CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

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**-2506

DATA: **16 czerwca 2025 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.

Układ graficzny
© CKE 2022

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 26 stron (zadania 1–11). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Na pierwszej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
3. 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.
4. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
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.

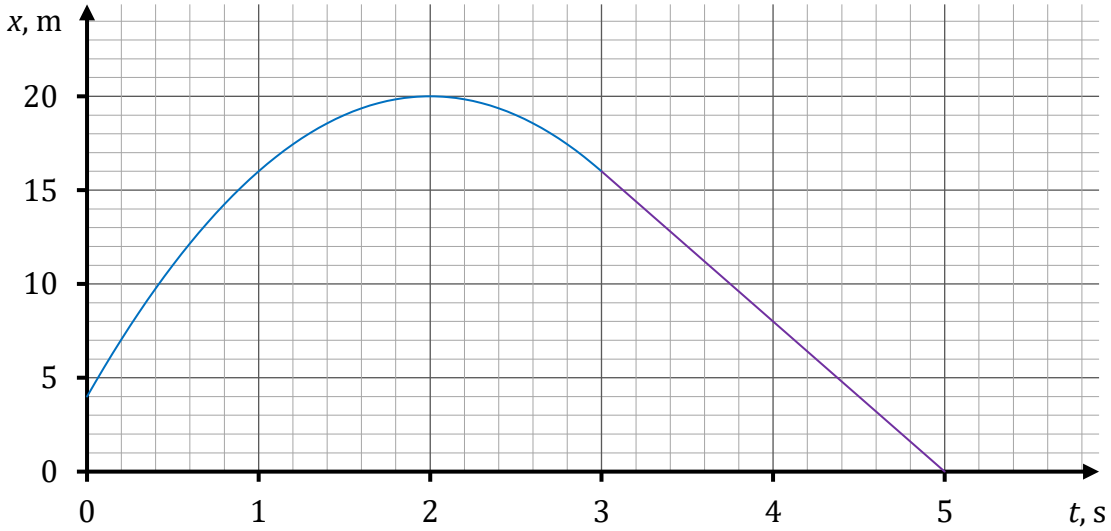
Ciało $\mathcal{C}$ porusza się wzdłuż osi x. Zależność współrzędnej położenia x ciała $\mathcal{C}$ od czasu t opisują równania:

$$x = x(t) = \begin{cases} 4 + 16t - 4t^2 & \text{dla} \quad 0\ \text{s} \leq t \leq 3\ \text{s} \\ 40 - 8t & \text{dla} \quad 3\ \text{s} < t \leq 5\ \text{s} \end{cases}$$

Wszystkie współczynniki w tych równaniach wyrażone są domyślnie przy pomocy jednostek podstawowych układu SI.

Na wykresie 1. przedstawiono opisaną zależność $x(t)$ dla $0\ \text{s} \leq t \leq 5\ \text{s}$.

Wykres 1.



Zadanie 1.1. (0–2)

Drogę przebytą przez ciało $\mathcal{C}$ od chwili $t = 0\ \text{s}$ do chwili $t = 5\ \text{s}$ oznaczymy jako s_C.
Wektor przemieszczenia ciała $\mathcal{C}$ od chwili $t = 0\ \text{s}$ do chwili $t = 5\ \text{s}$ oznaczymy jako $\overrightarrow{\Delta x_C}$.
Czas ruchu ciała $\mathcal{C}$ od chwili $t = 0\ \text{s}$ do chwili $t = 5\ \text{s}$ oznaczymy jako Δt_C.

Dokończ zdania. Wpisz właściwe liczby w wykropkowane miejsca.

1. Droga przebyta przez ciało $\mathcal{C}$ w czasie Δt_C jest równa $s_C = \ldots\ldots\ \text{m}$.

2. Wartość wektora $\dfrac{\overrightarrow{\Delta x_C}}{\Delta t_C}$ jest równa $\left|\dfrac{\overrightarrow{\Delta x_C}}{\Delta t_C}\right| = \ldots\ldots\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}}$.

Brudnopis

Zadanie 1.2. (0–2)

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

W chwili $t = 1\ \mathrm{s}$

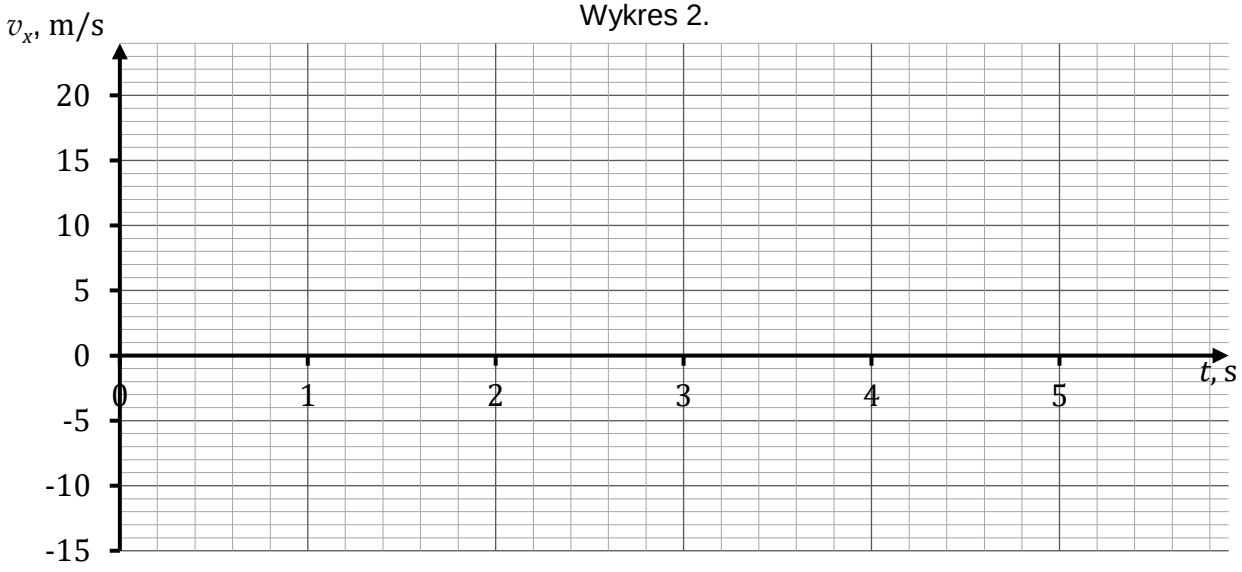
1.	wartość przyśpieszenia ciała $\mathcal{C}$ jest równa $16\ \mathrm{m/s^2}$.	**P**	**F**
2.	wartość prędkości ciała $\mathcal{C}$ jest równa $16\ \mathrm{m/s}$.	**P**	**F**
3.	położenie ciała $\mathcal{C}$ ma współrzędną $16\ \mathrm{m}$.	**P**	**F**

Zadanie 1.3. (0–2)

Współrzędną prędkości ciała $\mathcal{C}$ oznaczymy jako v_x. Dodatnia wartość v_x będzie oznaczała, że zwrot wektora prędkości ciała $\mathcal{C}$ jest zgodny ze zwrotem osi x, a ujemna wartość – że zwrot wektora prędkości ciała $\mathcal{C}$ jest przeciwny do zwrotu osi x.

Na wykresie 2. narysuj zależność v_x od czasu t dla $0\ \mathrm{s} \leq t \leq 5\ \mathrm{s}$.

Wykres 2.



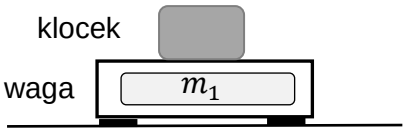
Brudnopis

Zadanie 2.

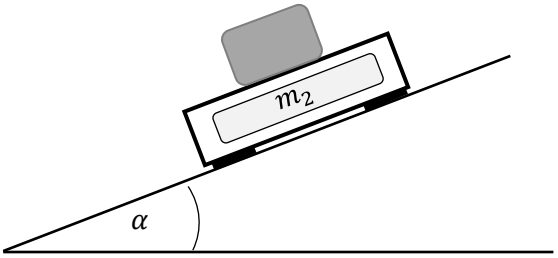
Uczniowie wykonywali doświadczenie z wagą. Zakładamy, że waga wskazuje wartość siły nacisku działającej na wagę prostopadle do jej powierzchni, podzielonej przez wartość g przyśpieszenia grawitacyjnego.

Uczniowie ustawili wagę na poziomej ławce i położyli na niej klocek. Waga wskazała wartość m_1 (zobacz rysunek 1.). Następnie uczniowie nachylili ławkę pod kątem α do poziomu i ponownie położyli na wadze ten sam klocek. Waga wskazała wartość m_2 (zobacz rysunek 2.).

Rysunek 1.



Rysunek 2.



Waga oraz klocek pozostały nieruchome.

Na ten klocek działają trzy siły w układzie inercjalnym:

$\vec{F}_t$ – siła tarcia statycznego pomiędzy wagą a klockiem, działająca na klocek przy nachylonej ławce,

$\vec{F}_g$ – siła grawitacji działająca na klocek,

$\vec{F}_r$ – siła reakcji wagi działająca na klocek (siła nacisku wagi na klocek).

Zadanie 2.1. (0–2)

Przyjmij, że punkt S na diagramie (na stronie 7) jest reprezentacją klocka.
Widok nachylonej ławki i klocka pozostawiono dla kontekstu.

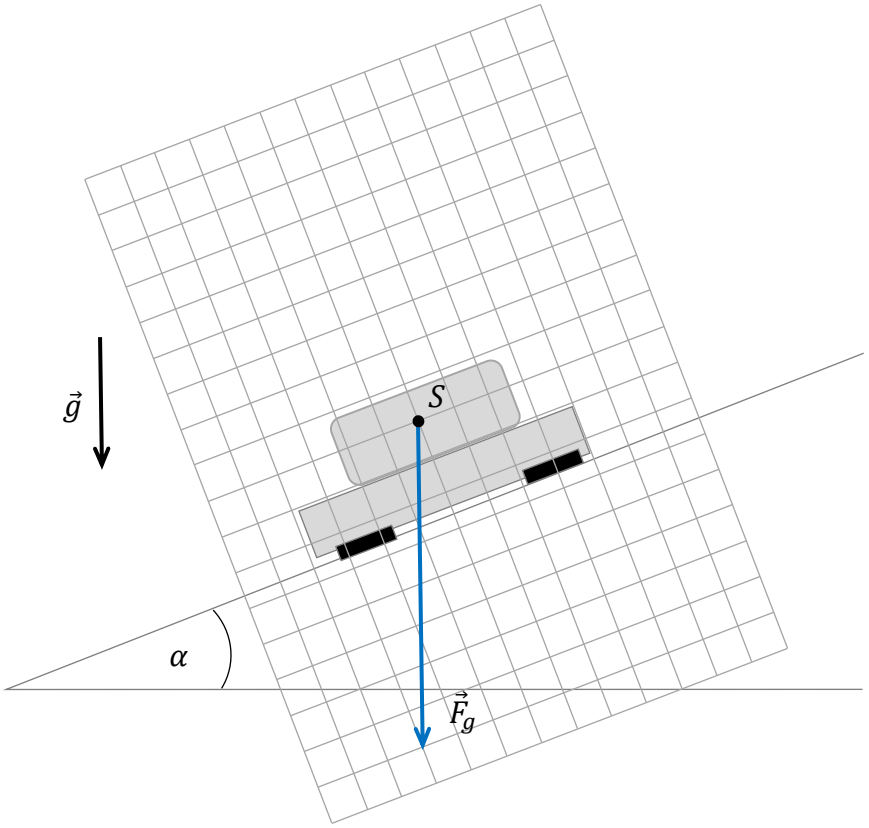
Długość boku kratki na diagramie odpowiada umownej jednostce siły.

Oznaczono siłę grawitacji $\vec{F}_g$.

Na diagramie (na stronie 7) narysuj i oznacz siłę tarcia $\vec{F}_t$ oraz siłę reakcji wagi $\vec{F}_r$, działające na klocek (przyłożone w punkcie S).

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

Diagram



Zadanie 2.2. (0–1)

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

Wskazania wagi m_1 oraz m_2 – opisane w zadaniu 2. – spełniają relację

A.	$m_1 > m_2$,	ponieważ po nachyleniu ławki wartość siły nacisku klocka na wagę	**1.**	się zwiększyła.
B.	$m_1 = m_2$,		**2.**	się nie zmieniła.
C.	$m_1 < m_2$,		**3.**	się zmniejszyła.

Zadanie 2.3. (0–1)

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

Gdy kąt nachylenia α ławki do poziomu rośnie, a waga oraz klocek o masie m nie poruszają się względem ławki, to

1.	wartość siły tarcia statycznego między wagą a klockiem wyraża się wzorem $F_t = mg \sin \alpha$.	**P**	**F**
2.	wartość siły tarcia statycznego pomiędzy wagą a klockiem maleje.	**P**	**F**

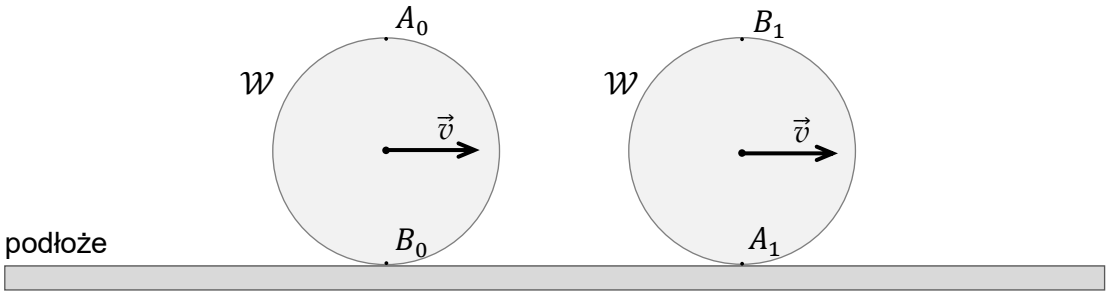
Zadanie 3.

Walec $\mathcal{W}$ o promieniu R i masie m toczy się bez poślizgu ze stałą prędkością o wartości v po poziomym, płaskim podłożu.

Na rysunku poniżej przedstawiono położenia walca w chwili $t_0 = 0\ s$ oraz w chwili $t_1 = 0{,}2\ s$. W czasie od chwili t_0 do chwili t_1 walec wykonał pół obrotu względem swojej osi.

Położenia wybranych punktów A i B, leżących na brzegu walca wzdłuż średnicy, w chwilach t_0 oraz t_1 oznaczymy – odpowiednio – jako A_0, B_0 oraz A_1, B_1. Punkty B_0 i A_1 dotykają podłoża.

Rysunek



Zadanie 3.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Prędkość kątowa w ruchu obrotowym walca $\mathcal{W}$ względem jego osi ma wartość

A. $\omega = 2\pi\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ **B.** $\omega = 4\pi\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ **C.** $\omega = 5\pi\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ **D.** $\omega = 10\pi\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

Brudnopis

Zadanie 3.2. (0–2)

Wartość przemieszczenia punktu A od chwili t_0 do chwili t_1 oznaczymy jako $|A_0A_1|$.

Oblicz iloraz $\frac{|A_0A_1|}{R}$. Wynik podaj w postaci liczby niewymiernej. Zapisz obliczenia.

Zadanie 3.3. (0–2)

Walec $\mathcal{W}$ jest wewnątrz częściowo pusty i symetryczny względem osi przechodzącej przez jego środek. Moment bezwładności walca $\mathcal{W}$ względem jego osi wyraża się wzorem:

$$I_0 = \frac{4}{5}mR^2$$

Całkowitą energię kinetyczną toczącego się walca $\mathcal{W}$ oznaczymy jako $E_{kin\ calk}$.
Ta energia wyraża się wzorem:

$$E_{kin\ calk} = k \cdot mv^2$$ dla pewnego współczynnika liczbowego k.

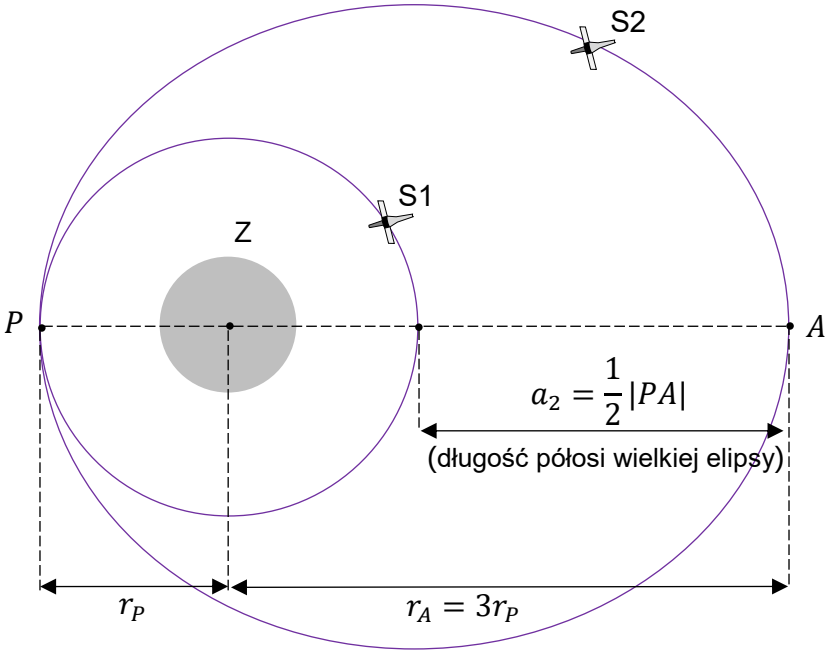
Oblicz k. Zapisz obliczenia.

Zadanie 4.

Satelity S1 oraz S2 poruszają się dookoła Ziemi jedynie pod wpływem grawitacji. Satelita S1 obiega Ziemię (Z) po orbicie kołowej, a satelita S2 obiega Ziemię po orbicie eliptycznej. Obie orbity leżą w jednej płaszczyźnie. Pomijamy wpływ innych ciał na ruch satelitów S1 oraz S2.

Poniżej podano niektóre oznaczenia i dane dla obu orbit:

- punkt P jest wspólny dla obu orbit (zobacz rysunek)
- odległość punktu P od środka Ziemi jest równa $r_P = 15\,000\ \mathrm{km}$
- największą odległość satelity S2 od środka Ziemi oznaczymy jako r_A
- odległości r_P oraz r_A wiąże relacja: $r_A = 3r_P$.



Zadanie 4.1. (0–1)

Energię potencjalną w polu grawitacyjnym centralnym określamy względem nieskończoności – tzn. poziom zera energii potencjalnej jest w nieskończoności: $E_{pot}(\infty) = 0$.

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Dla satelity w ruchu po orbicie kołowej iloraz $\frac{E_{pot}}{E_{kin}}$, tzn. iloraz energii potencjalnej i kinetycznej, wynosi

A. -2 **B.** $0{,}5$ **C.** 2 **D.** $-0{,}5$

Brudnopis

Zadanie 4.2. (0–3)

Wartość prędkości jednego z satelitów w punkcie P jest równa $6{,}3\ \mathrm{km/s}$.

Ustal, który z satelitów – S1 czy S2 – ma w punkcie P taką prędkość. Wykonaj niezbędne obliczenia, które doprowadzą do tego ustalenia. Następnie zapisz swoją odpowiedź.

Zadanie 4.3. (0–3)

Okres obiegu satelity S1 dookoła Ziemi oznaczymy jako T_1, a satelity S2 – jako T_2.

Oblicz iloraz $\frac{T_1}{T_2}$. Zapisz obliczenia.

Wskazówka: Okres obiegu ciała dookoła Ziemi po orbicie eliptycznej o półosi wielkiej a jest równy okresowi obiegu ciała dookoła Ziemi po orbicie kołowej o promieniu $r = a$.

Zadanie 5.

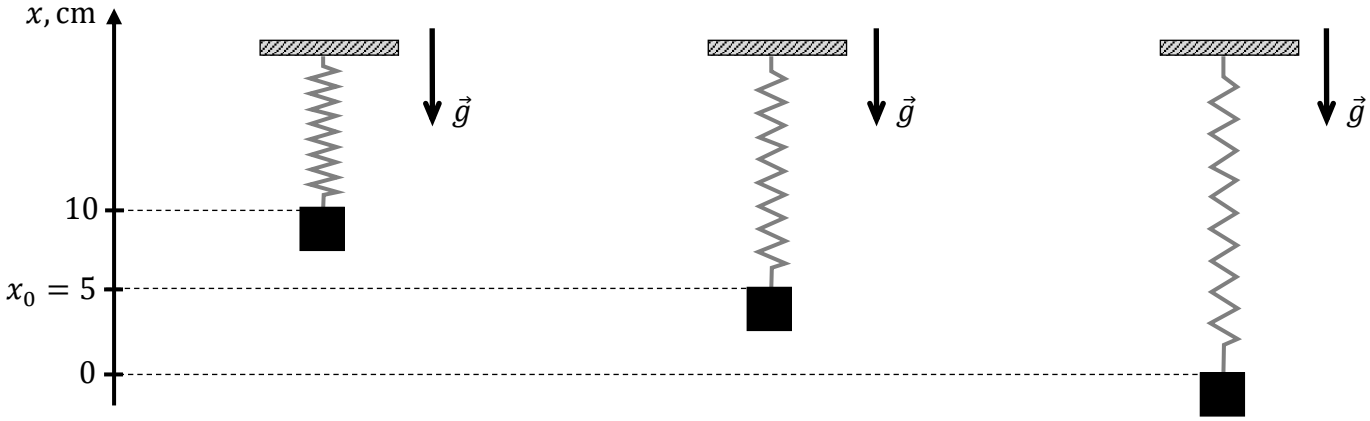
Klocek, na który działa siła ciężkości o wartości $F_c = 1{,}0\ \mathrm{N}$, jest zawieszony na sprężynie i wykonuje drgania harmoniczne wzdłuż osi x zwróconej pionowo w górę, w jednorodnym, ziemskim polu grawitacyjnym.

Współrzędna położenia klocka w najniższym położeniu jest równa $x = 0\ \mathrm{cm}$.
Współrzędna położenia klocka w położeniu równowagi sił jest równa $x_0 = 5\ \mathrm{cm}$.
Współrzędna położenia klocka w najwyższym położeniu jest równa $x = 10\ \mathrm{cm}$.

Gdy klocek znajduje się w najwyższym położeniu, to sprężyna nie jest odkształcona – jej długość jest równa długości swobodnej.

Przyjmij założenia:

- na ciężarek działają tylko siła sprężystości $\vec{F}_s$ sprężyny i siła ciężkości $\vec{F}_c$
- wartość siły sprężystości, z jaką sprężyna działa na ciężarek, jest wprost proporcjonalna do wydłużenia sprężyny ponad jej długość swobodną
- pomijamy opory ruchu oraz pomijamy masę sprężyny
- przyśpieszenie grawitacyjne ziemskie ma wartość $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$.



Zadanie 5.1. (0–3)

Na podstawie znaku współrzędnej wektora siły określamy jej zwrot. Dodatnia wartość współrzędnej siły oznacza, że zwrot siły działającej na ciężarek jest w górę (zgodnie ze zwrotem osi x), a ujemna wartość – że zwrot siły jest w dół.

Siłę wypadkową sił sprężystości $\vec{F}_s$ i ciężkości $\vec{F}_c$ oznaczymy jako $\vec{F}_w$.
Współrzędne tych sił oznaczymy – odpowiednio – jako: $F_{s\,x}$, $F_{c\,x}$ oraz $F_{w\,x}$.

Na diagramach 1.–3. narysuj – odpowiednio – wykresy zależności $F_{s\,x}$, $F_{c\,x}$ oraz $F_{w\,x}$ od x.

Diagram 1.

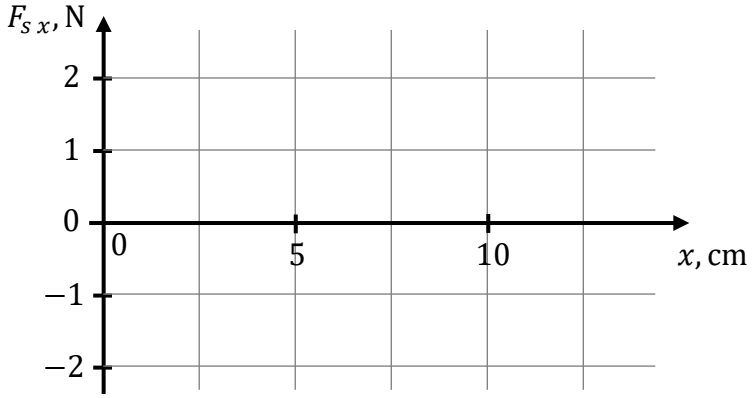


Diagram 2.

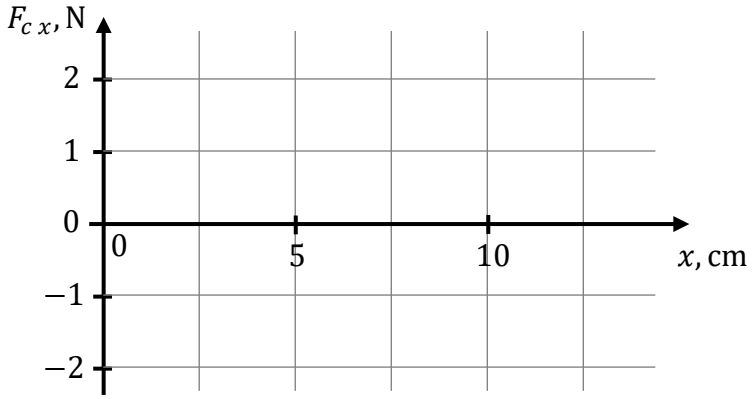
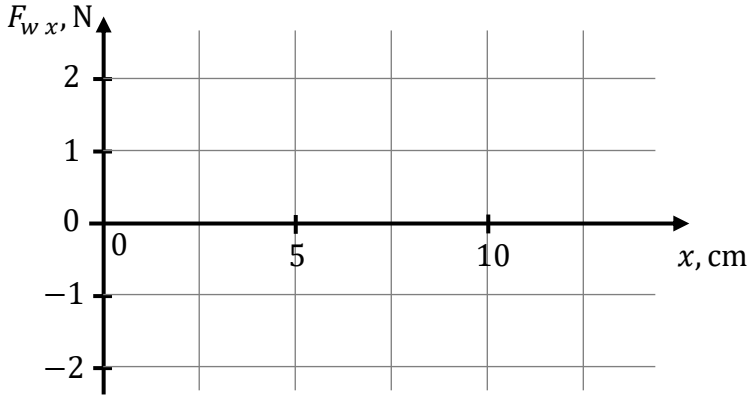


Diagram 3.



Brudnopis

Zadanie 5.2. (0–3)

Oblicz okres drgań klocka. Zapisz obliczenia.

Zadanie 6. (0–4)

Naczynie zawierało wodę o masie M i temperaturze $40\ ℃$. Do tego naczynia wrzucono kostki lodu o łącznej masie m i temperaturze $-10\ ℃$. Po pewnym czasie w naczyniu pozostała tylko ciekła woda w temperaturze $0\ ℃$.

Przyjmij do obliczeń:

$c_l = 2\,050\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}$ (ciepło właściwe lodu),

$L = 334\,000\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}}$ (ciepło topnienia lodu),

$c_w = 4\,200\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}$ (ciepło właściwe wody).

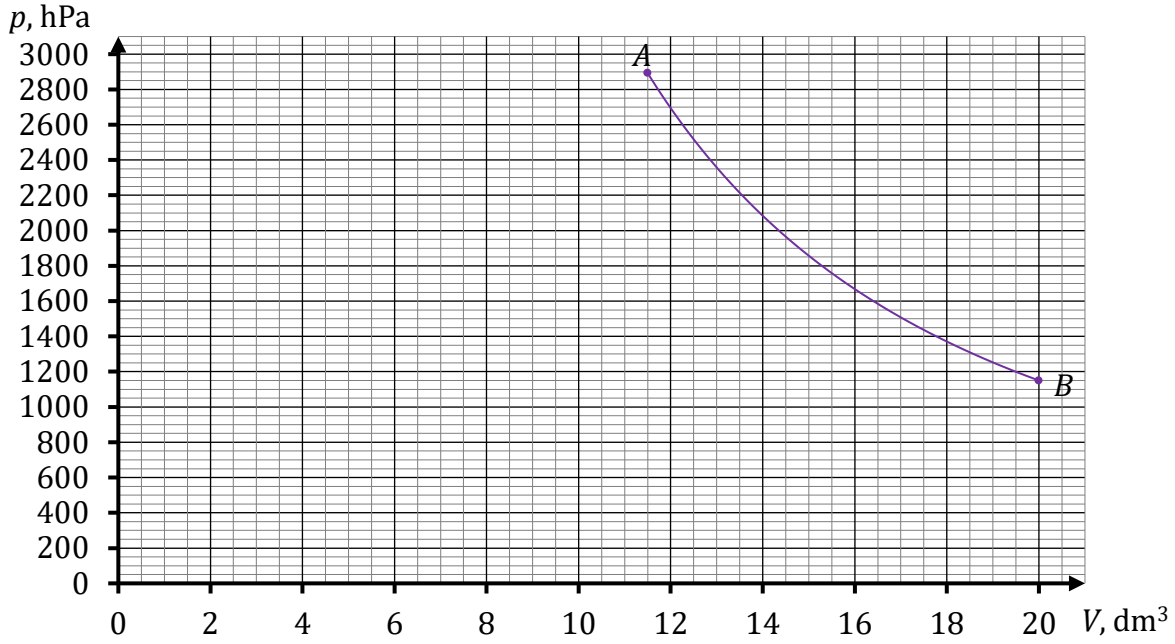
Pomiń parowanie wody oraz wymianę energii – w postaci ciepła i pracy – układu z naczyniem i otoczeniem.

Oblicz iloraz $\frac{m}{M}$. Zapisz obliczenia.

Zadanie 7.

Przemianę termodynamiczną gazu, w której gaz nie wymienia ciepła z otoczeniem, nazywamy przemianą adiabatyczną.

Jeden mol jednoatomowego gazu doskonałego został poddany rozprężaniu adiabatycznemu od stanu A do stanu B. Na wykresie poniżej przedstawiono zależność ciśnienia p od objętości V w przemianie $A \rightarrow B$.



Zadanie 7.1. (0–2)

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

1.	Energia wewnętrzna gazu podczas przemiany $A \rightarrow B$ maleje.	**P**	**F**
2.	Temperatura gazu w stanie A jest mniejsza od temperatury w stanie B.	**P**	**F**
3.	Wartość bezwzględna pracy siły parcia gazu w przemianie $A \rightarrow B$ jest równa wartości bezwzględnej zmiany energii wewnętrznej w tej przemianie.	**P**	**F**

Zadanie 7.2. (0–3)

W przemianie adiabatycznej zachodzi zależność:

$$pV^k = \text{const}$$

gdzie k jest stałym wykładnikiem potęgi (zapis const oznacza, że wyrażenie jest stałe).

Oblicz k. Zapisz obliczenia.

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

2) Możesz wykorzystać wzór: $\log_a b = \frac{\log_{10} b}{\log_{10} a}$ *dla* $a > 0,\ a \neq 1,\ b > 0.$

3) Możesz skorzystać z podanych poniżej przybliżonych wartości logarytmów dziesiętnych albo z wartości podanych w broszurze „Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki” (strona 10):

$\log 0{,}396 \approx -0{,}402 \qquad \log 0{,}575 \approx -0{,}240 \qquad \log 2{,}522 \approx 0{,}402 \qquad \log 1{,}739 \approx 0{,}240$

Zadanie 7.3. (0–3)

Podczas rozprężania adiabatycznego $A \rightarrow B$ siła parcia gazu wykonała pracę o wartości bezwzględnej $|W_{AB}| = 1\,542\ \text{J}$.

Ciepło molowe tego gazu dla stałej objętości wynosi $C_V = \frac{3}{2}R$, gdzie R jest stałą gazową.

Oblicz wartość bezwzględną $|\Delta T_{AB}|$ zmiany temperatury w przemianie $A \rightarrow B$.
Zapisz obliczenia.

Zadanie 8.

Uczniowie budowali różne obwody elektryczne, w których jako źródło napięcia wykorzystali baterię $\mathcal{B}$ o sile elektromotorycznej $\mathcal{E} = 4{,}5\ \mathrm{V}$ i oporze wewnętrznym $r_w = 0{,}5\ \Omega$.

Zadanie 8.1. (0–3)

W pierwszym doświadczeniu do baterii $\mathcal{B}$ podłączono żarówkę. Napięcie znamionowe oraz moc znamionowa żarówki wynoszą odpowiednio:

$$U_z = 4{,}5\ \mathrm{V} \qquad \text{oraz} \qquad P_z = 3{,}5\ \mathrm{W}$$

Żarówka podłączona do tej baterii świeciła.

Zakładamy, że w tym doświadczeniu zmiany napięcia na żarówce nie wpływają na jej opór elektryczny.

Oblicz moc wydzielaną na żarówce podczas jej świecenia. Zapisz obliczenia.

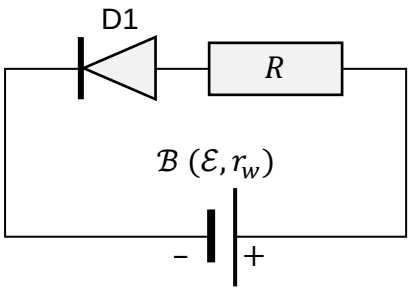
Zadanie 8.2. (0–1)

W kolejnym doświadczeniu do tej samej baterii $\mathcal{B}$ podłączono diodę D1 oraz opornik o oporze R – w sposób przedstawiony na rysunku 1. Dioda D1 świeciła.

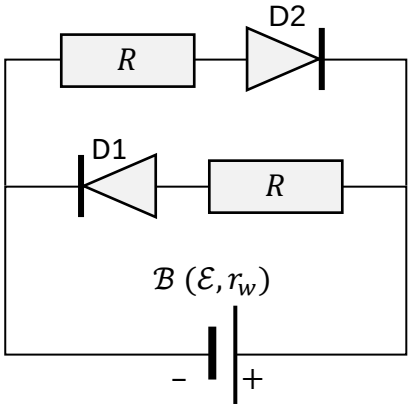
Następnie do tego obwodu podłączono – w sposób przedstawiony na rysunku 2. – jeszcze jedną diodę D2 i kolejny opornik o oporze R.

Przyjmij, że opór diody w kierunku zaporowym jest nieskończenie duży.

Rysunek 1.



Rysunek 2.



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

Po podłączeniu diody D2, dioda D1 będzie świeciła

A.	słabiej,	ponieważ opór zastępczy układu	**1.**	się zwiększy.
B.	tak samo,		**2.**	się zmniejszy.
C.	mocniej,		**3.**	się nie zmieni.

Zadanie 9.

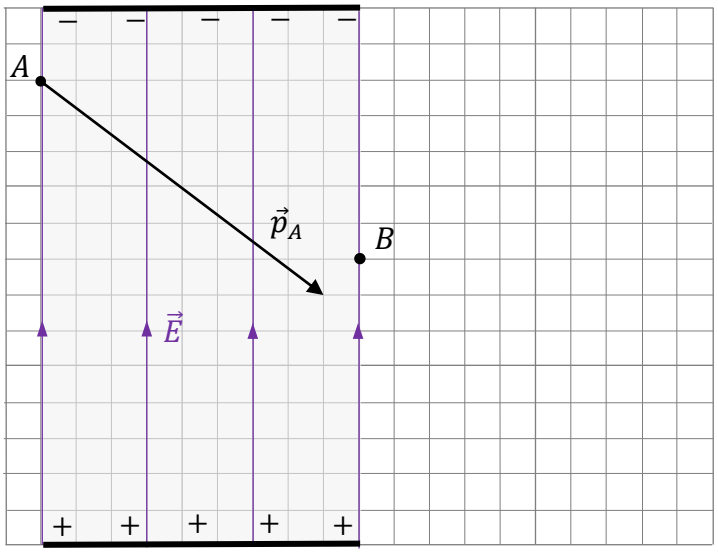
Proton o pędzie początkowym $\vec{p}_A$ i prędkości początkowej o wartości $v_A = 10^4\ \mathrm{m/s}$ wpada w punkcie A w obszar jednorodnego pola elektrycznego o natężeniu $\vec{E}$. Proton przelatuje przez to pole w czasie $\Delta t = 1\ \mu s$ i wypada z niego w punkcie B. Proton ma ładunek dodatni.

Sytuację ilustruje diagram poniżej. Długość boku kratki na diagramie odpowiada umownej jednostce pędu (ujp). Na diagramie oznaczono linie pola $\vec{E}$.

Przyjmij następujące oznaczenia i założenia:

- pęd protonu w punkcie A oznaczymy jako $\vec{p}_A$, a w punkcie B – jako $\vec{p}_B$
- zmianę pędu od A do B oznaczymy jako $\Delta\vec{p}_{AB}$ przy czym $\Delta\vec{p}_{AB} = \vec{p}_B - \vec{p}_A$
- pole elektryczne od A do B jest jednorodne.

Diagram



Zadanie 9.1. (0–2)

Wartości pędu $\vec{p}_A$ i zmiany pędu $\Delta\vec{p}_{AB}$ w umownych jednostkach pędu na diagramie wynoszą:

$$p_A = 10\ \mathrm{ujp} \qquad \text{oraz} \qquad \Delta p_{AB} = 6\ \mathrm{ujp}$$

Na diagramie powyżej <u>wyznacz konstrukcyjnie</u> i narysuj $\vec{p}_B$ – wektor pędu protonu w punkcie B. Zachowaj odpowiedni kierunek, właściwy zwrot oraz długość wektora pędu, odpowiadającą jego wartości.

Wskazówka: Uwzględnij geometryczną relację między wektorem siły a wektorem zmiany pędu, wynikającą z II zasady dynamiki.

Brudnopis

Zadanie 9.2. (0–3)

Wartości wektorów pędu $\vec{p}_A$ i zmiany pędu $\Delta\vec{p}_{AB}$ wiąże zależność:

$$\Delta p_{AB} = 0{,}6 \cdot p_A$$

Oblicz E – wartość natężenia pola elektrycznego, w którym porusza się proton. Zapisz obliczenia.

Zadanie 10.

Pryzmat $\mathcal{P}$ wykonany z pewnego rodzaju szkła jest umieszczony w powietrzu. Przekrojem pryzmatu $\mathcal{P}$ jest trójkąt prostokątny równoramienny ABC.

Kąt graniczny dla szkła pryzmatu $\mathcal{P}$ określony względem powietrza jest równy $\alpha_g = 44°$.

Przyjmij, że prędkość światła w powietrzu jest równa prędkości światła w próżni.

Zadanie 10.1. (0–2)

Oblicz n_{sz} – współczynnik załamania światła dla szkła pryzmatu $\mathcal{P}$. Zapisz obliczenia.

Uwaga! W obliczeniach wykorzystaj odpowiednią wartość spośród podanych poniżej:

$\sin 44° \approx 0{,}6947$ $\cos 44° \approx 0{,}7193$ $\mathrm{tg}\, 44° \approx 0{,}9657$

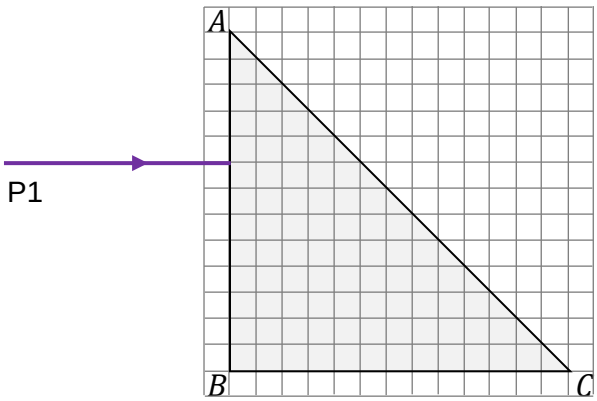
Zadanie 10.2. (0–2)

Promień P1 pada prostopadle na ścianę AB pryzmatu $\mathcal{P}$, a promień P2 pada prostopadle na ścianę AC pryzmatu $\mathcal{P}$.

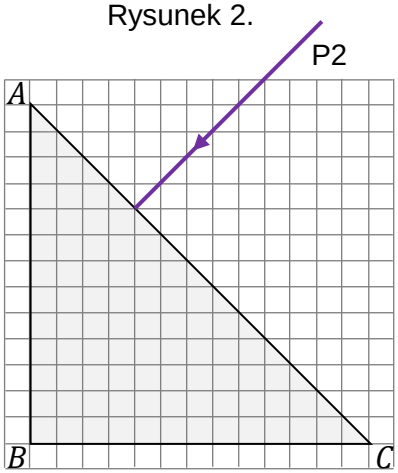
Na każdym z rysunków 1. i 2. dorysuj dalszy bieg – odpowiednio – promieni P1 i P2 w pryzmacie i dalej: po wyjściu z pryzmatu.

Uwaga! Zwróć uwagę na wartość kąta α_g.

Rysunek 1.



Rysunek 2.



Zadanie 10.3. (0–1)

Pryzmat $\mathcal{P}$ zanurzono w wodzie.

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

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

A.	mniejszy,	ponieważ prędkość światła w wodzie jest	**1.**	mniejsza od prędkości światła w powietrzu.
B.	taki sam,		**2.**	większa od prędkości światła w powietrzu.
C.	większy,		**3.**	równa prędkości światła w powietrzu.

Brudnopis

Zadanie 11.

Rozważamy próbkę pewnego promieniotwórczego izotopu $^{A}_{Z}\mathrm{X}$ pierwiastka X.

Zadanie 11.1. (0–1)

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

1.	Energia całkowita jądra $^{A}_{Z}\mathrm{X}$ przed rozpadem jest równa sumie energii całkowitych wszystkich produktów rozpadu tego jądra.	**P**	**F**
2.	Masa jądra $^{A}_{Z}\mathrm{X}$ przed rozpadem jest równa sumie mas produktów rozpadu tego jądra.	**P**	**F**

Zadanie 11.2. (0–2)

W wyniku pięciu kolejnych rozpadów α, z których pierwszy jest rozpadem jądra $^{A}_{Z}\mathrm{X}$, powstało jądro izotopu polonu $^{218}_{84}\mathrm{Po}$.

Podaj nazwę lub symbol pierwiastka X. Zapisz obliczenia.

Zadanie 11.3. (0–3)

Masy protonu, neutronu oraz jądra izotopu polonu $^{218}_{84}\mathrm{Po}$, wyrażone w jednostkach atomowych, mają następujące wartości:

$m_{\mathrm{p}} = 1{,}007276\ \mathrm{u}$ – masa protonu

$m_{\mathrm{n}} = 1{,}008665\ \mathrm{u}$ – masa neutronu

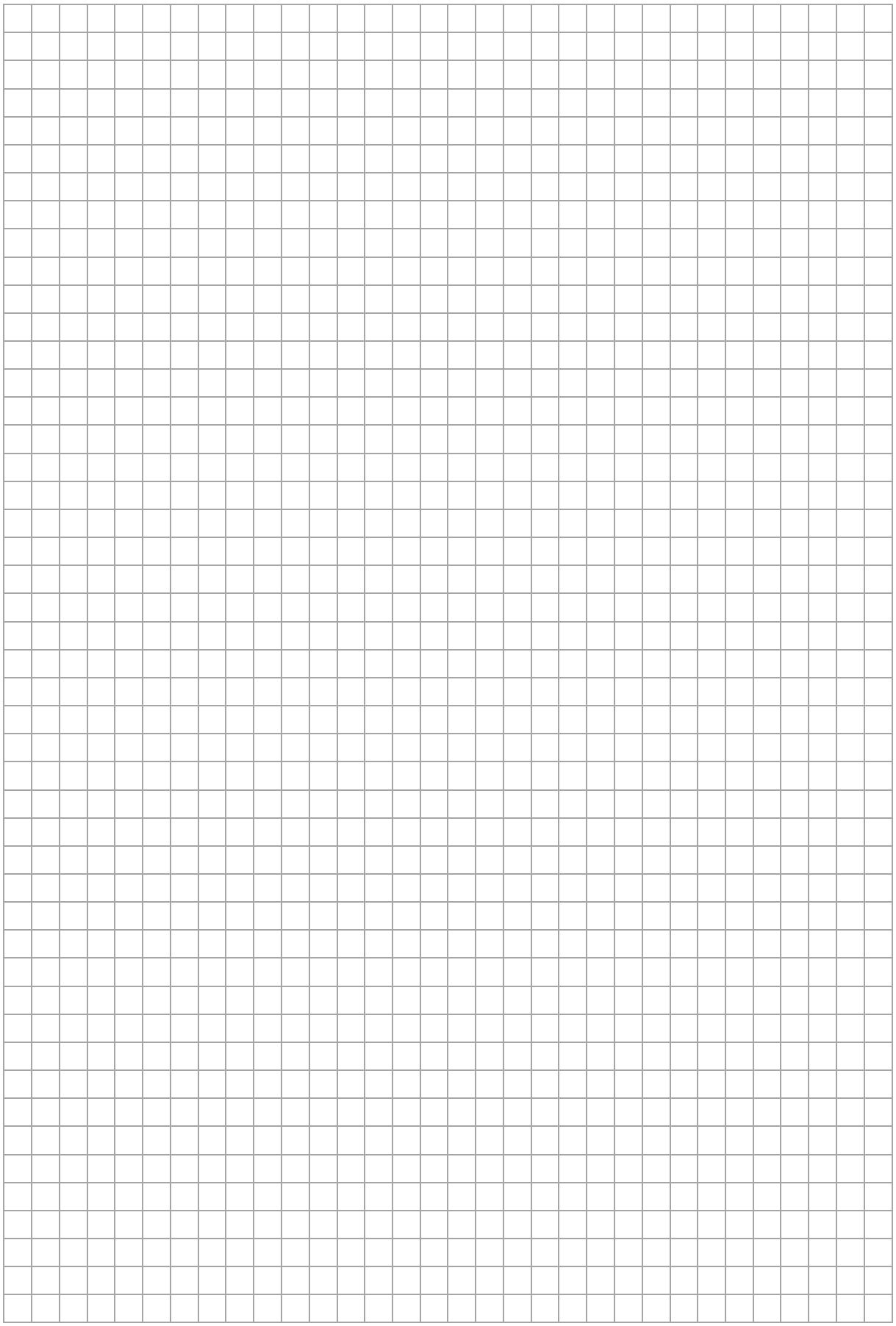
$m_{\mathrm{Po}} = 217{,}962858\ \mathrm{u}$ – masa jądra izotopu polonu $^{218}_{84}\mathrm{Po}$.

W obliczeniach energii wykorzystaj związek:

$1\ \mathrm{u} \cdot c^2 \approx 931{,}5\ \mathrm{MeV}$ – gdzie c to wartość prędkości światła w próżni.

Oblicz energię wiązania przypadającą na jeden nukleon dla jądra izotopu polonu $^{218}_{84}\mathrm{Po}$. Wynik podaj w MeV, zaokrąglony do trzech cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

BRUDNOPIS (nie podlega ocenie)



FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015

FIZYKA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015