CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

Układ graficzny © CKE 2010

UZUPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD **PESEL**

Miejsce na naklejkę z kodem

EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI I ASTRONOMII

POZIOM ROZSZERZONY

11 MAJA 2015

Godzina rozpoczęcia: 9:00

Czas pracy: 150 minut

Liczba punktów do uzyskania: 60

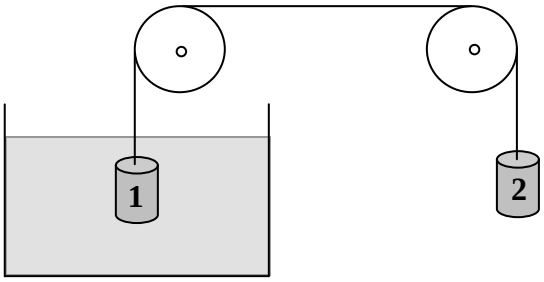
Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 14 stron (zadania 1–6). 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 egzaminatorów.

MFA-R1_1P-152

Zadanie 1. Ciężarki *(10 pkt)*

Dwa ciężarki 1 i 2 o jednakowej objętości 50 cm^3, wykonane z różnych materiałów, zawieszono na nici przewieszonej przez dwa bloczki mogące obracać się bez tarcia. Przytrzymując nić, zanurzono jeden z ciężarków całkowicie w wodzie o temperaturze 20 °C i gęstości 0,998 $\frac{g}{cm^3}$. Po zwolnieniu nici okazało się, że układ pozostaje w spoczynku.



Zadanie 1.1. *(2 pkt)*

Określ relacje pomiędzy gęstościami ciężarków ρ_1 i ρ_2 oraz wody ρ_w – wstaw właściwe znaki wybrane spośród <, >, =.

ρ_1 ..... ρ_w i ρ_1 ..... ρ_2

Zadanie 1.2. *(2 pkt)*

Masa ciężarka 2 wynosi 120 g. Oblicz masę ciężarka 1.

Zadanie 1.3. *(1 pkt)*

Czy podgrzanie wody w naczyniu do 40 °C może wpłynąć na równowagę układu? Napisz odpowiedź i ją uzasadnij.

Zadanie 1.4. *(1 pkt)*

Czy równowaga jest możliwa, gdy w naczyniu zamiast wody znajduje się ciecz o innej gęstości? Wybierz i zaznacz poprawną odpowiedź.

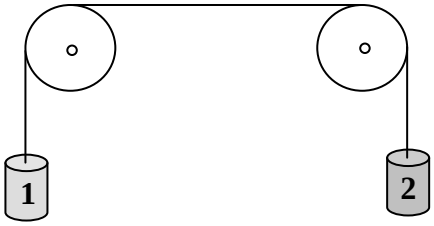
A. Nie, w takim przypadku równowaga nie jest możliwa.

B. Tak, gdy ciecz ma mniejszą gęstość od wody, a ciężarek 1 jest częściowo zanurzony.

C. Tak, gdy ciecz ma większą gęstość od wody, a ciężarek 1 jest częściowo zanurzony.

Zadanie 1.5. *(4 pkt)*

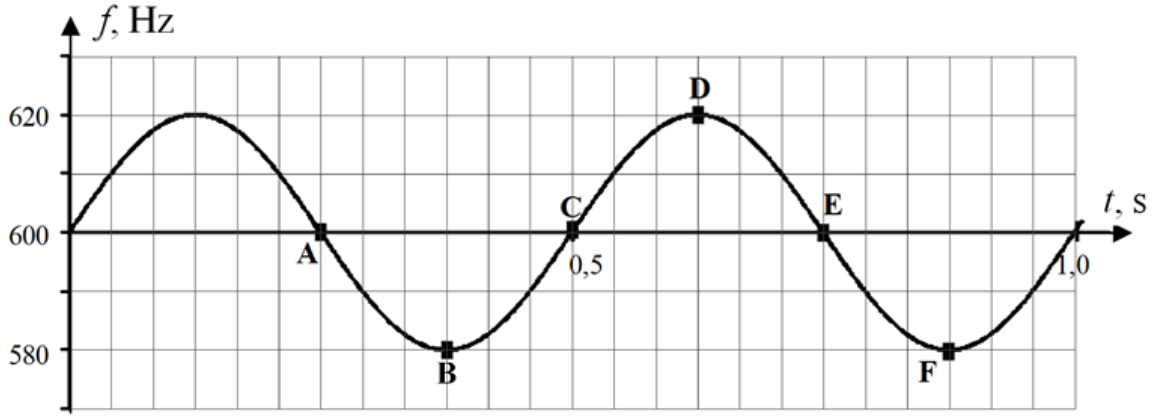
Naczynie z wodą usunięto. Masy ciężarków są równe m_1 = 150 g i m_2 = 120 g, a masę bloczków i nici można pominąć.
Oblicz wartość siły naciągu nici oraz wartość przyspieszenia, z jakim poruszają się ciężarki.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.
	Maks. liczba pkt	2	2	1	1	4
	Uzyskana liczba pkt					

Zadanie 2. Wirujący głośnik *(12 pkt)*

Głośnik podłączony przewodami do generatora napięcia przemiennego o częstotliwości 600 Hz wprawiono w ruch jednostajny po okręgu w płaszczyźnie poziomej. W dużej odległości od głośnika nieruchomy obserwator (znajdujący się na tej samej wysokości co głośnik) zarejestrował fale dźwiękowe o zmieniającej się częstotliwości. Zależność częstotliwości odbieranych fal od czasu przedstawiono na wykresie poniżej. W obliczeniach przyjmij, że prędkość rozchodzenia się fali dźwiękowej w powietrzu równa jest 340 m/s.



Zadanie 2.1. *(2 pkt)*

Oblicz największą długość fali odbieranej przez obserwatora.

Zadanie 2.2. *(2 pkt)*

Na rysunku zaznaczono położenie obserwatora oraz wektory prędkości głośnika dla jego trzech różnych położeń. Wpisz do tabeli, które punkty na wykresie (A, B, C, D, E, F) odpowiadają poszczególnym położeniom głośnika.

Położenie głośnika	Punkt na wykresie
1	
2	
3	

Zadanie 2.3. *(3 pkt)*

Korzystając z informacji zawartych na wykresie, wykaż, że wartość prędkości głośnika wynosiła około 11 m/s.

Zadanie 2.4. *(2 pkt)*

Wartość prędkości głośnika wynosiła 11 m/s. Oblicz promień okręgu, po jakim się on poruszał.

Zadanie 2.5. *(3 pkt)*

Głośnik wysyła dźwięk jednakowo we wszystkich kierunkach, a jego moc akustyczna wynosi 2 W. Oblicz, w jakiej odległości powinien znajdować się obserwator, żeby poziom natężenia odbieranego przez niego dźwięku wynosił 70 dB.

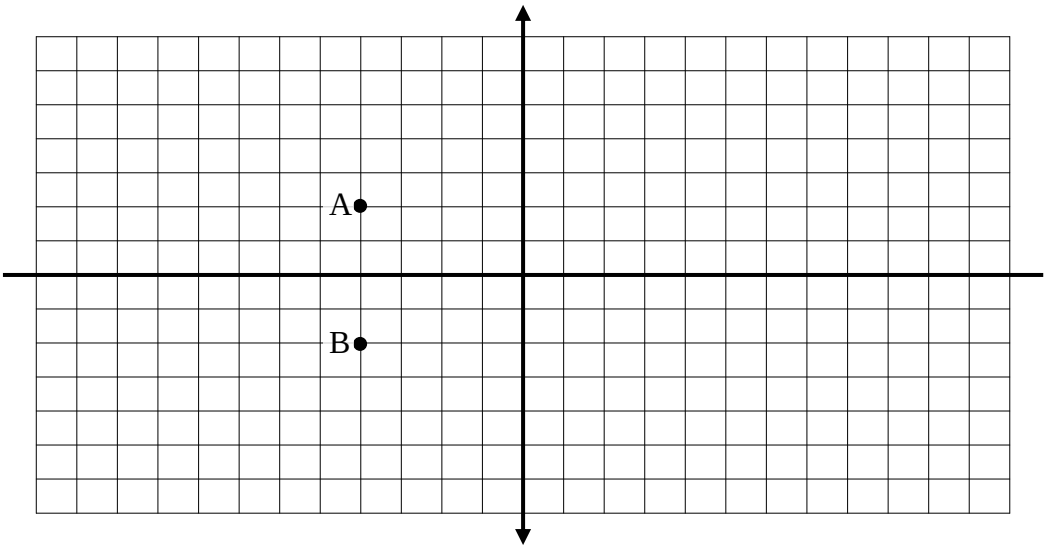
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.
	Maks. liczba pkt	2	2	3	2	3
	Uzyskana liczba pkt					

Zadanie 3. Powiększenie *(9 pkt)*

W preparacie biologicznym oglądanym przez lupę interesują nas dwa punkty A i B znajdujące się w odległości 0,5 mm od siebie. Obrazy A' i B' tych punktów widziane przez lupę znajdują się we wzajemnej odległości 1,25 mm.

Zadanie 3.1. *(3 pkt)*

Korzystając z podanych informacji, zaznacz na poniższym rysunku opisane obrazy A' i B'. Zachowaj proporcje wielkości i położenia obrazu.



obliczenia pomocnicze

Zadanie 3.2. *(3 pkt)*

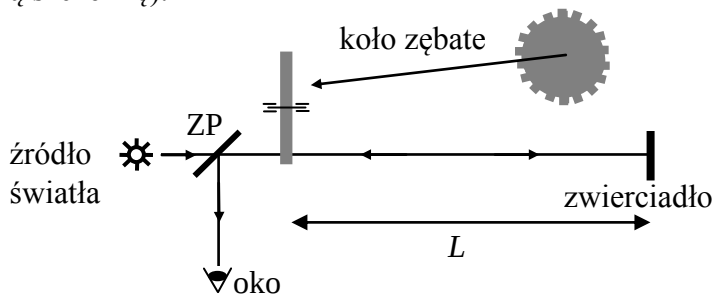
Uzupełnij powyższy rysunek tak, aby przedstawić bieg promieni ilustrujący powstawanie opisanego obrazu. Na podstawie tej konstrukcji zaznacz ogniska lupy.

Zadanie 3.3. *(3 pkt)*

Oglądany obraz powstaje w odległości 25 cm od soczewki. Wykaż, że zdolność skupiająca zastosowanej lupy wynosi 6 dioptrii.

Zadanie 4. Prędkość światła *(10 pkt)*

Pomysł pomiaru prędkości światła zrodził się już u Galileusza. Pierwszy laboratoryjny pomiar prędkości światła wykonał w 1849 r. francuski fizyk A. Fizeau. Schemat układu pomiarowego przedstawiono na rysunku poniżej. Światło wysłane przez źródło przechodziło przez zwierciadło półprzepuszczalne ZP, następnie przez szczelinę między zębami koła, odbijało się od zwierciadła odległego o $L = 8633$ m i – jeśli koło obracało się powoli – po odbiciu ponownie przechodziło przez tę samą szczelinę i po odbiciu od zwierciadła półprzepuszczalnego trafiało do obserwatora. Gdy stopniowo zwiększano częstotliwość obrotów koła, obraz ulegał zaciemnieniu (odbite światło trafiało na ząb koła), a następnie rozjaśnieniu (odbite światło trafiało w kolejną szczelinę).



Zadanie 4.1. *(1 pkt)*

Podaj główną przyczynę tego, że bezpośredni pomiar prędkości światła jest znacznie trudniejszy niż np. pomiar prędkości dźwięku w powietrzu.

Zadanie 4.2. *(3 pkt)*

Oblicz, jaką wartość prędkości światła otrzymał Fizeau, jeżeli pierwsze zaciemnienie wystąpiło, gdy koło obróciło się o jeden ząb (tzn. ząb przeszedł w położenie następnego zębu) w czasie $1{,}1 \cdot 10^{-4}$ sekundy.

Zadanie 4.3. *(1 pkt)*

Podaj dwie możliwe przyczyny niedokładności wyniku otrzymanego przez Fizeau.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.	3.2.	3.3.	4.1.	4.2.	4.3.
	Maks. liczba pkt	3	3	3	1	3	1
	Uzyskana liczba pkt						

Zadanie 4.4. *(1 pkt)*

Zanim uznano prędkość fali elektromagnetycznej w próżni za stałą znaną dokładnie, wykonywano pomiary tej wielkości dla różnych zakresów tych fal. Uzyskano wartości zamieszczone w tabeli.

rodzaj fal	częstotliwość, Hz	*c*, km/s
kwanty γ	$1{,}5\cdot10^{24}$	299790 ± 40
widzialne	$5{,}4\cdot10^{14}$	299792,4562 ± 0,0011
podczerwień	$2{,}5\cdot10^{12}$	299792,2 ± 0,6
mikrofale	10^{10}	299792 ± 1
radiowe	$7{,}5\cdot10^{7}$	299795 ± 30

Czy wyniki tych pomiarów są zgodne z hipotezą, że prędkość fali elektromagnetycznej w próżni nie zależy od jej częstotliwości? Napisz odpowiedź i jej krótkie uzasadnienie.

Zadanie 4.5. *(2 pkt)*

W eksperymencie Michelsona–Morleya porównywano wartość prędkości światła biegnącego w próżni w różnych kierunkach. Wynik tego doświadczenia był jednym z najważniejszych w historii fizyki. Powołując się na obowiązującą obecnie teorię, napisz i uzasadnij, jaka powinna być różnica pomiędzy prędkością światła wysyłanego zgodnie i przeciwnie do zwrotu ruchu Ziemi. Laboratorium pomiarowe porusza się razem z Ziemią z prędkością jej ruchu orbitalnego, równą 30 km/s.

Zadanie 4.6. *(1 pkt)*

Prędkość światła w próżni można wyznaczyć z teorii Maxwella. Sprawdź zgodność jednostek i na tej podstawie ustal, który ze wzorów

A. $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}}$ czy **B.** $c = \sqrt{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}$

jest poprawny.

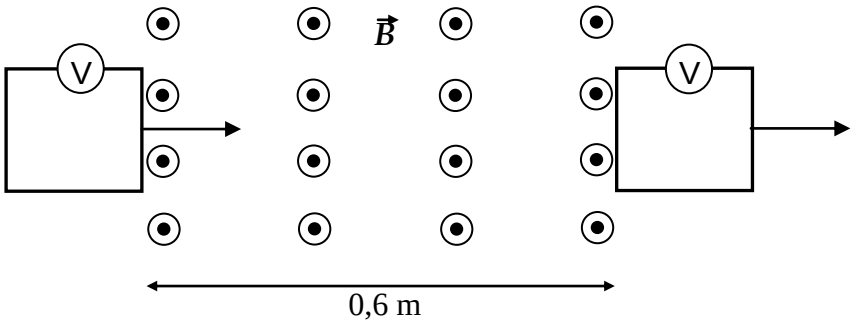
Zadanie 4.7. *(1 pkt)*

W jaki sposób można w warunkach pracowni szkolnej wyznaczyć prędkość światła w wodzie? Przedstaw krótko zasadę pomiaru. Zakładamy, że prędkość światła w powietrzu jest znana.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.4.	4.5.	4.6.	4.7.
	Maks. liczba pkt	1	2	1	1
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 5. Obwód elektryczny w polu magnetycznym *(10 pkt)*

Obwód elektryczny w kształcie kwadratu o boku 20 cm przechodzi ruchem jednostajnym z prędkością o wartości 0,04 m/s przez pole magnetyczne (zob. rysunek). Pole to jest jednorodne w obszarze o szerokości 0,6 m, skierowane prostopadle do płaszczyzny rysunku ze zwrotem przed tę płaszczyznę, a indukcja tego pola ma wartość 0,2 T. Poza wskazanym obszarem pola nie ma ($B = 0$). W chwili początkowej obwód znajduje się poza obszarem pola i zaczyna w nie wchodzić. W obwodzie znajduje się woltomierz, który w pewnych przedziałach czasu rejestruje wystąpienie napięcia elektrycznego.



Powyższy rysunek jest uproszczony – nie zaznaczono na nim zwojnicy wytwarzającej opisane pole magnetyczne.

Zadanie 5.1. *(2 pkt)*

Na poniższym rysunku a) zaznaczono elektron ***e*** znajdujący się wewnątrz przewodnika, z którego wykonano obwód. Narysuj wektor siły elektrodynamicznej (siły Lorentza) działającej na wskazany elektron podczas **wchodzenia** tego obwodu w pole magnetyczne.

W obwodzie bez woltomierza może popłynąć prąd. Na rysunku b) zaznacz zwrot prądu płynącego w obwodzie podczas **wychodzenia** tego obwodu z pola magnetycznego.

a) b)

Uzasadnij wybrany kierunek siły na rysunku a) i wybrany zwrot prądu na rysunku b).

Zadanie 5.2. *(3 pkt)*

Wykaż, że napięcie wskazane przez woltomierz podczas wchodzenia obwodu w obszar działania pola wynosi 1,6 mV.

Zadanie 5.3. *(2 pkt)*

Wykaż, że czas przechodzenia obwodu przez obszar pola magnetycznego wynosi 20 sekund, z czego przez 10 s cały obwód przebywał w obszarze pola.

Zadanie 5.4. *(3 pkt)*

Narysuj wykres zależności napięcia wskazywanego przez woltomierz od czasu. Wykorzystaj niezbędne wartości podane w zadaniach 5.2 i 5.3.

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

Zadanie 6. Helowy etap życia gwiazdy *(9 pkt)*

Gdy gwiazda zużyje zapasy wodoru znajdujące się w jej jądrze, nadal może zachodzić proces syntezy termojądrowej w zewnętrznej helowej warstwie gwiazdy. Rezultatem tego procesu jest powstawanie jąder węgla w tzw. cyklu 3α. Połączenie dwóch cząstek α prowadzi do utworzenia jądra berylu, które zderza się z kolejną cząstką α, a w wyniku powstaje jądro węgla.

Zadanie 6.1. *(1 pkt)*

Uzupełnij liczby atomowe i masowe w schemacie przemiany jąder helu (cząstek α) w jądro berylu.

$$^{\cdots\cdots}_{\cdots\cdots}\mathrm{He} + {}^{\cdots\cdots}_{\cdots\cdots}\mathrm{He} \rightarrow {}^{\cdots\cdots}_{\cdots\cdots}\mathrm{Be}$$

Zadanie 6.2. *(2 pkt)*

Do połączenia dwóch cząstek α dochodzi w bardzo wysokiej temperaturze. W takich warunkach cząstki odpychające się siłami kulombowskimi zbliżają się na odległość około $1 \cdot 10^{-15}$ m. Oblicz wartość siły odpychania dwóch cząstek α podczas syntezy termojądrowej.

Zadanie 6.3. *(3 pkt)*

W sprzyjających warunkach, gdy jądro berylu zderzy się z następną cząstką α, zachodzi kolejna reakcja, w wyniku której powstają jądro węgla i **dwa** jednakowe fotony promieniowania elektromagnetycznego o **łącznej** energii 7,654 MeV. Oblicz długość fali promieniowania powstałego w reakcji i określ, czy zawiera się ono w przedziale widzialnym.

Zadanie 6.4. *(3 pkt)*

Źródłem informacji o składzie chemicznym, a tym samym – o wieku gwiazd, jest analiza ich widma absorpcyjnego. Poniżej przedstawiono przykładowe widmo absorpcyjne z widocznymi ciemnymi liniami.

W poniższym tekście podkreśl właściwe słowa, tak aby powstał poprawny opis powstawania i obserwacji widm absorpcyjnych.

Do obserwacji widm absorpcyjnych gwiazd stosuje się (***mikroskopy / spektroskopy / lasery***). W tych urządzeniach wskutek zjawiska (***ugięcia / załamania / rozproszenia***) światła gwiazdy na siatce dyfrakcyjnej i interferencji w obszarze za siatką dyfrakcyjną rozdzielane są różne barwy. Każdej linii absorpcyjnej odpowiada przeskok (***fotonu / elektronu / protonu***) z (***niższego / wyższego***) poziomu energetycznego na (***niższy / wyższy***). Podczas przeskoku pochłaniana jest energia równa (***sumie / różnicy***) energii poszczególnych poziomów energetycznych.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.1.	6.2.	6.3.	6.4.
	Maks. liczba pkt	1	2	3	3
	Uzyskana liczba pkt				

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*