Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

Układ graficzny © CKE 2013

WPISUJE ZDAJĄCY

KOD | **PESEL**

Miejsce na naklejkę z kodem

EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI I ASTRONOMII

POZIOM ROZSZERZONY

MAJ 2014

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 14 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.
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.

Czas pracy: 150 minut

Liczba punktów do uzyskania: 60

MFA-R1_1P-142

Zadanie 1. Spadające ciała *(7 pkt)*

Na ciała spadające w powietrzu działa siła oporu zależna od prędkości. Wartość tej siły najczęściej obliczamy ze wzoru $F_{op} = \frac{C}{2}\rho v^2 S$, gdzie ρ jest gęstością ośrodka (powietrza), v to prędkość ciała, a S – pole przekroju prostopadłego do kierunku ruchu. Współczynnik C zależy od kształtu ciała – dla kuli przyjmujemy, że wynosi on 0,5.
Podczas spadania ciał wraz ze wzrostem prędkości rośnie siła oporu, aż do zrównoważenia ciężaru ciała, kiedy dalszy ruch odbywa się ze stałą prędkością.

Zadanie 1.1 *(3 pkt)*

Piłeczka pingpongowa ma masę 2,5 g, a jej promień wynosi 1,7 cm. Gęstość powietrza jest równa 1,3 kg/m^3. Oblicz prędkość, przy której taka piłeczka będzie spadać ruchem jednostajnym.

Zadanie 1.2 *(4 pkt)*

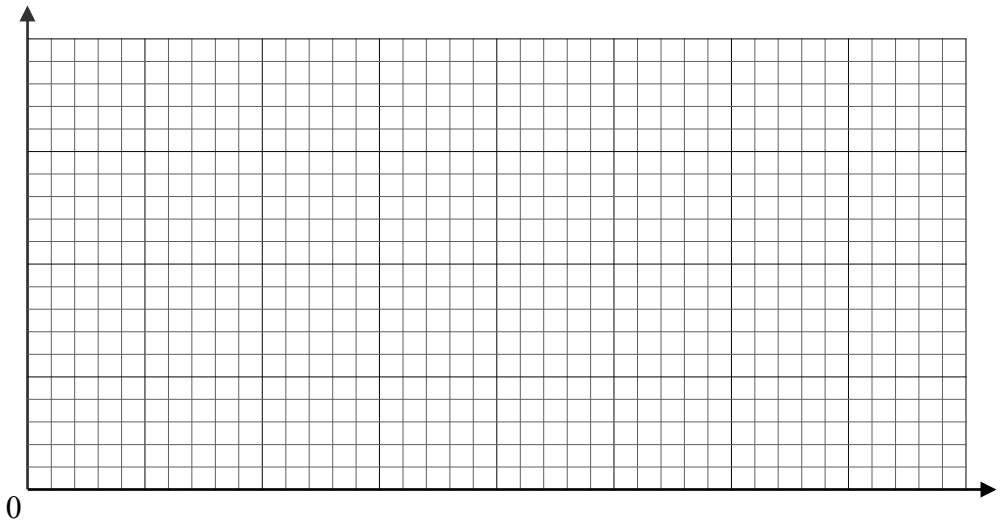
Aby sprawdzić, jak siła oporu powietrza zależy od prędkości, użyto papierowych foremek do ciastek o masie 0,5 g każda. Doświadczenie polegało na wkładaniu jednej foremki w drugą i pomiarze prędkości v jednostajnego spadku zestawu foremek. Zakładamy, że cały ruch odbywa się ze stałą prędkością (rozpędzanie foremek do tej prędkości trwa bardzo krótko). Gdy łączymy foremki, zmieniamy ciężar zestawu Q, natomiast nie zmienia się pole poprzecznego przekroju S. Wyniki przedstawiono w poniższej tabeli.

Liczba foremek	***Q*, N**	***v*, m/s**	
1	0,005	0,96	
2	0,010	1,32	
3	0,015	1,61	
4	0,020	1,85	
5	0,025	2,08	
6	0,030	2,27	
7	0,035	2,50	

Na podstawie wyników doświadczenia wykonaj wykres zależności siły oporu od kwadratu prędkości foremek. Do zapisu obliczeń możesz wykorzystać wolną kolumnę w tabeli.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

obliczenia

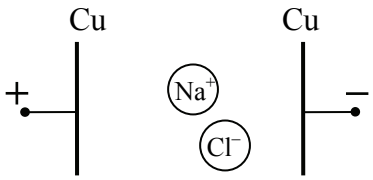


Wyjaśnij, dlaczego wykres świadczy o proporcjonalności siły oporu do kwadratu prędkości foremek.

Zadanie 2. Napęd MHD *(9 pkt)*

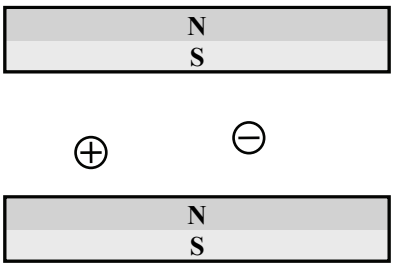
Zadanie 2.1 *(1 pkt)*

Dwie płytki miedziane przyłączono do biegunów źródła prądu i zanurzono w słonej wodzie. Na rysunku obok dorysuj strzałki przedstawiające kierunek ruchu jonów Na^+ i Cl^- pod wpływem pola elektrycznego.



Zadanie 2.2 *(2 pkt)*

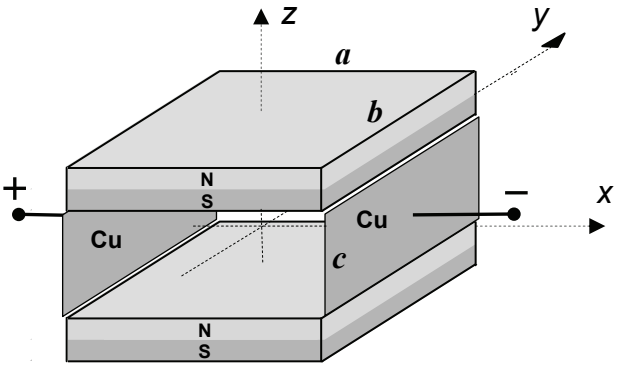
Przyjmijmy, że na rysunku poniżej jon dodatni porusza się prostopadle do płaszczyzny rysunku ze zwrotem za tę płaszczyznę, a jon ujemny – wzdłuż tej samej osi, ze zwrotem przed tę płaszczyznę. Dorysuj linie pola magnetycznego magnesów oraz zaznacz ich zwrot. Narysuj strzałki przedstawiające wektory siły działającej na oba jony ze strony pola magnetycznego.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1	1.2	2.1	2.2
	Maks. liczba pkt	3	4	1	2
	Uzyskana liczba pkt				

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Informacja do zadań 2.3-2.6



Silnik magnetohydrodynamiczny (MHD) wykorzystuje oddziaływanie pola magnetycznego z płynem przewodzącym prąd elektryczny, np. z wodnym roztworem soli. Niewielki taki silnik (nadający się do napędu łódki-zabawki) można zbudować z dwóch silnych magnesów, dwóch miedzianych płytek i źródła prądu. Przedstawiony obok silnik zanurzono w słonej wodzie. Pole magnetyczne działające na jony powoduje odchylenie ich toru i wprawienie w ruch wody wypełniającej wnętrze silnika, a w konsekwencji wystąpienie siły reakcji – siły napędowej. Dane są wymiary zaznaczone na rysunku: $a = 30$ mm, $b = 15$ mm i $c = 10$ mm.

Zadanie 2.3 *(1 pkt)*

Podkreśl poprawne uzupełnienia poniższego zdania.

Siła napędowa działa wzdłuż osi (*x / y / z*), ze zwrotem (*zgodnym z tą osią / przeciwnym do tej osi*).

Zadanie 2.4 *(2 pkt)*

Oprócz wymiarów *a*, *b* i *c* dane są: napięcie przyłożone do płytek miedzianych 9 V oraz opór właściwy roztworu soli 0,04 Ω·m. Oblicz natężenie prądu płynącego między miedzianymi płytkami. Pomiń wpływ pola magnetycznego na ruch jonów.

Zadanie 2.5 *(2 pkt)*

Oprócz wymiarów *a*, *b* i *c* dane są: indukcja pola magnetycznego 0,4 T oraz natężenie prądu płynącego między miedzianymi płytkami 1 A. Oblicz wartość siły działającej na wodę wewnątrz silnika.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 2.6 *(1 pkt)*

Wyjaśnij, dlaczego silnik ten będzie działał skutecznie tylko w słonej wodzie i dla niezbyt małych stężeń roztworu.

Zadanie 3. Zjawiska falowe *(7 pkt)*

Zadanie 3.1 *(4 pkt)*

Uczniowie mają do dyspozycji: źródło światła białego (żarówkę), siatkę dyfrakcyjną o znanej odległości między szczelinami (rysami), ekran, linijkę oraz przesłonę z wąską szczeliną. Ich zadaniem jest wyznaczenie zakresu długości fal światła widzialnego, z wykorzystaniem widma rzędu $n = 1$.

Na poniższym rysunku dorysuj przesłonę we właściwym położeniu (pozwalającym obserwować widmo na ekranie) oraz bieg promieni czerwonego i fioletowego. Zaznacz wielkości potrzebne do wyznaczenia zakresu długości fal światła widzialnego.

Napisz wzory pozwalające obliczyć największą i najmniejszą długość fali światła białego z wykorzystaniem wprowadzonych wielkości. Możesz przyjąć, że kąty są małe ($\operatorname{tg}\alpha = \sin\alpha$).

Zadanie 3.2 *(2 pkt)*

Na rysunku do zadania 3.1 zaznacz padający na ekran promień rzędu zerowego i oznacz ten promień „$n = 0$”. Napisz, dlaczego w rzędzie $n = 0$ obserwujemy na ekranie plamę białego światła, a nie – kolorowy pasek (jak w innych rzędach).

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2
	Maks. liczba pkt	1	2	2	1	4	2
	Uzyskana liczba pkt						

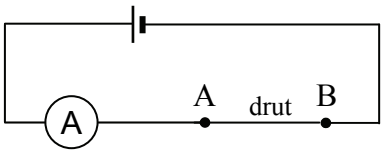
Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 3.3 *(1 pkt)*

Dla światła możemy obserwować zjawisko polaryzacji. Napisz, dlaczego nie obserwuje się polaryzacji fal dźwiękowych rozchodzących się w powietrzu.

Zadanie 4. Właściwości ogniwa *(12 pkt)*

Uczniowie chcieli sprawdzić doświadczalnie, że przy ustalonym polu przekroju opór przewodnika jest proporcjonalny do jego długości. Przygotowali 4 kawałki cienkiego miedzianego drutu o różnych długościach i jednakowej grubości oraz zestawili układ elektryczny przedstawiony obok. Jako źródła napięcia użyli pojedynczego ogniwa. Pomiędzy punkty A i B obwodu włączali po kolei przygotowane kawałki drutu i mierzyli natężenie prądu w obwodzie.



Rozumowali następująco: skoro opór przewodnika jest proporcjonalny do jego długości, to zwiększenie długości przewodnika np. 2 razy pociągnie za sobą taki sam wzrost oporu. Na podstawie prawa Ohma wzrost oporu powinien skutkować odpowiednim zmniejszaniem się natężenia prądu.

Zadanie 4.1 *(1 pkt)*

W przeprowadzonym doświadczeniu uczniowie uzyskali następujące wyniki:

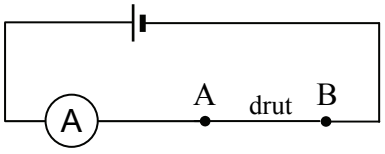
długość drutu l, m	0,50	1,00	1,50	2,00
natężenie prądu I, A	3,67	3,60	3,53	3,46

Na podstawie obliczeń wykaż, że przy założeniu stałej wartości napięcia między punktami A i B powyższe wyniki pomiarów nie potwierdzają proporcjonalności oporu przewodnika do jego długości.

Zadanie 4.2 *(1 pkt)*

Jeden z uczniów zaproponował, aby powtórzyć doświadczenie, ale zmienić obwód przez dodanie woltomierza mierzącego napięcie pomiędzy końcami kawałka drutu.

Na umieszczonym obok schemacie dorysuj woltomierz przyłączony zgodnie z tym założeniem.



Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Informacja do zadań 4.3 i 4.4

Po wykonaniu doświadczenia z użyciem woltomierza wyniki przedstawiały się następująco:

długość drutu l, m	0,50	1,00	1,50	2,00
natężenie prądu I, A	3,67	3,60	3,53	3,46
napięcie U, V	0,031	0,061	0,090	0,118
opór drutu R, Ω				

Zadanie 4.3 *(2 pkt)*

Uzupełnij dolny wiersz tabeli i wykaż, że otrzymane wyniki potwierdzają proporcjonalność oporu przewodnika do jego długości.

Zadanie 4.4 *(4 pkt)*

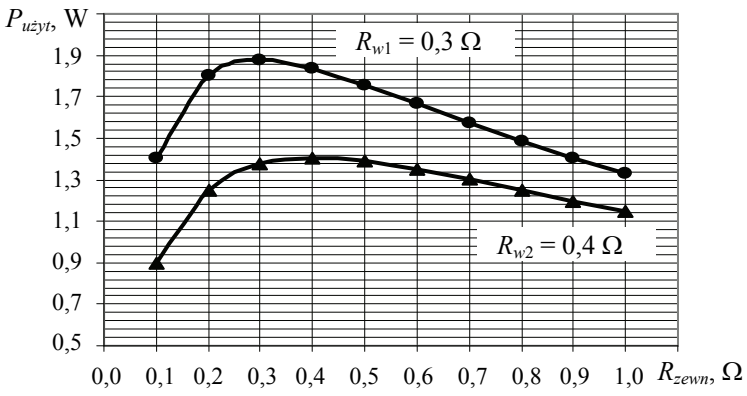
Zmiany napięcia między końcami drutu są związane z tym, że ogniwo ma opór wewnętrzny. Wyznacz opór wewnętrzny ogniwa użytego w doświadczeniu i siłę elektromotoryczną tego ogniwa.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4
	Maks. liczba pkt	1	1	1	2	4
	Uzyskana liczba pkt					

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 4.5 *(1 pkt)*

Do dwóch ogniw o oporach wewnętrznych $R_{w1} = 0{,}3\ \Omega$ i $R_{w2} = 0{,}4\ \Omega$ dołączono oporniki regulowane. Zmieniano opór oporników, mierząc przy tym natężenie prądu i napięcie na nich, a ponadto obliczano moc użyteczną (w dołączonym oporniku wydzielaną w postaci ciepła). Otrzymano wykresy przedstawione obok.



Czy te wykresy potwierdzają tezę, że maksymalna moc użyteczna występuje dla oporu zewnętrznego równego oporowi wewnętrznemu źródła? Napisz odpowiedź i ją uzasadnij.

Zadanie 4.6 *(3 pkt)*

Ogniwo z oporem wewnętrznym przekazuje obwodowi zewnętrznemu tylko część energii chemicznej przetwarzanej w elektryczną. Sprawność ogniwa jest definiowana jako stosunek mocy użytecznej (przekazywanej obwodowi zewnętrznemu) do całkowitej mocy przetwarzanej w całym obwodzie.

Do ogniwa o oporze wewnętrznym 0,4 Ω i sile elektromotorycznej równej 1,5 V dołączono opornik 0,4 Ω. Oblicz:

a) wartość ciepła wydzielanego w jednostce czasu w całym obwodzie,

b) sprawność ogniwa.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 5. Rozpad α *(9 pkt)*

Jądro neodymu ^{144}Nd ulega rozpadowi α i przechodzi w jądro ceru ^{140}Ce według schematu:

$$^{144}_{60}\mathrm{Nd} \rightarrow {}^{140}_{58}\mathrm{Ce} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} + \textit{energia}$$

Masy jąder biorących udział w tej reakcji wynoszą odpowiednio:

$m_{\mathrm{Nd}} = 143{,}9099$ u,
$m_{\mathrm{Ce}} = 139{,}9053$ u,
$m_{\mathrm{He}} = 4{,}0026$ u,
gdzie u jest jednostką masy atomowej.

Zadanie 5.1 *(2 pkt)*

Wykaż, że podczas powyższej reakcji wyzwala się energia równa $2{,}988 \cdot 10^{-13}$ J lub 1,867 MeV.

Zadanie 5.2 *(3 pkt)*

Oblicz energię kinetyczną jądra helu, które powstało w wyniku rozpadu spoczywającego jądra neodymu. Dana jest energia wyzwolona w rozpadzie jądra neodymu, równa 1,867 MeV.

Prędkości jąder ceru i helu są znacznie mniejsze od prędkości światła. Należy uwzględnić fakt, że podczas rozpadu spełniona jest zasada zachowania pędu.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.5	4.6	5.1	5.2
	Maks. liczba pkt	1	3	2	3
	Uzyskana liczba pkt				

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 5.3 *(1 pkt)*

W wyniku bombardowania jądra berylu ${}^{9}_{4}\mathrm{Be}$ cząstkami α można otrzymać jądro węgla ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$ oraz jedną z cząstek elementarnych. Uzupełnij schemat opisanej reakcji.

$$ {}^{9}_{4}\mathrm{Be} + {}^{\cdot\cdot}_{\cdot\cdot}\alpha \rightarrow {}^{12}_{6}\mathrm{C} + \ldots $$

Zadanie 5.4 *(3 pkt)*

Przeprowadzenie reakcji opisanej w zadaniu 5.3 wymaga użycia cząstek α o dostatecznie dużej energii kinetycznej. Sprawdź, wykonując odpowiednie obliczenia, czy cząstka α o energii 4,8 MeV może pokonać odpychanie elektrostatyczne i zbliżyć się do jądra berylu na odległość porównywalną z promieniem tego jądra. Przyjmij, że jądro berylu pozostaje nieruchome, a jego promień wynosi $2{,}5 \cdot 10^{-15}$ m.

Zadanie 6. Planeta *(8 pkt)*

Przypuśćmy, że w pewnej galaktyce astronauci odkryli kulistą planetę, której masa jest dokładnie 3 razy mniejsza od masy Ziemi. Zmierzono promień planety $4{,}59 \cdot 10^{6}$ m oraz okres drgań wahadła matematycznego o długości 1 m na równiku i na biegunie tej planety. Otrzymane wyniki pomiarów zamieszczono w środkowej kolumnie tabeli.

Szerokość geograficzna	Okres wahadła, s	Przyspieszenie swobodnego spadku, $\mathrm{m/s^2}$
0° (równik)	2,52	6,22
90° (biegun)	2,50	6,31

Zadanie 6.1 *(2 pkt)*

Wykaż, że podana wartość przyspieszenia swobodnego spadku na biegunie jest zgodna z zamieszczonymi wyżej informacjami o planecie.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 6.2 *(1 pkt)*

Wykaż, że podana wartość przyspieszenia swobodnego spadku na równiku jest zgodna z odpowiednim okresem wahadła.

Zadanie 6.3 *(3 pkt)*

Przyczyną różnicy między wartościami przyspieszenia swobodnego spadku na równiku i na biegunie jest obrót planety wokół własnej osi. Korzystając z wyników zamieszczonych w tabeli, oblicz okres obrotu tej planety.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3
	Maks. liczba pkt	1	3	2	1	3
	Uzyskana liczba pkt					

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 6.4 *(2 pkt)*

Krótko po starcie z powierzchni planety statek kosmiczny uzyskał prędkość o wartości 8 km/s. Wykonując niezbędne obliczenia, sprawdź, czy ta prędkość wystarczy, aby statek mógł oddalić się od planety na dowolnie dużą odległość.

Zadanie 7. Dźwięki w powietrzu *(8 pkt)*

W poniższych zadaniach przyjmujemy, że nie ma wiatru (powietrze jest nieruchome względem ziemi), a rozpatrywane ruchy zachodzą wzdłuż prostej, na której leżą zarówno źródło, jak i odbiornik dźwięku.

Zadanie 7.1 *(3 pkt)*

Podkreśl poprawne uzupełnienia zdań 1 i 2.

1. Jeżeli źródło dźwięku o stałej częstotliwości oddala się ruchem jednostajnym od nieruchomego odbiornika, to częstotliwość odbierana przez odbiornik jest (*stała / rosnąca /malejąca*) i (*większa od / mniejsza od / równa*) częstotliwości dźwięku emitowanego przez źródło.
2. Częstotliwość dźwięku syreny karetki docierającego do ucha przechodnia jest (*większa / mniejsza*) wtedy, gdy przechodzień biegnie do stojącej karetki, niż wtedy, gdy karetka zbliża się z prędkością o tej samej wartości do stojącego przechodnia.

Powołując się na odpowiednie wzory, uzasadnij wybór dokonany w zdaniu 2.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 7.2 *(2 pkt)*

Podczas mgły buczek (syrena) nieruchomego statku wysyła sygnały dźwiękowe o częstotliwości 3000 Hz. Rybak znajdujący się na kutrze płynącym w stronę statku odbiera sygnał o częstotliwości 3050 Hz. Oblicz wartość prędkości, z jaką porusza się kuter. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 330 m/s.

Zadanie 7.3 *(3 pkt)*

Natężenie dźwięku to średnia moc fali przypadająca na jednostkę pola powierzchni. Syrena alarmowa emituje dźwięk o mocy 10 W. Oblicz natężenie dźwięku w odległości 5 km od syreny, zakładając, że dźwięk ten rozchodzi się jednakowo we wszystkich kierunkach. Czy dźwięk ten będzie słyszalny w tej odległości, jeśli niezbędny do tego poziom natężenia wynosi 30 dB? Napisz odpowiedź i ją uzasadnij.

Dane są wzory na pole powierzchni kuli $S = 4\pi r^2$ i objętość kuli $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.4	7.1	7.2	7.3
	Maks. liczba pkt	2	3	2	3
	Uzyskana liczba pkt				

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

BRUDNOPIS

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl