

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

	S	G
--	---	---

PESEL

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

**Miejsce na naklejkę.**

Sprawdź, czy kod na naklejce to  
**M-100.**

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

**Egzamin maturalny**

**Formuła 2023**

**FIZYKA**

**Poziom rozszerzony**

Symbol arkusza

MFAP-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

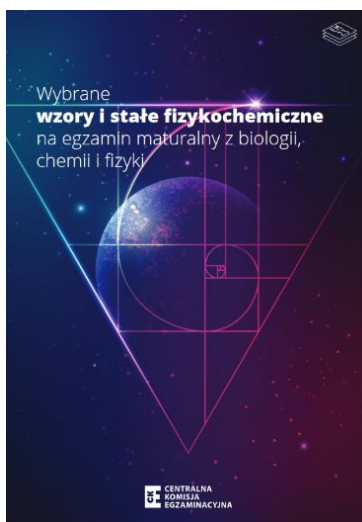
1. Sprawdź, czy nauczyciel przekazał Ci **właściwy arkusz egzaminacyjny**, tj. arkusz we **właściwej formule**, z **właściwego przedmiotu** na **właściwym poziomie**.
2. Jeżeli przekazano Ci **niewłaściwy** arkusz – natychmiast zgłoś to nauczycielowi. Nie rozrywaj banderol.
3. Jeżeli przekazano Ci **właściwy** 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. Symbol  zamieszczony przy zadaniu zamkniętym oznacza, że rozwiązanie tego zadania musisz przenieść na kartę odpowiedzi. Ocenie podlegają wyłącznie odpowiedzi zaznaczone na karcie odpowiedzi.
4. Odpowiedzi do zadań zamkniętych oznaczonych symbolem  zaznacz na karcie odpowiedzi w części przeznaczony dla zdającego:
  - zamaluj  pola do tego przeznaczone
  - błędne zaznaczenie otocz kółkiem  i zaznacz właściwe.
5. Rozwiązania pozostałych zadań zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy zadaniu.
6. 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.
7. Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie niezbędne użycie kalkulatora pozwalającego obliczać wartości logarytmów, funkcji trygonometrycznych oraz funkcji wykładniczych.
8. Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie pomocne lub niezbędne użycie linijki.
9. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
10. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
11. Nie wpisuj żadnych znaków w tabelkach przeznaczonych dla egzaminatora.  
Tabelki są umieszczone na marginesie przy wybranych zadaniach.
12. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
13. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, z linijki oraz z kalkulatora naukowego. 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  $t_0$  oznaczymy 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 inercyjnym 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.

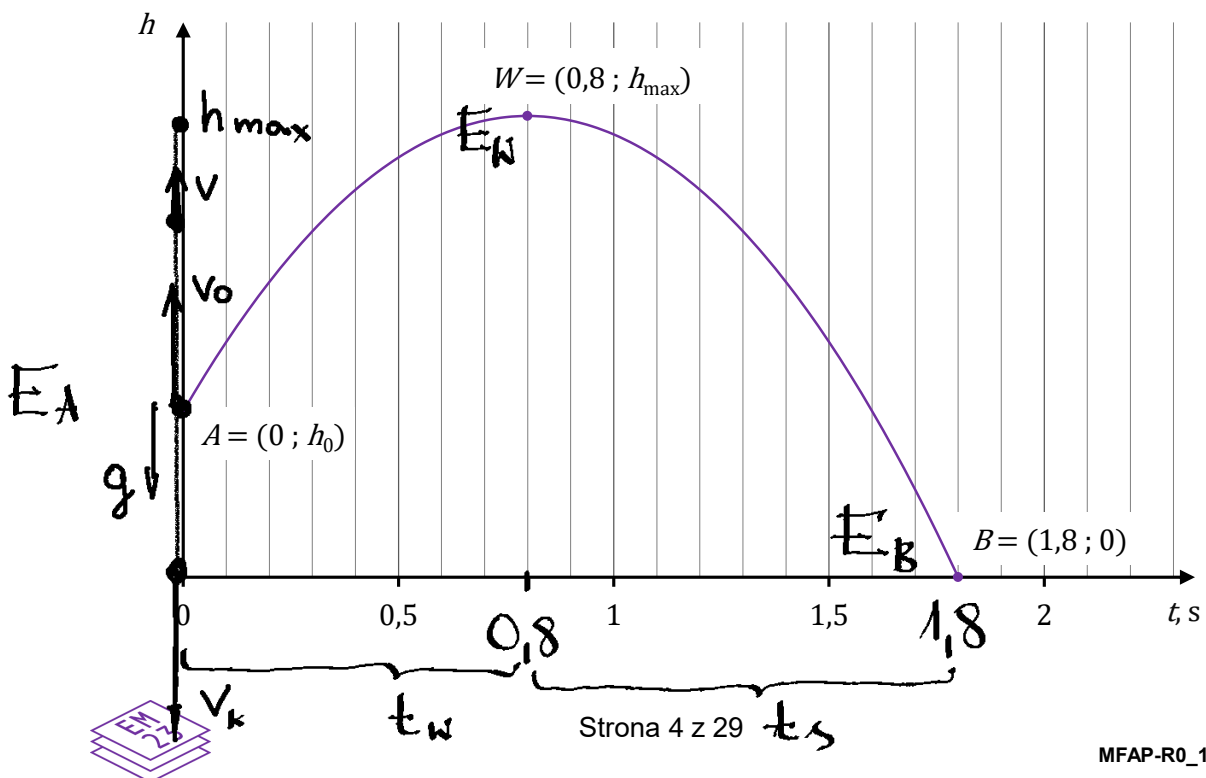
Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

Przyspieszenie ciała $C$ zależy od jego masy.	$a = g \neq f(m)$	P	<input checked="" type="checkbox"/>
Czas trwania ruchu ciała $C$ zależy od $v_0$ .		<input checked="" type="checkbox"/>	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.

1.2.

0-1-2

$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$0 = v_0 - g \cdot t_w \text{ ale } t_w = 0,8 \text{ s}$$

$$0 = v_0 - 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,8 \text{ s}$$

$$v_0 \approx 7,848 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Zadania zależne... 😞?, chyba że są jeszcze inne niezależne sposoby rozwiązania z. 1. 3. 😊

Zadanie 1.3. (0-3)

Oblicz  $h_0$ . Zapisz obliczenia.

1.3.

0-1-2-3

$$\text{I } h = h_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$0 = h_0 + v_0 t_r - \frac{1}{2} g t_r^2$$

$$0 = h_0 + 7,848 \cdot 1,8 - 15,8922$$

$$h_0 \approx 1,7658 \text{ m}$$

$$\text{III albo } E_A = E_w$$

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + m g h_0 = 0 + m g h_{\text{max}}$$

$$h_0 = \frac{2 \cdot g h_{\text{max}} - v_0^2}{2g}$$

$$h_0 = h_{\text{max}} - \frac{v_0^2}{2g}$$

$$\text{ale } h_{\text{max}} = \frac{1}{2} g t_s^2$$

$$h_{\text{max}} = 4,905 \text{ m}$$

$$\text{II albo } E_A = E_B$$

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + m g h_0 = \frac{1}{2} m v_k^2 + 0$$

$$h_0 = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2g}$$

$$\text{ale } v_k = g \cdot t_s \text{ gdzie } t_s = 1 \text{ s } h_0 \approx 1,77 \text{ m}$$

$$v_k \approx 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h_0 \approx 1,77 \text{ m}$$

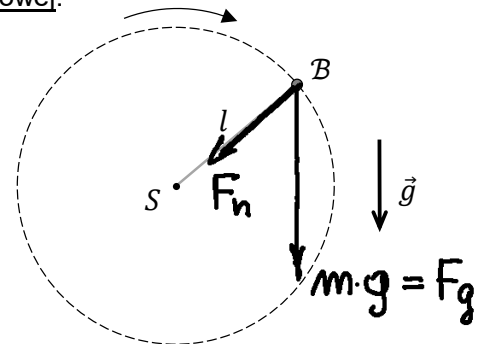
itp. 😊

## 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  $B$  wprowadzono 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.



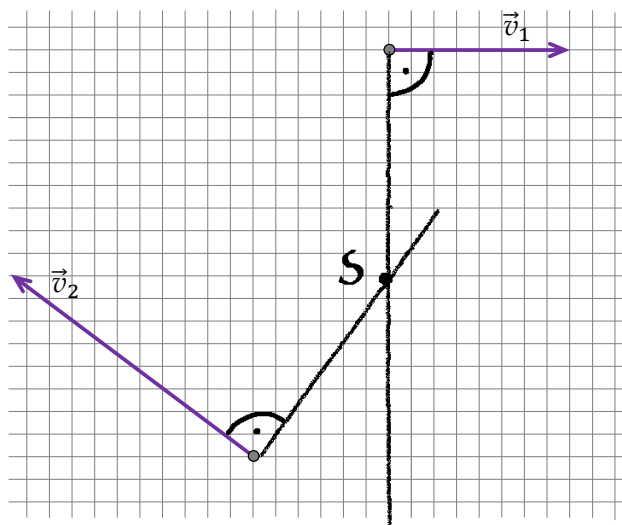
Sytuację ilustruje rysunek powyżej, na którym oznaczono przyspieszenie ziemskie  $\vec{g}$ .

### 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



2.1.

0–1–2

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.

$$l = \dots 10 \dots \text{ długości boku kratki}$$

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





2.3.

0-1-  
2-3-4

## Zadanie 2.3. (0-4)

Siła  $\vec{F}_n$ , z jaką nić działa na ciało 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 B podczas jego ruchu po okręgu:

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

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

$$E_G = E_D$$

$$\frac{1}{2} m v_{\min}^2 + m \cdot g \cdot 2l = \frac{1}{2} m \cdot v_{\max}^2 + 0 \quad | \cdot \frac{2}{m}$$

$$\rightarrow v_{\max}^2 = v_{\min}^2 + 4g \cdot l$$

$$3v_{\min}^2 = v_{\min}^2 + 4 \cdot g \cdot l \quad \rightarrow$$

$$v_{\min}^2 = 2 \cdot g \cdot l \quad \text{😊}$$

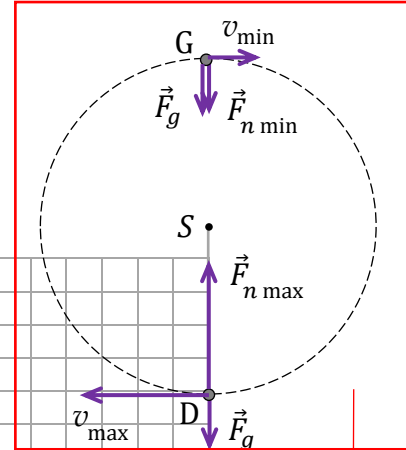
$$G: \left\{ \frac{m \cdot v_{\min}^2}{l} = F_{n \min} + m \cdot g \right.$$

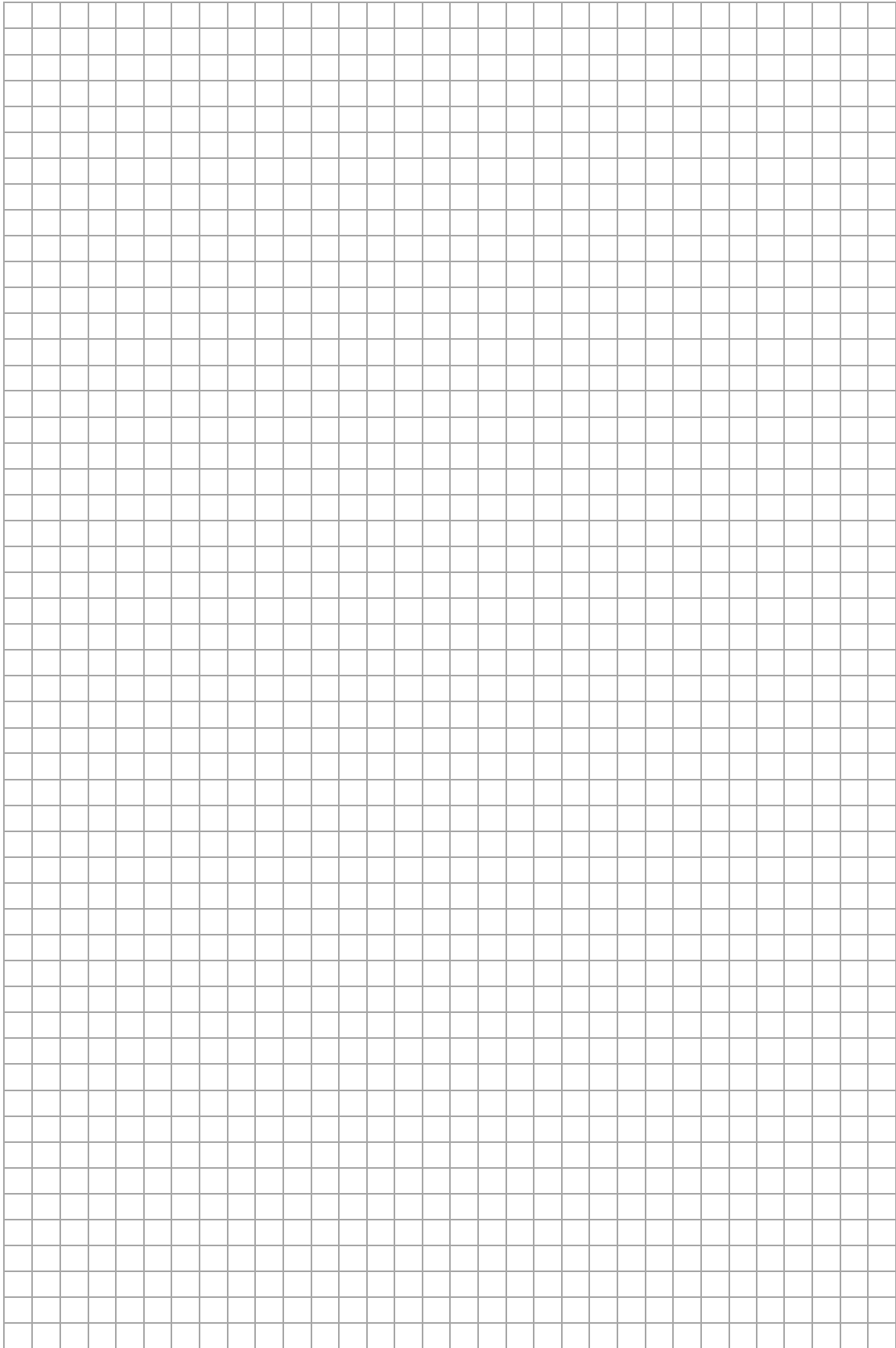
$$D: \left\{ \frac{m \cdot v_{\max}^2}{l} = F_{n \max} - m \cdot g \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m \cdot 2g = F_{n \min} + m \cdot g \\ m \cdot 3 \cdot 2 \cdot g \cdot l = F_{n \max} - m \cdot g \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{n \min} = m \cdot g \\ F_{n \max} = 7 \cdot m \cdot g \end{array} \right.$$

$$\frac{F_{n \max}}{F_{n \min}} = 7$$





### Zadanie 3.

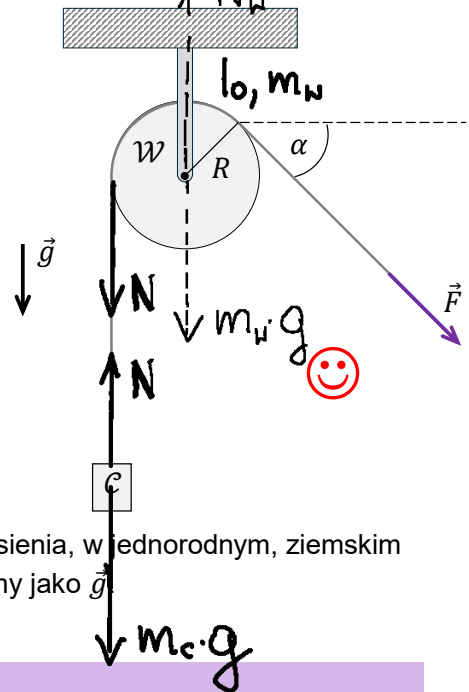
Bloczek  $\mathcal{W}$ , który jest jednorodnym walcem, podwieszono do sufitu. Przez ten bloczek przerzucono linę. Do jednego końca liny przymocowano ciężarek  $\mathcal{C}$ , a do drugiego końca liny przyłożono zewnętrzną siłę  $\vec{F}$ . Siła  $\vec{F}$  oraz drugi koniec liny są skierowane pod kątem  $\alpha$  do poziomu (zobacz rysunek obok).

Przyjmij model zjawiska, w którym:

- masę walca (bloczka  $\mathcal{W}$ ) oznaczmy jako  $m_w$
- promień walca (bloczka  $\mathcal{W}$ ) oznaczmy jako  $R$
- masę ciężarka oznaczmy jako  $m_c$
- moment bezwładności walca (bloczka  $\mathcal{W}$ ) względem jego osi wyraża się wzorem:

$$I_0 = \frac{1}{2} m_w R^2$$

- lina jest nierozciągliwa i nie ślizga się po bloczku
- masę liny pomijamy
- bloczek może obracać się wokół swojej osi bez tarcia
- ruch układu rozpatrujemy w inercjalnym układzie odniesienia, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym. Przyspieszenie ziemskie oznaczmy jako  $\vec{g}$



### Zadanie 3.1. (0-1)

Rozważamy taką sytuację 1., w której ciężarek oraz bloczek się nie poruszają.

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Wartość  $F$  siły  $\vec{F}$  w opisaney sytuacji 1. wyraża się wzorem

- A.  $F = m_c g$      B.  $F = (m_c + m_w)g$      C.  $F = m_c g \cdot \cos \alpha$      D.  $F = m_c g \cdot \sin \alpha$

Brudnopis

bo

$$\begin{cases} F \cdot R = N \cdot R \\ N = m_c \cdot g \end{cases} \rightarrow F = N = m_c \cdot g$$


**Zadanie 3.2. (0-4)**

Rozważamy taką sytuację 2., w której bleczek 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  $F$ .

$$I_0 \epsilon = N \cdot R - F \cdot R \quad \epsilon = \frac{a}{R}$$

$$\frac{1}{2} m_w R^2 \left( \frac{a}{R} \right) = R(N - F)$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{2} m_w a = N - F \\ m_c a = m_c g - N \end{array} \right\} +$$

$$a \left( \frac{1}{2} m_w + m_c \right) = m_c g - F$$

$$\frac{1}{2} g \left( \frac{1}{2} m_w + m_c \right) = m_c g - F$$

$$F = m_c g - \frac{1}{4} m_w g - \frac{1}{2} m_c g$$

$$F = \frac{1}{2} m_c g - \frac{1}{4} m_w g$$

$$F = \left( \frac{1}{2} m_c - \frac{1}{4} m_w \right) \cdot g \quad \text{itp.}$$

3.2.

0-1-  
2-3-4

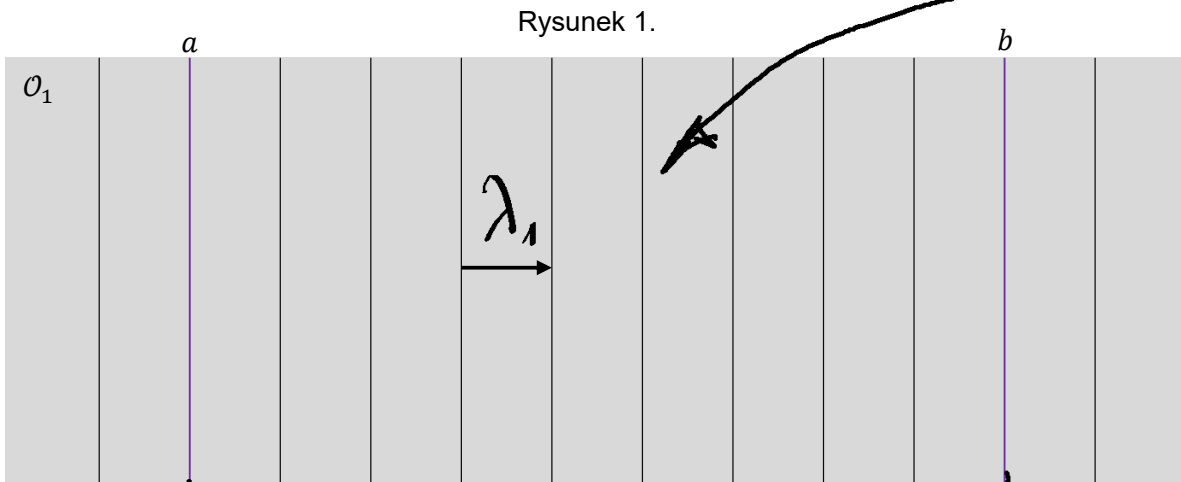
#### Zadanie 4.

W pewnym ośrodku materialnym  $O_1$  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.

#### Informacja do zadań 4.1.–4.2.

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.



4.1.


0-1-2

#### Zadanie 4.1. (0-2)

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

$$s = 9 \cdot \lambda_1 \quad \Delta t_{ab} = 0,07 \text{ ms} = 7 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$
$$\left\{ \begin{array}{l} v = \frac{s}{\Delta t_{ab}} = \frac{9 \cdot \lambda_1}{7 \cdot 10^{-5} \text{ s}} \quad \text{ale} \\ v = \lambda_1 \cdot f_1 \end{array} \right.$$
$$\lambda_1 \cdot f_1 = \frac{9 \cdot \lambda_1}{7 \cdot 10^{-5} \text{ s}}$$
$$f_1 = \frac{9}{7} \cdot 10^5 \text{ Hz}$$
$$f_1 = 1,29 \cdot 10^5 \text{ Hz}$$
$$f_1 = 129 \text{ kHz}$$




**Zadanie 4.2. (0–1)** 

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Natężenie fali  $\mathcal{F}$  w połowie odległości pomiędzy odcinkami  $a$  i  $b$  w porównaniu do natężenia tej fali na odcinku  $b$  jest

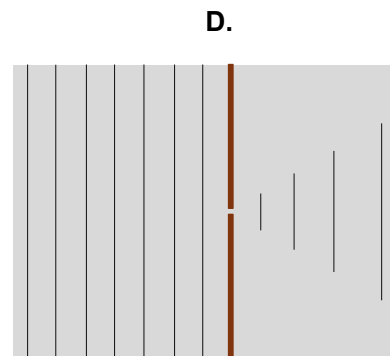
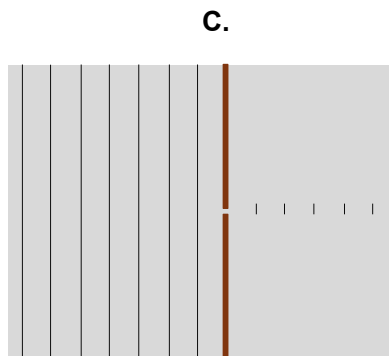
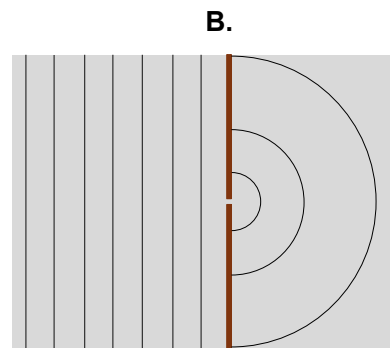
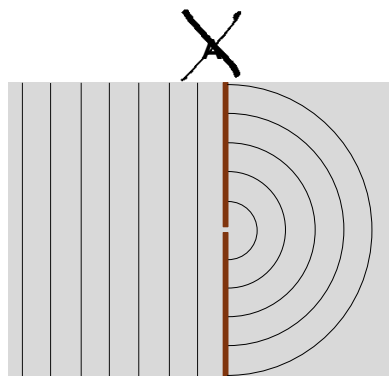
- A. 4 razy większe.    B. 2 razy większe.    C.  $\sqrt{2}$  razy większe.    ~~D. takie samo.~~

*Brudnopis*    bo fala jest płaska

**Zadanie 4.3. (0–1)** 

Założmy, że fala płaska  $\mathcal{F}$  dociera do przeszkody, w której jest wąska szczelina. Za i przed przeszkodą znajduje się ten sam ośrodek  $\mathcal{O}_1$ .

Na którym rysunku (spośród A–D) prawidłowo przedstawiono kolejne powierzchnie falowe po przejściu fali przez szczelinę? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.





### Zadanie 5.

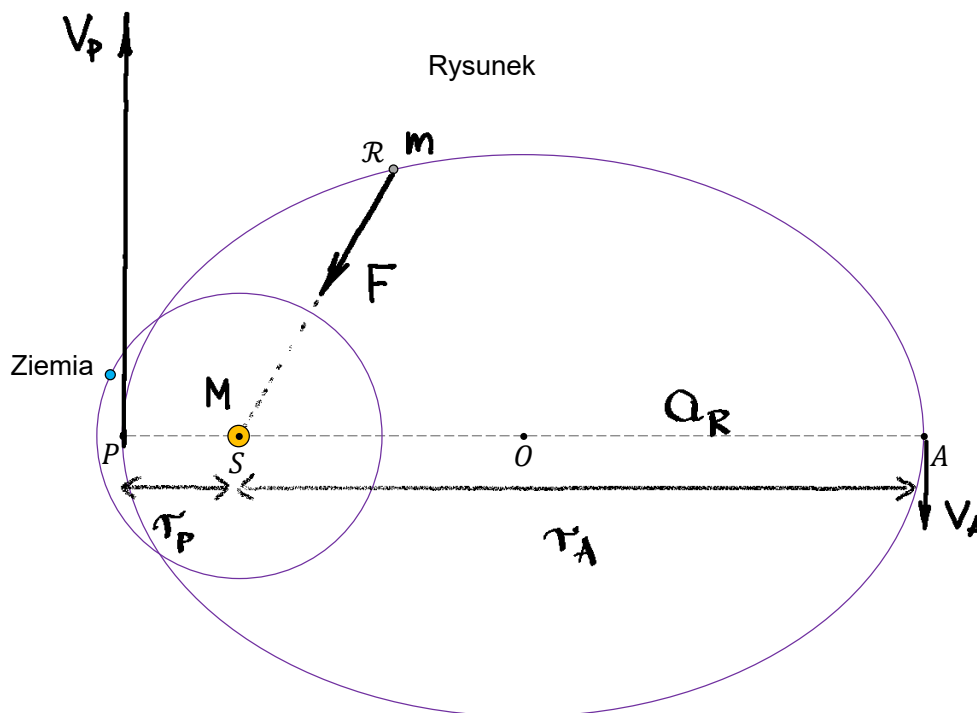
Pewna planetoida  $\mathcal{R}$  krąży wokół Słońca po orbicie eliptycznej jedynie pod wpływem siły grawitacji Słońca. Orbita planetoidy  $\mathcal{R}$  leży w tej samej płaszczyźnie co orbita Ziemi i przecina się z nią w dwóch punktach (zobacz rysunek).

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  $= 2 \cdot a_{\mathcal{R}}$
- 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.



### 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).

5.1.

0-1

5.2.

## Zadanie 5.2. (0-2)

0-1-2

Oblicz  $T_{\mathcal{R}}$  – okres obiegu planetoidy  $\mathcal{R}$  wokół Słońca. Zapisz obliczenia.  
Wynik podaj w latach ziemskich.

$$a_{\mathcal{R}} = \frac{1}{2} \cdot 5,62 \text{ au} = 2,81 \text{ au}$$

$$\frac{T_{\mathcal{R}}^2}{a_{\mathcal{R}}^3} = \frac{T_{\mathcal{Z}}^2}{a_{\mathcal{Z}}^3}$$

$$\left(\frac{T_{\mathcal{R}}}{T_{\mathcal{Z}}}\right)^2 = \left(\frac{a_{\mathcal{R}}}{a_{\mathcal{Z}}}\right)^3$$

$$\left(\frac{T_{\mathcal{R}}}{1 \text{ y}}\right)^2 = \left(\frac{2,81 \text{ au}}{1,0 \text{ au}}\right)^3$$

$$T_{\mathcal{R}} \approx 4,71 \text{ y}$$

## Zadanie 5.3. (0-1)

Wartość przyśpieszenia planetoidy  $\mathcal{R}$  w punktach  $P$  oraz  $A$  orbity oznaczmy – odpowiednio – jako  $a_P$  oraz  $a_A$ .

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Iloraz  $\frac{a_P}{a_A}$  jest równy

A.  $\frac{|SA|}{|SP|}$

B.  $\frac{|SP|}{|SA|}$

~~C.  $\left(\frac{|SA|}{|SP|}\right)^2$~~

D.  $\left(\frac{|SP|}{|SA|}\right)^2$

Brdnopis

bo

$$\frac{a_P}{a_A} = \frac{m \cdot a_P}{m \cdot a_A} = \frac{F_P}{F_A} = \frac{\frac{GMm}{r_P^2}}{\frac{GMm}{r_A^2}} = \left(\frac{r_A}{r_P}\right)^2$$



**Zadanie 5.4. (0-3)**Oblicz  $v_A$  – wartość prędkości planetoidy  $\mathcal{R}$  w punkcie  $A$  orbity. Zapisz obliczenia.

5.4.

0-1-  
2-3

$$L_A = L_P$$

$$\cancel{m}v_A \cdot r_A = \cancel{m}v_P \cdot r_P ; r_A = 2 \cdot a_R - r_P$$

$$r_A = 5,6 \text{ au} - 0,81 \text{ au}$$

$$r_A = 4,81 \text{ au}$$

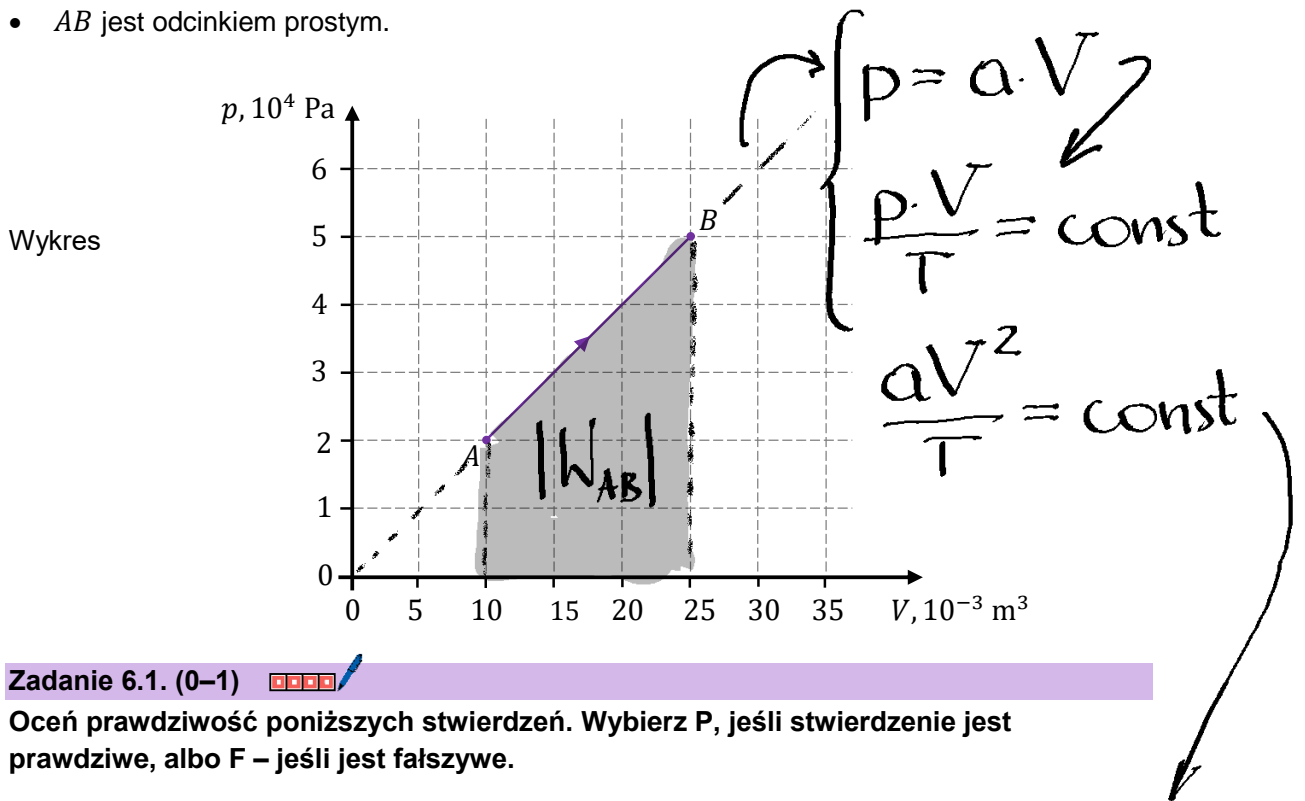
$$v_A \cdot 4,81 \text{ au} = 43,29 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot 0,81 \text{ au}$$

$$v_A \approx 7,29 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

**Zadanie 6.**

Na poniższym wykresie przedstawiono zależność ciśnienia  $p$  od objętości  $V$  dla pewnej przemiany termodynamicznej  $A \rightarrow B$  ustalonej masy gazu doskonałego. Przyjmij, że:

- ciepło molowe tego gazu przy stałej objętości wynosi  $C_V = \frac{3}{2}R$ , gdzie  $R$  jest stałą gazową
- stany  $A$  i  $B$  gazu znajdują się w punktach kratowych siatki wykresu
- $AB$  jest odcinkiem prostym.



**Zadanie 6.1. (0-1)**

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

W przemianie $A \rightarrow B$ temperatura bezwzględna $T$ gazu zmienia się wprost proporcjonalnie do kwadratu objętości tego gazu.	<input checked="" type="checkbox"/>	F
W przemianie $A \rightarrow B$ średnia wartość prędkości cząsteczek gazu wzrasta.	<input checked="" type="checkbox"/>	F

$T \uparrow$

6.2.  
0-1

**Zadanie 6.2. (0-1)**

Dokończ zdanie. Wpisz właściwą liczbę w wykropkowane miejsce.

Iloraz temperatur bezwzględnych gazu w stanach  $B$  i  $A$  jest równy  $\frac{T_B}{T_A} = \dots 6,25 \dots$

Brudnopis

$$\frac{p_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{p_B \cdot V_B}{T_B} \quad \frac{T_B}{T_A} = \frac{p_B \cdot V_B}{p_A \cdot V_A} = \frac{5 \cdot 25}{2 \cdot 10}$$



**Zadanie 6.3. (0-4)**

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

*Wskazówka: Skorzystaj z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki.*

6.3.

0-1-  
2-3-4

$$\Delta U_{AB} = Q_{AB} + W_{AB} \quad W_{AB} < 0 !$$
$$C_V \cdot n \Delta T_{AB} = Q_{AB} - S_{\Delta}$$
$$Q_{AB} = \underbrace{\frac{3}{2} R \cdot n \Delta T_{AB}} + S_{\Delta} ; p \cdot V = R n T$$
$$Q_{AB} = \frac{3}{2} (p_B V_B - p_A V_A) + \frac{1}{2} (p_A + p_B) \Delta V_{AB}$$
$$Q_{AB} = \frac{3}{2} (5 \cdot 25 - 2 \cdot 10) \cdot 10^1 + \frac{1}{2} (7 \cdot 10^4) \cdot 15 \cdot 10^{-3} \text{ (J)}$$

1575 J                      525 J

$Q_{AB} = 2100 \text{ J}$

### Zadanie 7.

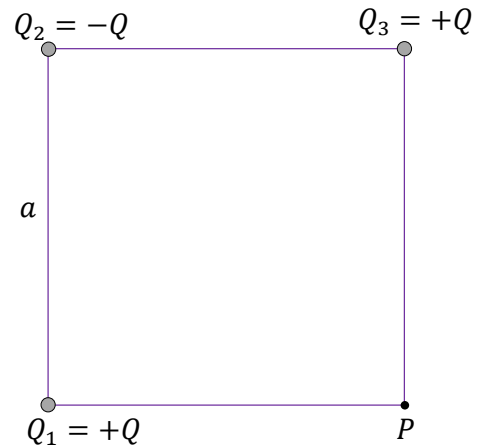
Trzy punktowe ładunki elektryczne:  $Q_1$ ,  $Q_2$  i  $Q_3$  umieszczono w wierzchołkach kwadratu (zobacz rysunek obok). Ładunki te pozostają nieruchome. Pomiędzy ładunkami jest próżnia.

Długość boku tego kwadratu jest równa  $a$ .

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

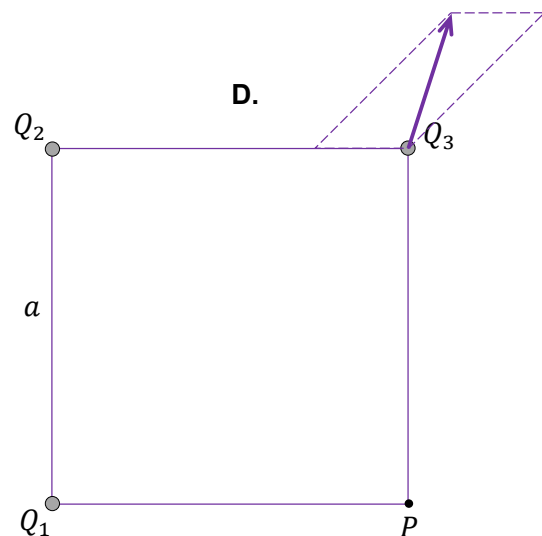
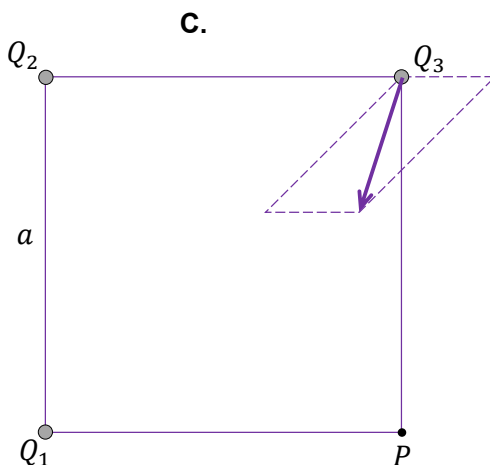
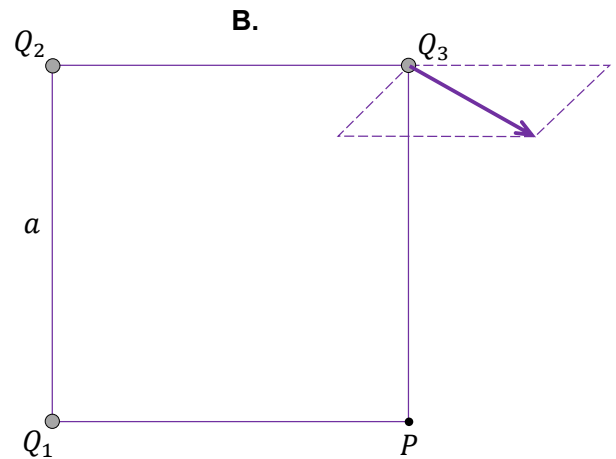
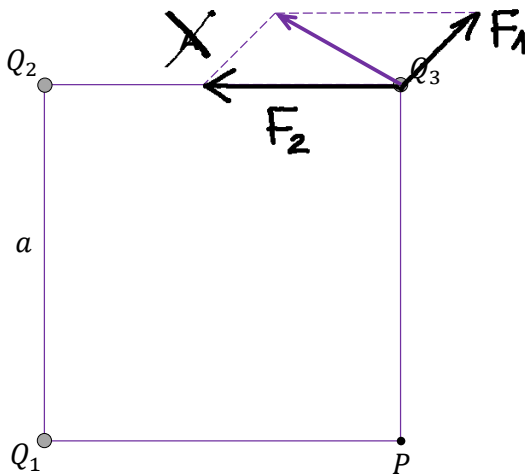
$$Q_1 = +Q \quad Q_2 = -Q \quad Q_3 = +Q$$

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  $Q_3$ ? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.



Zadanie 7.2. (0-4)

7.2.

0-1-  
2-3-4



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

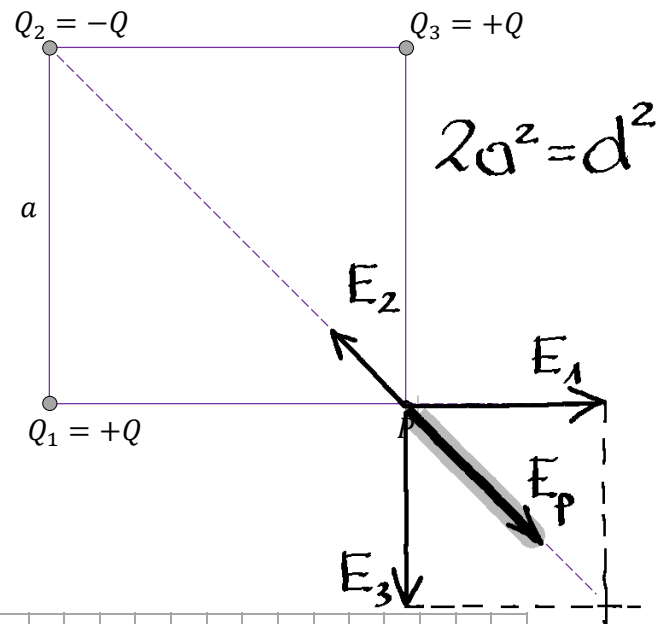
Wyznacz  $E_P$  – wartość wektora natężenia  $\vec{E}_P$  – w zależności tylko od  $a$ , od  $Q$  oraz od odpowiedniej stałej fizycznej.

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

Uwaga! Zamieszczony rysunek ma charakter pomocniczy.



Rysunek pomocniczy



$$E_1 = E_3 = \frac{k \cdot Q}{a^2}$$

$$\vec{E}_{13} = \vec{E}_1 + \vec{E}_3$$

$$E_{13} = \sqrt{2} \cdot \frac{k \cdot Q}{a^2}$$

$$E_2 = \frac{kQ}{d^2}$$

$$E_2 = \frac{k \cdot Q}{2a^2}$$

$$\vec{E}_P = \vec{E}_{13} + \vec{E}_2$$

$$E_P = E_{13} - E_2$$

$$E_P = \sqrt{2} \frac{kQ}{a^2} - \frac{k \cdot Q}{2a^2}$$

$$E_P = \left( \sqrt{2} - \frac{1}{2} \right) \frac{k \cdot Q}{a^2}$$

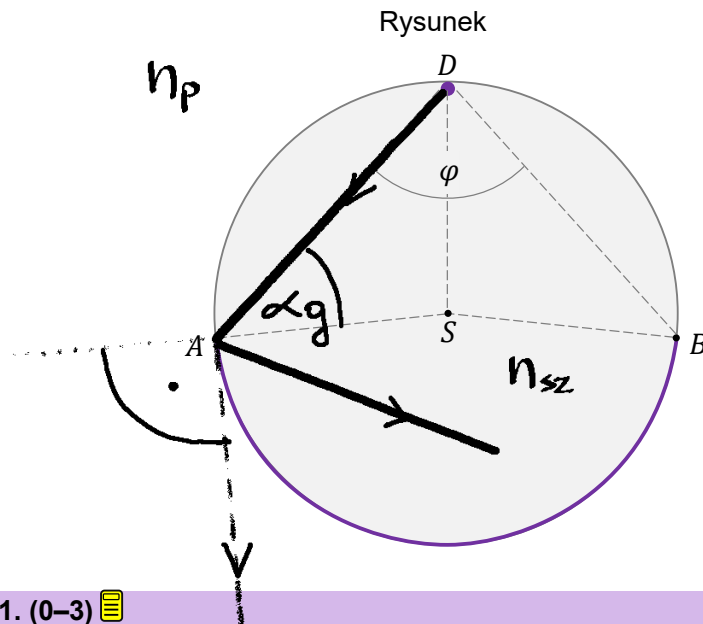
### Zadanie 8.

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.



8.1.

0-1-  
2-3

### Zadanie 8.1. (0-3)

Oblicz  $\varphi$ . Zapisz obliczenia.

$$\alpha_g = \frac{1}{2} \varphi$$

$$\frac{\sin \alpha_g}{\sin 90^\circ} = \frac{n_p}{n_{sz}}$$

$$\sin \alpha_g = \frac{1}{1,5}$$


$$\sin \alpha_g = \frac{2}{3}$$

$$\alpha_g \approx 41,81^\circ$$

$$\varphi \approx 83,62^\circ$$





**Zadanie 8.2. (0–1)** 

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

**Dokończ zdanie. Wybierz 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.
<del><b>B.</b></del>	większy,		<del><b>2.</b></del>	się zwiększy.

Brodnopis

bo

$$\sin \alpha_g = \frac{n_w}{n_{sz}}$$

$$n_w > n_p$$



**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.

9.

0-1-  
2-3

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

Wskazówka: Skorzystaj z Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki.



$$m \cdot a_d = F_m$$

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = B \cdot q \cdot v \cdot \sin 90^\circ \cdot r$$

$$m \cdot v = B q \cdot r ; v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\frac{m \cdot 2\pi r}{T} = B \cdot q \cdot r$$

$$T = \frac{2\pi m}{B \cdot q}$$

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}{1,7 \cdot 10^{-3} \text{ T} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}$$

$$T \approx 2,1 \cdot 10^{-8} \text{ s} = 21 \text{ ns}$$



**Zadanie 10. (0-3)**

Cząstka  $\beta^-$  emitowana podczas rozpadu pewnego jądra ma energię kinetyczną równą  $E_{kin} = 1,311 \text{ MeV}$ . Energia spoczynkowa cząstki  $\beta^-$  jest równa  $E_0 = 0,511 \text{ MeV} = m \cdot c^2$

Wartość prędkości tej cząstki  $\beta^-$  oznaczmy jako  $v$ .

Wartość prędkości światła w próżni oznaczmy jako  $c$ .

Oblicz  $\frac{v}{c}$ . Zapisz obliczenia. Wynik podaj zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

10.

0-1-  
2-3

$$E = E_0 + E_k = 0,511 \text{ MeV} + 1,311 \text{ MeV}$$

$$E = 1,822 \text{ MeV}$$

$$E = \frac{m \cdot c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad \text{zatem}$$

$$1,822 \text{ MeV} = \frac{0,511 \text{ MeV}}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

$$\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \approx 0,28046 \quad \text{itd}$$

$$\left(\frac{v}{c}\right)^2 \approx 0,92134$$

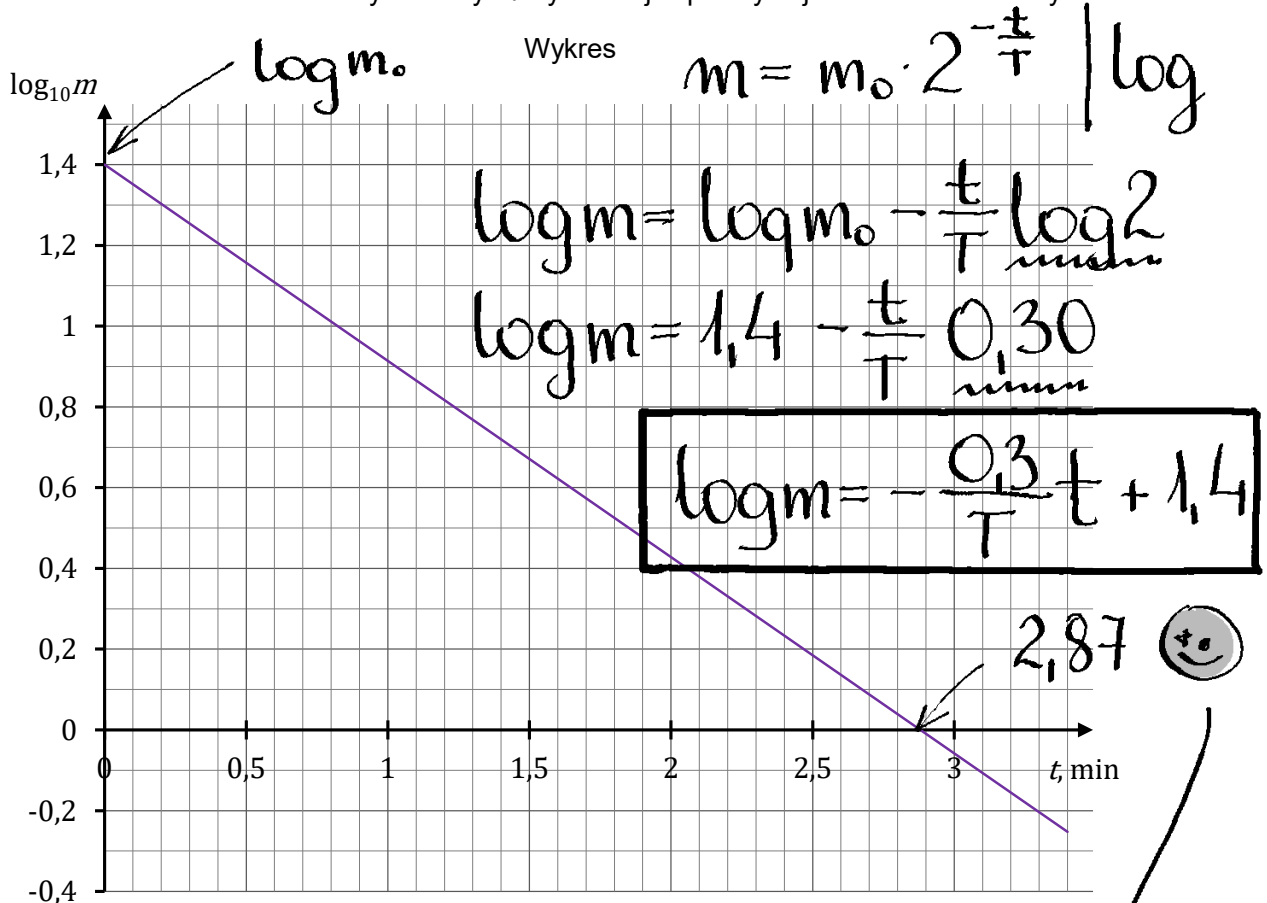
$$\boxed{\frac{v}{c} \approx 0,96}$$



**Zadanie 11.3. (0-4)**

Badano próbkę promieniotwórczą  $\mathcal{P}$  zawierającą jądra izotopu neonu  $^{23}\text{Ne}$ . Łączną masę jąder neonu  $^{23}\text{Ne}$ , które pozostają w próbce  $\mathcal{P}$  po upływie czasu  $t$  od chwili początkowej  $t_0 = 0$  min, oznaczymy jako  $m$ . Na podstawie pomiarów promieniowania powstającego podczas rozpadów  $\beta^-$  tych jąder neonu obliczono  $m$  dla różnych chwil czasu.

Na poniższym wykresie przedstawiono zależność  $\log_{10} m$  od czasu  $t$ . Wartości logarytmu obliczono dla wartości liczbowych masy  $m$  wyrażonej w pewnych jednostkach umownych.



Na podstawie wykresu oblicz  $T$  – czas połowicznego rozpadu jąder neonu  $^{23}\text{Ne}$ . Zapisz obliczenia.

Wskazówki: 1) Jeśli  $a^c = b$  oraz  $a > 0$ ,  $a \neq 1$ ,  $b > 0$ , to  $c = \log_a b$ .

2) Możesz wykorzystać wzory:

$$\log_{10}(x \cdot y) = \log_{10} x + \log_{10} y \quad \text{dla } x > 0, y > 0$$

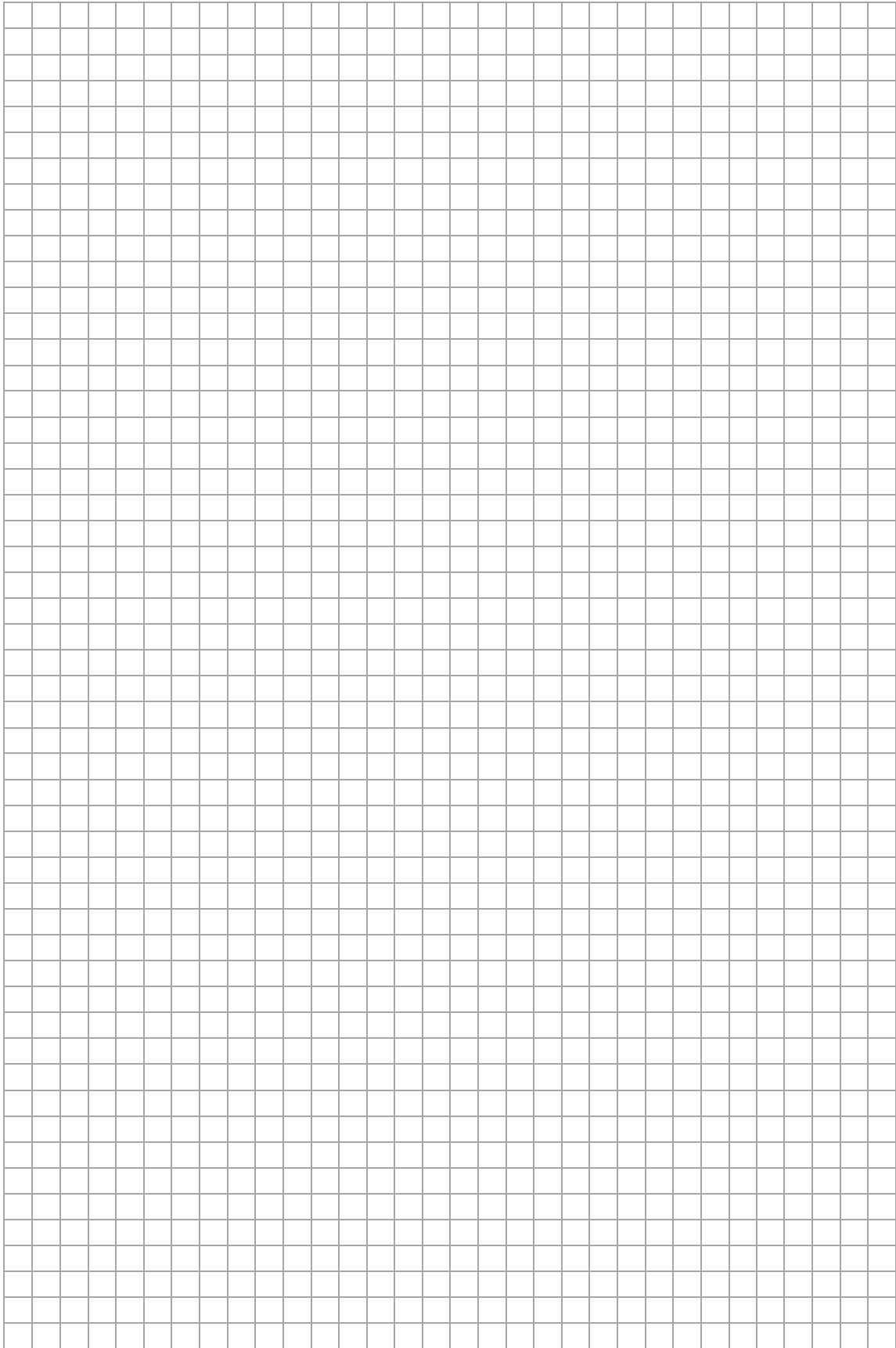
$$\log_{10}\left(\frac{x}{y}\right) = \log_{10} x - \log_{10} y \quad \text{dla } x > 0, y > 0$$

$$0 = -\frac{0,30}{T} \cdot 2,87 + 1,4$$

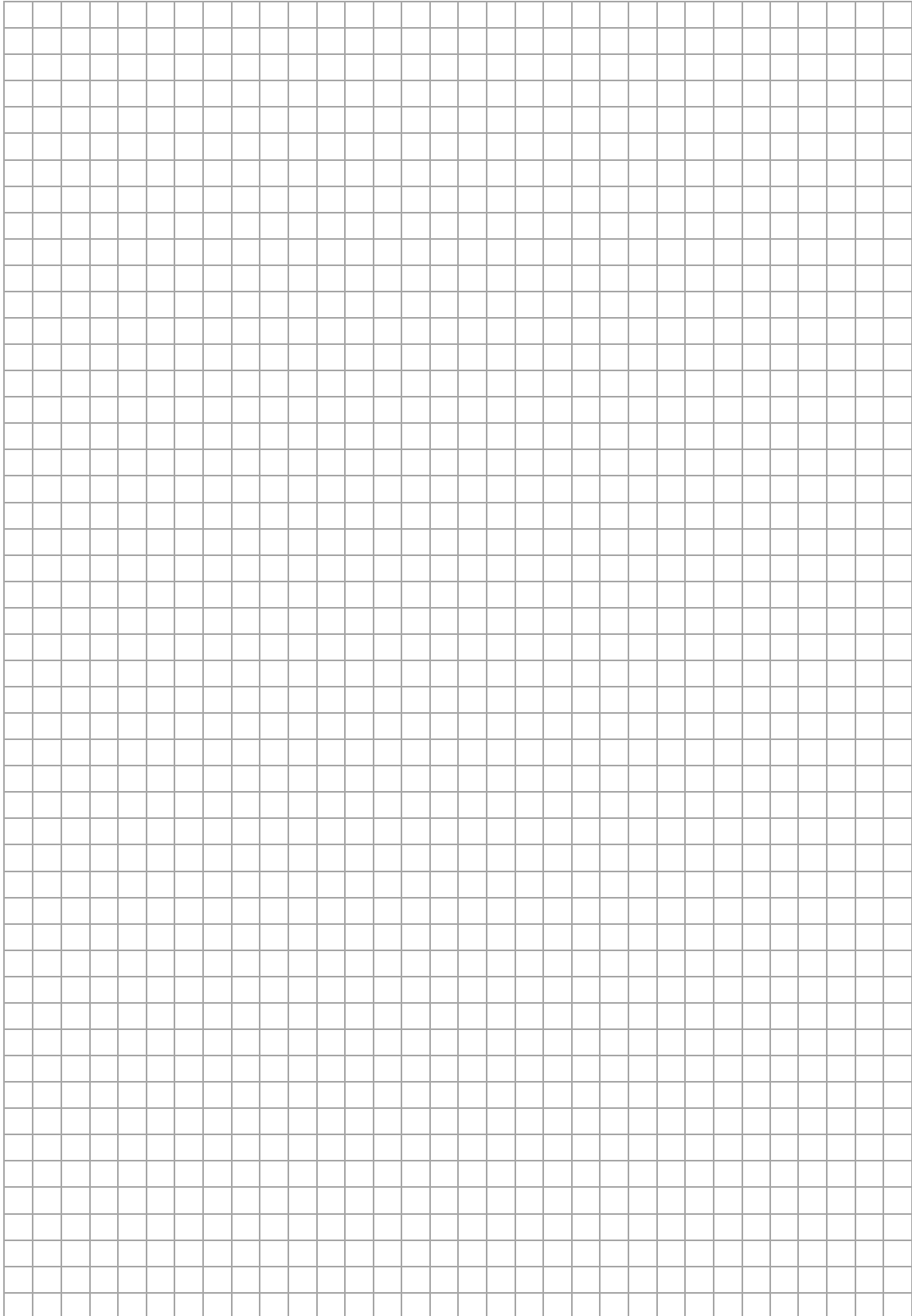
$$T \approx 0,615 \text{ min} \approx 37 \text{ s}$$

11.3.

0-1-  
2-3-4



**BRUDNOPIS (nie podlega ocenie)**



# FIZYKA

## Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*



# FIZYKA

## Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*



# FIZYKA

## Poziom rozszerzony

*Formuła 2023*

