

**WYPEŁNIA ZDAJĄCY**

**KOD**

--	--	--

**PESEL**

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

**Miejsce na naklejkę.**

Sprawdź, czy kod na naklejce to  
**E-200.**

Jeżeli tak – przyklej naklejkę.  
Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

# EGZAMIN MATURALNY FIZYKA – POZIOM ROZSZERZONY

## TEST DIAGNOSTYCZNY

TERMIN: **marzec 2021 r.**

CZAS PRACY: **do 210 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**



EFAP-R0-**200**-2103

### Instrukcja dla zdającego

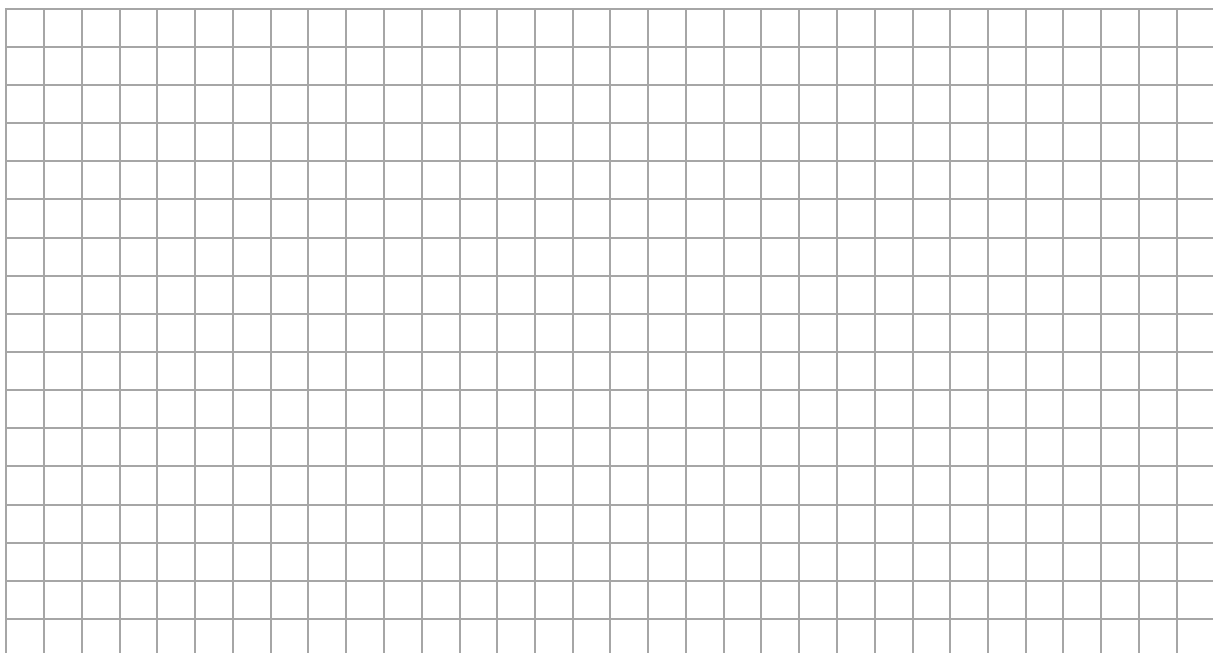
1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 42 strony (zadania 1–13). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący 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.

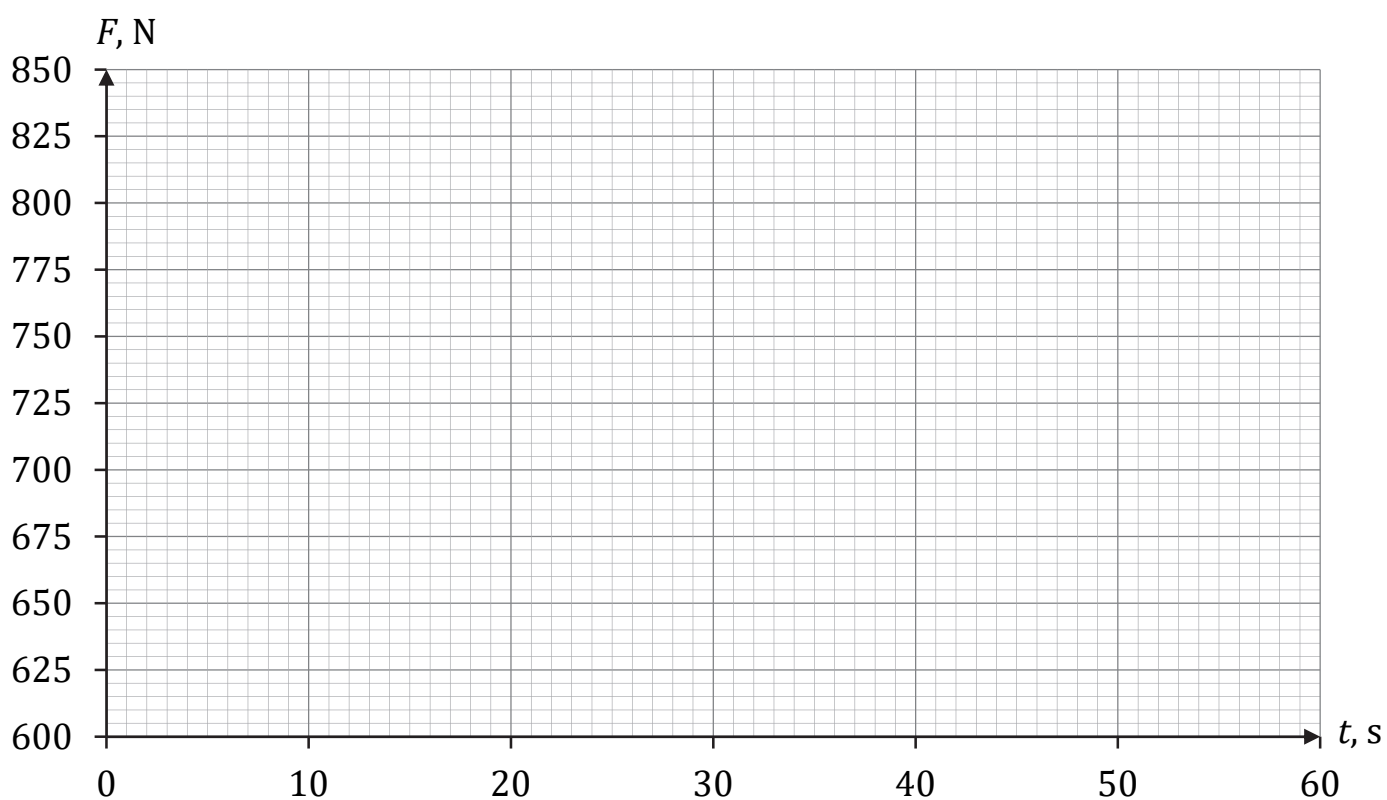
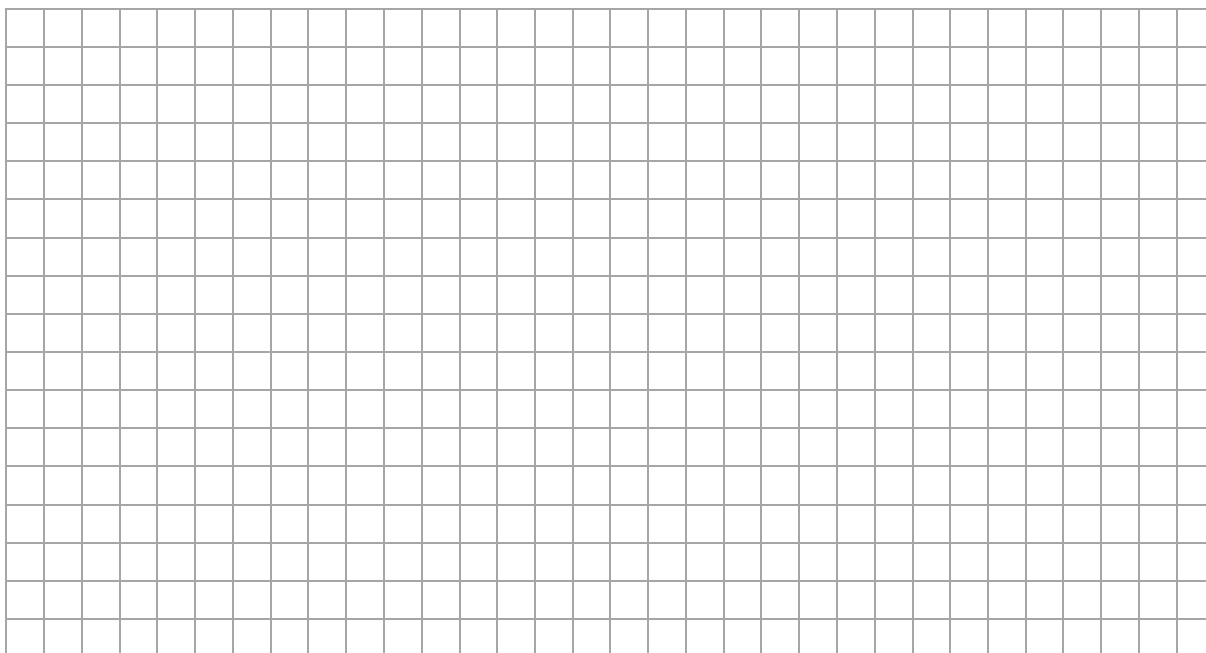
### Zadanie 1.

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  $18 \text{ m/s}$ , dalej poruszała się przez  $9 \text{ s}$  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  $75 \text{ kg}$ . Przyjmij do obliczeń przyśpieszenie ziemskie  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

#### Zadanie 1.1. (3 pkt)

**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.**

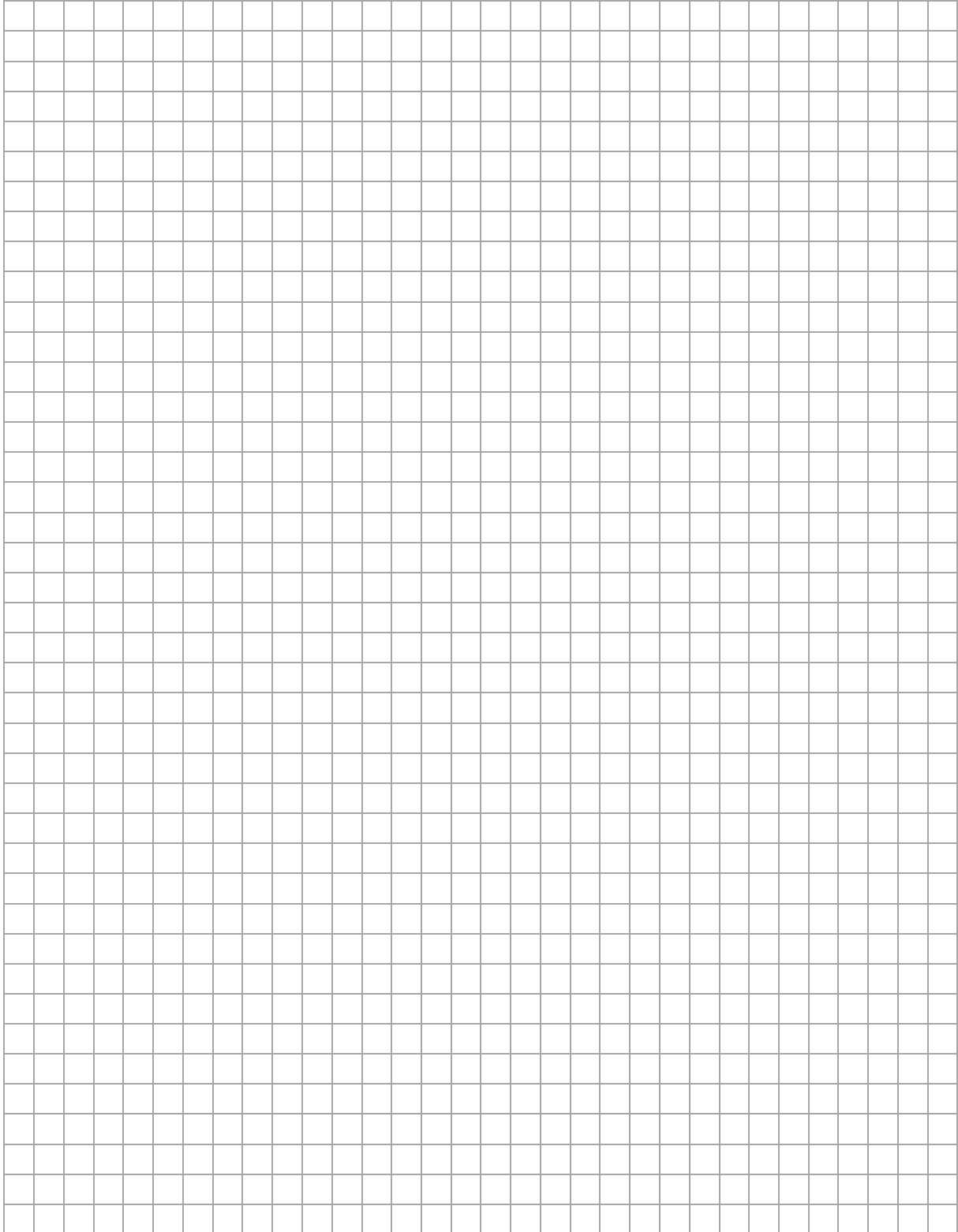




**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

**Zadanie 1.2. (2 pkt)**

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



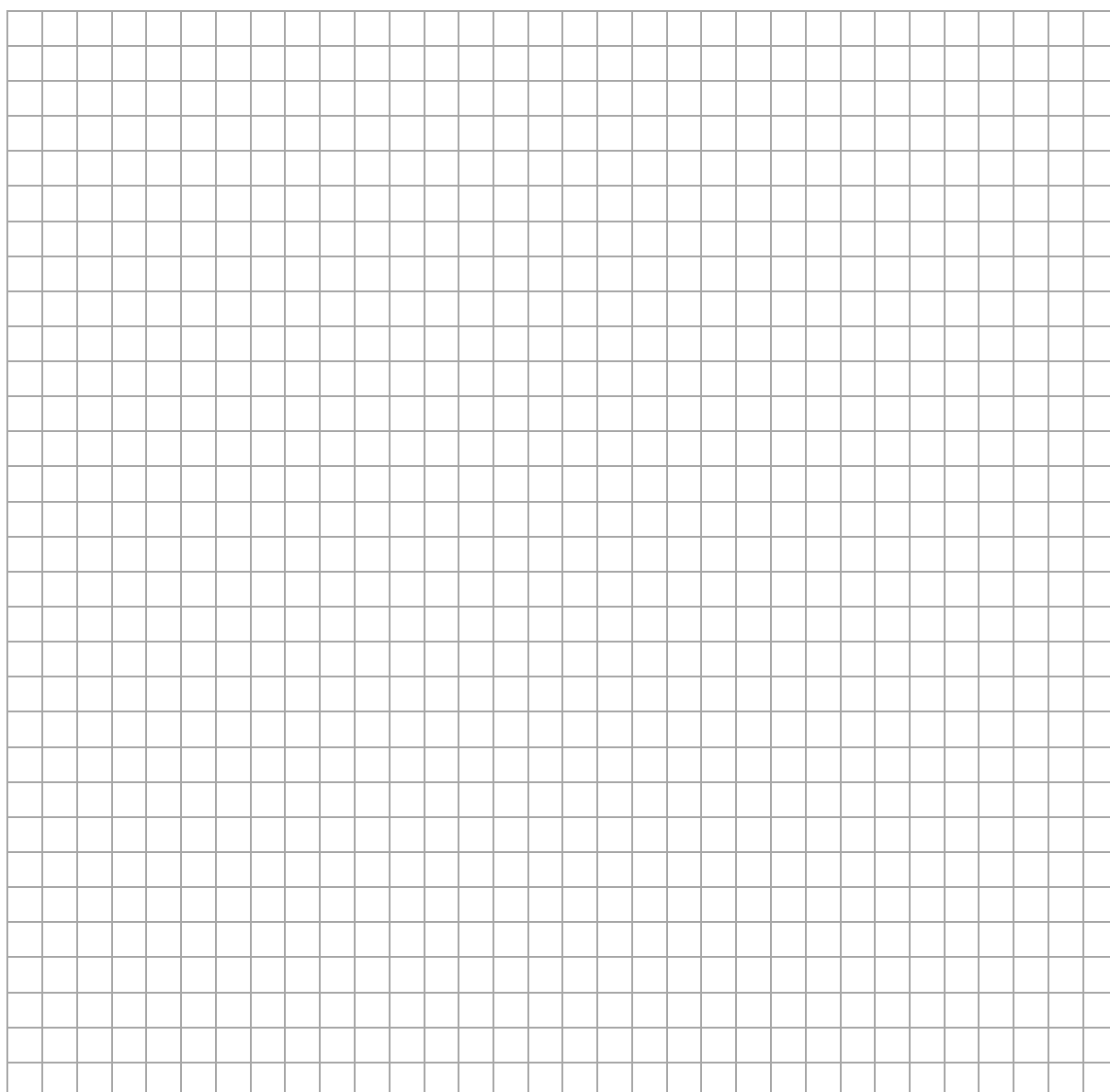
**Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na kolejnych stronach.**



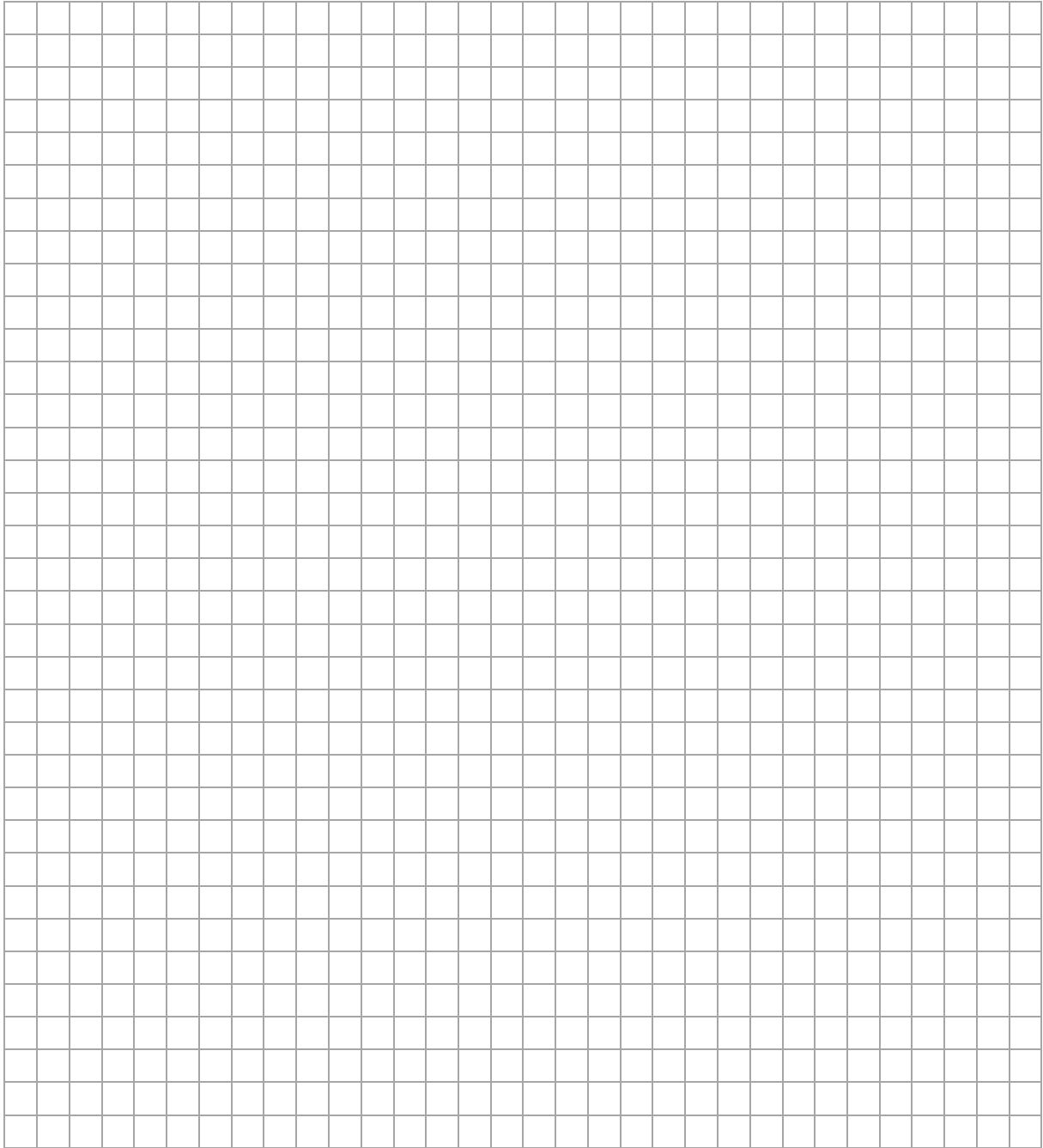
**Zadanie 2.2. (3 pkt)**

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  $F$ .**



**Rozwiązanie możesz kontynuować na następnej stronie.**



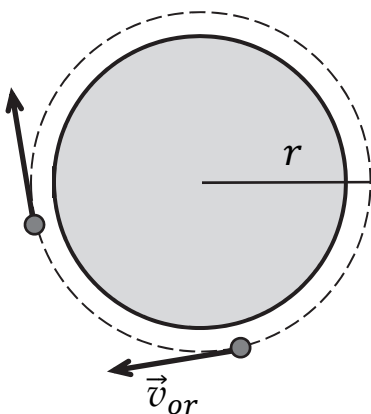


**Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na kolejnych stronach.**

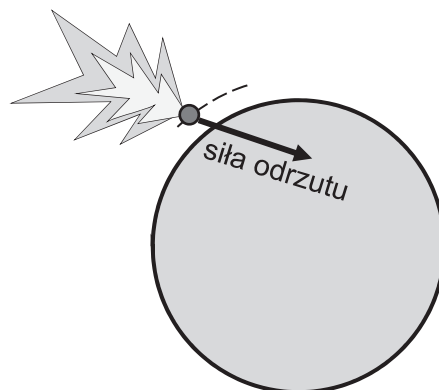
### Zadanie 3.

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 tej sondy rosła (zobacz rys. 2.). Gdy sonda osiągnęła prędkość  $\vec{v}_p$  w chwili  $t_p$ , silniki odrzutowe wyłączono (zobacz rys. 3.), a sonda zaczęła się oddalać od Ziemi.

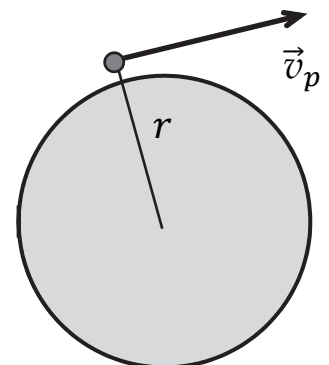
Rysunek 1.



Rysunek 2.

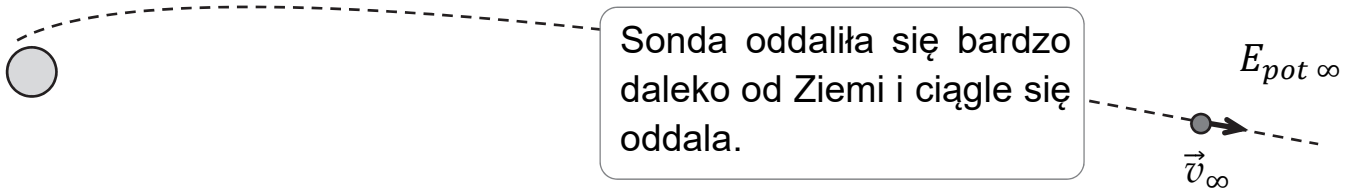


Rysunek 3.



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. (1 pkt)

**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.  $\sqrt{\frac{GM}{r}} < v_p < \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

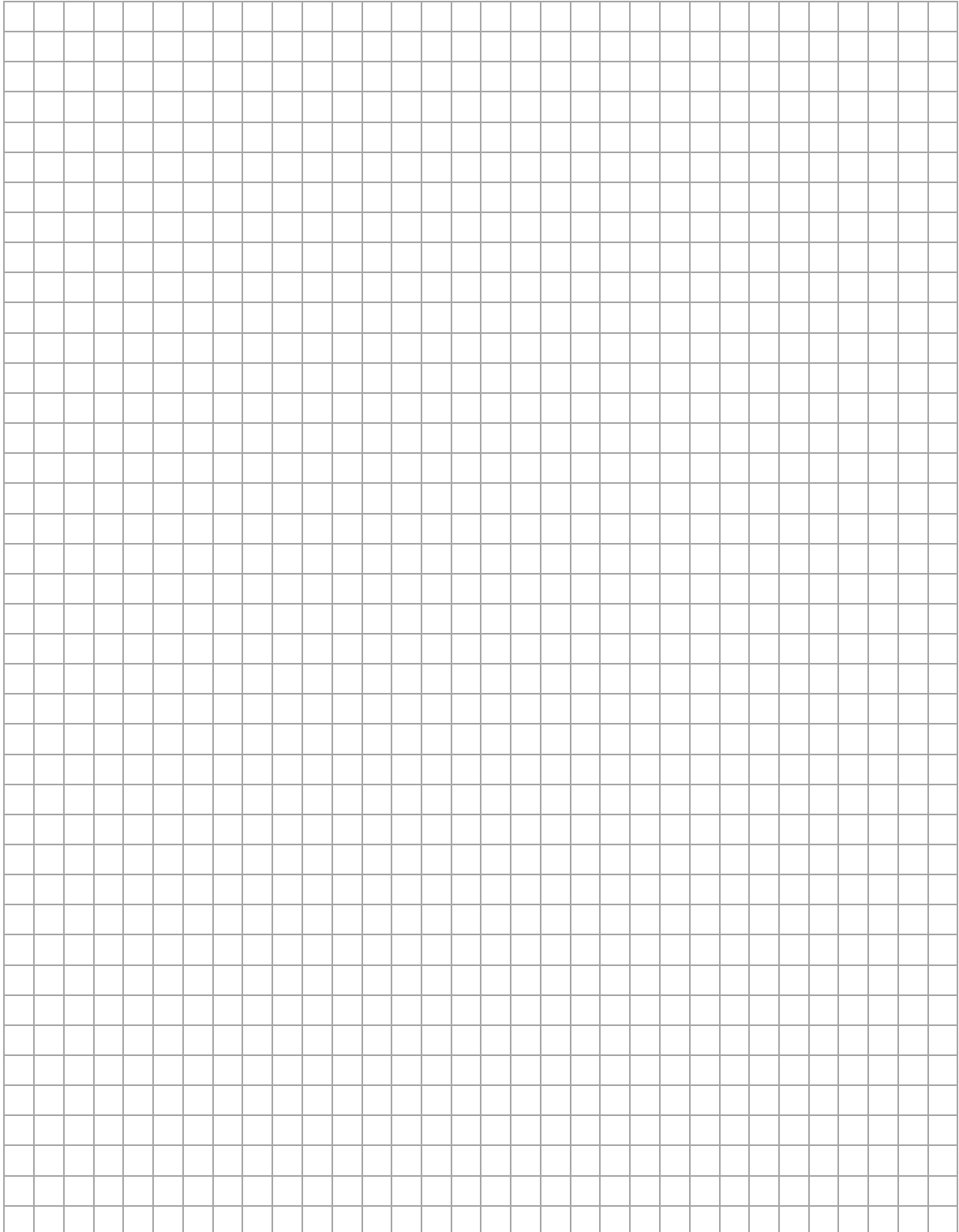
C.  $v_p = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

D.  $v_p > \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

**Zadanie 3.2. (3 pkt)**

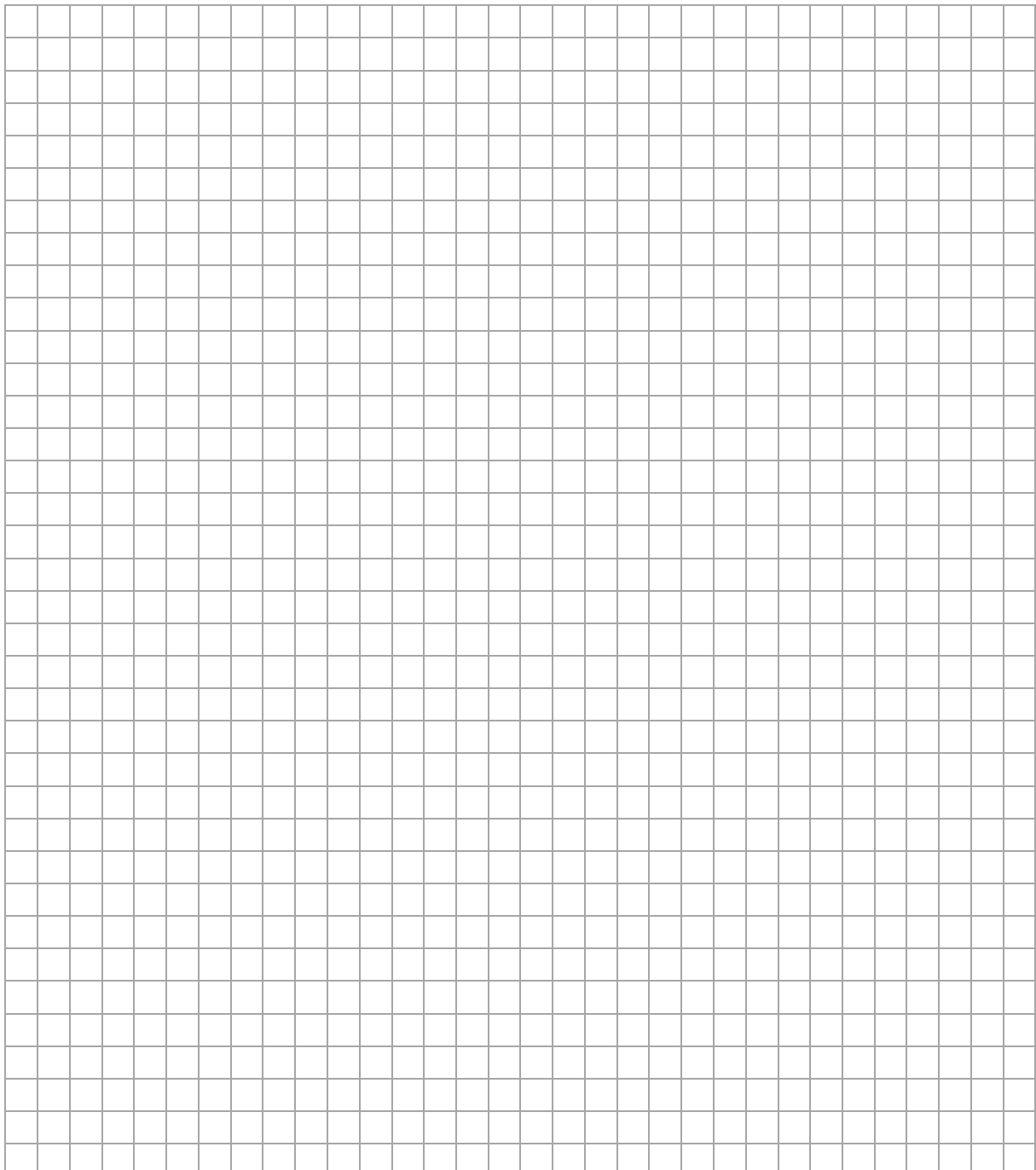
**Oblicz wartość natężenia pola grawitacyjnego na orbicie kołowej, po której poruszała się sonda.**



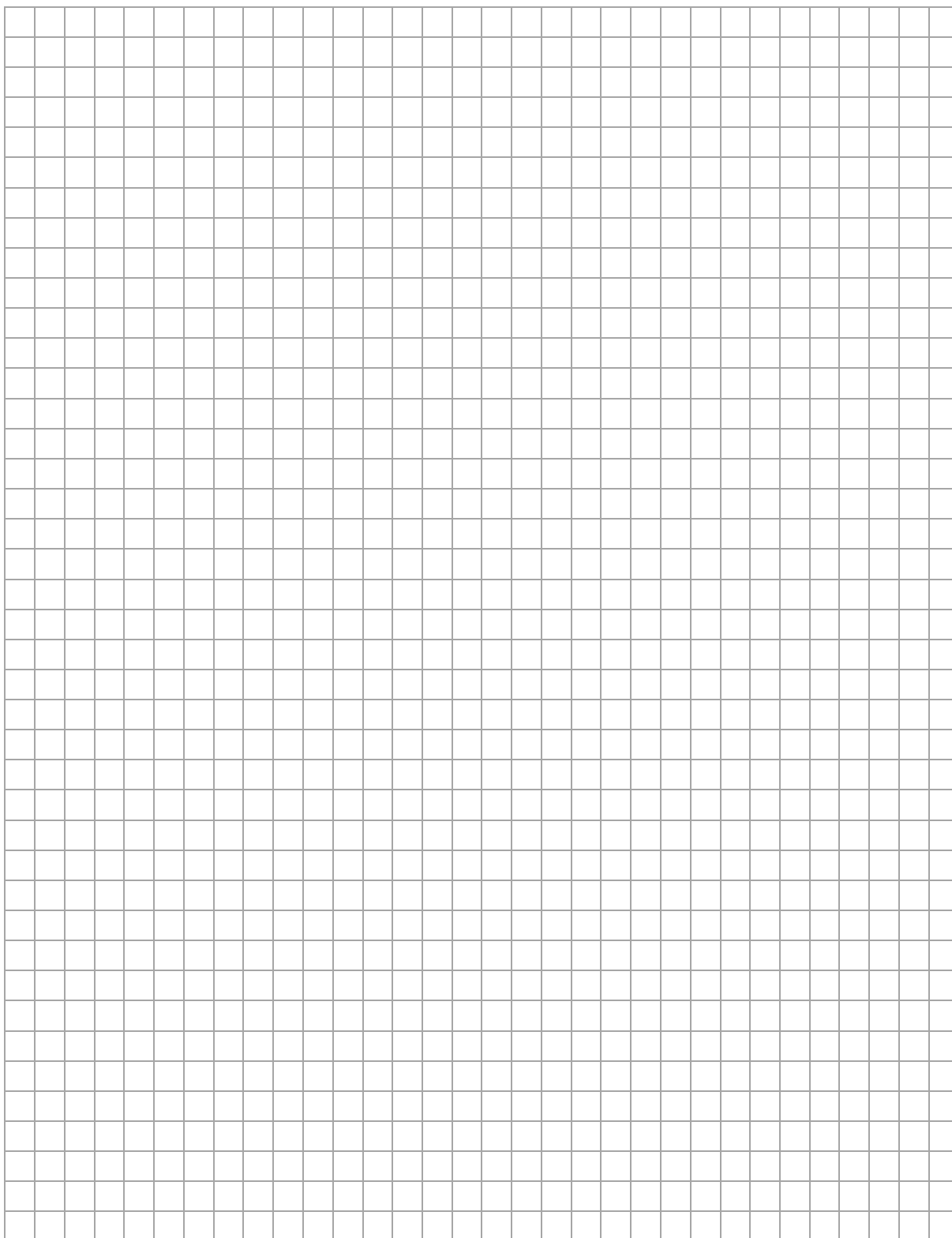
**Zadanie 3.3. (3 pkt)**

**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  $v_{or}$*







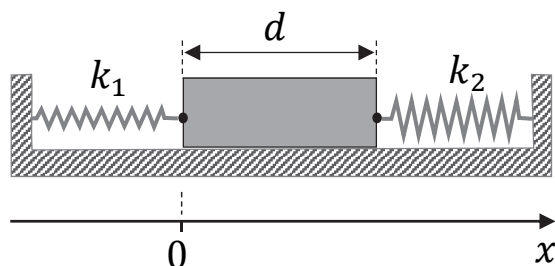
**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

### Informacja do zadań 4.2. i 4.3.

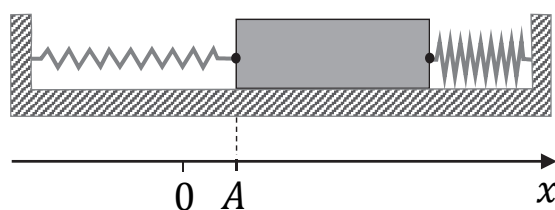
W drugim doświadczeniu zamocowano do końców obu sprężyn jednorodny klocek o masie  $m = 100$  g. Sprężyny zamocowane do klocka początkowo nie były napięte (zobacz rys. 3. oraz rys.1.). Klocek wychylono z położenia równowagi o  $A = 5,5$  cm wzdłuż osi układu (zobacz rys. 4.), a następnie puszczo. W wyniku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

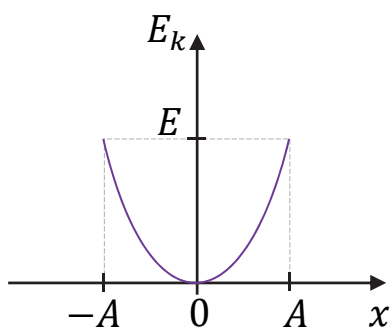




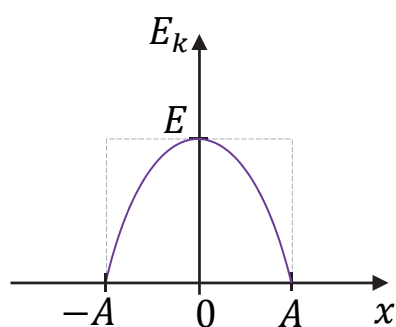
**Zadanie 4.2. (1 pkt)**

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

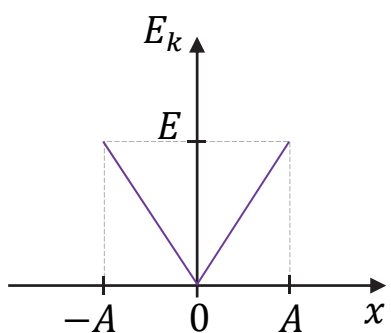
**A.**



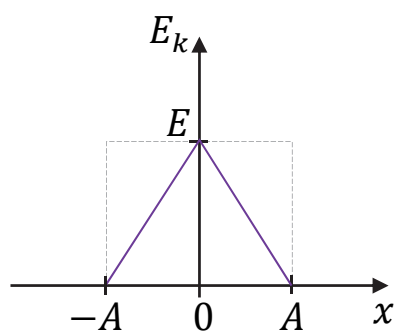
**B.**



**C.**



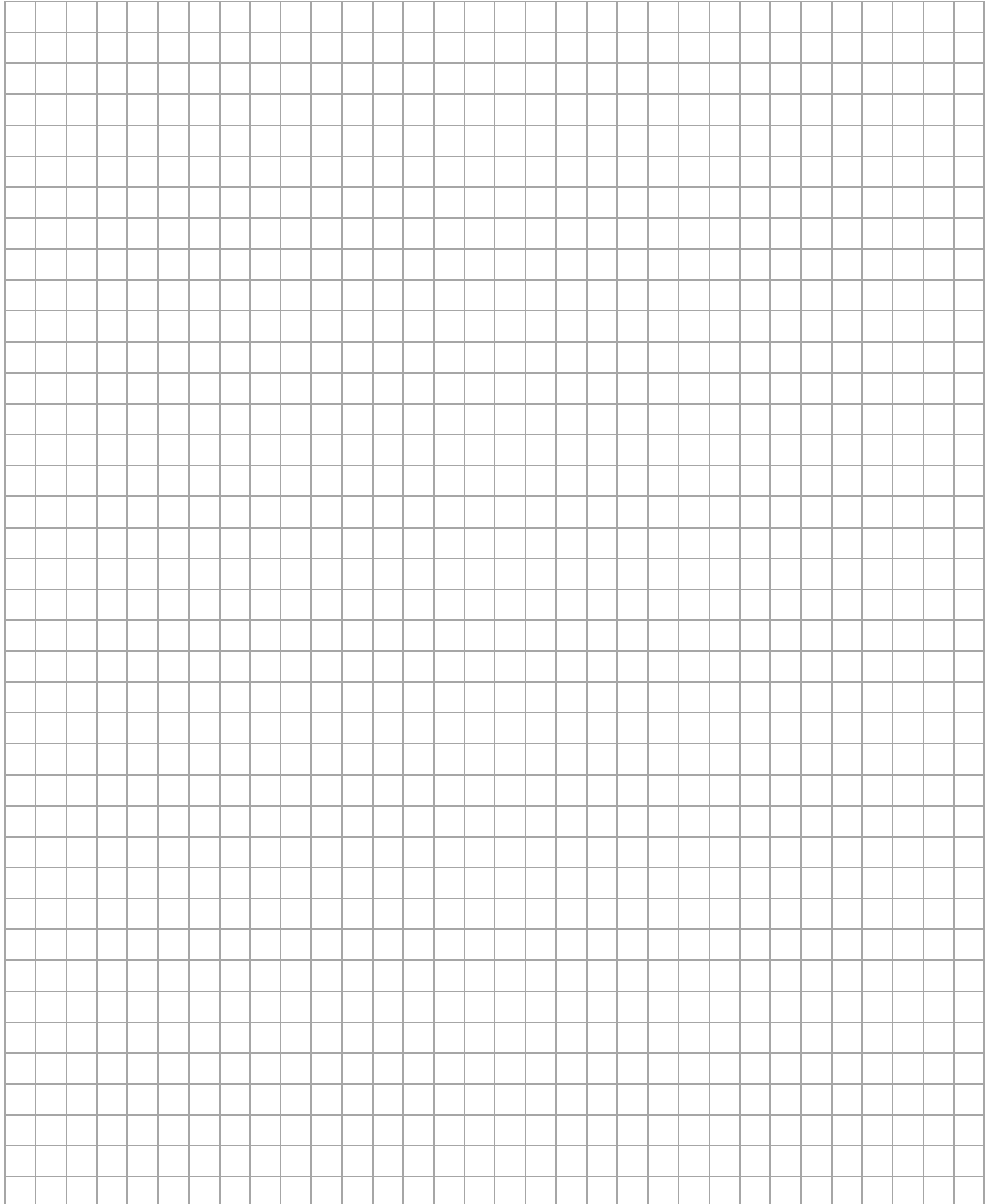
**D.**



**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

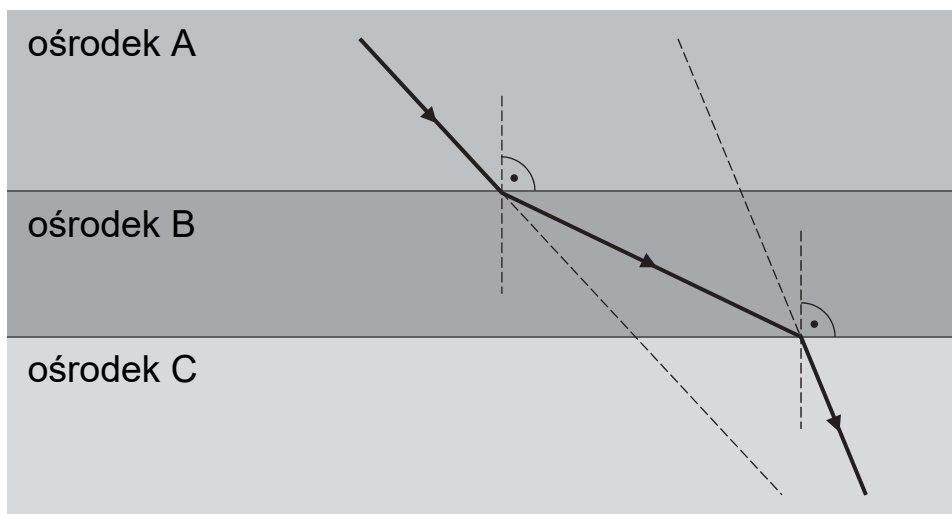
**Zadanie 4.3. (3 pkt)**

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



### Zadanie 5. (1 pkt)

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  $\lambda_A$ ,  $\lambda_B$ ,  $\lambda_C$ . 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  $\lambda_A$ ,  $\lambda_B$ ,  $\lambda_C$ ) tak, aby otrzymana relacja między nimi była prawdziwa.**

..... < ..... < .....



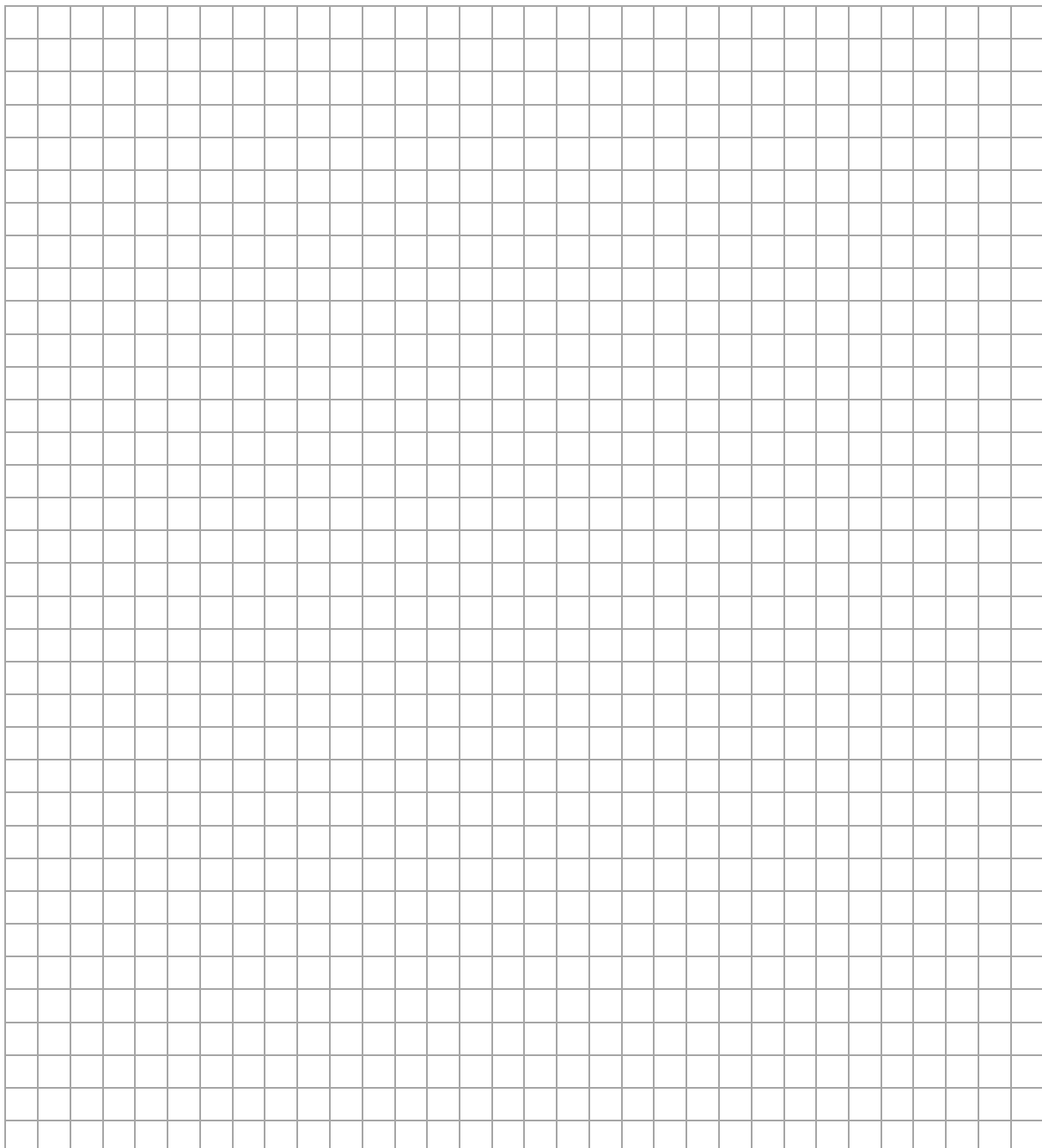


**Informacja do zadań 6.3. i 6.4.**

Pomiń udział naczynia w analizie bilansu cieplnego.

**Zadanie 6.3. (2 pkt)**

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. (1 pkt)**

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

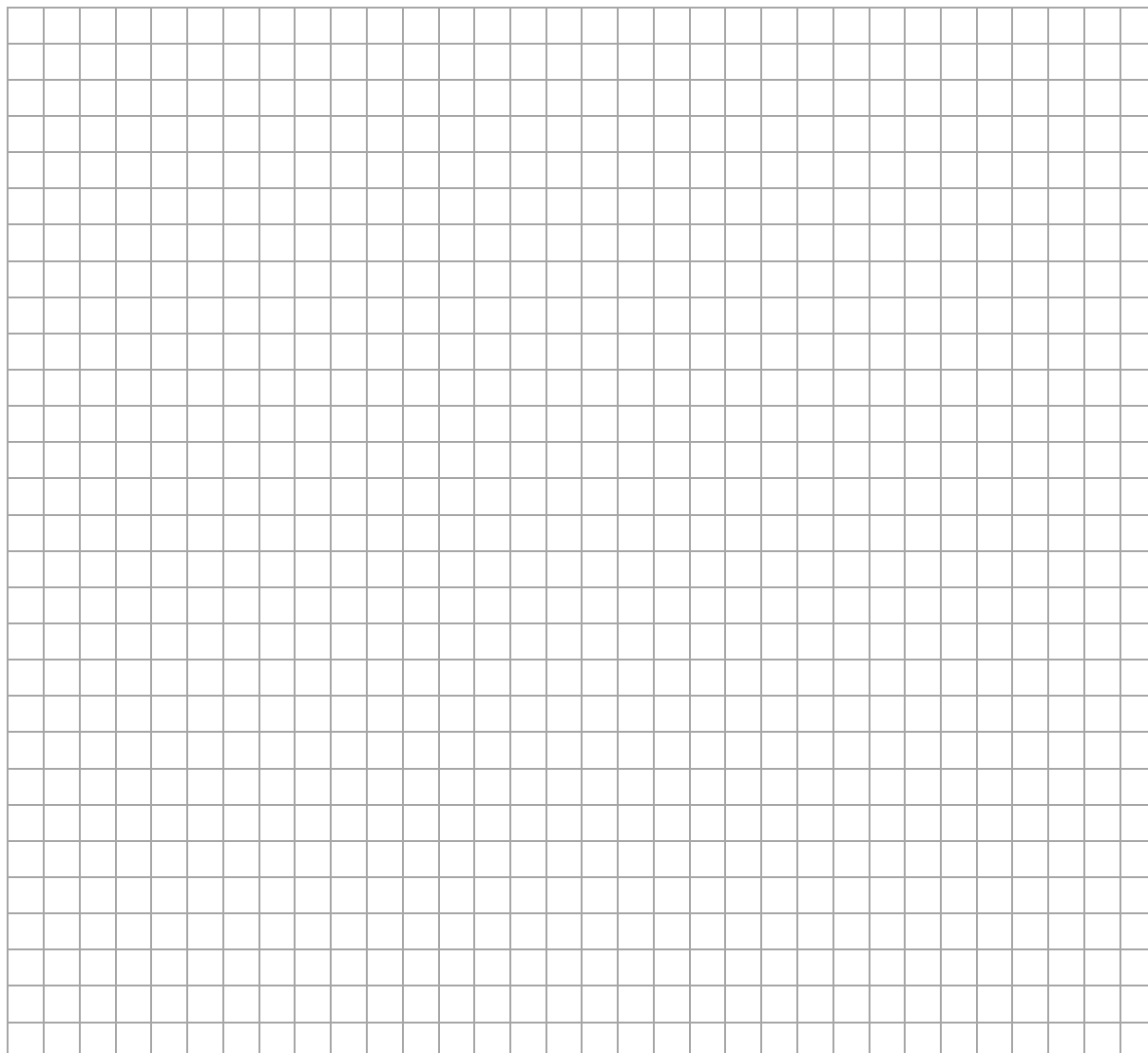
<b>A.</b>	mniejsza niż 17,0 °C,	ponieważ woda w naczyniu	<b>1.</b>	odda ciepło do otoczenia.
<b>B.</b>	równa 17,0 °C,		<b>2.</b>	pobierze ciepło z otoczenia.
<b>C.</b>	większa niż 17,0 °C,		<b>3.</b>	nie wymieni ciepła z otoczeniem.

**Zadanie 7. (3 pkt)**

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.**





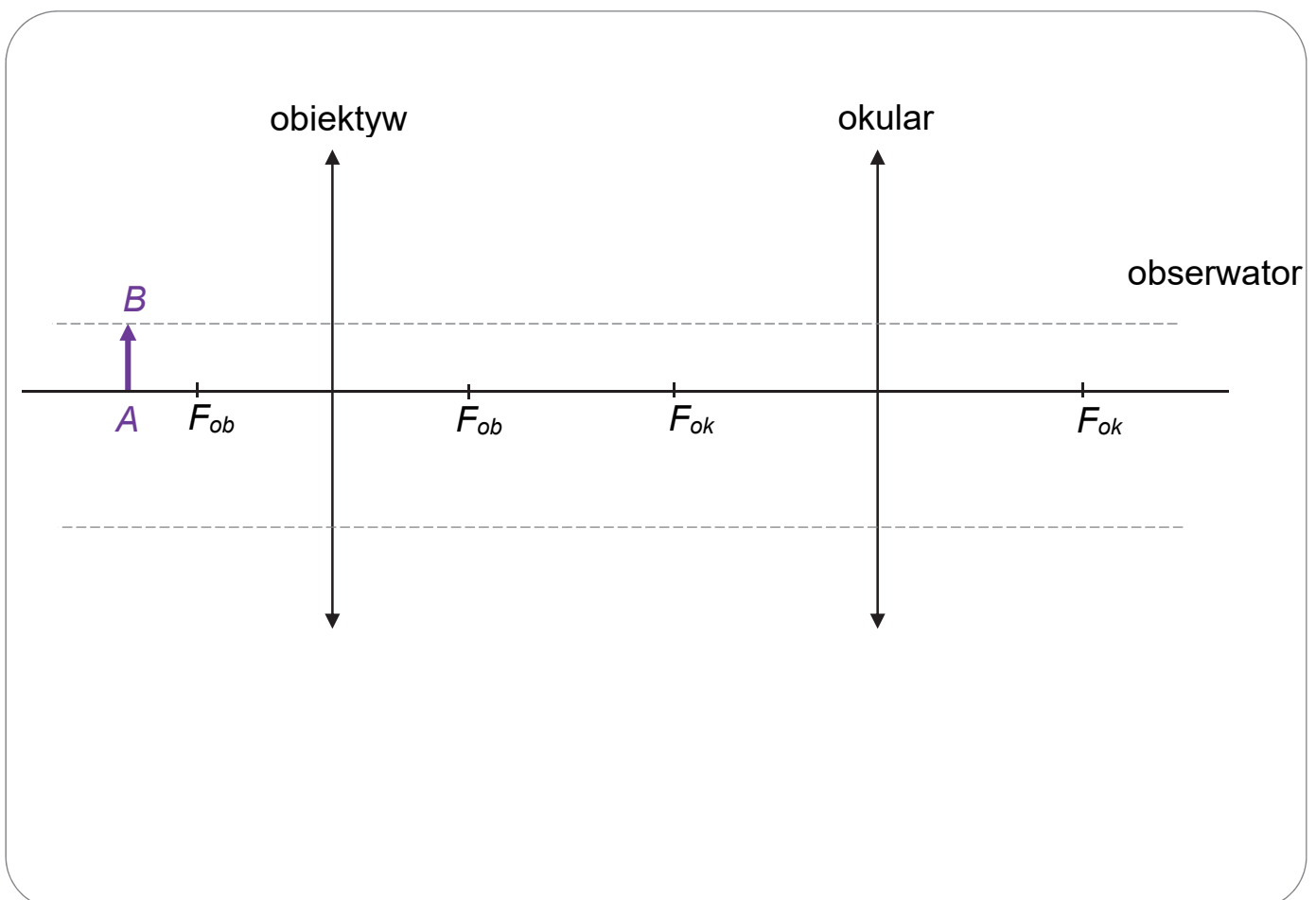


### Zadanie 9.

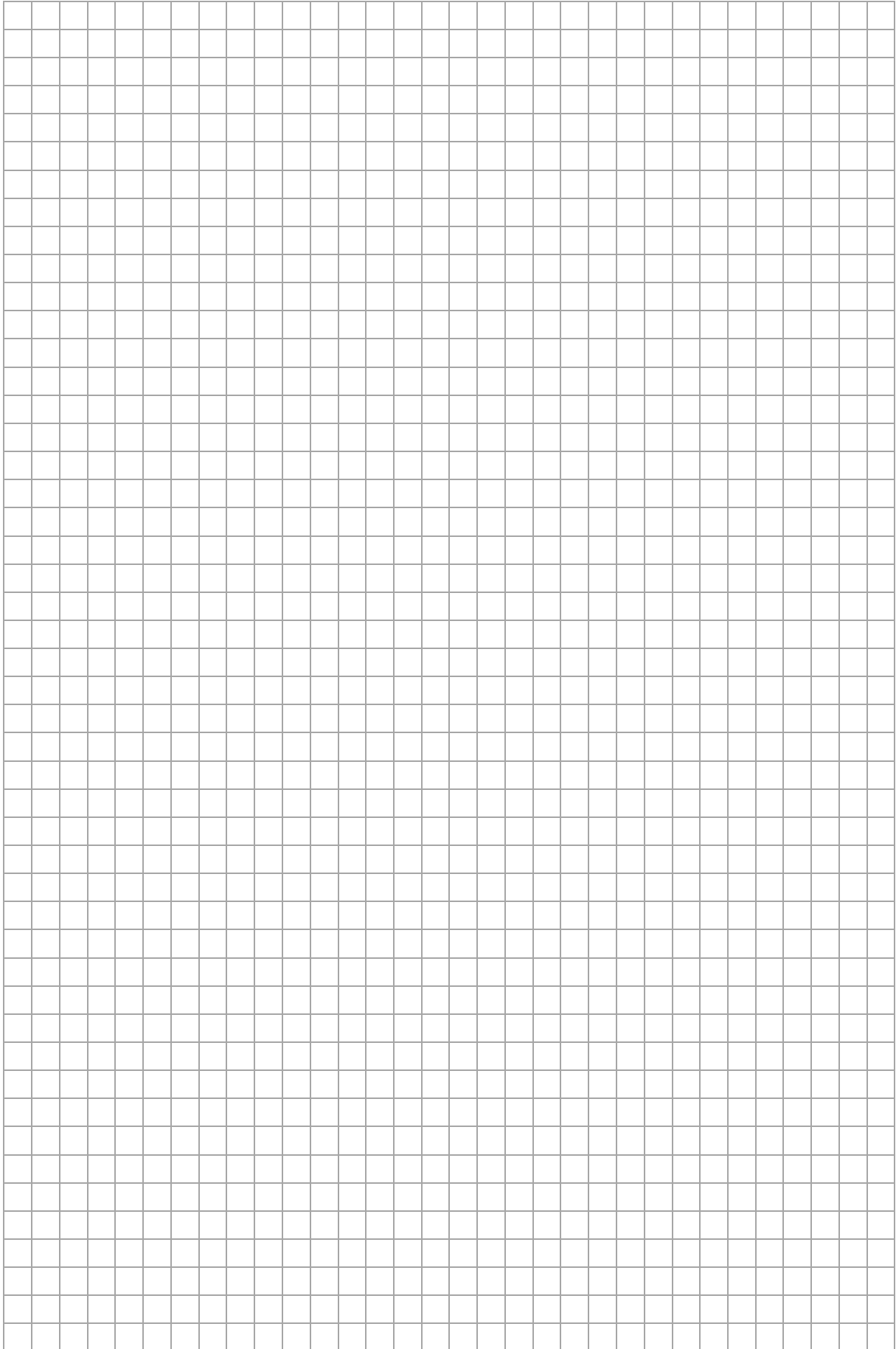
Na rysunku poniżej przedstawiono układ optyczny składający się z dwóch soczewek skupiających: obiektywu i okularu. Ogniska obiektywu i okularu oznaczono na osi optycznej układu jako  $F_{ob}$  i  $F_{ok}$ . Przedstawiony układ jest uproszczonym modelem mikroskopu.

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







**Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na kolejnych stronach.**

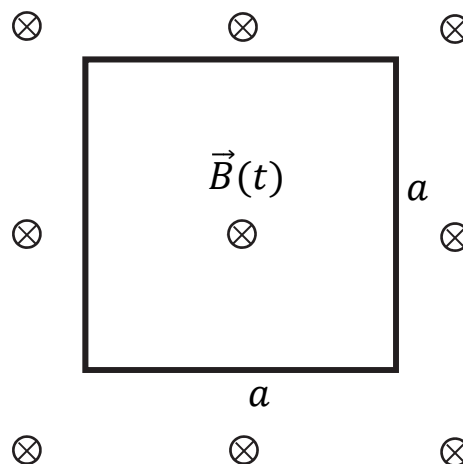
### Zadanie 10.

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. (2 pkt)

Na rysunku (strona 30) 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

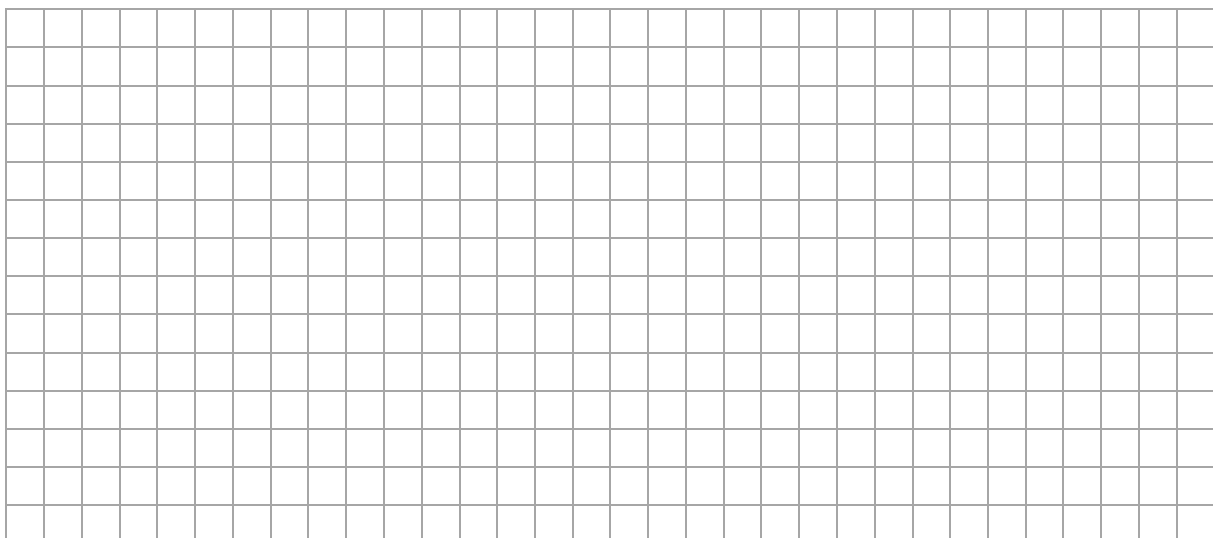
← – oznaczającego zwrot w lewo, LUB

↑ – oznaczającego zwrot w górę, LUB

↓ – oznaczającego zwrot w dół.

### Zadanie 10.2. (1 pkt)

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

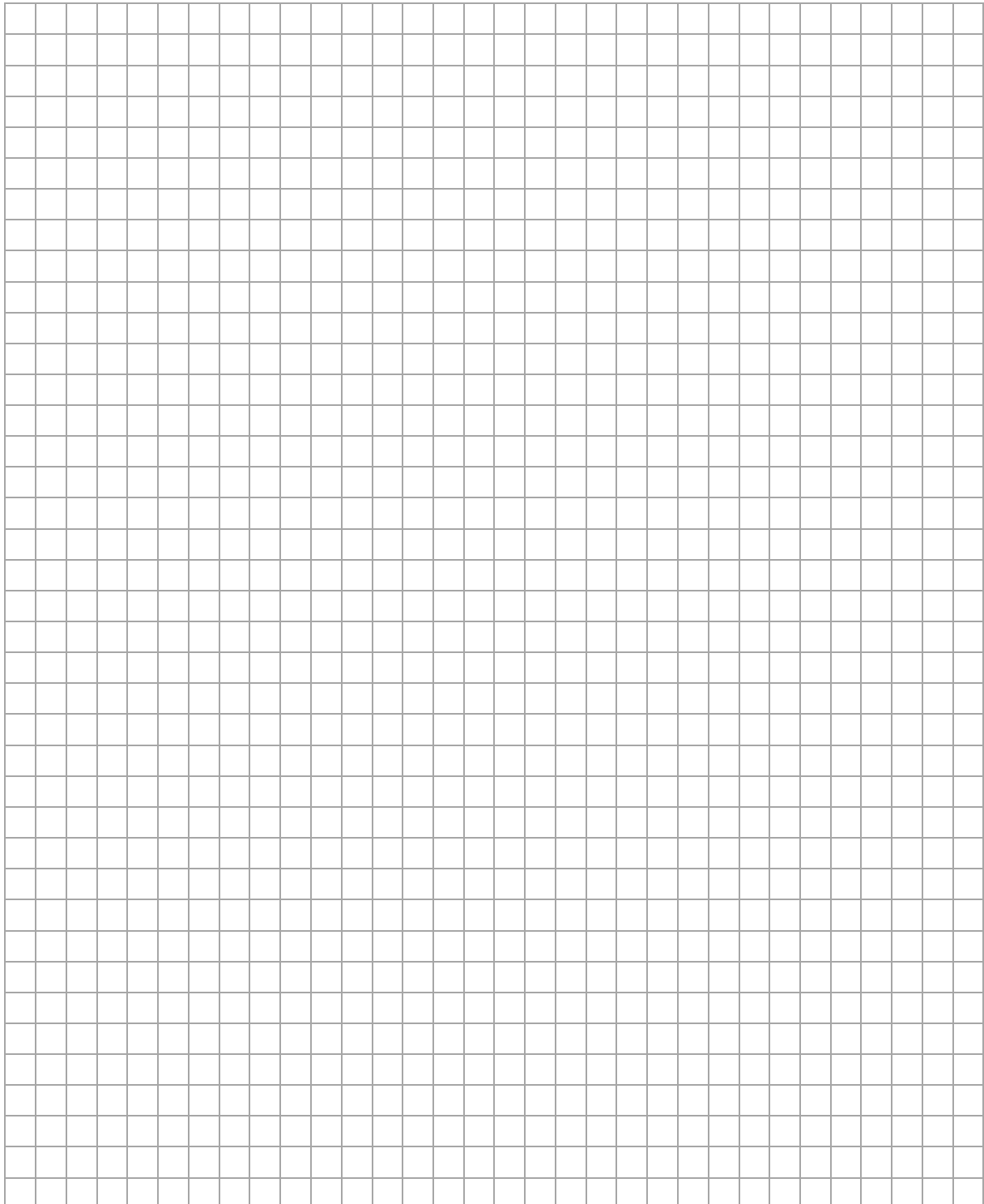


**Pozostała część zadania na następnej stronie.**

**Zadanie 10.3. (3 pkt)**

**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 (zewnętrznego) 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. (1 pkt)

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

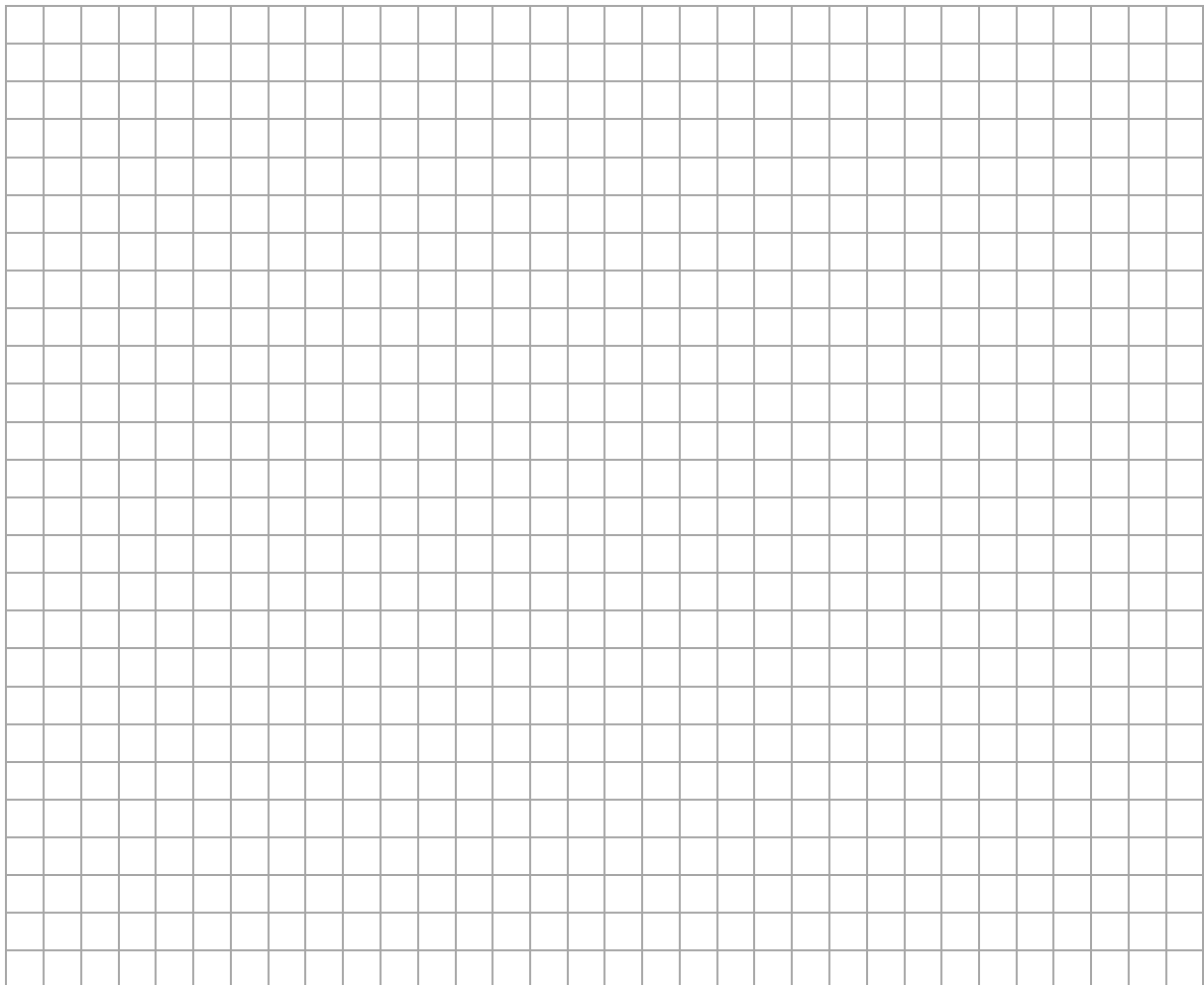
### Zadanie 11.

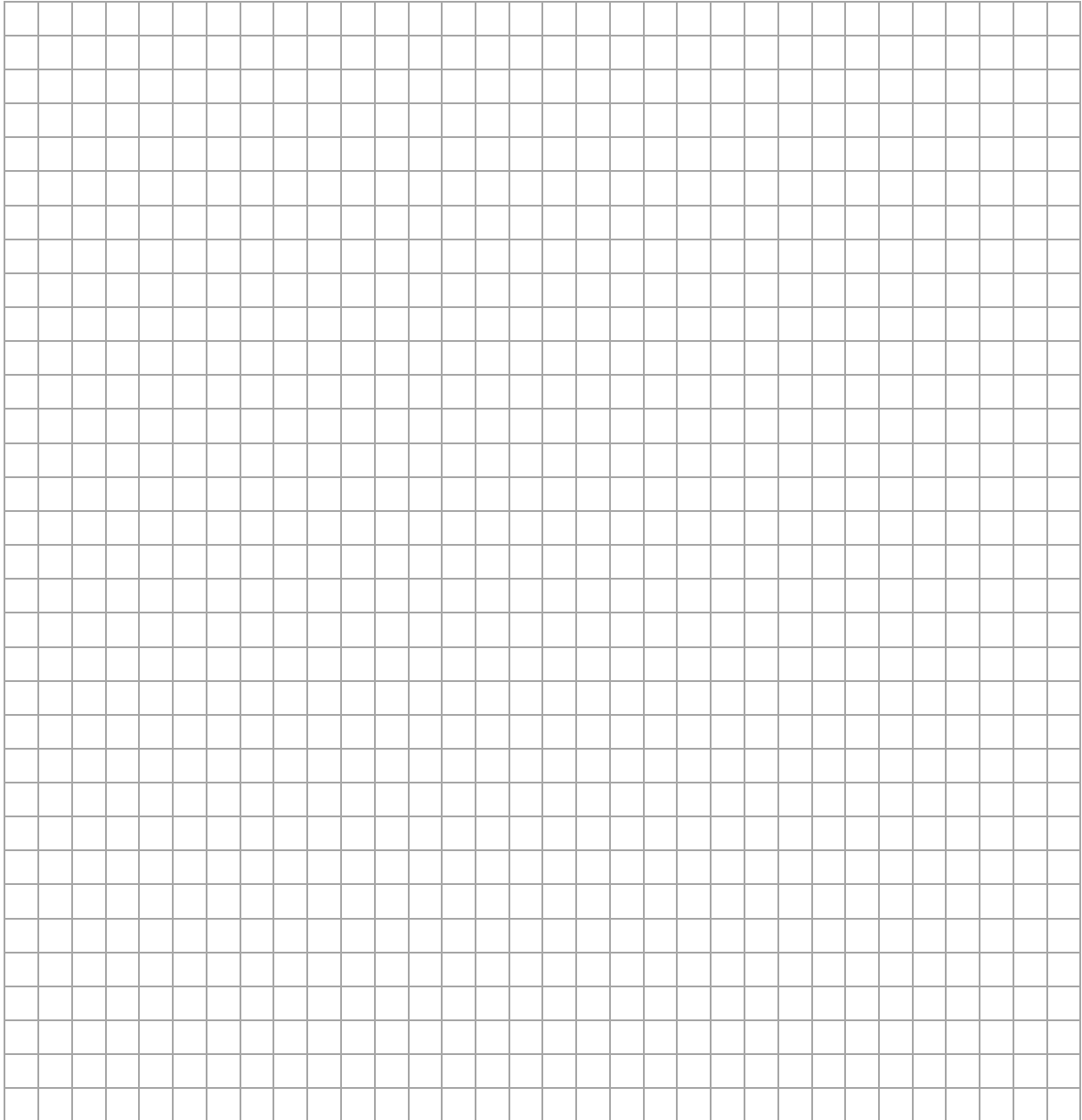
Rozważamy dwie identyczne grzałki A i B, które można łączyć szeregowo lub równoległe oraz wykorzystać do podgrzania ustalonej masy wody.

#### Zadanie 11.1. (3 pkt)

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. (2 pkt)

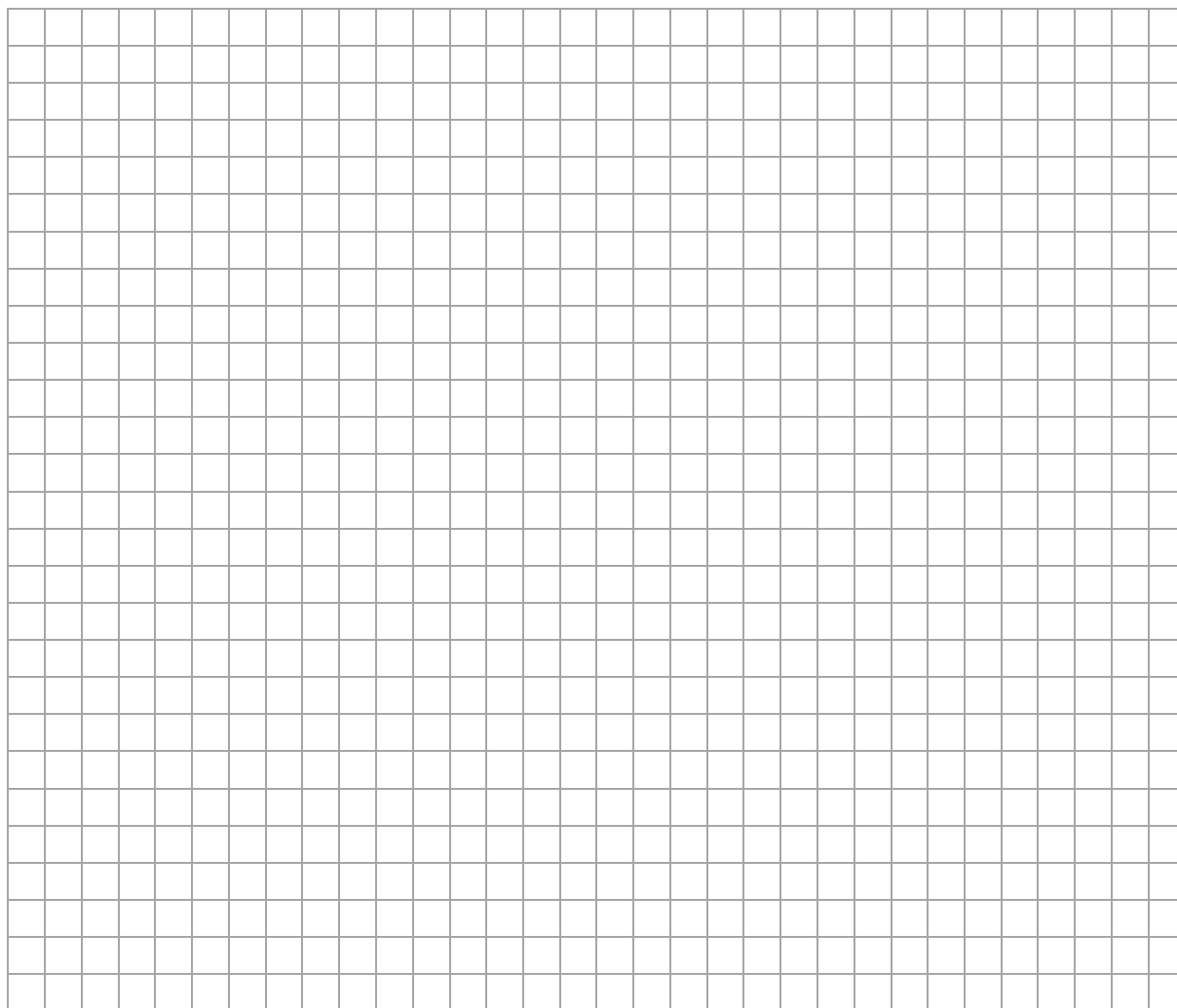
W rzeczywistości, w pewnym zakresie temperatur (zawierającym przedział od 30 °C do 100 °C), opór elektryczny  $R$  spirali grzałki zależy od jej temperatury  $T$  zgodnie ze wzorem:

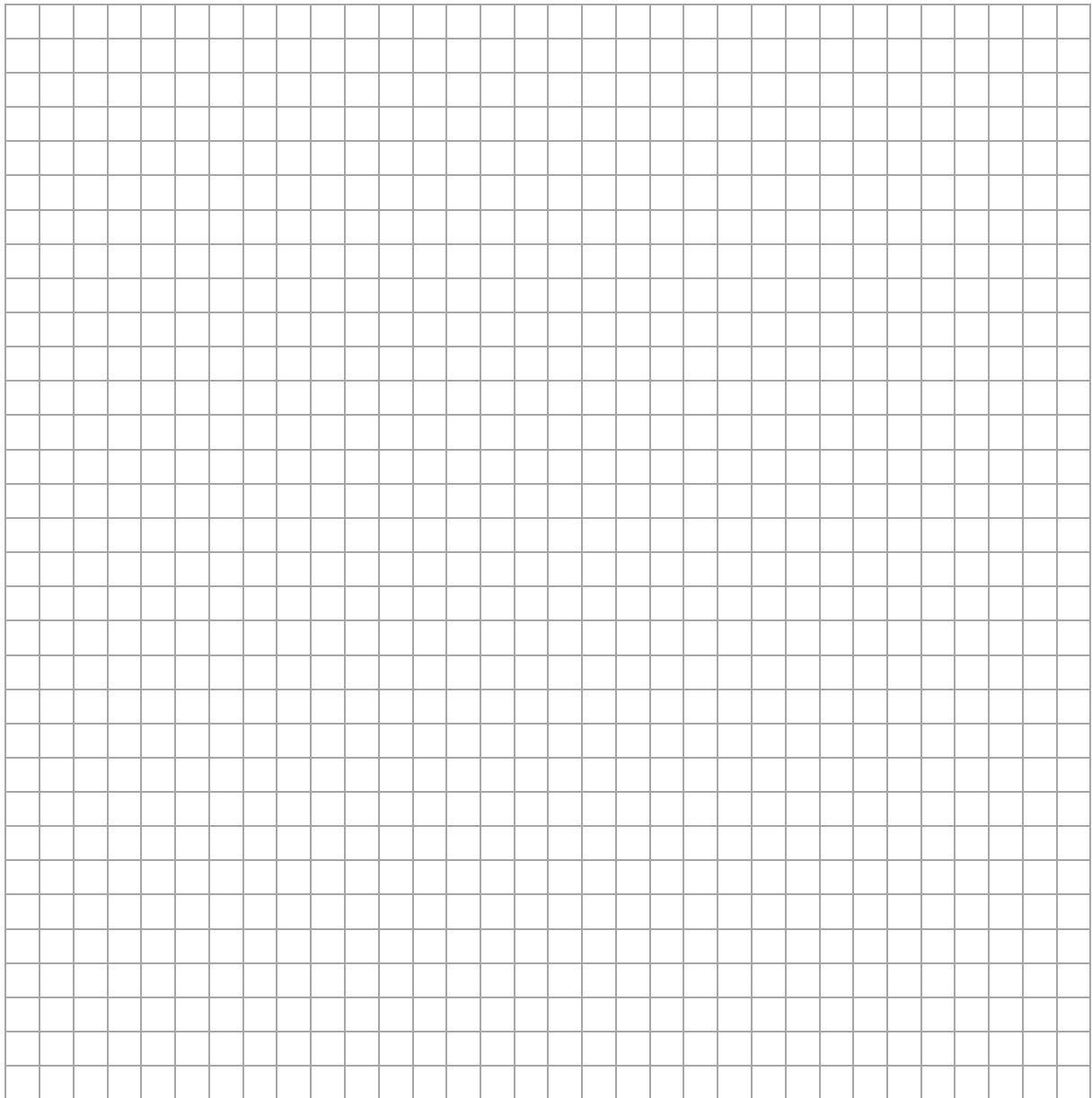
$$R(T) = R_{30} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

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.**

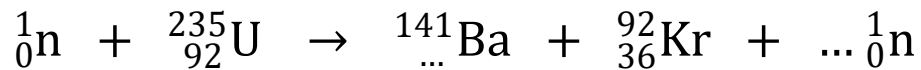




## Zadanie 12.

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. (2 pkt)

Uzupełnij dwa powyższe równania reakcji jądrowych.

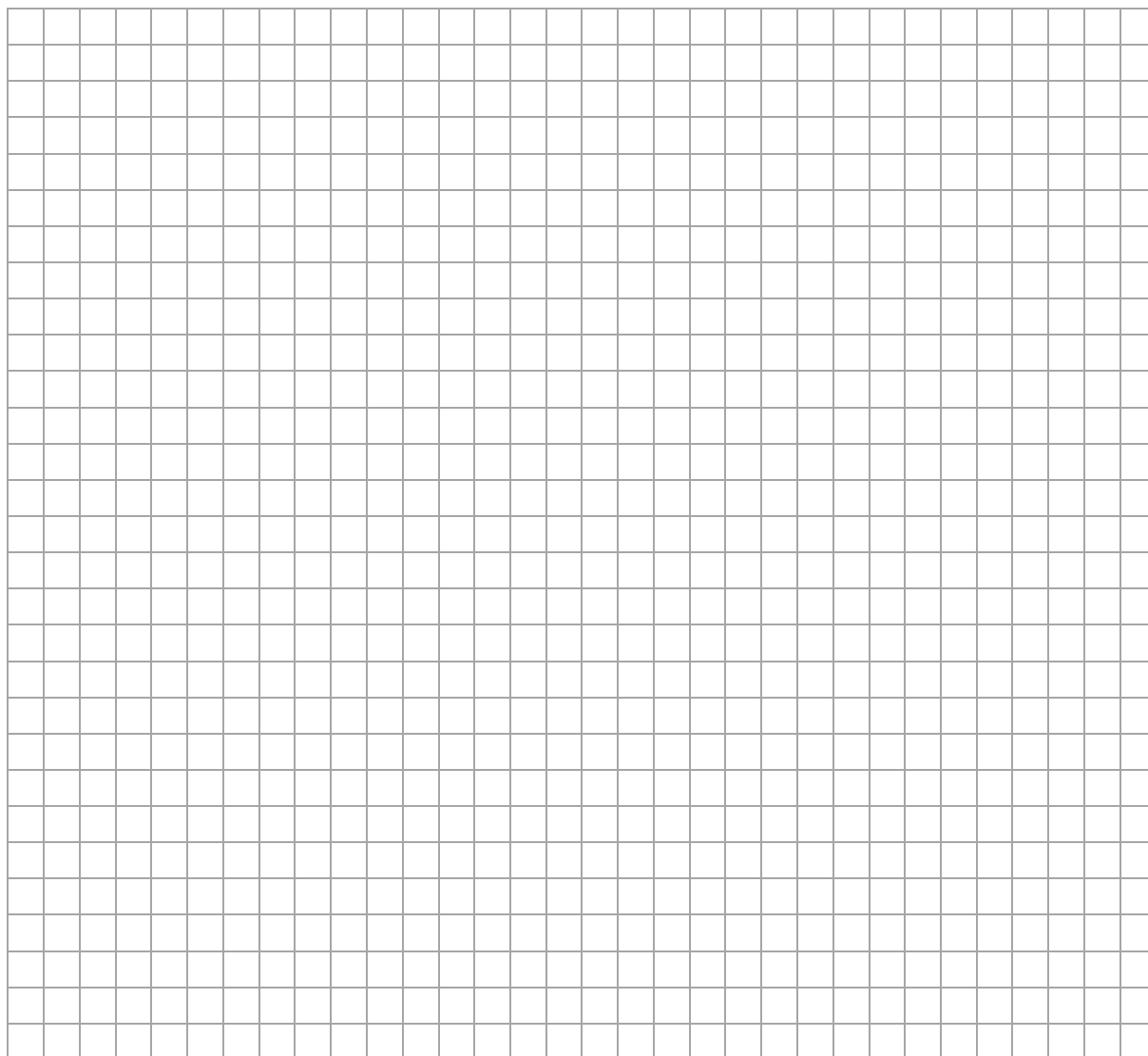
Wpisz w wykropkowane miejsca właściwe liczby atomowe, liczby masowe, symbol pierwiastka lub cząstki oraz liczbę cząstek.

**Zadanie 12.2. (2 pkt)**

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. (1 pkt)

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*)**

