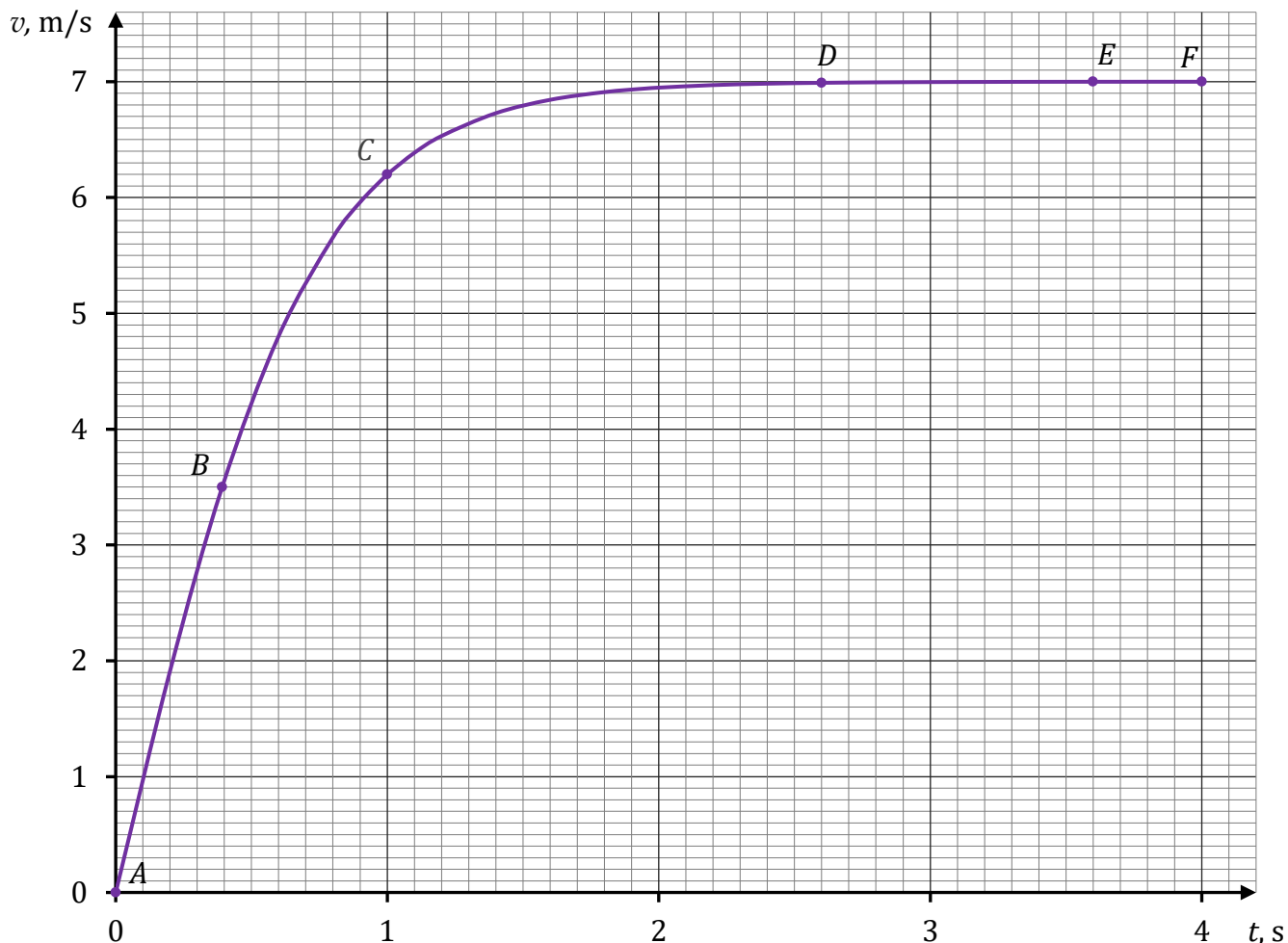


Zadanie 1.

Kropla wody oderwała się od dachu budynku w chwili t_A i następnie opadała pionowo w powietrzu. Na poniższym wykresie przedstawiono zależność wartości v prędkości kropli od czasu t od chwili $t_A = 0$ s do chwili $t_F = 4$ s, w której kropla uderzyła o podłoże.

Na wykresie oznaczono wybrane punkty: A, B, C, D, E, F . Ruch kropli opisujemy w układzie odniesienia związanym z ziemią i zakładamy, że jest to układ inercjalny.



Do analizy zagadnienia przyjmij uproszczony model zjawiska, w którym:

- podczas opadania kropli działają na nią dwie siły: siła oporu powietrza $\vec{F}_o$ oraz siła grawitacji $\vec{F}_g$ (pomijamy siłę wyporu aerostatycznego)
- kropla jest kulą o promieniu R , a jej masa się nie zmienia
- wartość siły oporu działającej na kroplę wyraża się wzorem:

$$F_o = k\rho_p S v^2$$

gdzie k jest pewnym współczynnikiem, ρ_p jest gęstością powietrza, S jest polem przekroju poprzecznego przez środek kropli, v jest wartością prędkości kropli

- ruch kropli od chwili t_D traktujemy jako jednostajny prostoliniowy, czyli przyjmij, że część DF wykresu jest poziomym odcinkiem.

Zadanie 1.1. (0–1)

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

Od chwili t_A do chwili t_D wartość przyspieszenia kropli

A.	się zwiększa,	ponieważ wartość siły wypadkowej działającej w tym czasie na kroplę	1.	się zwiększa.
B.	się zmniejsza,		2.	się zmniejsza.
C.	pozostaje stała,		3.	pozostaje stała.

Zadanie 1.2. (0–3)

Punkt K na diagramach 1.–2. reprezentuje kroplę. Długość boku kratki na każdym diagramie odpowiada umownej jednostce siły. Na diagramach 1.–2. narysowano siłę grawitacji działającą na kroplę, natomiast nie narysowano siły oporu $\vec{F}_o$.

Na diagramie 1. narysuj i oznacz siłę oporu $\vec{F}_{oE}$ przyłożoną w punkcie K , działającą na kroplę w chwili $t_E = 3,6$ s. Na diagramie 2. narysuj i oznacz siłę oporu $\vec{F}_{oB}$ przyłożoną w punkcie K , działającą na kroplę w chwili $t_B = 0,4$ s.

Zachowaj odpowiednie kierunki, zwroty oraz dokładne długości wektorów, odpowiadające wartościom tych sił. Wykorzystaj fakt, że wartość siły oporu jest wprost proporcjonalna do kwadratu wartości prędkości kropli: $F_o \propto v^2$.

Diagram 1. ($t_F = 3,6$ s)

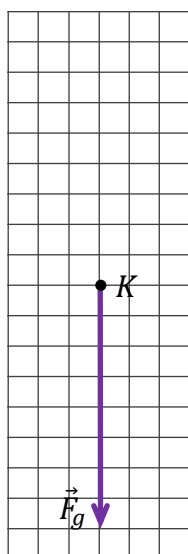
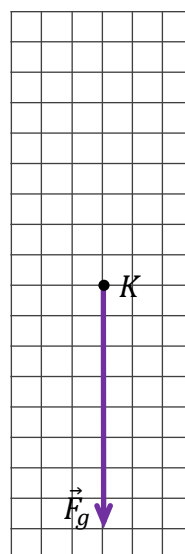


Diagram 2. ($t_B = 0,4$ s)



Brudnopis

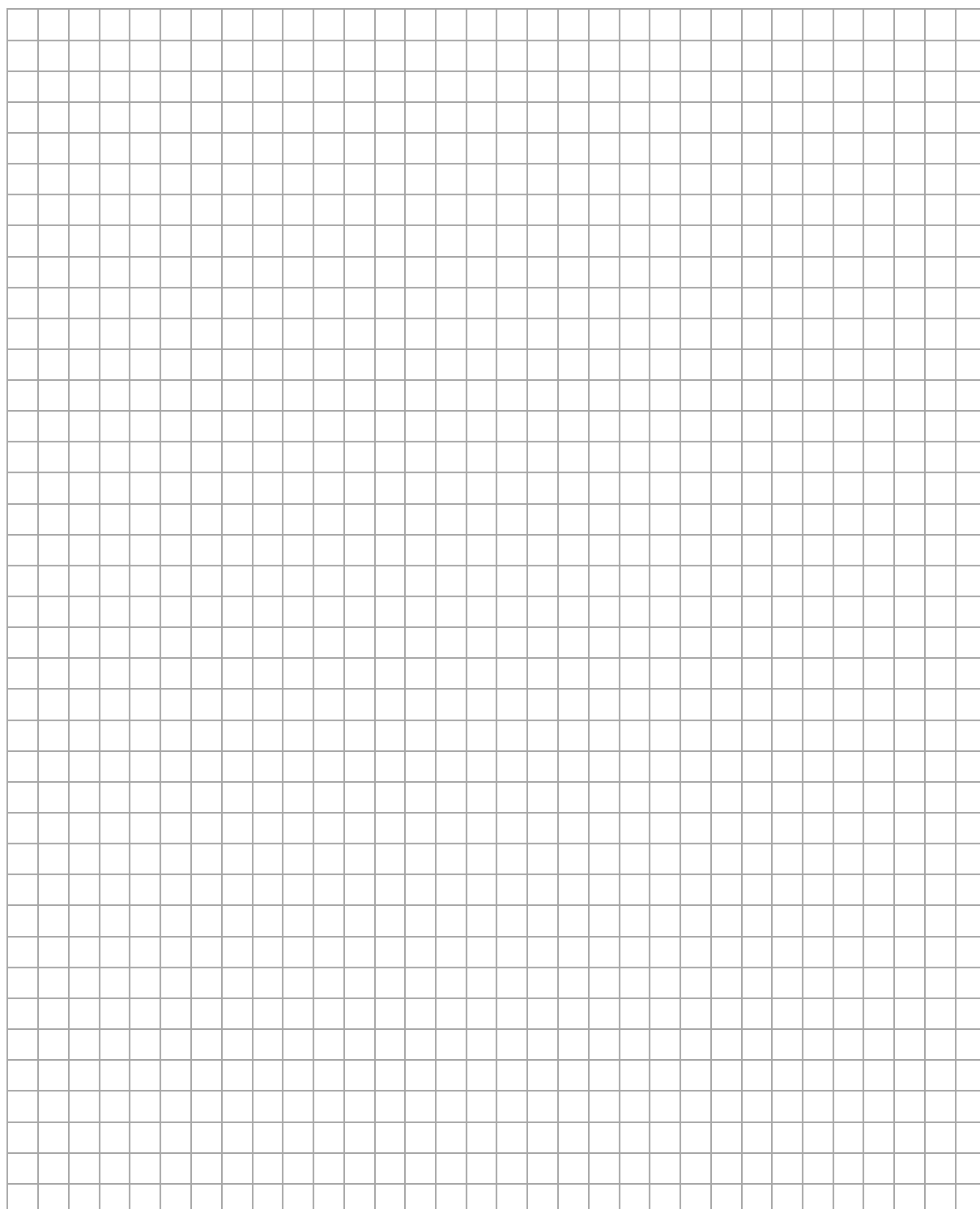
1.3.

0-1-
2-3-4**Zadanie 1.3. (0-4)**

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć v_E – wartość prędkości, z jaką kropla opada w powietrzu ruchem jednostajnym prostoliniowym – w zależności od: promienia kropli R , gęstości powietrza ρ_p , gęstości wody ρ_w , wartości przyspieszenia ziemskiego g oraz współczynnika k .

Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać tego wzoru.

Wskazówka: Objętość kuli o promieniu R wyraża się wzorem $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.



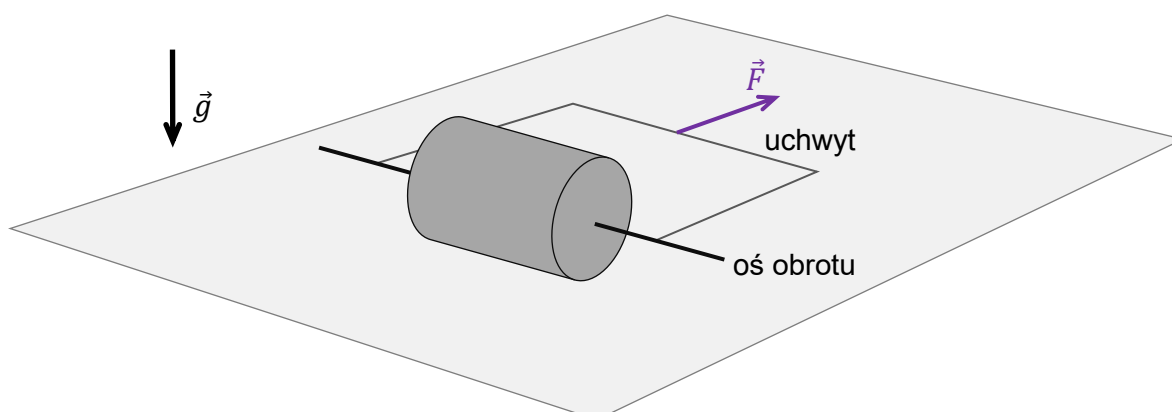
Zadanie 2.

Jednorodny walec o masie $m = 10 \text{ kg}$ i promieniu R był ciągnięty siłą o wartości $F = 30 \text{ N}$ po płaskiej poziomej powierzchni. Siła $\vec{F}$ była przyłożona poziomo do uchwytu i prostopadle do osi obrotu walca (zobacz rysunki 1.–3.).

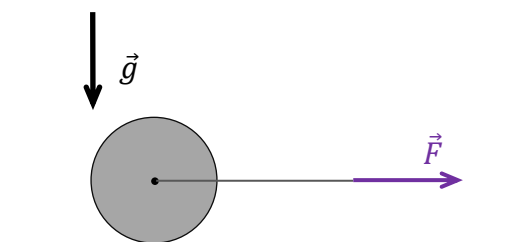
Do analizy zagadnienia przyjmij model zjawiska, w którym:

- walec toczył się bez poślizgu
- w kierunku poziomym na walec działały tylko: stała siła tarcia statycznego $\vec{T}$ oraz siła $\vec{F}$
- siła tarcia $\vec{T}$ między walcem a powierzchnią nie osiągnęła wartości maksymalnej
- pomijamy inne (tzn. oprócz tarcia statycznego) opory ruchu
- moment bezwładności walca względem jego osi obrotu – będącej osią symetrii walca – wyraża się wzorem: $I_0 = \frac{1}{2}mR^2$
- ruch walca rozpatrujemy w inercjalnym układzie odniesienia związanym z ziemią, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym
- pomijamy masę osi obrotu walca i masę jej uchwytu.

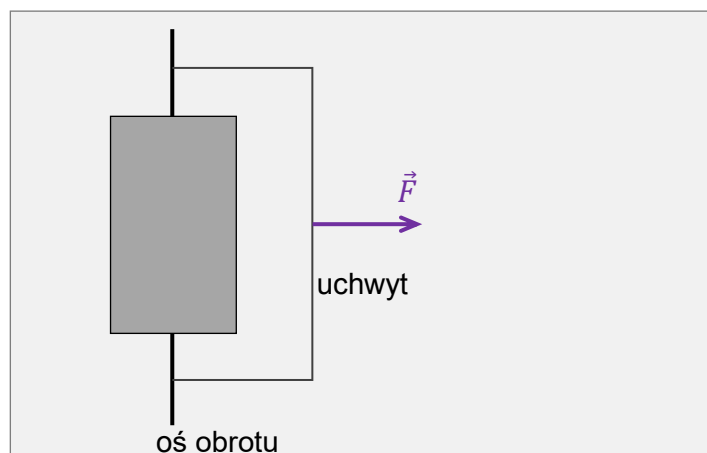
Rysunek 1. (widok z perspektywy)



Rysunek 2. (widok z boku)



Rysunek 3. (widok z góry)



Zadanie 2.1. (0–3)

Całkowitą energię kinetyczną walca w pewnej chwili t ruchu oznaczmy jako $E_{kin\ calk}$,
a energię kinetyczną ruchu postępowego walca w tej samej chwili t oznaczmy jako $E_{kin\ post}$.

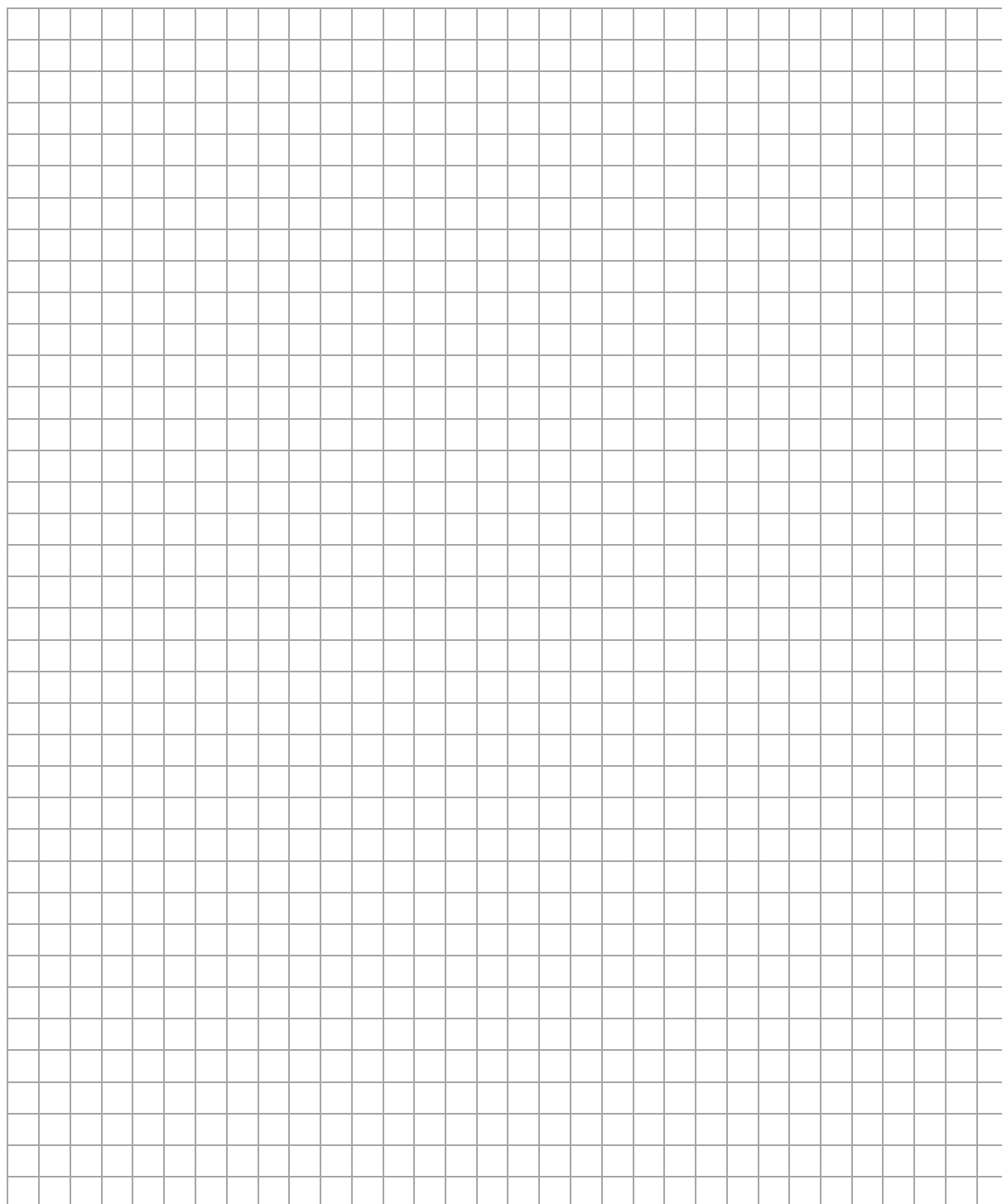
2.1.

0–1–

2–3

Oblicz iloraz $\frac{E_{kin\ post}}{E_{kin\ calk}}$. Zapisz obliczenia.

Wynik podaj w postaci ułamka zwykłego.



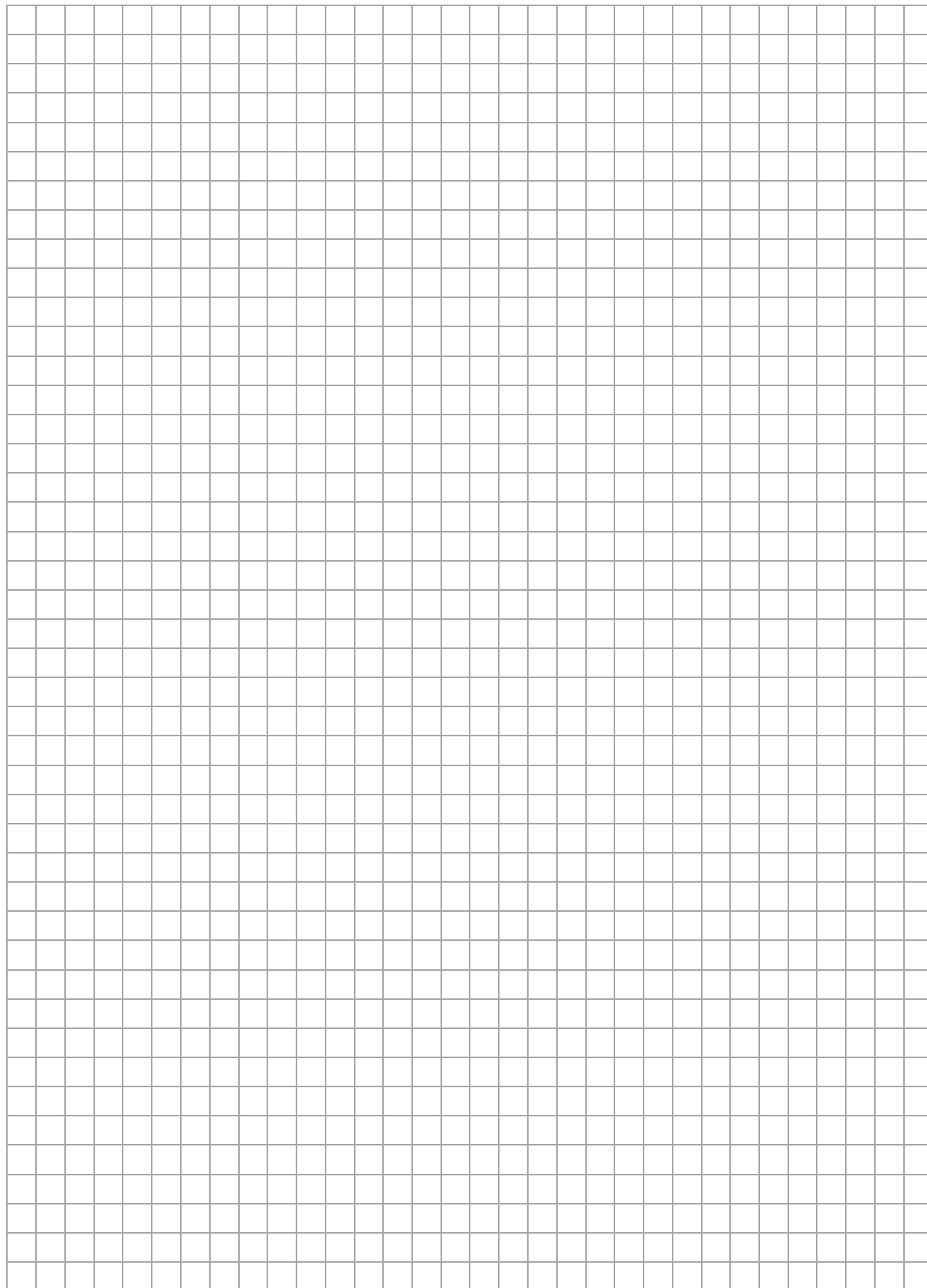
Zadanie 2.2. (0–3)

Oblicz wartość przyspieszenia (liniowego) środka masy walca. Zapisz obliczenia.

2.2.

0–1–

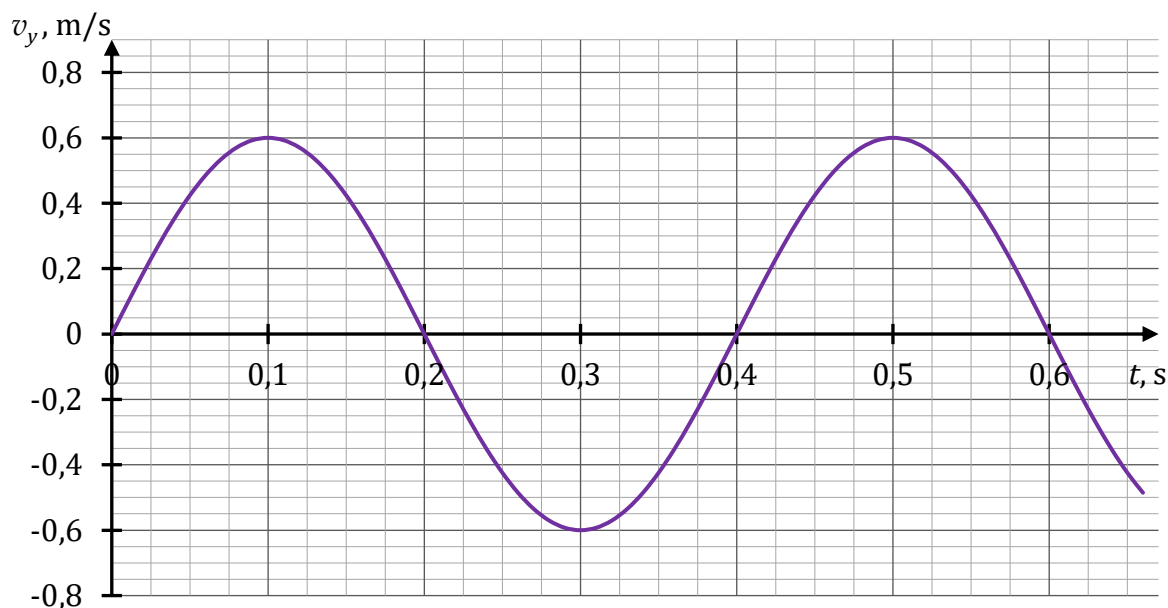
2–3

A large grid of graph paper for calculations, consisting of 30 columns and 30 rows of small squares.

Zadanie 3.

Ciężarek o masie $m = 100,0 \text{ g}$ jest zawieszony na sprężynie i wykonuje drgania harmoniczne w kierunku pionowym, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym.

Przyjmujemy, że ciężarek drga wzdłuż osi y skierowanej pionowo w górę. Na poniższym wykresie przedstawiono zależność współrzędnej prędkości v_y ciężarka od czasu t . Dodatnia wartość współrzędnej prędkości v_y oznacza, że zwrot wektora prędkości ciężarka jest w górę, a ujemna wartość – że zwrot wektora prędkości jest w dół. Prędkość ciężarka określamy w układzie odniesienia związanym z ziemią.



Przyjmij uproszczony model zjawiska, w którym:

- na ciężarek działają tylko siła sprężystości $\vec{F}_s$ sprężyny i siła grawitacji $\vec{F}_g$
- wartość siły sprężystości, z jaką sprężyna działa na ciężarek, jest wprost proporcjonalna do wydłużenia sprężyny ponad jej długość swobodną (gdy jest nierozciągnięta)
- układ odniesienia związany z ziemią traktujemy jako układ inercjalny
- pomijamy opory ruchu
- pomijamy masę sprężyny
- przyspieszenie grawitacyjne ziemskie ma wartość $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

3.1.

0–1–2

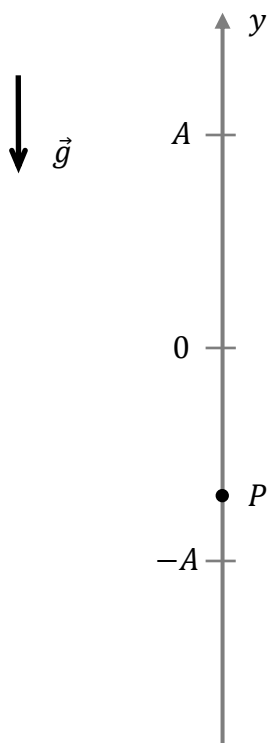
Zadanie 3.1. (0–2)

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

1.	W chwili $t = 0,2 \text{ s}$ siły działające na ciężarek się równoważą.	P	F
2.	Energia kinetyczna ciężarka w chwili $t = 0,1 \text{ s}$ jest równa energii kinetycznej ciężarka w chwili $t = 0,3 \text{ s}$.	P	F
3.	Wartość przyspieszenia ciężarka w chwili $t = 0,4 \text{ s}$ jest większa od wartości przyspieszenia ciężarka w chwili $t = 0,5 \text{ s}$.	P	F



Siły działające na ciężarek się równoważą, gdy ciężarek znajduje się w punkcie o współrzędnej $y = 0$, natomiast najwyższe i najniższe położenia ciężarka znajdują się – odpowiednio – w punktach o współrzędnych: $y = A$ oraz $y = -A$. W pewnej chwili ruchu drgającego ciężarek znalazł się w punkcie P (zobacz schematyczny rysunek poniżej).



3.2.
0-1-2

$$F_s \dots\dots\dots F_g$$

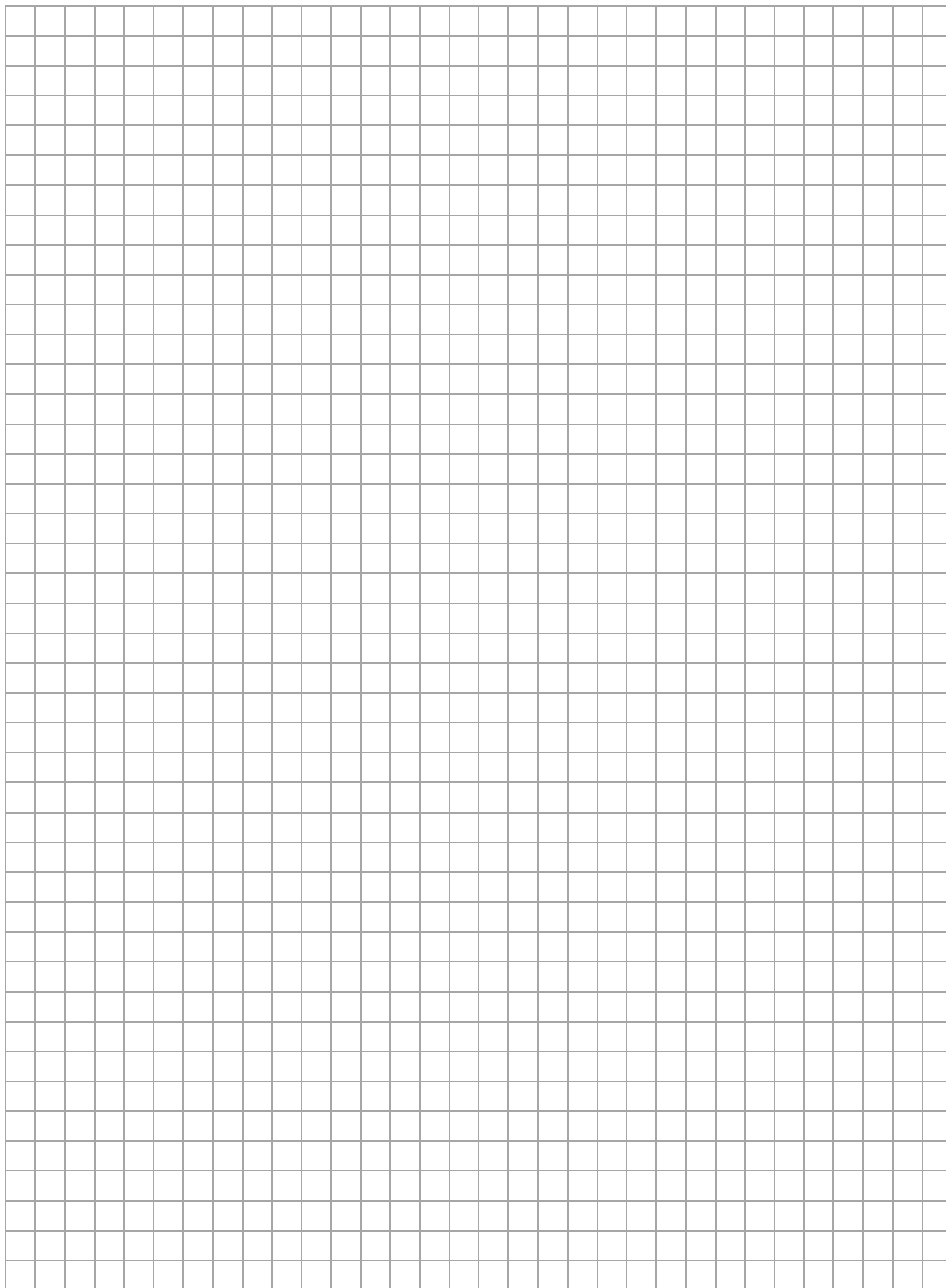
[illegible]

3.3.

0-1-
2-3-4

Zadanie 3.3. (0-4)

Oblicz wartość siły sprężystości działającej na ciężarek w chwili, gdy znajduje się on w najniższym położeniu podczas ruchu drgającego. Zapisz obliczenia.



Zadanie 4.2. (0–4)

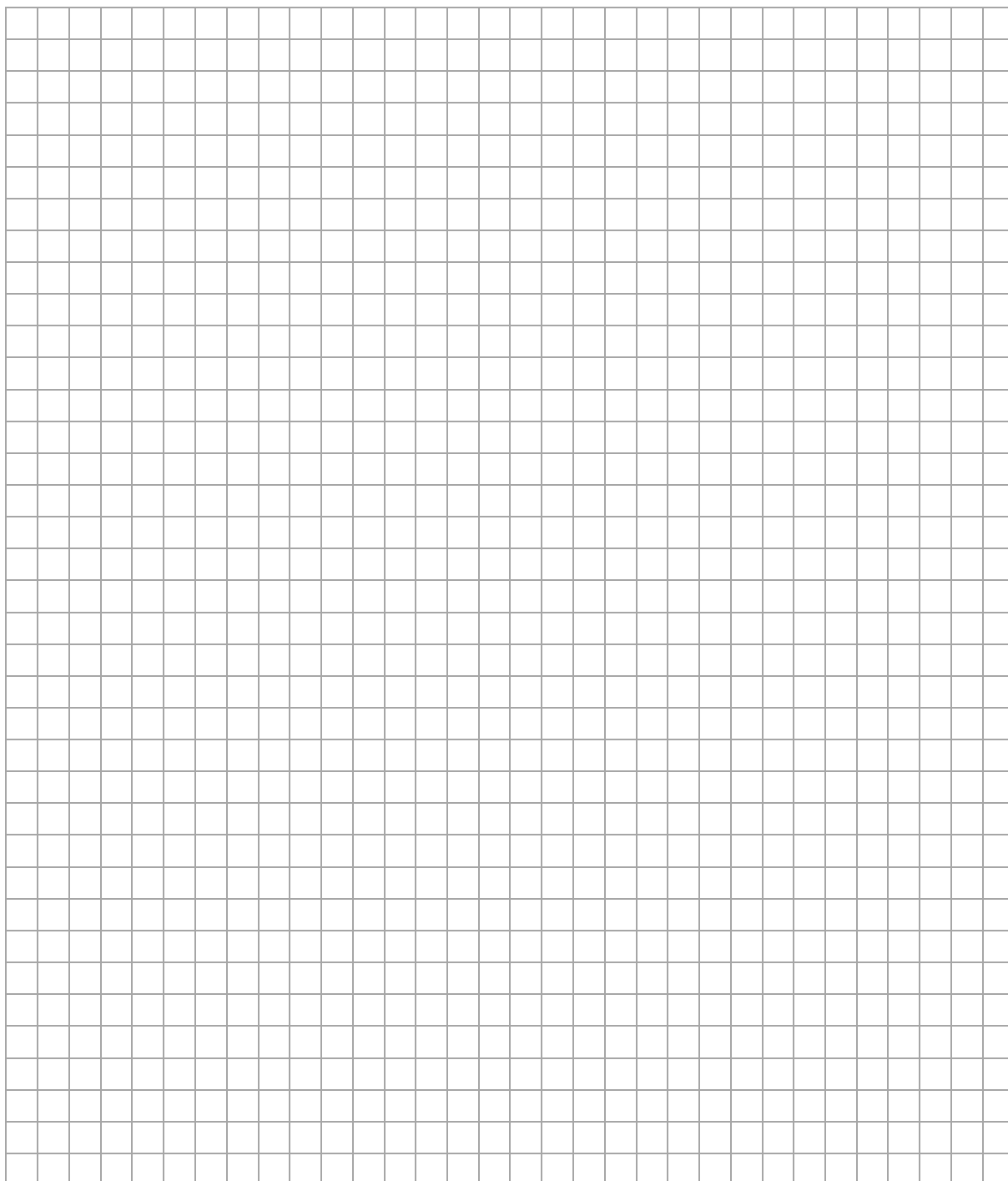
Przez pewien czas ambulans poruszał się ruchem jednostajnym prostoliniowym pomiędzy obserwatorami $\mathcal{B}$ oraz $\mathcal{A}$. Wtedy iloraz długości fal dźwięku rejestrowanego przez tych obserwatorów wynosił:

$$\frac{\lambda_B}{\lambda_A} = 1,2$$

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

Oblicz v – wartość prędkości ambulansu. Zapisz obliczenia.

4.2.

0–1–
2–3–4

Zadanie 5.

Ziemia i Księżyc poruszają się dookoła punktu S – ich wspólnego środka masy – po orbitach eliptycznych, które są zbliżone do orbit kołowych.

Przyjmij następujące warunki zadania i oznaczenia:

- środek Ziemi oznaczmy jako punkt Z , środek Księżyca oznaczmy jako punkt K , a odcinek łączący środek Ziemi ze środkiem Księżyca oznaczmy jako ZK
- odległość $|ZK|$ pomiędzy środkiem Ziemi a środkiem Księżyca się zmienia
- stosunek masy Ziemi do masy Księżyca wynosi $\frac{M_Z}{M_K} \approx 81,28$
- Ziemia i Księżyc są kulami, każda ze sferycznie symetrycznym rozkładem masy.

Zadanie 5.1. (0–2)

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

1.	Wartość siły grawitacji, którą Księżyc działa na Ziemię, jest równa wartości siły grawitacji, którą Ziemia działa na Księżyc.	P	F
2.	Punkt S dzieli odcinek ZK w następującym stosunku: $\frac{ ZS }{ SK } \approx \frac{1}{81,28}$.	P	F
3.	Wartość siły oddziaływania grawitacyjnego Ziemi na Księżyc jest stała w czasie.	P	F

Brudnopis

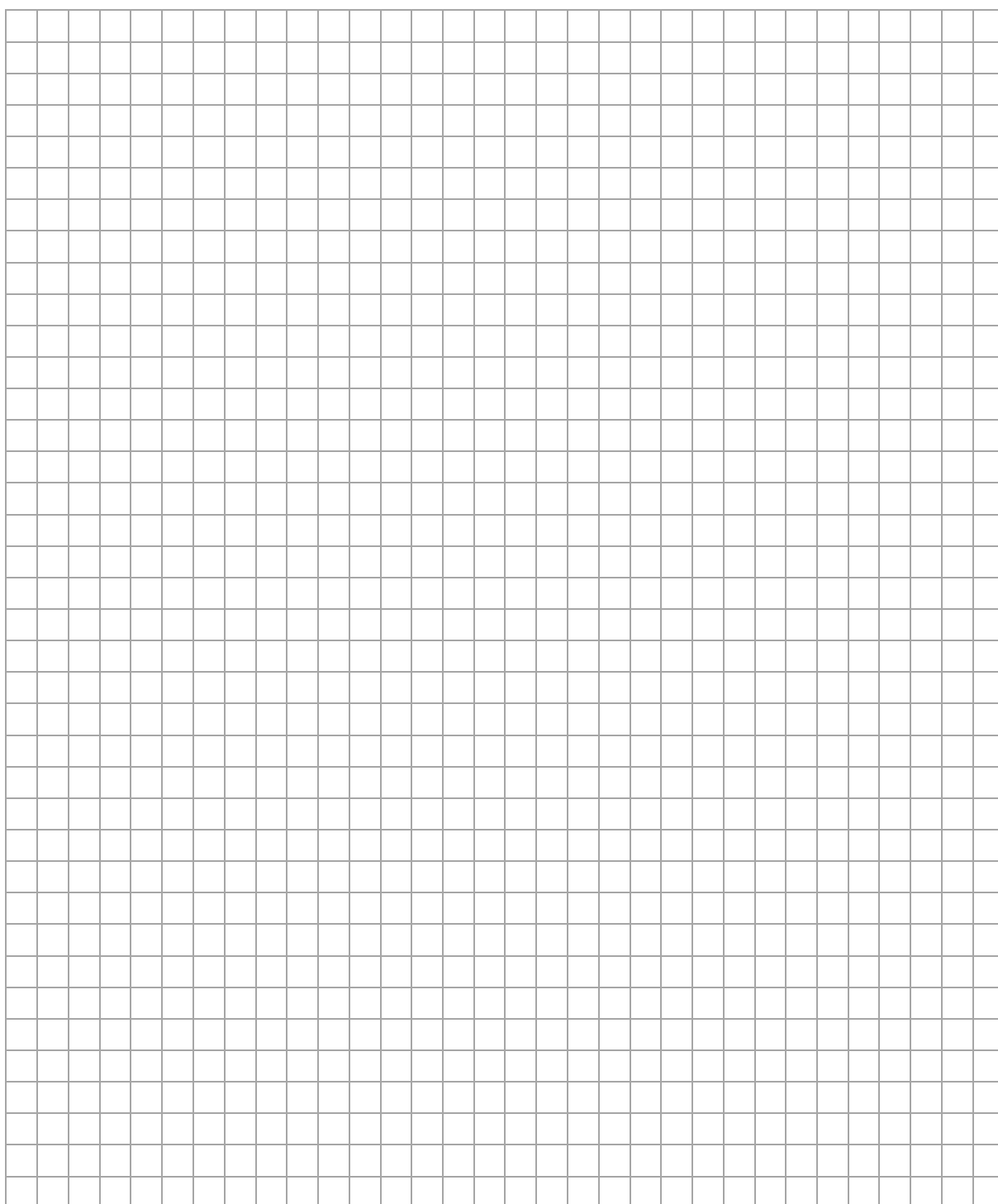
Zadanie 5.2. (0–3)

Na odcinku ZK – łączącym środek Ziemi ze środkiem Księżyca – znajduje się taki punkt P , w którym wartość wypadkowej siły grawitacji pochodzącej od Ziemi i od Księżyca, działającej na punkt materialny znajdujący się w punkcie P , jest równa zero.

5.2.

0–1–
2–3

Oblicz odległość punktu P od środka Ziemi, gdy odległość między środkiem Ziemi a środkiem Księżyca wynosi $|ZK| = 384\,400$ km. Zapisz obliczenia.



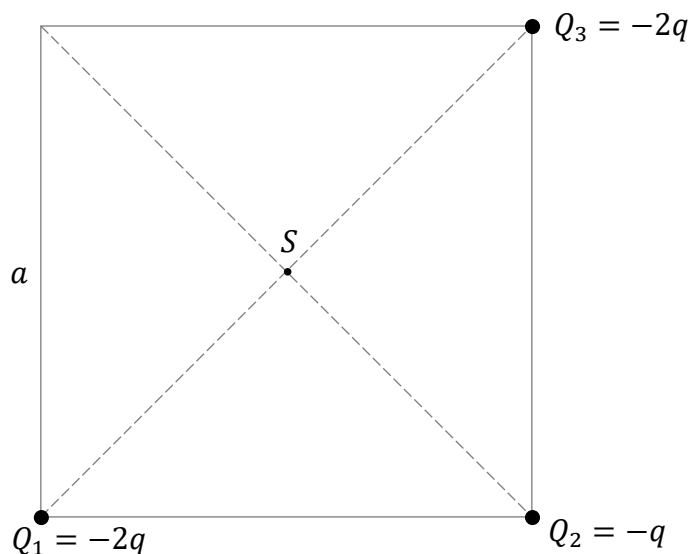
Zadanie 6. (0–3)

Trzy punktowe, ujemne ładunki elektryczne: Q_1 , Q_2 i Q_3 umieszczono nieruchomo w próżni w wierzchołkach kwadratu (zobacz rysunek). Długość boku tego kwadratu jest równa a .

Wartości ładunków Q_1 , Q_2 i Q_3 wyrażają się poprzez pewną wartość q następująco:

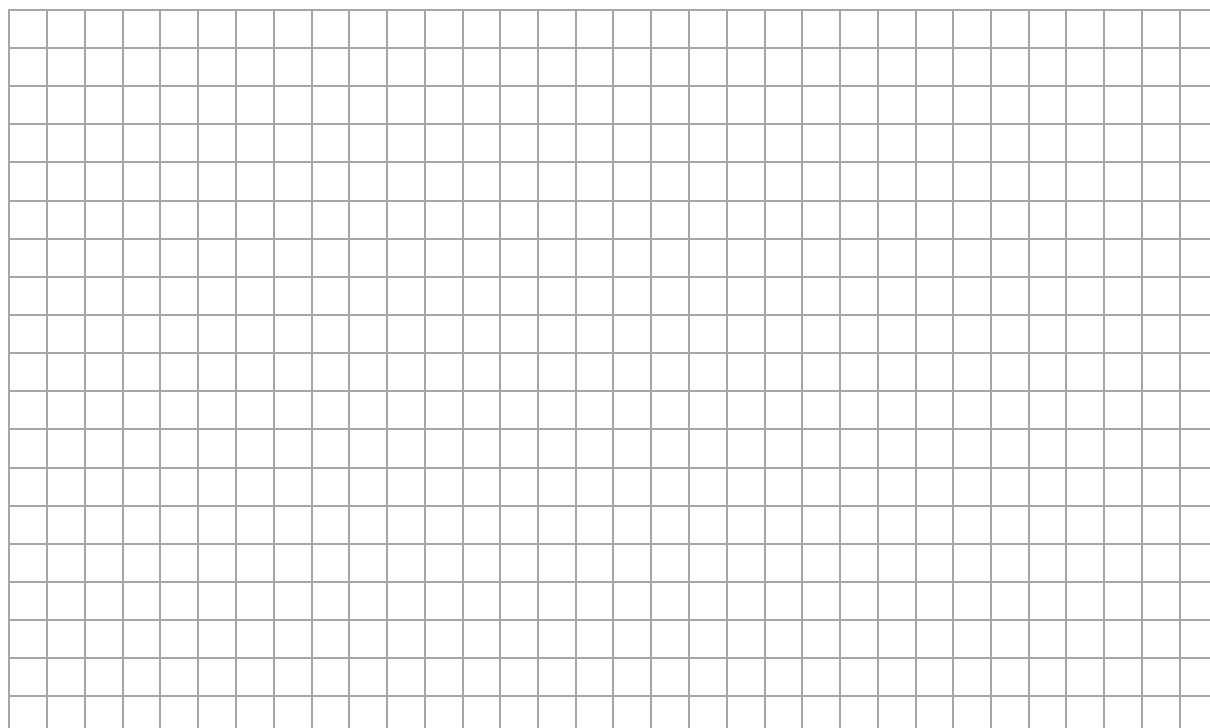
$$Q_1 = -2q \quad Q_2 = -q \quad Q_3 = -2q \quad \text{gdzie} \quad q > 0$$

Punkt przecięcia przekątnych kwadratu oznaczmy jako S .



Na powyższym rysunku narysuj i podpisz $\vec{E}_S$ – wektor wypadkowego natężenia pola elektrycznego w punkcie S . Zachowaj odpowiedni kierunek i zwrot tego wektora.

Zapisz wzór pozwalający wyznaczyć E_S – wartość tego wektora – w zależności tylko od a , od q oraz od odpowiedniej stałej fizycznej.

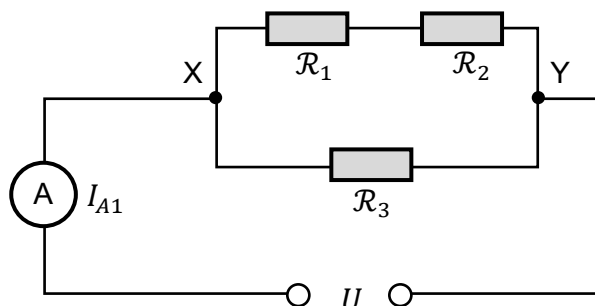
6.0–1–
2–3

Zadanie 7.

Do źródła stałego napięcia U podłączono trzy identyczne oporniki: $\mathcal{R}_1$, $\mathcal{R}_2$, $\mathcal{R}_3$, oraz amperomierz A – w taki sposób, jak pokazano na poniższym schemacie obwodu elektrycznego (zobacz rysunek 1.). Opór każdego opornika jest stały i równy R :

$$R_1 = R_2 = R_3 = R$$

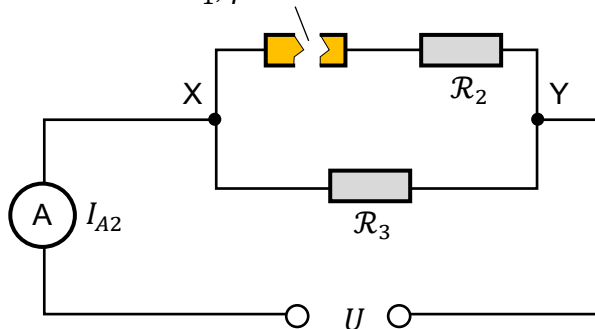
Rysunek 1.



W pewnym momencie opornik $\mathcal{R}_1$ uległ uszkodzeniu, a obwód w tym miejscu został przerwany (zobacz rysunek 2.).

Rysunek 2.

uszkodzenie $\mathcal{R}_1$, przerwa w obwodzie



Napięcie U zasilające obwód jest takie samo w obu opisanych powyżej sytuacjach. Opór wewnętrzny amperomierza A i źródła napięcia oraz opór przewodów pomijamy.

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.

W obwodzie elektrycznym zilustrowanym na rysunku 1. (tzn. w sytuacji początkowej)

1.	natężenie prądu płynącego przez opornik $\mathcal{R}_1$ jest równe natężeniu prądu płynącego przez amperomierz A.	P	F
2.	napięcie elektryczne na oporniku $\mathcal{R}_1$ jest równe napięciu elektrycznemu na oporniku $\mathcal{R}_2$.	P	F
3.	natężenie prądu płynącego przez opornik $\mathcal{R}_1$ jest mniejsze od natężenia prądu płynącego przez opornik $\mathcal{R}_3$.	P	F

7.2.

0-1

7

A.	większa,	ponieważ napięcie między zaciskami X oraz Y	1.	się nie zmieniło.
B.	mniejsza,		2.	wzrosło.
C.	taka sama,		3.	zmałało.

7.3.

0-1-
2-3

Oblicz iloraz $\frac{I_{A2}}{I_{A1}}$. Zapisz obliczenia.

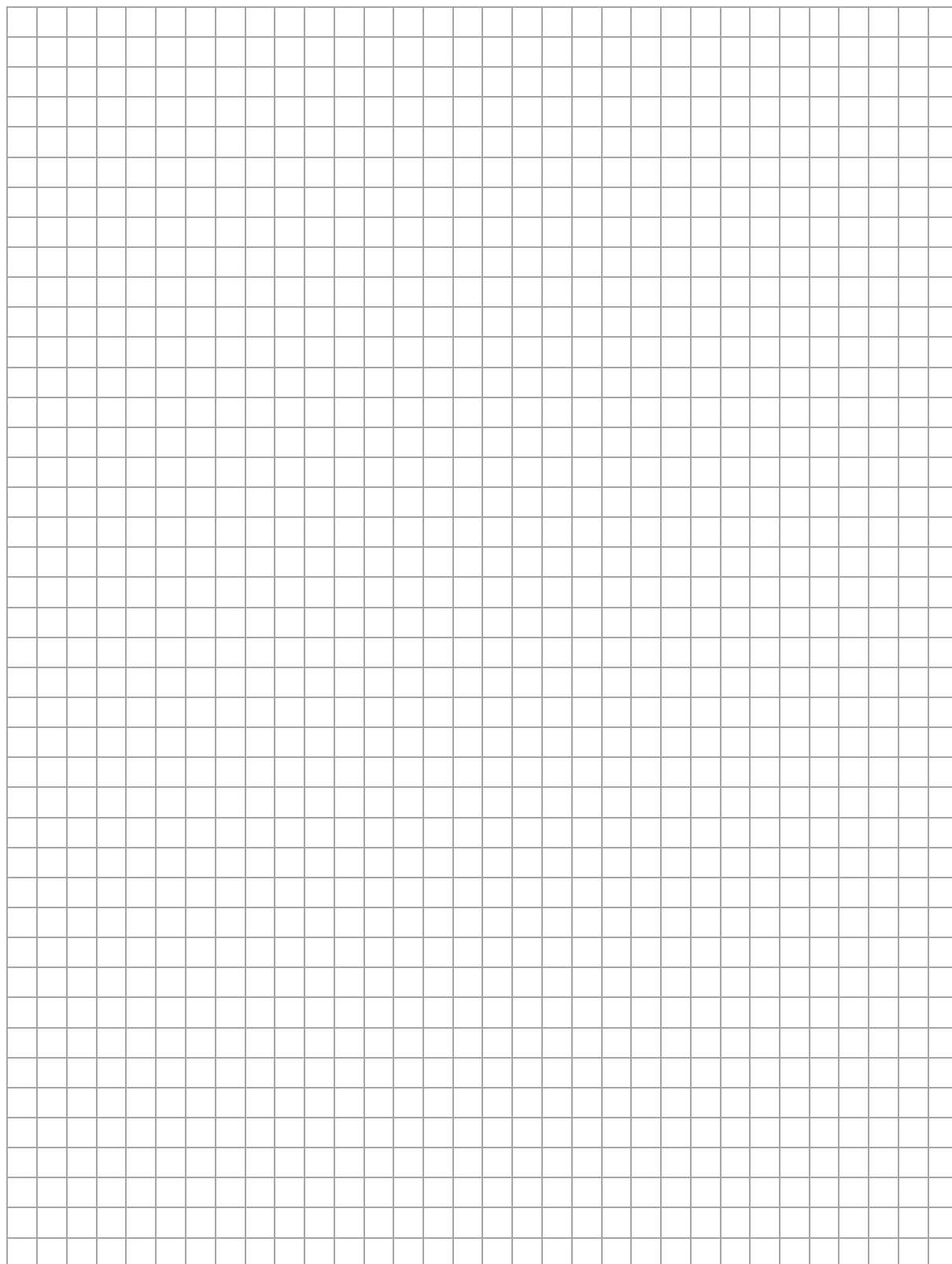
1

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 8.2. (0–3)

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć $|\Delta U_{41}|$ – wartość bezwzględną zmiany energii wewnętrznej gazu w przemianie $G_4 \rightarrow G_1$ – tylko za pomocą wielkości: p_1 i V_1 . Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać tego wzoru.

8.2.

0–1–
2–3

Zadanie 9.

Układ dwóch soczewek umieszczonych na wspólnej osi optycznej można wykorzystać do zmiany szerokości (średnicy) wiązki światła, biegnącej równoległe do osi optycznej układu. W zadaniach 9.1. i 9.2. przedstawiono różne przykłady takich układów soczewek.

Zadanie 9.1. (0–2)

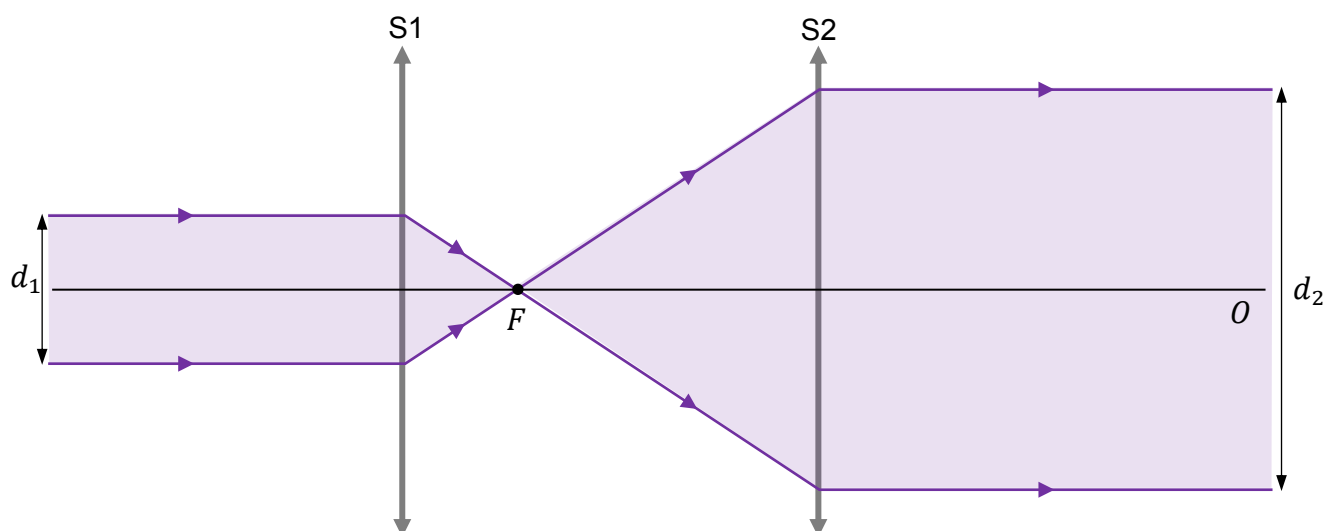
Na rysunku 1. przedstawiono bieg wiązki światła przechodzącej przez układ soczewek.

Ten układ składa się z dwóch soczewek skupiających S1 i S2 o ogniskowych odpowiednio $f_1 = 15 \text{ cm}$ i $f_2 = 40 \text{ cm}$. Soczewki są tak ustawione, że prawe ognisko soczewki S1 i lewe ognisko soczewki S2 znajdują się w tym samym punkcie F na osi optycznej O .

Szerokość wiązki światła, która pada na soczewkę S1, jest równa $d_1 = 2,25 \text{ mm}$.

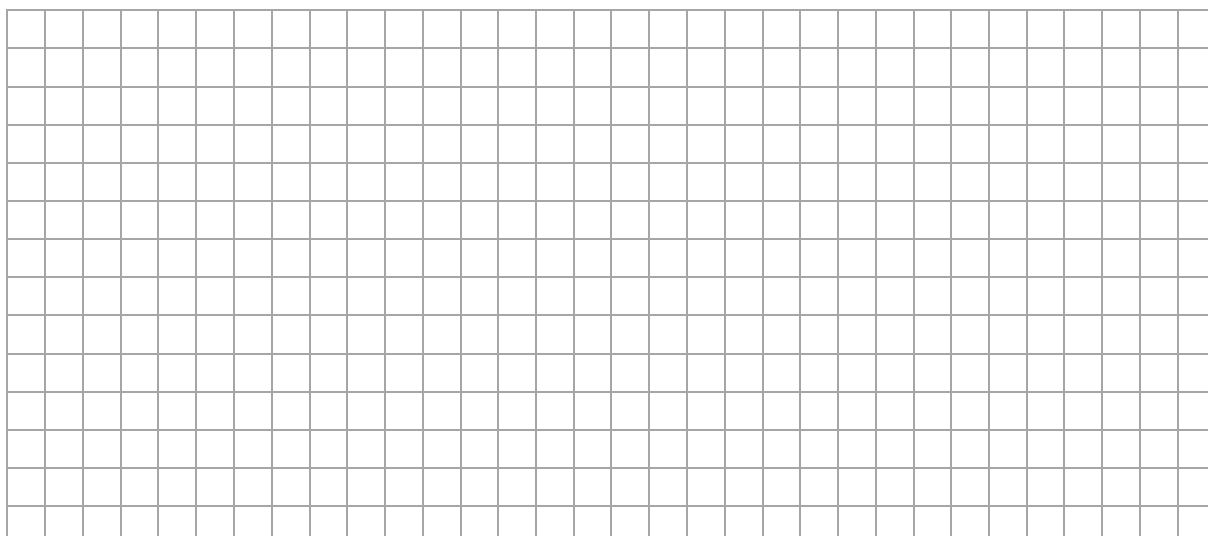
Uwaga: Wymiary na rysunku 1. są umowne (rysunek jest poglądowy).

Rysunek 1.



9.1. Oblicz d_2 – szerokość wiązki światła, która wychodzi z soczewki S2. Zapisz obliczenia.

0–1–2



Zadanie 9.2. (0–2)

Zwiększenie szerokości wiązki światła można uzyskać, jeżeli wykorzysta się układ optyczny złożony z jednej soczewki rozpraszającej R i jednej soczewki skupiającej S.

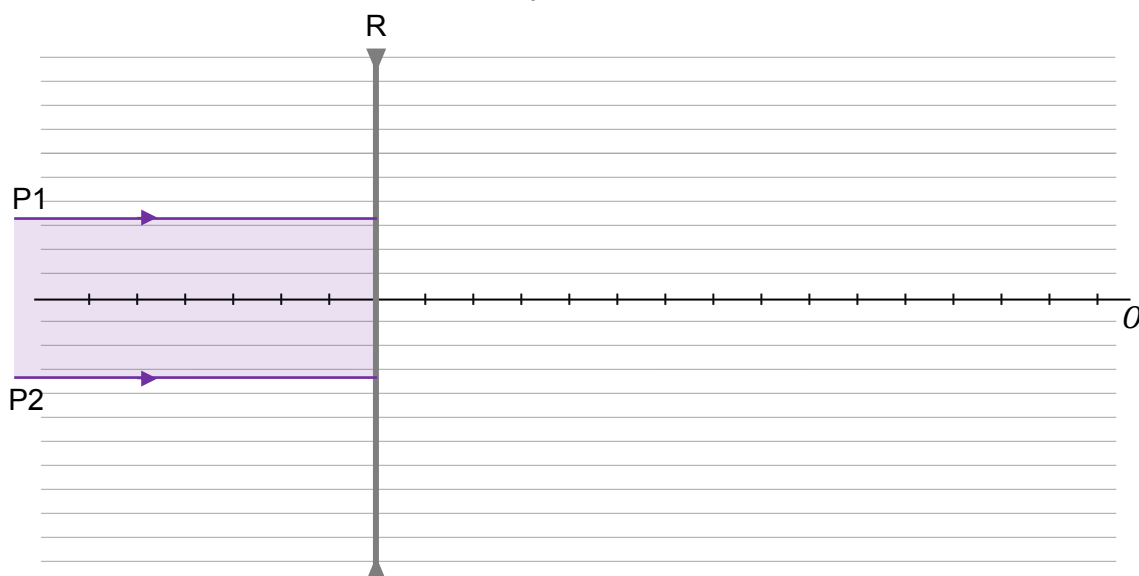
Na rysunku 2. przedstawiono tylko soczewkę rozpraszającą R o ogniskowej $f_R = -15$ cm oraz oś optyczną O takiego układu soczewek. Przedstawiono także fragment wiązki światła, biegnącej równoległe do osi optycznej układu i padającej na soczewkę R.

Druga soczewka S w tym układzie jest skupiająca i ma ogniskową $f_S = 40$ cm. Ta soczewka została umieszczona w takim miejscu na osi optycznej, że wiązka światła, która wychodzi z układu soczewek (przez soczewkę S), jest równoległa do osi optycznej i poszerzona.

Odległość między znacznikami na osi optycznej układu jest równa 5 cm.

Na rysunku dodano linie pomocnicze równoległe do osi optycznej.

Rysunek 2.



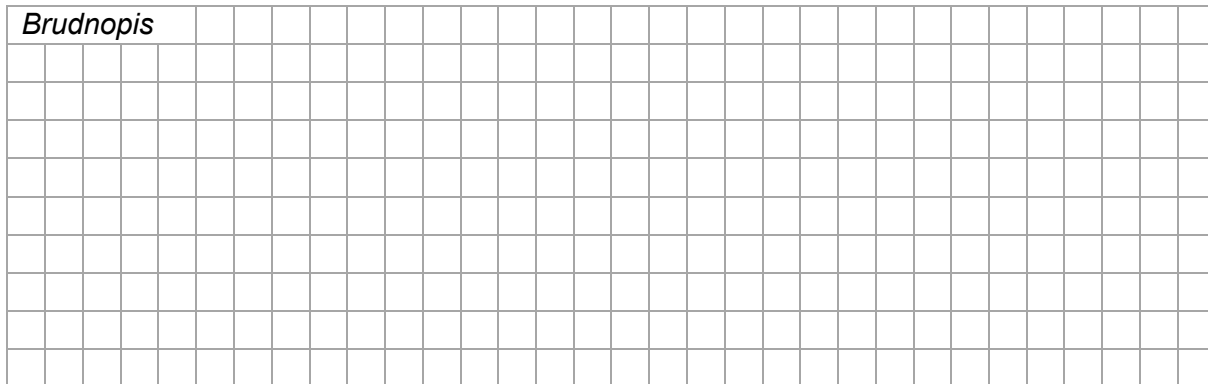
Na rysunku 2. narysuj soczewkę skupiającą S w takim miejscu, aby wiązka światła, która wychodzi z tej soczewki S, była równoległa do osi optycznej i poszerzona.

Następnie dorysuj dalszy (tzn. od soczewki R do S oraz po przejściu przez S) bieg promieni P1 i P2, które ograniczają wiązkę światła.

9.2.

0–1–2

Brudnopis



Zadanie 10.

Elektron został rozpędzony w polu elektrycznym (w próżni) od punktu A do punktu B . Wartość prędkości elektronu w punkcie A była równa zero, a wartość prędkości elektronu w punkcie B była równa $v = 2,00 \cdot 10^8$ m/s.

Przyjmij, że:

- energia spoczynkowa E_0 elektronu jest równa (w zaokrągleniu) $E_0 \approx 5,11 \cdot 10^5$ eV
- energię całkowitą elektronu w punkcie B oznaczmy jako E_B .

10.1.

0–1

Zadanie 10.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Wpisz właściwą liczbę w wy kropkowane miejsce.

Iloraz energii $\frac{E_B}{E_0}$ jest równy (w zaokrągleniu)

Brudnopis

10.2.

0–1–
2–3

Zadanie 10.2. (0–3)

Oblicz napięcie elektryczne U_{AB} między punktami A oraz B . Zapisz obliczenia.



Zadanie 11.

Izotop fluoru $^{18}_9\text{F}$ ulega rozpadowi promieniotwórczemu w wyniku przemiany β^+ . Podczas rozpadu jądra tego izotopu fluoru powstają: cząstka β^+ , jądro pewnego pierwiastka, który oznaczmy jako X, oraz tzw. neutrino elektronowe ν . Neutrino ma zerowy ładunek elektryczny, a jego masę możemy pominąć.

Masy jąder i cząstek uczestniczących w opisanym rozpadzie β^+ , wyrażone w jednostkach atomowych, mają następujące wartości:

$$m_F = 17,99600 \text{ u} \quad - \text{ masa jądra fluoru } ^{18}_9\text{F}$$

$$m_X = 17,99477 \text{ u} \quad - \text{ masa powstałego jądra}$$

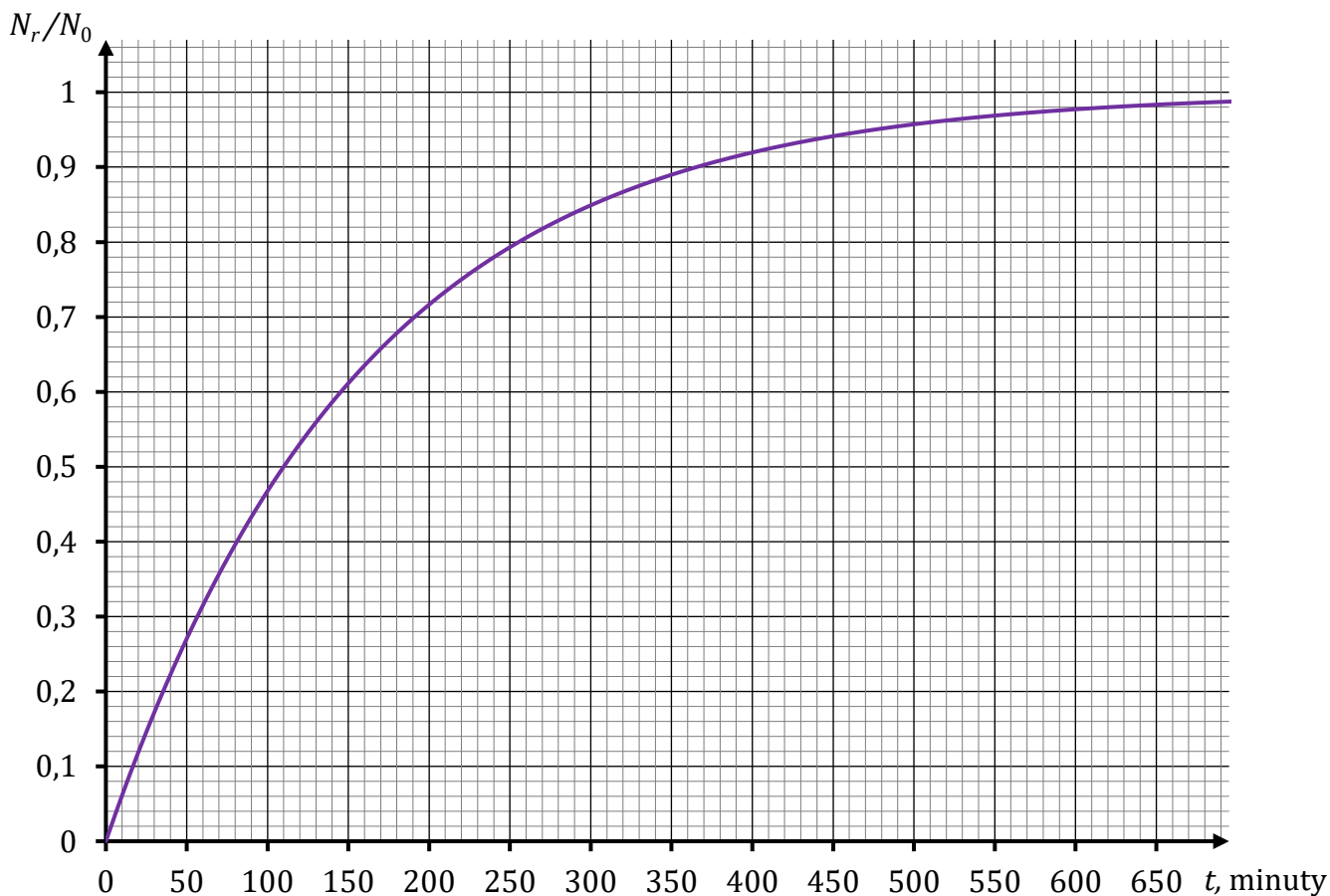
$$m_\beta = 0,00055 \text{ u} \quad - \text{ masa cząstki } \beta^+$$

$$m_\nu = 0,00000 \text{ u} \quad - \text{ masę neutrino pomijamy.}$$

Informacja do zadania 11.1.

Próbka z izotopem $^{18}_9\text{F}$ jest badana przez licznik promieniowania, który pokazuje całkowitą liczbę rozpadów β^+ jąder tego izotopu fluoru po upływie danego czasu (od rozpoczęcia pomiaru). Liczbę jąder izotopu fluoru $^{18}_9\text{F}$, znajdujących się w próbce w chwili początkowej, oznaczmy jako N_0 . Łączną liczbę jąder, które uległy temu rozpadowi po upływie czasu t od chwili początkowej $t_0 = 0 \text{ min}$, oznaczmy jako N_r .

Na wykresie poniżej przedstawiono zależność ilorazu $\frac{N_r}{N_0}$ od czasu t .

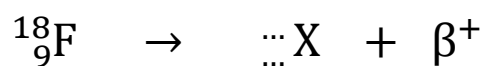


11.1.

0–1

Zadanie 11.1. (0–1)**Dokończ zdanie. Wpisz właściwą liczbę w wykropkowane miejsce.**Czas połowicznego rozpadu jądra fluoru $^{18}_9\text{F}$ wynosi minut.*Brudnopis***Zadanie 11.2. (0–2)**Poniżej przedstawiono schemat rozpadu β^+ jądra fluoru $^{18}_9\text{F}$.

W schemacie rozpadu pominięto cząstkę neutrino.



gdzie X oznacza jądro pierwiastka

11.2.

0–1–2

Uzupełnij powyższy schemat tak, aby powstało równanie rozpadu β^+ .**Wpisz w wykropkowane miejsca w schemacie właściwe liczby: atomową i masową, a pod schematem – symbol (lub nazwę) pierwiastka, którego jądro powstaje w tym rozpadzie.***Brudnopis*

Zadanie 11.3. (0–3)

Masy jąder i cząstek uczestniczących w opisanym rozpadzie β^+ podano we wstępie do zadania 11.

Przyjmij, że jądro fluoru $^{18}_9\text{F}$ przed rozpadem β^+ spoczywało, oraz wykorzystaj związek:

$$1 \text{ u} \cdot c^2 \approx 931,5 \text{ MeV} \quad (c \text{ to wartość prędkości światła w próżni})$$

Oblicz łączną energię kinetyczną produktów rozpadu β^+ jądra fluoru $^{18}_9\text{F}$.

Wynik podaj w MeV, zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

11.3.	0-1- 2-3	
-------	-------------	--

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.