



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

Formuła 2015

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

Symbol arkusza

EFAP-R0-**100**-2605

DATA: **19 maja 2026 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS TRWANIA: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

**Przed rozpoczęciem pracy z arkuszem egzaminacyjnym**

1. Sprawdź, czy nauczyciel przekazał Ci **właściwy arkusz egzaminacyjny**, tj. arkusz we **właściwej formule**, z **właściwego przedmiotu** na **właściwym poziomie**.
2. Jeżeli przekazano Ci **niewłaściwy** arkusz – natychmiast zgłoś to nauczycielowi. Nie rozrywaj banderol.
3. Jeżeli przekazano Ci **właściwy** arkusz – rozerwij banderole po otrzymaniu takiego polecenia od nauczyciela. Zapoznaj się z instrukcją na stronie 2.



## Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 29 stron (zadania 1–11).  
Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Na pierwszej stronie arkusza oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
3. Rozwiązania zadań zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy zadaniu.
4. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach. Przedstaw obliczenia pośrednie wskazujące na wykorzystanie warunków zadania oraz praw i zależności fizycznych.
5. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
6. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
7. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.
8. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
9. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, z linijki oraz z kalkulatora prostego. Upewnij się, czy przekazano Ci broszurę z okładką taką jak widoczna poniżej.



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

### Zadanie 1.

W chwili  $t_0 = 0$  s z wysokości  $h_0$  ponad podłożem wyrzucono  pionowo w górę  ciało  $C$ . Wartość prędkości ciała  $C$  w chwili  $t_0$  oznaczmy jako  $v_0$ . Ciało wzniosło się pionowo na wysokość maksymalną  $h_{max}$ , po czym opadło na podłoże.

Przyjmij, że:

- ciało  $C$  porusza się w komorze próżniowej, bez działania sił oporu, w inercjalnym układzie odniesienia, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym
- przyspieszenie ziemskie ma wartość  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

### Zadanie 1.1. (0–1)

Analizujemy ruch ciała  $C$  od chwili  $t_0$  do momentu uderzenia w podłoże.

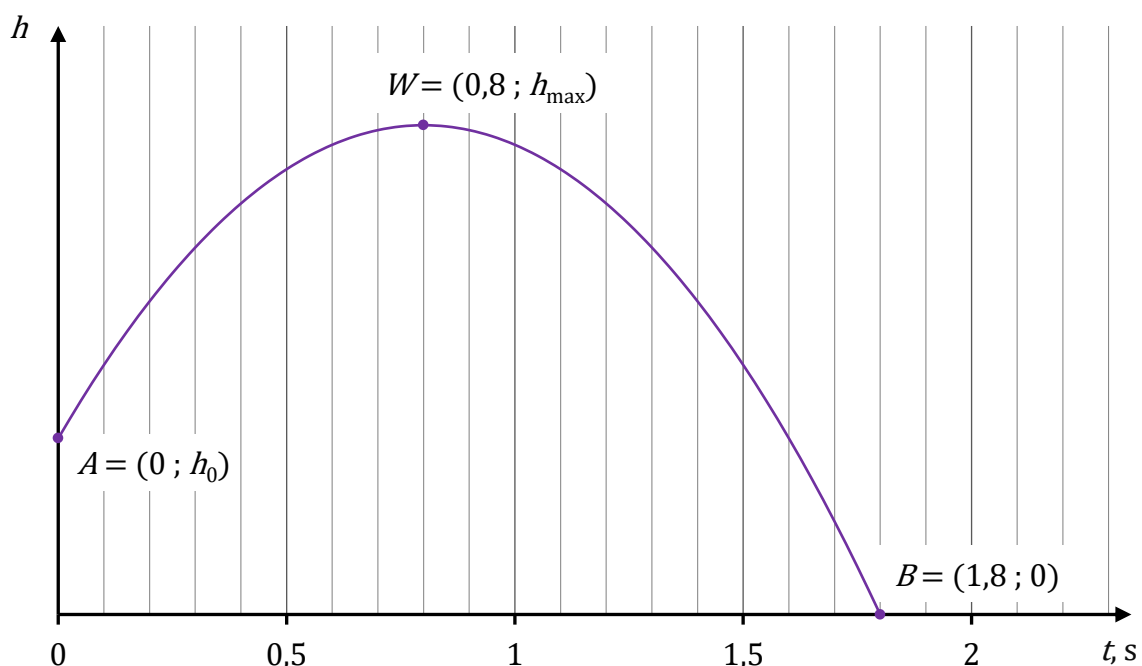
Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

Przyspieszenie ciała $C$ zależy od jego masy.	P	F
Czas trwania ruchu ciała $C$ zależy od $v_0$ .	P	F

### Informacja do zadań 1.2.–1.3.

Na poniższym wykresie przedstawiono zależność  $h(t)$  – wysokości od czasu – dla ruchu ciała  $C$  od chwili  $t_0$  do momentu uderzenia w podłoże. Na wykresie zaznaczono wybrane punkty  $A$ ,  $W$ ,  $B$  oraz podano ich współrzędne (za pomocą liczb i symboli).

Wykres



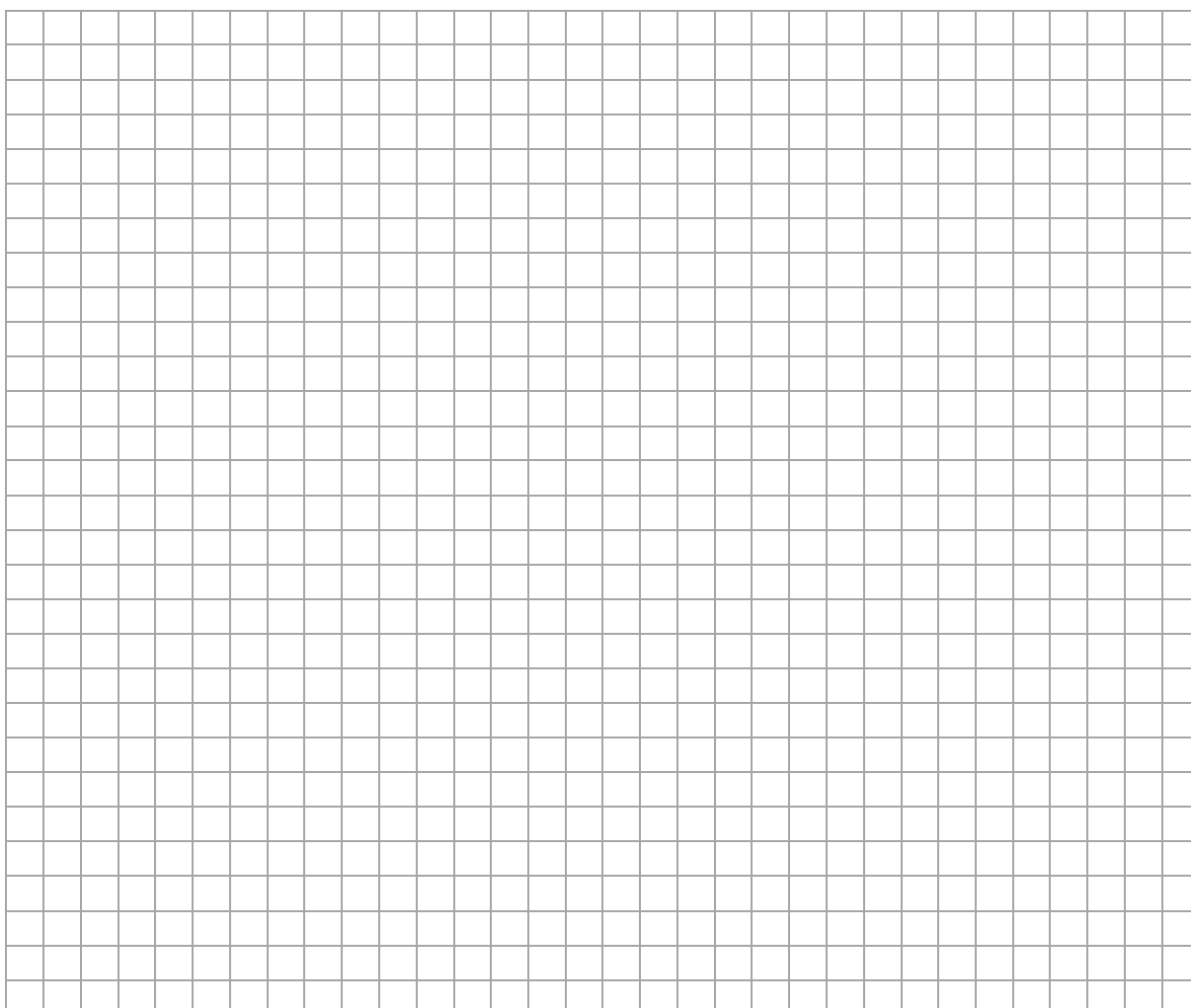
**Zadanie 1.2. (0–2)**

**Oblicz  $v_0$ . Zapisz obliczenia.**



**Zadanie 1.3. (0–3)**

**Oblicz  $h_0$ . Zapisz obliczenia.**

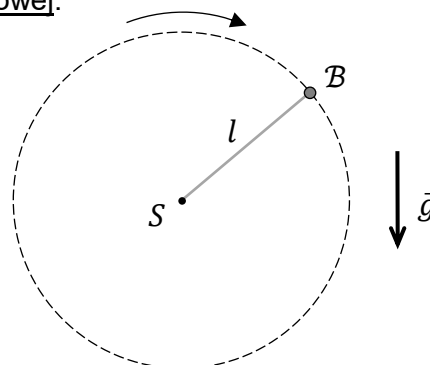


**Zadanie 2.**

Do jednego z końców nierozciągliwej nici o długości  $l$  zamocowano niewielkie ciało  $B$  o masie  $m$ . Drugi koniec nici jest unieruchomiony w punkcie  $S$ . Następnie ciało  $B$  wprawiono w ruch po okręgu o środku w punkcie  $S$  w płaszczyźnie pionowej.

Przyjmij model zjawiska, w którym:

- na ciało  $B$  podczas ruchu działają dwie siły:  
 $\vec{F}_g$  – siła grawitacji oraz  $\vec{F}_n$  – siła reakcji nici
- pomijamy wszelkie opory ruchu, masę nici, a ciało  $B$  traktujemy jako punkt materialny
- ciało  $B$  porusza się w inercjalnym układzie odniesienia, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym.



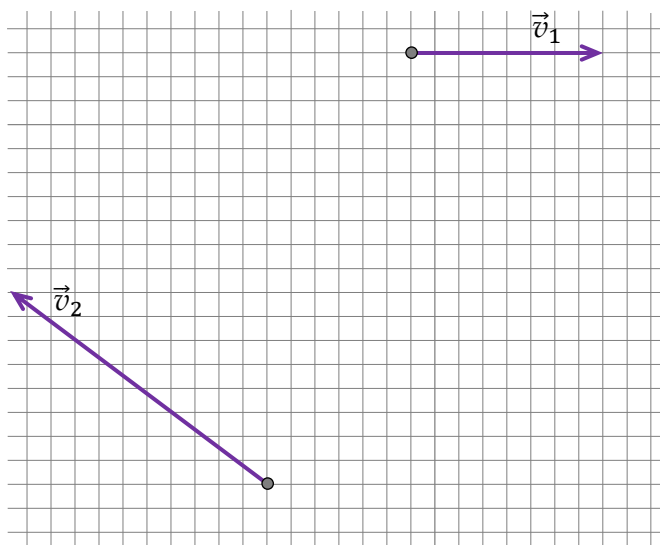
Sytuację ilustruje rysunek powyżej, na którym oznaczono przyspieszenie ziemskie  $\vec{g}$ .

**Zadanie 2.1. (0–2)**

Na poniższym rysunku przedstawiono wektory prędkości ciała  $B$  w dwóch różnych chwilach czasu podczas opisanego ruchu tego ciała po okręgu.

Długość boku kratki odpowiada umownej jednostce odległości.

Rysunek



Na rysunku powyżej wyznacz konstrukcyjnie środek okręgu, po którym porusza się ciało  $B$ . Podpisz środek tego okręgu jako  $S$ .

Zapisz w wykropkowanym miejscu poniżej długość  $l$  promienia tego okręgu. Wyraż tę długość w umownych jednostkach odległości.

$$l = \dots\dots\dots \text{ długości boku kratki}$$

*Uwaga! W tym przykładzie środek  $S$  okręgu leży w punkcie kratowym.*



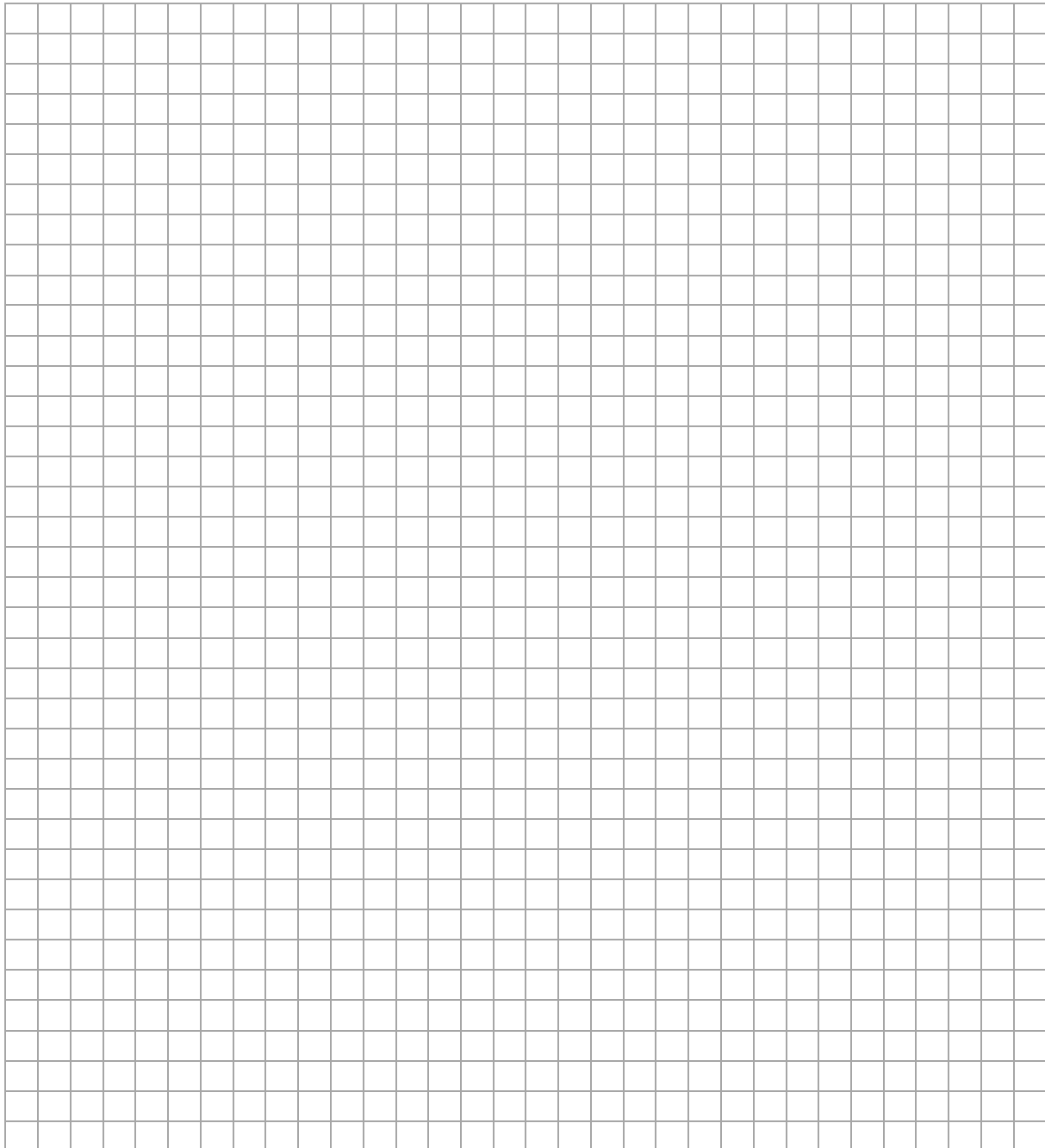
**Zadanie 2.3. (0–4)**

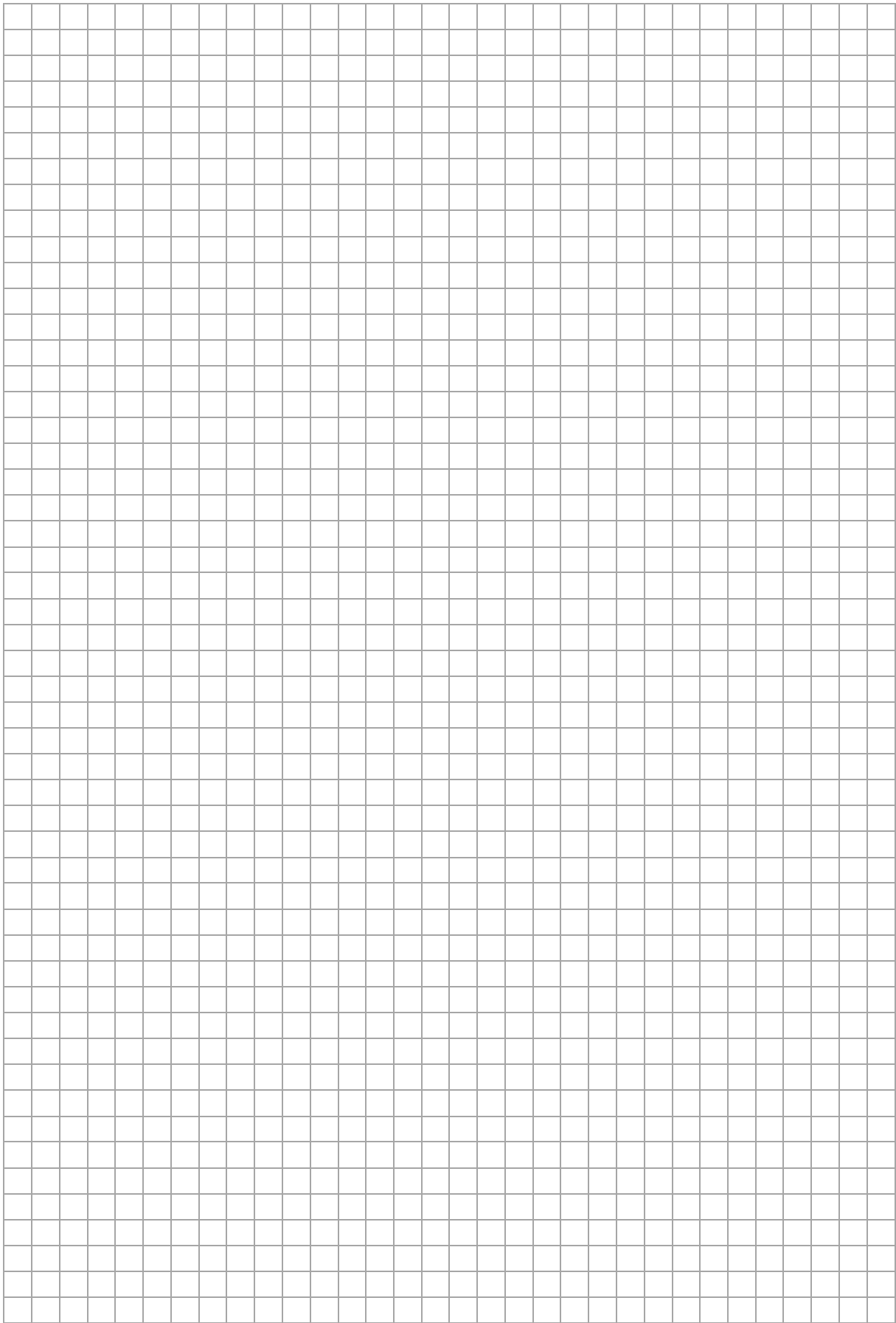
Siła  $\vec{F}_n$ , z jaką nić działa na ciało  $\mathcal{B}$  podczas jego ruchu po okręgu, zmienia swoją wartość. Największą wartość tej siły oznaczymy jako  $F_{n \max}$ , a najmniejszą – jako  $F_{n \min}$ .

Dany jest iloraz największej i najmniejszej wartości prędkości ciała  $\mathcal{B}$  podczas jego ruchu po okręgu:

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{3}$$

Oblicz iloraz  $\frac{F_{n \max}}{F_{n \min}}$ . Zapisz obliczenia.







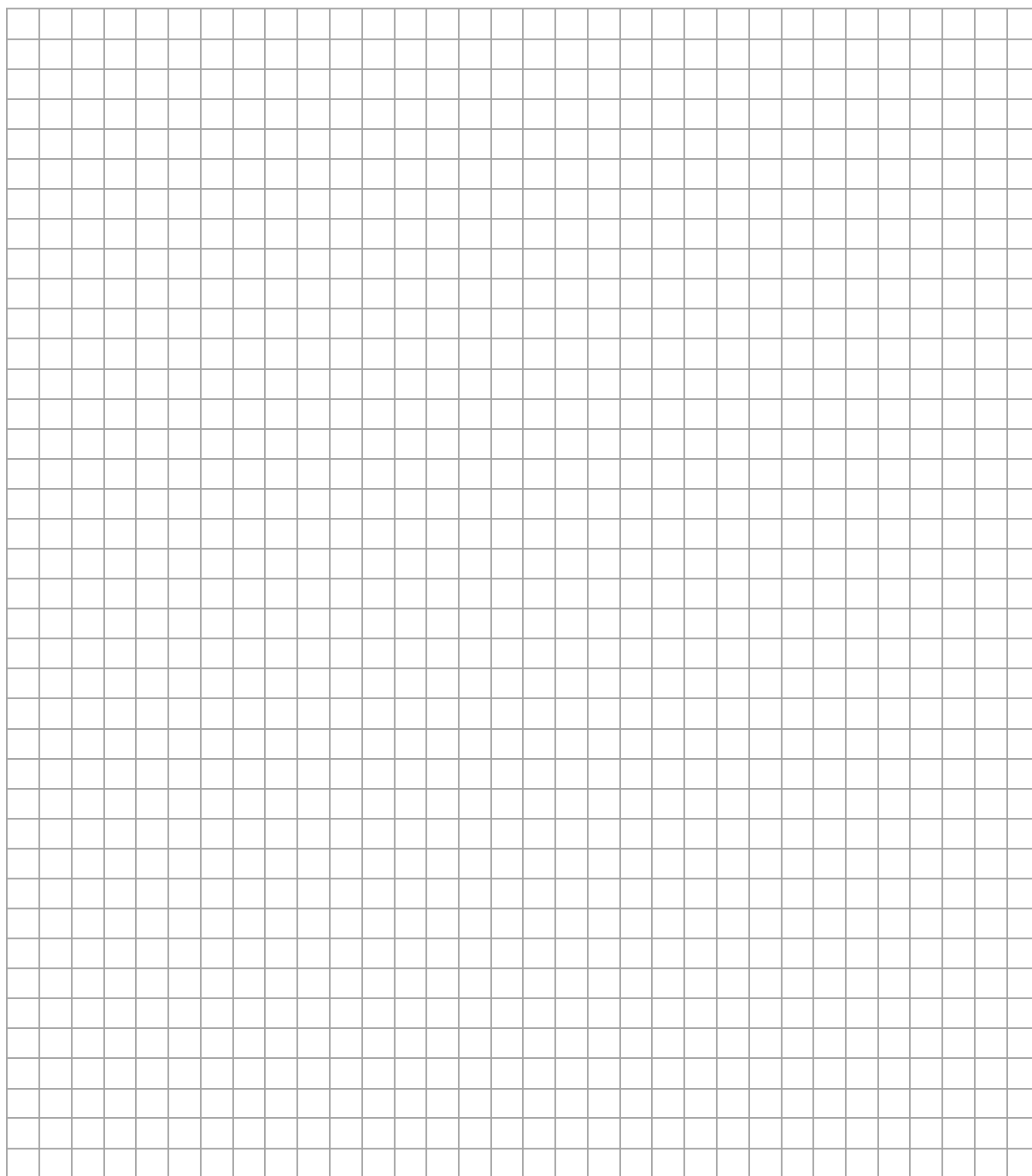
**Zadanie 3.2. (0–4)**

Rozważamy taką sytuację 2., w której bloczek się obraca, a ciężarek porusza się pionowo w dół z przyspieszeniem  $\vec{a}$  (skierowanym w dół) o wartości:

$$a = \frac{1}{2}g$$

Wyznacz  $F$  – wartość siły  $\vec{F}$  w opisanej sytuacji 2. – w zależności tylko od wartości przyspieszenia ziemskiego  $g$  oraz od masy ciężarka  $m_c$  i masy walca  $m_w$ .

Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na  $F$ .



#### Zadanie 4.

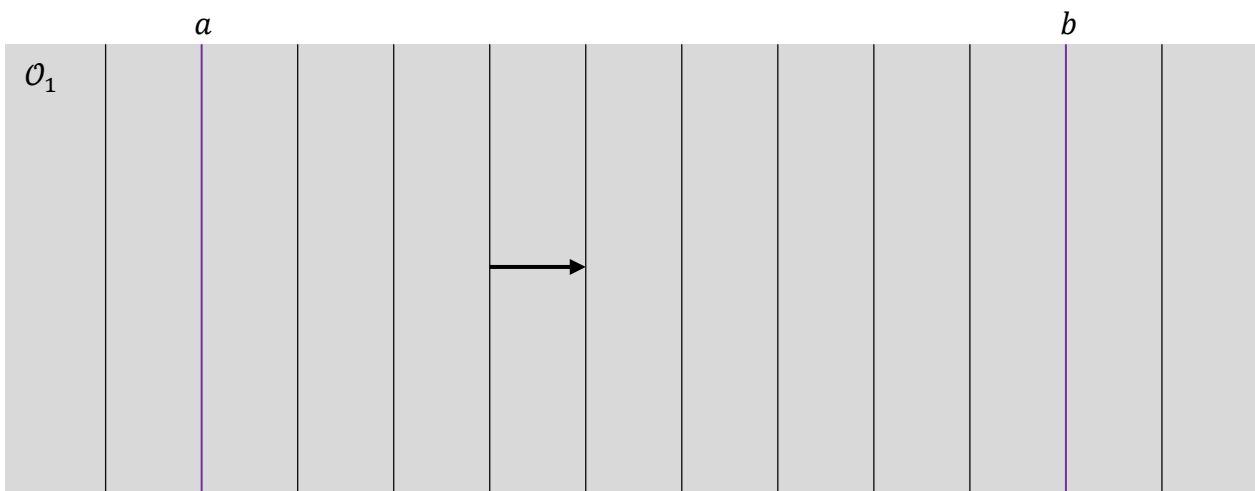
W pewnym ośrodku materialnym  $\mathcal{O}_1$  rozchodzi się ultradźwiękowa fala płaska  $\mathcal{F}$  o ustalonej amplitudzie. W zadaniach 4.1.–4.4. pomijamy efekty związane z pochłanianiem tej fali w ośrodku.

#### Zadanie 4.1. (0–2)

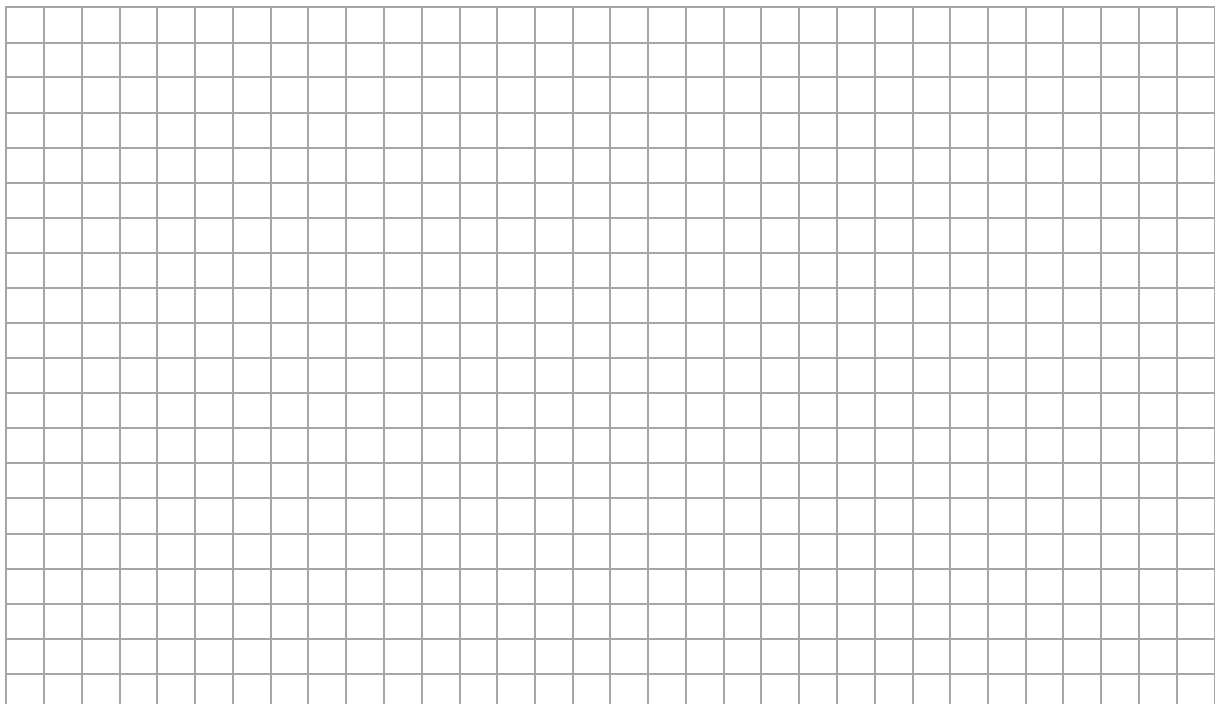
Na rysunku 1. przedstawiono obraz fali  $\mathcal{F}$  w pewnej chwili czasu  $t_0$ . Pionowe odcinki odpowiadają powierzchniom falowym (fazowym) odległym od siebie kolejno o długość fali  $\lambda_1$ .

Na rysunku 1. wyróżniono odcinki  $a$  i  $b$  – pokrywające się z dwiema powierzchniami falowymi w chwili  $t_0$ . Czas przejścia fali  $\mathcal{F}$  od  $a$  do  $b$  jest równy  $\Delta t_{ab} = 0,07$  ms.

Rysunek 1.



Oblicz  $f$  – częstotliwość opisanej fali ultradźwiękowej. Zapisz obliczenia.







### Zadanie 5.

Pewna planetoida  $\mathcal{R}$  krąży wokół Słońca po orbicie eliptycznej jedynie pod wpływem siły grawitacji Słońca. Orbita planetoidy  $\mathcal{R}$  leży w tej samej płaszczyźnie co orbita Ziemi i przecina się z nią w dwóch punktach (zobacz rysunek).

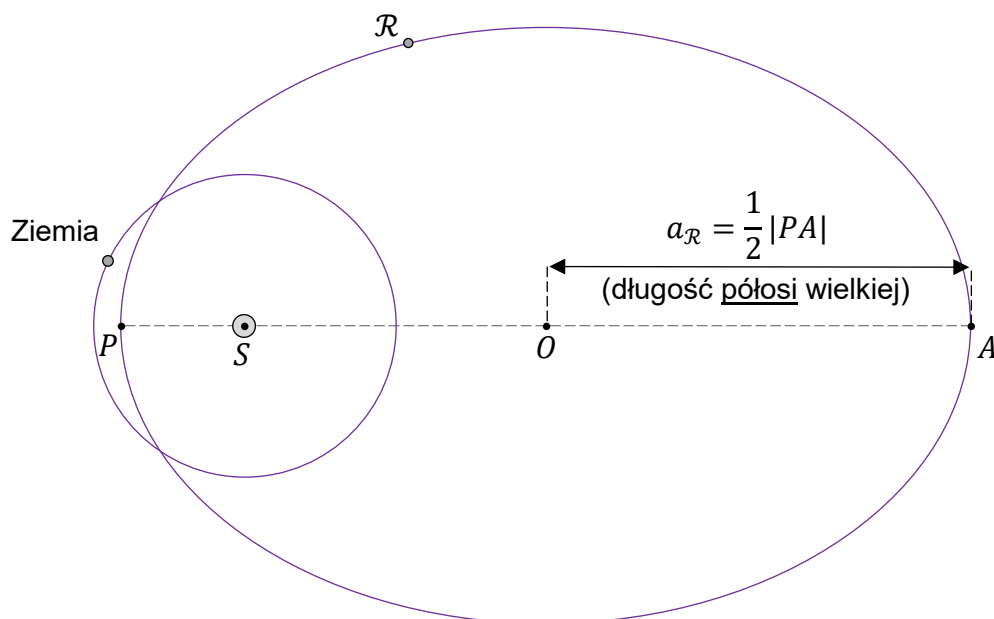
Przyjmij następujące dane i założenia:

- największą odległość planetoidy  $\mathcal{R}$  od środka  $S$  Słońca oznaczmy jako  $r_A = |SA|$
- najmniejszą odległość planetoidy  $\mathcal{R}$  od środka  $S$  Słońca jest równa  $r_P = |SP| = 0,81$  au
- długość osi wielkiej orbity planetoidy  $\mathcal{R}$  jest równa  $|PA| = 5,62$  au
- wartość prędkości planetoidy  $\mathcal{R}$  w punkcie  $A$  orbity oznaczmy jako  $v_A$
- wartość prędkości planetoidy  $\mathcal{R}$  w punkcie  $P$  orbity jest równa  $v_P = 43,29$  km/s
- środek orbity planetoidy  $\mathcal{R}$  oznaczmy jako  $O$

oraz

- orbitę Ziemi traktujemy w przybliżeniu jako orbitę kołową
- odległość Ziemi od środka Słońca jest równa  $r_Z = 1,0$  au
- okres obiegu Ziemi dookoła Słońca wynosi  $T_Z = 1,00$  rok ziemski
- pomijamy wpływ innych ciał (oprócz Słońca) na ruch planetoidy  $\mathcal{R}$  oraz na ruch Ziemi.

Rysunek



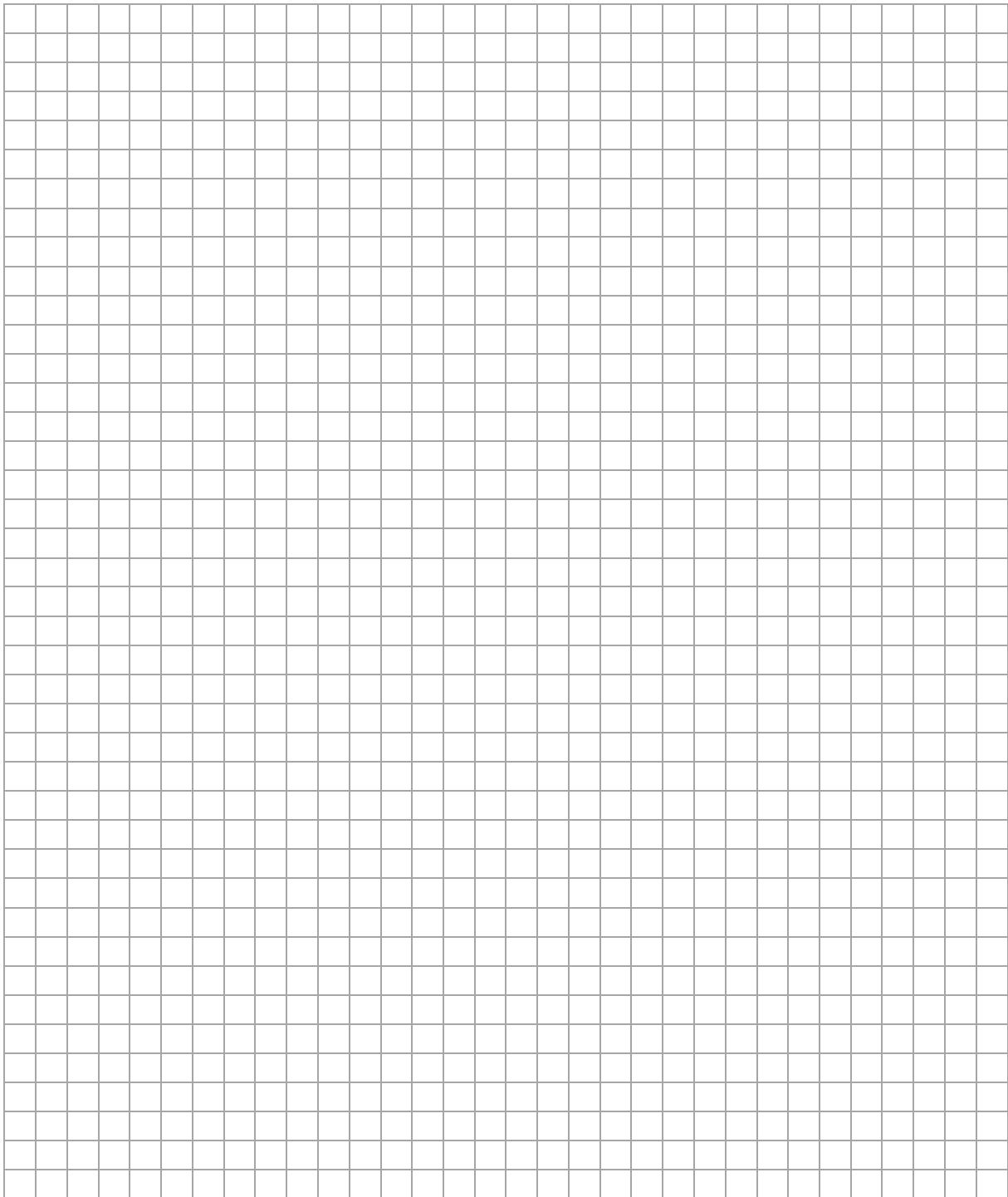
### Zadanie 5.1. (0–1)

**Na powyższym rysunku** narysuj wektor siły  $\vec{F}$ , z jaką Słońce działa na planetoidę  $\mathcal{R}$  w oznaczonym położeniu na orbicie. Zachowaj odpowiedni kierunek, zwrot oraz punkt zaczepienia tego wektora (długość może być dowolna).



**Zadanie 5.4. (0–3)**

**Oblicz  $v_A$  – wartość prędkości planetoidy  $\mathcal{R}$  w punkcie  $A$  orbity. Zapisz obliczenia.**



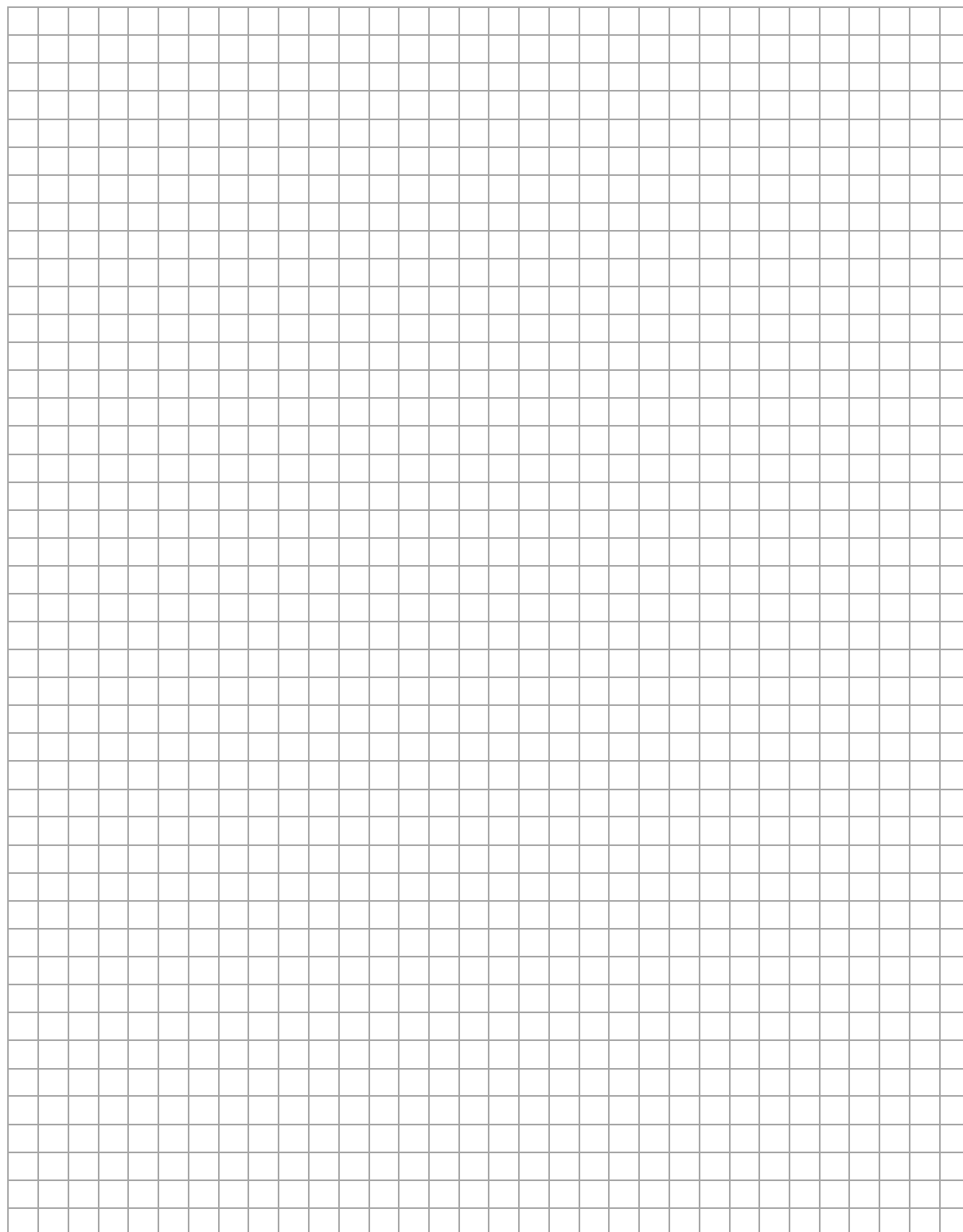


**Zadanie 6.3. (0–4)**

**Oblicz  $Q_{AB}$  – ciepło pobrane przez gaz w opisanej przemianie  $A \rightarrow B$ .**

**Zapisz obliczenia.**

*Wskazówka: Praca siły parcia w przemianie  $A \rightarrow B$  jest równa co do wartości bezwzględnej polu pod wykresem zależności  $p(V)$  dla przemiany  $A \rightarrow B$ .*



### Zadanie 7.

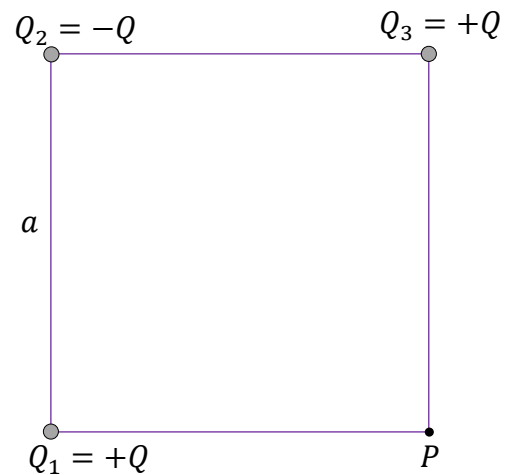
Trzy punktowe ładunki elektryczne:  $Q_1$ ,  $Q_2$  i  $Q_3$  umieszczono w wierzchołkach kwadratu (zobacz rysunek obok). Ładunki te pozostają nieruchome. Pomiędzy ładunkami jest próżnia.

Długość boku tego kwadratu jest równa  $a$ .

Wartości ładunków  $Q_1$ ,  $Q_2$  i  $Q_3$  wyrażają się poprzez pewną dodatnią wartość  $Q$  następująco:

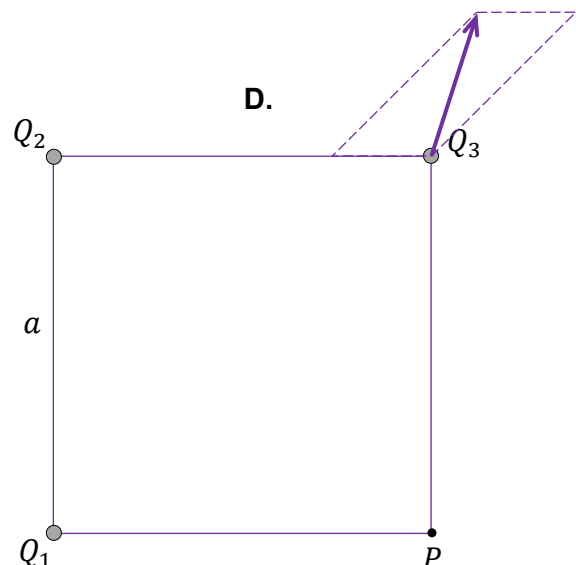
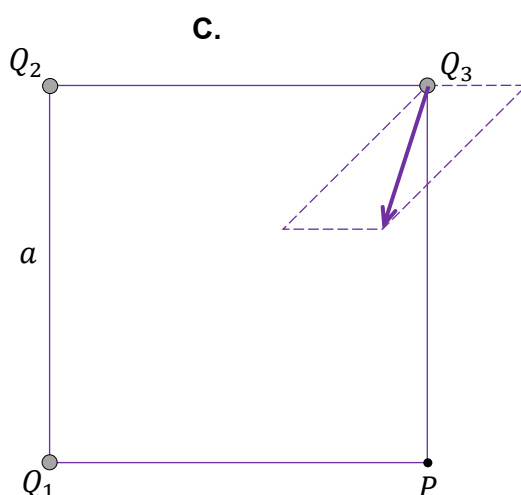
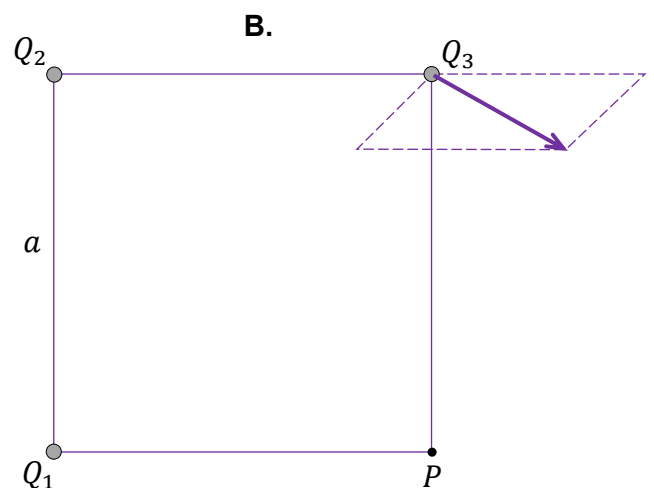
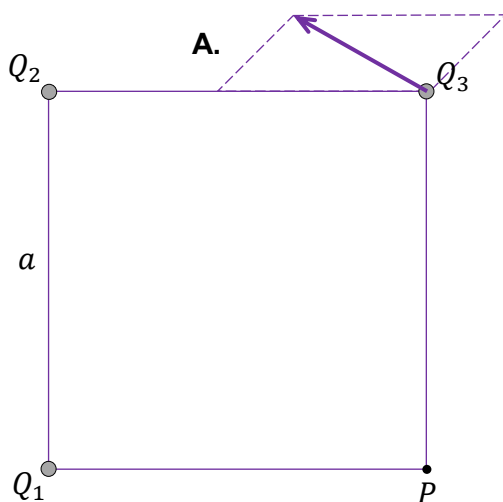
$$Q_1 = +Q \quad Q_2 = -Q \quad Q_3 = +Q$$

W wierzchołku kwadratu oznaczonym jako  $P$  nie ma ładunku elektrycznego.



### Zadanie 7.1. (0-1)

Na którym rysunku (spośród A-D) prawidłowo zaznaczono kierunek i zwrot wypadkowej siły elektrycznej działającej na ładunek  $Q_3$ ? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.



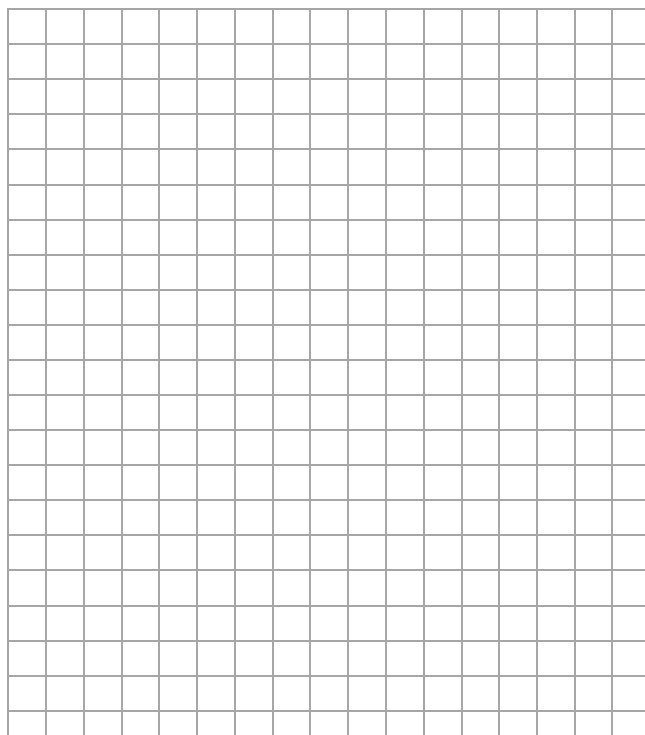
**Zadanie 7.2. (0–4)**

Wektor wypadkowego natężenia pola elektrycznego w punkcie  $P$  oznaczmy jako  $\vec{E}_P$ .

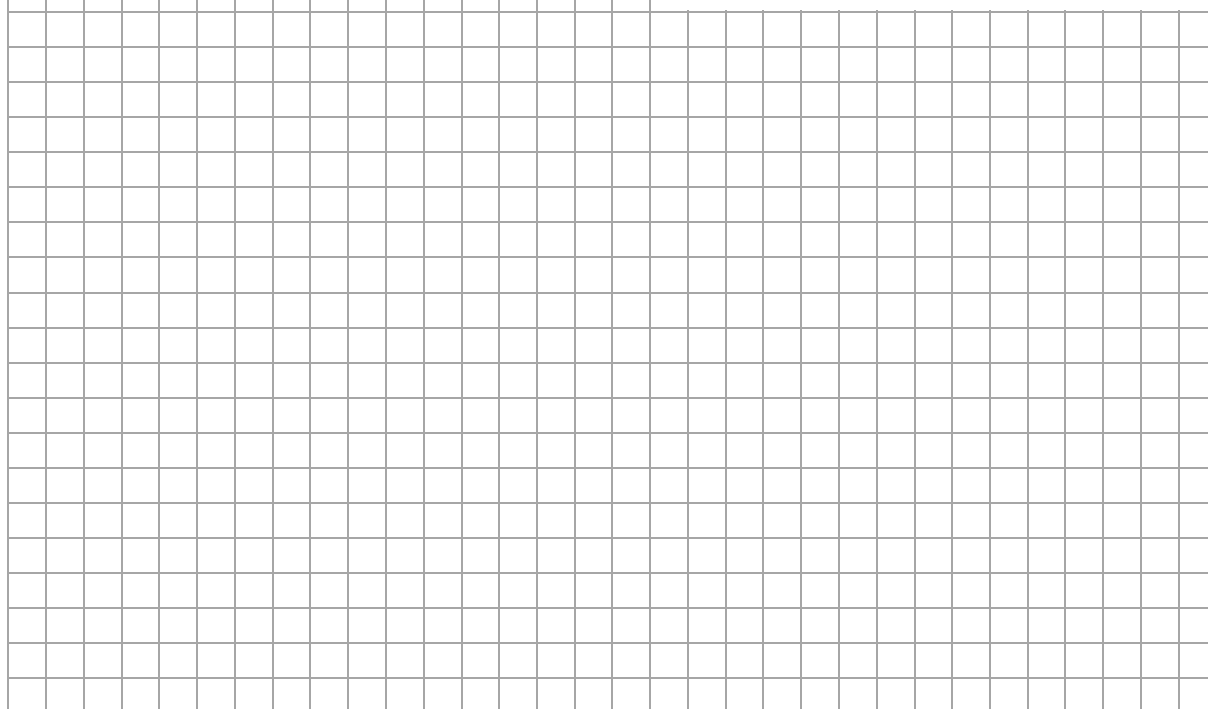
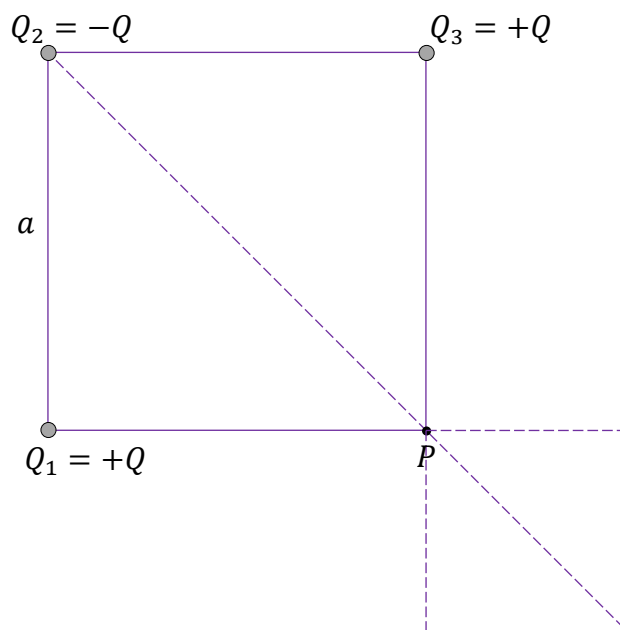
Wyznacz  $E_P$  – wartość wektora natężenia  $\vec{E}_P$  – w zależności tylko od  $a$ , od  $Q$  oraz od odpowiedniej stałej fizycznej.

Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na  $E_P$ .

*Uwaga! Zamieszczony rysunek ma charakter pomocniczy.*



Rysunek pomocniczy



**Zadanie 8.**

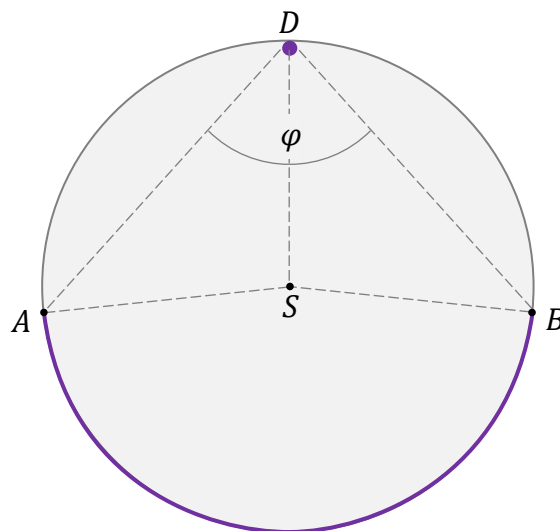
Szklana kula  $\mathcal{K}$  o środku w punkcie  $S$  jest umieszczona w powietrzu. Współczynnik załamania światła w szkle, z którego jest wykonana kula  $\mathcal{K}$ , jest równy  $n_{sz} = 1,50$ . Współczynnik załamania światła w powietrzu przyjmujemy równy  $n_p = 1,00$ .

Wewnątrz kuli  $\mathcal{K}$ , w punkcie  $D$  tuż pod jej powierzchnią, znajduje się mała świecąca dioda. Ta dioda emituje światło do wnętrza kuli w taki sposób, że jej światło pada na każdy punkt wewnętrznej powierzchni kuli  $\mathcal{K}$ .

Okazuje się, że światło diody wychodzi z kuli  $\mathcal{K}$  jedynie przez fragment jej powierzchni, zaznaczony na schematycznym rysunku fioletowym łukiem  $AB$ .

Na rysunku przedstawiono przekrój kuli  $\mathcal{K}$  w płaszczyźnie zawierającej diodę i środek kuli. Miarę kąta  $\angle BDA$  oznaczono jako  $\varphi$ . Kreską przerywaną oznaczono odcinki pomocnicze.

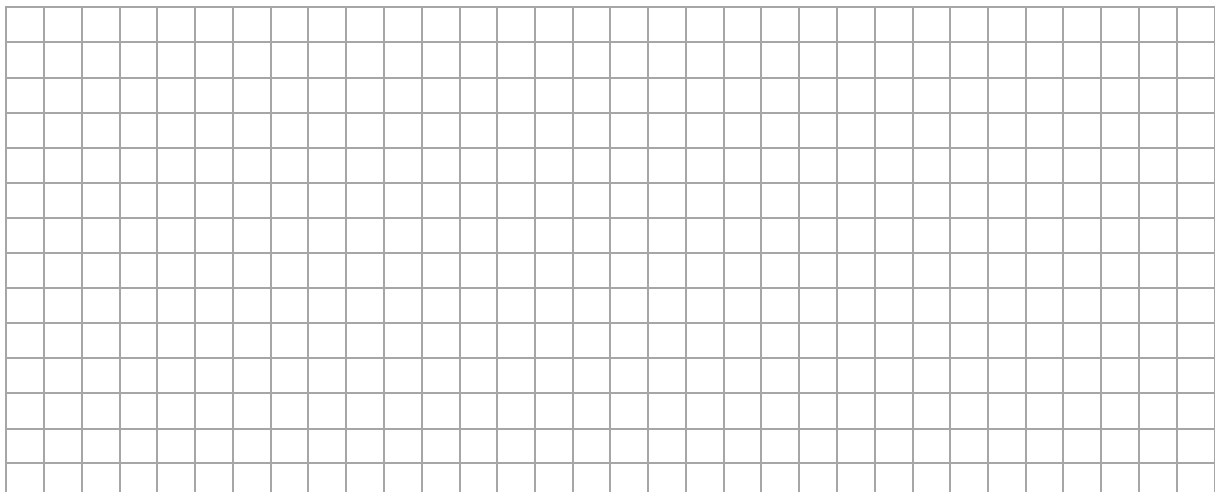
Rysunek

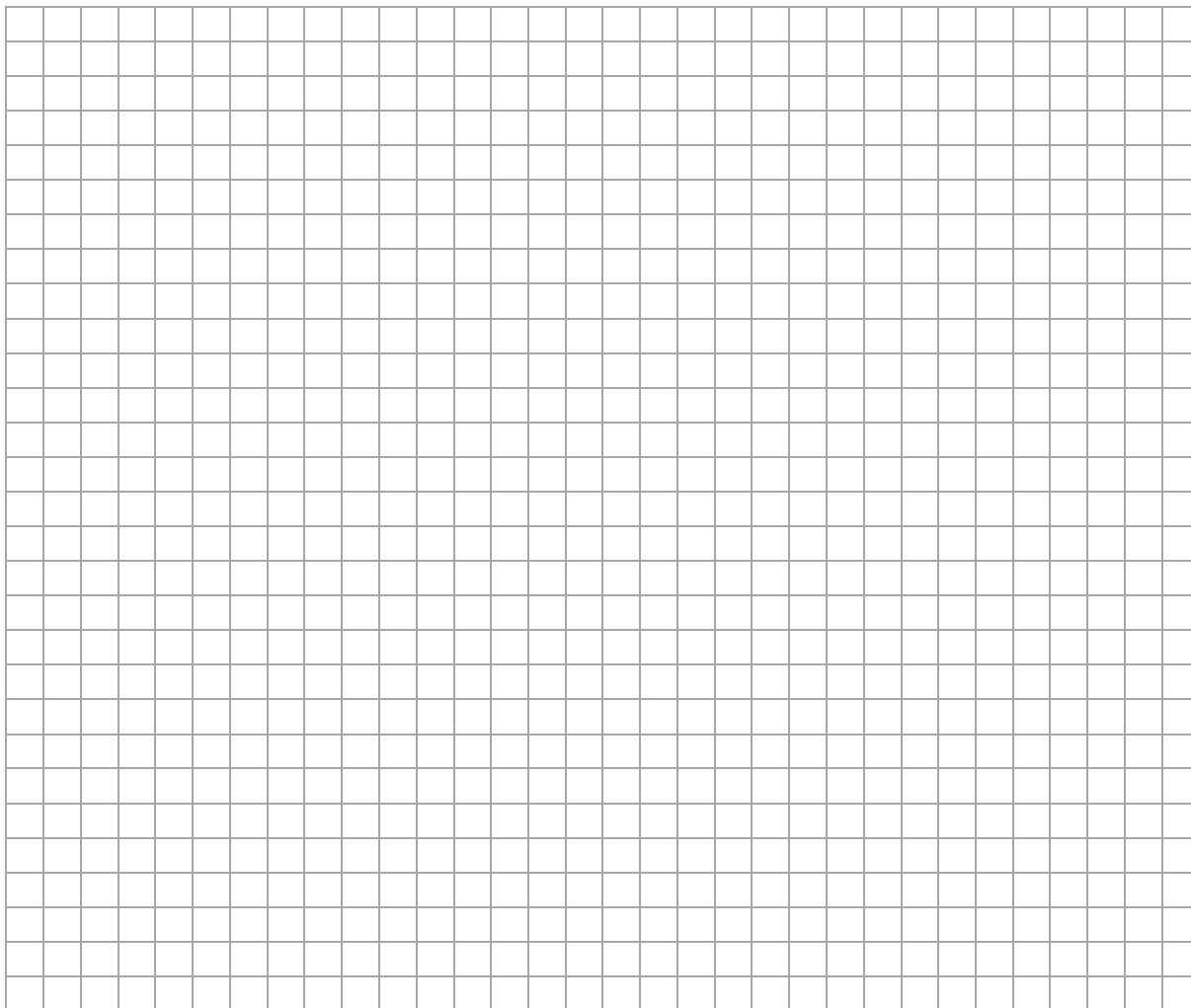
**Zadanie 8.1. (0–3)**

**Oblicz  $\varphi$ . Zapisz obliczenia.**

*Uwaga! W obliczeniach wykorzystaj odpowiedni związek spośród podanych poniżej:*

$$\sin 30^\circ = 0,5 \mid \sin 42^\circ \approx 0,67 \mid \cos 60^\circ = 0,5 \mid \cos 48^\circ \approx 0,67 \mid \operatorname{tg} 34^\circ \approx 0,67 \mid \operatorname{tg} 56^\circ \approx 1,5$$




**Zadanie 8.2. (0–1)**

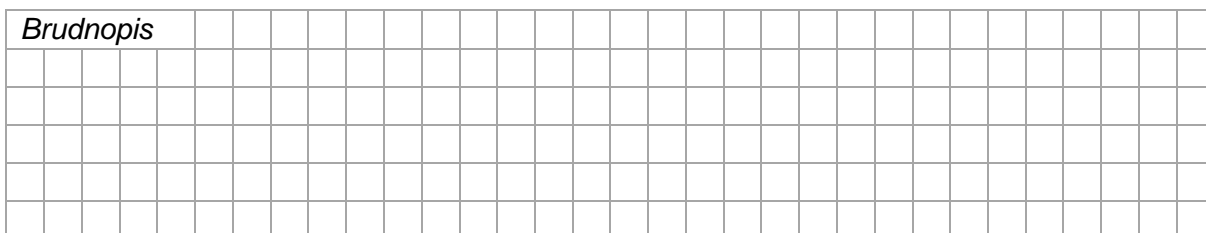
Kulę  $\mathcal{K}$  zanurzono w wodzie. Współczynnik załamania światła w wodzie jest równy  $n_w = 1,33$ .

**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1. albo 2.**

Kąt graniczny dla szkła kuli  $\mathcal{K}$  określony względem wody, w porównaniu do kąta granicznego dla szkła kuli  $\mathcal{K}$  określonego względem powietrza, będzie

<b>A.</b>	mniejszy,	w związku z czym pole powierzchni, przez którą wychodzi światło z kuli,	<b>1.</b>	się zmniejszy.
<b>B.</b>	większy,		<b>2.</b>	się zwiększy.

*Brudnopis*



### Zadanie 9. (0–3)

Elektron porusza się po okręgu w zewnętrznym jednorodnym polu magnetycznym.

Wartość wektora indukcji magnetycznej tego pola jest równa  $B = 1,70 \text{ mT}$ .

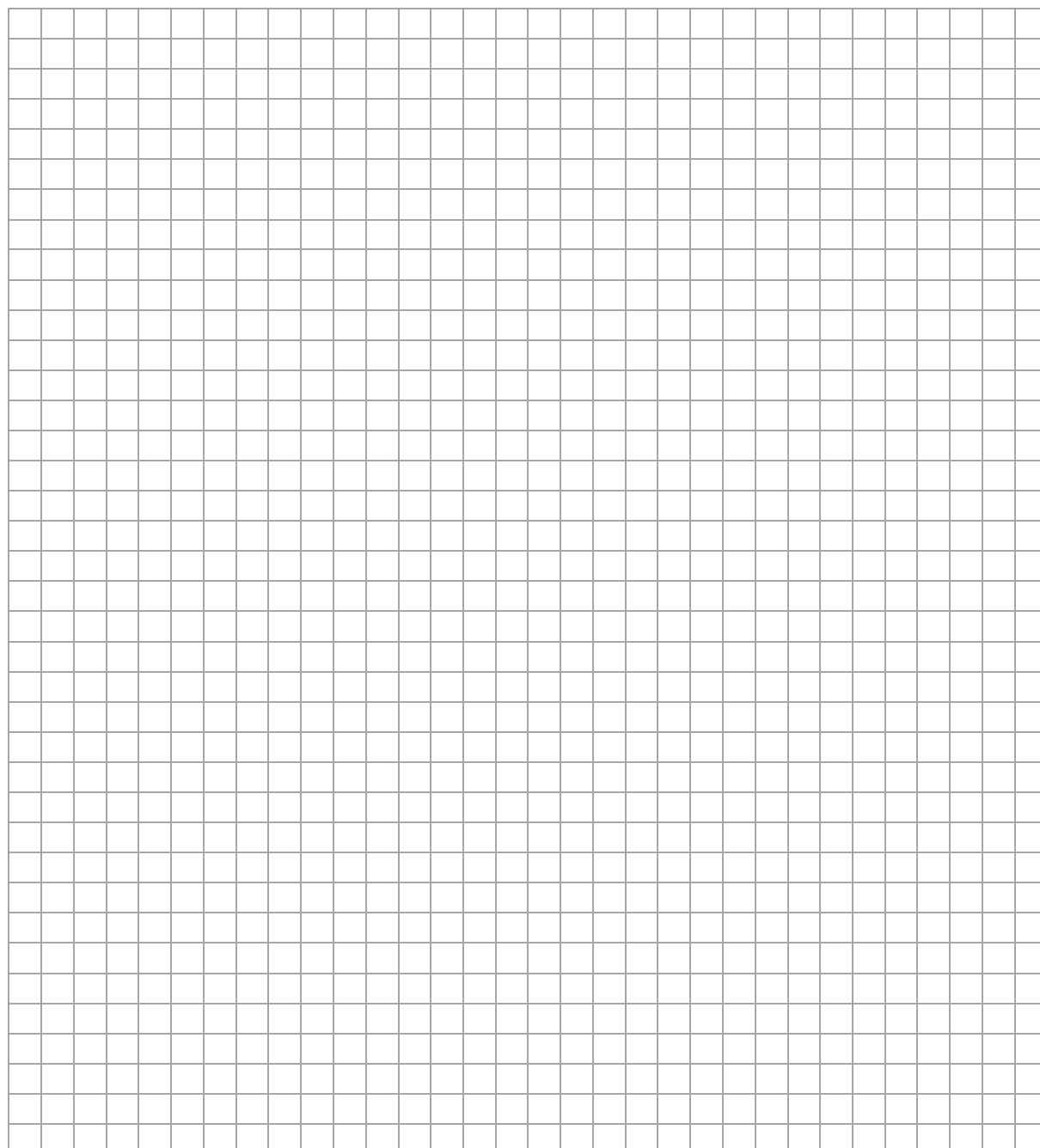
Wektor prędkości  $\vec{v}$  elektronu jest prostopadły do wektora indukcji magnetycznej  $\vec{B}$ .

Wartość prędkości elektronu jest dużo mniejsza od wartości prędkości światła w próżni.

**Oblicz  $T$  – okres obiegu tego elektronu po okręgu. Zapisz obliczenia.**

Przyjmij do obliczeń, że:

- masa elektronu jest równa (w zaokrągleniu):  $m_e \approx 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- wartość bezwzględna ładunku elektrycznego elektronu wynosi:  $|e| \approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .



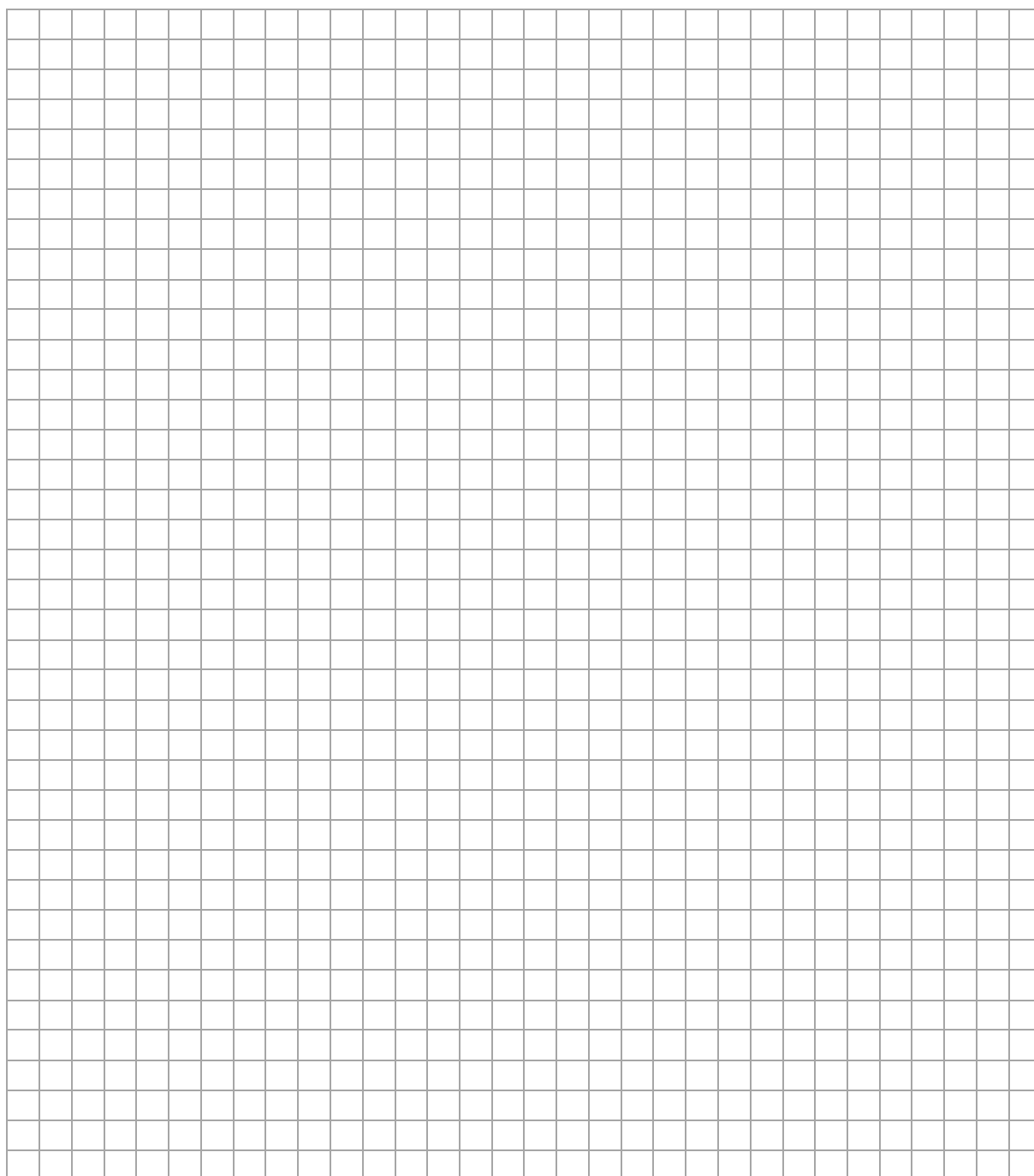
### Zadanie 10. (0–3)

Elektron wpada w obszar pola elektrycznego w próżni, w którym zostaje wyhamowany. Wartość prędkości elektronu w punkcie  $X$  pola była równa  $v_X = 4,000 \cdot 10^4$  m/s, a wartość prędkości elektronu w punkcie  $Y$  pola była równa  $v_Y = 0$ .

**Oblicz napięcie elektryczne  $U_{XY}$  między punktami  $X$  oraz  $Y$ . Zapisz obliczenia.**

Przyjmij do obliczeń, że:

- masa elektronu jest równa (w zaokrągleniu):  $m_e \approx 9,109 \cdot 10^{-31}$  kg
- wartość bezwzględna ładunku elektrycznego elektronu wynosi:  $|e| \approx 1,602 \cdot 10^{-19}$  C.



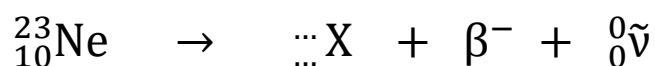
**Zadanie 11.**

Izotop neonu  $^{23}\text{Ne}$  ulega rozpadowi promieniotwórczemu w wyniku przemiany  $\beta^-$ .

W wyniku tego rozpadu powstają: cząstka  $\beta^-$  (elektron), jądro pewnego pierwiastka, który oznaczmy jako X, oraz antyneutrino elektronowe  $\tilde{\nu}$ . Antyneutrino ma zerowy ładunek elektryczny, a jego masę możemy pominąć.

**Zadanie 11.1. (0–2)**

Poniżej przedstawiono schemat rozpadu  $\beta^-$  jądra neonu  $^{23}\text{Ne}$ .



symbol (lub nazwa) pierwiastka X: .....

Uzupełnij powyższy schemat tak, aby powstało równanie rozpadu  $\beta^-$ .

Wpisz w wy kropkowane miejsca w schemacie właściwe liczby: atomową i masową, a pod schematem – symbol (lub nazwę) pierwiastka X, którego jądro powstaje w tym rozpadzie.

<i>Brudnopis</i>									

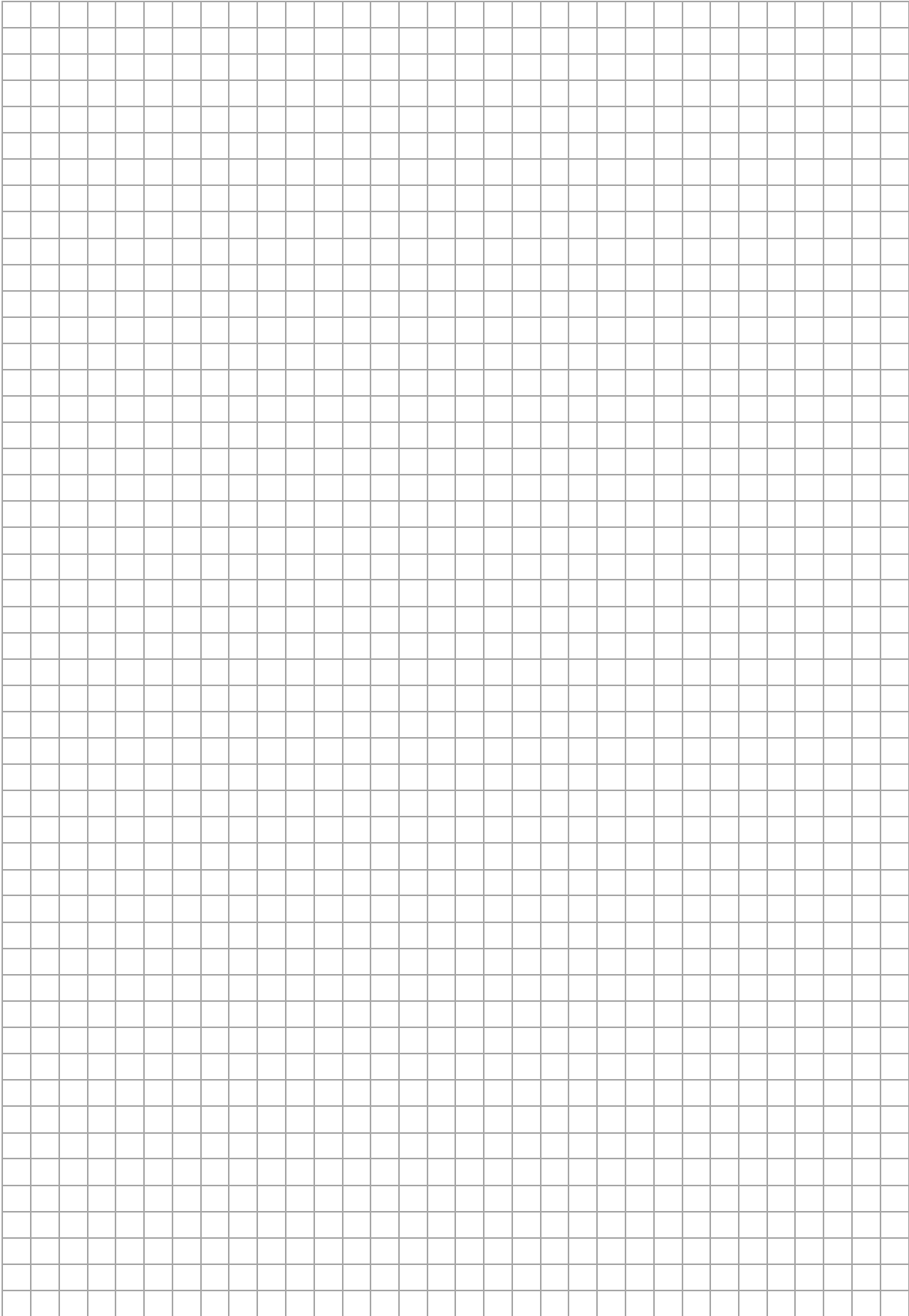
**Zadanie 11.2. (0–1)**

W chwili tuż przed opisanym rozpadem jądro neonu  $^{23}\text{Ne}$  było nieruchome.

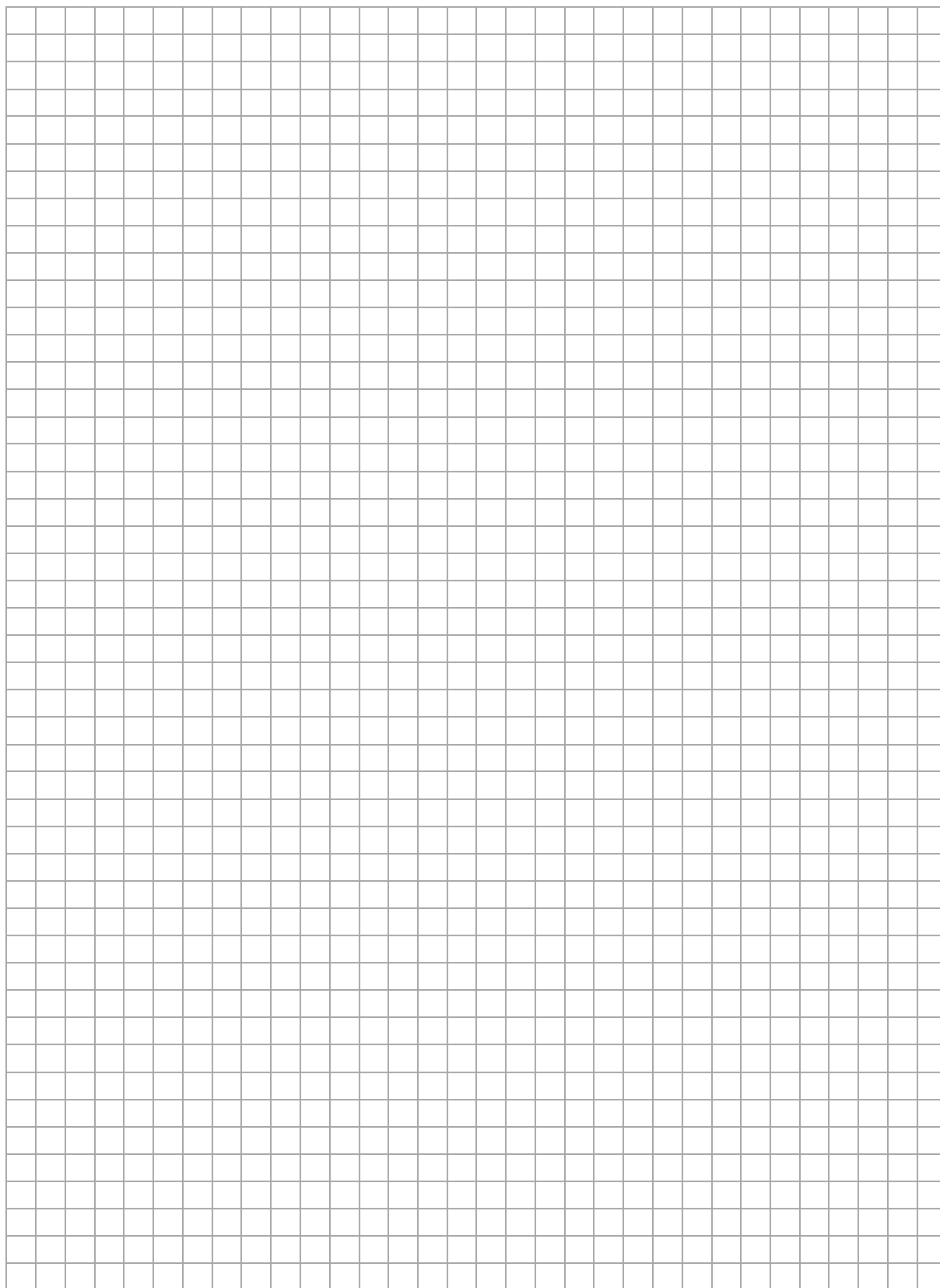
Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

Masa jądra neonu $^{23}\text{Ne}$ jest większa od łącznej sumy mas produktów rozpadu $\beta^-$ tego jądra.	P	F
Produkty rozpadu $\beta^-$ jądra neonu $^{23}\text{Ne}$ uzyskują energię kinetyczną.	P	F





## BRUDNOPIS (nie podlega ocenie)



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

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

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

# FIZYKA

## Poziom rozszerzony

*Formuła 2015*

# FIZYKA

## Poziom rozszerzony

*Formuła 2015*

# FIZYKA

## Poziom rozszerzony

*Formuła 2015*