CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

Układ graficzny © CKE 2013

UZUPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD **PESEL**

miejsce na naklejkę

EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI I ASTRONOMII

POZIOM ROZSZERZONY

18 MAJA 2017

Godzina rozpoczęcia: 9:00

Czas pracy: 150 minut

Liczba punktów do uzyskania: 60

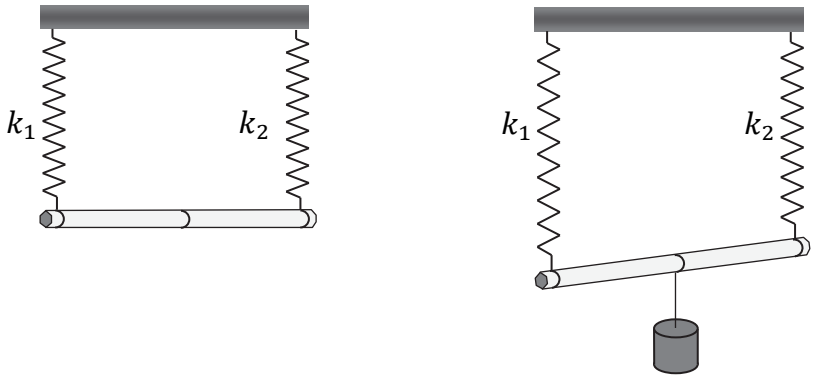
Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 15 stron (zadania 1–7). 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.

MFA-R1_1P-172

Zadanie 1. Sprężynki *(12 pkt)*

Do końców dwóch sprężynek zamocowano poziomo lekki ołówek o długości 20 cm, a przeciwne końce sprężynek zaczepiono w płaszczyźnie poziomej. Następnie na środku ołówka zawieszono ciężarek o masie 100 g. Górne mocowania sprężynek ustawiono tak, aby obie sprężynki mogły zwisać pionowo. Całość znajduje się w układzie inercjalnym, w którym przyśpieszenie ziemskie wynosi $\vec{g}$. Współczynniki sprężystości sprężynek były równe $10\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ i $25\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$. Masy obu sprężynek są na tyle małe, że możemy je pominąć.



Zadanie 1.1. *(1 pkt)*

Ustal i wyjaśnij, która ze sprężynek przedstawionych na rysunku powyżej ma mniejszy współczynnik sprężystości.

Zadanie 1.2. *(3 pkt)*

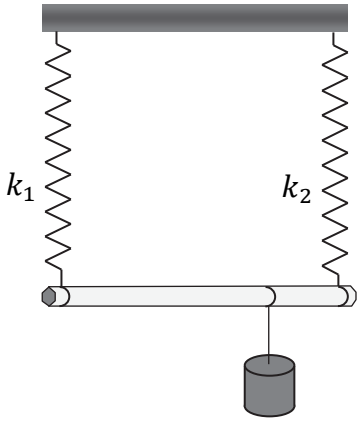
Oblicz różnicę długości tych sprężynek po zawieszeniu ciężarka na środku ołówka.

Informacja do zadań 1.3, 1.4 i 1.5

Po przesunięciu ciężarka w prawo ołówek znowu ustawił się poziomo.

Zadanie 1.3. ***(4 pkt)***

Narysuj trzy siły działające na ołówek w tej sytuacji. Z rysunku musi wynikać, która z sił ma największą, a która – najmniejszą wartość. Oblicz, o ile centymetrów przesunięto ciężarek. Ciężar ołówka pomiń.



Zadanie 1.4. ***(2 pkt)***

Ciężarek wprawiono w drgania. **Oblicz okres tych drgań.**

Zadanie 1.5. ***(2 pkt)***

Wykonano jeden pomiar 50 okresów drgań tego wahadła stoperem z dokładnością 0,01 s i uzyskano czas równy 16,84 s. Niepewność pomiarową związaną z czasem reakcji osoby mierzącej czas oszacowano na 0,3 s. W ten sposób wyznaczono okres drgań tego wahadła.

Zapisz wyznaczony okres drgań tego wahadła i jego niepewność pomiarową w postaci:

$$T = \ldots\ldots\ldots\ldots\ \mathrm{s} \pm \ldots\ldots\ldots\ldots\ \mathrm{s}$$

obliczenia

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.
	Maks. liczba pkt	1	3	4	2	2
	Uzyskana liczba pkt					

Zadanie 2. Samochód *(6 pkt)*

Podczas prób testowych kierowca samochodu, jadący po poziomym prostym torze z prędkością 50 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, rozpoczął hamowanie bez poślizgu ze stałym opóźnieniem i zatrzymał się po przebyciu 12 m. Czas reakcji kierowcy pomijamy, a ponadto przyjmujemy, że współczynnik tarcia statycznego opon o jezdnię jest większy od współczynnika tarcia kinetycznego tych opon o jezdnię.

Zadanie 2.1. *(2 pkt)*

Oblicz czas hamowania samochodu. Wynik podaj w sekundach.

Zadanie 2.2. *(1 pkt)*

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

1.	Współczynnik tarcia zależy od rodzaju nawierzchni jezdni.	**P**	**F**
2.	Przy ustalonej prędkości początkowej minimalna droga hamowania zależy od współczynnika tarcia opon o jezdnię.	**P**	**F**
3.	Przy ustalonej prędkości początkowej droga hamowania z poślizgiem jest dłuższa od minimalnej drogi hamowania bez poślizgu.	**P**	**F**

Zadanie 2.3. *(3 pkt)*

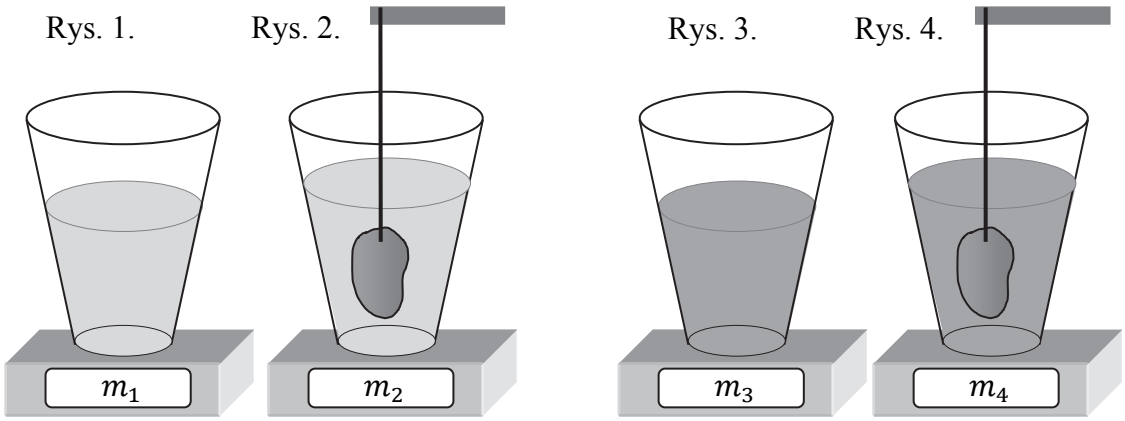
W kolejnej próbie samochód jadący z prędkością początkową 60 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ rozpoczął hamowanie z opóźnieniem takim samym jak poprzednio i po przejechaniu 12 m uderzył w przeszkodę.

Oblicz, z jaką prędkością samochód uderzył w przeszkodę.

Zadanie 3. Wyznaczanie gęstości cieczy *(8 pkt)*

Zadaniem ucznia było doświadczalne wyznaczenie gęstości ρ nieznanej cieczy. Uczeń miał do dyspozycji: naczynie z badaną cieczą, naczynie z wodą, nić, ciało o nieregularnym kształcie i objętości V, które w obu cieczach tonie, oraz precyzyjną wagę kuchenną. Waga mierzy siłę nacisku ciał na niej położonych, a wynik pomiaru wyświetla w jednostkach masy. Doświadczenie wykonywane jest w układzie inercjalnym, w którym przyśpieszenie ziemskie wynosi $\vec{g}$. Gęstość wody ρ_w przyjmujemy jako znaną.

Pomiary uczeń wykonywał następująco. Na wadze ustawił naczynie z wodą i odczytał wskazania wagi – m_1 (zobacz rys. 1). Następnie zawiesił ciało na nitce i zanurzył je całkowicie w wodzie tak, że ciało nie dotykało naczynia. Wtedy uczeń ponownie odczytał wskazanie wagi – m_2 (zobacz rys. 2). Podobne czynności uczeń powtórzył z tym samym ciałem i z naczyniem wypełnionym cieczą o nieznanej gęstości ρ. Analogiczne wskazania wagi wynosiły odpowiednio: m_3 oraz m_4 (zobacz rys. 3 i rys. 4).



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

Zadanie 3.1. *(3 pkt)*

Wskazania wagi po całkowitym zanurzeniu ciała w cieczy były większe niż przed jego zanurzeniem. To oznacza, że siła nacisku na wagę wzrosła o pewną wartość.

Uzasadnij, dlaczego po całkowitym zanurzeniu ciała zawieszonego na nitce wskazanie wagi wzrosło. Wykaż, że wartość, o jaką zwiększył się nacisk na wagę, nie jest równa ciężarowi zanurzonego ciała.

Zadanie 3.2. *(3 pkt)*

Wykaż, że nieznaną gęstość cieczy ρ można wyznaczyć z zależności:

$$\rho = \rho_w \cdot \frac{m_4 - m_3}{m_2 - m_1},$$

gdzie ρ_w jest gęstością wody, natomiast m_1, m_2, m_3, m_4 są wskazaniami wagi, o których mowa na początku zadania.

Zadanie 3.3. *(2 pkt)*

Waga, którą dysponuje uczeń, wyświetla wynik pomiaru z dokładnością do grama. Po przeprowadzeniu doświadczenia uczeń uzyskał następujące wartości zmierzonych wielkości:

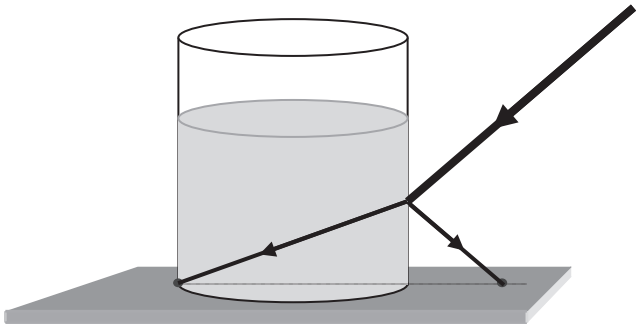
$m_1 = 1{,}380$ kg, $m_2 = 1{,}460$ kg, $m_3 = 1{,}420$ kg, $m_4 = 1{,}491$ kg.

Korzystając ze wzoru podanego w zadaniu 3.2 oraz danych pomiarowych, wybierz na podstawie poniższej tabeli gęstości, która to mogłaby być ciecz.

Gęstości wybranych cieczy			
olej rzepakowy	olej słonecznikowy	woda	gliceryna
$0{,}89\ \frac{\text{g}}{\text{ml}}$	$0{,}92\ \frac{\text{g}}{\text{ml}}$	$1{,}00\ \frac{\text{g}}{\text{ml}}$	$1{,}26\ \frac{\text{g}}{\text{ml}}$

Zadanie 4. Współczynnik załamania *(7 pkt)*

W celu wyznaczenia współczynnika załamania światła dla wody wykonano następujące doświadczenie. Promień lasera, wysyłającego światło o barwie czerwonej, skierowano na bardzo cienką ścianę szklanki. Ten promień biegnie w pionowej płaszczyźnie symetrii szklanki (zobacz rysunek). Zaobserwowano dwie czerwone plamki – jedną na dnie szklanki, tam, gdzie dociera promień załamany, natomiast drugą na kartce, gdzie pada promień odbity od szklanki.



Zadanie 4.1. *(1 pkt)*

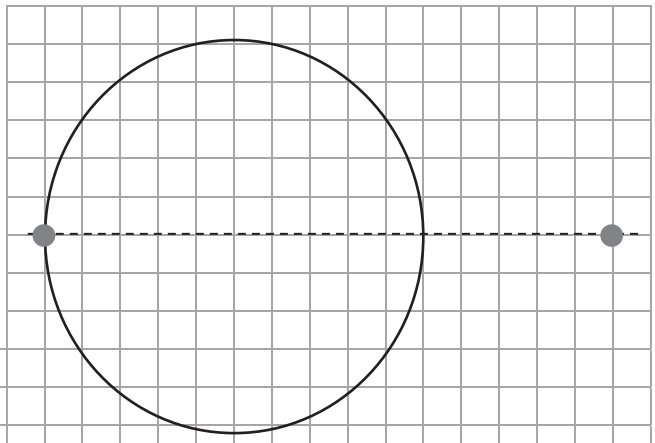
Zaznacz na rysunku powyżej kąt padania α (promienia padającego na szklankę) i kąt załamania β (promienia biegnącego w wodzie).

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.	3.2.	3.3.	4.1.
	Maks. liczba pkt	3	3	2	1
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 4.2. *(3 pkt)*

Na rysunku przedstawiono położenie plamek na kartce, na której stała szklanka podczas tego doświadczenia. Promień lasera padał na ścianę szklanki na wysokości 4 cm nad kartką.

Oblicz współczynnik załamania światła w wodzie. Przyjmij, że jedna kratka ma bok o długości 0,5 cm.



Zadanie 4.3. *(3 pkt)*

Podkreśl właściwe określenia, tak aby powstały zdania prawdziwe.

Jeżeli światło pada z powietrza na szkło, to po wejściu do szkła zmianie nie ulega (*prędkość / długość / częstotliwość)* fali świetlnej.

Światło odbite od powierzchni szkła ulega całkowitej polaryzacji liniowej, jeżeli kąt między promieniami (*odbitym i padającym / odbitym i załamanym / padającym i załamanym)* jest równy (*0° / 90° / kątowi granicznemu / kątowi Brewstera)*.

Zadanie 5. Obwód drgań elektrycznych *(10 pkt)*

Obwód elektryczny składa się z kondensatora i zwojnicy połączonych szeregowo. W tym obwodzie mogą zachodzić sinusoidalne drgania elektryczne, których częstotliwość rezonansowa zależy od pojemności kondensatora oraz indukcyjności zwojnicy.

Zadanie 5.1. *(3 pkt)*

Załóżmy, że rzeczywiste opory występujące w obwodzie możemy pominąć, a indukcyjność zwojnicy wynosi 10 H. W tym obwodzie wzbudzono drgania elektryczne o częstotliwości rezonansowej.

Oblicz pojemność kondensatora, jeżeli ten obwód wytwarza sinusoidalnie zmienny prąd w antenie, która emituje falę elektromagnetyczną o długości około $3,77 \cdot 10^5$ m .

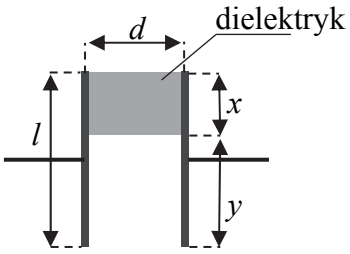
Zadanie 5.2. *(3 pkt)*

Wykaż, że jeżeli indukcyjność obwodu pozostanie niezmieniona, to w celu dwukrotnego zwiększenia długości fali elektromagnetycznej emitowanej przez antenę należy do kondensatora występującego w obwodzie dołączyć równolegle kondensator o trzykrotnie większej pojemności.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.2.	4.3.	5.1.	5.2.
	Maks. liczba pkt	3	3	3	3
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 5.3. *(4 pkt)*

W opisanym obwodzie zastosowano płaskorównoległy kondensator próżniowy. Pojemność układu można zwiększyć czterokrotnie: przez podłączenie (do tego kondensatora) równolegle kondensatora o trzykrotnie większej pojemności.

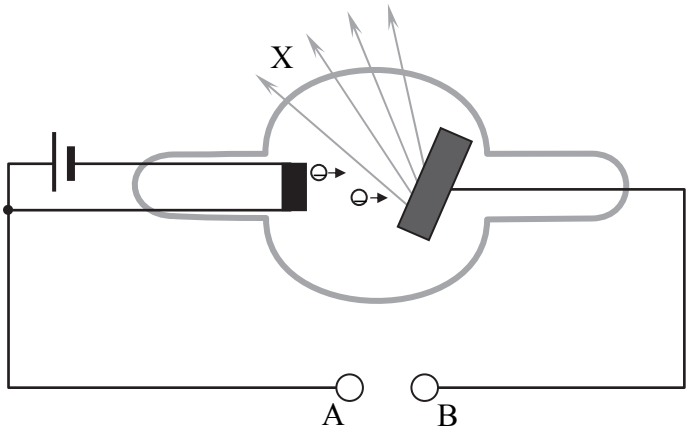


Tę samą całkowitą pojemność możemy uzyskać, jeżeli wsuniemy pomiędzy okładki kondensatora próżniowego (na całej jego grubości – patrz rysunek) dielektryk o względnej przenikalności $\varepsilon = 6$.

Oblicz, jaki musi być stosunek części wypełnionej dielektrykiem do niewypełnionej, aby uzyskać efekt czterokrotnego zwiększenia pojemności układu.

Zadanie 6. RTG *(9 pkt)*

Rysunek poniżej przedstawia uproszczony schemat lampy rentgenowskiej służącej do wytwarzania promieniowania rentgenowskiego (promieniowania X).



Główną częścią układu jest bańka próżniowa z dwiema metalowymi elektrodami. Jedna z elektrod podgrzewana prądem elektrycznym emituje elektrony, które dalej są przyśpieszane w polu elektrycznym i uderzają w drugą elektrodę. Rozpędzone elektrony ulegają gwałtownemu hamowaniu w materiale uderzanej elektrody. Dzieje się to w wyniku oddziaływania tych elektronów z atomami materiału elektrody. Część utraconej przez elektrony energii kinetycznej zostaje wyemitowana z tej elektrody w postaci energii kwantów promieniowania elektromagnetycznego (promieniowania X).

Zadanie 6.1. *(2 pkt)*

Prawidłowe działanie lampy wymaga, aby napięcie przyśpieszające elektrony miało właściwą biegunowość. Dlatego w jednym spośród punktów A, B (oznaczonych na schemacie) potencjał musi być wyższy, a w drugim – niższy.

Uzupełnij rysunek przedstawiający schemat lampy rentgenowskiej – wpisz w miejscach oznaczonych literami A i B znaki „+" i „–" odpowiednio dla potencjału wyższego i niższego. Poniżej podaj uzasadnienie.

Zadanie 6.2. *(3 pkt)*

Załóżmy, że cała energia kinetyczna niektórych przyśpieszonych elektronów może być zamieniona na energię kwantów promieniowania.

Oblicz, jakie napięcie musi występować pomiędzy punktami A i B, aby długość fali emitowanego promieniowania X mogła być krótsza niż 50 pm.

Zadanie 6.3. *(1 pkt)*

W rzeczywistości, w wyniku hamowania elektronów, tylko część traconej energii kinetycznej jest wyemitowana w postaci promieniowania X.

Napisz, co dzieje się z pozostałą częścią energii elektronów.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.3	6.1.	6.2.	6.3
	Maks. liczba pkt	4	2	3	1
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 6.4. *(3 pkt)*

Przez lampę przepływa wiązka elektronów o natężeniu 100 mA. Przyjmij, że około 1,5% wszystkich elektronów powoduje powstanie wysokoenergetycznego promieniowania rentgenowskiego, w zakresie długości fal bliskich granicy krótkofalowej widma ciągłego.

Oszacuj liczbę kwantów wysokoenergetycznego promieniowania rentgenowskiego, które powstają w tej lampie w ciągu jednej sekundy.

Zadanie 7. Reguła Titiusa-Bodego *(8 pkt)*

Reguła Titiusa-Bodego, odkryta w 1766 roku, opisuje średnią odległość a planety od Słońca w jednostkach astronomicznych (AU). Wyraża się ona wzorem: $a = 0{,}4 + 0{,}3 \cdot k$,
gdzie: $k = 0, 1, 2, 4, 8, \ldots$, (ciąg kolejnych potęg dwójki wraz z zerem).

Prawidłowość ta dość dokładnie pozwalała obliczać odległości do wszystkich planet do Saturna włącznie, ale pozostawiała puste miejsce na planetę pomiędzy Marsem a Jowiszem. Odkrycie Urana o orbicie położonej dalej i rozszerzającej zasięg działania reguły Titiusa-Bodego dodatkowo wzmocniło przekonanie, że pomiędzy Marsem a Jowiszem musi znajdować się dodatkowa planeta. W 1801 roku zaobserwowano pierwszą planetoidę, znajdującą się w miejscu przewidywanym przez regułę Titiusa Bodego, znaną obecnie pod nazwą Ceres.

Astronomowie nie potrafią wyjaśnić, dlaczego niektóre satelity Słońca spełniają tę zależność, ani wskazać, czy podobne reguły mają zastosowanie również do innych układów planetarnych. Badania pozasłonecznych systemów planetarnych sugerują możliwość, że pewien rodzaj reguły Titiusa-Bodego może również opisywać relacje odległości dla innych układów planetarnych. Materiał obserwacyjny jest jednak na razie zbyt ubogi, aby można było z niego wyciągnąć bardziej kategoryczne wnioski.

Ceres krąży wokół Słońca w środku pasa planetoid, w średniej odległości 2,77 AU od Słońca. Najmniejsza odległość Ceres od Słońca (peryhelium) wynosi 2,55 AU, największa (aphelium) to 2,98 AU. Średnia odległość ciała od Słońca oznacza długość półosi wielkiej orbity eliptycznej, po której to ciało okrąża Słońce.

Zadanie 7.1. *(1 pkt)*

Odległość odpowiadająca jednej jednostce astronomicznej (AU) jest w bardzo dobrym przybliżeniu równa pewnej charakterystycznej odległości w Układzie Słonecznym.

Napisz, co to za odległość.

Zadanie 7.2. *(1 pkt)*

Do określania odległości pomiędzy gwiazdami, czy też do określania rozmiarów galaktyk lub odległości pomiędzy galaktykami, astronomowie używają jednostek o wartości większej niż jednostka astronomiczna.

Zapisz nazwę i definicję jednej z takich jednostek.

Zadanie 7.3. *(1 pkt)*

Wykaż, wykonując obliczenia, że planetoida Ceres spełnia regułę Titiusa-Bodego.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.4.	7.1.	7.2.	7.3.
	Maks. liczba pkt	3	1	1	1
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 7.4. *(3 pkt)*

Wartość prędkości liniowej planetoidy Ceres (w inercjalnym układzie odniesienia, w którym środek Słońca spoczywa) podczas jej przejścia z peryhelium do aphelium się zmienia.

Napisz, czy podczas przejścia planetoidy z peryhelium do aphelium jej prędkość zmaleje, czy – wzrośnie. Wyjaśnij to, powołując się na pojęcie momentu pędu związanego z ruchem planetoidy po orbicie. Następnie oblicz, o ile procent zmieni się prędkość planetoidy podczas przejścia z peryhelium do aphelium.

Zadanie 7.5. *(2 pkt)*

Oszacuj (w latach ziemskich) okres obiegu planetoidy Ceres wokół Słońca, korzystając z praw Keplera.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	7.4.	7.5.
	Maks. liczba pkt	3	2
	Uzyskana liczba pkt		

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*