

UZUPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

*miejsce
na naklejkę*

**EGZAMIN MATURALNY
Z FIZYKI I ASTRONOMII**

POZIOM ROZSZERZONY

14 MAJA 2018

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 20 stron (zadania 1–8). 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. Podczas egzaminu możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, 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.

**Godzina rozpoczęcia:
9:00**

**Czas pracy:
150 minut**

**Liczba punktów
do uzyskania: 60**



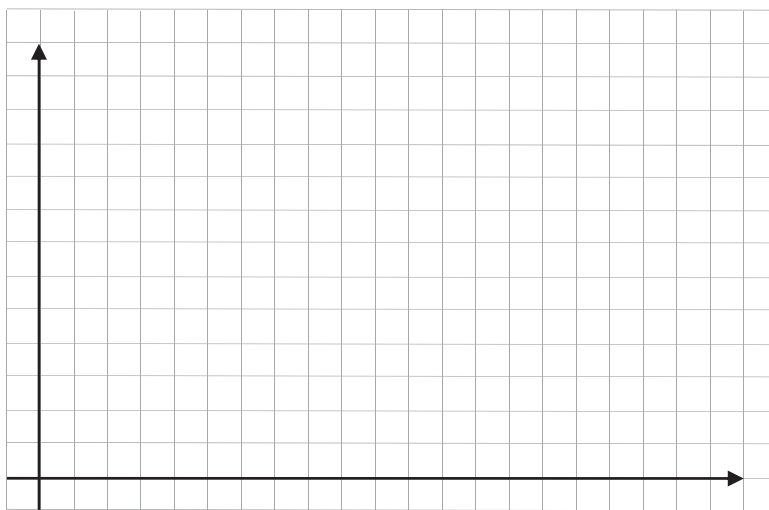
MFA-R1_1P-182

Zadanie 1. Samochody (10 pkt)

Rozważamy ruch dwóch samochodów, które poruszały się po poziomym i prostym odcinku trasy. Pierwszy samochód ruszył i jadąc ze stałym przyspieszeniem, rozpędził się w czasie 2 s do prędkości o wartości $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Następnie przez 6 s jechał ze stałą prędkością, a potem przez 2 s hamował ze stałym opóźnieniem, aż do zatrzymania się. Drugi samochód ruszył równocześnie z pierwszym. Przez pierwszą połowę czasu trwania ruchu rozpędzał się ze stałym przyspieszeniem, a potem hamował ze stałym opóźnieniem, aż do zatrzymania się. Oba samochody przebyły tę samą drogę w tym samym czasie.

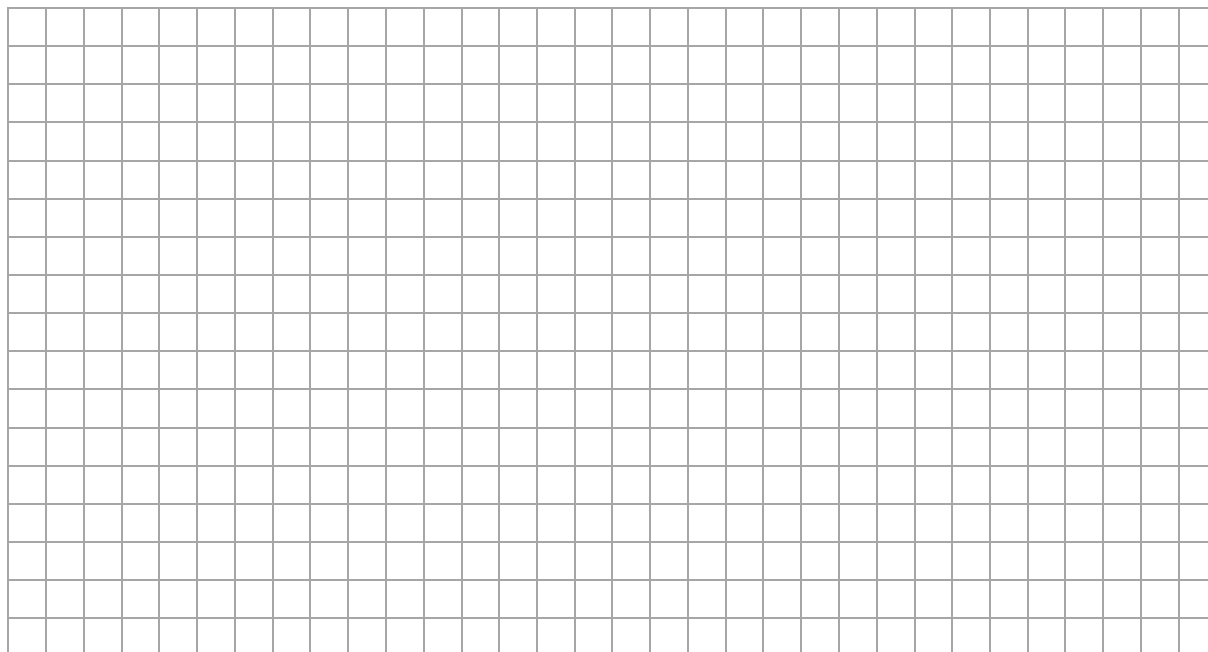
Zadanie 1.1. (2 pkt)

Narysuj wykres zależności $v(t)$ – wartości prędkości od czasu – dla ruchu pierwszego samochodu.



Zadanie 1.2. (3 pkt)

Oblicz całkowitą drogę przebytą przez pierwszy samochód oraz maksymalną wartość prędkości drugiego samochodu.



A blank coordinate grid with x and y axes. The grid is 20 units wide and 20 units high. The x-axis is horizontal and the y-axis is vertical, both with arrows at their ends. The grid lines are thin and gray, while the axes are thicker and black.

[illegible][illegible]MFA_1R

[illegible]

Oblicz wartość siły reakcji podłoża działającej na deskę w miejscu jej podparcia w chwili, gdy deska tworzyła z poziomym podłożem kąt 25° .

[illegible]

Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–C oraz jego poprawne uzasadnienie wybrane spośród 1.–3.

Wartość siły, z jaką pracownik działa na linę, utrzymując deskę pod kątem 50° do podłoża, w porównaniu z wartością siły, gdy deska była utrzymywana pod kątem 25° , jest

A.	mniejsza,	ponieważ podczas podnoszenia deski	1.	siła reakcji podłoża działająca na deskę wzrasta.
B.	taka sama,		2.	jej środek ciężkości jest coraz wyżej.
C.	większa,		3.	kierunki i zwroty sił oraz stosunek długości ramion sił się nie zmieniają.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.
	Maks. liczba pkt	2	3	2	1
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 2.5. (1 pkt)

Deskę podniesiono ponownie i w sposób podobny jak w opisie zadania. Tym razem jednak lina była zamocowana w odległości $3/4$ długości deski od końca spoczywającego na ziemi.

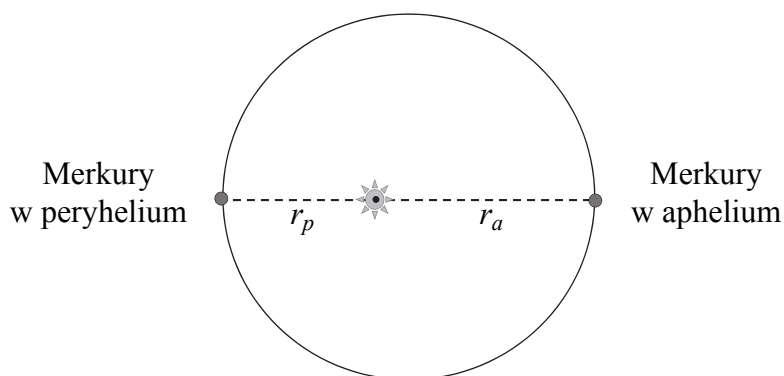
Oceń prawdziwość każdego dokończenia poniższego zdania. Zaznacz P, jeśli dokończenie zdania jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

Gdy porównamy opisany powyżej sposób podnoszenia deski z poprzednim – gdy lina była zamocowana na końcu deski – możemy stwierdzić, że w tej nowej sytuacji

1.	praca (siły, z jaką pracownik działa na deskę) potrzebna do podniesienia deski od pozycji poziomej do pionowej jest taka sama jak poprzednio.	P	F
2.	wartość siły, z jaką pracownik działa na deskę podczas jej podnoszenia, jest większa niż poprzednio.	P	F
3.	wartość siły reakcji podłoża, jaka działa na deskę podczas jej podnoszenia, jest mniejsza niż poprzednio.	P	F

Zadanie 3. Merkury (9 pkt)

W dniu 9 maja 2016 roku miało miejsce zjawisko astronomiczne – tranzyt Merkurego. Merkury, obserwowany z Ziemi, powoli przesunął się na tle tarczy Słońca. Zjawisko trwało około 7,5 godziny. Podczas tranzytu Merkury znajdował się blisko aphelium swojej orbity. Aphelium jest punktem na orbicie planety, który leży w największej odległości od Słońca, natomiast peryhelium jest punktem na orbicie planety leżącym najbliżej Słońca (zobacz rysunek poniżej). Aphelium orbity Merkurego znajduje się w odległości $r_a = 0,467$ jednostki astronomicznej od środka Słońca, a Merkury, przechodząc przez aphelium, porusza się z prędkością $38,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ względem Słońca. Różnica odległości Merkurego od środka Słońca w aphelium i peryhelium jest równa 0,159 jednostki astronomicznej.



Wektor prędkości planety w każdym z tych punktów (peryhelium i aphelium) jest prostopadły do promienia wodzącego – łączącego środek Słońca z planetą. Jednostka astronomiczna jest równa średniej odległości Ziemi od Słońca. Średnia odległość planety od Słońca oznacza długość wielkiej półosi orbity eliptycznej, po której ta planeta okrąża Słońce (tzn. jest równa połowie odległości od peryhelium do aphelium).

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli zdanie jest fałszywe.

1.	Maksymalna prędkość Merkurego na orbicie wokół Słońca jest równa około $38,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.	P	F
2.	Okres obiegu Merkurego wokół Słońca jest krótszy niż okres obiegu Ziemi wokół Słońca.	P	F
3.	Podobnie jak w przypadku tranzytu Merkurego, z Ziemi można obserwować także tranzyt Marsa na tle Słońca.	P	F

Zadanie 3.2. (3 pkt)

Oblicz prędkość liniową Merkurego względem Słońca, gdy znajduje się on w peryhelium.

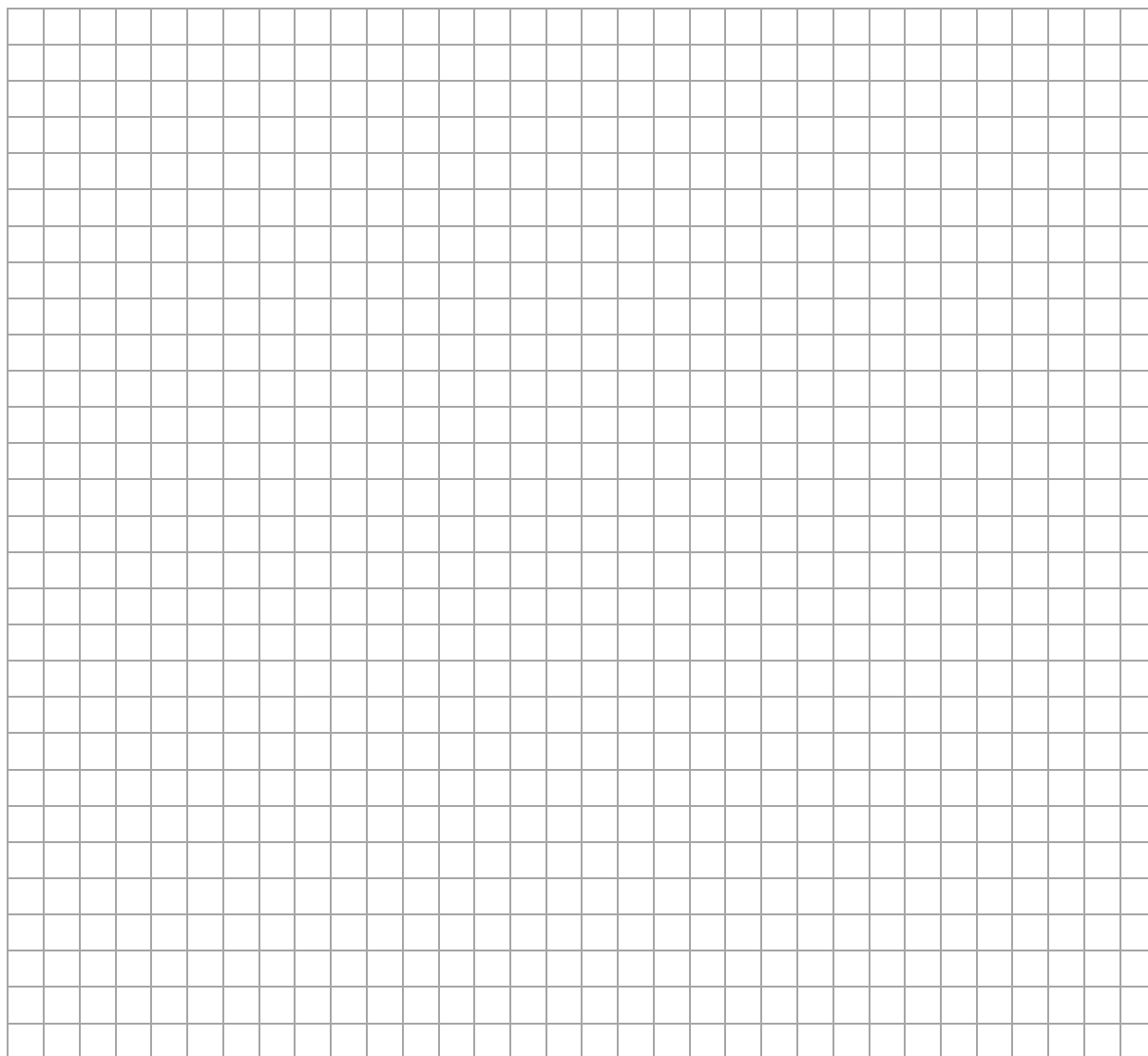
W jednej z metod rozwiązania zadania możesz wykorzystać do obliczeń masę Słońca równą $1,99 \cdot 10^{30}$ kg oraz wartość jednostki astronomicznej, wynoszącą $1,50 \cdot 10^{11}$ m.

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	2.5.	3.1.	3.2.
	Maks. liczba pkt	1	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

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.

[illegible]



Zadanie 4. SEM (7 pkt)

Do pomiaru siły elektromotorycznej (SEM) i oporu wewnętrznego baterii zastosowano woltomierz i zestaw 8 oporników o oporze $4\ \Omega$ każdy. Wykonano sześć pomiarów.

Odpowiednio łączono różne liczby oporników, dzięki czemu za każdym razem otrzymywano układ o innym oporze zastępczym. Następnie mierzono napięcie U pomiędzy biegunami ogniwa, gdy dołączono do niego układ oporników o danym oporze zastępczym R . Wyniki kolejnych pomiarów przedstawia tabela obok.

Pomiary napięć wykonano z dokładnością do $0,2\ \text{V}$. Przyjmij, że wartości oporów w tabeli są dokładne.

l.p.	R, Ω	U, V
1	1	2,7
2	2	3,8
3	4	4,6
4	8	5,2
5	16	5,6
6	32	5,8

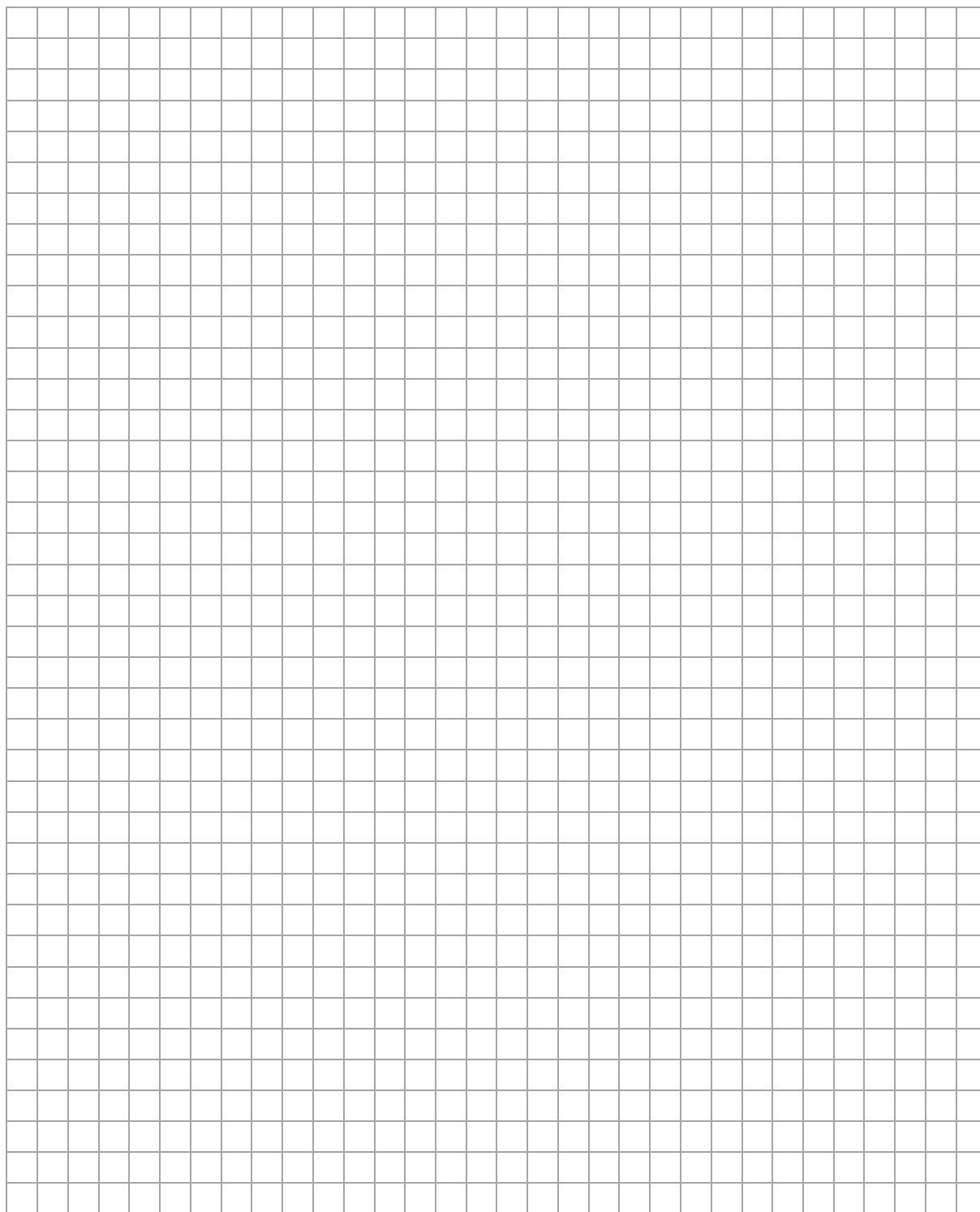
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.3.	3.4.
	Maks. liczba pkt	2	3
	Uzyskana liczba pkt		

Miejsce na rysunek schematu obwodu z opornikami

[illegible]

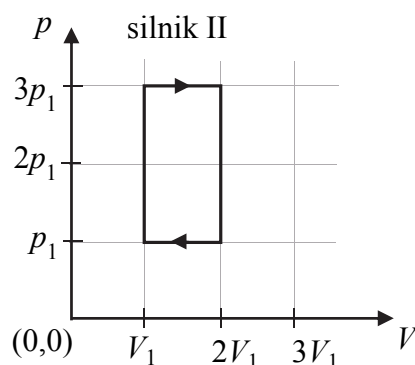
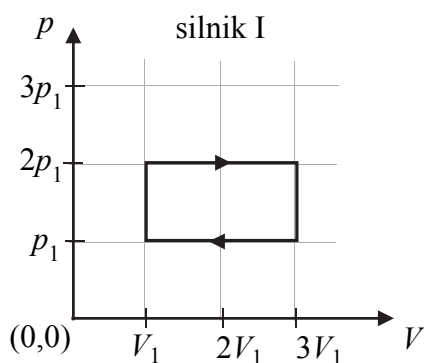
Zadanie 4.3. (2 pkt)

Oblicz wartość SEM oraz opór wewnętrzny ogniwa. Możesz wykorzystać dane w tabeli z dwóch dowolnie wybranych pomiarów. Pomiń niepewności pomiarów napięcia.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.1.	4.2.	4.3.
	Maks. liczba pkt	1	4	2
	Uzyskana liczba pkt			

Na wykresach poniżej przedstawiono cykle termodynamiczne dwóch silników cieplnych. Osie na obu wykresach są wyskalowane tak samo. Substancją roboczą w każdym silniku jest 1 mol gazu doskonałego o tym samym cieple molowym. Silnik I w jednym cyklu pracy oddaje łącznie 19 kJ ciepła, a pobiera łącznie 23 kJ ciepła (3 kJ w przemianie izochorycznej i 20 kJ w przemianie izobarycznej).



W poniższych zdaniach podkreśl właściwe określenia, tak aby relacje pomiędzy wielkościami dotyczącymi obu silników były prawdziwe.

1. Praca całkowita wykonana w jednym cyklu przez silnik I jest (*mniejsza niż / taka sama jak / większa niż*) praca całkowita wykonana w jednym cyklu przez silnik II.
2. Maksymalna temperatura gazu w silniku I jest (*mniejsza niż / taka sama jak / większa niż*) maksymalna temperatura gazu w silniku II.

Oblicz sprawność silnika I.

[illegible]

Zadanie 5.3. (2 pkt)

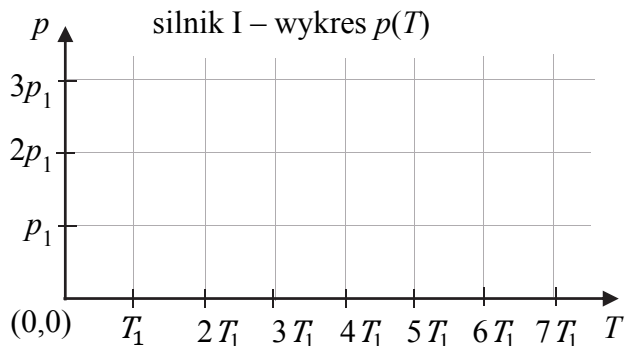
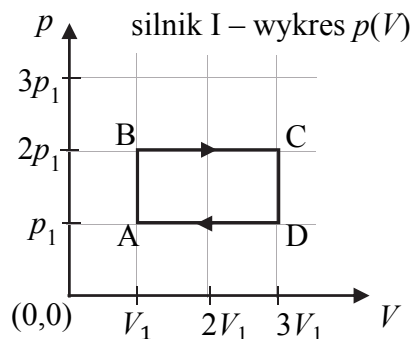
Wyznacz ciepło pobrane w przemianie izochorycznej przez silnik II. Powołaj się na odpowiednie zależności.



Zadanie 5.4. (3 pkt)

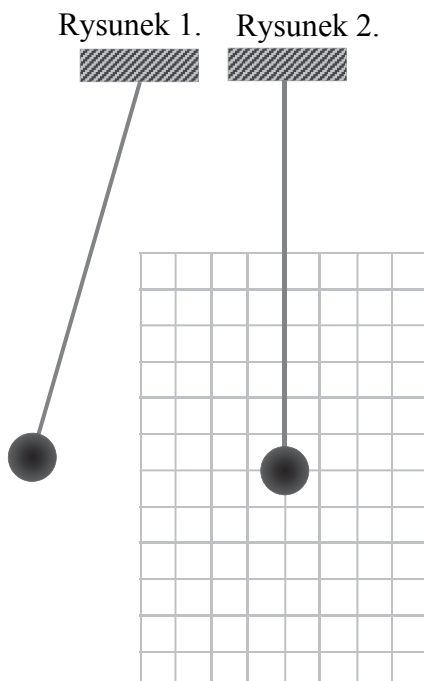
Na rysunku poniżej, po lewej stronie, przedstawiono ponownie wykres cyklu pracy silnika I we współrzędnych (V, p) . Literami A, B, C, D oznaczono cztery stany gazu roboczego.

Na prawym rysunku poniżej narysuj wykres cyklu pracy silnika I we współrzędnych (T, p) . Literami A, B, C, D oznacz odpowiednie stany gazu roboczego.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.
	Maks. liczba pkt	2	1	2	3
	Uzyskana liczba pkt				

Kulę o promieniu 40 cm zawieszono na linie o długości 6 m. Następnie układ wychylono o pewien kąt i puszczono swobodnie. Rysunek 1. przedstawia sytuację w chwili, gdy kula jest wychylona maksymalnie względem pionu, natomiast rysunek 2 – gdy kula przechodzi przez najniższy punkt toru (a lina – przez położenie pionowe).



Zadanie 6.1. (1 pkt)

Przyjmij, że na kulę działają dwie siły: $\vec{F}_r$ – siła reakcji napiętej liny, $\vec{F}_g$ – siła grawitacji. Pomiń siłę oporu powietrza. Analizę przeprowadź w układzie odniesienia związanym z Ziemią i przyjmij, że jest on inercjalny.

Na rysunku 2. – czyli w chwili, gdy kula przechodzi przez najniższy punkt toru – dorysuj wektory tych sił wraz z ich oznaczeniem. Zachowaj relacje (większy, mniejszy, równy) między wartościami sił i zapisz poniżej tę relację – wstaw jeden ze znaków: $>$, $=$, $<$.

$$F_r \dots\dots\dots F_g$$

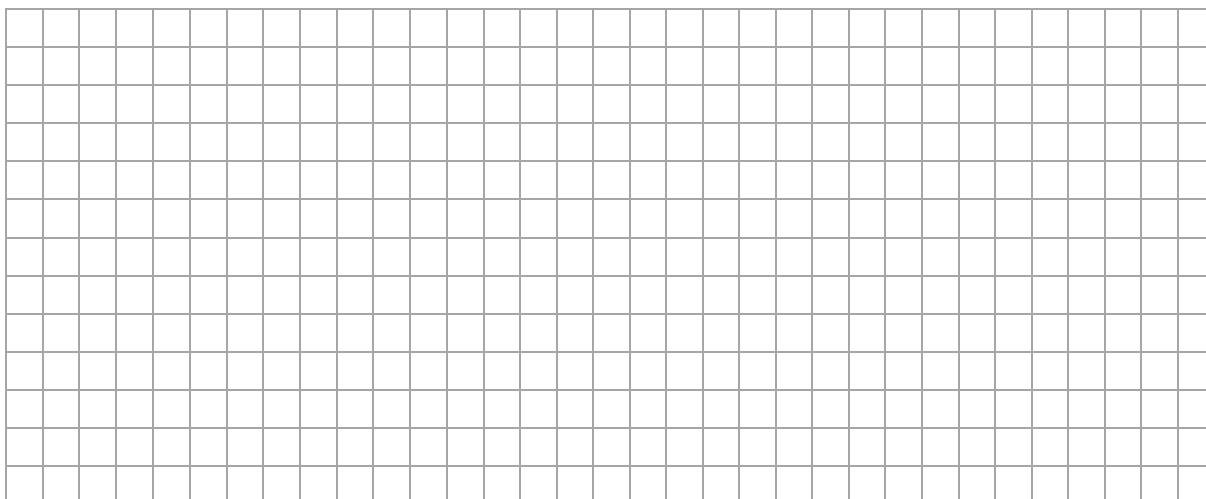
Zadanie 6.2. (2 pkt)

Oszacuj czas, po jakim kula dotrze od najwyższego do najniższego punktu toru jej ruchu.

Wykorzystaj wartość przyspieszenia ziemskiego równą $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ i pominię masę liny.

Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

[illegible]



Zadanie 6.3. (1 pkt)

W opisanym doświadczeniu zmierzono bezpośrednio czas, po jakim kula dotrze od najwyższego do najniższego punktu toru jej ruchu. Wynik doświadczenia nieco różnił się od wyniku, jaki przewidywali wcześniej eksperymentatorzy na podstawie modelu wahadła matematycznego dla tego zjawiska. Przyjmij, że pomiary czasu zostały wykonane starannie i z użyciem bardzo precyzyjnych przyrządów, natomiast w obliczeniach, które miały przewidzieć wynik, wykorzystano dokładną wartość przyspieszenia ziemskiego w danym miejscu i bardzo dokładne wymiary liny oraz kuli.

Zapisz poniżej dwa spośród założeń przyjętego modelu zjawiska, które mogły nie zostać spełnione w doświadczeniu.

1.
2.

Zadanie 7. Struna (4 pkt)

Napięta stalowa struna ma długość 90 cm. Jej oba końce są unieruchomione tak, że naprężenie i długość struny (tzn. odległość pomiędzy jej końcami) się nie zmieniają. Strunę kilkakrotnie pobudzano do drgań w różny sposób, w rezultacie uzyskiwano fale stojące o różnych częstotliwościach.

Zadanie 7.1. (1 pkt)

Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

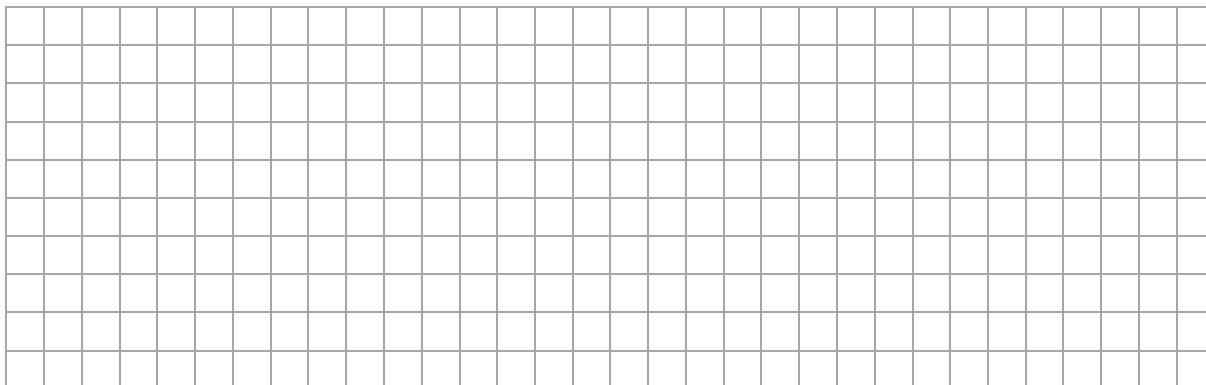
Jeżeli λ oznacza długość fali stojącej, to najmniejsza odległość pomiędzy węzłem a strzałką fali stojącej na strunie jest zawsze równa

- A. $\frac{\lambda}{4}$ B. $\frac{\lambda}{3}$ C. $\frac{\lambda}{2}$ D. λ

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.1.	6.2.	6.3.	7.1.
	Maks. liczba pkt	1	2	1	1
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 7.2. (1 pkt)

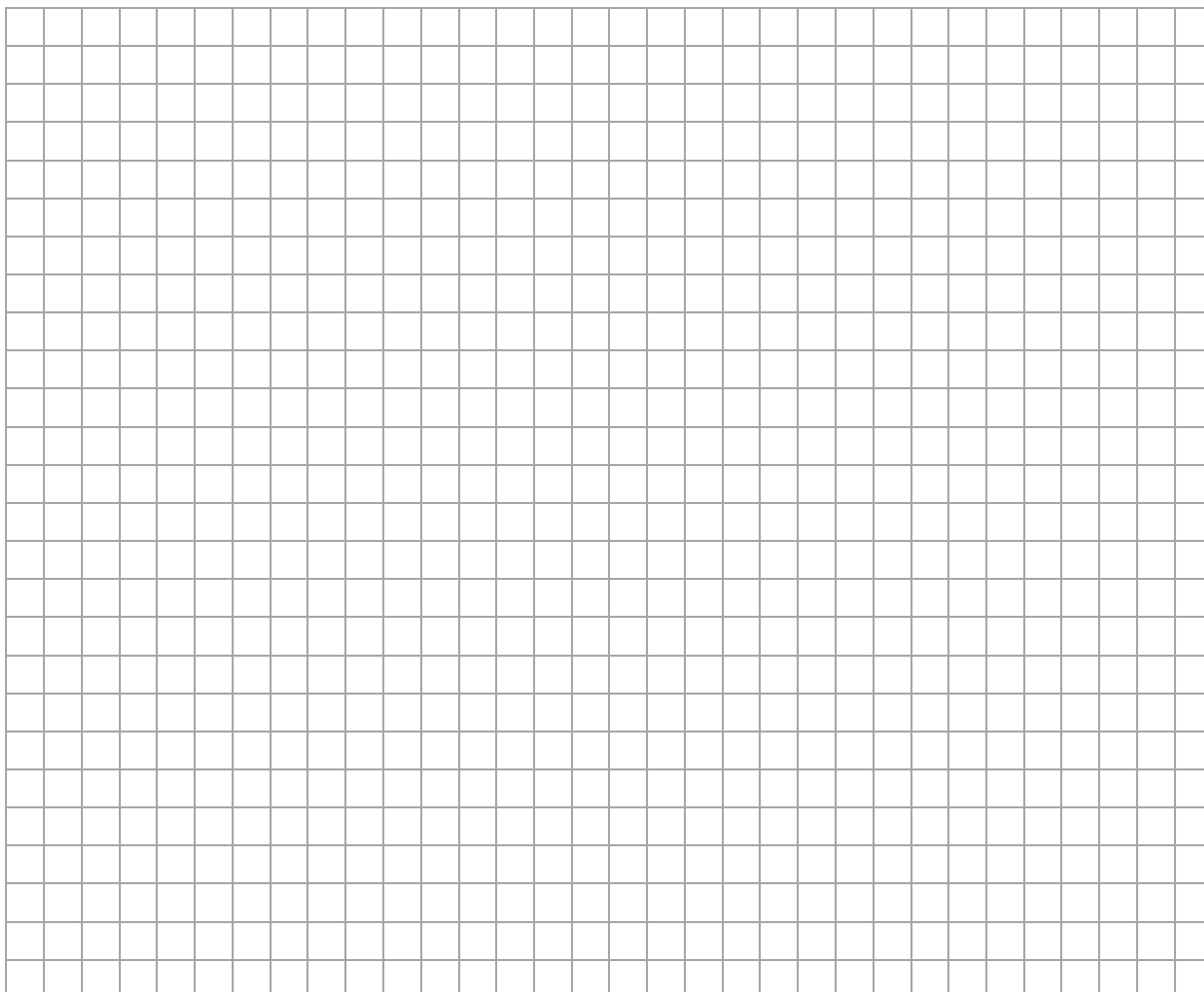
Wyznacz największą długość fali stojącej możliwej do wytworzenia na tej strunie.



Zadanie 7.3. (2 pkt)

Dwie kolejne częstotliwości fal stojących, uzyskanych w tym doświadczeniu, to przykładowo 450 Hz oraz 675 Hz.

Udowodnij, że możliwe na tej strunie jest wytworzenie fali stojącej o częstotliwości 1575 Hz.



Zadanie 8. Jądro atomowe (9 pkt)

W pewnym doświadczeniu strumień cząstek α (jąder helu) skierowano prostopadłe na cienką folię ze złota, umieszczoną w próżni.

Zadanie 8.1. (1 pkt)

Na rysunku poniżej zaznaczono dwie cząstki α (z różnych chwil czasu) zbliżające się do jądra złota z początkowo jednakowymi prędkościami. Przyjmujemy, że cząstki α przelatują obok jądra złota jedna po drugiej w takim odstępie czasu, że nie dochodzi do wzajemnego oddziaływania między tymi cząstkami. Zakładamy, że każda z cząstek α , gdy przechodzi w pobliżu jądra, oddziałuje tylko z tym jednym jądrem złota, a ponadto jądro złota pozostaje nieruchome.

Na rysunku poniżej naszkicuj przybliżone tory ruchu obu cząstek α .



Zadanie 8.2. (1 pkt)

Wyniki doświadczenia opisanego w zadaniu 8. okazały się następujące. Bardzo duża część wystrzelonych cząstek α przelatowała przez folię ze złota prawie bez zmiany kierunku ruchu, niewielka część z nich po przejściu przez folię zmieniła kierunek ruchu, a znikoma część cząstek α odbijała się od folii pod różnymi kątami. Eksperymentatorzy, chcący poznać budowę atomu, założyli, że zmiana kierunku ruchu cząstek α jest spowodowana oddziaływaniem Coulomba z ładunkami znajdującymi się w atomach złota. Ponadto wiedzieli oni, że nośnikami ładunku ujemnego są elektrony, a każdy z nich jest kilka tysięcy razy lżejszy od cząstki α .

Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania wybrane spośród A–C oraz 1.–3.

Wyniki eksperymentu przemawiały za tym, aby przyjąć model atomu, w którym

A.	ładunek dodatni jest rozmieszczony w atomie tak samo jak ładunek ujemny,	a jego masa	1.	jest dużo większa od całej masy ładunku ujemnego.
B.	większą część atomu równomiernie wypełnia tylko ładunek dodatni,		2.	jest dużo mniejsza od całej masy ładunku ujemnego.
C.	ładunek dodatni zajmuje bardzo małą część atomu,		3.	jest taka sama jak cała masa ładunku ujemnego.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	7.2.	7.3.	8.1.	8.2.
	Maks. liczba pkt	1	2	1	1
	Uzyskana liczba pkt				

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Energia wiązania jądra cięższego (np. złota) jest większa niż energia wiązania jądra znacznie lżejszego (np. węgla).	P	F
2.	Deficyt masy jąder atomowych jest tym większy, im większa jest energia wiązania tych jąder.	P	F
3.	Energia wiązania przypadająca na jeden nukleon jest dla wszystkich jąder atomowych taka sama.	P	F

Zadanie 8.4. (3 pkt)

Potencjalna energia elektrostatyczna dwóch ładunków elektrycznych o wartościach q_1 i q_2 , znajdujących się w odległości d od siebie, wyraża się wzorem

$$E_{pot} = \frac{kq_1q_2}{d}$$

gdzie k jest stałą elektryczną. Cząstka α , wystrzelona z pewną prędkością początkową, zbliża się centralnie w kierunku jądra złota. Zakładamy, że gdy cząstka α zbliża się do jądra, to oddziałuje tylko z tym jednym jądrem, a ponadto jądro złota pozostaje nieruchome. Oszacowano, że najmniejsza odległość, na jaką ta cząstka może się zbliżyć do jądra złota, jest równa $4 \cdot 10^{-14}$ m.

Oblicz początkową energię kinetyczną tej cząstki. Przyjmij, że w chwili początkowej odległość cząstki α od jądra złota była bardzo duża. Wynik podaj w MeV.

A full-page view of a blank sheet of graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines forming small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Zadanie 8.5. (3 pkt)

Masa jądra złota $^{197}_{79}\text{Au}$ wynosi 196,97 u, gdzie u jest jednostką masy atomowej równą $1,6605 \cdot 10^{-27}$ kg. Masa protonu wynosi $1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg, natomiast masa neutronu to $1,6749 \cdot 10^{-27}$ kg.

Oblicz energię, jaką należałoby dostarczyć do tego jądra złota, aby rozbić je całe na pojedyncze, nieoddziałujące nukleony. Wynik podaj w elektronowoltach.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	8.3.	8.4.	8.5.
	Maks. liczba pkt	1	3	3
	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.