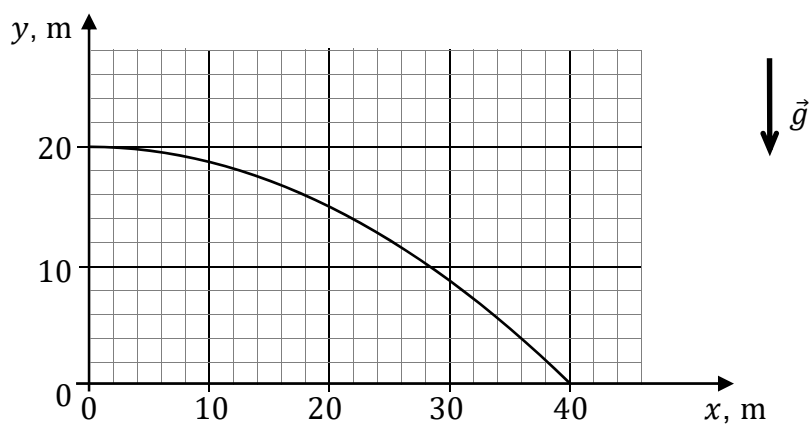


Zadanie 1.

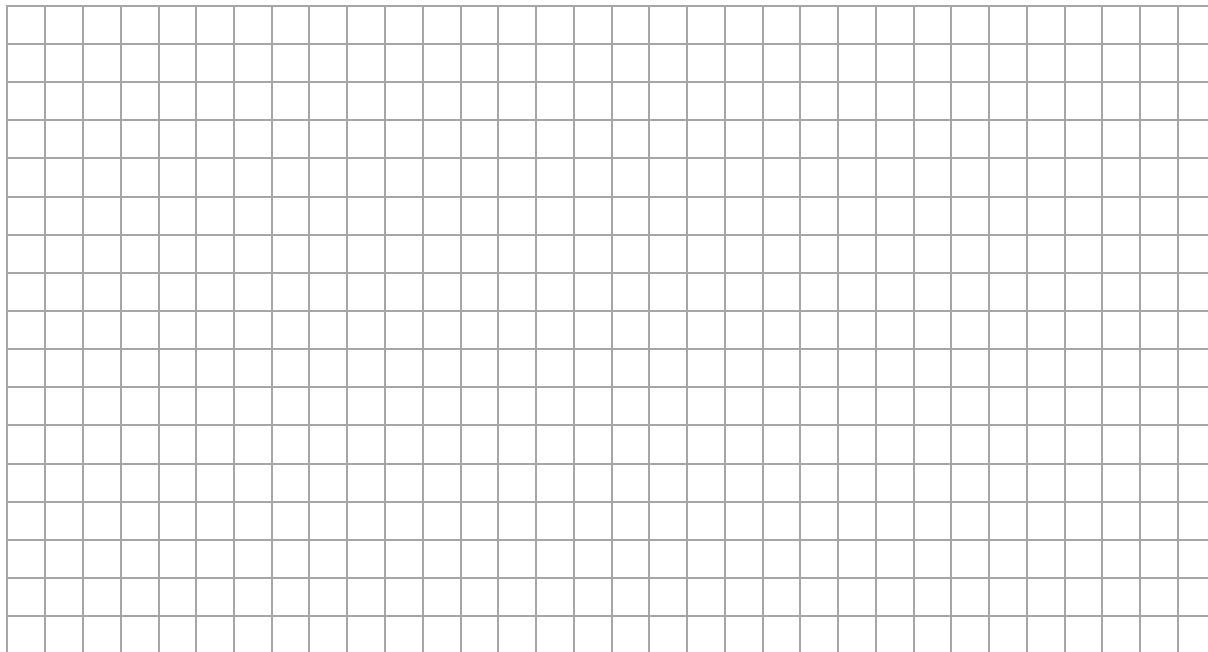
Z wieży obserwacyjnej wystrzelono małą kulkę. Prędkość $\vec{v}_0$ kulki w chwili początkowej ruchu ($t_0 = 0$) miała kierunek poziomy. Na wykresie poniżej, w układzie współrzędnych (x, y) , przedstawiono tor lotu kulki od chwili t_0 aż do momentu uderzenia kulki w poziome podłoże.

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.



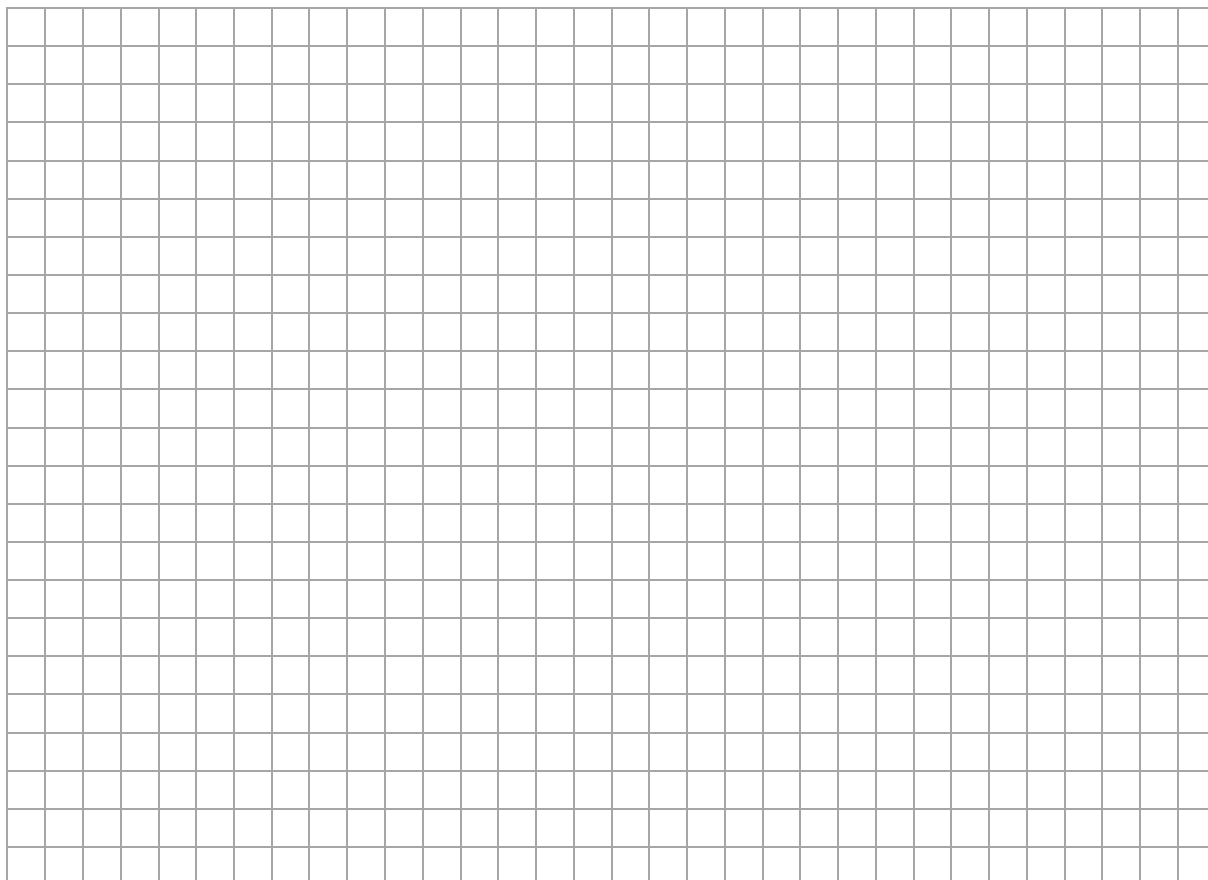
Zadanie 1.2. (0–4)

Torem ruchu kulki jest fragment paraboli opisanej równaniem:

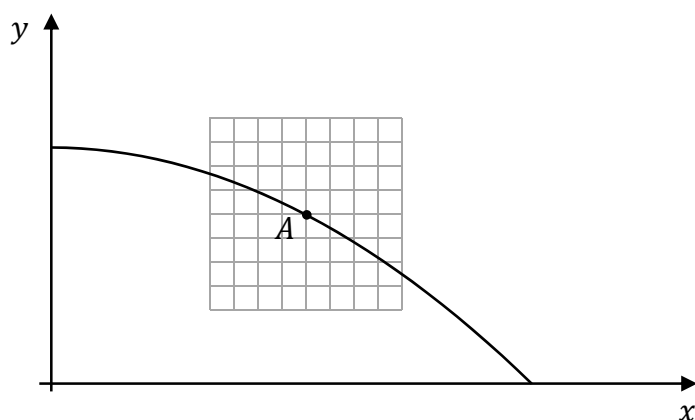
$$y = -0,0125 \cdot x^2 + 20 \quad \text{gdzie} \quad x \in [0,40]$$

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.



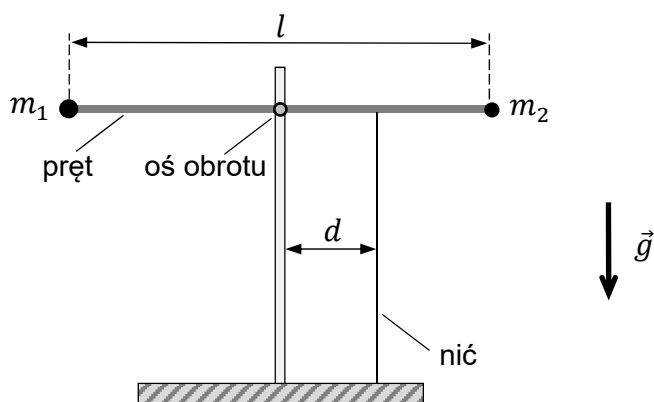
Nazwa siły:

.....

Zadanie 2.

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.

Rysunek 1.



Do analizy zagadnienia przyjmij model zjawiska, w którym:

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

Zadanie 2.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Siła $\vec{F}$, z jaką napięta nić działa na pręt w sytuacji, gdy jest on nieruchomy, ma wartość (po zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących)

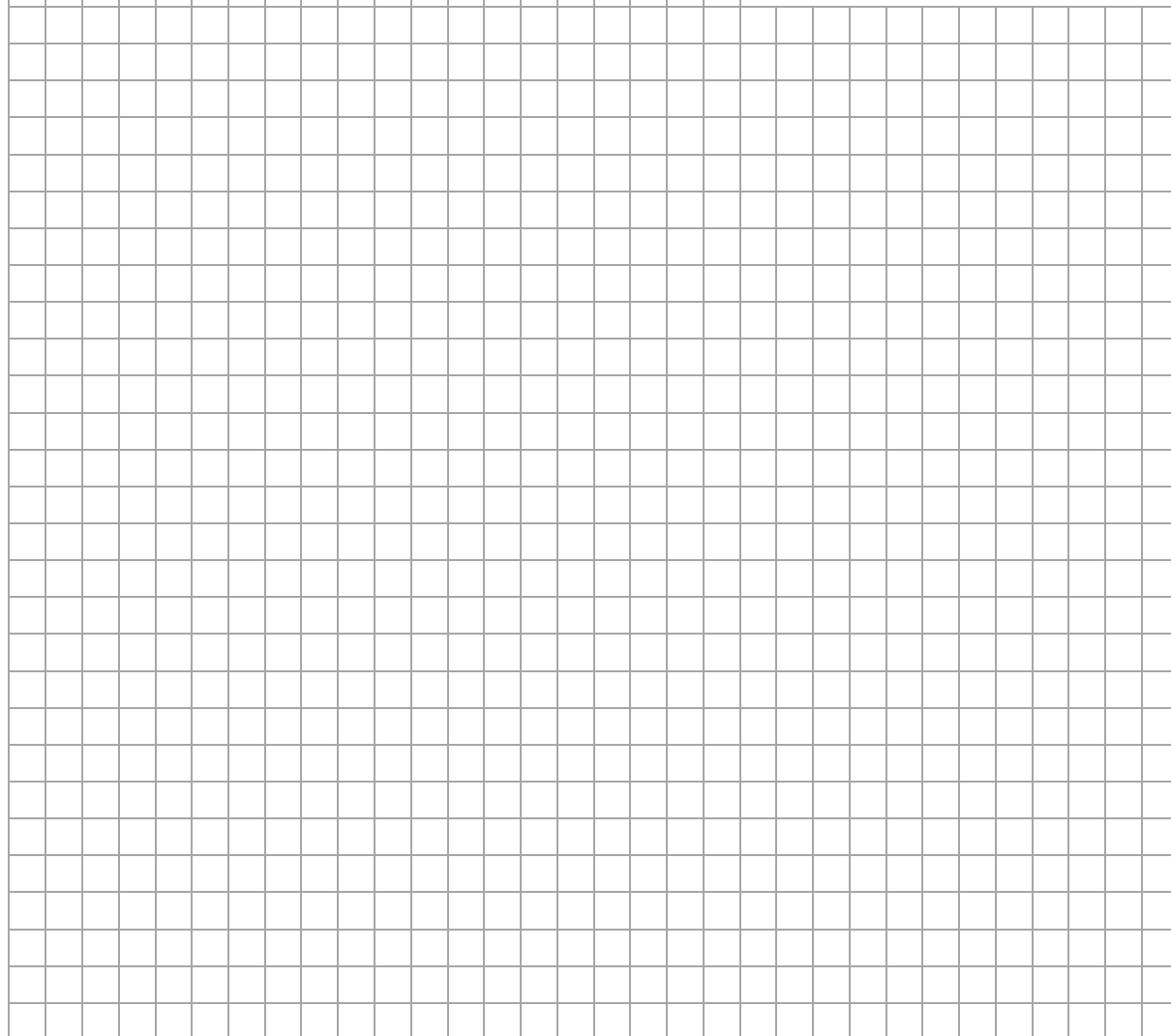
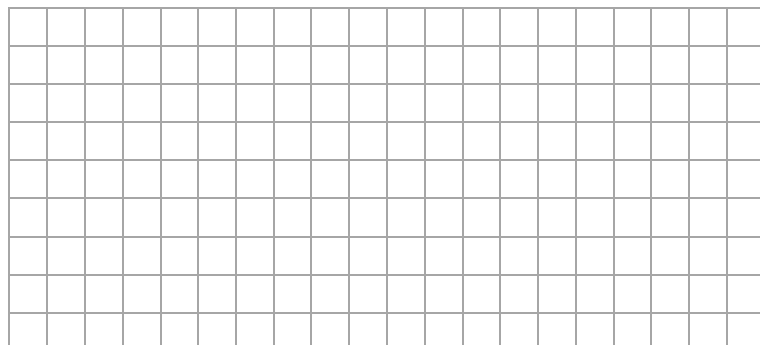
- A.** $F \approx 1,8 \text{ N}$ **B.** $F \approx 2,5 \text{ N}$ **C.** $F \approx 3,7 \text{ N}$ **D.** $F \approx 6,1 \text{ N}$

[illegible]

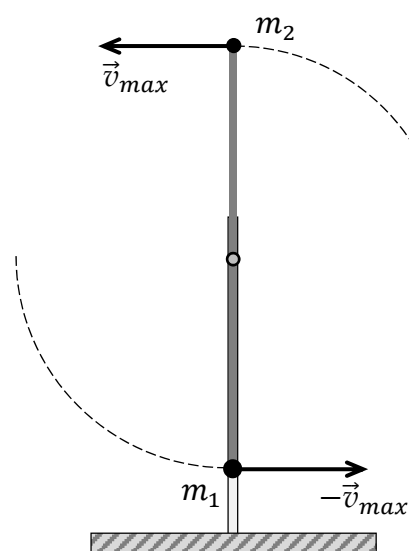
Zadanie 2.2. (0–3)

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 przyśpieszenia, z jakim spada ciało swobodnie puszczane tuż nad powierzchnią tej planety na jej biegunie, jest o 20% większe od wartości a_r przyśpieszenia 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 $a_b = 3 \text{ m/s}^2$.

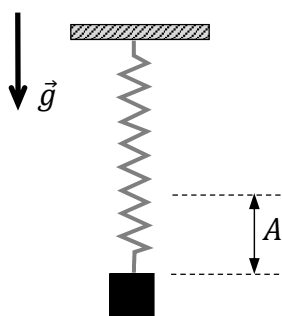
Oblicz okres T obrotu planety wokół jej własnej osi.

A full-page sheet of white graph paper featuring a light gray grid. The grid consists of small, equal-sized squares arranged in a continuous pattern across the entire page. There are no margins, text, or other markings present.

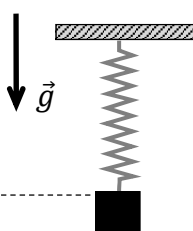
Zadanie 4.

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

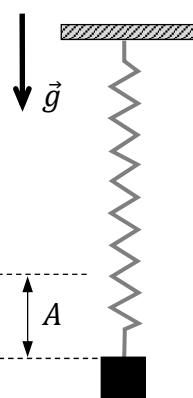
Rysunek 1.



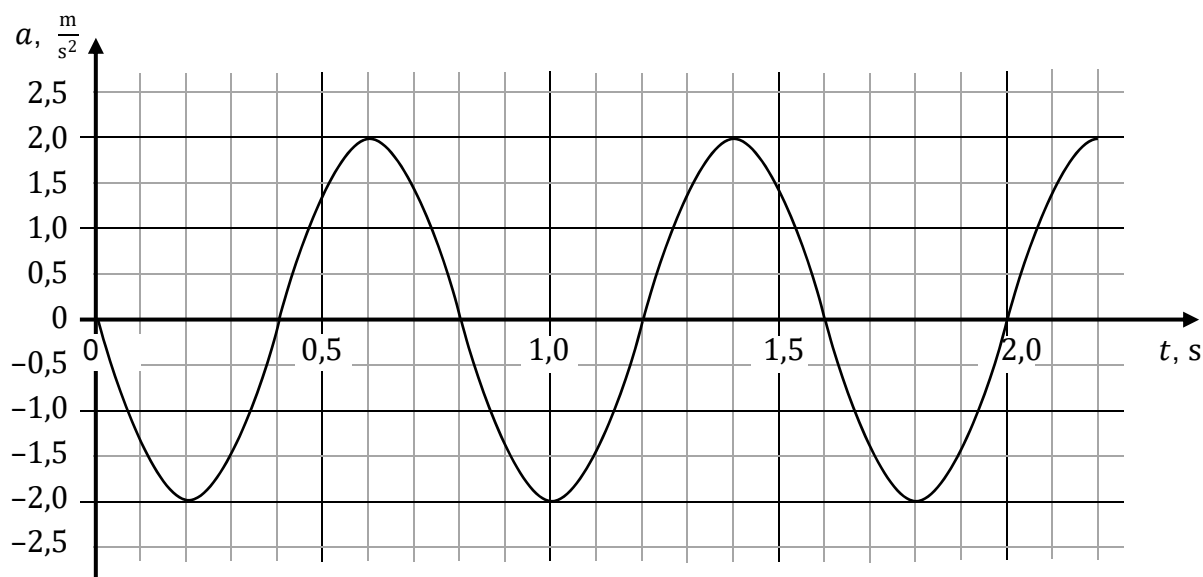
Rysunek 2.



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.

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 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.** $k \approx 3,1 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

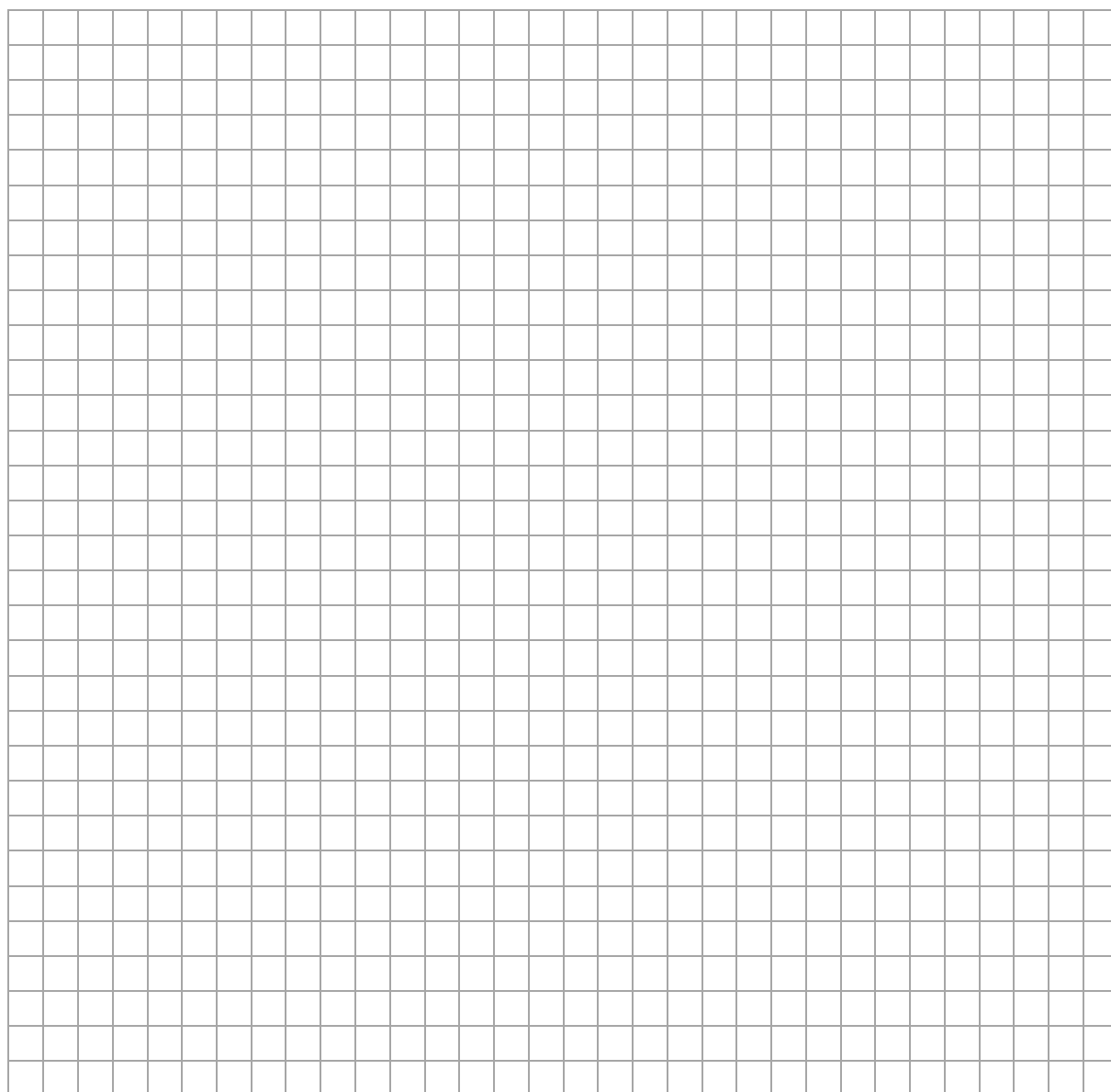
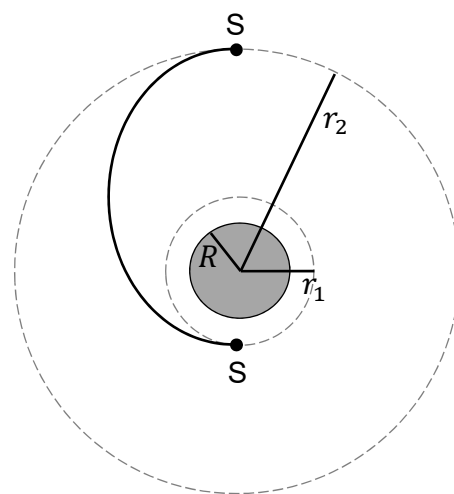
[illegible]

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 $R = 8\,000$ 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.

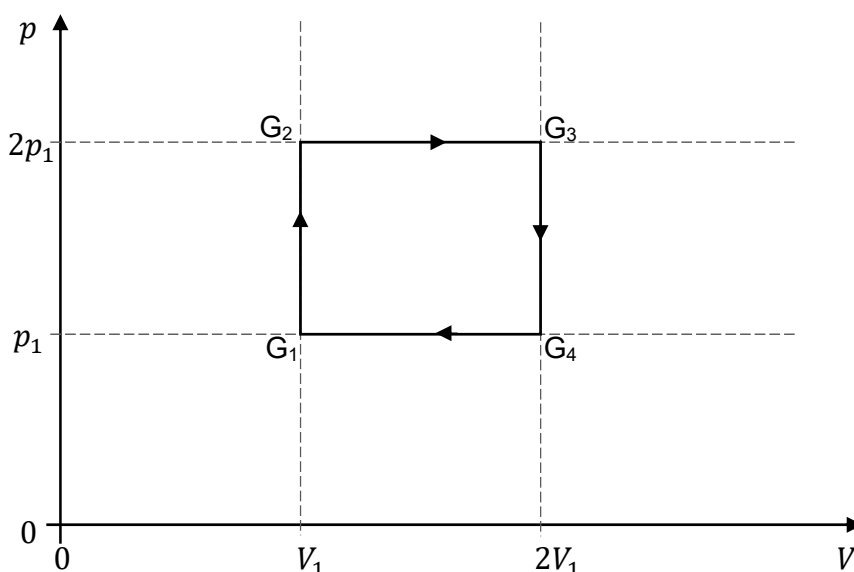
Pomiń zmianę masy satelity podczas działania silników odrzutowych.



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)

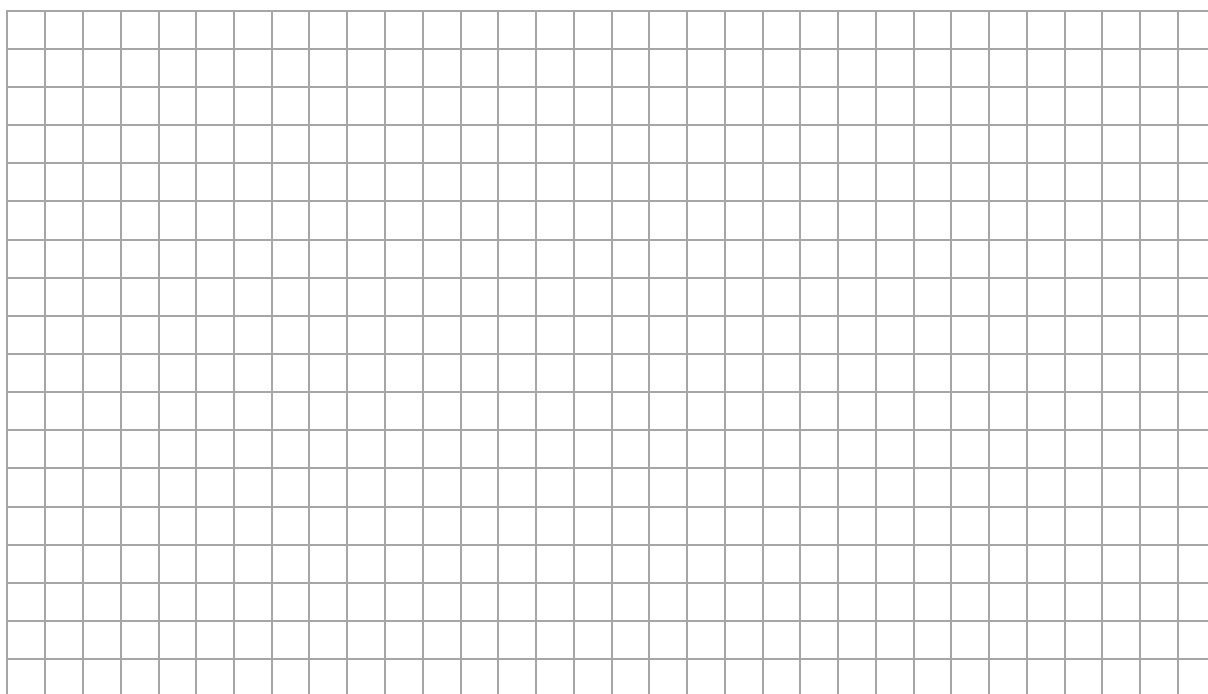
Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

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.

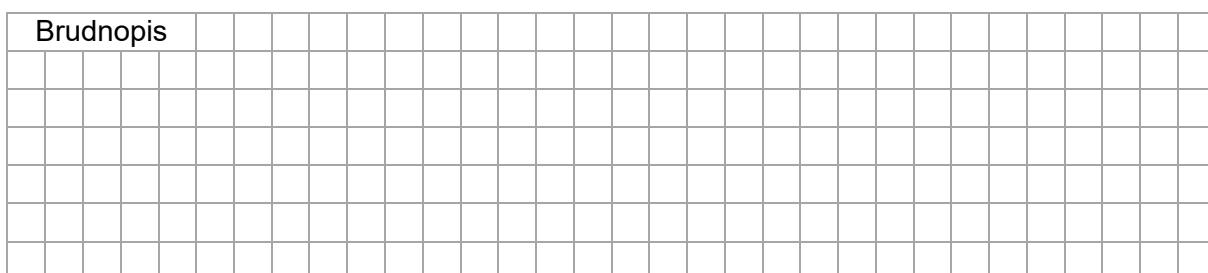
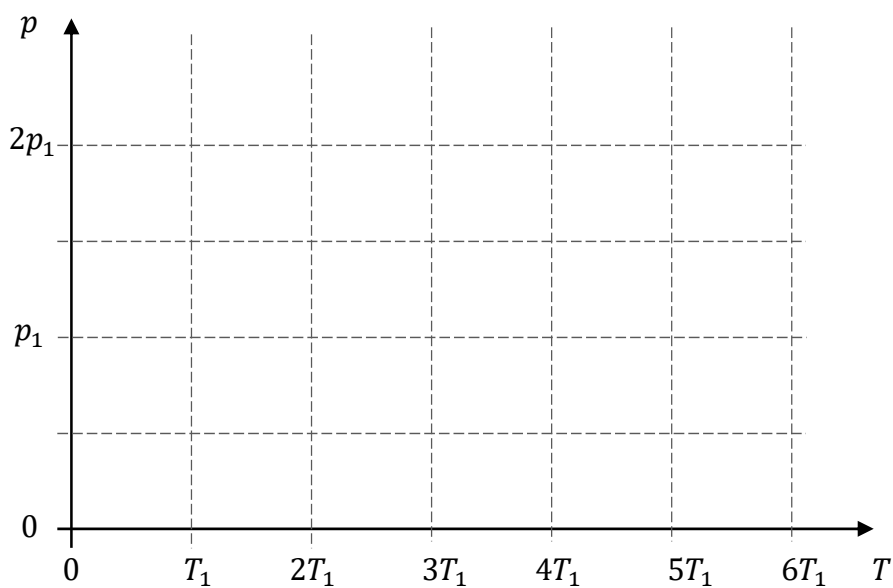
[illegible]



Zadanie 6.3. (0–2)

Temperaturę gazu w stanie G_1 oznaczmy jako T_1 .

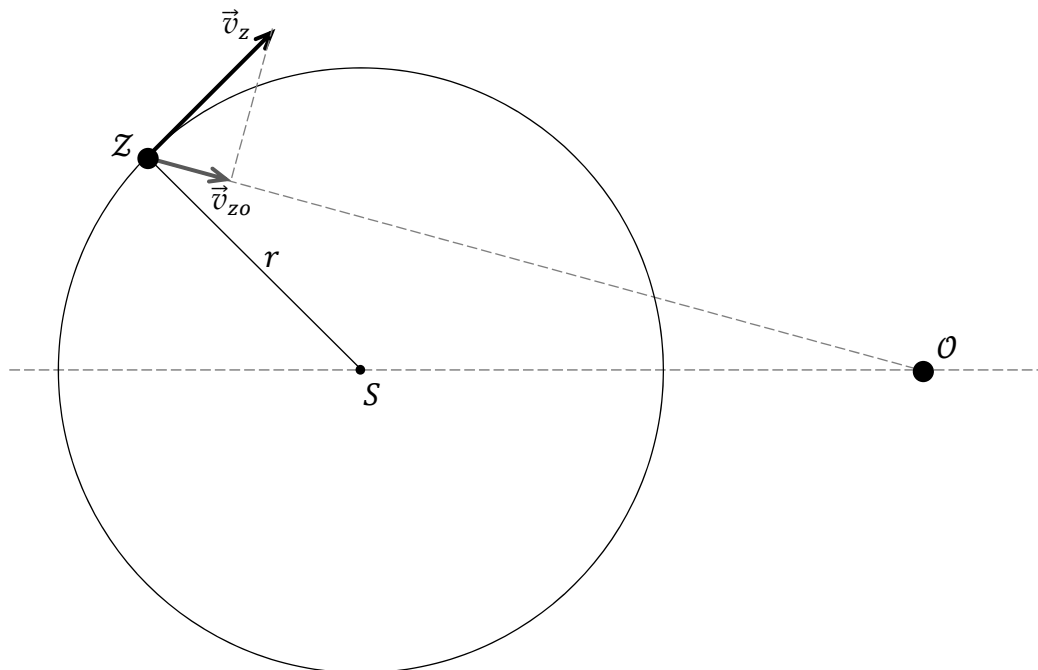
Na poniższym diagramie współrzędnych narysuj wykres zależności ciśnienia p od temperatury T w cyklu G_1 – G_2 – G_3 – G_4 . Oznacz stany gazu: G_1 , G_2 , G_3 , G_4 .



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.

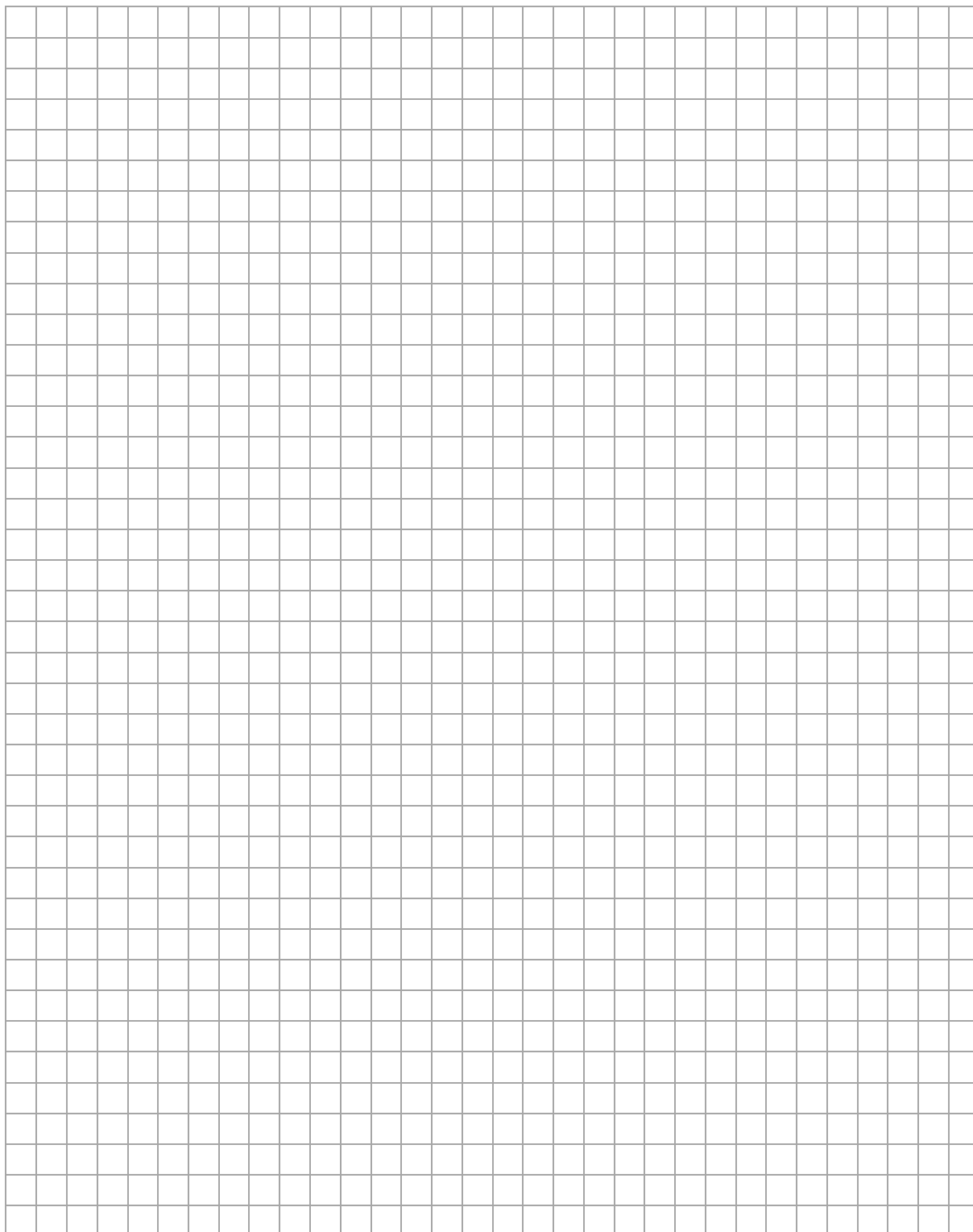
Gdy źródło dźwięku znajduje się w punkcie B, to wysyła dźwięk odbierany przez obserwatora jako dźwięk o częstotliwości najwyższej.

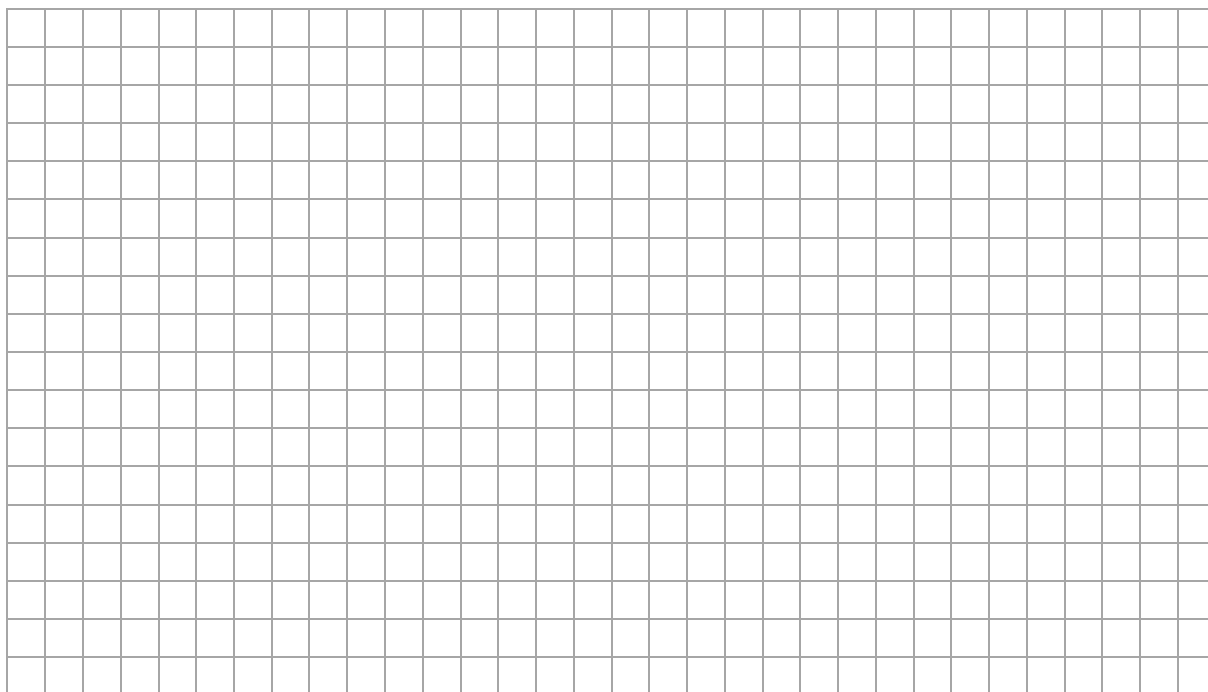
Gdy źródło dźwięku znajduje się w punkcie C, to wysyła dźwięk odbierany przez obserwatora jako dźwięk o częstotliwości najniższej.

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 O .

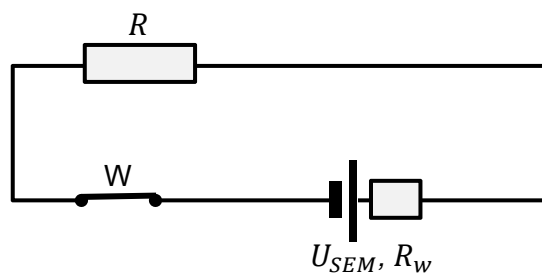




Zadanie 8.3. (0–1)

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	

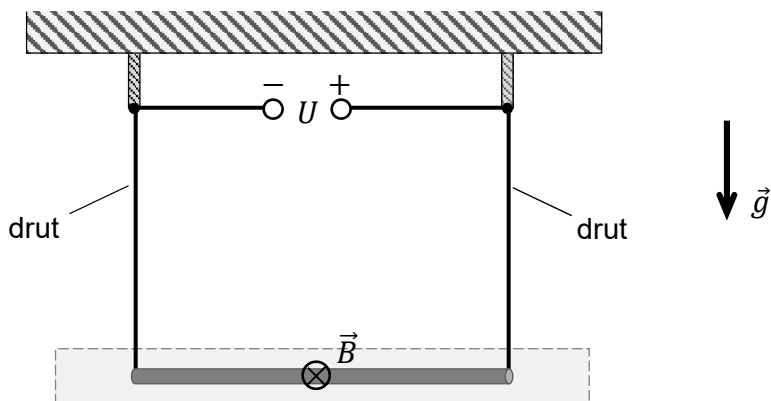
Zadanie 9.

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.

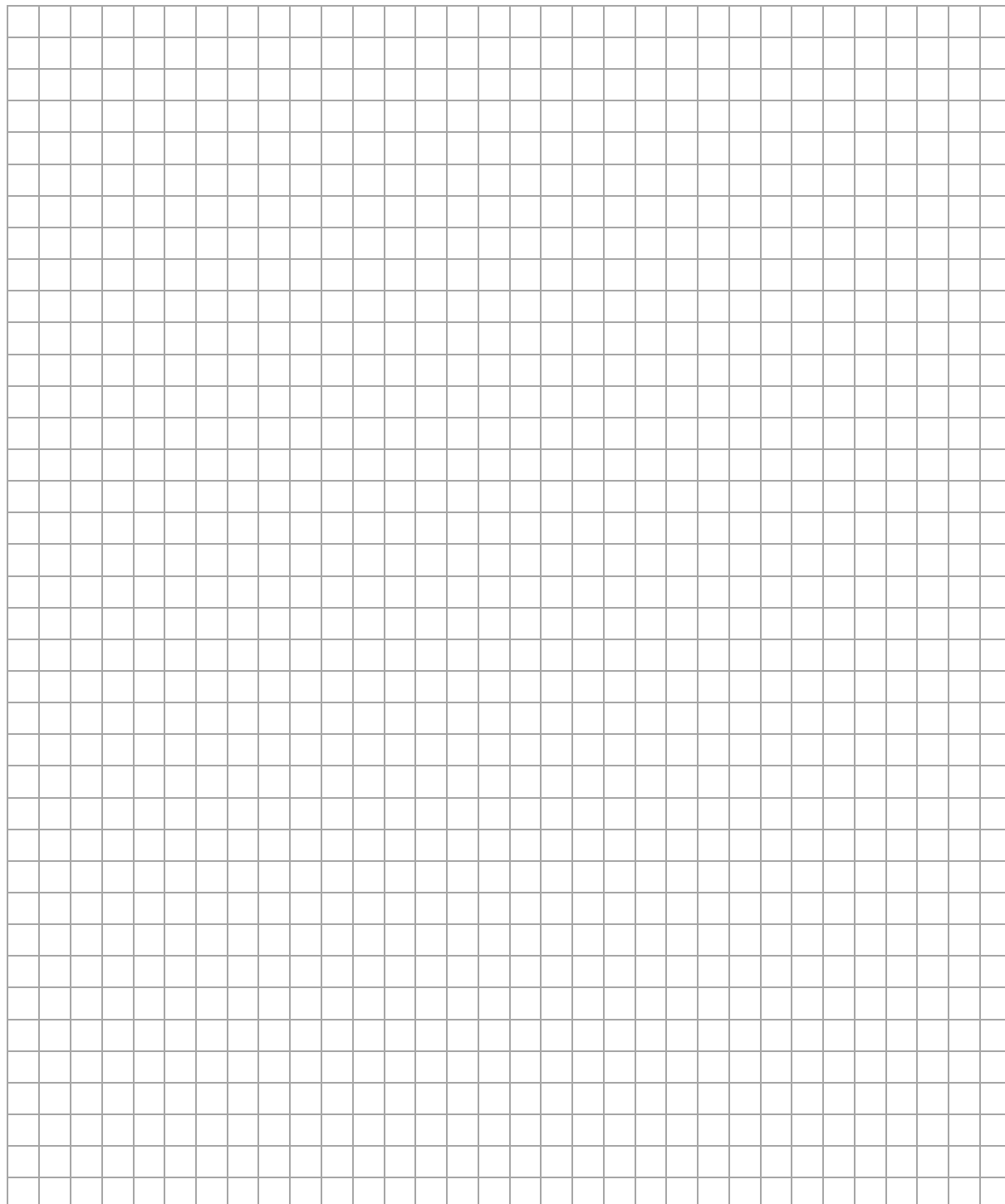
Oznaczenia i nazwy sił

[illegible]

Zadanie 9.2. (0–3)

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

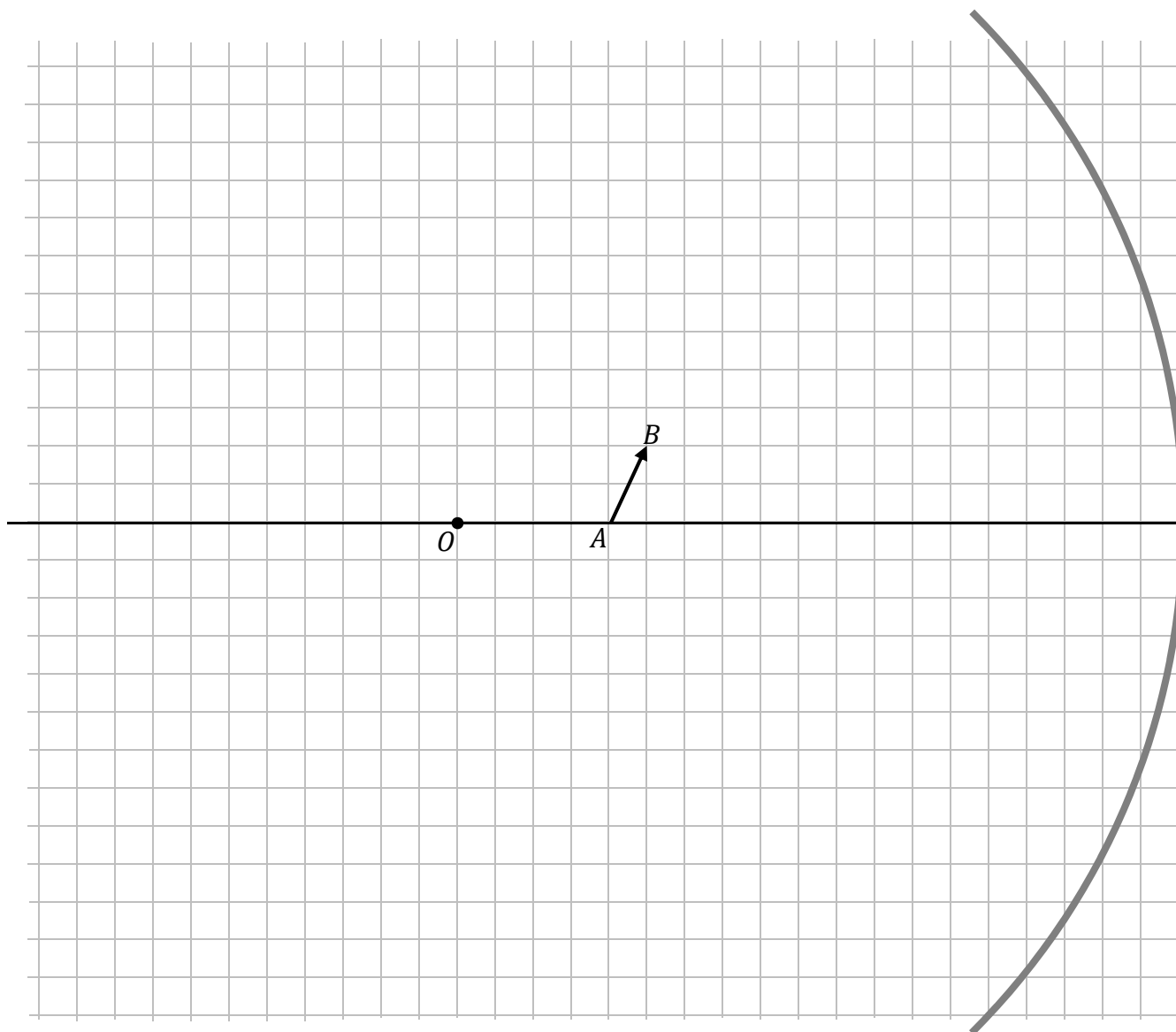
Pomiń wpływ pola magnetycznego pochodzącego od prądów płynących w obwodzie.



Zadanie 10.

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

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

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^- .