s}^2$.

Oblicz okres T obrotu planety wokół jej własnej osi.

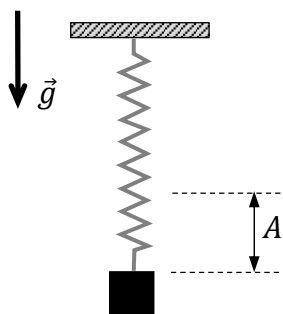
[illegible]



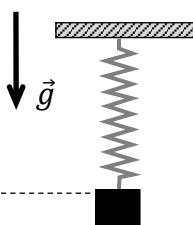
Zadanie 4.

Ciężarek o masie $m = 50 \text{ g}$ zawieszono na sprężynie w ziemskim polu grawitacyjnym. Następnie układ wprowadzono w ruch drgający w kierunku pionowym. Amplitudę drgań tego ciężarka oznaczmy jako A (zobacz rysunki 1.–3.).

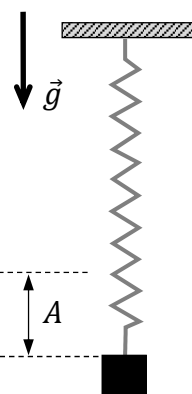
Rysunek 1.



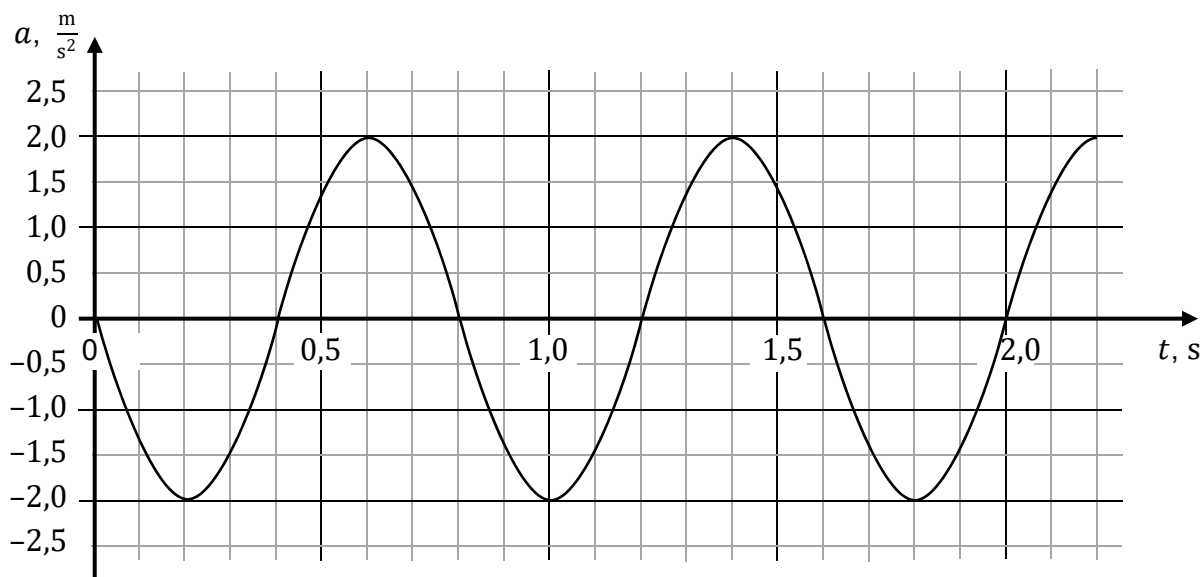
Rysunek 2.



Rysunek 3.



Zależność przyspieszenia a od czasu t w opisanym ruchu drgającym ciężarka przedstawiono na poniższym wykresie.



Przyjmij model zjawiska, w którym:

- pomijamy masę sprężyny
- zakładamy, że sprężyna jest idealnie sprężysta w zakresie odkształceń, którym podlega podczas opisanego ruchu drgającego
- pomijamy opory ruchu
- przyspieszenie ziemskie wynosi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Zadanie 4.1. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Wartość prędkości ciężarka jest maksymalna w chwilach: $t = 0$, $t = 0,4 \text{ s}$, $t = 0,8 \text{ s}$, $t = 1,2 \text{ s}$, $t = 1,6 \text{ s}$, $t = 2,0 \text{ s}$.	P	F
2.	W chwili $t = 0$ ciężarek jest wychylony z położenia równowagi sił o A .	P	F
3.	Wartość siły wypadkowej działającej na ciężarek w chwili $t = 0,2 \text{ s}$ jest równa wartości siły wypadkowej działającej na ciężarek w chwili $t = 0,6 \text{ s}$.	P	F

Zadanie 4.2. (0–3)

Ustal i zapisz wartości (z jednostkami) następujących parametrów opisanego ruchu drgającego ciężarka:

f – częstotliwości drgań,

A – amplitudy drgań,

v_{max} – maksymalnej wartości prędkości ciężarka.

$$f = \dots\dots\dots$$

$A =$

$$v_{max} = \dots\dots\dots$$
[illegible]

Zadanie 4.3. (0–3)

Oblicz maksymalną wartość siły sprężystości, która działa na ciężarek podczas ruchu drgającego.

[illegible]

Zadanie 4.4. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Współczynnik sprężystości sprężyny opisanej w zadaniu 4. wynosi (w zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących)

- A.** $k \approx 0,10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ **B.** $k \approx 0,39 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ **C.** $k \approx 2,7 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ **D.** $k \approx 3,1 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

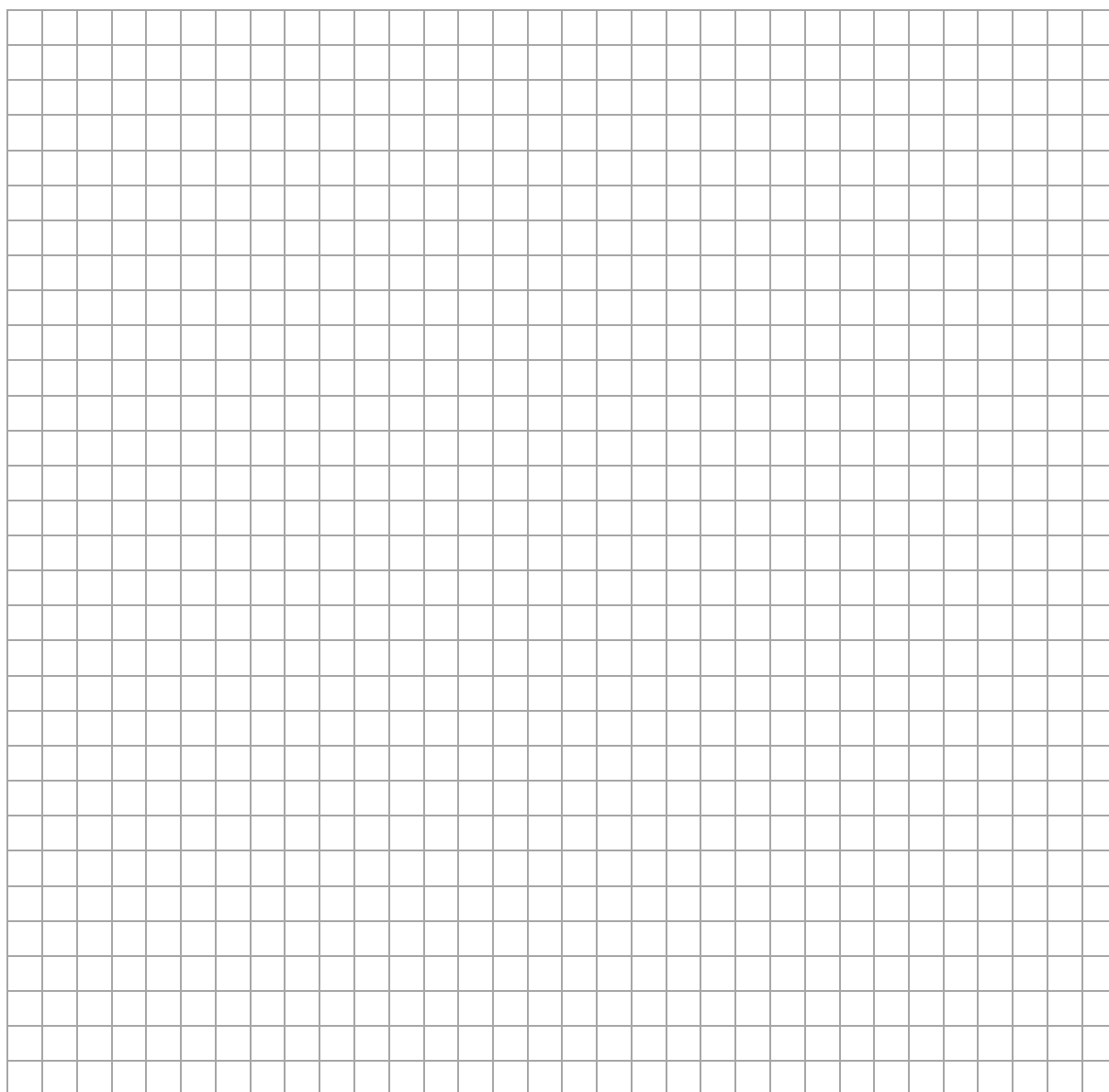
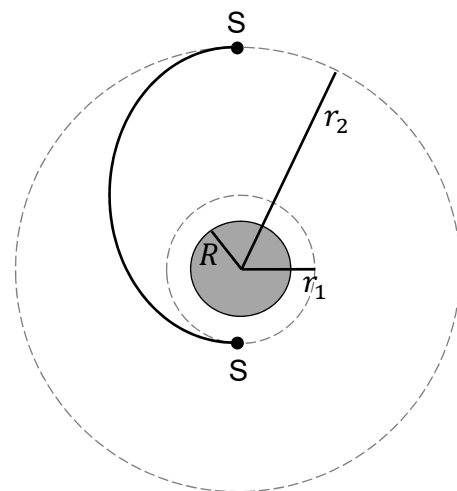
[illegible]

Zadanie 5. (0–4)

Satelita S początkowo krąży swobodnie (z wyłączonymi silnikami) po orbicie kołowej o promieniu $r_1 = 12\,000$ km dookoła pewnej planety. Promień tej planety wynosi $R = 8000$ km, a przyspieszenie grawitacyjne na jej powierzchni ma wartość $g_p = 25$ m/s². Masa satelity wynosi $m = 400$ kg. Planeta ma sferycznie symetryczny rozkład masy.

Oblicz minimalną pracę, jaką musi wykonać siła ciągu wytworzona przez silniki tego satelity, aby przenieść go na orbitę kołową o promieniu $r_2 = 36\,000$ km, na której będzie poruszał się z wyłączonymi silnikami.

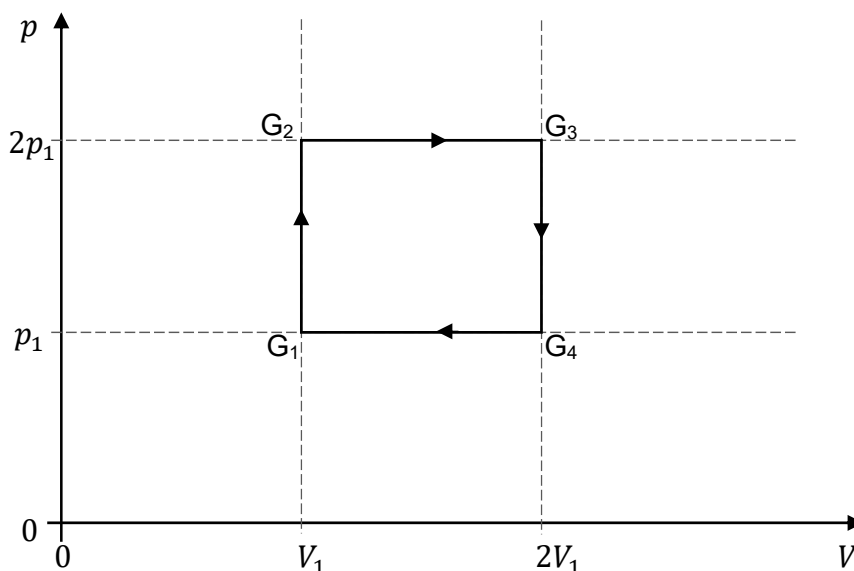
Pomiń zmianę masy satelity podczas działania silników odrzutowych.



Zadanie 6.

Na poniższym diagramie przedstawiono wykres zależności ciśnienia p od objętości V w cyklu przemian termodynamicznych ustalonej masy gazu doskonałego. Te przemiany zachodzą podczas pracy pewnego silnika cieplnego S. Silnik S oddaje do otoczenia w jednym cyklu pracy ciepło równe 2640 J. Wartości p_1 i V_1 spełniają zależność $p_1 \cdot V_1 = 480$ J.

Na wykresie oznaczono cztery stany gazu: G_1 , G_2 , G_3 , G_4 (w których następuje zmiana rodzaju przemiany).



Zadanie 6.1. (0–2)

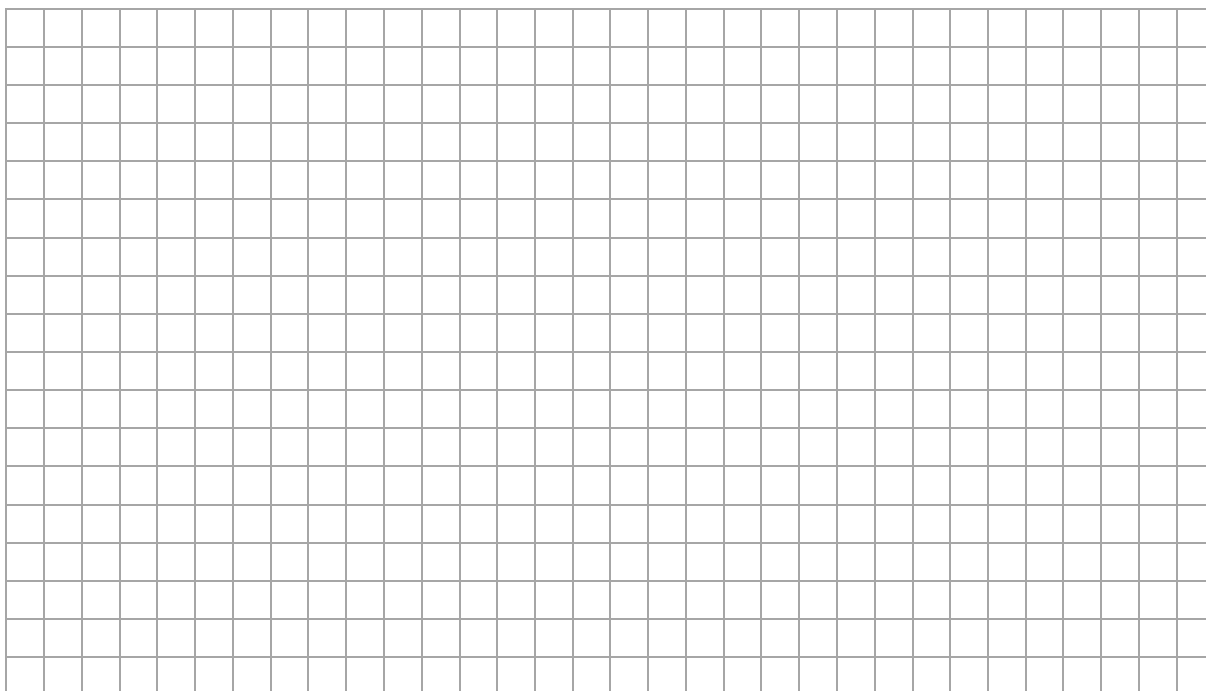
Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W przemianie G_1-G_2 siła parcia gazu wykonuje pracę różną od zera.	P	F
2.	Gaz oddaje ciepło do chłodnicy w przemianie G_3-G_4 oraz w przemianie G_4-G_1 .	P	F
3.	Praca siły parcia gazu w przemianie G_2-G_3 ma większą wartość od pracy przeciwko sile parcia gazu w przemianie G_4-G_1 .	P	F
4.	W przemianie G_2-G_3 rośnie energia wewnętrzna gazu.	P	F

Zadanie 6.2. (0–3)

Oblicz sprawność silnika S.

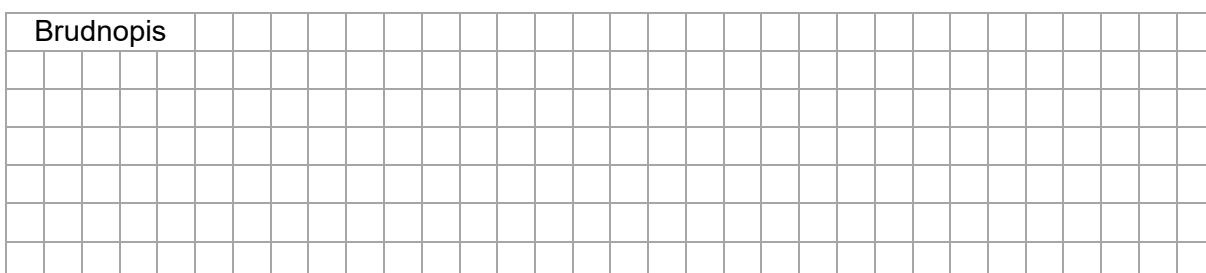
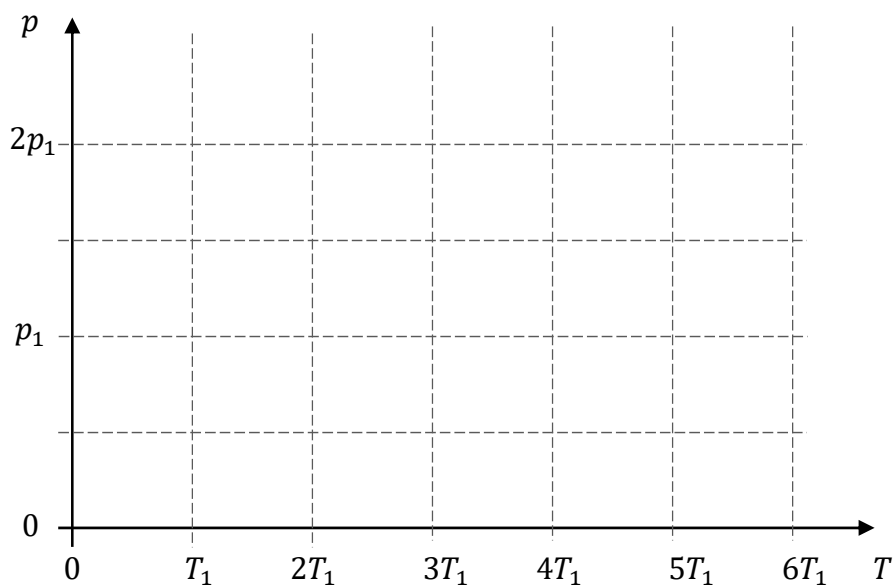
[illegible]



Zadanie 6.3. (0–2)

Temperaturę gazu w stanie G_1 oznaczmy jako T_1 .

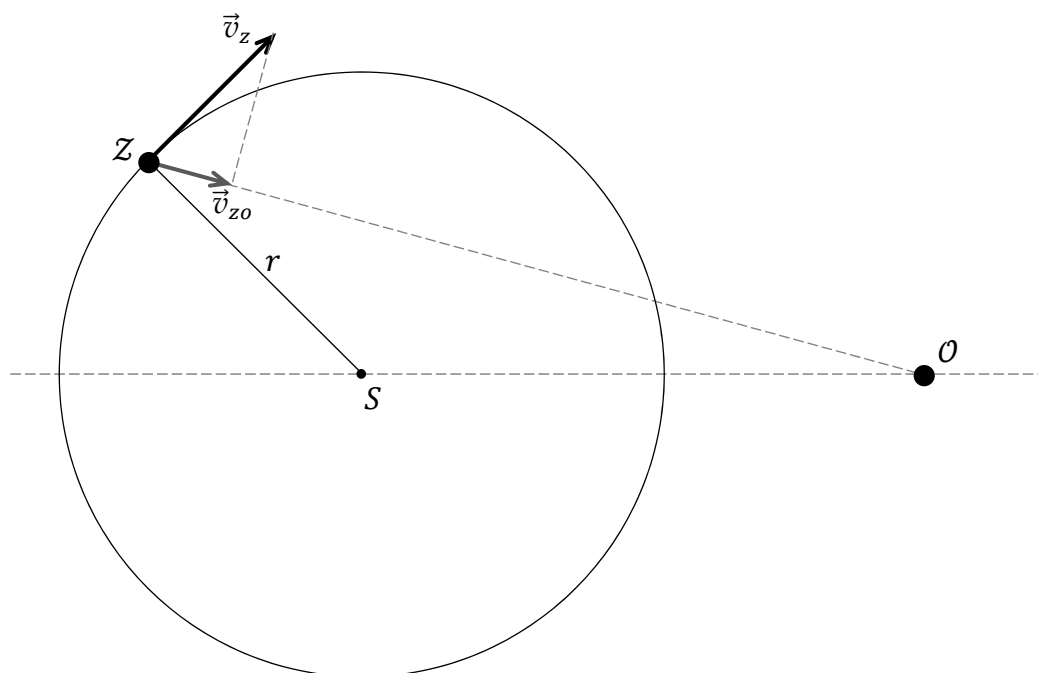
Na poniższym diagramie współrzędnych narysuj wykres zależności ciśnienia p od temperatury T w cyklu G_1 – G_2 – G_3 – G_4 . Oznacz stany gazu: G_1 , G_2 , G_3 , G_4 .



Zadanie 7.

Źródło Z dźwięku o częstotliwości $f_z = 1000$ Hz porusza się z prędkością o stałej wartości v_z po okręgu o promieniu $r = 1$ m w płaszczyźnie poziomej. Źródło Z wykonuje $n = 30$ obiegów po okręgu w czasie jednej minuty. Obserwator O znajdujący się w pewnej odległości od środka S okręgu odbiera dźwięki wysyłane przez źródło Z i rejestruje je jako falę dźwiękową o zmieniającej się częstotliwości (w wyniku efektu Dopplera). Na rysunku poniżej przedstawiono opisaną sytuację. Składową prędkości źródła w kierunku obserwatora oznaczono przez $\vec{v}_{zo}$.

Prędkość dźwięku w powietrzu ma wartość $v_d = 340$ m/s.



Częstotliwość f_o dźwięku odbieranego przez obserwatora, w zależności od zwrotu składowej $\vec{v}_{zo}$, wyraża się wzorami:

$$f_o = f_z \cdot \frac{v_d}{v_d - v_{zo}} \quad \text{lub} \quad f_o = f_z \cdot \frac{v_d}{v_d + v_{zo}}$$

Zadanie 7.1. (0–3)

Gdy źródło dźwięku znajduje się w punkcie A, to wysyła dźwięk odbierany przez obserwatora jako dźwięk o częstotliwości równej częstotliwości źródła.

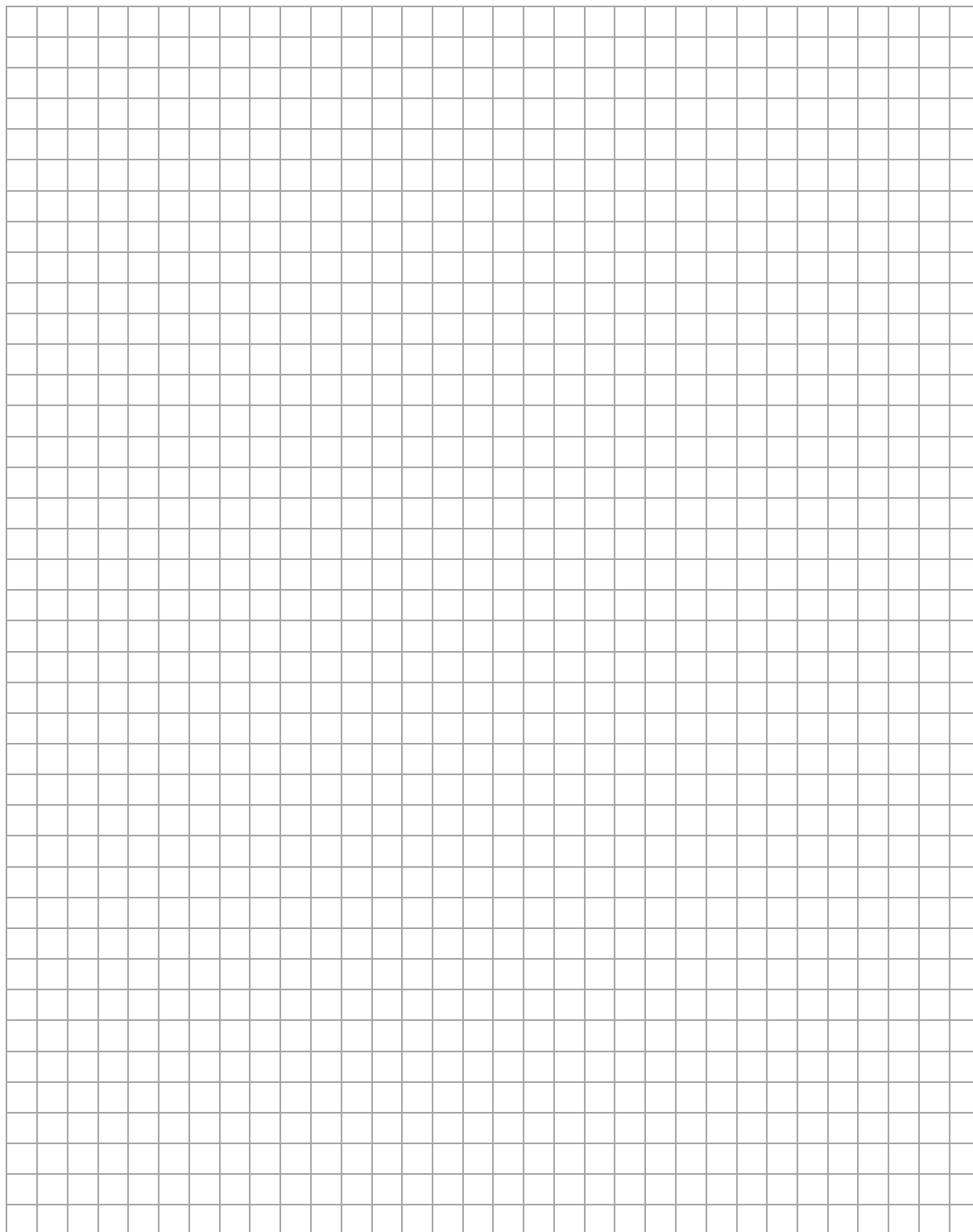
Gdy źródło dźwięku znajduje się w punkcie B, to wysyła dźwięk odbierany przez obserwatora jako dźwięk o częstotliwości najwyższej.

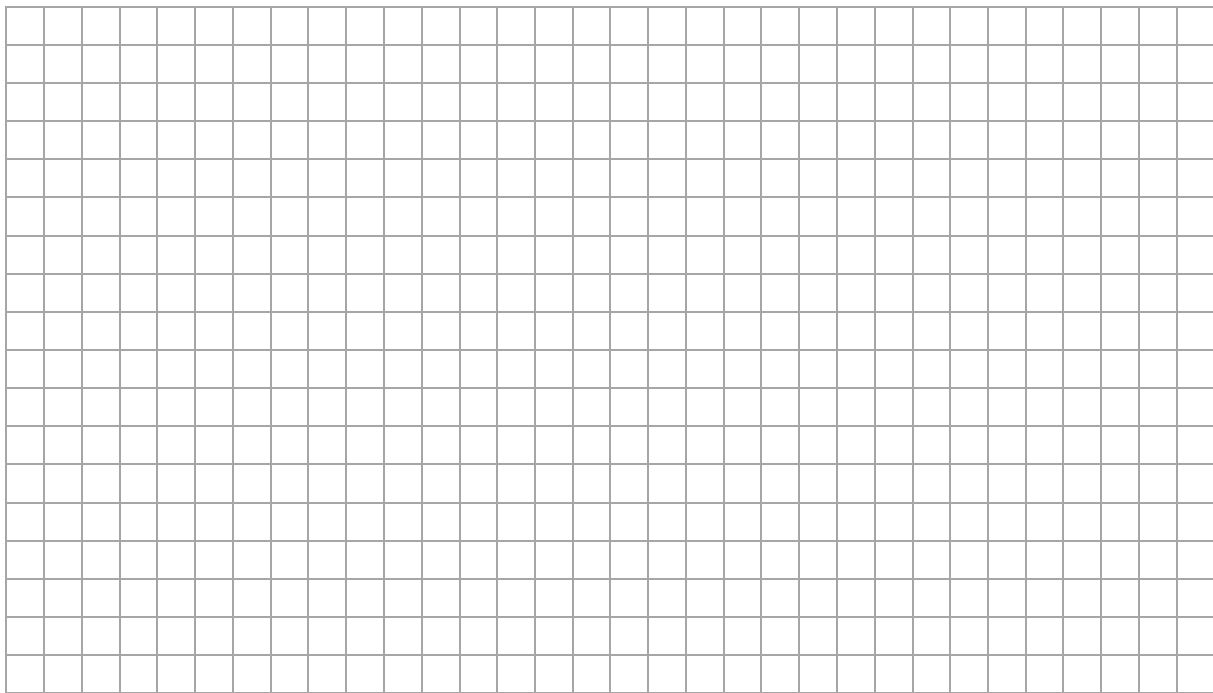
Gdy źródło dźwięku znajduje się w punkcie C, to wysyła dźwięk odbierany przez obserwatora jako dźwięk o częstotliwości najniższej.

Na rysunku powyżej wyznacz konstrukcyjnie oraz zaznacz i podpisz punkty A, B, C.

Zadanie 7.2. (0–4)

Oblicz różnicę między największą i najmniejszą częstotliwością fali dźwiękowej, którą rejestruje obserwator $\mathcal{O}$.

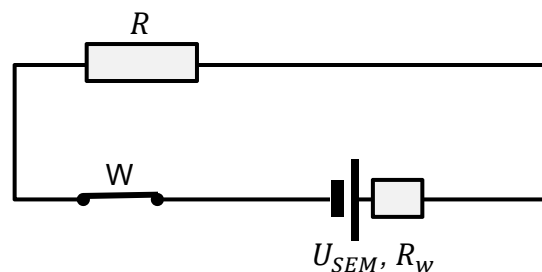




Zadanie 8.3. (0–1)

W drugim etapie doświadczenia z obwodu usunięto amperomierz oraz woltomierz, a opornik połączono bezpośrednio do zacisków baterii. Po zamknięciu wyłącznika W (zobacz rysunek 3.) w obwodzie popłynął prąd elektryczny.

Rysunek 3.



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

Moc wydzielana na oporze wewnętrznym baterii, w sytuacji przedstawionej na rysunku 3., w porównaniu do mocy wydzielanej na oporze wewnętrznym baterii, w sytuacji przedstawionej na rysunku 2., jest

A.	większa,	ponieważ natężenie prądu płynącego w obwodzie przedstawionym na rysunku 3. jest	1.	większe niż	natężenie prądu płynącego w obwodzie przedstawionym na rysunku 2.
B.	taka sama,		2.	takie samo jak	
C.	mniejsza,		3.	mniejsze niż	

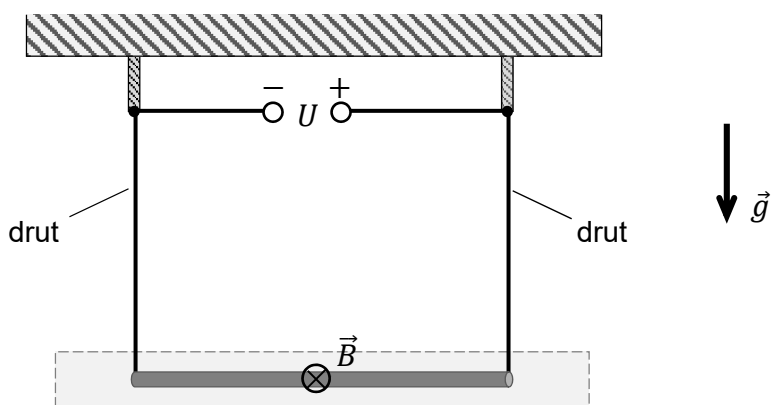
Zadanie 9.

Na dwóch przewodzących sztywnych drutach wisi poziomo miedziany pręt o masie $m = 240 \text{ g}$ i długości $l = 120 \text{ cm}$. Do końców obu drutów przyłożono stałe napięcie $U = 6 \text{ V}$. Wiszący pręt znajduje się w jednorodnym zewnętrznym polu magnetycznym o wartości indukcji magnetycznej $B = 0,5 \text{ T}$. Wektor indukcji $\vec{B}$ tego pola jest prostopadły do płaszczyzny rysunku, ze zwrotem za tę płaszczyznę (zobacz rysunek). Całkowity opór elektryczny opisanego obwodu wynosi $R = 1,5 \Omega$. Elementy, na których zawieszono druty, nie przewodzą prądu.

Obszar pola magnetycznego zaznaczono na rysunku prostokątem obramowanym linią przerywaną. Na rysunku oznaczono także biegunowość napięcia („+” i „–”) oraz przyspieszenie ziemskie $\vec{g}$. Przyjmij do obliczeń przyspieszenie ziemskie $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Pomiń wpływ pola magnetycznego pochodzącego od prądów płynących w obwodzie. Doświadczenie opisujemy w układzie inercyjnym.

Rysunek



Zadanie 9.1. (0–2)

Na rysunku powyżej narysuj i oznacz wektory wszystkich sił działających w kierunku pionowym na pręt miedziany w opisanej sytuacji. Zapisz poniżej nazwy oznaczonych sił.

Uwaga! Uwzględnienie relacji (większy, mniejszy, równy) pomiędzy wartościami poszczególnych sił nie jest wymagane.

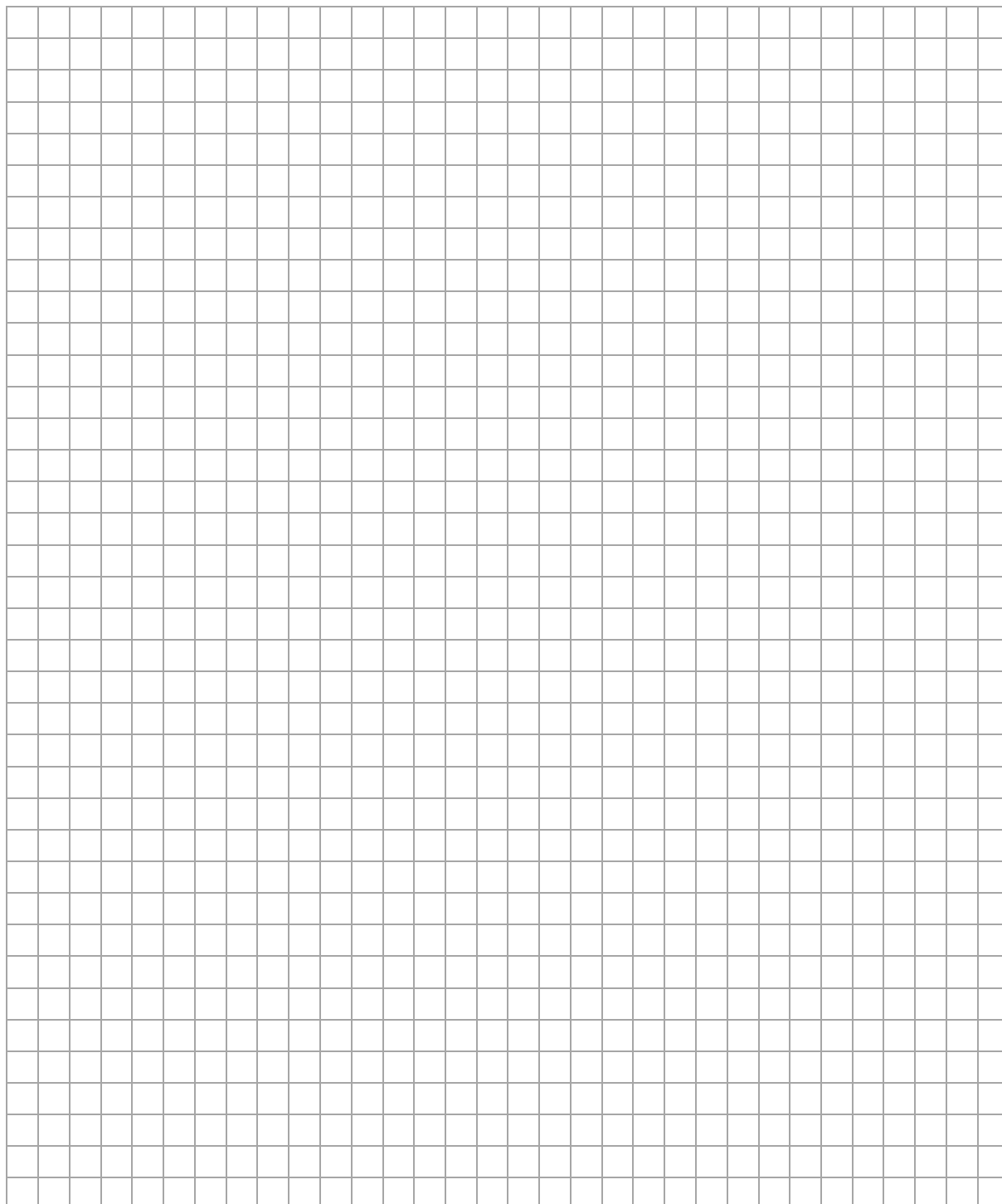
Oznaczenia i nazwy sił

[illegible]

Zadanie 9.2. (0–3)

Oblicz wartość pionowej składowej siły oddziaływania jednego drutu na miedziany pręt.

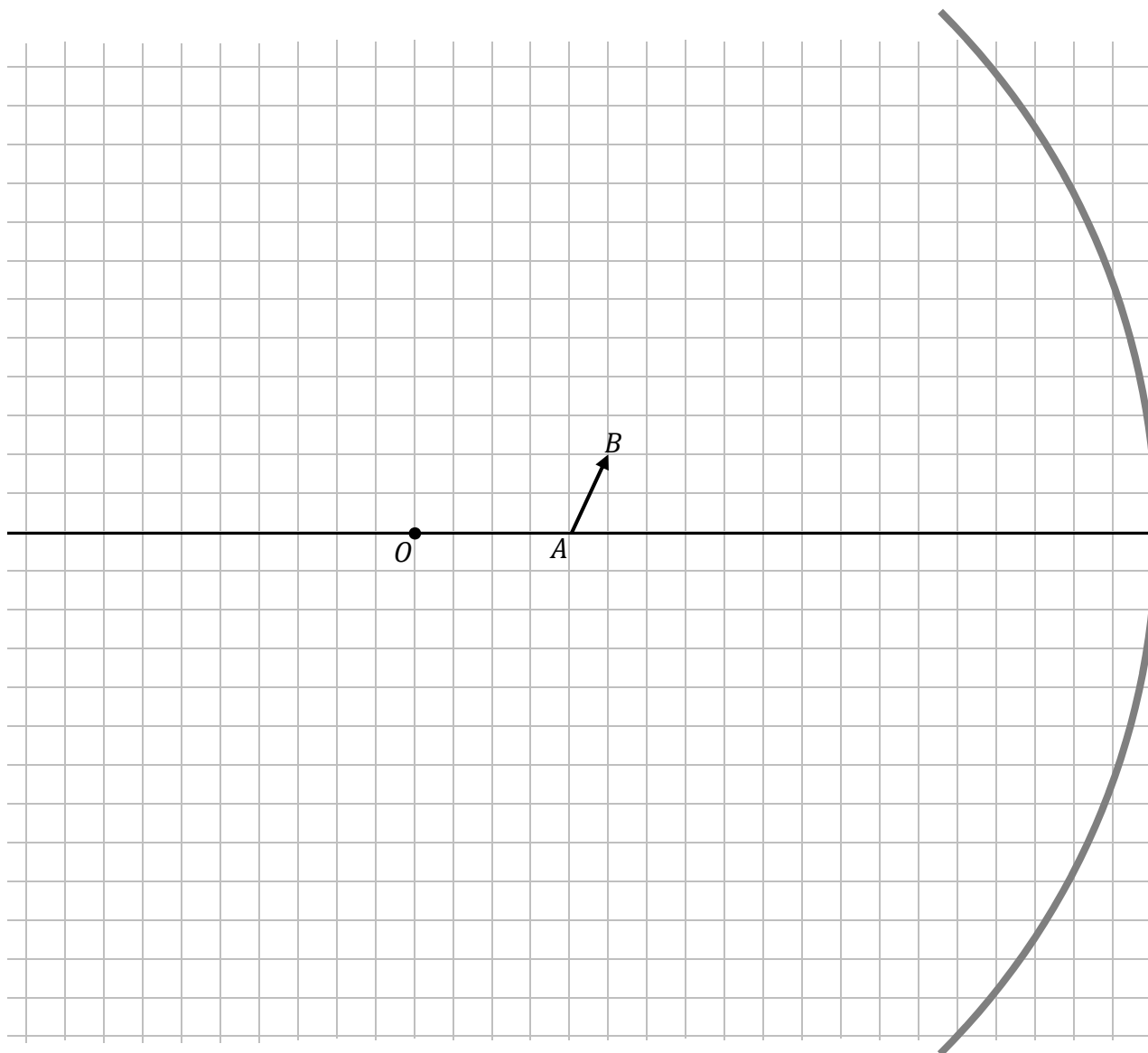
Pomiń wpływ pola magnetycznego pochodzącego od prądów płynących w obwodzie.



Zadanie 10.

Świeący przedmiot w kształcie strzałki o początku w punkcie A i końcu w punkcie B umieszczono przed zwierciadłem kulistym wklęsłym. Punkt A leży na osi optycznej zwierciadła, pomiędzy powierzchnią zwierciadła a jego środkiem krzywizny O (zobacz rysunek poniżej). Długość strzałki AB jest mała w porównaniu do promienia krzywizny zwierciadła.

Rysunek



Zadanie 10.1. (0–1)

Oceń prawdziwość każdego dokończenia poniższego zdania. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

Obraz $A'B'$ przedmiotu AB , jaki powstaje w zwierciadle wklęsłym w opisanej sytuacji, jest

1.	rzeczywisty.	P	F
2.	powiększony.	P	F
3.	odwrócony.	P	F

Zadanie 10.2. (0–2)

Na rysunku w opisie zadania 10. wyznacz konstrukcyjnie położenie obrazu $A'B'$ przedmiotu AB .

Zadanie 11. (0–2)

W niewielkim basenie pływa łódka, w której siedzi chłopiec. W łódce znajduje się żelazny ciężarek o masie 10 kg. W pewnej chwili chłopiec wyrzucił ciężarek z łódki do wody.

Określ, jak zmieni się poziom wody w basenie (podniesie się / nie zmieni się / obniży się) po zatonięciu wyrzuconego ciężarka. Zapisz i uzasadnij odpowiedź.

Odpowiedź:

[illegible]

Uzasadnienie:

[illegible]

Zadanie 12. (0–3)

Masa jądra izotopu litu ${}^7_3\text{Li}$ jest równa $m_{Li} = 11,6508 \cdot 10^{-27}$ kg. Masy protonu m_p oraz neutronu m_n wynoszą odpowiednio: $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg, $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27}$ kg. Prędkość światła w próżni ma wartość $c = 2,998 \cdot 10^8$ m/s.

Oblicz najmniejszą energię, jaką należałoby dostarczyć do jądra litu ${}^7_3\text{Li}$, aby rozbić je na oddzielne (tzn. nieoddziałujące ze sobą) nukleony.

A full-page sheet of white graph paper featuring a uniform grid of thin, light gray horizontal and vertical lines. The grid consists of small squares covering the entire area of the page.

Zadanie 13. (0–1)

Jądro izotopu toru ${}^{232}_{90}\text{Th}$ ulega ciągowi przemian jądrowych α i β , w wyniku których powstaje jądro izotopu ołowiu ${}^{208}_{82}\text{Pb}$.

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Opisany proces przemian jądra toru w jądro ołowiu wymaga

- A.** 24 rozpadów α oraz 8 rozpadów β^+ .
B. 6 rozpadów α oraz 4 rozpadów β^+ .
C. 6 rozpadów α oraz 4 rozpadów β^- .
D. 6 rozpadów α oraz 8 rozpadów β^- .

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.

