

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 FIZYKA – POZIOM ROZSZERZONY

TEST DIAGNOSTYCZNY

TERMIN: **marzec 2021 r.**

CZAS PRACY: **180 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.



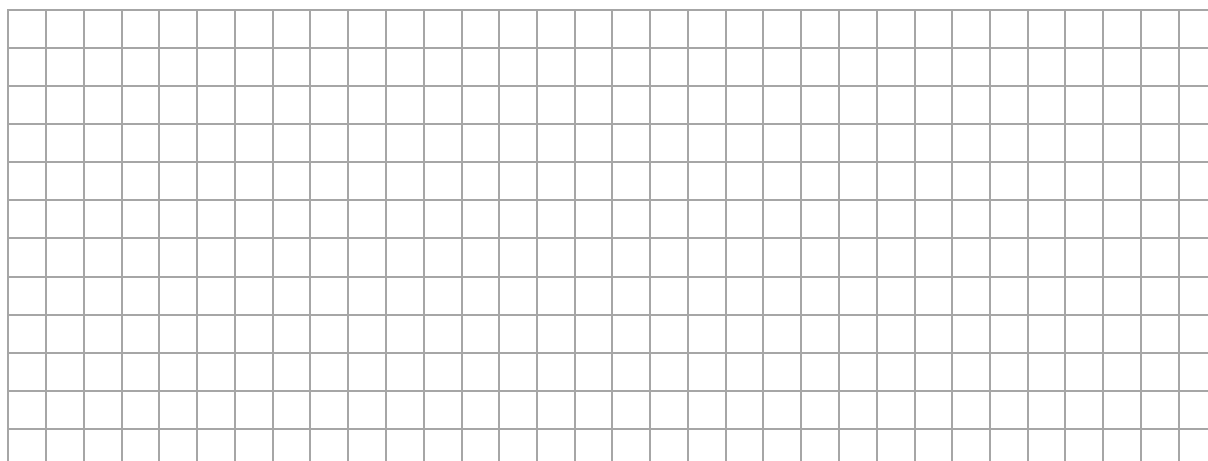
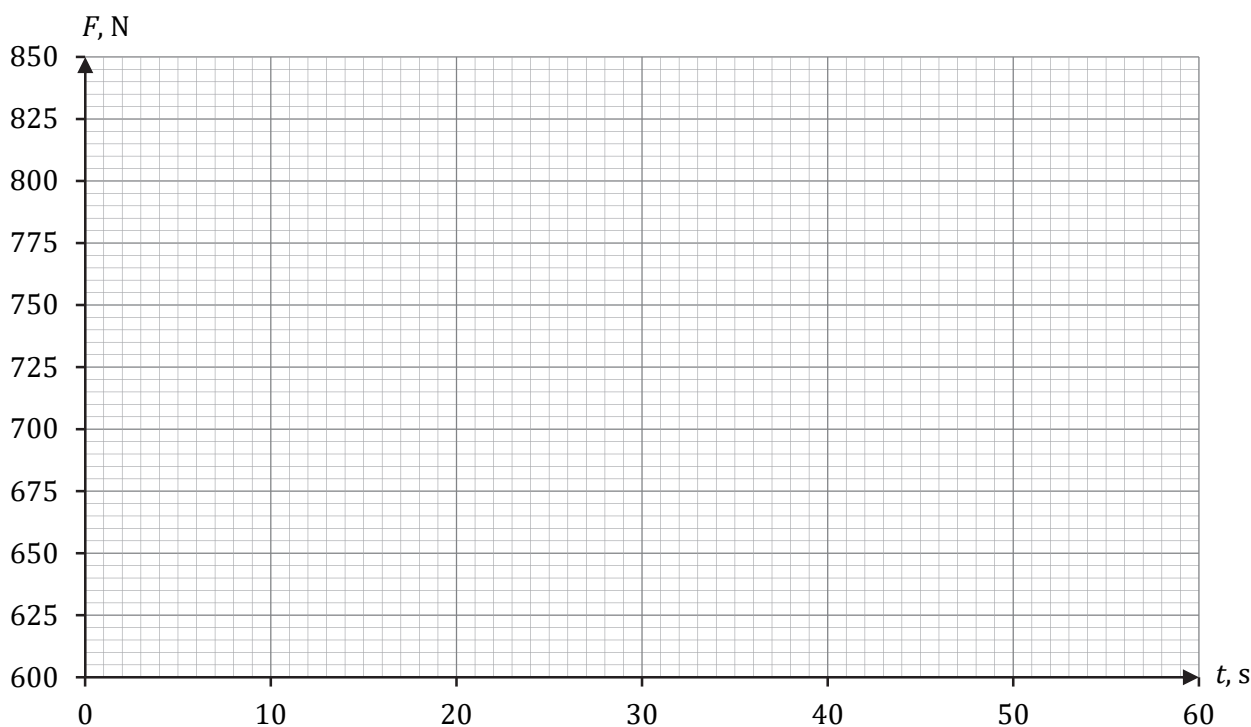
EFAP-R0-**100**-2103

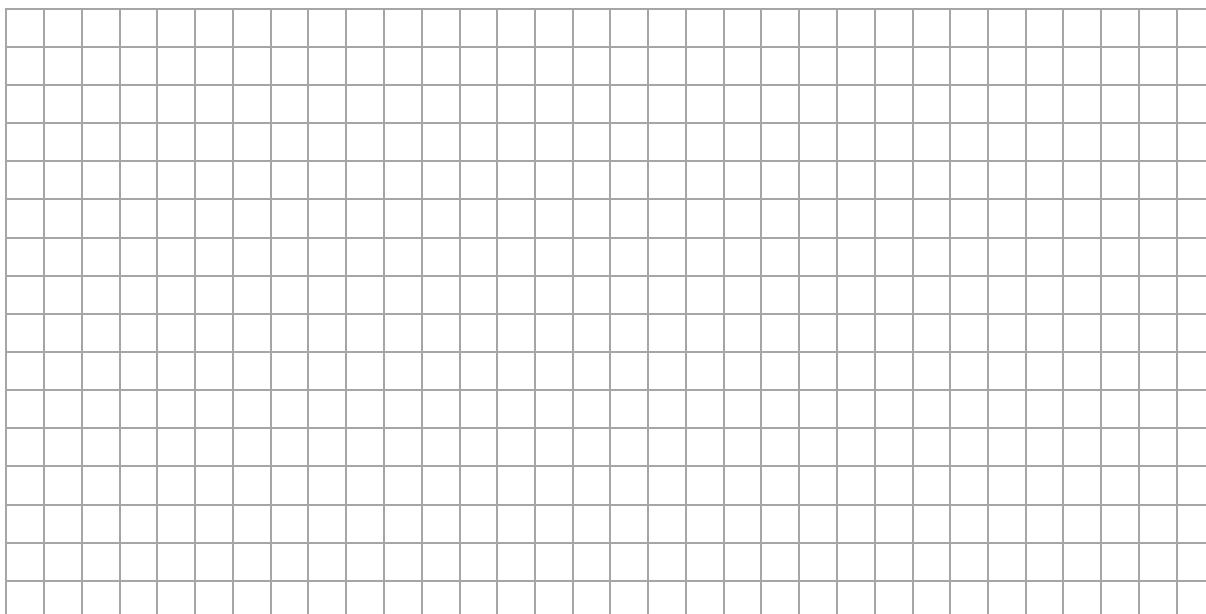
Zadanie 1.

Rozważamy ruch windy, gdy wjeżdżała ona na taras widokowy pewnego wieżowca. W chwili początkowej $t_0 = 0$ winda ruszyła z miejsca i przez pewien czas jechała do góry ze stałym przyspieszeniem 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 przyspieszeniem (potocznie – opóźnieniem) o wartości $0,80 \text{ m/s}^2$ – aż do zatrzymania się. W windzie stał człowiek o masie 75 kg . Przyjmij do obliczeń przyspieszenie ziemskie $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

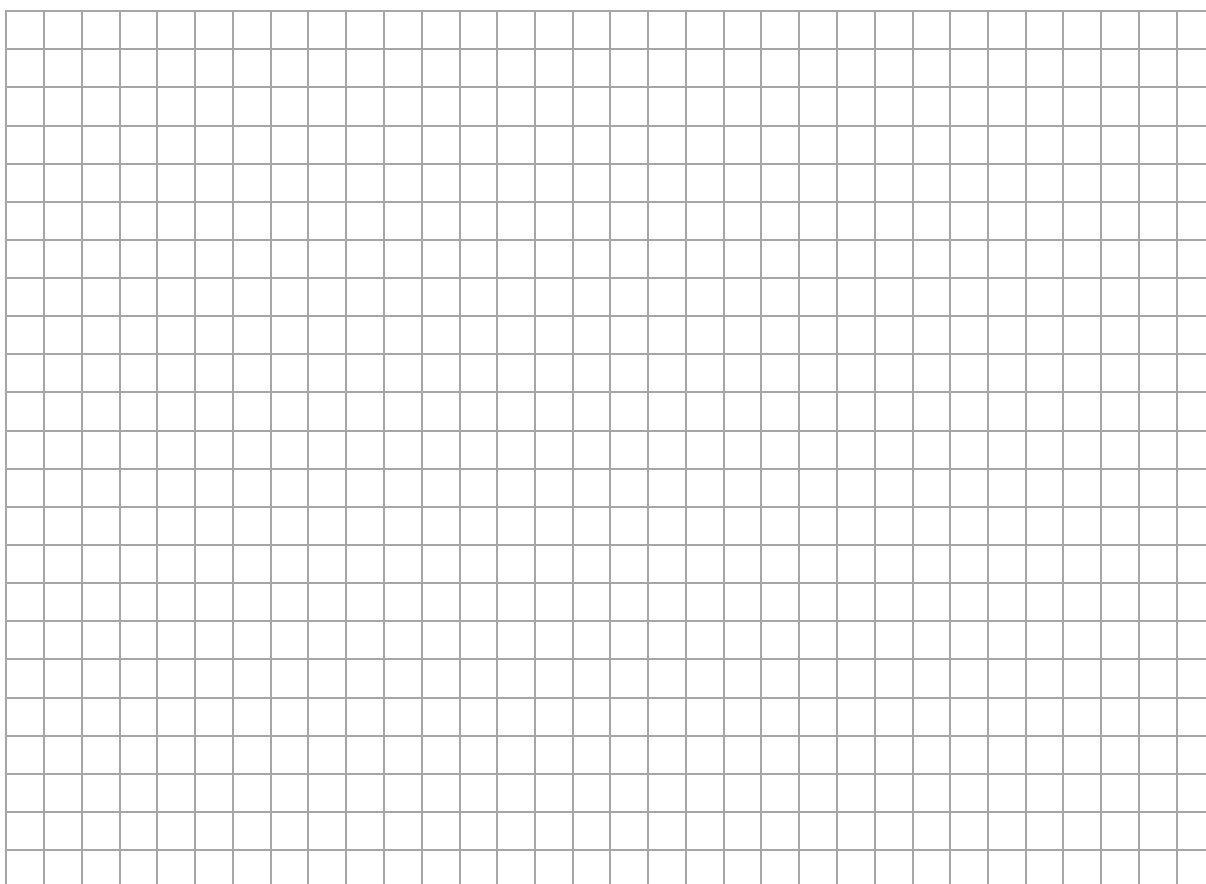
Zadanie 1.1. (0–3)

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)**

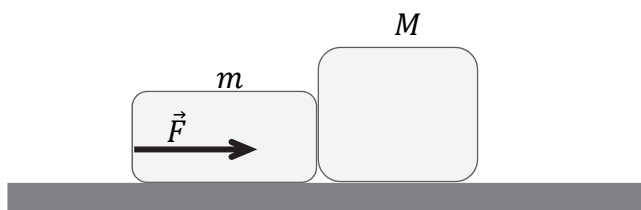
Oblicz drogę, jaką przejechała winda podczas całego opisanego ruchu, licząc od chwili t_0 .



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

Zadanie 2.

Dwa klocki o masach $m = 2,0 \text{ kg}$ i $M = 3,0 \text{ kg}$ ułożono na poziomym podłożu jeden za drugim tak, że stykały się ścianami. Oba klocki początkowo były nieruchome. W pewnej chwili zaczęto je pchać stałą siłą $\vec{F}$ przyłożoną do mniejszego klocka i skierowaną równoległe do podłoża w kierunku większego klocka (zobacz rys. poniżej). Układ obu klocków uzyskał wskutek tego stałe przyspieszenie o wartości $a = 0,60 \text{ m/s}^2$. Współczynnik tarcia pomiędzy każdym z klocków a podłożem wynosi $\mu = 0,10$. Przyjmij przyspieszenie ziemskie $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.



Zadanie 2.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Siła $\vec{F}$ ma wartość (w przybliżeniu z dokładnością do dwóch cyfr znaczących)

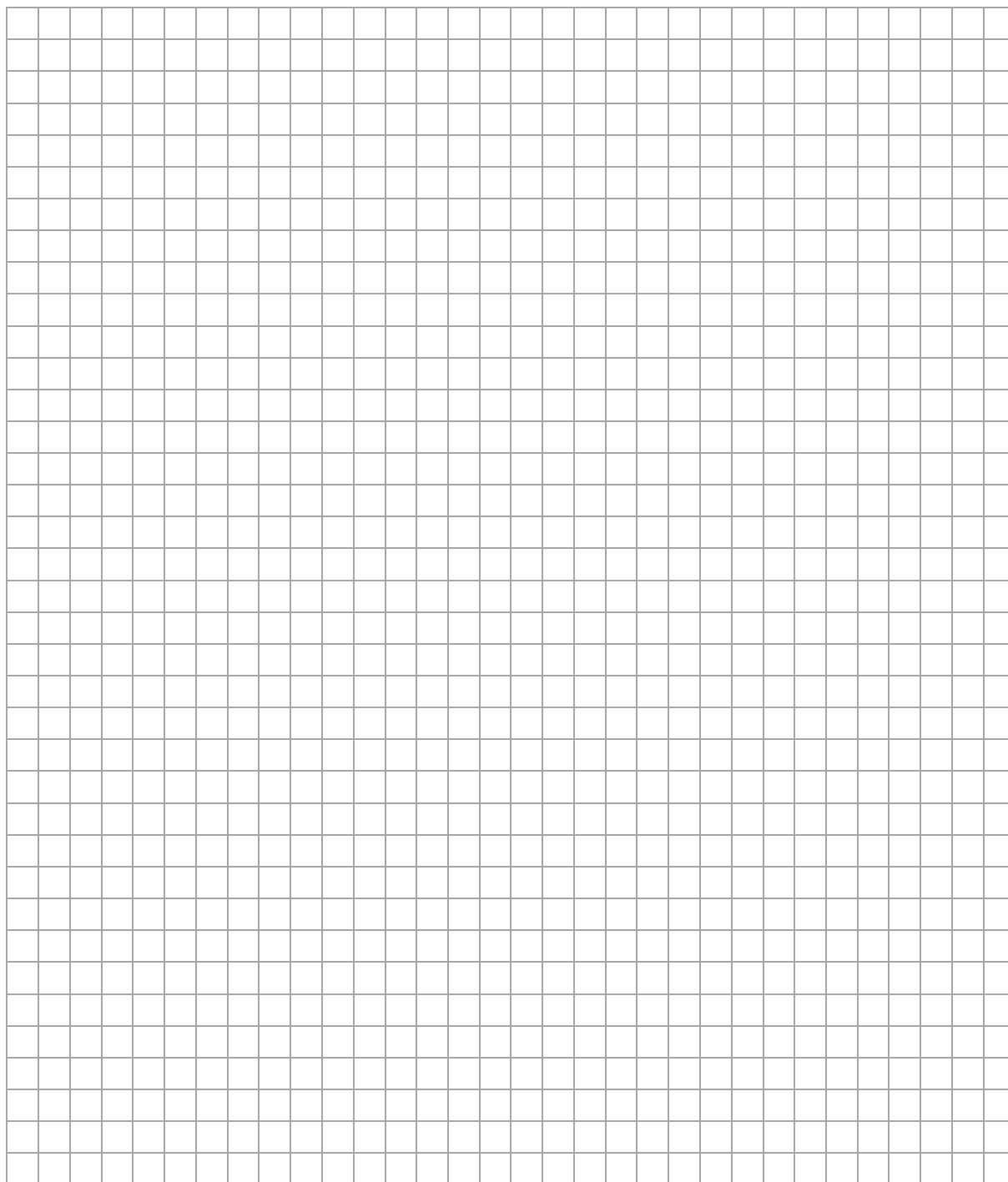
- A.** 1,2 N **B.** 3,0 N **C.** 4,7 N **D.** 7,9 N

[illegible]

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 wyrazić jedynie za pomocą następujących wielkości: wartości F siły, z jaką pchano układ obu 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 .



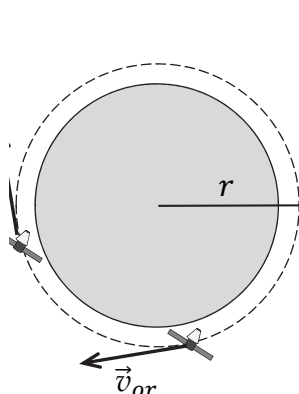
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.1.	2.2.
	Maks. liczba pkt	1	3
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 3.

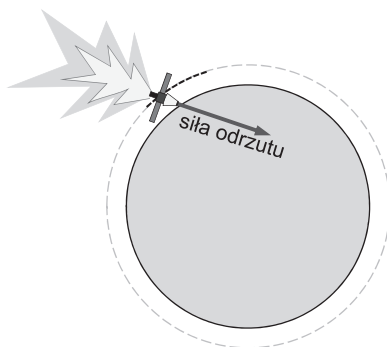
Sonda kosmiczna o masie $m = 10^4$ kg początkowo poruszała się swobodnie (jedynie pod wpływem grawitacji) dookoła Ziemi po orbicie kołowej o promieniu r , z prędkością orbitalną o wartości $v_{or} = 7,56$ km/s (zobacz rys. 1.). W pewnym momencie włączono silniki odrzutowe sondy, odpowiednio zaprogramowane.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

Prędkość $\vec{v}_p$ uzyskana przez sondę w odległości r od środka Ziemi była na tyle duża, że umożliwiała sondzie ciągłe oddalanie się od Ziemi oraz osiągnięcie w bardzo dalekiej odległości (gdzie wpływ pola grawitacyjnego Ziemi jest pomijalny) stałej prędkości o wartości $v_\infty = 2,00$ km/s (zobacz rys. 4.). Masa Ziemi wynosi $M = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg.

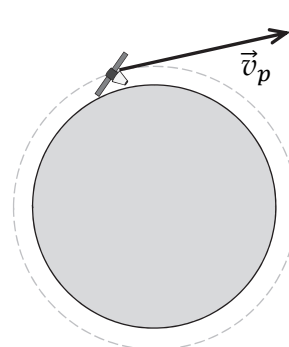
Rysunek 1.



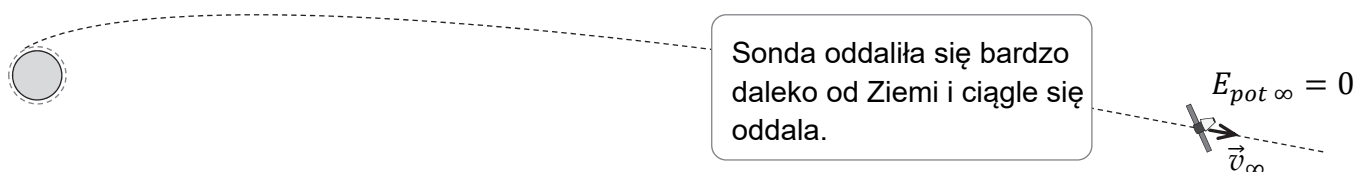
Rysunek 2.



Rysunek 3.



Rysunek 4.



Do analizy zagadnienia 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
- zakładamy, że energia potencjalna sondy bardzo daleko od Ziemi – gdzie wpływ grawitacji ziemskiej jest pomijalny – wynosi 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 oddalanie 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)

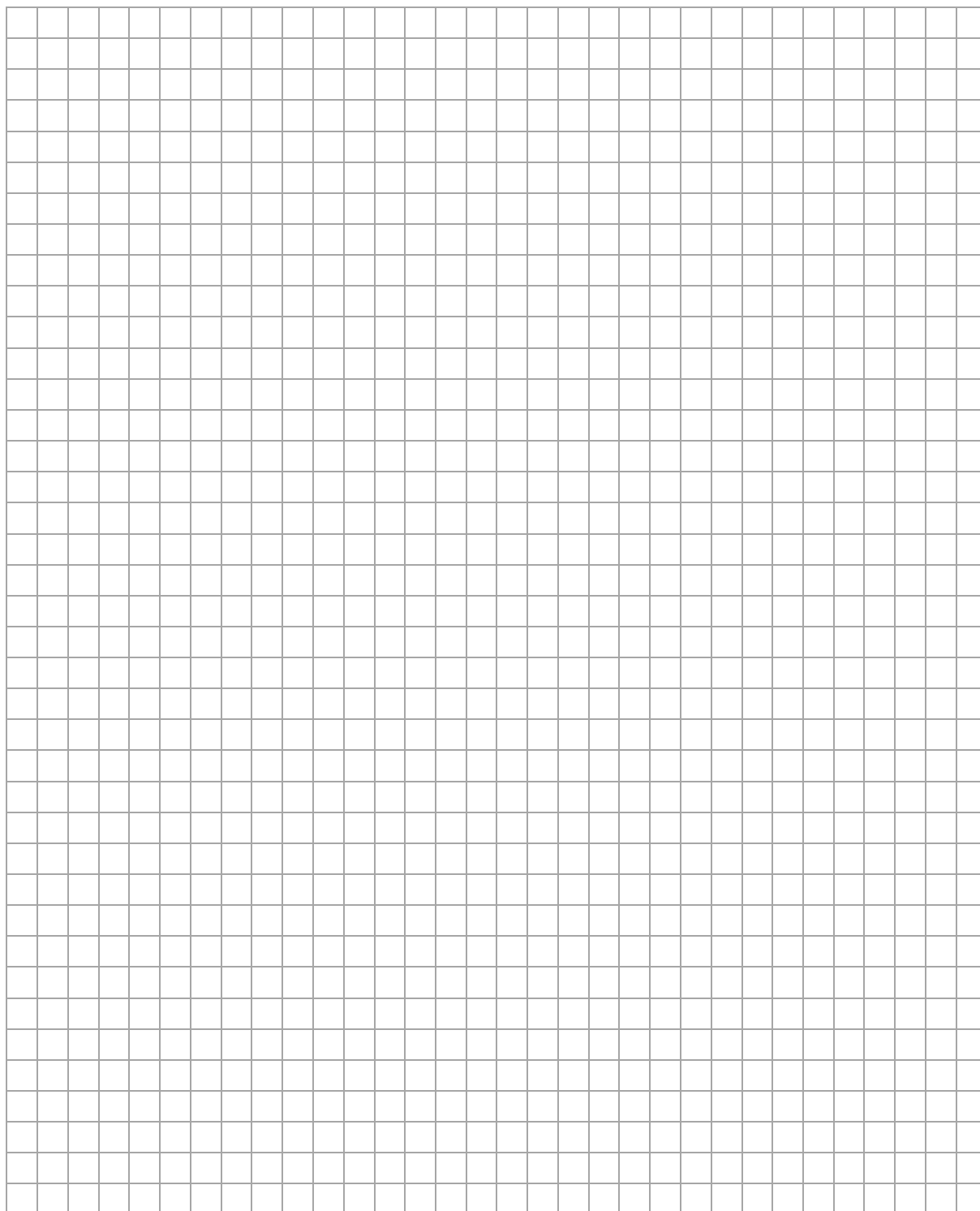
Oblicz wartość natężenia pola grawitacyjnego na orbicie kołowej, po której poruszała się sonda.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.	3.2.
	Maks. liczba pkt	1	3
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 3.3. (0–3)

Oblicz pracę mechaniczną, jaką wykonała siła odrzutu podczas przyspieszania sondy w sposób opisany we wstępie do zadania.

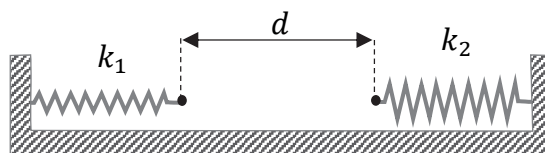
Wskazówka: Obliczenia ułatwi wyrażenie energii mechanicznej sondy w ruchu swobodnym po orbicie kołowej poprzez jej masę m i wartość prędkości orbitalnej v_{or}



Zadanie 4.

Dwie sprężyny o współczynnikach sprężystości odpowiednio $k_1 = 100 \text{ N/m}$ i $k_2 = 30 \text{ N/m}$ zamocowano do ścianek płaskiego naczynia. Sprężyny położono wzdłuż linii prostej, a ich swobodne końce były odległe od siebie o $d = 20 \text{ cm}$ (zobacz rys. 1.). Pomiń masy obu sprężyn.

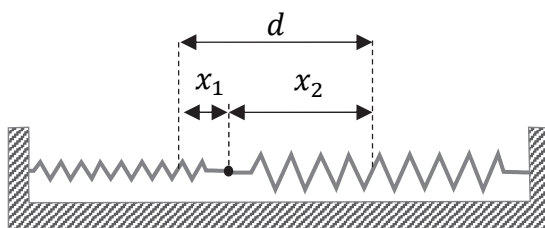
Rysunek 1.



Zadanie 4.1. (0–3)

W pierwszym doświadczeniu obie sprężyny rozciągnięto, a ich końce 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 pozostawał nieruchomy.

Rysunek 2.



Oblicz x_1 oraz x_2 .

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines that intersect to form small squares across the entire surface. There are no margins, text, or other markings on the paper.

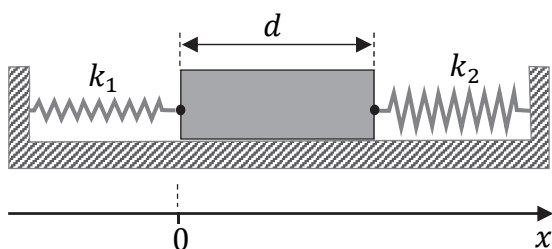
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.3.	4.1.
	Maks. liczba pkt	3	3
	Uzyskana liczba pkt		

Informacja do zadań 4.2. i 4.3.

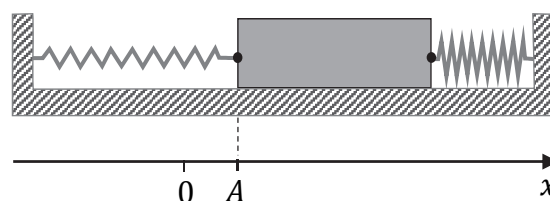
W drugim doświadczeniu zamocowano do końców obu sprężyn jednorodny klocek o masie $m = 100 \text{ g}$. Sprężyny zamocowane do klocka początkowo nie były napięte (zobacz rys. 3. oraz rys.1.). Kłóck wychylono z położenia równowagi o $A = 5,5 \text{ cm}$ wzdłuż osi układu (zobacz rys. 4.), a następnie puszczono. W wyniku tego klocek został wprowadzony w ruch drgający.

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

Rysunek 3.

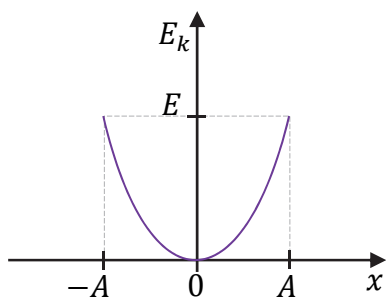


Rysunek 4.

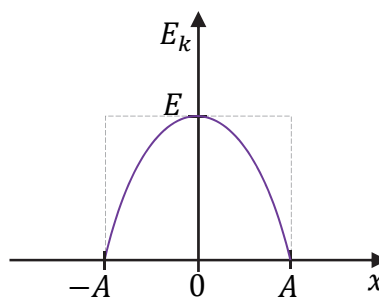
**Zadanie 4.2. (0–1)**

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

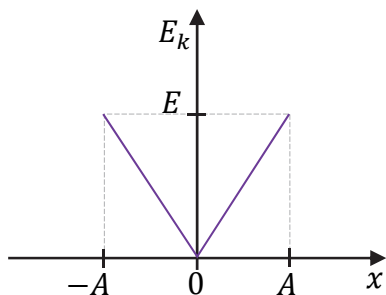
A.



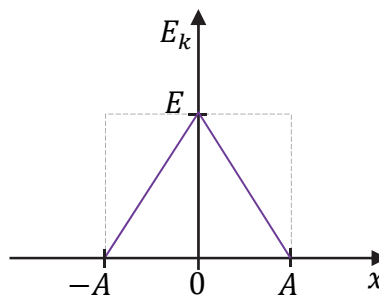
B.



C.

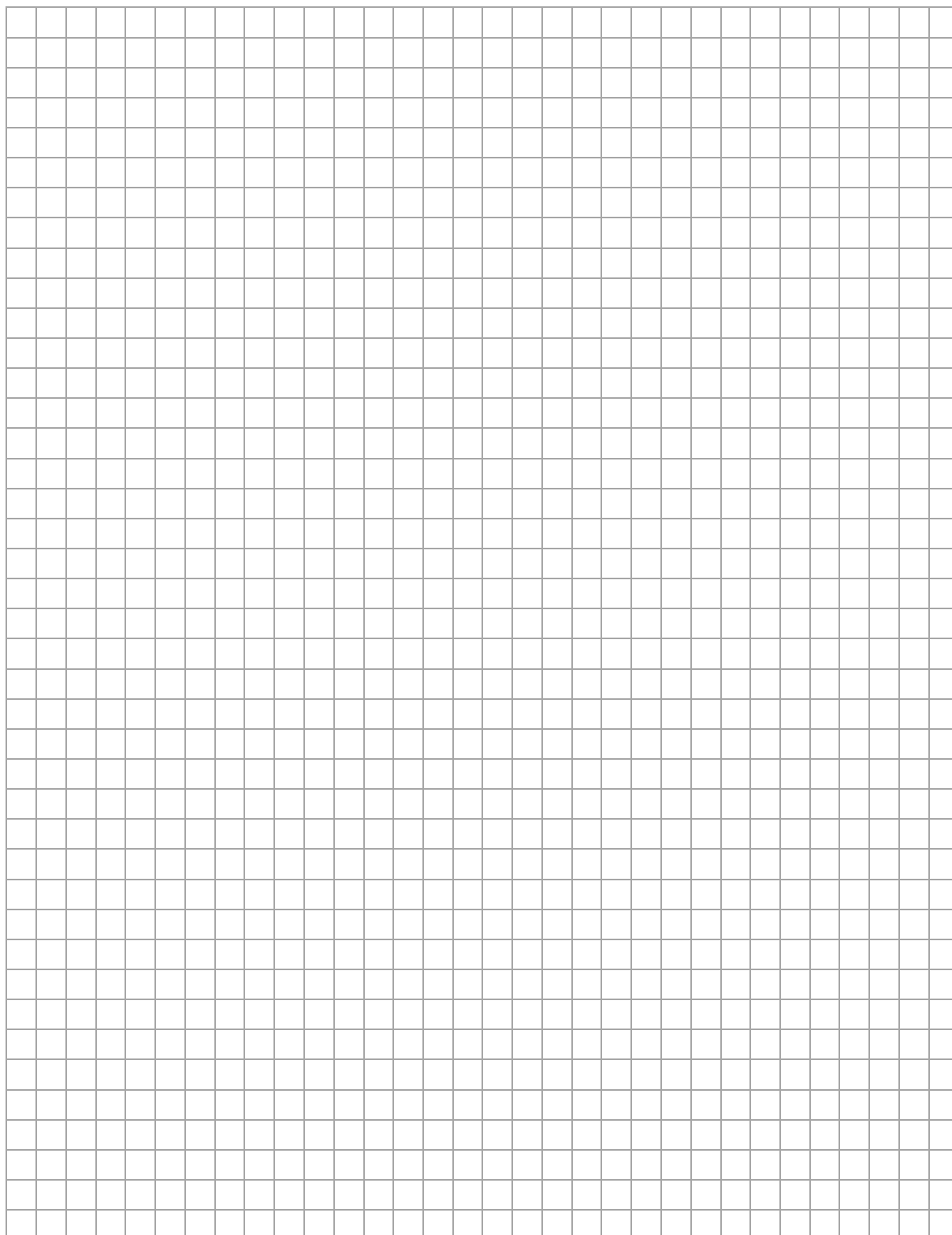


D.



Zadanie 4.3. (0–3)

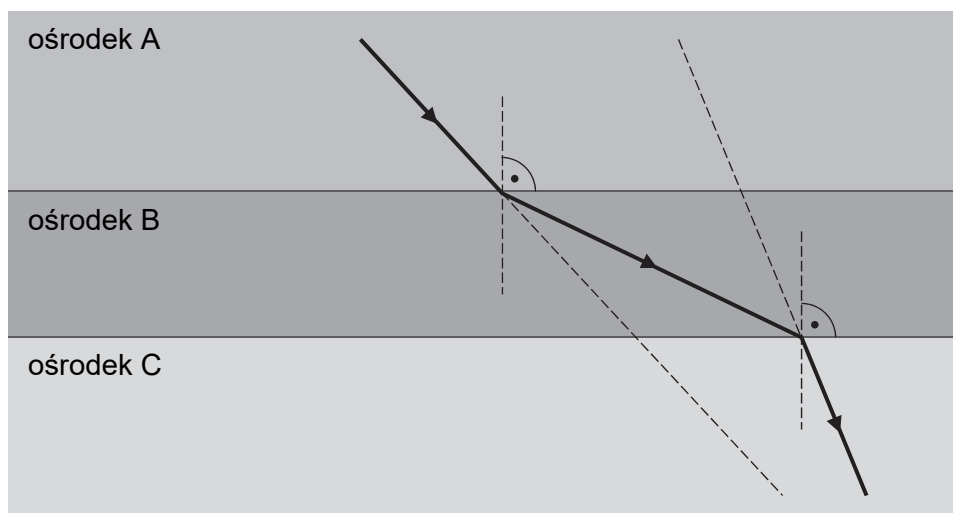
Oblicz maksymalną wartość prędkości, jaką uzyska klocek podczas ruchu drgającego.



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

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



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

..... < <

[illegible]

Zadanie 6.

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

Zmierzona temperatura wody była niższa od temperatury T_k , którą uczniowie przewidywali w wyniku 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, przewidywaną przez uczniów.

[illegible]

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.	6.1
	Maks. liczba pkt	1	2
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 6.2. (0–2)

Wodę ciepłą i zimną uczniowie mogli wymieszać w jednym z trzech naczyń. Uczniowie użyli takiego naczynia, które – w porównaniu z pozostałymi – miało najmniejszy wkład w obniżenie się temperatury względem przewidywanej przez nich temperatury T_k . Zarówno wybrane właściwości materiałów, z których wykonano naczynia, jak i masy naczyń zamieszczono w poniższej tabeli.

	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

Którego naczynia użyli uczniowie w doświadczeniu? Zapisz i uzasadnij krótko odpowiedź.

Odpowiedź:

Uzasadnienie:

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

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 $T = 26,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.2.	6.3.
	Maks. liczba pkt	2	2
	Uzyskana liczba pkt		

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 włąli $m_2 = 0,50$ 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.	odda 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. Jednocześnie w całym jednym cyklu gaz oddaje do otoczenia łącznie 210 J ciepła.

Oblicz sprawność opisanego silnika cieplnego.

A full-page sheet of white graph paper featuring a uniform grid of thin, light gray horizontal and vertical lines. The grid consists of small squares covering the entire area of the page.

Zadanie 8. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

A. wzrosło 20 razy.
B. zmalało 20 razy.
C. wzrosło o 25%.
D. zmalało o 20%.

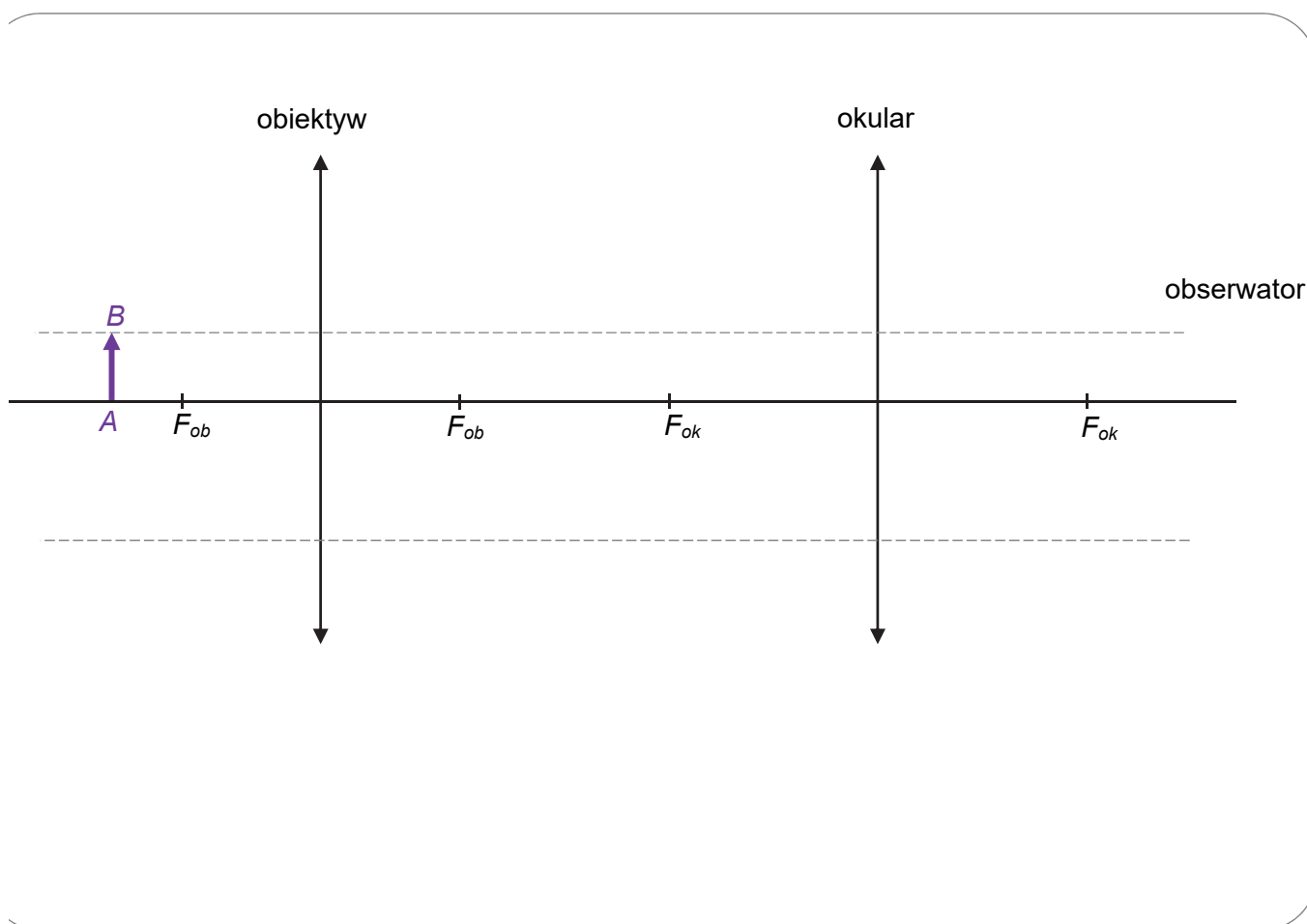
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.4.	7.	8.
	Maks. liczba pkt	1	3	1
	Uzyskana liczba pkt			

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.

Powstawanie obrazu w takim układzie optycznym jest następujące. Gdy przedmiot AB jest ustawiony na osi optycznej układu tuż przed ogniskiem obiektywu (jak na rysunku), to obiektyw tworzy obraz rzeczywisty $A'B'$ przedmiotu AB . Ten obraz $A'B'$ jest z kolei 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 powyższym rysunku wyznacz konstrukcyjnie oraz narysuj i oznacz obraz $A''B''$ przedmiotu AB , który powstaje w opisanym układzie optycznym.

Uwaga! Poziome linie pomocnicze do konstrukcji oznaczono kreską przerywaną. Do rysowania prostych w konstrukcji użyj linijki.

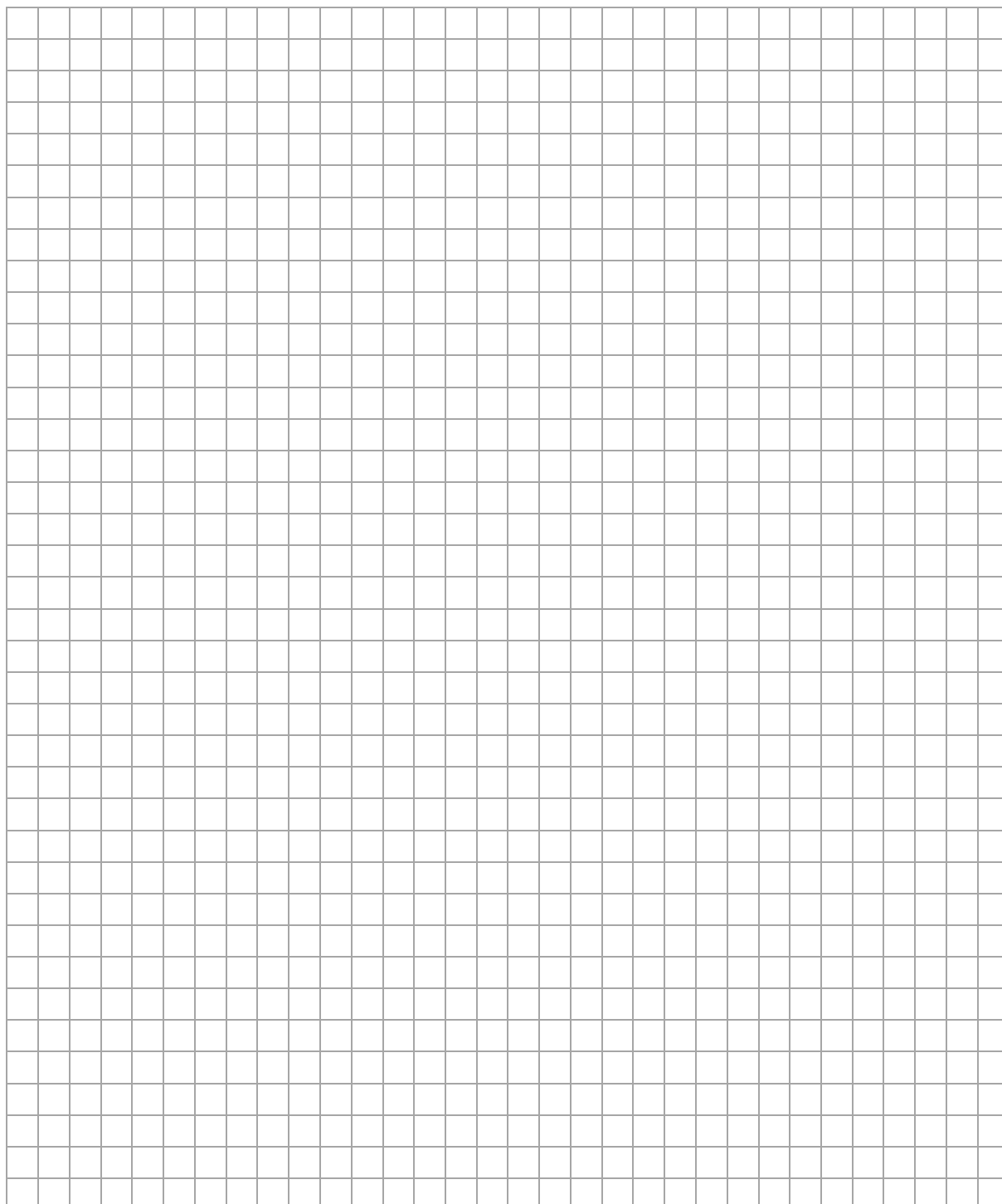
Zadanie 9.2. (0–4)

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 , uzyskane w opisanym układzie optycznym, jest iloczynem powiększenia, jakie daje obiektyw, oraz powiększenia, jakie daje okular.

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

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	9.1.	9.2.
	Maks. liczba pkt	2	4
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 10.3. (0–3)**Oblicz natężenie prądu indukcyjnego w ramce.**Pomiń pole magnetyczne wytworzone przez prąd indukcyjny w obwodzie ($B_{ind} \ll B$).

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	10.1.	10.2.	10.3.
	Maks. liczba pkt	2	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

Informacja do zadania 10.4.

Od chwili t_1 wartość indukcji pola magnetycznego (zewnętrznego) przestała rosnąć i pozostawała stała aż do chwili t_2 . Następnie, od chwili t_2 aż do chwili t_3 , wartość indukcji pola magnetycznego zmalała 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 (wewnątrz 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.

Rozważamy dwie identyczne 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. Oba układy grzałek były zasilane tym samym napięciem. Przyjmij, że opór R każdej grzałki jest stały, niezależny od napięcia na niej.

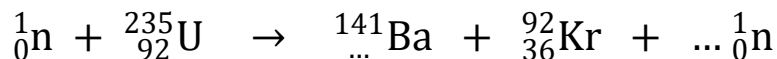
Oblicz stosunek ciepła wydzielonego w jednostce czasu przez szeregowy układ grzałek do ciepła wydzielonego w tej samej jednostce czasu przez równoległy układ grzałek.

A full-page sheet of white graph paper featuring a uniform grid of thin, light gray horizontal and vertical lines. The grid consists of small squares covering the entire area of the page.

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)**

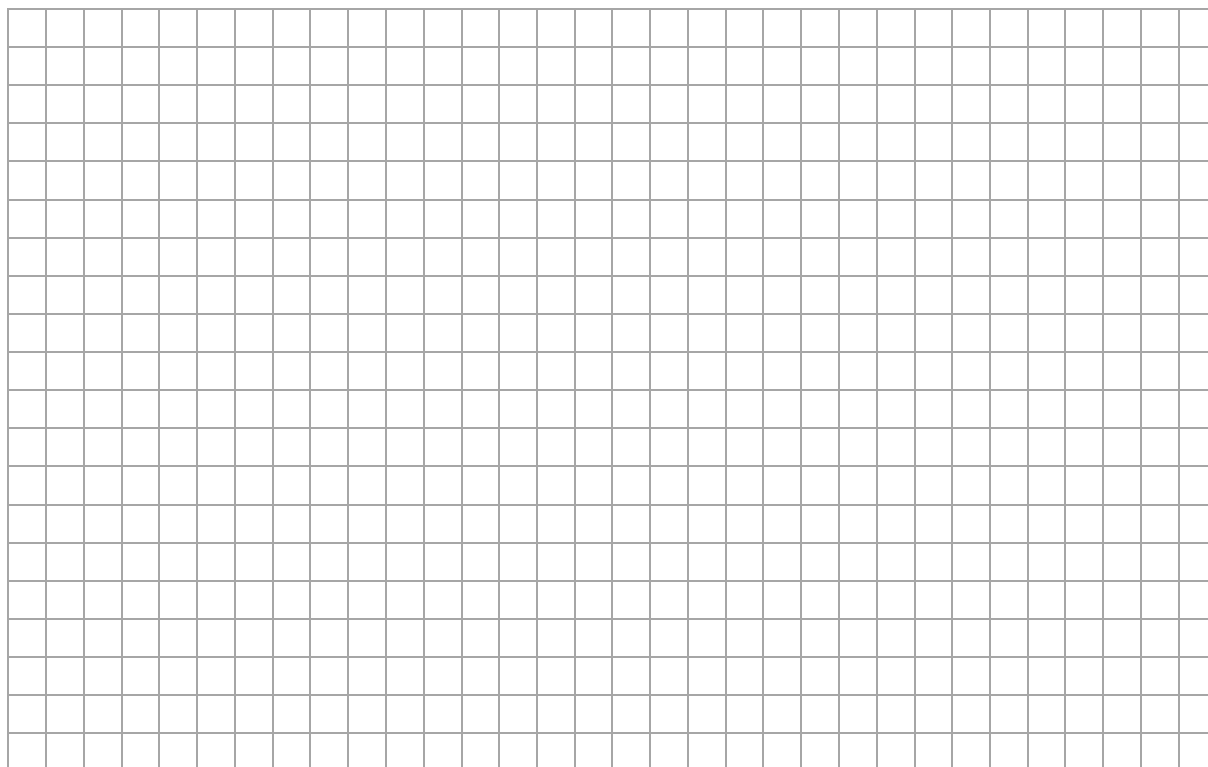
Uzupełnij dwa powyższe równania reakcji jądrowych. Wpisz w wykropkowane miejsca właściwe liczby atomowe, liczby masowe, symbol pierwiastka lub cząstki oraz liczbę cząstek.

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 podaj 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 (jąder i/lub cząstek przed reakcją jądrową) oznaczymy – odpowiednio – jako E_{ks} oraz m_s , a łączną energię kinetyczną oraz łączną masę produktów reakcji jądrowej oznaczymy – 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.

[illegible]

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 $^{235}_{92}\text{U}$:

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

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

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

Zadanie 13. (0–1)

Jądro atomowe A_ZX pochłonięło całkowicie foton o energii E . W wyniku tego powstało wzbudzone jądro atomowe ${}^A_ZX^*$.

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

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

D. większa o E .

E. taka sama.

F. mniejsza o E .

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	12.1.	12.2.	12.3.	12.4.	13.
	Maks. liczba pkt	2	2	1	1	1
	Uzyskana liczba pkt					

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.