

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

Miejsce na naklejkę.

Sprawdź, czy kod na naklejce to
E-700.

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

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 26 stron (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.



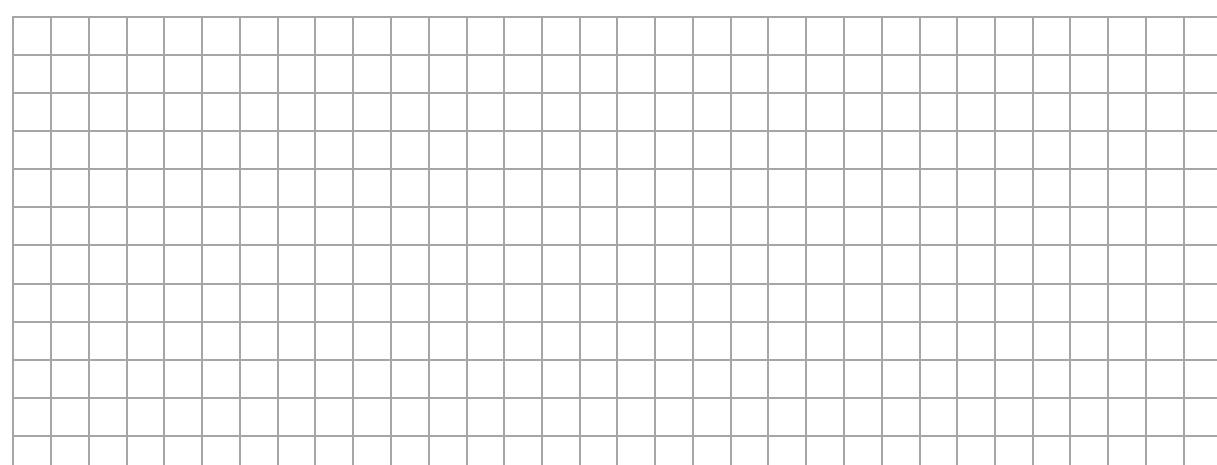
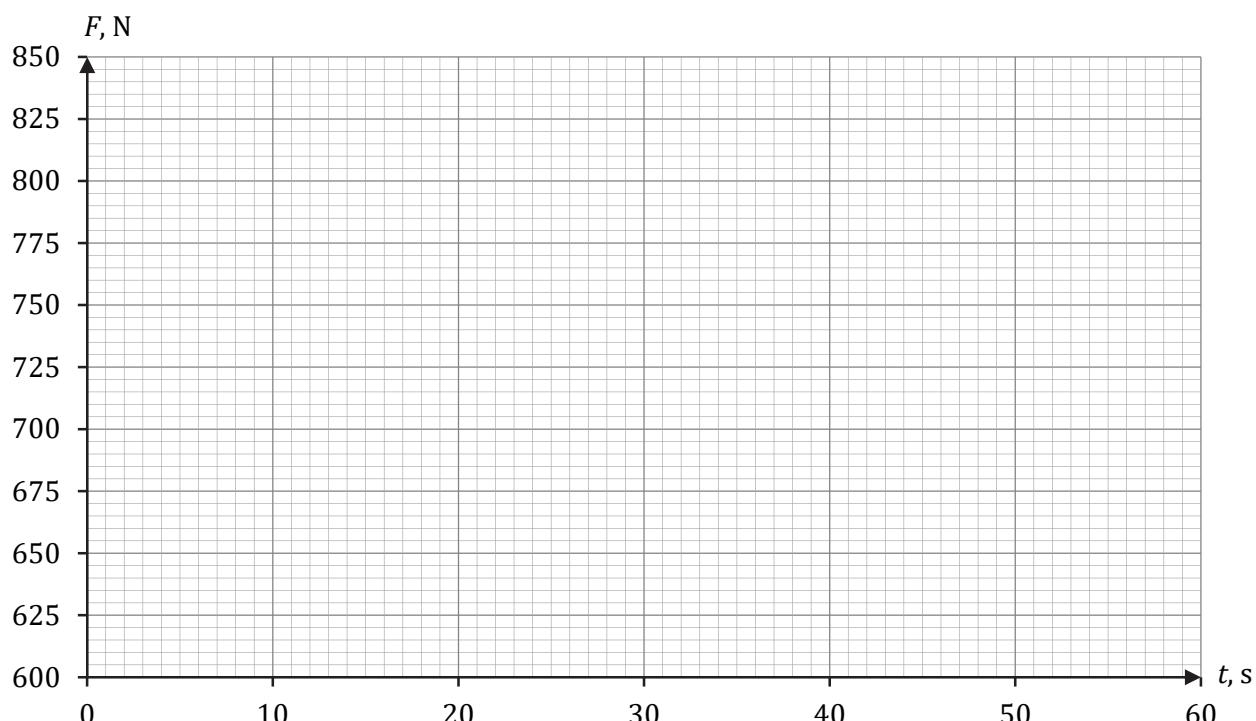
EFAP-R0-700-2103

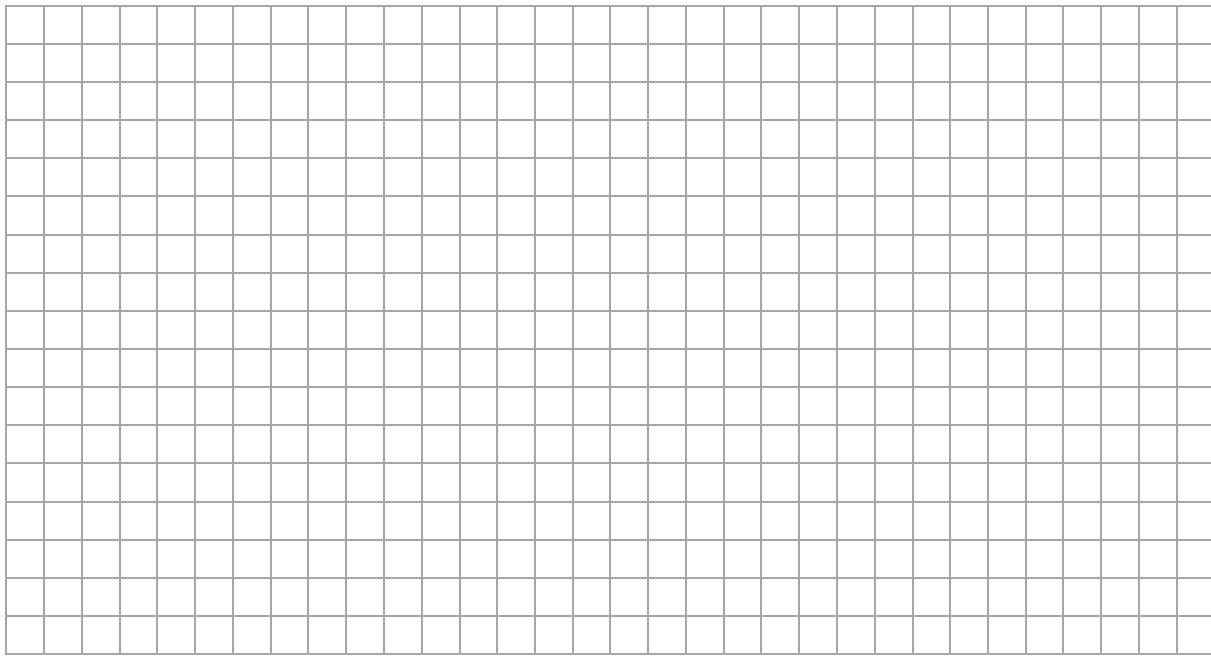
Zadanie 1.

Winda wjeżdżała na taras widokowy 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 m/s , dalej poruszała się przez 9 s ruchem jednostajnym. Ostatni etap trasy winda jechała ruchem jednostajnie opóźnionym z przyśpieszeniem (często mówimy – opóźnieniem) o wartości $0,80 \text{ m/s}^2$ – aż do zatrzymania się. W windzie stał człowiek o masie 75 kg . Przyjmij przyśpieszenie ziemskie $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Zadanie 1.1. (0–3)

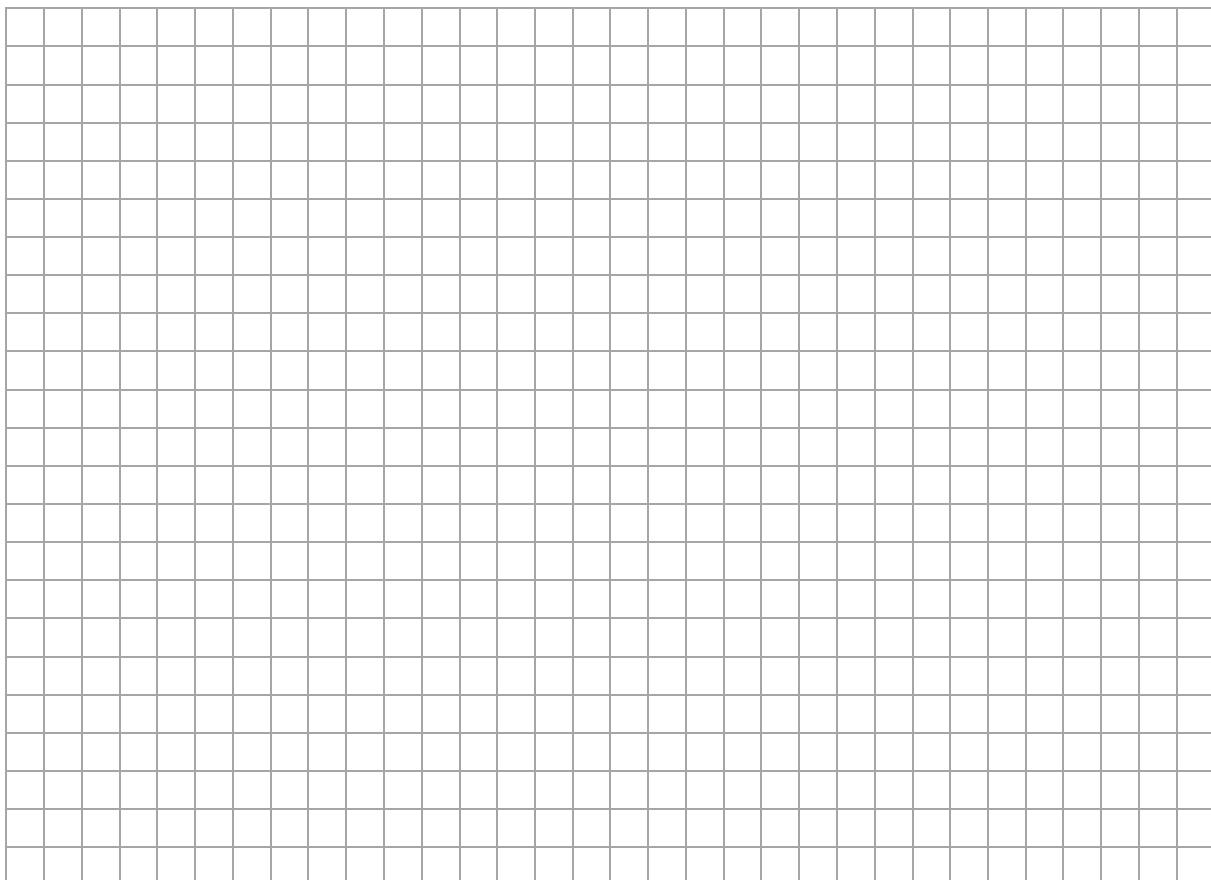
Na poniższym diagramie współrzędnych narysuj wykres zależności $F(t)$ – wartości F siły nacisku, z jaką człowiek działał na podłogę windy, od czasu t ruchu windy, podczas całego opisanego ruchu, licząc od chwili t_0 . Wykonaj i zapisz odpowiednie obliczenia.





Zadanie 1.2. (0–2)

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



Zadanie 2.2. (0–3)

Wartość F_n siły nacisku, z jaką klocek o masie m działa na klocek o masie M , gdy jest pchany, można zapisać tylko za pomocą następujących wielkości: wartości F siły, z jaką pchano układ dwóch klocków, masy m mniejszego klocka oraz masy M większego klocka.

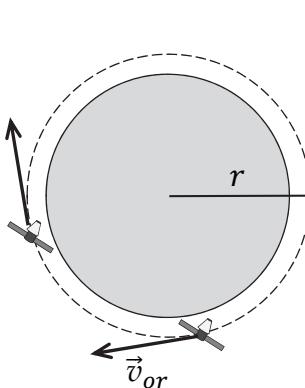
Wyprowadź i zapisz wzór pozwalający obliczyć wartość F_n tylko poprzez m , M oraz F .

Zadanie 3.

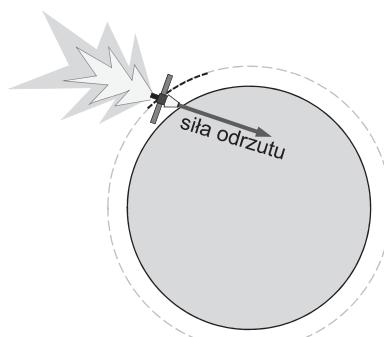
Sonda kosmiczna o masie $m = 10^4$ kg początkowo poruszała się swobodnie (tylko pod wpływem grawitacji) dookoła Ziemi po orbicie kołowej o promieniu r , z prędkością orbitalną o wartości $v_{or} = 7,56$ km/s (zobacz rys. 1.). W pewnej chwili włączono silniki odrzutowe sondy, odpowiednio zaprogramowane. 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 zwiększała się (zobacz rys. 2.). Gdy sonda osiągnęła prędkość \vec{v}_p w chwili t_p , silniki odrzutowe wyłączone (zobacz rys. 3.), a sonda zaczęła oddalać się od Ziemi.

Prędkość \vec{v}_p uzyskana przez sondę w odległości r od środka Ziemi była tak duża, że pozwalała sondzie cały czas oddalać się od Ziemi oraz osiągnąć w bardzo dalekiej odległości (gdzie wpływ pola grawitacyjnego Ziemi jest pomijalny) stałą prędkość o wartości $v_\infty = 2,00$ km/s (zobacz rys. 4.). Masa Ziemi to $M = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg.

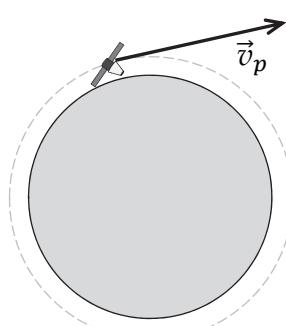
Rysunek 1.



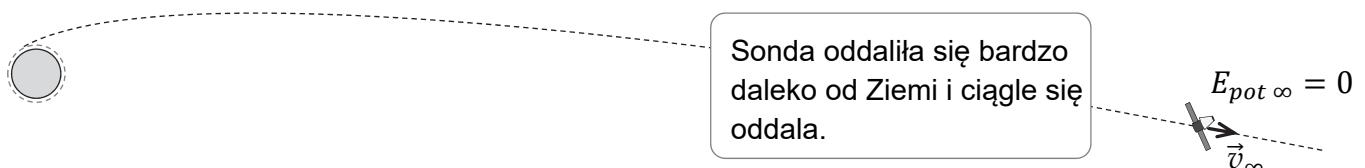
Rysunek 2.



Rysunek 3.



Rysunek 4.



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
- energia potencjalna sondy bardzo daleko od Ziemi – gdzie wpływ grawitacji ziemskiej jest pomijalny – jest równa zero (zobacz rys. 4.): $E_{pot\infty} = 0$.

Zadanie 3.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Wartość prędkości początkowej, z jaką sonda rozpoczęła oddalenie 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. $v_p > \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

Zadanie 3.2. (0–3)

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

Zadanie 3.3. (0–3)

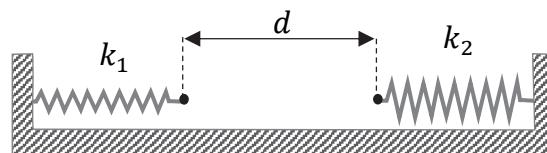
Oblicz pracę mechaniczną, jaką wykonała siła odrzutu podczas przyśpieszania sondy w sposób opisany w zadaniu 3.

Wskazówka: Obliczenia ułatwi zapisanie energii mechanicznej sondy w ruchu swobodnym po orbicie kołowej poprzez jej masę m i wartość prędkości orbitalnej v_{or}

Zadanie 4.

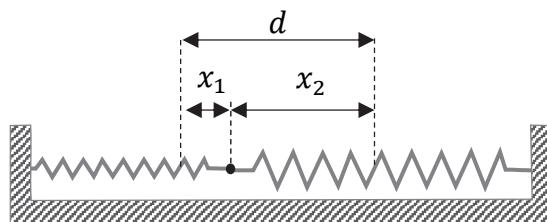
Dwie sprężyny o współczynnikach sprężystości odpowiednio $k_1 = 100 \text{ N/m}$ i $k_2 = 30 \text{ N/m}$ połączono ze ściankami płaskiego naczynia. Sprężyny położono wzdłuż linii prostej. Odległość między swobodnymi końcami sprężyn była równa $d = 20 \text{ cm}$ (zobacz rys. 1.). Pomiń masy tych dwóch sprężyn.

Rysunek 1.

**Zadanie 4.1. (0–3)**

W pierwszym doświadczeniu sprężyny rozciągnięto, a końce sprężyn zaczepiono o siebie. Sprężyna o współczynniku k_1 rozciągnęła się o długość x_1 , a sprężyna o współczynniku k_2 rozciągnęła się o długość x_2 (zobacz rys. 2.). Układ sprężyn był nieruchomy.

Rysunek 2.



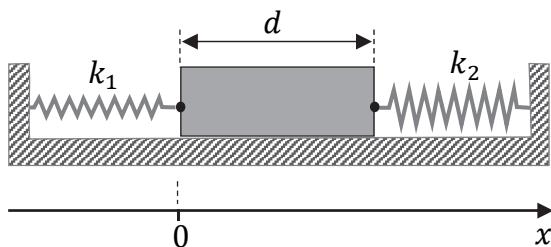
Oblicz x_1 oraz x_2 .

Informacja do zadań 4.2. i 4.3.

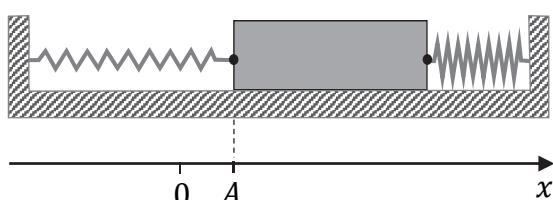
W drugim doświadczeniu połączono z końcami sprężyn jednorodny klocek o masie $m = 100 \text{ g}$. Sprężyny połączone z klockiem początkowo nie były napięte (zobacz rys. 3. oraz rys. 1.). Klocki wychylono z położenia równowagi o $A = 5,5 \text{ cm}$ wzdłuż osi układu (zobacz rys. 4.), a następnie puszczone. Na skutek tego klocki zostały wprowadzone w ruch drgający.

Przyjmij, że klocki ślizga się po poziomym dnie naczynia bez tarcia, a sprężyny nie ulegają bocznym wygięciom. Pod rysunkami na osi x oznaczono położenia klocka.

Rysunek 3.



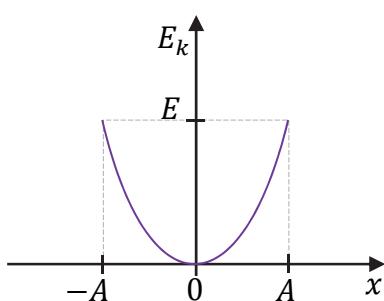
Rysunek 4.



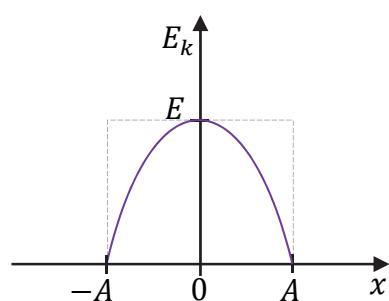
Zadanie 4.2. (0–1)

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

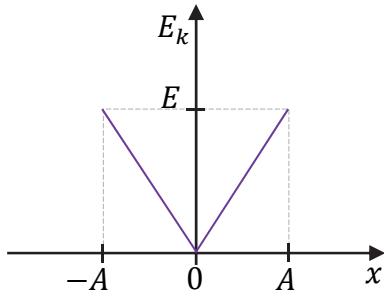
A.



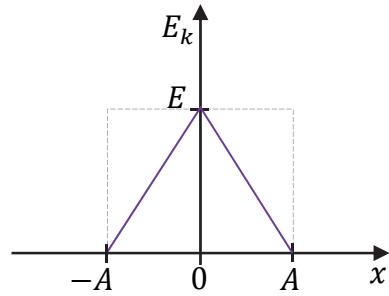
B.



C.

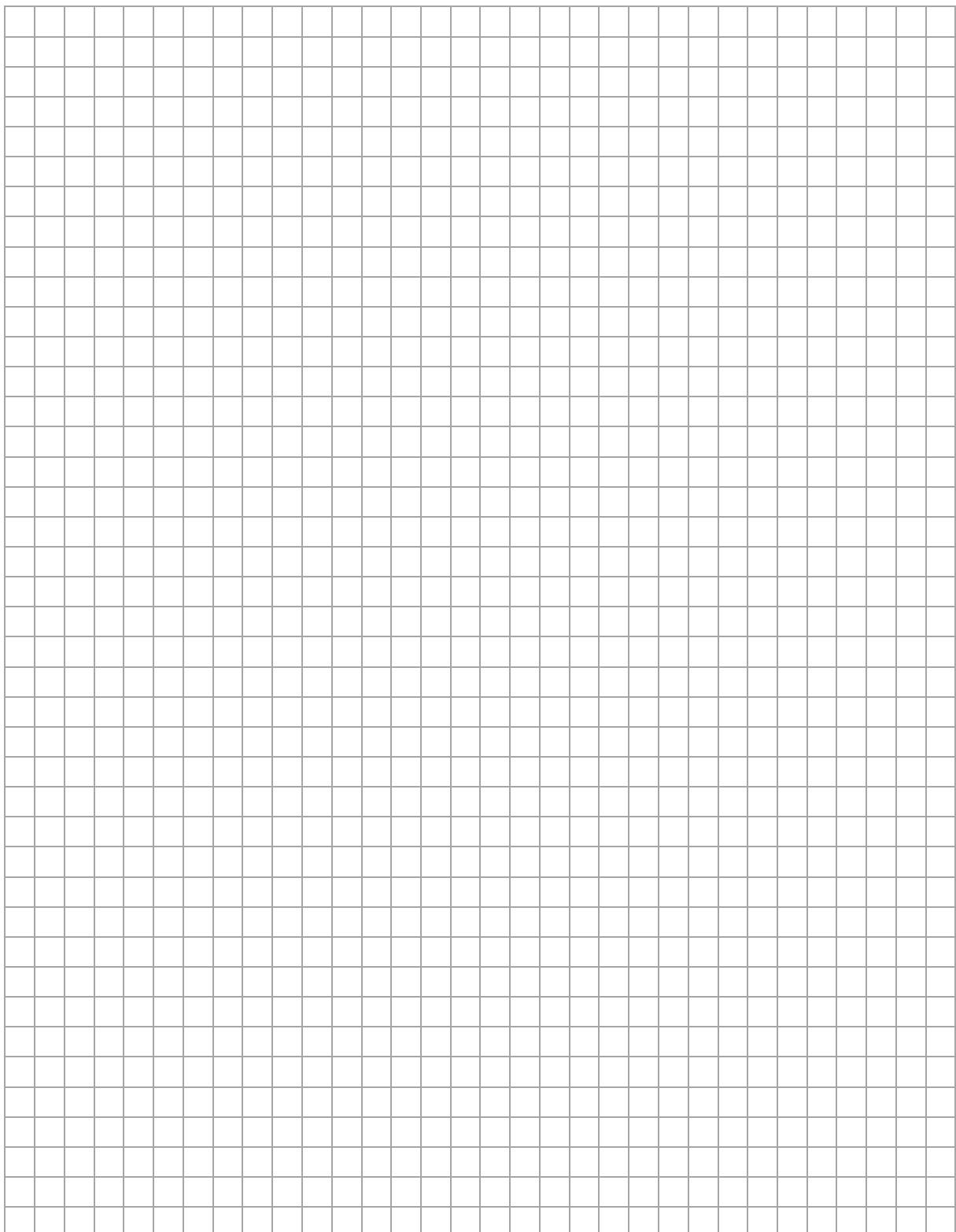


D.



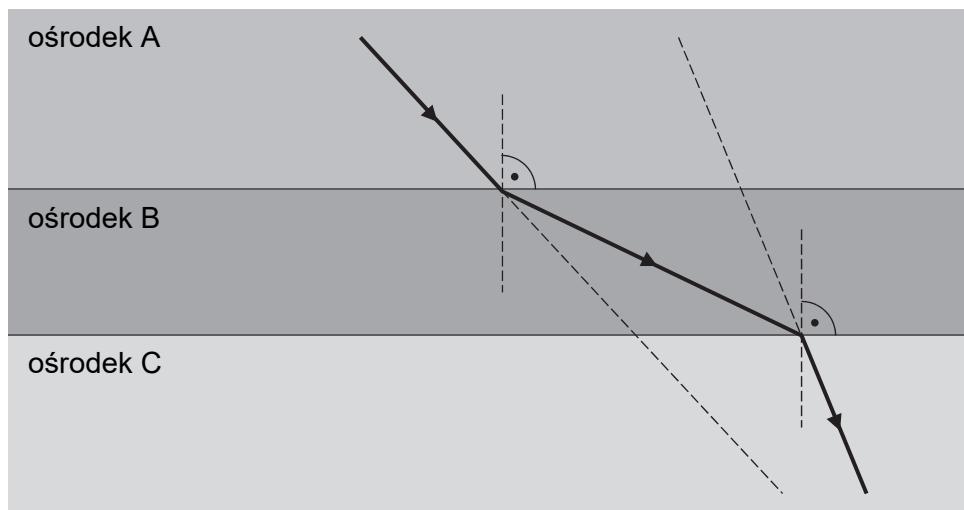
Zadanie 4.3. (0–3)

Oblicz maksymalną wartość prędkości, jaką będzie miał klocek podczas ruchu drgającego.



Zadanie 5. (0–1)

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 oznaczymy odpowiednio jako λ_A , λ_B , λ_C . Powierzchnie graniczne ośrodków są do siebie równoległe. Linią przerywaną oznaczono na rysunku linie pomocnicze.



Wpisz w wykropkowane miejsca poniżej odpowiednie długości fali ultradźwiękowej (wybrane spośród λ_A , λ_B , λ_C) tak, aby otrzymana relacja między nimi była prawdziwa.

..... < <

Brudnopis		

Zadanie 6.

Do naczynia zawierającego $m_1 = 0,50 \text{ kg}$ wody o temperaturze $T_1 = 22,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – równej temperaturze otoczenia – uczniowie wlali $m_2 = 0,50 \text{ kg}$ wody o temperaturze $T_2 = 32,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Po wymieszaniu wody w naczyniu uczniowie zmierzyli jej temperaturę. Pomiar wskazał temperaturę $T = 26,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Zmierzona temperatura wody była niższa od temperatury T_k , którą uczniowie prognozowali po wykonaniu obliczeń. W obliczeniach temperatury końcowej wody uczniowie pominęli ciepło pobrane przez naczynie oraz ciepło oddane do otoczenia. Przyjmij ciepło właściwe wody równe $c_w = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$.

Zadanie 6.1. (0–2)

Oblicz temperaturę T_k końcową wody, prognozowaną przez uczniów.

Zadanie 6.2. (0–2)

Wodę ciepłą i zimną uczniowie mogli wymieszać w jednym z trzech naczyń. Uczniowie wykorzystali naczynie, które – w porównaniu z pozostałymi – powodowało najmniejsze obniżenie się temperatury względem prognozowanej przez nich temperatury T_k . Wybrane właściwości materiałów, z których wykonano naczynia oraz masy naczyń zamieszczono w tabeli poniżej.

	Masa, kg	Gęstość, kg/m ³	Ciepło właściwe, J/(kg · K)
naczynie 1.	0,10	2 700	900
naczynie 2.	0,40	8 500	380
naczynie 3.	0,20	2 500	730

Które naczynie wykorzystali uczniowie w doświadczeniu? Zapisz i uzasadnij krótko odpowiedź.

Odpowiedź:

Uzasadnienie:

Informacja do zadań 6.3. i 6.4.

Pomiń udział naczynia w analizie bilansu cieplnego.

Zadanie 6.3. (0–2)

Oblicz ciepło oddane do otoczenia przez całą wodę w naczyniu od początku doświadczenia do chwili, gdy temperatura wody była równa $T = 26,5^{\circ}\text{C}$.

A large grid of squares, approximately 20 columns by 25 rows, intended for students to work out their calculations for the task.

Zadanie 6.4. (0–1)

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

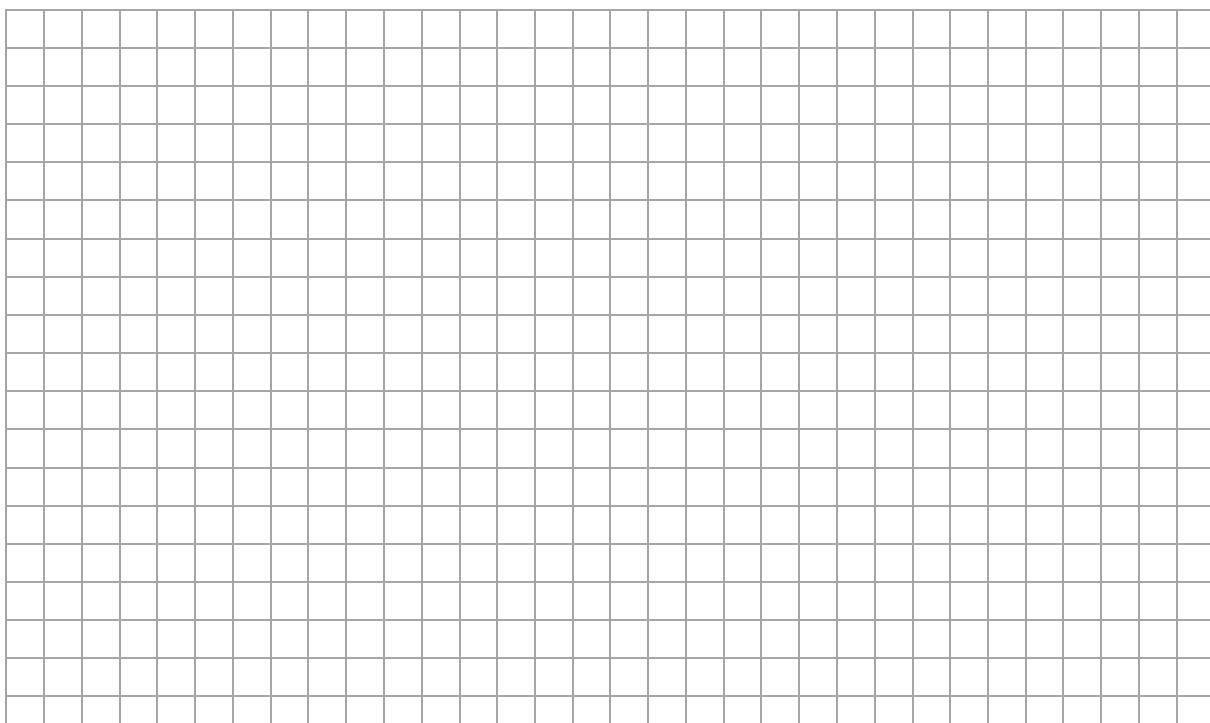
A.	mniejsza niż 17,0 °C,	ponieważ woda w naczyniu	1.	oddą ciepło do otoczenia.
B.	równa 17,0 °C,		2.	pobierze ciepło z otoczenia.
C.	większa niż 17,0 °C,		3.	nie wymieni ciepła z otoczeniem.

Zadanie 7. (0–3)

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. W tym samym czasie całym jednym cyklu gaz oddaje do otoczenia łącznie 210 J ciepła.

Oblicz sprawność opisanego silnika cieplnego.



Zadanie 8. (0–1)

Jeden mol gazu doskonałego poddano przemianie, w wyniku której objętość tego gazu zwiększyła się pięć razy, a temperatura bezwzględna zwiększyła się cztery razy.

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Ciśnienie gazu w opisanej przemianie

- A. zwiększyło się 20 razy.
- B. zmalało 20 razy.
- C. zwiększyło się o 25%.
- D. zmalało o 20%.

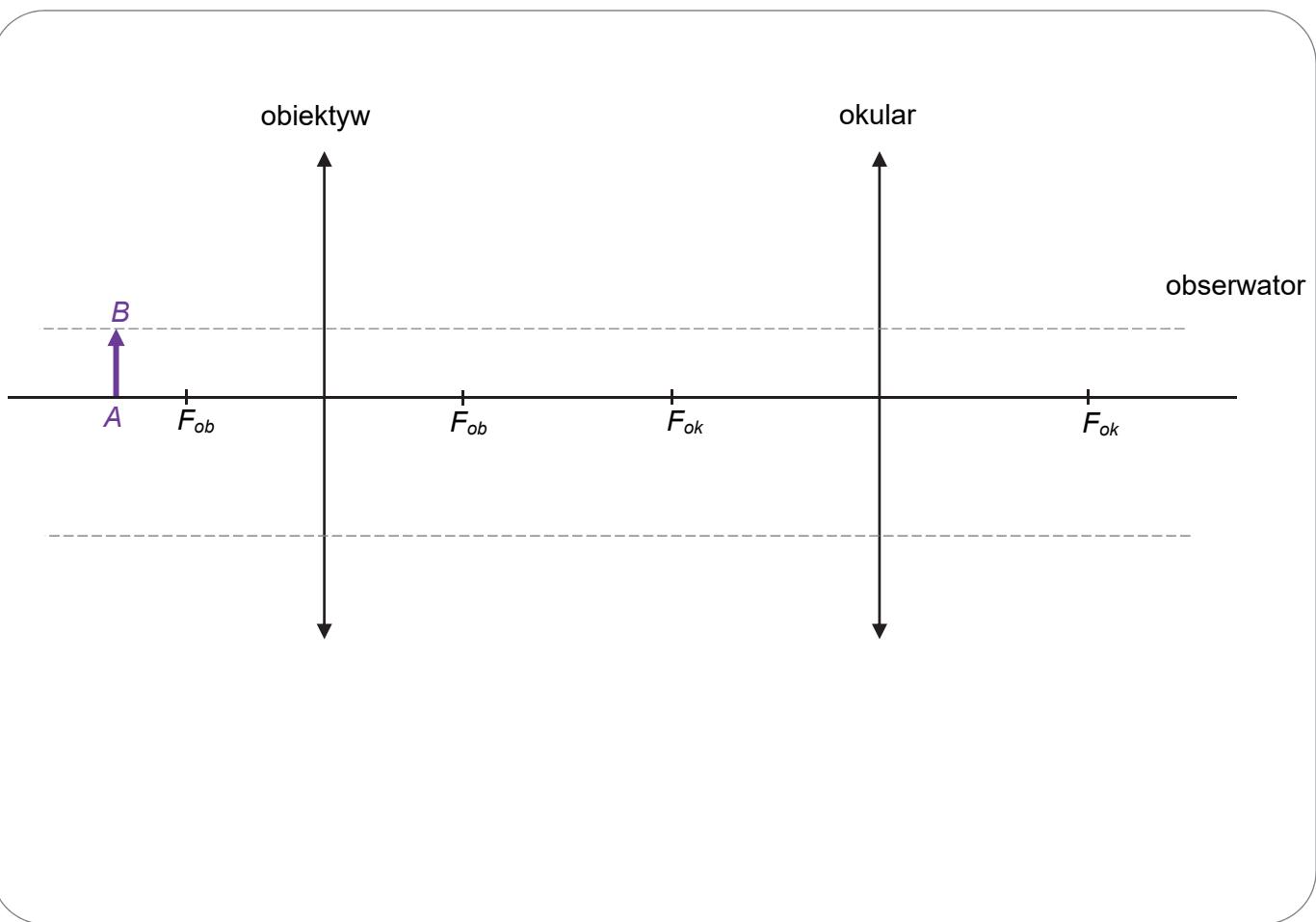
Brudnopis							

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.

Powstawianie obrazu w takim układzie optycznym jest następujące. Gdy przedmiot AB jest ustawiony na osi optycznej układu blisko przed ogniskiem obiektywu (jak na rysunku), to obiektyw tworzy obraz rzeczywisty $A'B'$ przedmiotu AB . Ten obraz $A'B'$ jest przedmiotem dla okularu, który tworzy z niego obraz pozorny $A''B''$. Obraz $A''B''$ jest tym, co widzi obserwator przez okular.

Rysunek



Zadanie 9.1. (0–2)

Na rysunku powyżej wyznacz konstrukcyjnie oraz narysuj i oznacz obraz $A''B''$ przedmiotu AB , który powstaje w opisany układzie optycznym.

Uwaga! Poziome linie pomocnicze do konstrukcji oznaczono linią przerwaną. Do rysowania prostych w konstrukcji wykorzystaj linijkę.

Zadanie 9.2. (0–4)

Odległość obiektywu od okularu w opisanym układzie optycznym jest równa $d = 16$ cm. Ogniskowe obiektywu i okularu wynoszą odpowiednio: $f_{ob} = 4$ cm, $f_{ok} = 6$ cm. Przedmiot AB ustawiono na osi optycznej układu w odległości $x_{ob} = 6$ cm od obiektywu.

Powiększenie k przedmiotu AB , otrzymane w opisanym układzie optycznym, jest iloczynem powiększenia, jakie daje obiektyw, oraz powiększenia, jakie daje okular.

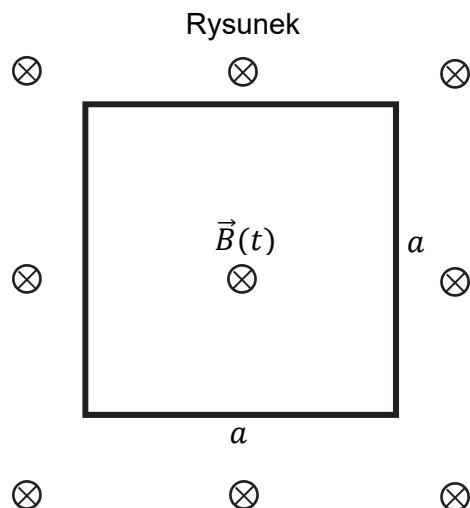
Oblicz powiększenie k przedmiotu AB , otrzymane w opisanym układzie optycznym.

Zadanie 10.

Kwadratową ramkę o długości boku $a = 0,20\text{ m}$ umieszczono w obszarze zmiennego pola magnetycznego. Ramkę wykonano z przewodnika, a całkowity opór elektryczny ramki jest równy $R = 2\Omega$. Płaszczyzna powierzchni ramki jest prostopadła do linii pola magnetycznego. Wartość B wektora indukcji zewnętrznego pola magnetycznego, w obszarze, w którym znajduje się ramka, 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.



Zadanie 10.1. (0–2)

Na rysunku powyżej narysuj i oznacz:

- (wewnętrz ramki) zwrot pola magnetycznego \vec{B}_{ind} prądu indukcyjnego
- (na każdym boku ramki) zwrot przepływu prądu indukcyjnego w ramce.

Wykorzystaj w tym celu jeden z symboli:

○ – oznaczający zwrot przed płaszczyznę rysunku (w stronę do patrzącego) LUB

⊗ – oznaczający zwrot za płaszczyznę rysunku, LUB

→ – oznaczający zwrot w prawo, LUB ← – oznaczający zwrot w lewo, LUB

↑ – oznaczający zwrot w górę, LUB ↓ – oznaczający zwrot w dół.

Zadanie 10.2. (0–1)

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

Zadanie 10.3. (0–3)**Oblicz natężenie prądu indukcyjnego w ramce.**

Pomiń pole magnetyczne wytworzone przez prąd indukcyjny w obwodzie ($B_{ind} \ll B$).

A large grid consisting of 20 columns and 20 rows of small squares, intended for calculations or drawing related to the task.

Informacja do zadania 10.4.

Od chwili t_1 wartość indukcji pola magnetycznego (zewnętrznego) przestała się zwiększać i pozostawała stała aż do chwili t_2 . Następnie, od chwili t_2 aż do chwili t_3 , wartość indukcji pola magnetycznego zmniejszyła się do zera. Zwrot linii tego pola magnetycznego pozostawał taki sam w całym czasie od chwili t_0 do chwili t_3 .

Zadanie 10.4. (0–1)

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 (wewnętrz 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.

Mamy dwie takie same grzałki A i B, które można łączyć szeregowo lub równolegle oraz wykorzystać do podgrzania ustalonej masy wody.

Zadanie 11.1. (0–3)

Grzałki A i B połączono najpierw szeregowo, a następnie równolegle. Otrzymane 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.

Zadanie 11.2. (0–2)

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, $\Delta T = T - T_{30}$,

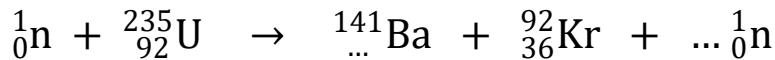
$\alpha = 3 \cdot 10^{-5}$ 1/K – temperaturowy współczynnik oporu materiału spirali grzałki.

Oblicz, o ile % zwiększy się opór grzałki, gdy jej temperatura wzrośnie od 30 °C do 100 °C.

Zadanie 12.

Poniżej przedstawiono dwa niezupełnione 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. (0–2)**

Uzupełnij dwa powyższe równania reakcji jądrowych. Wpisz w wykropkowane miejsca prawidłowe liczby atomowe, liczby masowe, symbol pierwiastka lub cząstki oraz liczbę cząstek.

Zadanie 12.2. (0–2)

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 zapisz zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.

Wskazówka: W obliczeniach skorzystaj z własności działań na potęgach o wykładniku wymiernym.

Informacja do zadań 12.3. i 12.4.

Łączną energię kinetyczną oraz łączną masę substratów reakcji jądrowej (jader i/lub cząstek przed reakcją jądrową) oznaczamy – odpowiednio – jako E_{ks} oraz m_s , a łączną energię kinetyczną oraz łączną masę produktów reakcji jądrowej oznaczamy – odpowiednio – jako E_{kp} oraz m_p .

Zadanie 12.3. (0–1)

Zapisz wzór pozwalający wyznaczyć E_{kp} tylko poprzez wielkości, którymi są: E_{ks} , m_s , m_p oraz c – wartość prędkości światła w próżni.

Zadanie 12.4. (0–1)

Ustal relacje większy / mniejszy / równy między energią kinetyczną produktów a energią kinetyczną substratów dla każdej z reakcji zapisanych we wstępie do zadania. Wpisz w każde wykropkowane miejsce odpowiedni znak: > albo < , albo = .

- 1) W reakcji rozszczepienia jądra uranu $^{235}_{92}\text{U}$:

$$E_{kp} \dots E_{ks}$$

- 2) W reakcji rozpadu beta minus jądra jodu $^{131}_{53}\text{I}$:

$$E_{kp} \dots E_{ks}$$

Zadanie 13. (0–1)

Jądro atomowe ^A_ZX pochłonęło całkowicie foton o energii E . W wyniku tego powstało wzbudzone jądro atomowe $^A_Z\text{X}^*$.

Dokończ zdania. Zaznacz odpowiedź A, B albo C oraz odpowiedź D, E albo F.

1. Masa wzbudzonego jądra $^A_Z\text{X}^*$ 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 $^A_Z\text{X}^*$ w porównaniu do energii wiązania jądra ^A_ZX będzie

D. większa o E . E. taka sama. F. mniejsza o E .

BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)

A large rectangular grid consisting of approximately 20 columns and 25 rows of small squares, intended for students to draw a dirty copy of a document.