

WYPEŁNIA ZESPÓŁ NADZORUJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

Miejsce na naklejkę.

Sprawdź, czy kod na naklejce to

E-400.

**EGZAMIN MATURALNY
FIZYKA – POZIOM ROZSZERZONY**

TEST DIAGNOSTYCZNY

TERMIN: **marzec 2021 r.**

CZAS PRACY: **do 270 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**



EFAP-R0-**400**-2103

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 44 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. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

Zadanie 1.

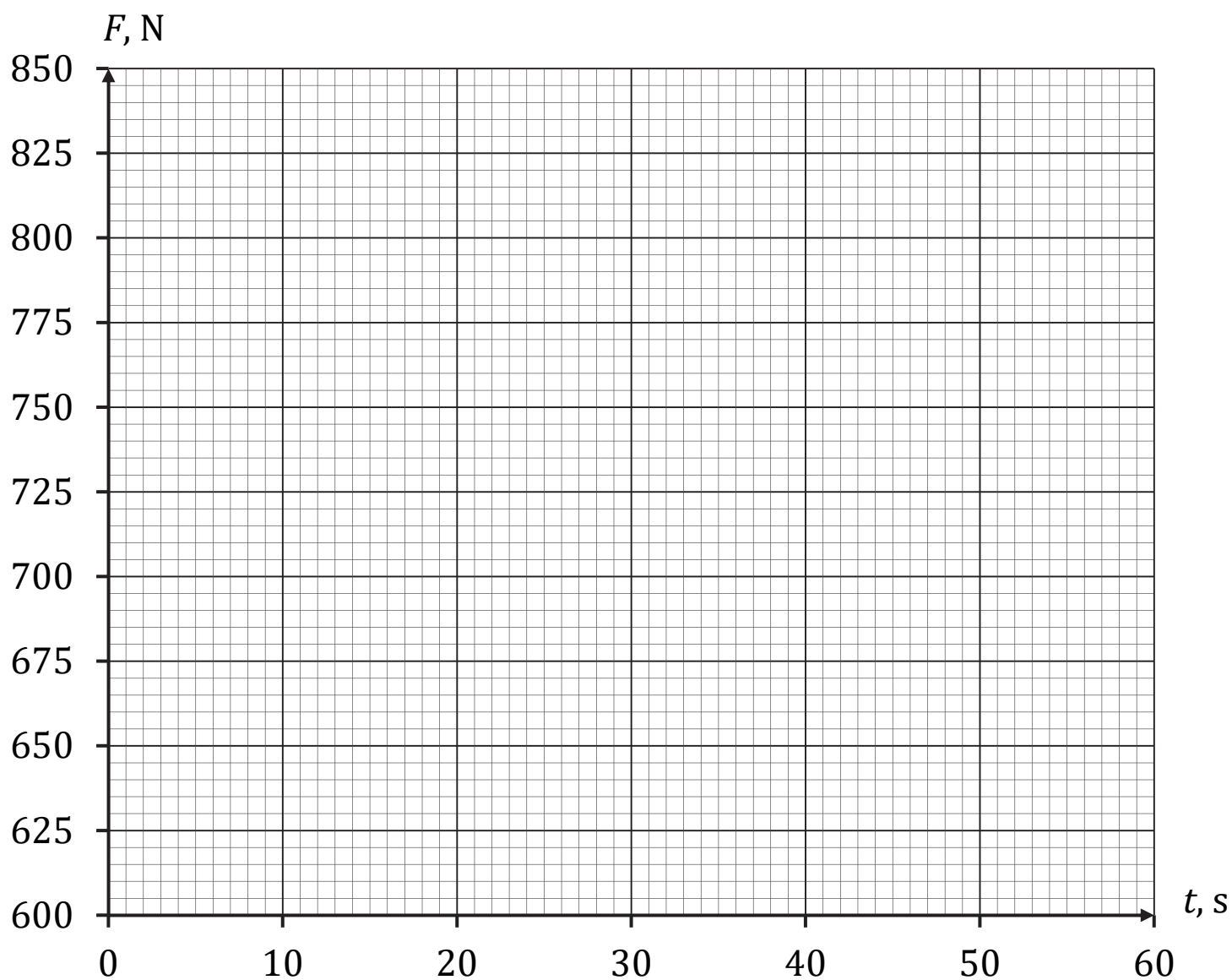
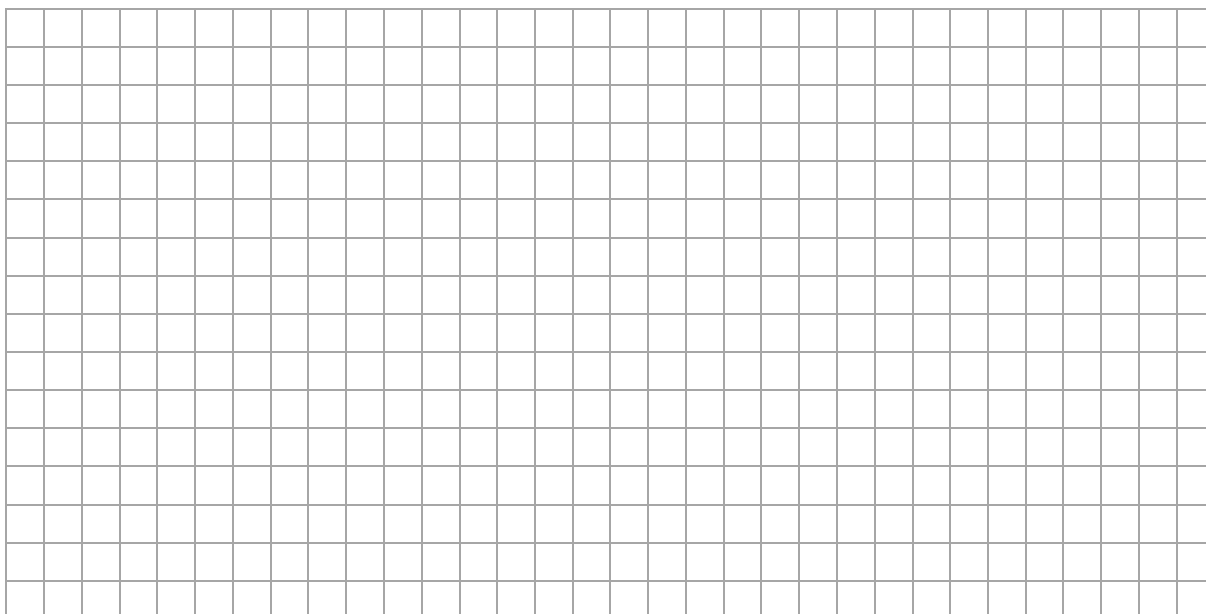
Rozważamy ruch windy, gdy wjeżdżała ona na taras widokowy pewnego wieżowca. W chwili początkowej $t_0 = 0$ winda ruszyła z miejsca i przez pewien czas jechała do góry ze stałym przyśpieszeniem o wartości $0,80 \text{ m/s}^2$. Od chwili, gdy winda osiągnęła prędkość maksymalną o wartości 18 m/s , dalej poruszała się przez 9 s ruchem jednostajnym. Ostatni etap trasy winda jechała ruchem jednostajnie opóźnionym z przyśpieszeniem (potocznie – opóźnieniem) o wartości $0,80 \text{ m/s}^2$ – aż do zatrzymania się.

W windzie stał człowiek o masie 75 kg . Przyjmij do obliczeń przyśpieszenie ziemskie $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Zadanie 1.1. (0–3)

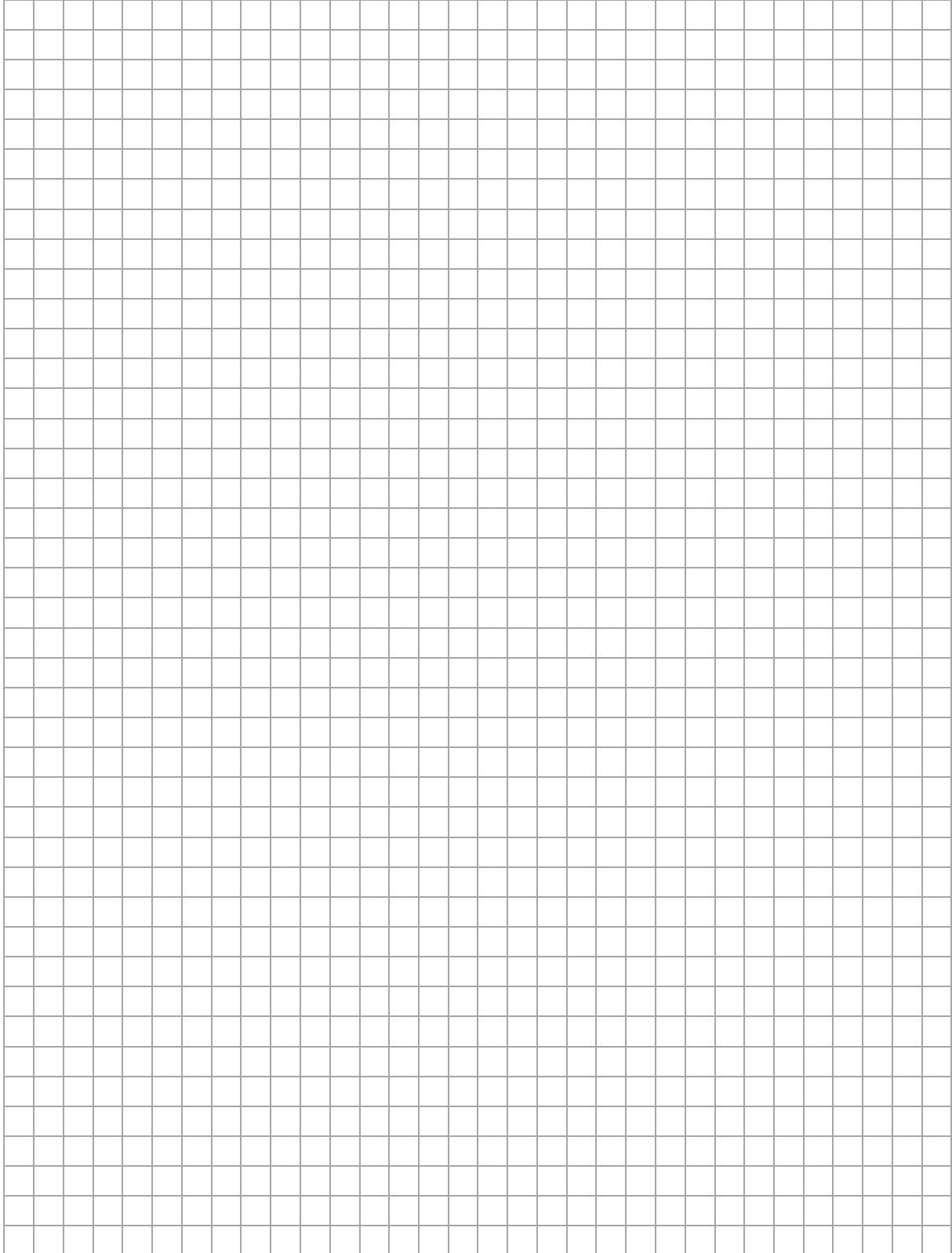
Na diagramie współrzędnych (strona 3) narysuj wykres zależności $F(t)$ – wartości F siły nacisku, z jaką człowiek działał na podłogę windy, od czasu t ruchu windy, podczas całego opisanego ruchu, licząc od chwili t_0 . Wykonaj i zapisz odpowiednie obliczenia.





Zadanie 1.2. (0–2)

Oblicz drogę, jaką przejechała winda podczas całego opisanego ruchu, licząc od chwili t_0 .

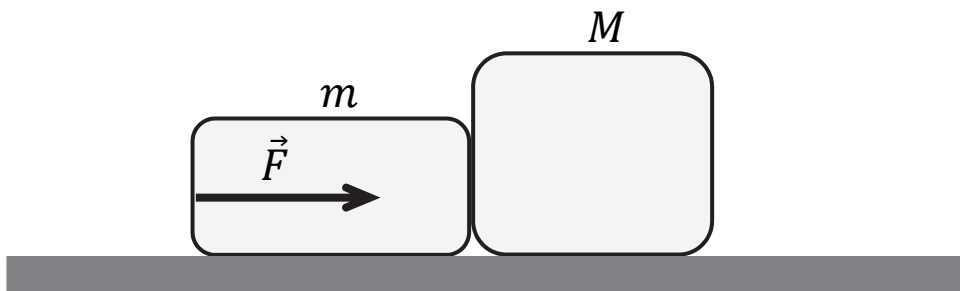


Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na kolejnych stronach.

Zadanie 2.

Dwa klocki o masach $m = 2,0 \text{ kg}$ i $M = 3,0 \text{ kg}$ ułożono na poziomym podłożu jeden za drugim tak, że stykały się ścianami. Oba klocki początkowo były nieruchome. W pewnej chwili zaczęto je pchać stałą siłą \vec{F} przyłożoną do mniejszego klocka i skierowaną równoległe do podłoża w kierunku większego klocka (zobacz rys. poniżej). Układ obu klocków uzyskał wskutek tego stałe przyspieszenie o wartości $a = 0,60 \text{ m/s}^2$.

Współczynnik tarcia pomiędzy każdym z klocków a podłożem wynosi $\mu = 0,10$. Przyjmij przyspieszenie ziemskie $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.



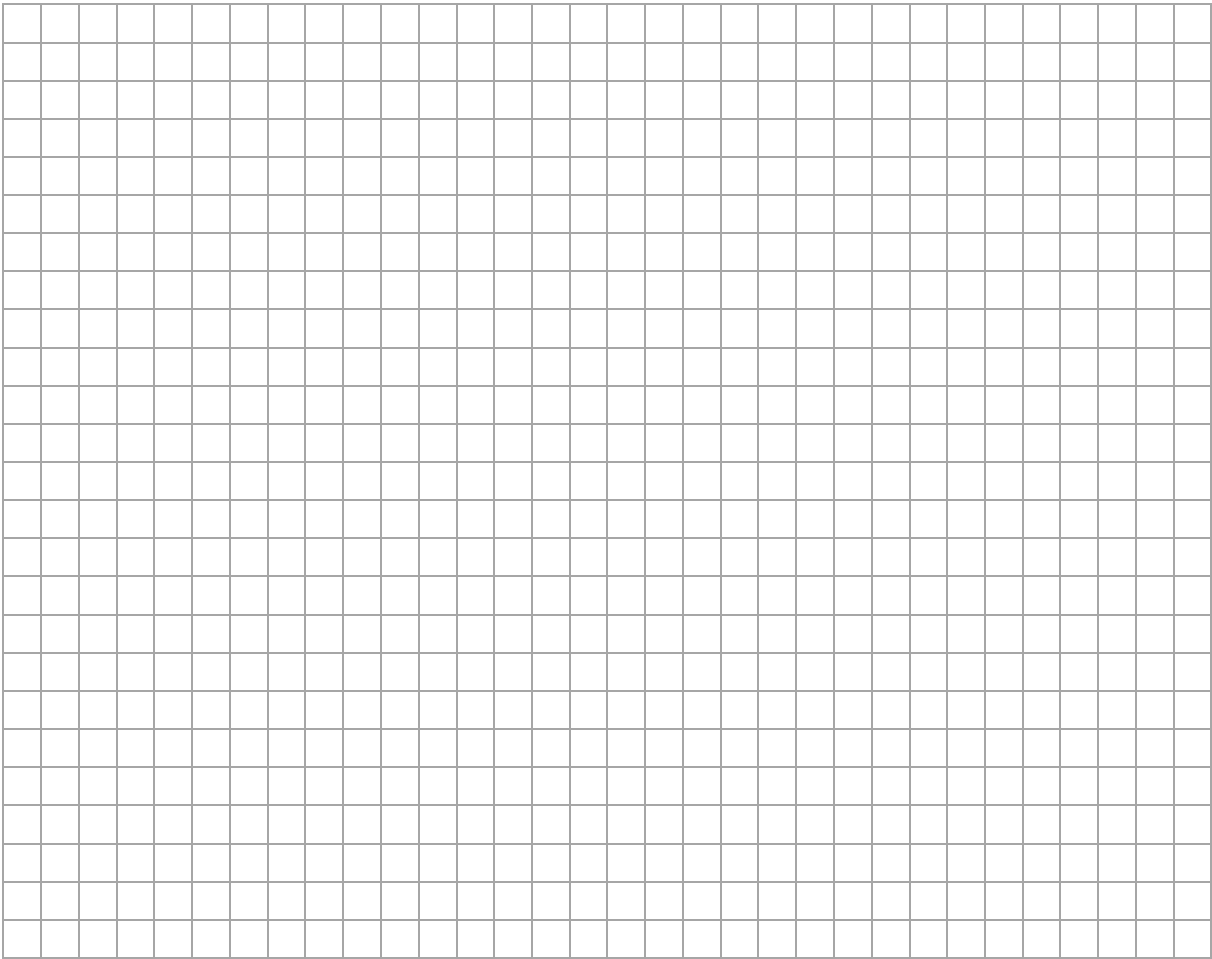
Zadanie 2.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Siła \vec{F} ma wartość (w przybliżeniu z dokładnością do dwóch cyfr znaczących)

- A. 1,2 N
- B. 3,0 N
- C. 4,7 N
- D. 7,9 N

Brudnopis do zadania 2.1.

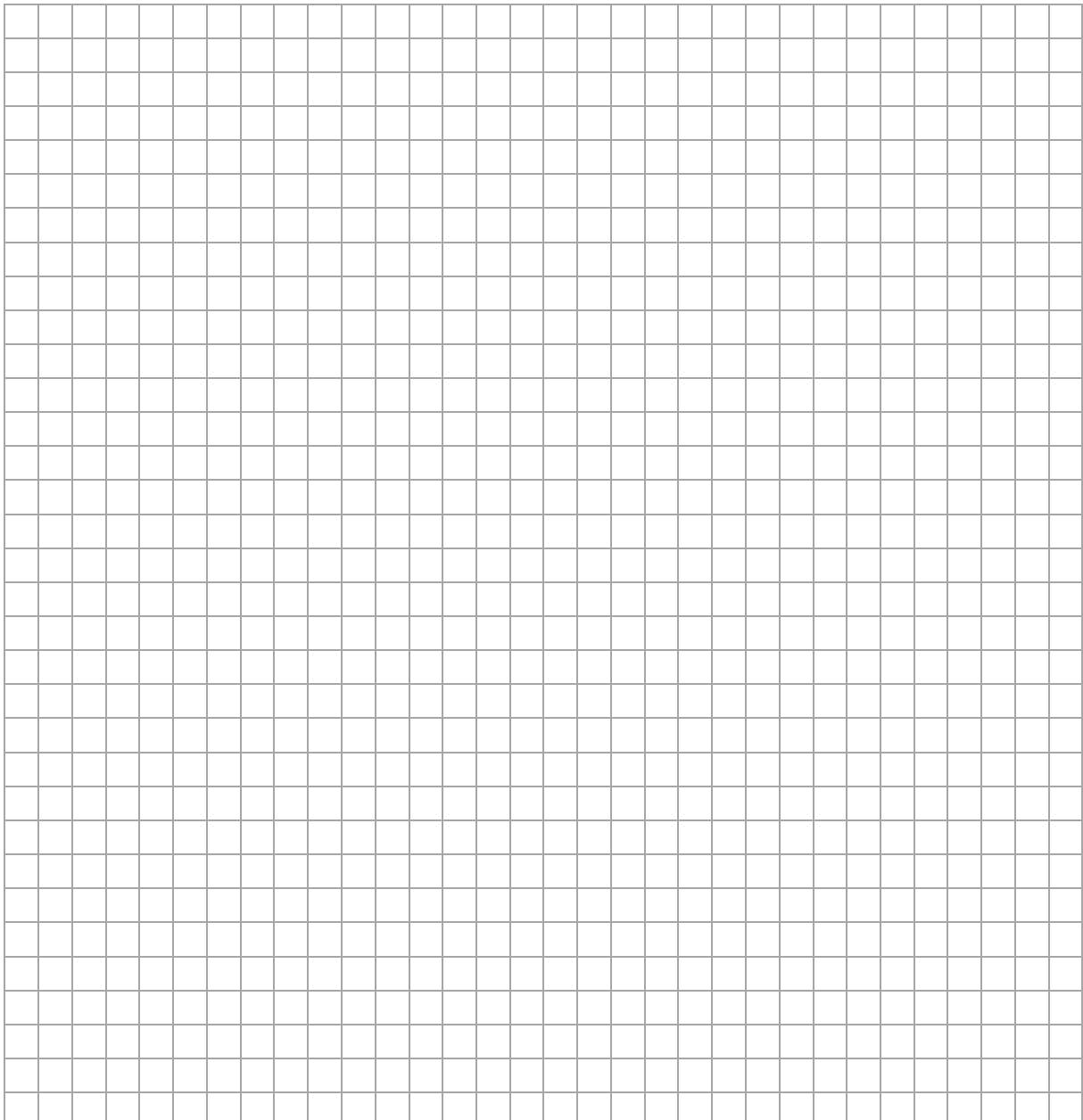


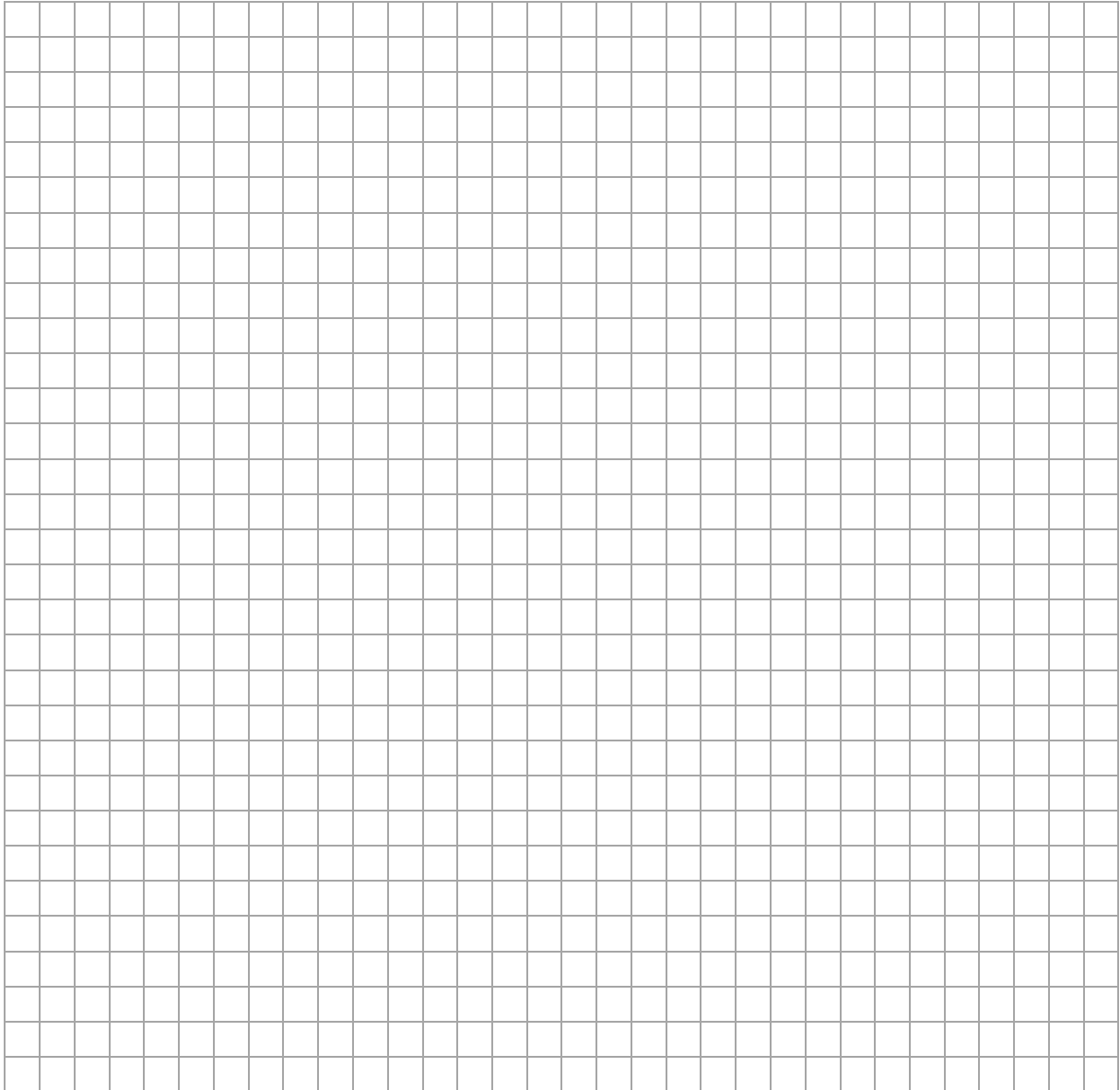
Pozostała część zadania na następnej stronie.

Zadanie 2.2. (0–3)

Wartość F_n siły nacisku, z jaką klocek o masie m działa na klocek o masie M , gdy jest pchany, można wyrazić jedynie za pomocą następujących wielkości: wartości F siły, z jaką pchano układ obu klocek, masy m mniejszego klocka oraz masy M większego klocka.

Wyprowadź i zapisz wzór pozwalający obliczyć wartość F_n tylko poprzez M , m oraz F .

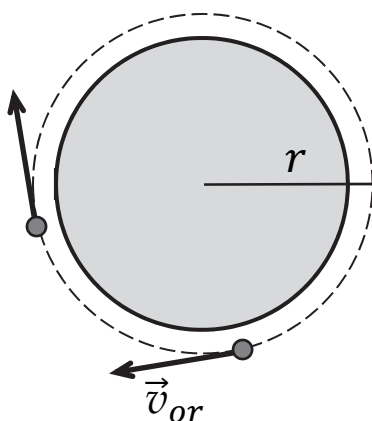




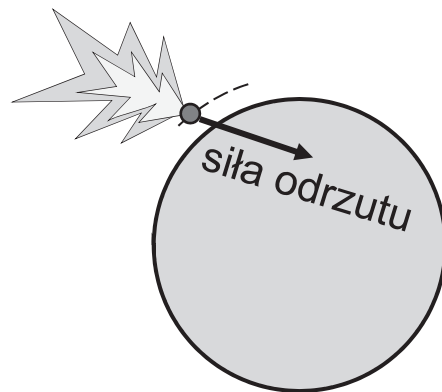
Zadanie 3.

Sonda kosmiczna o masie $m = 10^4$ kg początkowo poruszała się swobodnie (jedynie pod wpływem grawitacji) dookoła Ziemi po orbicie kołowej o promieniu r , z prędkością orbitalną o wartości $v_{or} = 7,56$ km/s (zobacz rys. 1.). W pewnym momencie włączono silniki odrzutowe sondy, odpowiednio zaprogramowane. Przez pewien czas na sondę działała siła odrzutu tak, że sonda poruszała się nadal po orbicie kołowej o promieniu r , a wartość prędkości sondy rosła (zobacz rys. 2.).

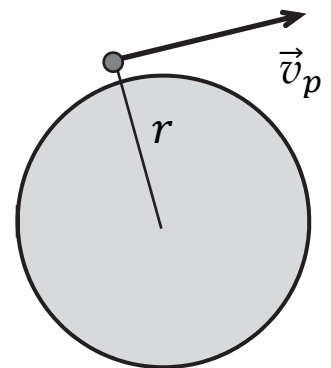
Rysunek 1.



Rysunek 2.

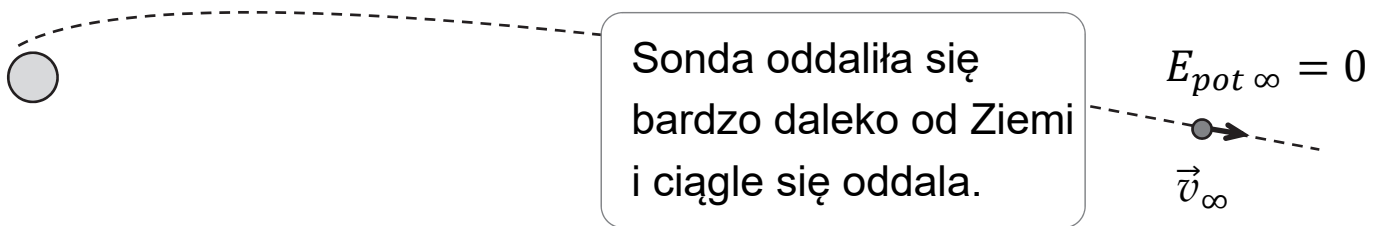


Rysunek 3.



Gdy sonda osiągnęła prędkość \vec{v}_p w chwili t_p , silniki odrzutowe wyłączono (zobacz rys. 3.), a sonda zaczęła się oddalać od Ziemi. Prędkość \vec{v}_p uzyskana przez sondę w odległości r od środka Ziemi była na tyle duża, że umożliwiała sondzie ciągłe oddalanie się od Ziemi oraz osiągnięcie w bardzo dalekiej odległości (gdzie wpływ pola grawitacyjnego Ziemi jest pomijalny) stałej prędkości o wartości $v_\infty = 2,00$ km/s (zobacz rys. 4.). Masa Ziemi wynosi $M = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg.

Rysunek 4.



Do analizy zagadnienia przyjmij uproszczony model zjawiska, w którym:

- pomijamy oddziaływanie sondy ze Słońcem oraz innymi ciałami, a także ruch orbitalny Ziemi
- pomijamy zmianę masy sondy podczas działania silników odrzutowych
- zakładamy, że energia potencjalna sondy bardzo daleko od Ziemi – gdzie wpływ grawitacji ziemskiej jest pomijalny – wynosi zero (zobacz rys. 4.): $E_{pot \infty} = 0$.

Zadanie 3.1. (0–1)

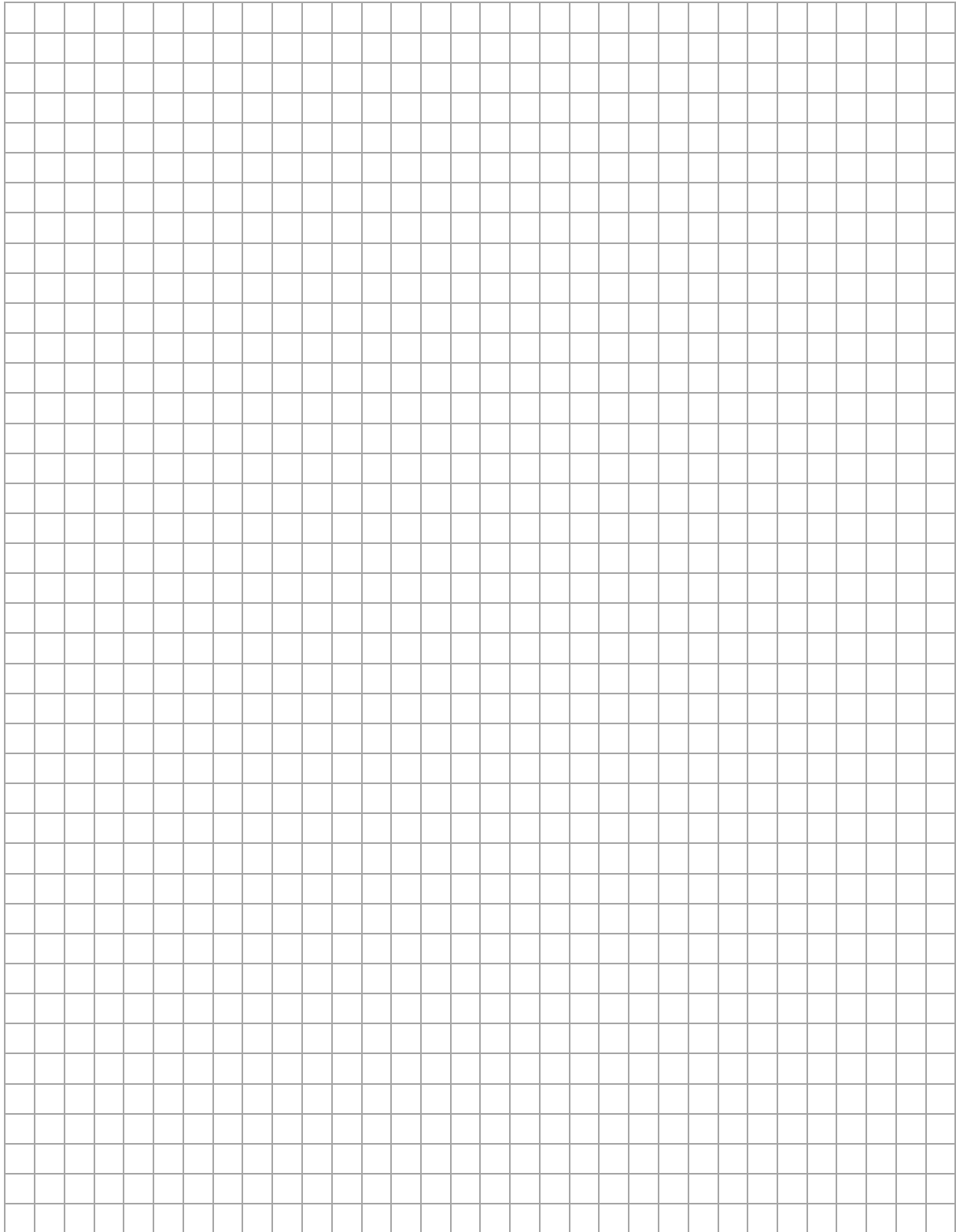
Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Wartość prędkości początkowej, z jaką sonda rozpoczęła oddalanie się od Ziemi, prawidłowo opisuje relacja:

- A. $v_p = \sqrt{\frac{GM}{r}}$
- B. $\sqrt{\frac{GM}{r}} < v_p < \sqrt{\frac{2GM}{r}}$
- C. $v_p = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$
- D. $v_p > \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

Zadanie 3.2. (0–3)

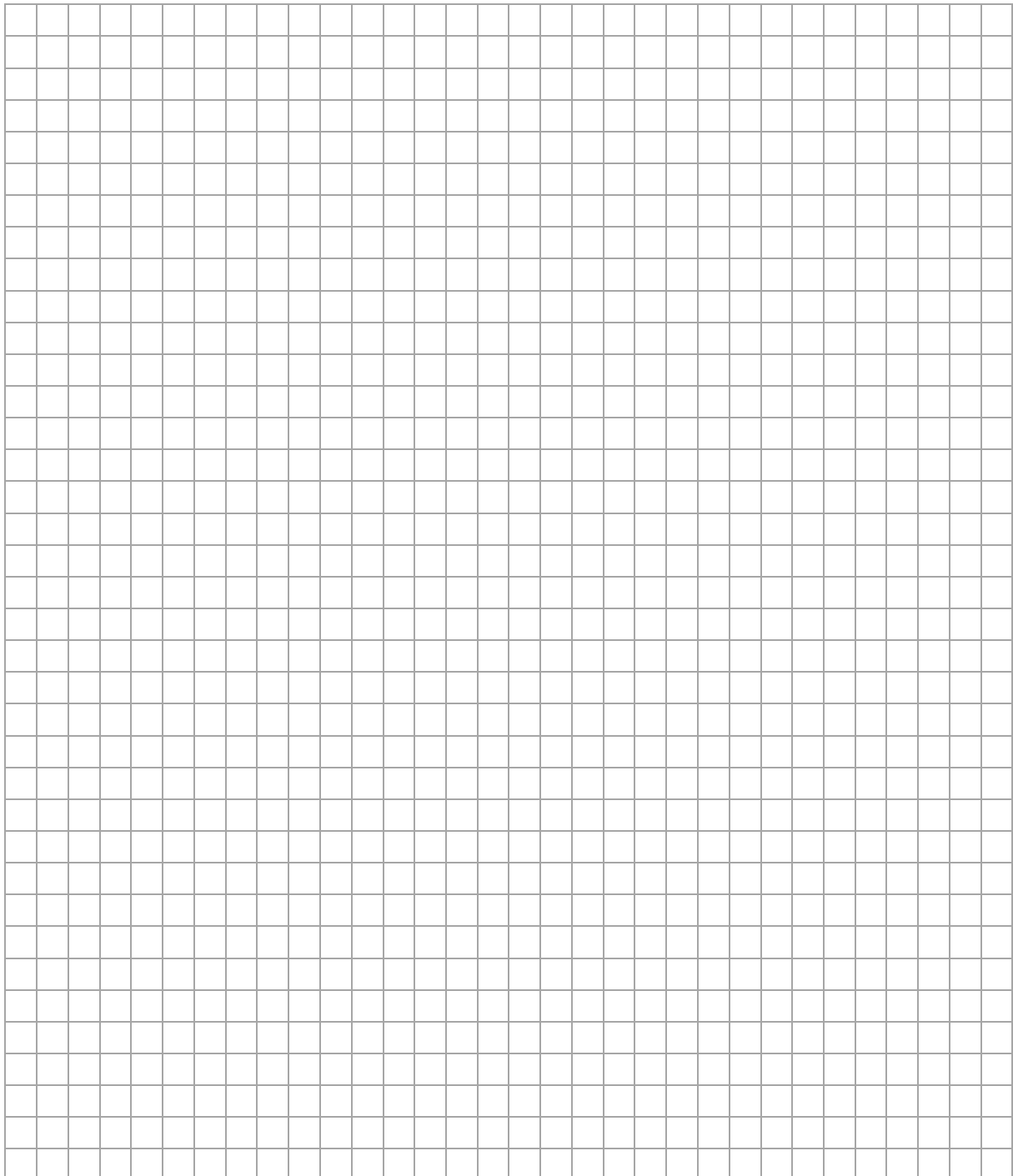
Oblicz wartość natężenia pola grawitacyjnego na orbicie kołowej, po której poruszała się sonda.



Zadanie 3.3. (0–3)

Oblicz pracę mechaniczną, jaką wykonała siła odrzutu podczas przyspieszania sondy w sposób opisany we wstępie do zadania.

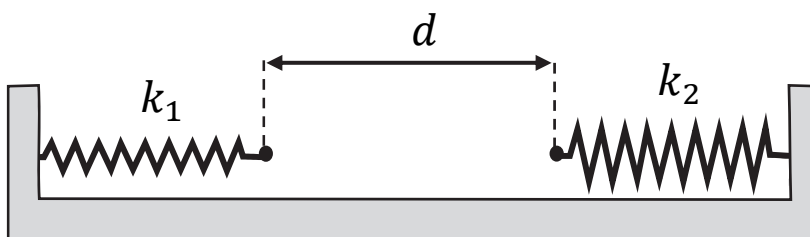
Wskazówka: Obliczenia ułatwi wyrażenie energii mechanicznej sondy w ruchu swobodnym po orbicie kołowej poprzez jej masę m i wartość prędkości orbitalnej v_{or}



Zadanie 4.

Dwie sprężyny o współczynnikach sprężystości odpowiednio $k_1 = 100 \text{ N/m}$ i $k_2 = 30 \text{ N/m}$ zamocowano do ścianek płaskiego naczynia. Sprężyny położono wzdłuż linii prostej, a ich swobodne końce były odległe od siebie o $d = 20 \text{ cm}$ (zobacz rys. 1.). Pomiń masy obu sprężyn.

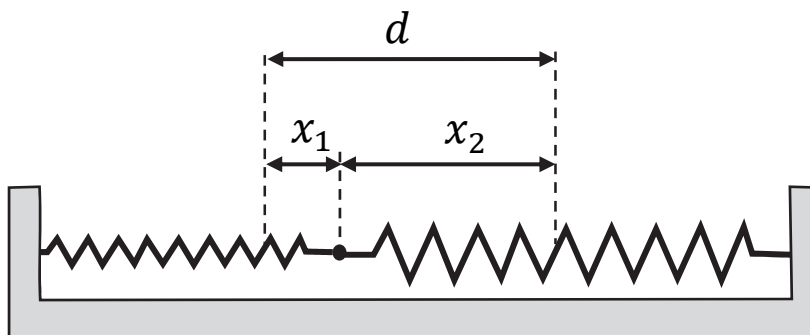
Rysunek 1.



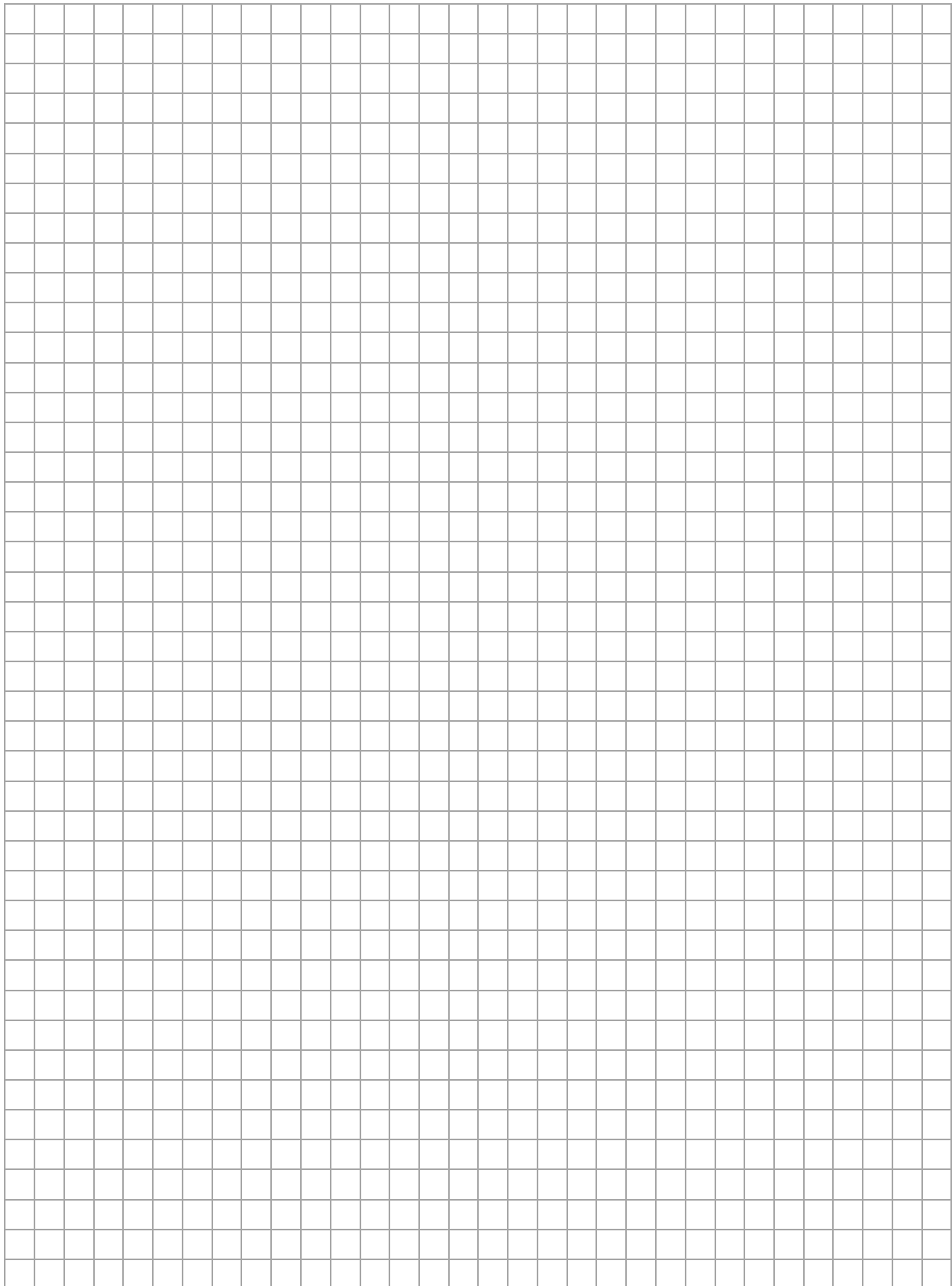
Zadanie 4.1. (0–3)

W pierwszym doświadczeniu obie sprężyny rozciągnięto, a ich końce zaczepiono o siebie. Sprężyna o współczynniku k_1 rozciągnęła się o długość x_1 , a sprężyna o współczynniku k_2 rozciągnęła się o długość x_2 (zobacz rys. 2.). Układ sprężyn pozostawał nieruchomy.

Rysunek 2.



Oblicz x_1 oraz x_2 .



Pozostała część zadania na następnej stronie.

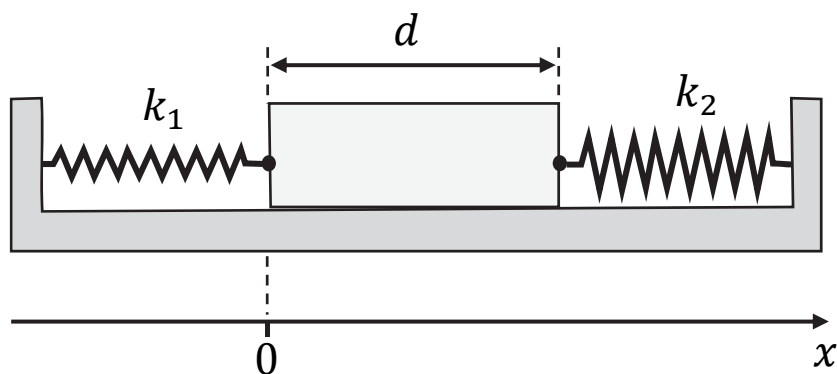
Informacja do zadań 4.2. i 4.3.

W drugim doświadczeniu zamocowano do końców obu sprężyn jednorodny klocek o masie $m = 100 \text{ g}$. Sprężyny zamocowane do klocka początkowo nie były napięte (zobacz rys. 3. oraz rys.1.). Klocek wychylono z położenia równowagi o $A = 5,5 \text{ cm}$ wzdłuż osi układu (zobacz rys. 4.), a następnie puszczone. W wyniku tego klocek został wprowadzony w ruch drgający.

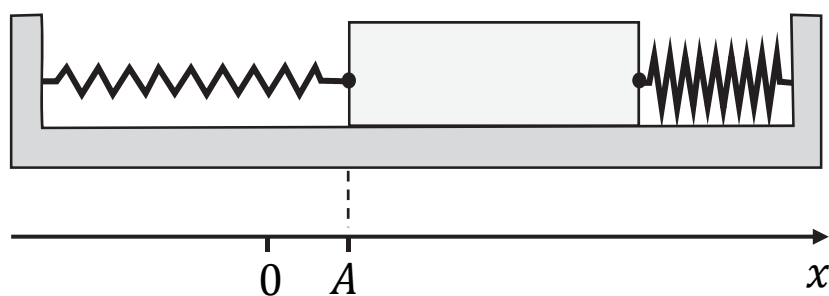
Przyjmij, że klocek ślizga się po poziomym dnie naczynia bez tarcia, a sprężyny nie ulegały bocznym wygięciom.

Pod rysunkami na osi x oznaczono położenia klocka.

Rysunek 3.



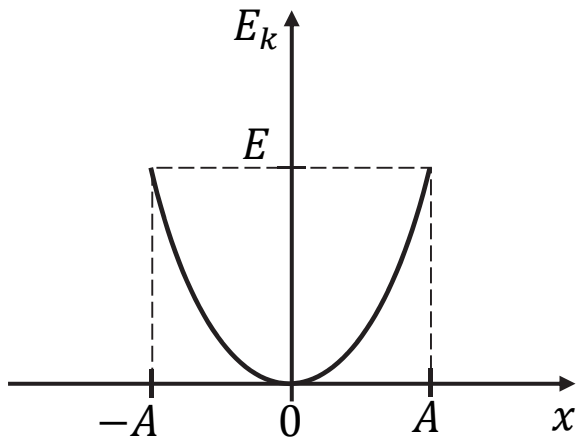
Rysunek 4.



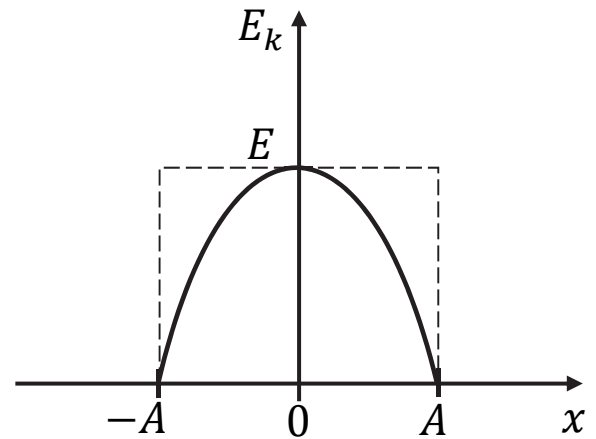
Zadanie 4.2. (0–1)

Na którym wykresie (A–D) prawidłowo przedstawiono zależność energii kinetycznej E_k drgającego klocka od jego położenia x ?
Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

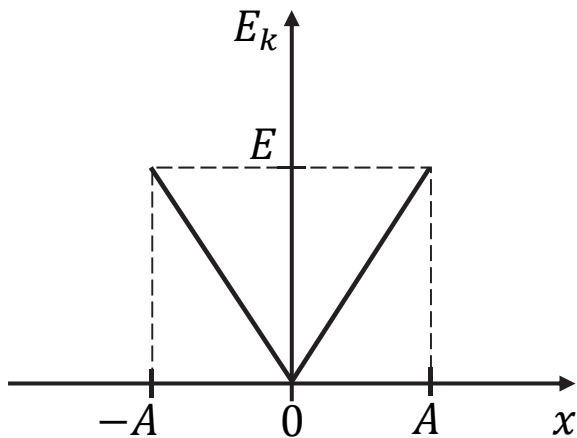
A.



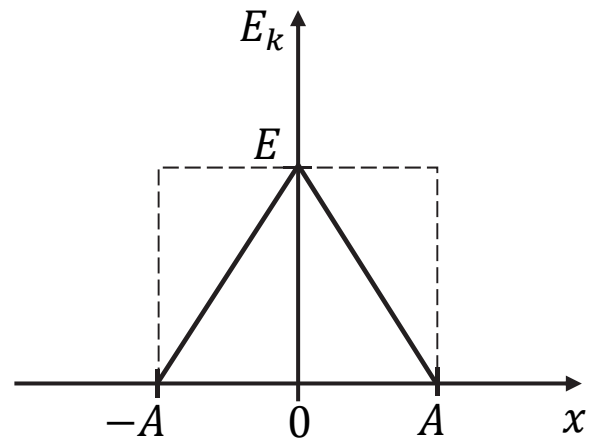
B.



C.

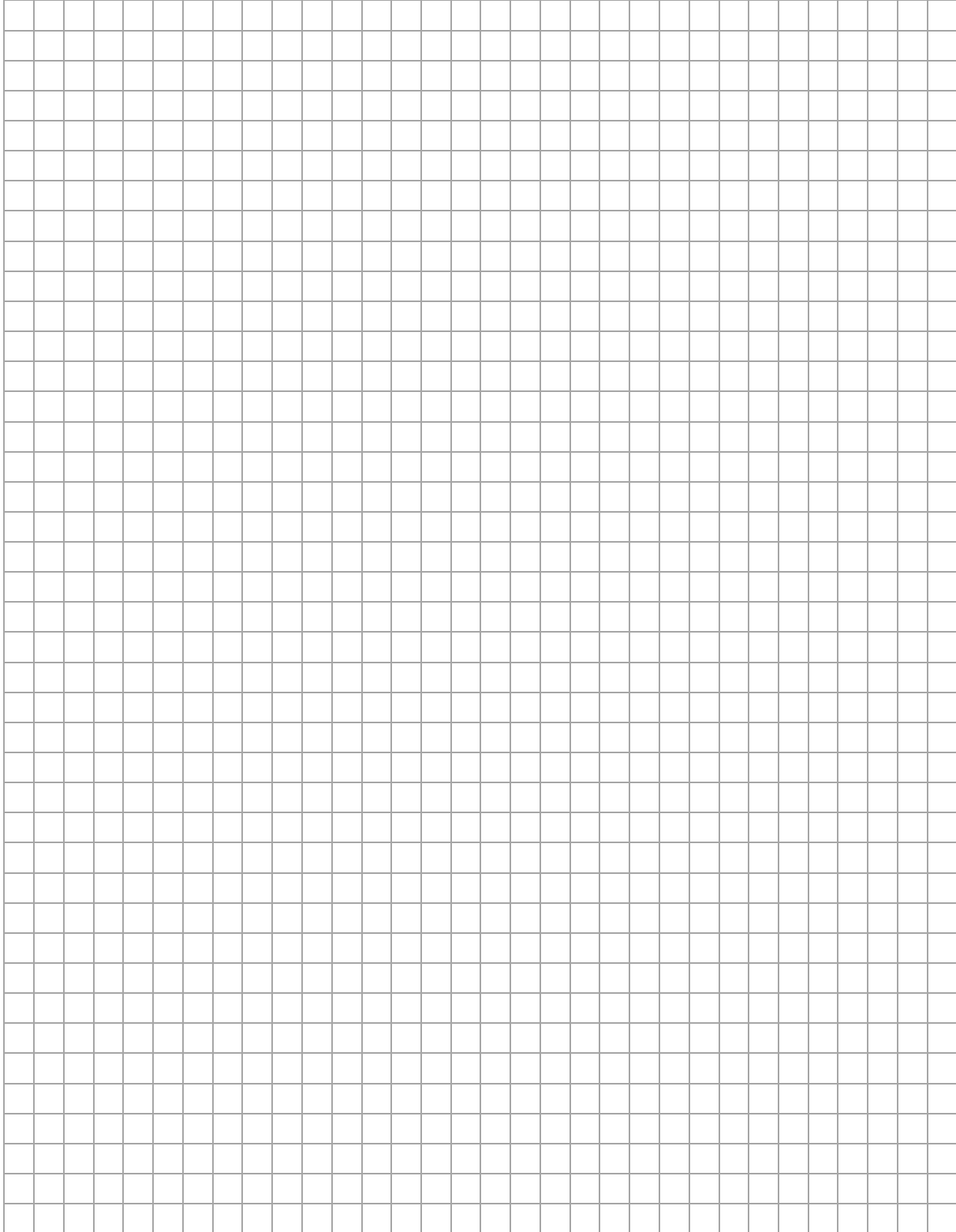


D.



Zadanie 4.3. (0–3)

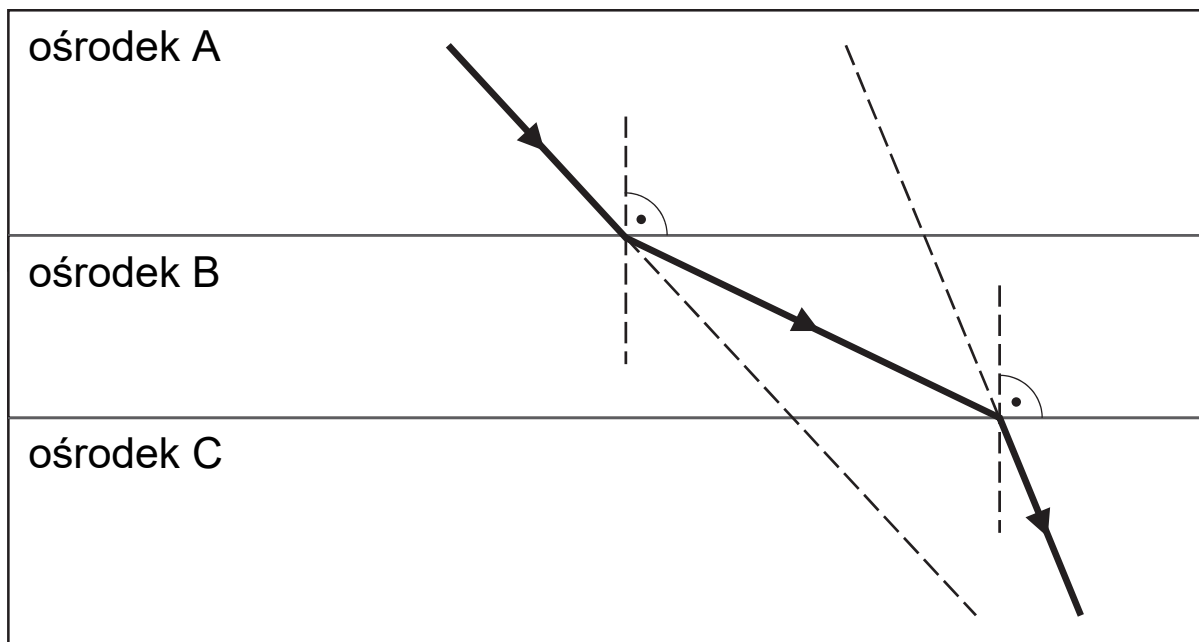
Oblicz maksymalną wartość prędkości, jaką uzyska klocek podczas ruchu drgającego.



Zadanie 5. (0–1)

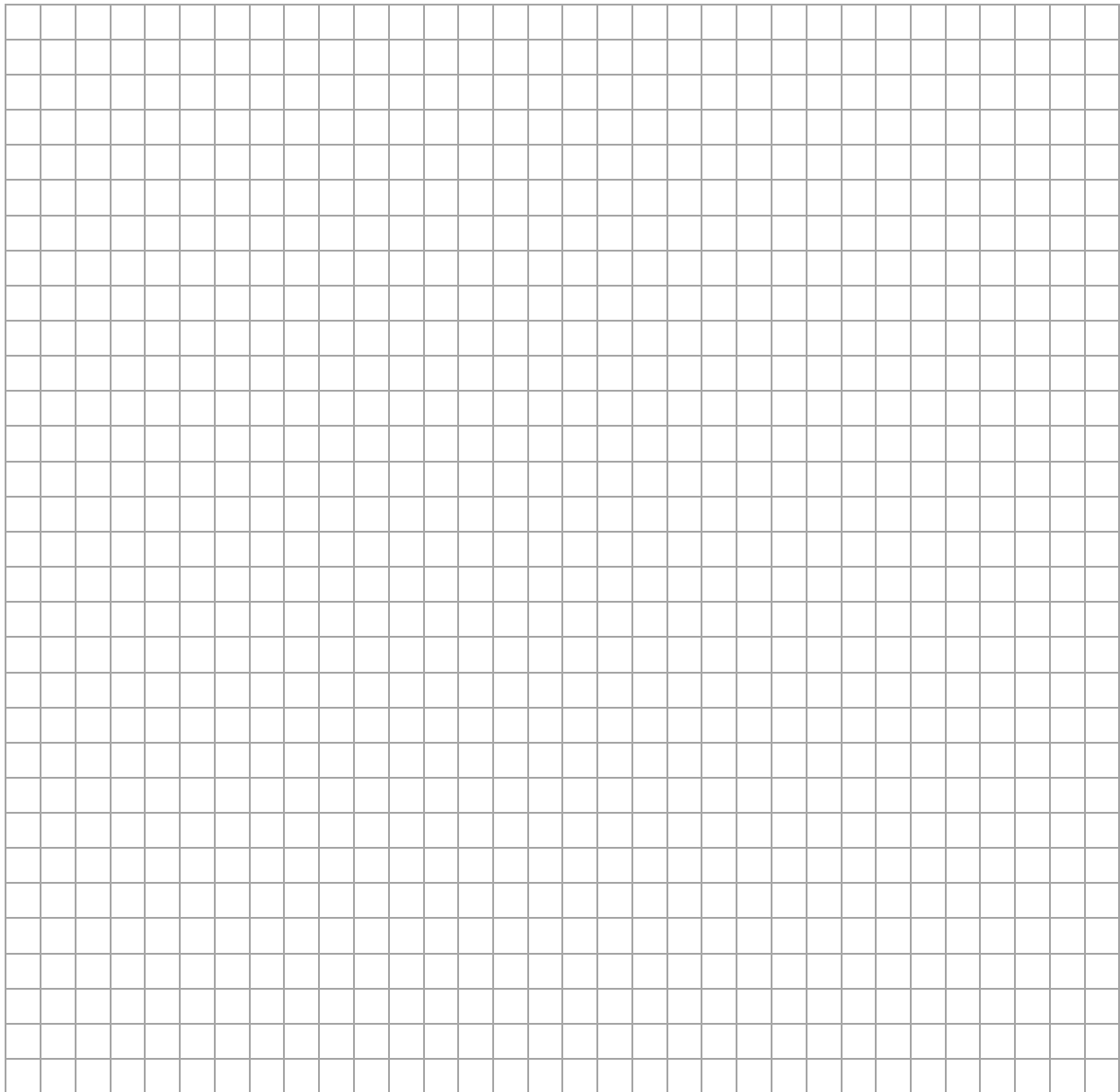
Wiązka ultradźwięków przechodzi przez granice ośrodków A, B, C w taki sposób, jak przedstawiono na rysunku poniżej.

Długości tej fali ultradźwiękowej w każdym z ośrodków A, B, C oznaczmy odpowiednio jako λ_A , λ_B , λ_C . Powierzchnie graniczne ośrodków są do siebie równoległe. Kreską przerywaną oznaczono na rysunku linie pomocnicze.



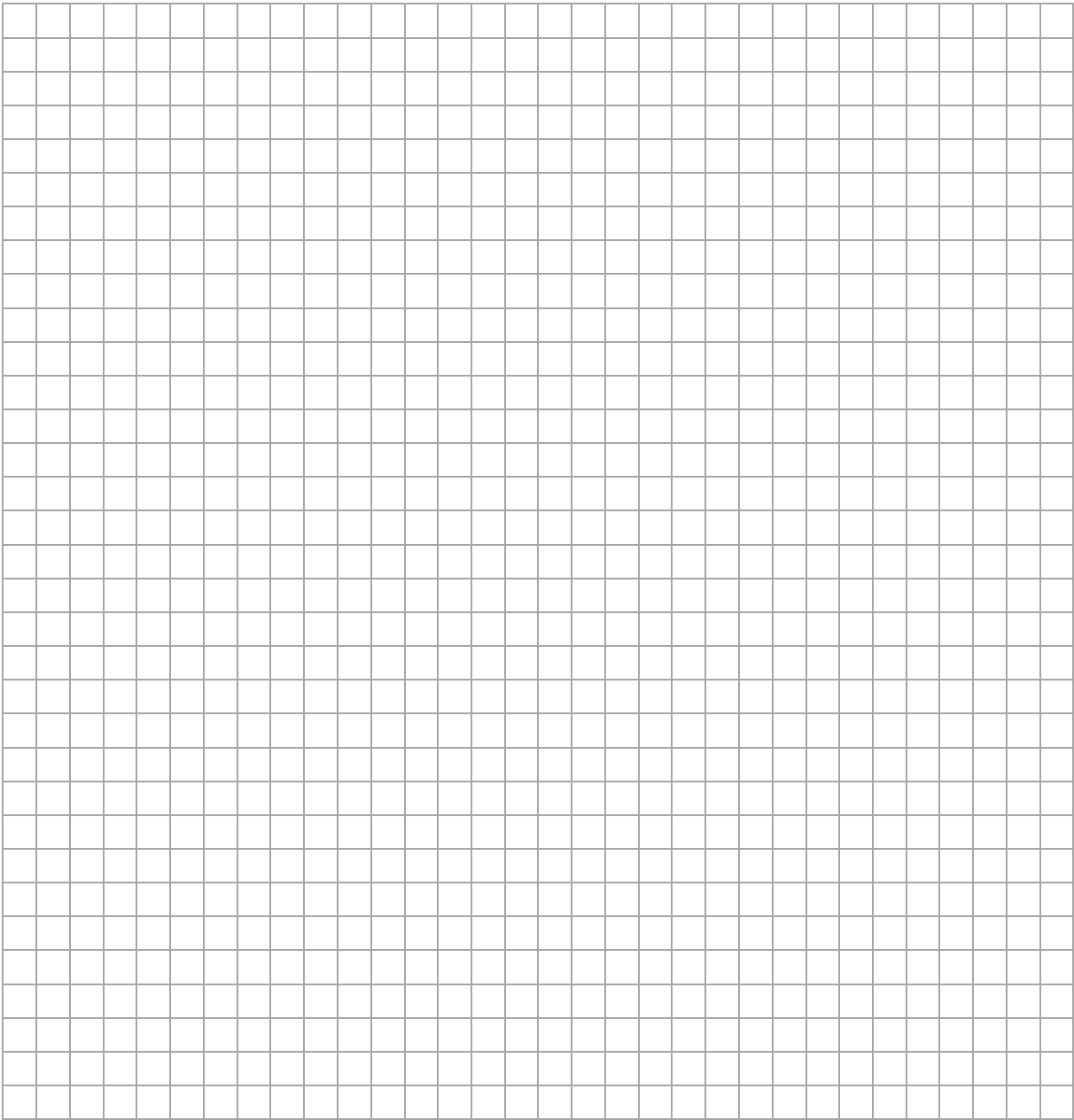
Wpisz w wykropkowane miejsca poniżej odpowiednie długości fali ultradźwiękowej (wybrane spośród λ_A , λ_B , λ_C) tak, aby otrzymana relacja między nimi była prawdziwa.

..... < <



Pozostała część zadania na następnej stronie.

Brudnopis do zadania 6.2.



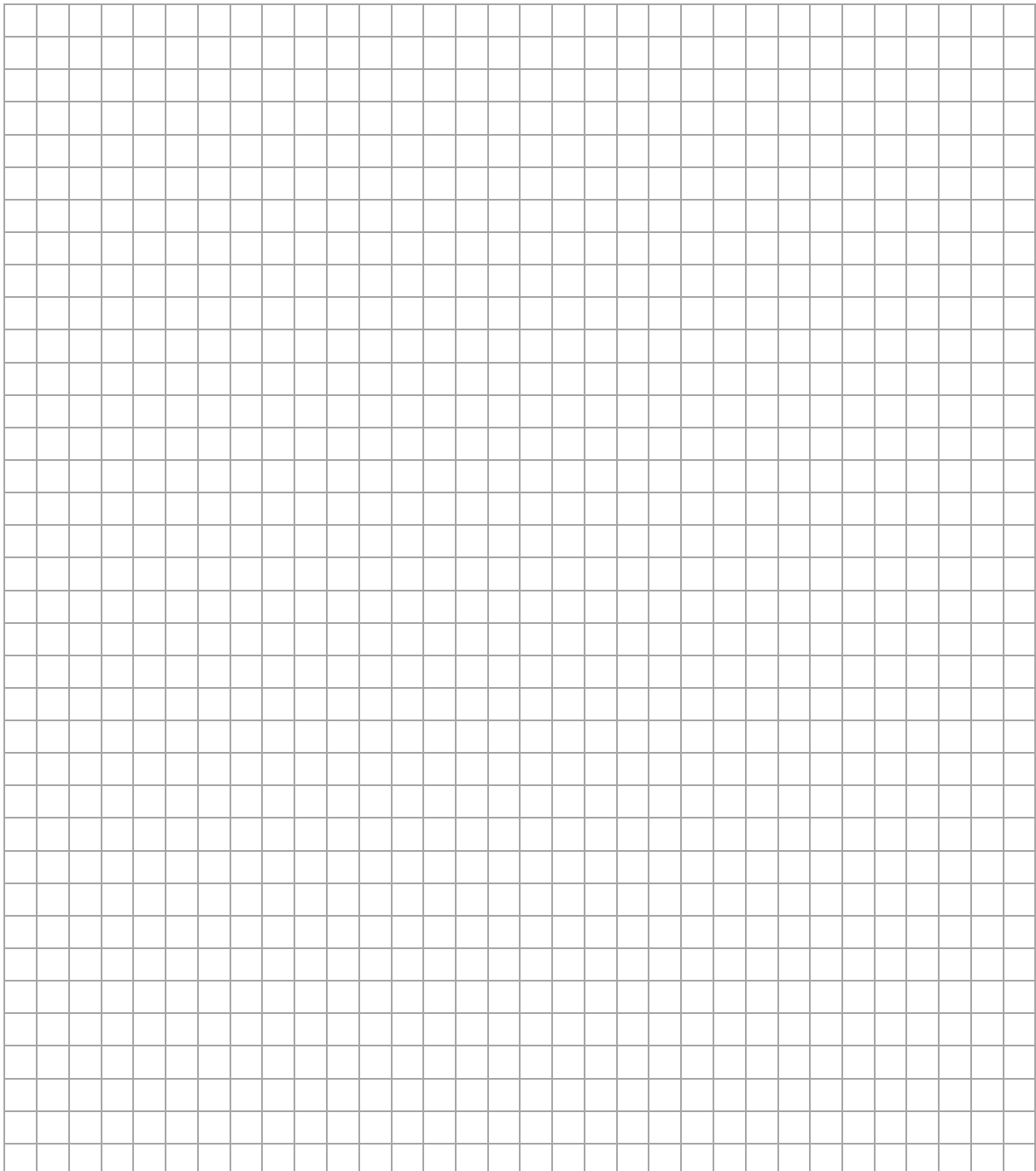
Pozostała część zadania na następnej stronie.

Informacja do zadań 6.3. i 6.4.

Pomiń udział naczynia w analizie bilansu cieplnego.

Zadanie 6.3. (0–2)

Oblicz ciepło oddane do otoczenia przez całą wodę w naczyniu od początku doświadczenia do chwili, gdy temperatura wody była równa $T = 26,5 \text{ }^\circ\text{C}$.



Zadanie 6.4. (0–1)

W kolejnym doświadczeniu do naczynia zawierającego $m_1 = 0,50$ kg wody o temperaturze $T_1 = 22,0$ °C – równej temperaturze otoczenia – uczniowie wleli $m_2 = 0,50$ kg wody o temperaturze $T_3 = 12,0$ °C.

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

Temperatura wody po wymieszaniu będzie po pewnym czasie

A.	mniejsza niż 17,0 °C,
B.	równa 17,0 °C,
C.	większa niż 17,0 °C,

ponieważ woda w naczyniu

1.	odda ciepło do otoczenia.
2.	pobierze ciepło z otoczenia.
3.	nie wymieni ciepła z otoczeniem.

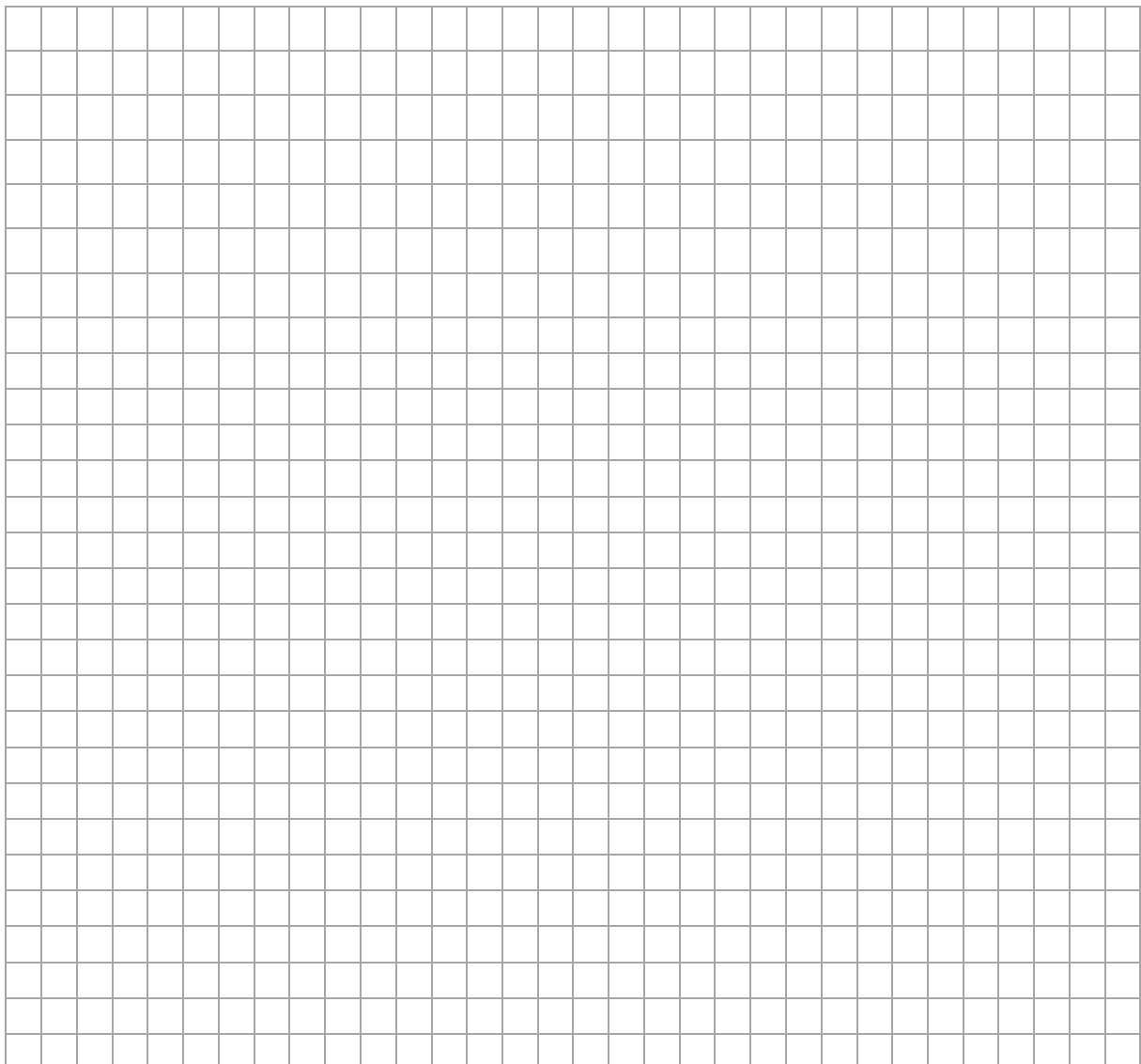
Zadanie 7. (0–3)

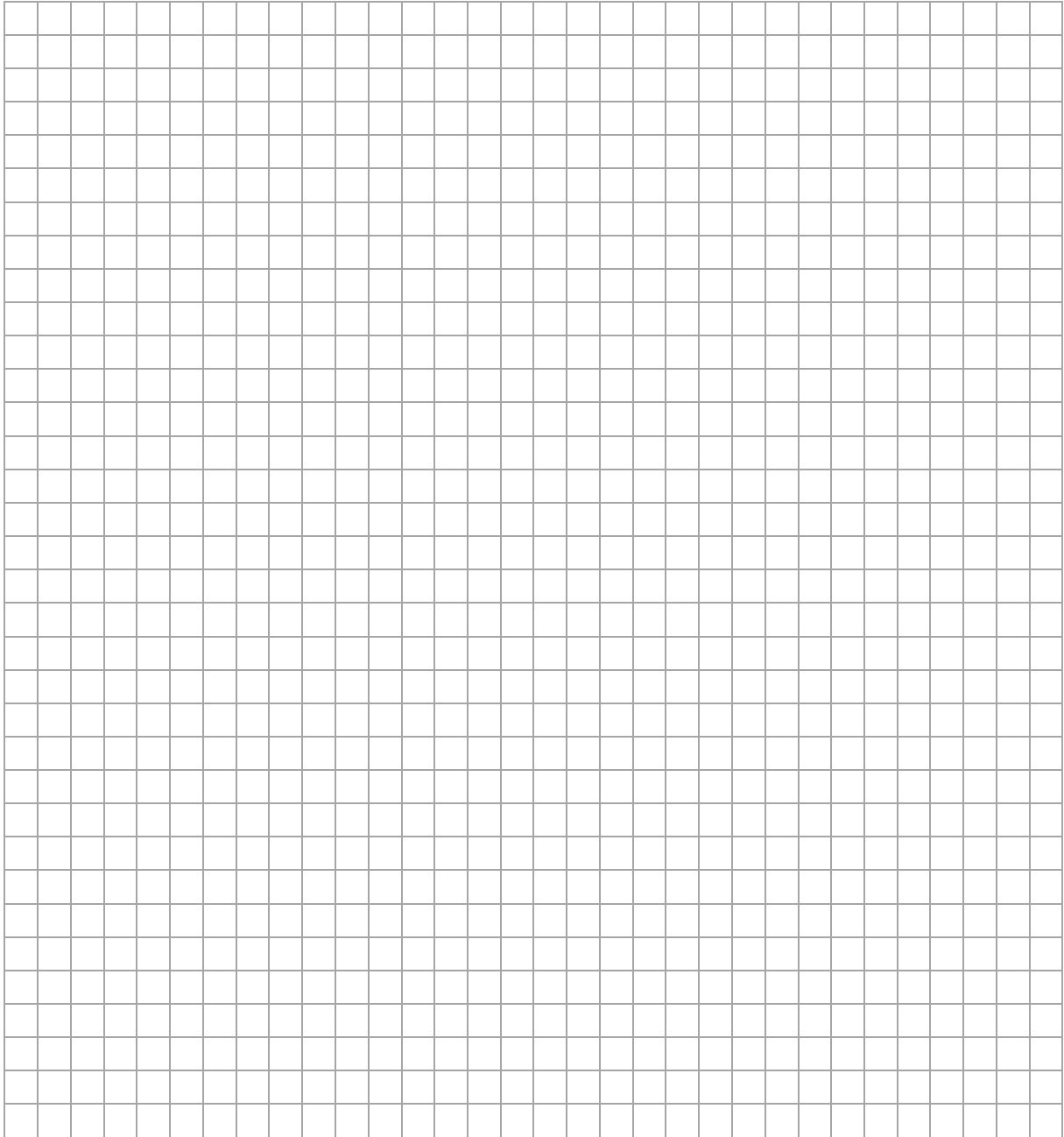
Cykl pracy pewnego silnika cieplnego składa się z przemian, podczas których następuje sprężanie gazu, oraz z przemian, podczas których gaz się rozpręża.

Praca sił parcia gazu podczas jego rozprężania w jednym cyklu wynosi 660 J, a praca sił zewnętrznych (przeciwko siłom parcia) w cyklu podczas sprężania tego gazu jest równa 550 J.

Jednocześnie w całym jednym cyklu gaz oddaje do otoczenia łącznie 210 J ciepła.

Oblicz sprawność opisanego silnika cieplnego.





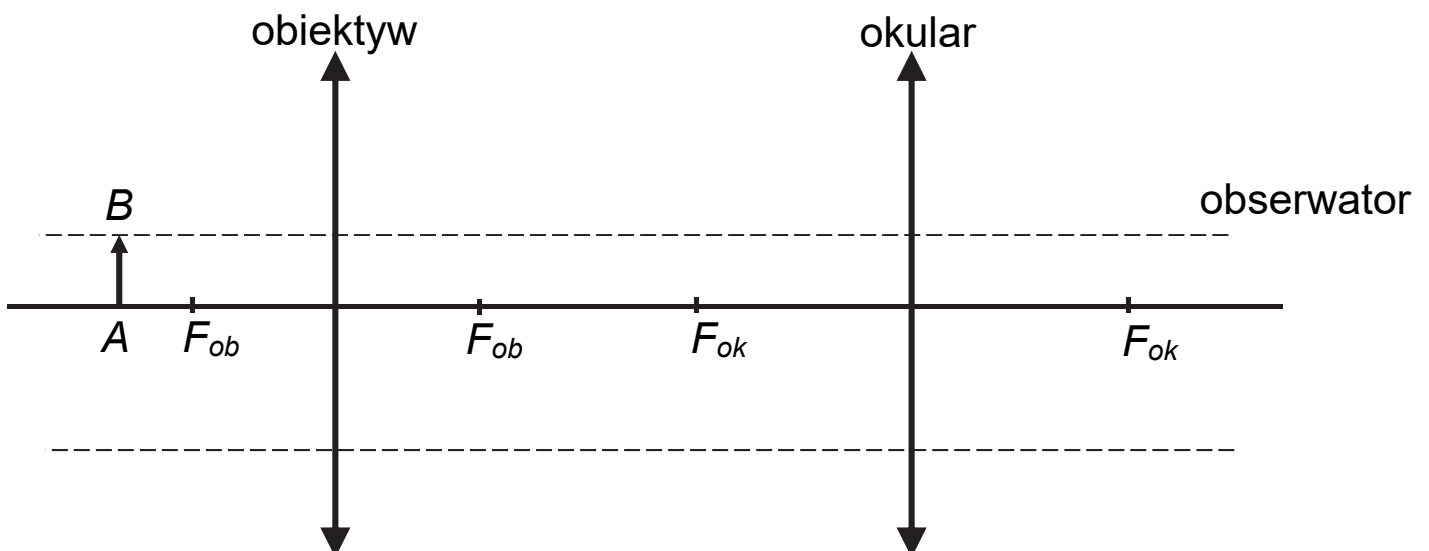
Zadanie 9.

Na rysunku poniżej przedstawiono układ optyczny składający się z dwóch soczewek skupiających: obiektywu i okularu.

Ogniska obiektywu i okularu oznaczono na osi optycznej układu jako F_{ob} i F_{ok} . Przedstawiony układ jest uproszczonym modelem mikroskopu.

Powstawanie obrazu w takim układzie optycznym jest następujące. Gdy przedmiot AB jest ustawiony na osi optycznej układu tuż przed ogniskiem obiektywu (jak na rysunku), to obiektyw tworzy obraz rzeczywisty $A'B'$ przedmiotu AB . Ten obraz $A'B'$ jest z kolei przedmiotem dla okularu, który tworzy z niego obraz pozorny $A''B''$. Obraz $A''B''$ jest tym, co widzi obserwator przez okular.

Rysunek



Zadanie 9.1. (0–2)

Na rysunku (strona 29) wyznacz konstrukcyjnie oraz narysuj i oznacz obraz $A''B''$ przedmiotu AB , który powstaje w opisanym układzie optycznym.

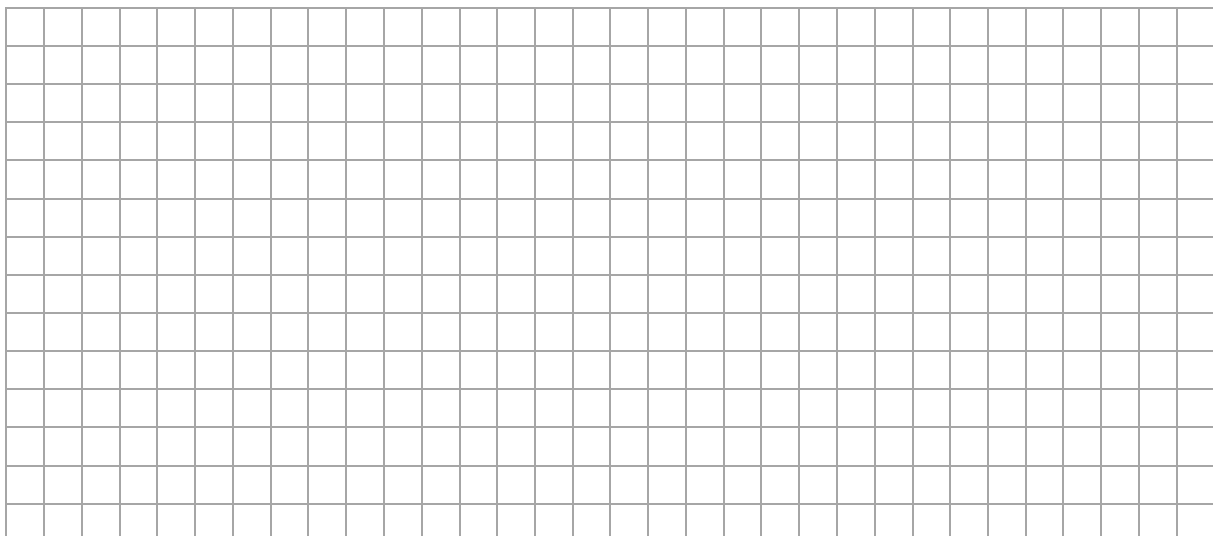
Uwaga! Poziome linie pomocnicze do konstrukcji oznaczono kreską przerywaną. Do rysowania prostych w konstrukcji użyj linijki.

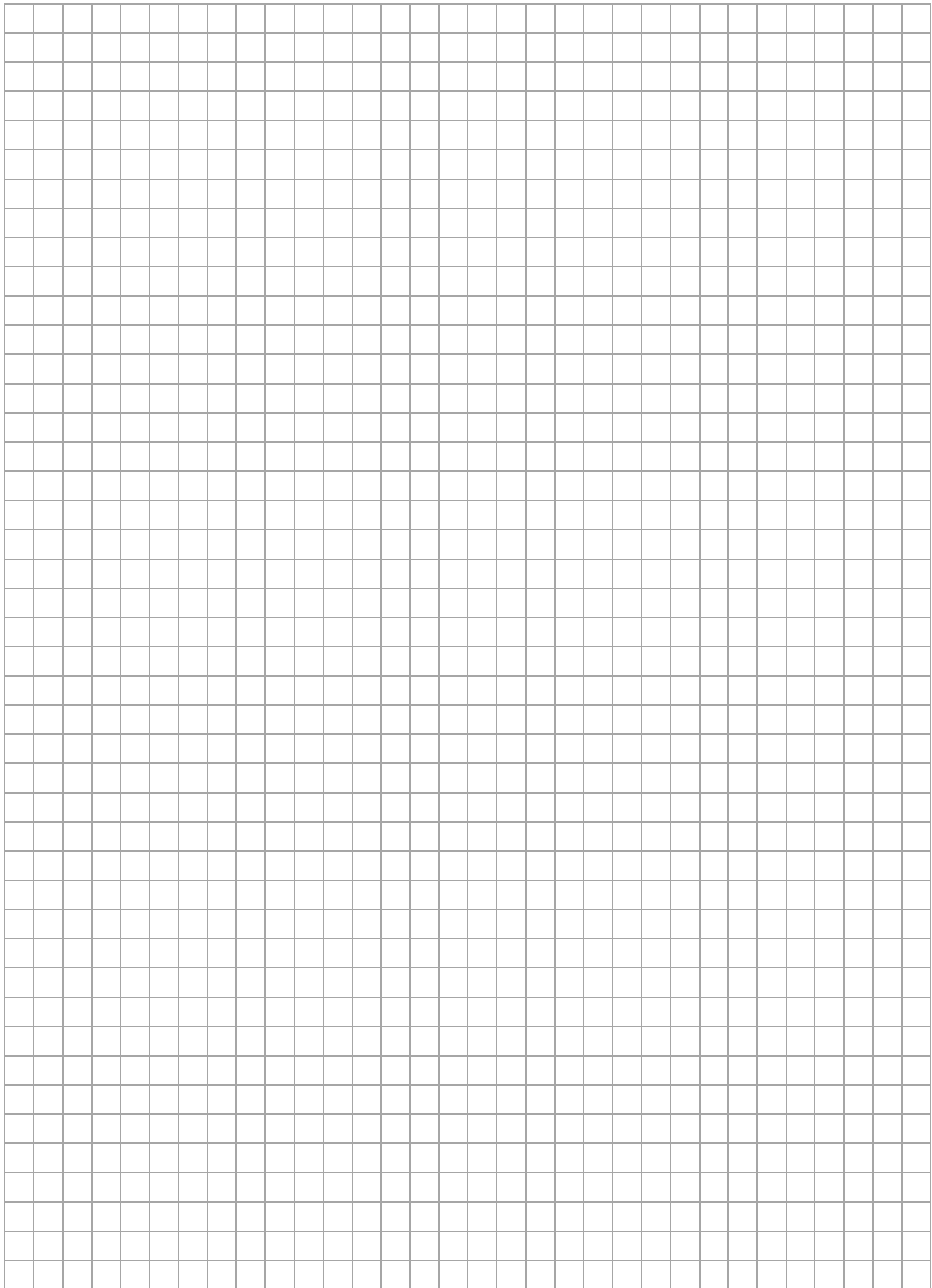
Zadanie 9.2. (0–4)

Odległość obiektywu od okularu w opisanym układzie optycznym jest równa $d = 16$ cm. Ogniskowe obiektywu i okularu wynoszą odpowiednio: $f_{ob} = 4$ cm, $f_{ok} = 6$ cm. Przedmiot AB ustawiono na osi optycznej układu w odległości $x_{ob} = 6$ cm od obiektywu.

Powiększenie k przedmiotu AB , uzyskane w opisanym układzie optycznym, jest iloczynem powiększenia, jakie daje obiektyw, oraz powiększenia, jakie daje okular.

Oblicz powiększenie k przedmiotu AB , uzyskane w opisanym układzie optycznym.





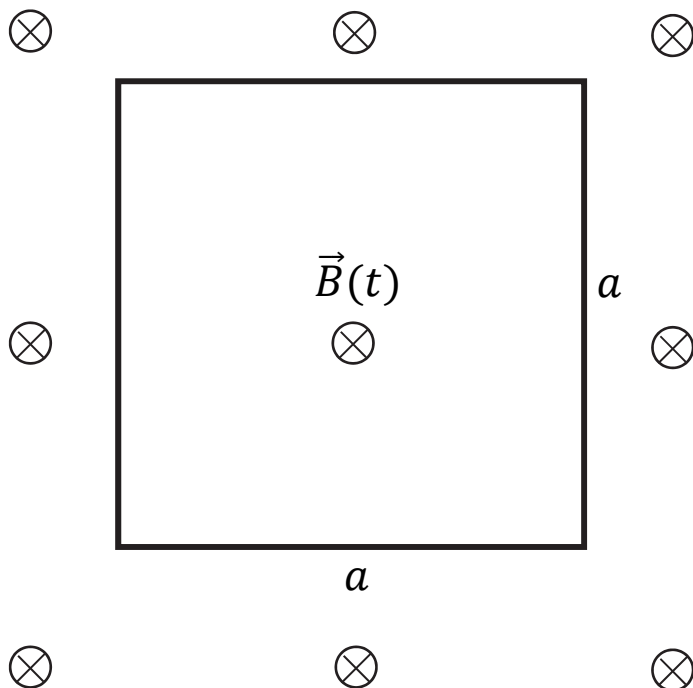
Zadanie 10.

Kwadratową ramkę o długości boku $a = 0,20$ m umieszczono w obszarze zmiennego pola magnetycznego. Ramkę wykonano z przewodnika, a całkowity opór elektryczny ramki wynosi $R = 2 \Omega$. Płaszczyzna powierzchni ramki jest prostopadła do linii pola magnetycznego. Wartość B wektora indukcji zewnętrznego pola magnetycznego, w obszarze zajmowanym przez ramkę, zmienia się w czasie t , od chwili $t_0 = 0$ do chwili t_1 , zgodnie z zależnością:

$$B(t) = \beta t \quad \text{gdzie} \quad \beta = 3 \frac{\text{T}}{\text{s}}$$

Na rysunku przedstawiono opisaną sytuację w widoku z góry. Symbolem \otimes oznaczono zwrot wektora indukcji magnetycznej $\vec{B}(t)$ za płaszczyznę rysunku.

Rysunek



Zadanie 10.1. (0–2)

Na rysunku (strona 32) narysuj i oznacz:

- (wewnątrz ramki) zwrot pola magnetycznego \vec{B}_{ind} prądu indukcyjnego
- (na każdym boku ramki) zwrot przepływu prądu indukcyjnego w ramce.

Użyj w tym celu jednego z symboli:

⊙ – oznaczającego zwrot przed płaszczyznę rysunku (w stronę do patrzącego) LUB

⊗ – oznaczającego zwrot za płaszczyznę rysunku, LUB

→ – oznaczającego zwrot w prawo, LUB

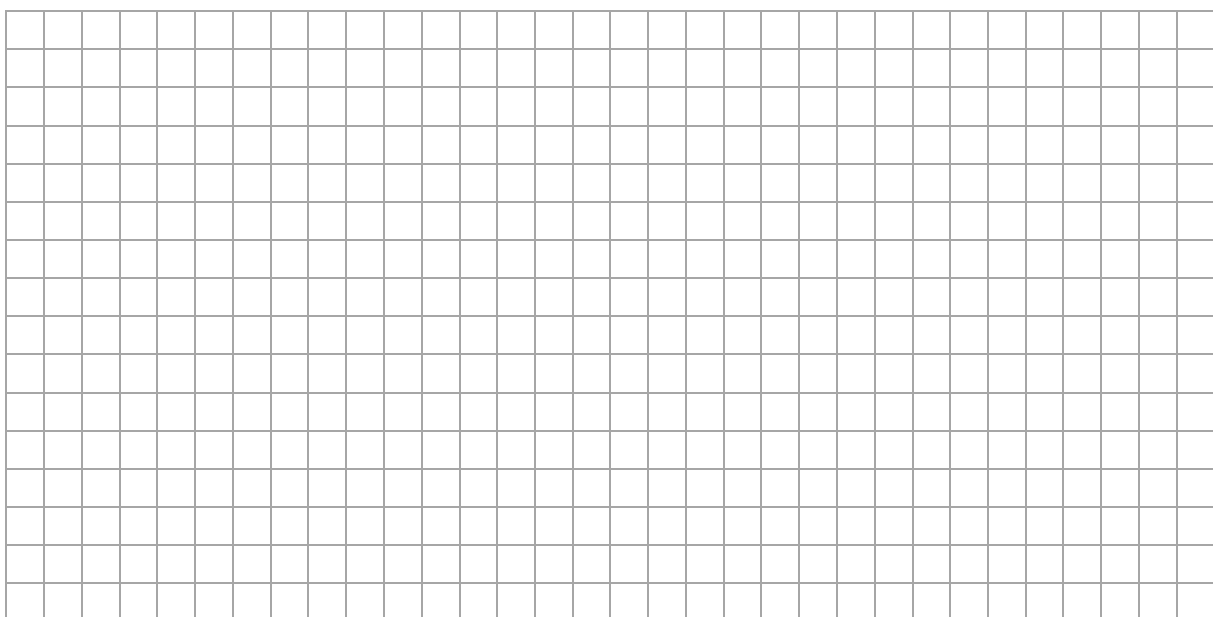
← – oznaczającego zwrot w lewo, LUB

↑ – oznaczającego zwrot w górę, LUB

↓ – oznaczającego zwrot w dół.

Zadanie 10.2. (0–1)

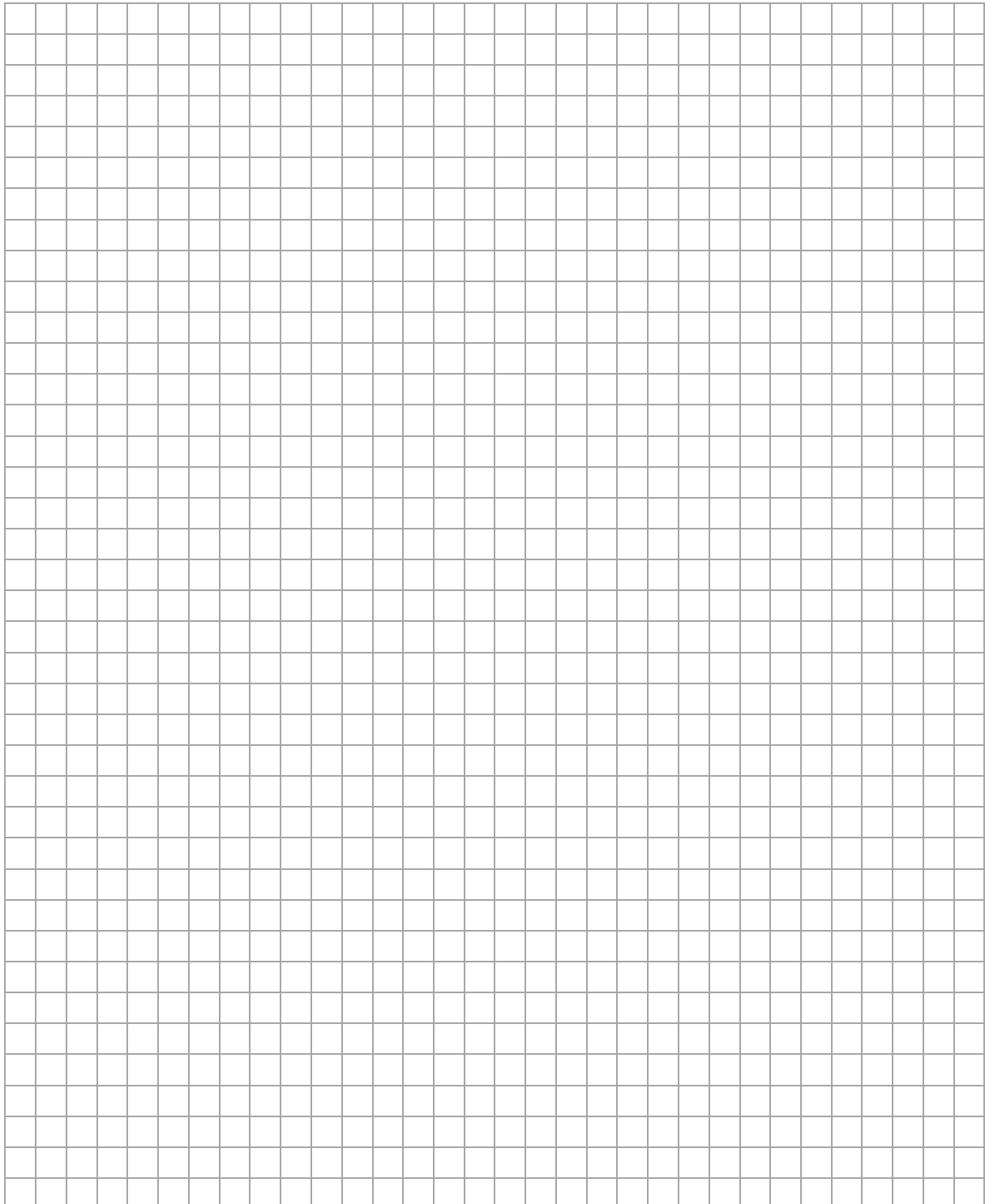
Napisz, w jaki sposób można uzyskać pole magnetyczne zmieniające się w czasie.



Zadanie 10.3. (0–3)

Oblicz natężenie prądu indukcyjnego w ramce.

Pomiń pole magnetyczne wytworzone przez prąd indukcyjny w obwodzie ($B_{ind} \ll B$).



Informacja do zadania 10.4.

Od chwili t_1 wartość indukcji pola magnetycznego (zewnątrznego) przestała rosnąć i pozostawała stała aż do chwili t_2 . Następnie, od chwili t_2 aż do chwili t_3 , wartość indukcji pola magnetycznego zmalała do zera. Zwrot linii tego pola magnetycznego pozostawał taki sam w całym czasie od chwili t_0 do chwili t_3 .

Zadanie 10.4. (0–1)

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

1.	Gdy pole magnetyczne pozostawało stałe (w czasie od t_1 do t_2), to w ramce wciąż płynął prąd indukcyjny.	P	F
2.	Prąd indukcyjny w czasie od t_2 do t_3 płynie w ramce w przeciwną stronę niż prąd indukcyjny w czasie od t_0 do t_1 .	P	F
3.	Pole magnetyczne (wewnątrz ramki) prądu indukcyjnego miało w czasie od t_2 do t_3 zwrot przeciwny do pola prądu indukcyjnego w czasie od t_0 do t_1 .	P	F

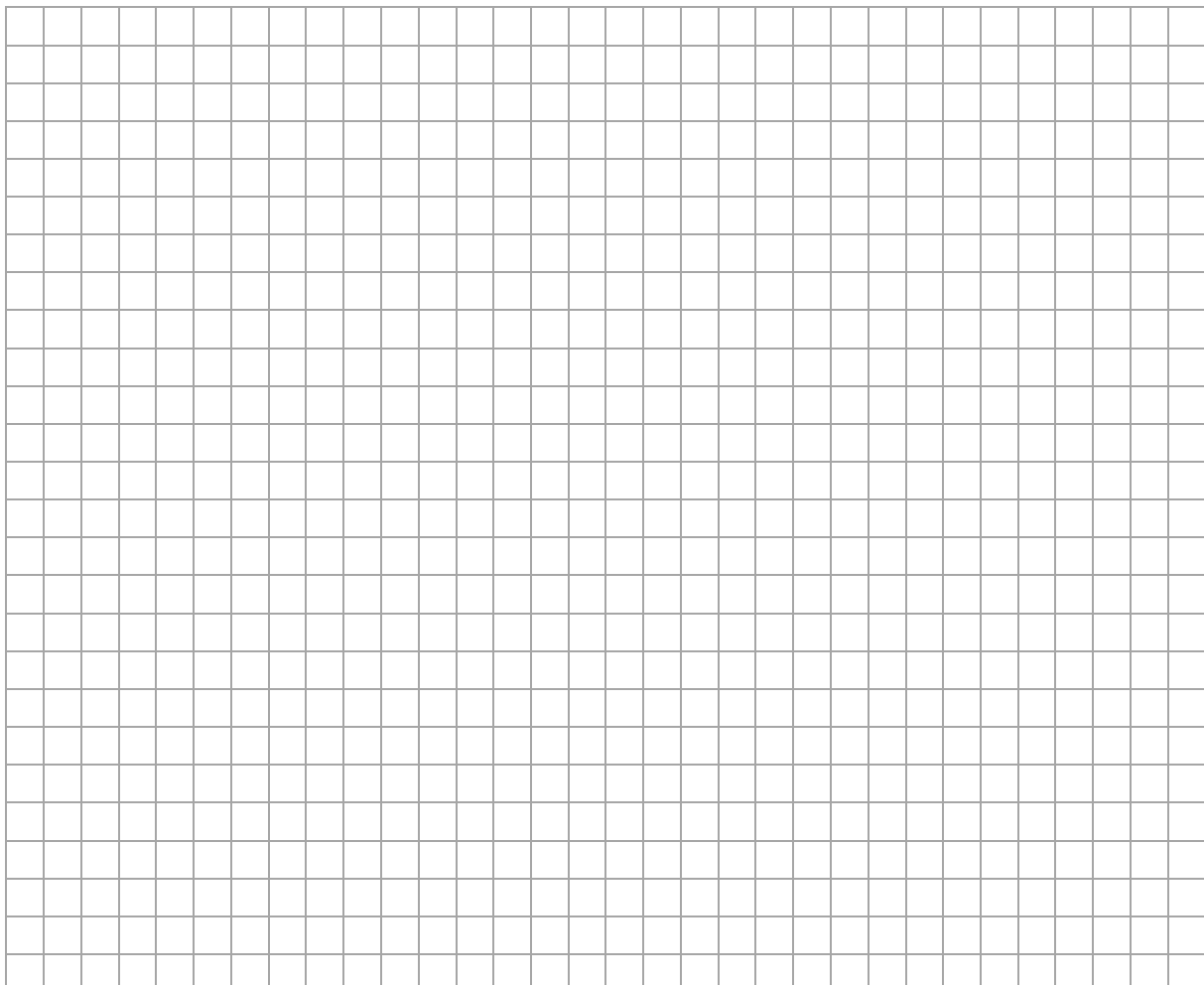
Zadanie 11.

Rozważamy dwie identyczne grzałki A i B, które można łączyć szeregowo lub równoległe oraz wykorzystać do podgrzania ustalonej masy wody.

Zadanie 11.1. (0–3)

Grzałki A i B połączono najpierw szeregowo, a następnie równoległe. Oba układy grzałek były zasilane tym samym napięciem. Przyjmij, że opór R każdej grzałki jest stały, niezależny od napięcia na niej.

Oblicz stosunek ciepła wydzielonego w jednostce czasu przez szeregowy układ grzałek do ciepła wydzielonego w tej samej jednostce czasu przez równoległy układ grzałek.





Pozostała część zadania na następnej stronie.

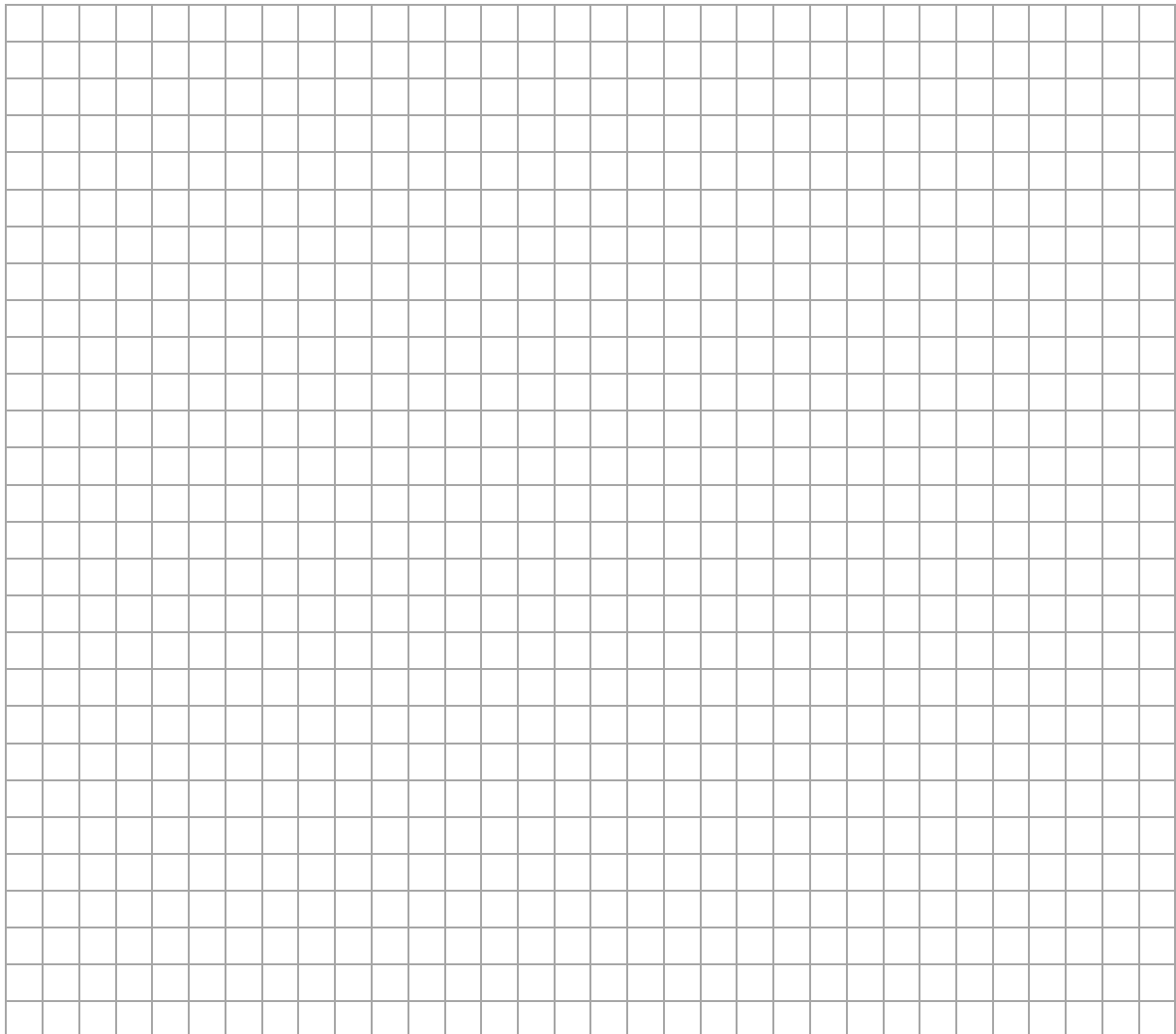
Zadanie 11.2. (0–2)

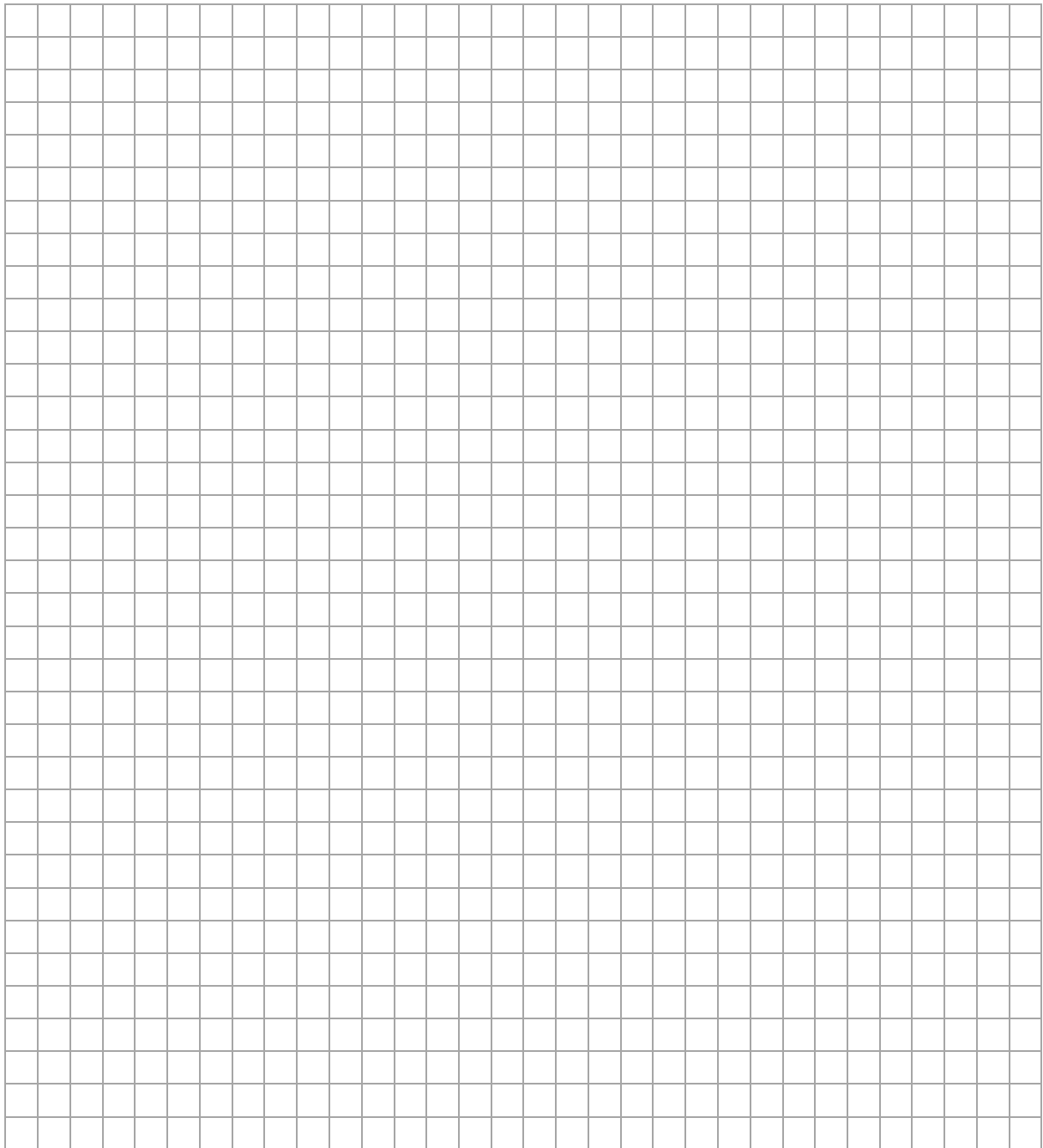
W rzeczywistości, w pewnym zakresie temperatur (zawierającym przedział od 30 °C do 100 °C), opór elektryczny R spirali grzałki zależy od jej temperatury T zgodnie ze wzorem:

$$R(T) = R_{30} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

gdzie: R_{30} – opór spirali grzałki o temperaturze $T_{30} = 30$ °C, $\Delta T = T - T_{30}$, $\alpha = 3 \cdot 10^{-5}$ 1/K – temperaturowy współczynnik oporu materiału spirali grzałki.

Oblicz, o ile % zwiększy się opór grzałki, gdy jej temperatura wzrośnie od 30 °C do 100 °C.

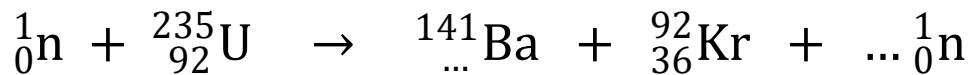




Zadanie 12.

Poniżej przedstawiono dwa nieuzupełnione równania reakcji jądrowych.

1. Reakcja rozszczepienia jądra uranu ${}^{235}_{92}\text{U}$:



2. Reakcja rozpadu beta minus jądra jodu ${}^{131}_{53}\text{I}$ (ostatnia cząstka w równaniu to antyneutrino):



Zadanie 12.1. (0–2)

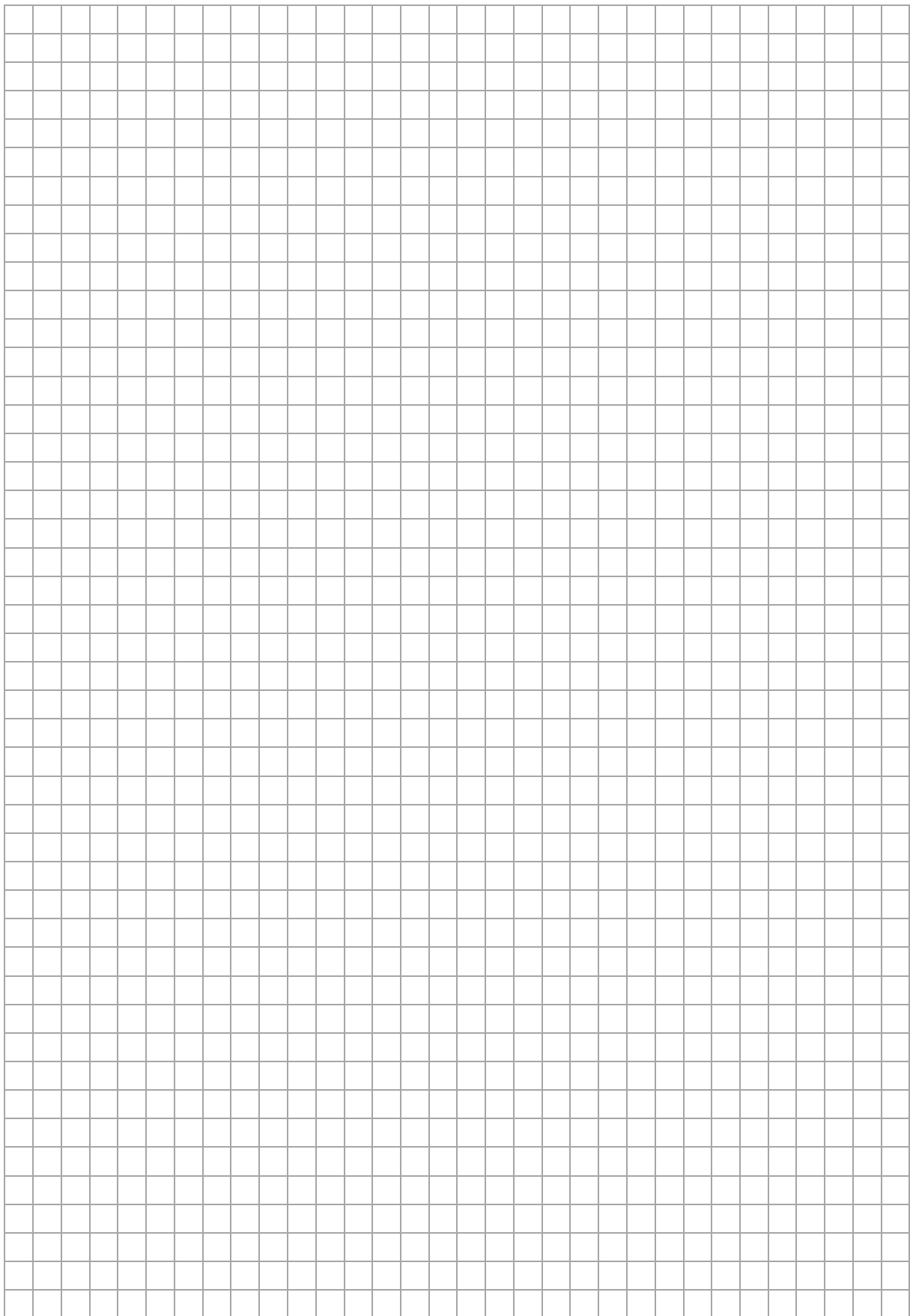
Uzupełnij dwa powyższe równania reakcji jądrowych. Wpisz w wykropkowane miejsca właściwe liczby atomowe, liczby masowe, symbol pierwiastka lub cząstki oraz liczbę cząstek.

Zadanie 12.2. (0–2)

Czas połowicznego rozpadu izotopu jodu ${}^{131}_{53}\text{I}$ wynosi 8,0 dób (w zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących).

Oblicz stosunek liczby jąder Xe, które powstały w wyniku rozpadu jąder jodu ${}^{131}_{53}\text{I}$ podczas 2,0 dób, licząc od chwili początkowej, do liczby jąder tego jodu w chwili początkowej. Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

Wskazówka: Skorzystaj z własności działań na potęgach o wykładniku wymiernym.



Pozostała część zadania na następnej stronie.

Zadanie 13. (0–1)

Jądro atomowe A_ZX pochłonięło całkowicie foton o energii E .

W wyniku tego powstało wzbudzone jądro atomowe ${}^A_ZX^*$.

Dokończ zdania. Zaznacz odpowiedź A, B albo C oraz odpowiedź D, E albo F.

1. Masa wzbudzonego jądra ${}^A_ZX^*$ w porównaniu do masy jądra A_ZX będzie

A. większa o $\frac{E}{c^2}$

B. taka sama.

C. mniejsza o $\frac{E}{c^2}$

2. Energia wiązania wzbudzonego jądra ${}^A_ZX^*$ w porównaniu do energii wiązania jądra A_ZX będzie

D. większa o E .

E. taka sama.

F. mniejsza o E .

BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)

