

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: **19 maja 2022 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

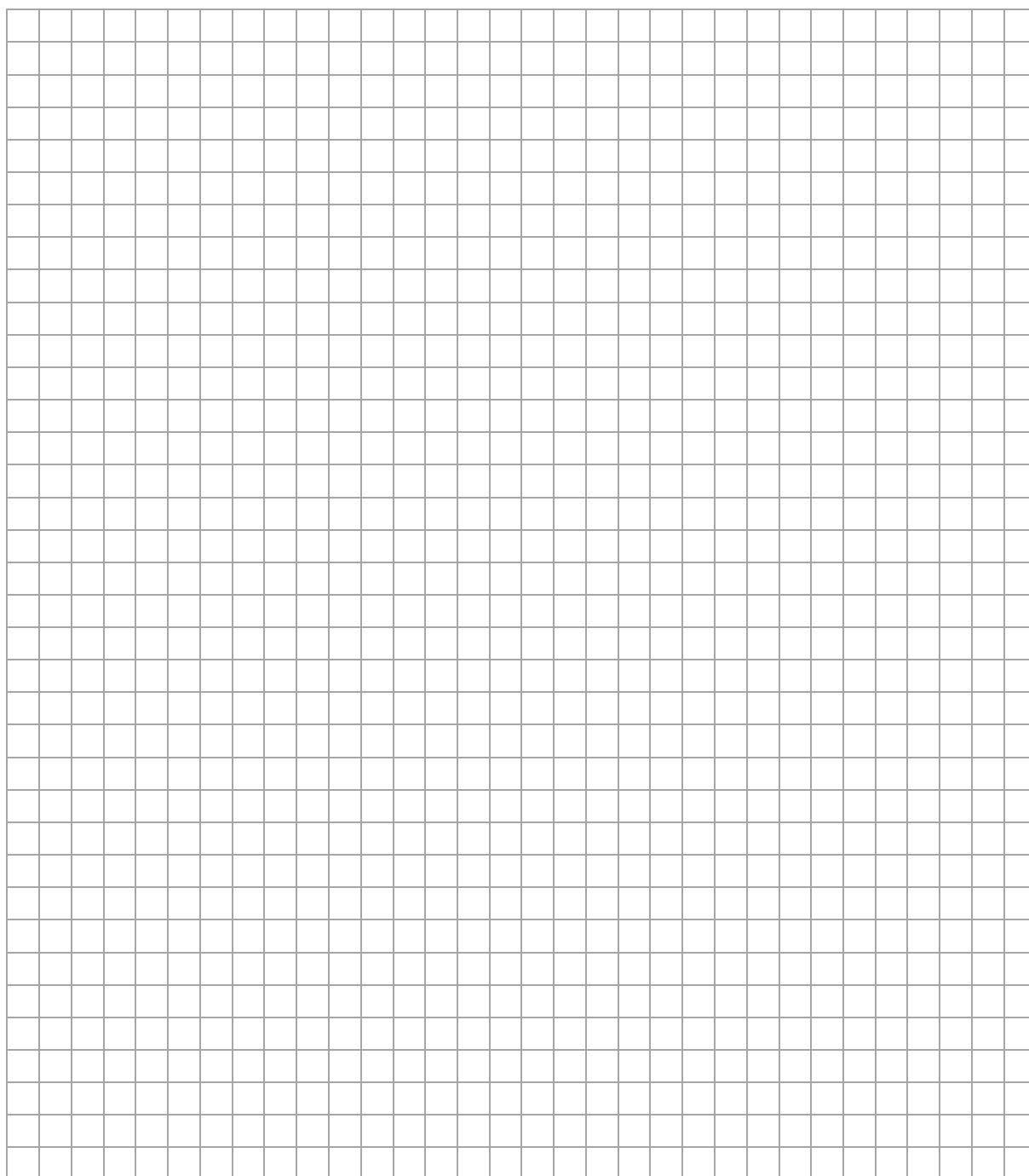
### Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 23 strony (zadania 1–12). 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**-2205



**Zadanie 1.3. (0–3)****Oblicz odległość pomiędzy ciałami A i B w chwili  $t = 45$  s.**Przyjmij, że w chwili  $t = 0$  odległość pomiędzy ciałami A i B była równa 0.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1.	1.2.	1.3.
	Maks. liczba pkt	1	2	3
	Uzyskana liczba pkt			

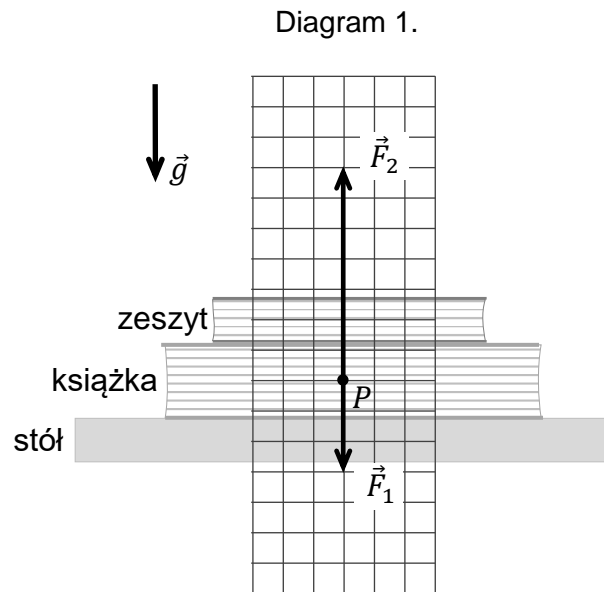
### Zadanie 2. (0–2)

Na płaskiej, poziomej powierzchni stołu leży książka, a na książce leży zeszyt.

Na diagramie 1. narysowano dwie z trzech sił działających na książkę (w układzie inercyjnym):

$\vec{F}_1$  – siłę nacisku zeszytu działającą na książkę,  $\vec{F}_2$  – siłę reakcji stołu działającą na książkę.

Długości wektorów na diagramie odpowiadają wartościom tych sił, a długość boku kratki odpowiada umownej jednostce siły. Punkt  $P$  (na diagramach 1. i 2.) reprezentuje książkę, punkt  $Q$  (na diagramie 3.) reprezentuje zeszyt.

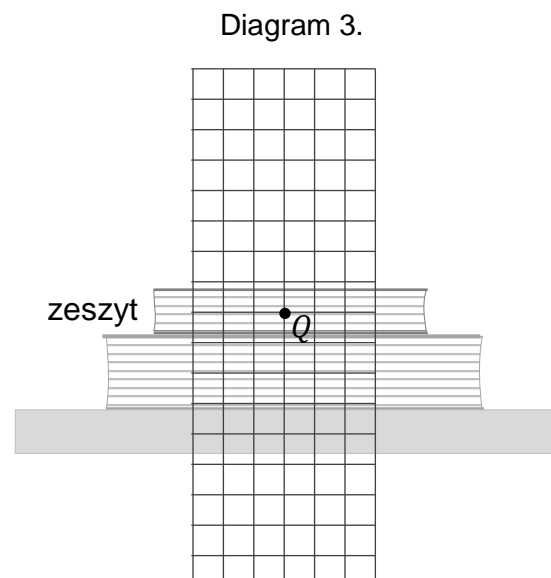
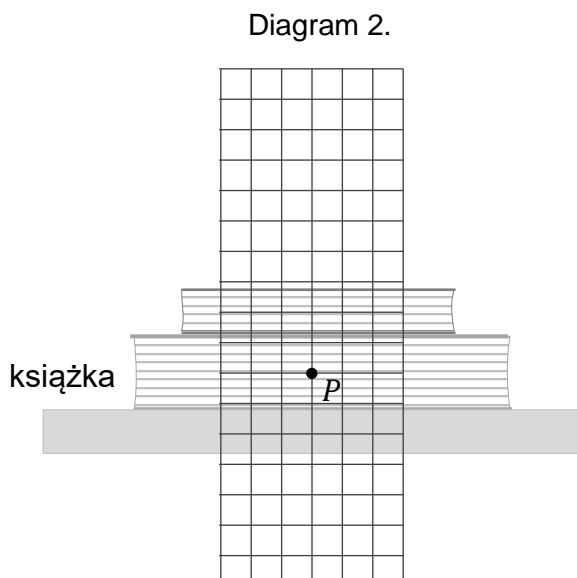


Na diagramach 2. i 3. narysuj i oznacz odpowiednio:

$\vec{F}_3$  – siłę ciężkości działającą na książkę, przyłożoną w punkcie  $P$ ;

$\vec{F}_4$  – siłę reakcji książki działającą na zeszyt, przyłożoną w punkcie  $Q$ .

Zachowaj odpowiednie kierunki, zwroty oraz długości wektorów, odpowiadające wartościom tych sił.

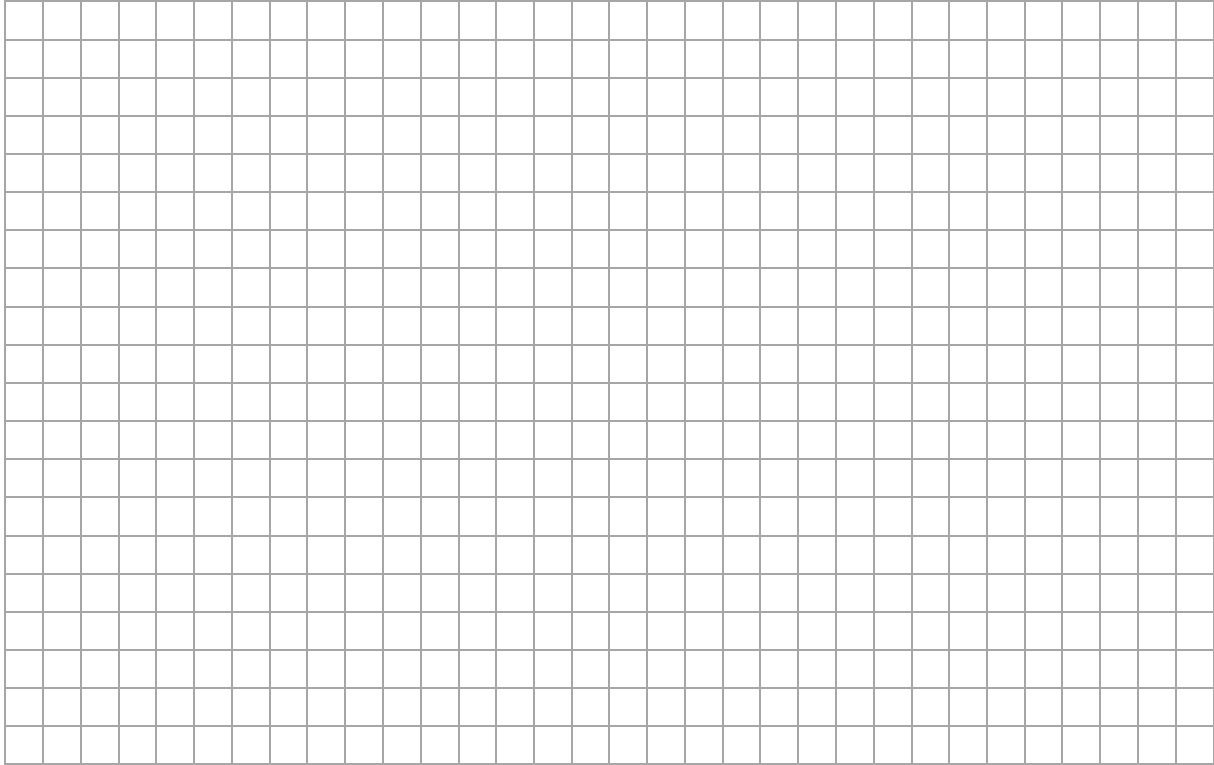






**Zadanie 4.3. (0–3)**

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć  $v_{max}$  – wartość prędkości, z jaką kulka opada w cieczy ruchem jednostajnym prostoliniowym – w zależności od: promienia kulki  $R$ , gęstości cieczy  $\rho_c$ , gęstości kulki  $\rho_k$ , przyspieszenia ziemskiego  $g$  oraz stałej  $A$ .



**Zadanie 4.4. (0–2)**

Szklana kulka po opadnięciu w cieczy pozostaje nieruchoma na poziomym dnie naczynia (zobacz rysunek obok). Na rysunku oznaczono środek kulki  $S$  oraz trzy małe fragmenty jej powierzchni:  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , o tych samych polach.

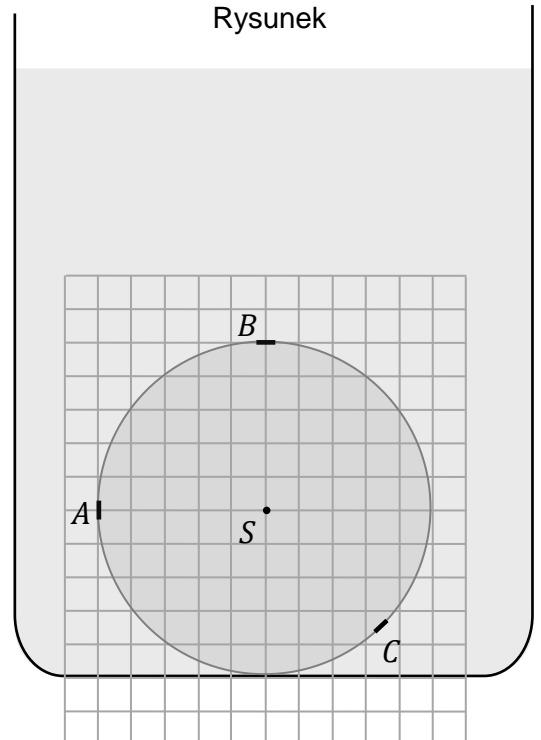
Na rysunku obok narysuj wektory sił parcia cieczy na fragmenty powierzchni  $A$ ,  $B$ ,  $C$ . Oznacz te siły jako – odpowiednio –  $\vec{F}_A$ ,  $\vec{F}_B$ ,  $\vec{F}_C$ . Zachowaj relacje (większy, równy, mniejszy) między wartościami sił i zapisz te relacje – wstaw w każde wykropkowane miejsce odpowiedni znak wybrany spośród:  $>$ ,  $=$ ,  $<$ .

$F_A$  .....  $F_B$

$F_A$  .....  $F_C$

$F_B$  .....  $F_C$

Rysunek



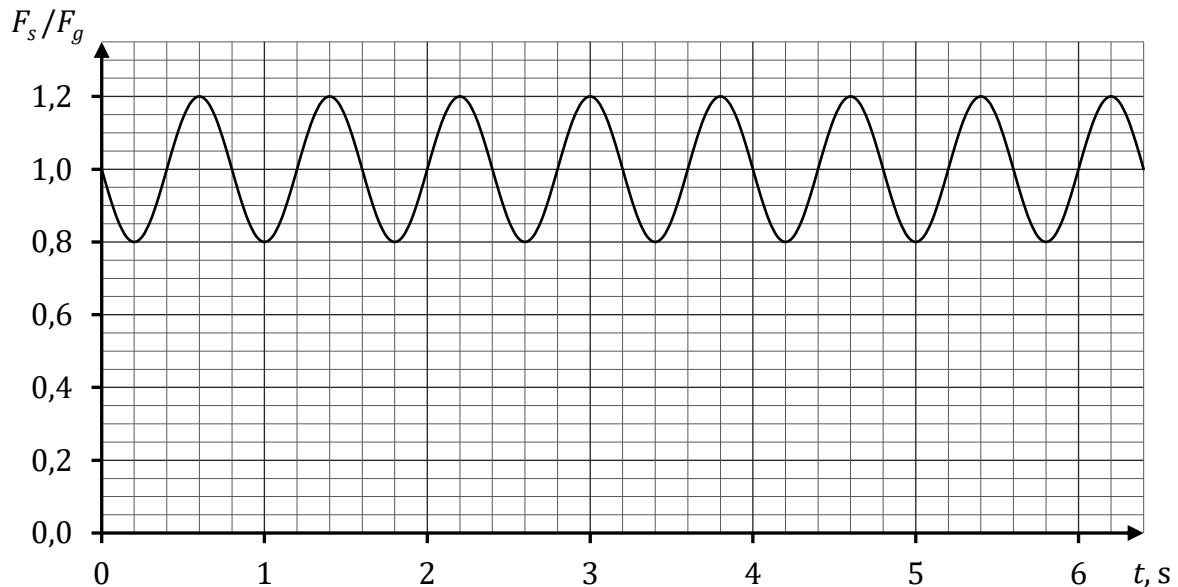
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.1.	4.2.	4.3.	4.4.
	Maks. liczba pkt	1	2	3	2
Uzyskana liczba pkt					

### Zadanie 5.

Ciężarek o masie  $m = 0,15 \text{ kg}$  zawieszony na sprężynie wykonuje drgania w kierunku pionowym w układzie inercyjnym, w ziemskim polu grawitacyjnym. Na poniższym rysunku przedstawiono wykres zależności stosunku  $\frac{F_s}{F_g}$  od czasu, gdzie:

$F_s$  oznacza wartość siły, z jaką sprężyna działa na ciężarek,  
 $F_g$  oznacza wartość siły grawitacji działającej na ciężarek.

Rysunek



Przyjmij model zjawiska, w którym:

- zakładamy, że sprężyna jest idealnie sprężysta
- pomijamy opory ruchu
- pomijamy masę sprężyny
- przyspieszenie ziemskie wynosi  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

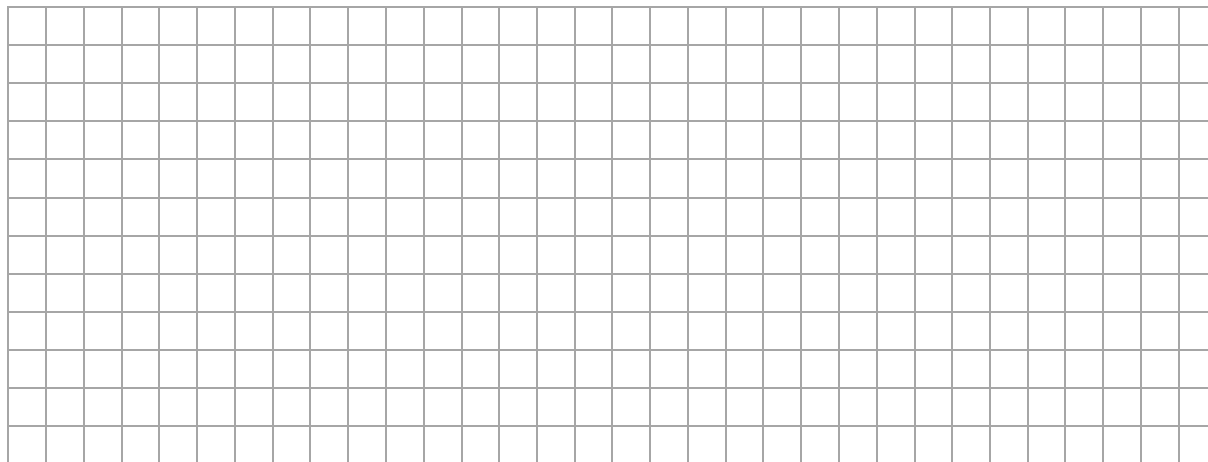
### Zadanie 5.1. (0–1)

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

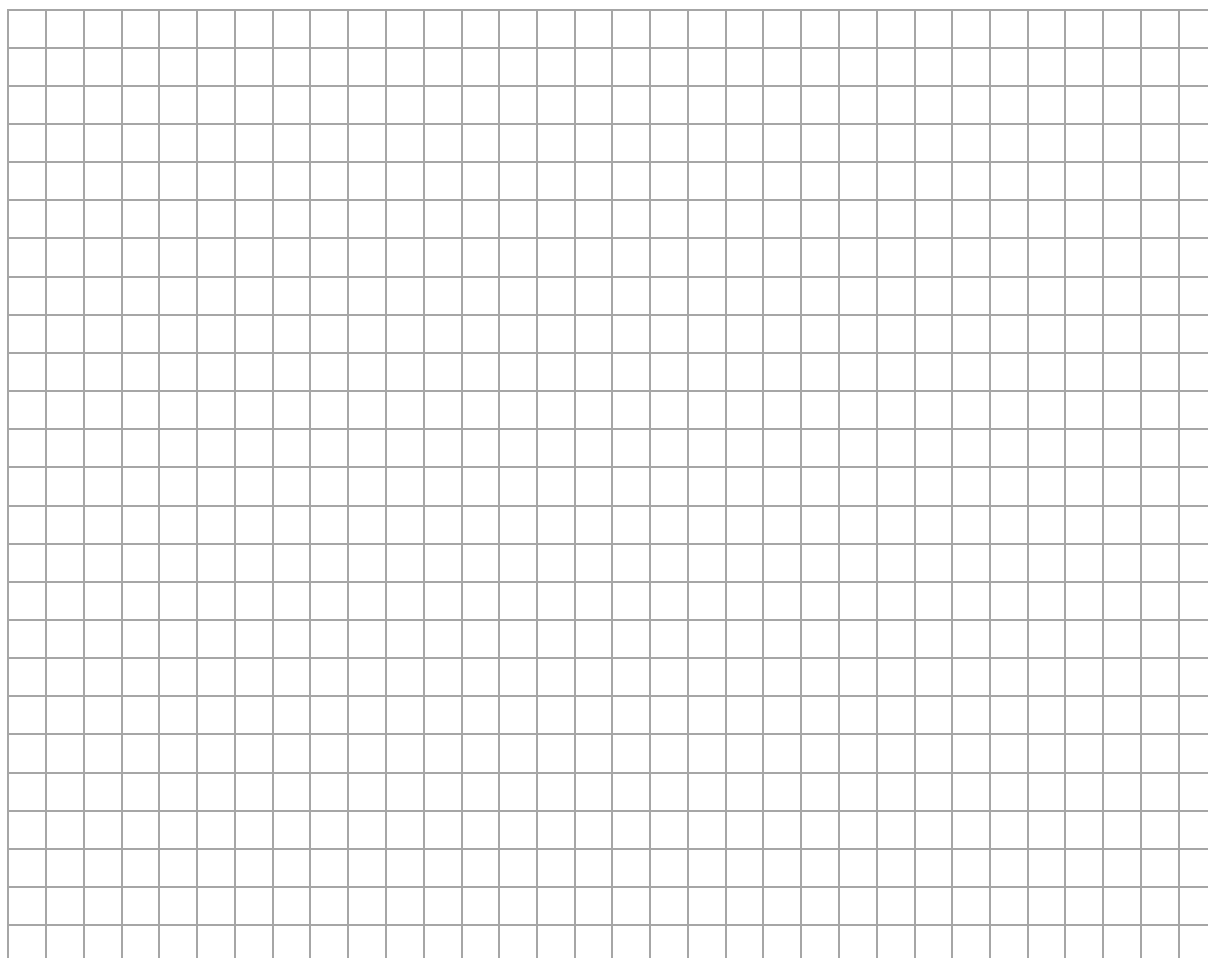
1.	Ciężarek wykonujący drgania pionowe znajdował się w najniższym położeniu m.in. w chwili $t = 3 \text{ s}$ .	P	F
2.	Wartość prędkości ciężarka podczas ruchu drgającego była największa m.in. w chwili $t = 2 \text{ s}$ .	P	F

**Zadanie 5.2. (0–2)**

Oblicz współczynnik  $k$  sprężystości sprężyny, na której zawieszono ciężarek.

**Zadanie 5.3. (0–4)**

Oblicz amplitudę wychylenia ciężarka z położenia równowagi sił podczas ruchu drgającego. Wynik liczbowy podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.



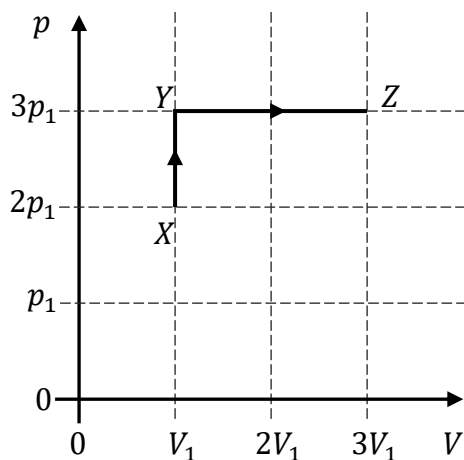
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.1.	5.2.	5.3.
	Maks. liczba pkt	1	2	4
	Uzyskana liczba pkt			

**Zadanie 6.**

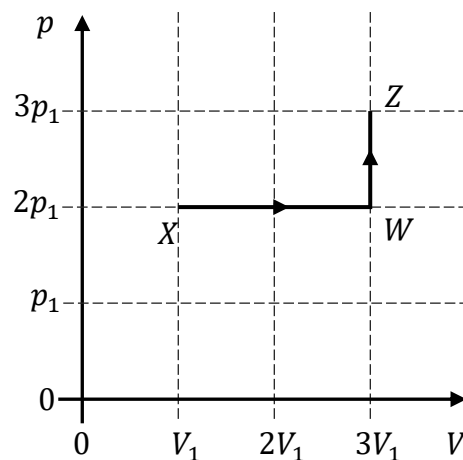
W doświadczeniu 1. ustaloną masę gazu doskonałego poddano najpierw przemianę izochorycznej ze stanu  $X$  do stanu  $Y$ , a następnie – przemianę izobarycznej ze stanu  $Y$  do stanu  $Z$ . W doświadczeniu 2. ustaloną masę gazu doskonałego poddano najpierw przemianę izobarycznej ze stanu  $X$  do stanu  $W$ , a następnie – przemianę izochorycznej ze stanu  $W$  do stanu  $Z$ .

W obu doświadczeniach użyto tego samego gazu doskonałego o takiej samej masie. Na rysunkach 1. i 2. przedstawiono wykresy zależności ciśnienia  $p$  gazu od objętości  $V$  gazu w przemianach  $X \rightarrow Y \rightarrow Z$  oraz w przemianach  $X \rightarrow W \rightarrow Z$ . Osie na obu wykresach są wyskalowane tak samo.

Rysunek 1. (doświadczenie 1.)



Rysunek 2. (doświadczenie 2.)

**Zadanie 6.1. (0–1)**

**Dokończ zdanie. Wpisz właściwą liczbę w wykropkowanym miejscu.**

Iloraz  $\frac{W_1}{W_2}$ , czyli stosunek pracy wykonanej przez siłę parcia gazu w przemianach  $X \rightarrow Y \rightarrow Z$  do pracy wykonanej przez siłę parcia gazu w przemianach  $X \rightarrow W \rightarrow Z$ , jest równy .....

**Zadanie 6.2. (0–1)**

Zmianę (przyrost) energii wewnętrznej gazu od stanu  $X$  do stanu  $Z$  w doświadczeniu 1. oznaczymy jako  $\Delta U_1$ , a w doświadczeniu 2. – jako  $\Delta U_2$ .

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

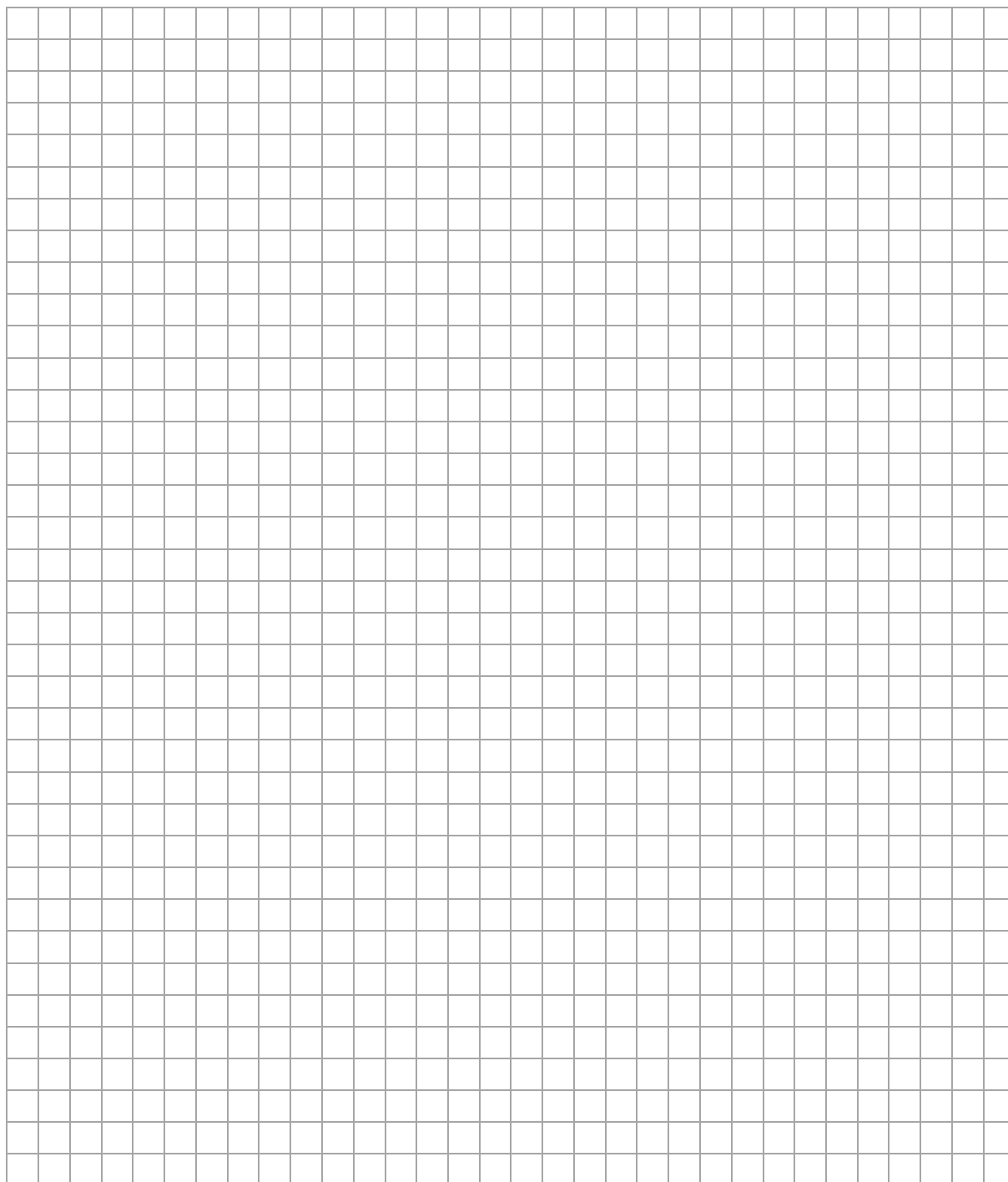
Zmiany energii wewnętrznej gazu w opisanych doświadczeniach spełniają relację

<b>A.</b>	$\Delta U_1 > \Delta U_2$ ,	ponieważ przyrost temperatury gazu od stanu $X$ do stanu $Z$ jest	<b>1.</b>	taki sam w obu doświadczeniach.
<b>B.</b>	$\Delta U_1 < \Delta U_2$ ,		<b>2.</b>	większy w doświadczeniu 1.
<b>C.</b>	$\Delta U_1 = \Delta U_2$ ,		<b>3.</b>	większy w doświadczeniu 2.

**Zadanie 6.3. (0–3)**

Ciepło molowe gazu (przy stałej objętości) użytego w obu doświadczeniach oznaczmy jako  $C_V$ .

Wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć ciepło pobrane łącznie w przemianach  $X \rightarrow Y \rightarrow Z$  (w doświadczeniu 1.) tylko za pomocą wielkości:  $p_1$ ,  $V_1$ , ciepła molowego  $C_V$  oraz stałej gazowej  $R$ .

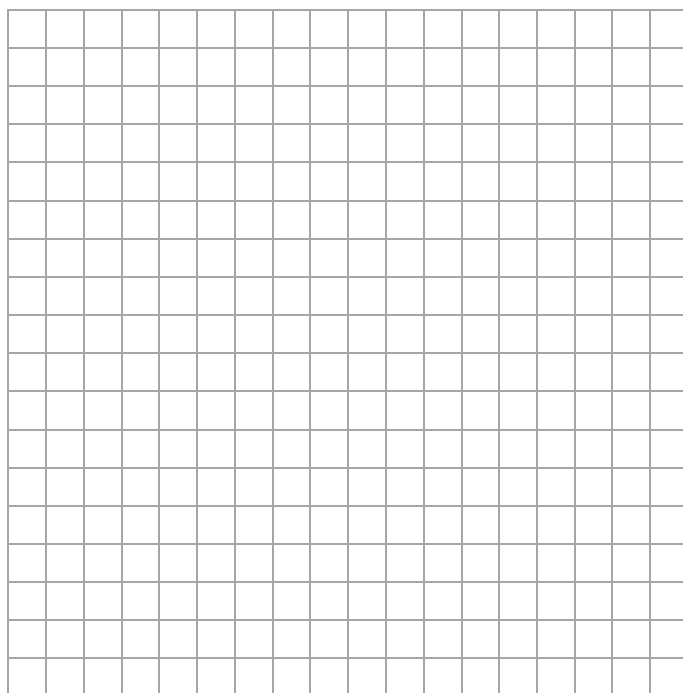


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.1.	6.2.	6.3.
	Maks. liczba pkt	1	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

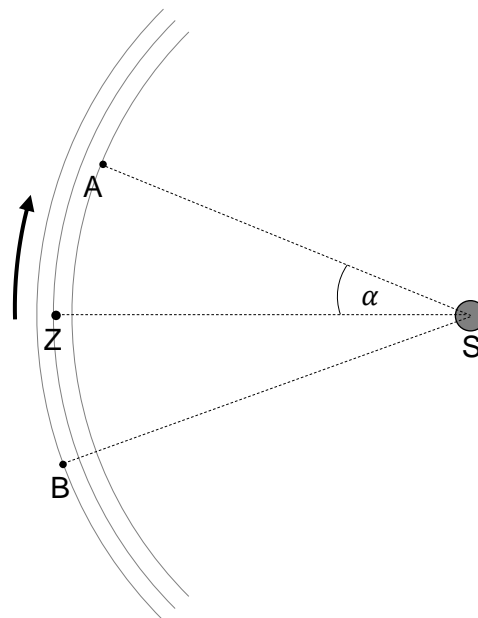


**Zadanie 7.2. (0–3)**

Oblicz miarę kąta  $\alpha$  między promieniami wodzącymi sondy A oraz Ziemi po roku ziemskim od chwili  $t_0$  (zobacz rysunek 2.).



Rysunek 2.

**Zadanie 7.3. (0–1)**

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Iloraz  $\frac{v_A}{v_B}$ , czyli stosunek wartości prędkości liniowej sondy A do wartości prędkości liniowej sondy B, wynosi (w zaokrągleniu do dwóch miejsc po przecinku)

A.  $\frac{v_A}{v_B} \approx 0,92$

B.  $\frac{v_A}{v_B} \approx 1,08$

C.  $\frac{v_A}{v_B} \approx 0,96$

D.  $\frac{v_A}{v_B} \approx 1,04$

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	7.1.	7.2.	7.3.
	Maks. liczba pkt	2	3	1
Uzyskana liczba pkt				





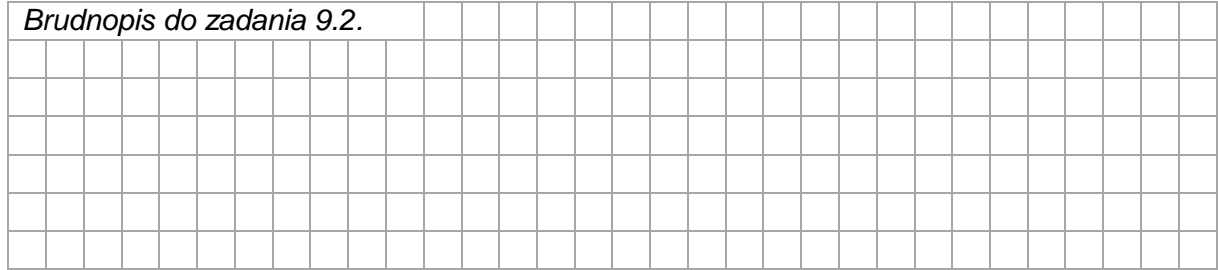
**Zadanie 9.2. (0–1)**

W kolejnym doświadczeniu ekran i przedmiot ustawiono względem siebie w pewnej ustalonej odległości  $d_2$ . Gdy soczewkę umieszczono w odległości  $x_2$  od przedmiotu P, to na ekranie zaobserwowano ostry, powiększony obraz tego przedmiotu, a gdy soczewkę umieszczono w odległości  $x_3$  od przedmiotu P, to na ekranie zaobserwowano ostry, pomniejszony obraz tego przedmiotu.

Zapisz w wyznaczonym poniżej miejscu wyrażenie pozwalające wyznaczyć  $x_3$  tylko za pomocą  $d_2$  oraz  $x_2$ .

$$x_3 =$$

*Brudnopis do zadania 9.2.*

**Zadanie 10.**

Rozważamy napiętą strunę metalową, której oba końce są unieruchomione. Gdy struna jest pobudzona do drgań, to tworzą się na niej poprzeczne fale stojące.

**Zadanie 10.1. (0–2)**

Na rysunkach 1.–3. przedstawiono strunę, gdy znajdowała się ona w położeniu równowagi. Strunę pobudzano do drgań w różny sposób.

**Na rysunku 1. dorysuj obraz fali stojącej o największej długości, jaka może powstać na strunie. Na rysunkach 2. i 3. dorysuj obrazy dwóch fal stojących o kolejnych długościach, które mogą powstać na tej strunie.**

*Uwaga: Obraz fali stojącej może przedstawiać widok struny w chwili jej maksymalnego wychylenia z położenia równowagi.*

Rysunek 1.



Rysunek 2.



Rysunek 3.



**Informacja do zadania 10.2.**

Wartość prędkości fali poprzecznej na napiętej strunie wyraża się wzorem:

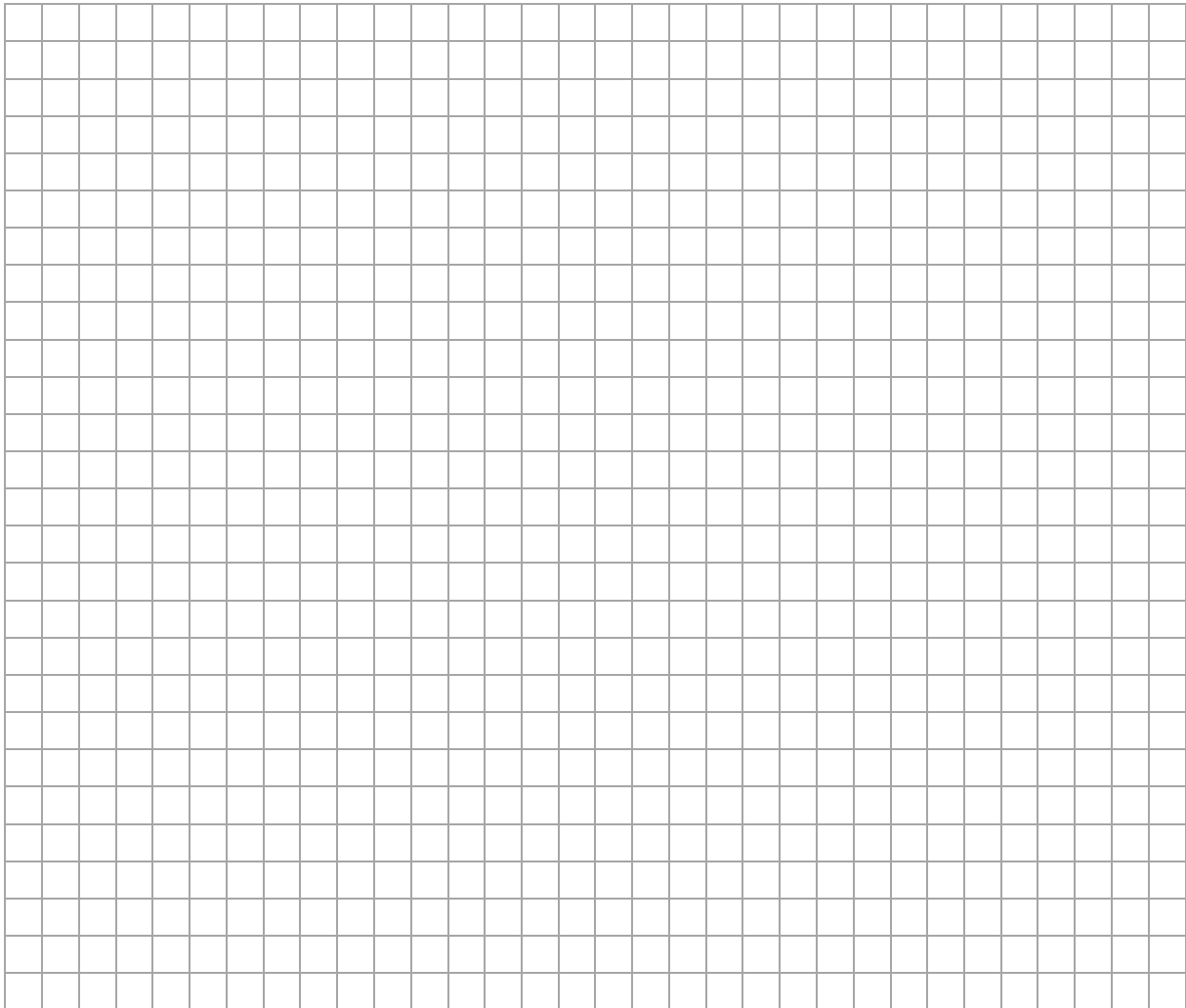
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{przy czym} \quad \mu = \frac{m}{L}$$

gdzie  $F$  jest wartością siły napinającej strunę,  $\mu$  jest gęstością liniową rozciągniętej struny,  $m$  jest masą struny,  $L$  jest długością rozciągniętej struny.

**Zadanie 10.2. (0–4)**

Strunę o masie  $m$  i długości swobodnej  $L_0$  rozciągnięto siłą o wartości  $F_1$  do długości  $L_1 = 1,01L_0$ . Drugą, identyczną strunę o masie  $m$  i długości swobodnej  $L_0$  rozciągnięto siłą o wartości  $F_2$  do długości  $L_2 = 1,03L_0$ . Przyjmij, że siły napinające struny są wprost proporcjonalne do wydłużeń tych strun.

Oblicz iloraz  $\frac{f_2}{f_1}$ , czyli stosunek częstotliwości najdłuższych fal stojących, które mogą powstać – odpowiednio – na strunach o długościach  $L_2$  i  $L_1$ .

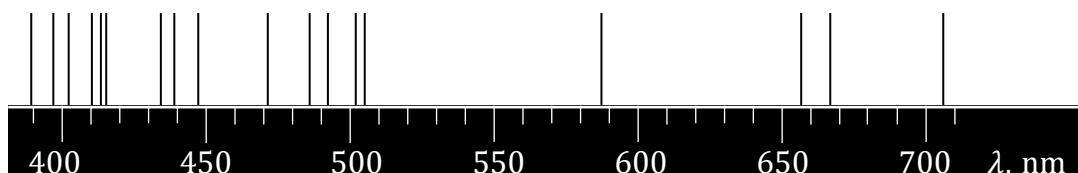


Wypełnia egzaminator	Nr zadania	9.2.	10.1.	10.2.
	Maks. liczba pkt	1	2	4
	Uzyskana liczba pkt			

### Zadanie 11.

W zamkniętym pojemniku znajduje się gaz, który jest mieszaniną wodoru i helu. Gaz ten pobudzono do świecenia, a następnie zarejestrowano jego widmo emisyjne. Na rysunku poniżej przedstawiono zarejestrowane w zakresie długości fal światła widzialnego linie widmowe helu oraz wodoru. Na osi pod widmem oznaczono długość fali elektromagnetycznej.

Rysunek



Wiadomo, że atom wodoru emituje światło widzialne podczas przeskoków elektronu z poziomów energetycznych 3, 4, 5 i 6 na poziom energetyczny 2.

W zadaniach 11.1.–11.2. pomiń odrzut atomu przy emisji/absorpcji fotonu.

#### Zadanie 11.1. (0–3)

Na rysunku przedstawiającym widmo zidentyfikuj jedną z linii widmowych, która pochodzi od wodoru. Zapisz niezbędne obliczenia, które pozwalają zidentyfikować tę linię. Postaw znak X na zidentyfikowanej linii.

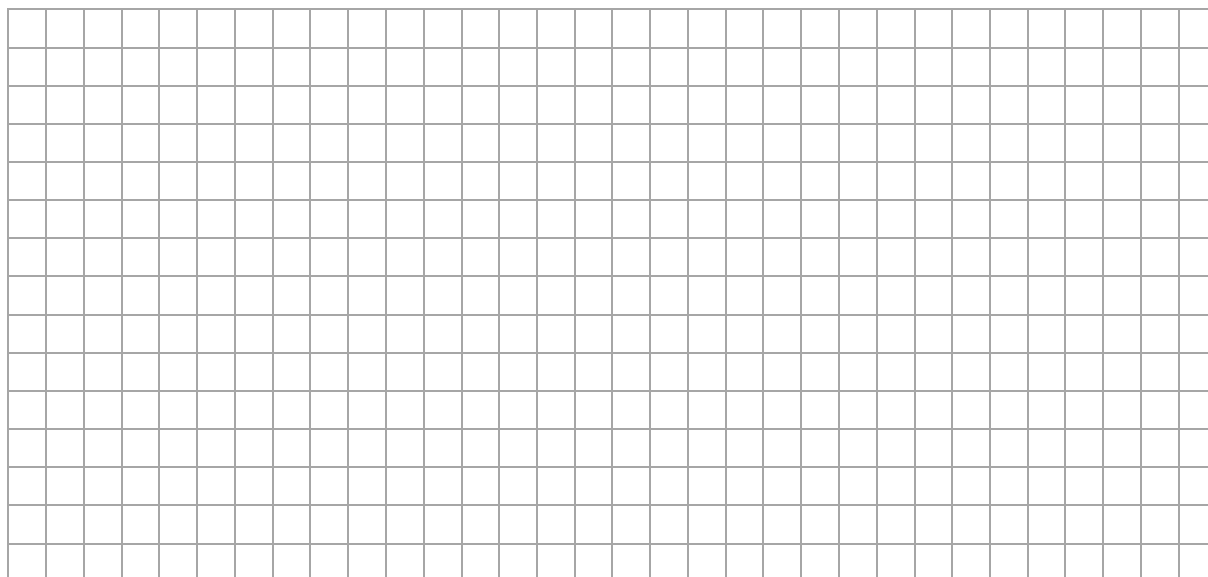
Przyjmij do obliczeń:

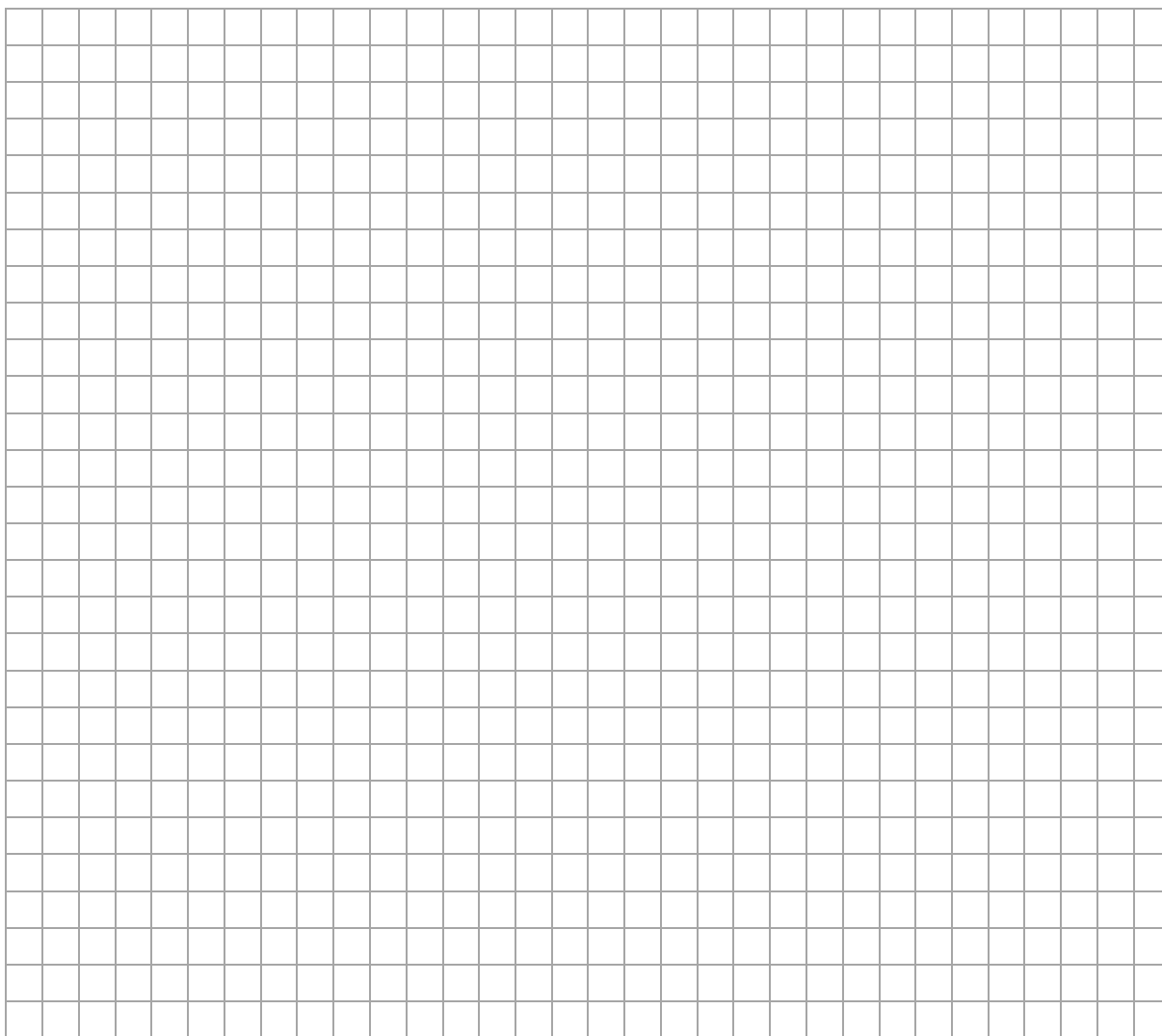
$$h \approx 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \quad (\text{stała Plancka}),$$

$$c \approx 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad (\text{wartość prędkości światła w próżni}),$$

$$e \approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad (\text{ładunek elektryczny elementarny}),$$

$$E_1 \approx -13,61 \text{ eV} \quad (\text{energia stanu podstawowego atomu wodoru}).$$





### Zadanie 11.2. (0–2)

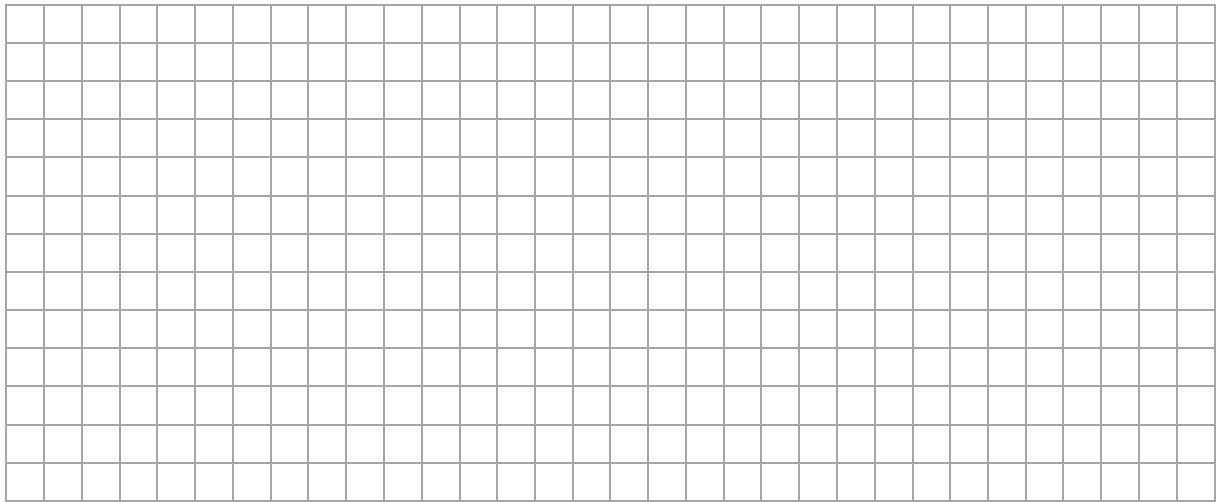
Przejście elektronu w atomie wodoru ze stanu energetycznego o numerze  $n$  do stanu energetycznego o numerze  $k$  oznaczmy jako  $n \rightarrow k$ .

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

1.	Energia fotonu <u>emitowanego</u> podczas przejścia $4 \rightarrow 2$ jest równa energii fotonu <u>pochłoniętego</u> podczas przejścia $2 \rightarrow 4$ .	P	F
2.	Długość fali fotonu emitowanego podczas przejścia $4 \rightarrow 2$ jest większa od długości fali fotonu emitowanego podczas przejścia $3 \rightarrow 2$ .	P	F
3.	Minimalna energia fotonu, który może spowodować wybicie elektronu z atomu wodoru w stanie podstawowym, wynosi w zaokrągleniu 13,6 eV.	P	F

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	11.1.	11.2.
	Maks. liczba pkt	3	2
Uzyskana liczba pkt			



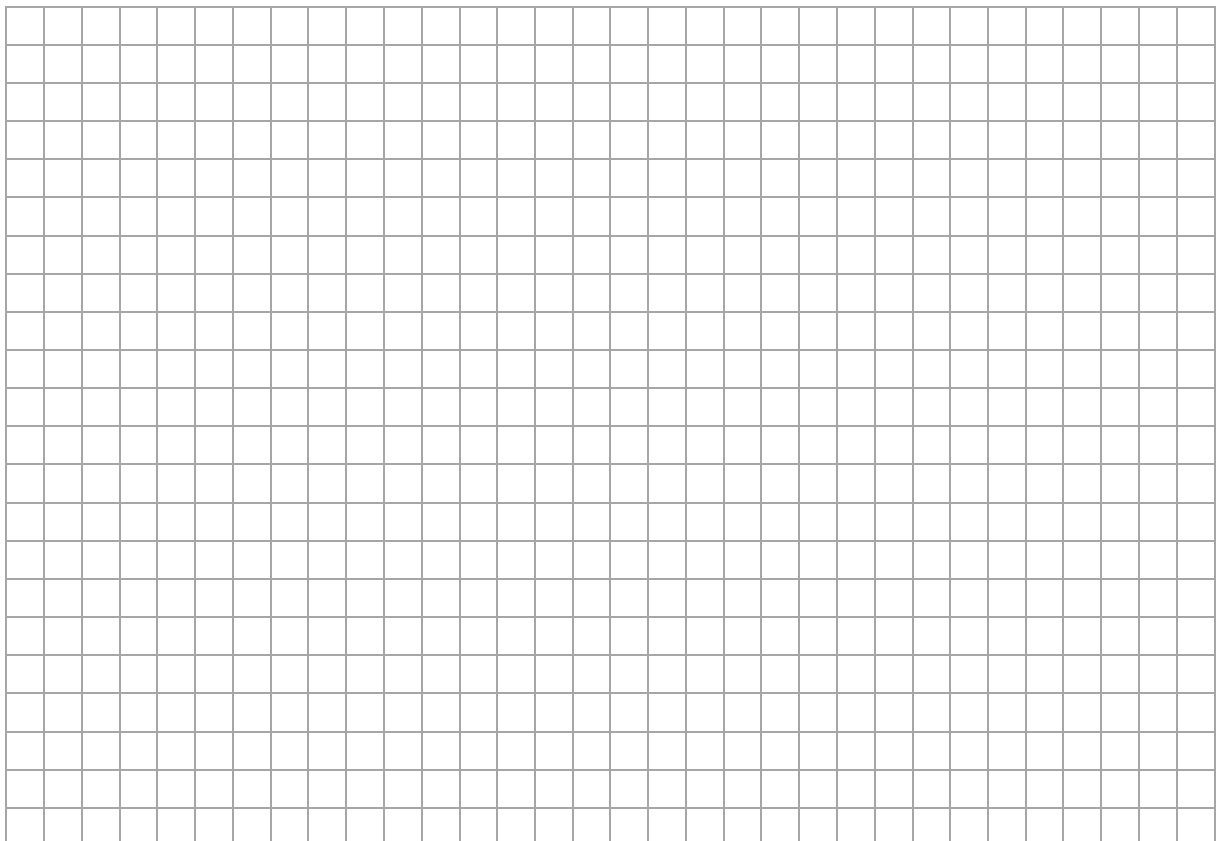

**Zadanie 12.2. (0–2)**

Średnią aktywnością izotopu promieniotwórczego w czasie  $\Delta t$  nazwiemy iloraz

$$A_{\Delta t} = \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

gdzie  $\Delta N$  jest liczbą jąder, które uległy rozpadowi (przemianie) w tym czasie.

**Oblicz stosunek średniej aktywności badanej próbki w czasie od  $t = 120$  min do  $t = 160$  min do średniej aktywności badanej próbki w czasie od  $t = 0$  do  $t = 40$  min.**



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	12.1.	12.2.	12.3.
	Maks. liczba pkt	3	2	1
Uzyskana liczba pkt				

**Zadanie 12.3. (0–1)**

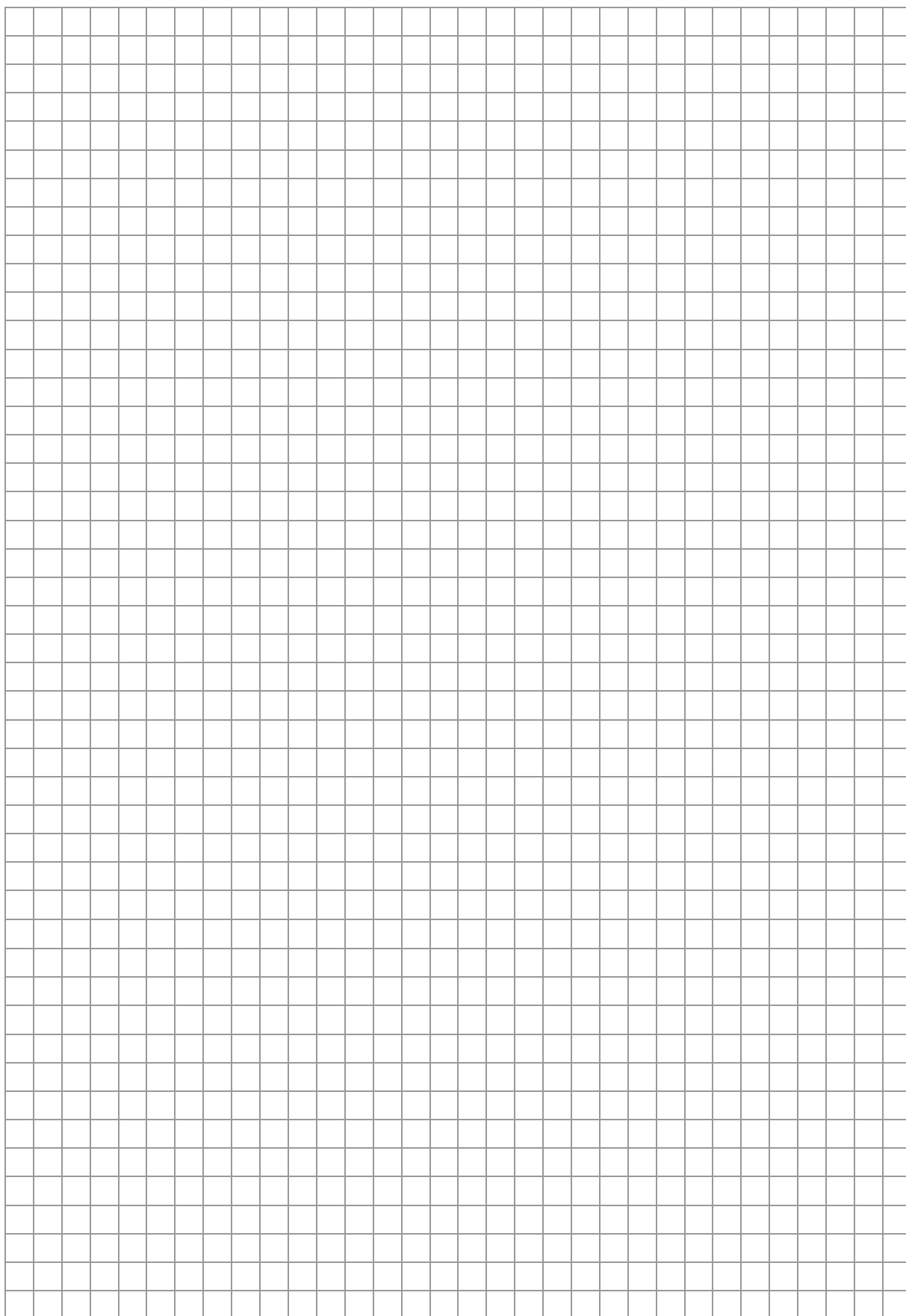
Poniżej przedstawiono nieuzupełnione równanie rozpadu beta minus jądra ołowiu  $^{214}\text{Pb}$ .



*Uwaga! W zapisie reakcji pomijamy cząstkę antyneutrino (o zerowym ładunku elektrycznym i zerowej liczbie masowej).*

**Uzupełnij powyższe równanie rozpadu. Wpisz w wykropkowane miejsca właściwe liczby atomowe, liczbę masową oraz symbol pierwiastka. Skorzystaj z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych*.**

**BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)**



Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: [arkusze.pl](http://arkusze.pl)

Więcej arkuszy znajdziesz na stronie: [arkusze.pl](http://arkusze.pl)