CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

MFA 2015

UZUPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

PESEL

miejsce na naklejkę

EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI
POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **5 czerwca 2015 r.**
GODZINA ROZPOCZĘCIA: **14:00**
CZAS PRACY: **180 minut**
LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 17 stron (zadania 1–11). 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.

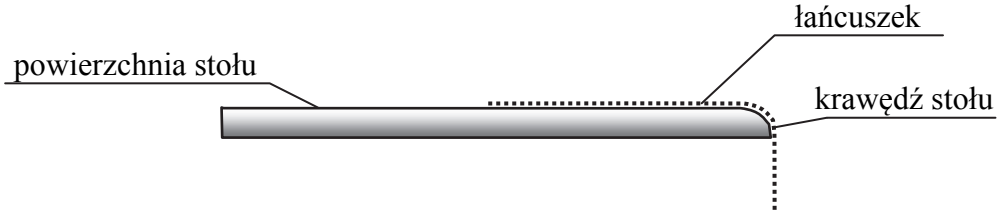
MFA-R1_1P-153

MFA 2015

Układ graficzny
© CKE 2015

Zadanie 1.

Uczniowie położyli na krawędzi stołu łańcuszek o bardzo drobnych ogniwach w ten sposób, że wyprostowana, prostopadła do krawędzi stołu część łańcuszka spoczywała na jego powierzchni, a pozostała część zwisała pionowo za jego krawędzią (patrz rysunek). Cały łańcuszek miał długość 30 cm. Uczniowie, zsuwając bardzo powoli coraz większą część łańcuszka poza krawędź stołu, doprowadzili do sytuacji, w której łańcuszek zaczął się sam zsuwać ze stołu. Zauważyli, że nastąpiło to, gdy część zwisająca z krawędzi stołu osiągnęła około 1/3 długości całego łańcuszka.



Zadanie 1.1. (0–2)

Na podstawie powyższych danych oszacuj wartość współczynnika tarcia statycznego występującego pomiędzy łańcuszkiem a powierzchnią stołu.

Zadanie 1.2. (0–1)

Inny łańcuszek jest wykonany z takiego samego materiału i ma tę samą długość, lecz większą masę. Współczynnik tarcia tego łańcuszka o stół jest taki sam, jak poprzednio. W chwili, gdy zacznie się on zsuwać z tego samego stołu, długość jego zwisającej części będzie

A. większa od 1/3 długości całego łańcuszka.
B. nadal równa 1/3 długości całego łańcuszka.
C. mniejsza od 1/3 długości całego łańcuszka.

Zaznacz poprawne zakończenie powyższego zdania i uzasadnij dokonany wybór.

Zadanie 1.3. (0–1)

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

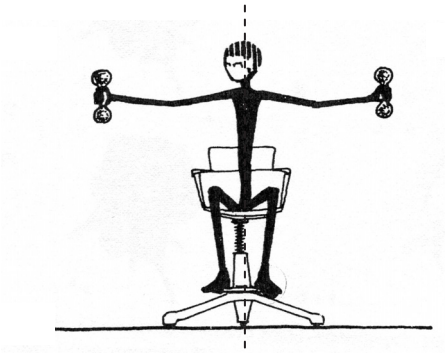
1.	Podczas zsuwania się łańcuszka z powierzchni stołu siła tarcia miała stałą wartość.	**P**	**F**
2.	Podczas zsuwania się z powierzchni stołu łańcuszek poruszał się ruchem **niejednostajnie przyspieszonym**.	**P**	**F**
3.	Niezależnie od długości łańcuszka zacznie się on zsuwać, gdy część zwisająca z krawędzi stołu będzie stanowiła około 1/3 jego długości.	**P**	**F**

Zadanie 2.

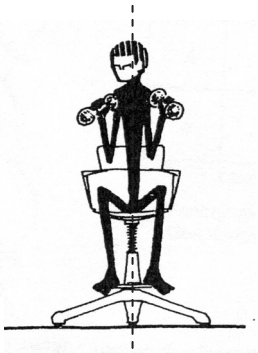
Na obrotowym krzesełku usiadł uczeń, trzymając w wyciągniętych poziomo rękach dwie hantle (ciężarki gimnastyczne) o masie 2,0 kg każda. Krzesełko zostało wprawione w ruch obrotowy. Hantle znajdowały się początkowo w odległości 70 cm od osi obrotu (rysunek 1).

W pewnym momencie uczeń przyciągnął hantle do siebie tak, że ich odległości od osi obrotu zmalały do 10 cm (rysunek 2). Moment bezwładności krzesełka i ucznia z wyciągniętymi rękoma **bez hantli** wynosił 8,2 $kg \cdot m^2$, a po przyciągnięciu rąk ten moment bezwładności stał się równy 7,1 $kg \cdot m^2$.

Rozmiary hantli oraz działanie sił zewnętrznych (np. oporów ruchu) na krzesełko z uczniem należy pominąć.



rysunek 1



rysunek 2

Zadanie 2.1. (0–1)

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

Wskutek przyciągnięcia hantli całkowita energia kinetyczna ucznia i krzesełka

A.	wzrosła,	ponieważ praca wykonana przez ucznia była	1.	ujemna.
B.	nie zmieniła się,		2.	równa zero.
C.	zmalała,		3.	dodatnia.

Zadanie 2.2. (0–1)

Zaznacz właściwe uzupełnienie poniższego zdania wybrane spośród A–B oraz jego poprawne uzasadnienie wybrane spośród 1–3.

Wskutek przyciągnięcia hantli prędkość kątowa ucznia i krzesełka

A.	wzrosła,	a wynika to z	1.	zasady zachowania energii.
B.	nie zmieniła się,		2.	zasady zachowania momentu pędu.
C.	zmalała,		3.	zasady zachowania pędu.

Zadanie 2.3. (0–4)

Początkowy okres obrotu krzesełka (gdy ręce ucznia były wyprostowane) wynosił 0,40 s.

Oblicz okres obrotu krzesełka po przyciągnięciu hantli.

Zadanie 2.4. (0–1)

Załóżmy, że uczeń, siedząc z wyciągniętymi rękoma na obracającym się krzesełku, nagle wypuści z rąk hantle.

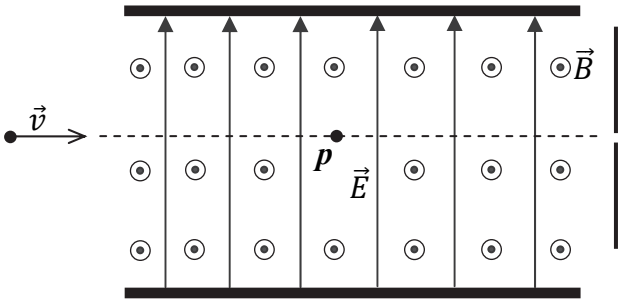
Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Prędkość kątowa krzesełka w tym przypadku

A. zmaleje.
B. wzrośnie.
C. nie zmieni się.
D. najpierw zmaleje, a następnie wzrośnie.

Zadanie 3.

Wiązka protonów o prędkościach $\vec{v}$ jednakowych co do kierunku, ale różnych co do wartości wchodzi w obszar jednorodnych pól elektrycznego $\vec{E}$ i magnetycznego $\vec{B}$, przy czym wektory $\vec{v}$, $\vec{E}$ i $\vec{B}$ są wzajemnie do siebie prostopadłe (rys. poniżej), a wektor $\vec{B}$ ma zwrot przed płaszczyznę rysunku. Protony o pewnej prędkości biegną przez obszar pól prostoliniowo i przechodzą przez szczelinę, podczas gdy szybsze i powolniejsze ulegają odchyleniu. Siłę grawitacji działającą na protony należy pominąć.



Zadanie 3.1. (0–2)

Na rysunku powyżej narysuj i oznacz wektory sił elektrycznej $\vec{F}_E$ i magnetycznej $\vec{F}_B$ działających na proton (oznaczony symbolem *p*) przechodzący prostoliniowo przez obszar obu pól.

Zadanie 3.2. (0–2)

Natężenie pola elektrycznego wynosi $4 \cdot 10^4$ N/C, a indukcja pola magnetycznego jest równa 20 mT.

Oblicz wartość prędkości protonów przechodzących prostoliniowo przez obszar skrzyżowanych pól.

Zadanie 3.3. (0–1)

Dla wartości natężenia pola elektrycznego $4 \cdot 10^4$ N/C wykaż, że siłę grawitacji działającą na protony można pominąć w porównaniu z siłą oddziaływania elektrycznego.

Zadanie 3.4. (0–1)

Wiązka protonów biegnie prostoliniowo przez obszar skrzyżowanych pól. Przyjmijmy, że wektor $\vec{B}$ oprócz składowej prostopadłej do płaszczyzny rysunku może także mieć składową poziomą skierowaną w prawo.

Zaznacz poprawne dokończenie poniższego zdania.

Dodanie składowej poziomej wektora $\vec{B}$ (przy niezmienionej składowej prostopadłej oraz niezmienionych wartościach E i v) spowoduje, że protony

A. zaczną odchylać się wzdłuż osi pionowej.
B. zaczną odchylać się wzdłuż osi prostopadłej do płaszczyzny rysunku.
C. zaczną być przyspieszane lub hamowane.
D. będą poruszać się tak samo jak wtedy, gdy składowa pozioma pola $\vec{B}$ nie występowała.

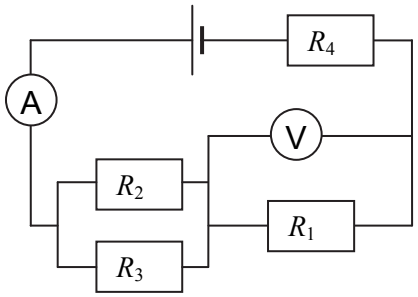
Zadanie 3.5. (0–2)

Wiązka protonów biegła prostoliniowo przez obszar skrzyżowanych pól. Tę wiązkę zamieniono na wiązkę cząstek α o energii kinetycznej równej energii kinetycznej protonów. Czy cząstki α pobiegną także prostoliniowo, czy odchylą się w górę, czy – w dół?

Napisz odpowiedź i ją uzasadnij.

Zadanie 4.

W obwodzie przedstawionym na rysunku napięcie baterii wynosi 12 V. Dane są też opory $R_3 = 20\ \Omega$ i $R_4 = 25\ \Omega$. Amperomierz wskazuje 0,2 A, a woltomierz 4 V.



Zadanie 4.1. (0–1)

Wykaż, że napięcie na oporniku R_4 wynosi 5 V.

Zadanie 4.2. (0–1)

Napięcie na oporniku R_4 wynosi 5 V.

Wykaż, że napięcie na oporniku R_2 wynosi 3 V.

Zadanie 4.3. (0–3)

Napięcie na oporniku R_2 wynosi 3 V.

Oblicz opór opornika R_2.

Zadanie 5. (0–2)

Plastikową butelkę napełniono wodą o temperaturze pokojowej i umieszczono w zamrażarce lodówki. Po pewnym czasie woda zamarzła. Gęstość lodu jest mniejsza niż gęstość wody.

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

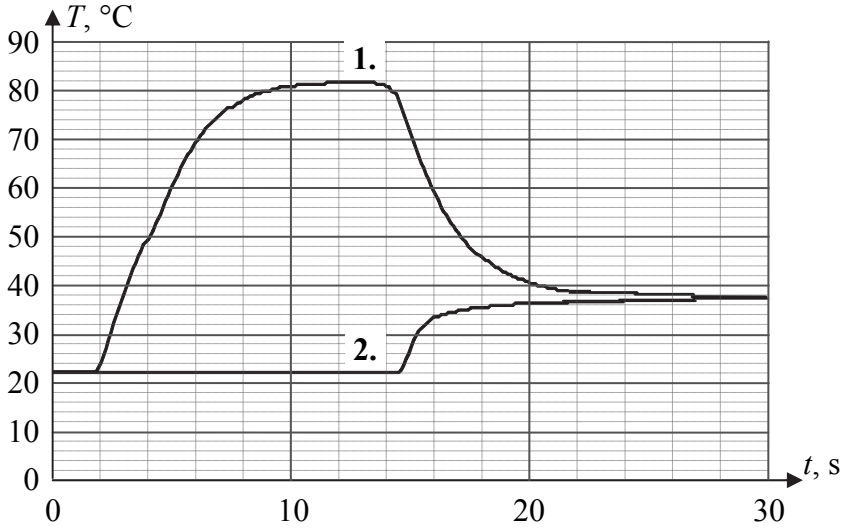
1.	Podczas krzepnięcia temperatura wody się nie zmienia.	**P**	**F**
2.	Gdy maleje temperatura wody w naczyniu, średnia prędkość cząsteczek wody maleje.	**P**	**F**
3.	Podczas krzepnięcia nie zmienia się energia wewnętrzna wody.	**P**	**F**
4.	Podczas krzepnięcia woda w naczyniu wykonuje pracę przeciw sile parcia powietrza.	**P**	**F**

Zadanie 6. (0–3)

W naczyniu znajduje się 1 kg zimnej wody, a w niej zanurzone są elektroniczne termometry 1. i 2. W innym naczyniu znajduje się gorąca woda. Oba naczynia są lekkie, zamknięte i dobrze izolowane termicznie od otoczenia.

Termometr 1. przełożono do naczynia z gorącą wodą i po kilkunastu sekundach przelano wodę gorącą do naczynia z zimną, jednocześnie przekładając termometr 1. z powrotem.

Oblicz masę wody gorącej, korzystając z poniższego wykresu zależności temperatury od czasu dla obu termometrów.



Zadanie 7.

W październiku 2009 r. w Wołgogradzie otwarto bardzo długi most na Wołdze. Wkrótce okazało się, że niewielkie podmuchy wiatru wystarczyły, żeby wprowadzić most w silne drgania. Obserwowano wówczas tak intensywne falowanie jezdni (zob. fotografia obok), że jazda po niej mogła być niebezpieczna. Gdy amplituda drgań elementów konstrukcji mostu wyniosła blisko 0,5 m, most na pewien czas zamknięto. Zaobserwowano drgania o częstotliwościach 0,57 Hz, 0,45 Hz oraz 0,68 Hz.



Zadanie 7.1. (0–1)

Nazwij zjawisko, które doprowadziło do silnego rozkołysania mostu.

Zadanie 7.2. (0–1)

Opisz różnicę między rozchodzeniem się fali na napiętej strunie (typ 1) a rozchodzeniem się fali dźwiękowej w powietrzu (typ 2). Po przeanalizowaniu przedstawionej fotografii rozstrzygnij, czy na jezdni wystąpiła fala typu 1, czy fala typu 2.

Zadanie 7.3. (0–1)

Opisz różnicę między falą biegnącą a falą stojącą. Napisz, która z tych fal wystąpiła na rozkołysanym moście.

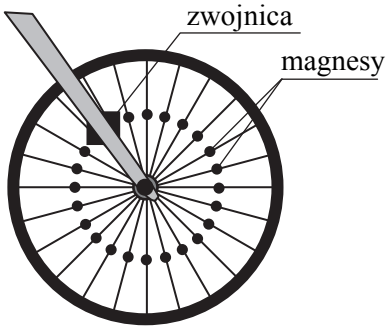
Zadanie 7.4. (0–2)

Na moście wystąpiły drgania o częstotliwości 0,68 Hz.

Oblicz, jaką największą prędkość uzyskał ten element konstrukcji mostu, którego amplituda drgań wyniosła 0,5 m.

Zadanie 8.

W celu uzyskania energii elektrycznej do zasilania przedniego i tylnego oświetlenia roweru uczniowie zbudowali układ doświadczalny składający się z 24 małych i silnych magnesów przymocowanych do szprych oraz z nieruchomej zwojnicy nawiniętej na stalowym rdzeniu, zamocowanej tak jak na rysunku. Magnesy są ustawione jednakowo (wszystkie bieguny N w tę samą stronę). Podczas jazdy magnesy poruszają się względem zwojnicy i powodują pojawienie się napięcia między końcami uzwojenia.



Zadanie 8.1. (0–1)

Napisz nazwę zjawiska fizycznego powodującego pojawienie się napięcia między końcami zwojnicy.

Zadanie 8.2. (0–1)

Magnesy i zwojnicę oddalono od osi koła roweru, zachowując stałą odległość między magnesami a zwojnicą.

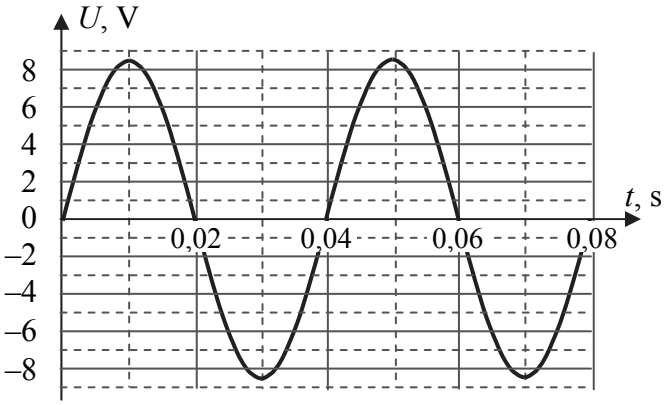
Zaznacz właściwe uzupełnienie poniższego zdania wybrane spośród A–C oraz uzasadnienie wybrane spośród 1–3.

Przy niezmienionej prędkości jazdy w wyniku odsunięcia magnesów i zwojnicy od osi koła amplituda zmian napięcia

A.	zmaleje,	ponieważ	1.	zmieni się okres wirowania magnesów.
B.	nie ulegnie zmianie,		2.	zmieni się prędkość liniowa magnesów.
C.	wzrośnie,		3.	nie zmieni się prędkość jazdy roweru.

Informacja do zadań 8.3.–8.4.

Przebieg zmian napięcia na zwojnicy podczas jazdy rowerem przedstawiono na poniższym wykresie.



Zadanie 8.3. (0–3)

Promień koła roweru jest równy 0,3 m.

Oblicz wartość prędkości, z jaką poruszał się rower.

Zadanie 8.4. (0–2)

Dorysuj na przedstawionym wykresie przebieg zmian napięcia w sytuacji, gdy rower porusza się z dwukrotnie mniejszą prędkością.

Zadanie 9.

W celu wyznaczenia ogniskowej soczewki skupiającej uczniowie wykorzystali ławę optyczną, na której ustawili przedmiot i ekran, a między nimi – badaną soczewkę, której położenie mogli zmieniać. Dobierali odpowiednie położenie soczewki, aż otrzymali ostry obraz przedmiotu na ekranie.

Do obliczenia ogniskowej soczewki jeden z uczniów zaproponował wykorzystanie równania

$$x^2 - l \cdot x + f \cdot l = 0$$

w którym x jest odległością przedmiotu od soczewki, l – odległością przedmiotu od ekranu, a f – ogniskową soczewki.

Zadanie 9.1. (0–2)

Wyprowadź równanie, które zaproponował uczeń.

Zadanie 9.2. (0–4)

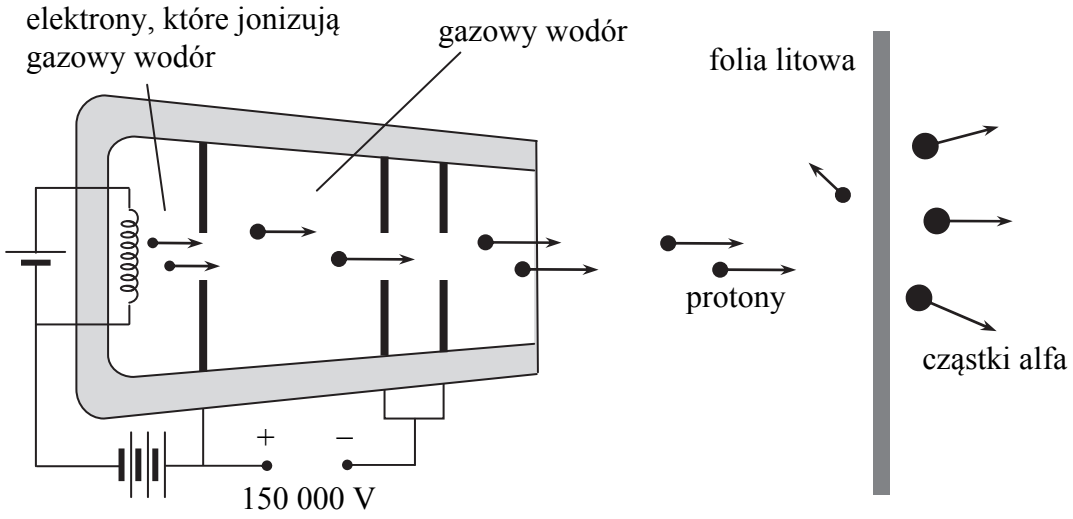
Odległość przedmiotu od ekranu była równa $l = 100$ cm. Nie zmieniając położenia przedmiotu ani ekranu, uczniowie przesunęli soczewkę w odpowiednią stronę o 60 cm tak, że otrzymali znowu obraz ostry.

Oblicz ogniskową soczewki. Możesz skorzystać z równania zaproponowanego przez ucznia.

Zadanie 10.

Na początku XX wieku naukowcy przeprowadzali liczne eksperymenty z zastosowaniem wiązek naładowanych cząstek o wysokiej energii. Pierwszym źródłem takich cząstek były substancje promieniotwórcze. Wysyłają one m.in. cząstki alfa o energiach do 6 MeV, które wykorzystywane były w pierwszych sztucznych reakcjach jądrowych. Jednak źródła tego typu były bardzo drogie, nie dało się nimi łatwo sterować, a poza tym wytwarzane cząstki miały za niską energię do przeprowadzenia wielu doświadczeń. Naukowcy potrzebowali nowego sposobu uzyskiwania wysokoenergetycznych cząstek.

W roku 1932 naukowcy J.D. Cockcroft i E.T. Walton zbudowali urządzenie, dzięki któremu mogli przyśpieszać naładowane cząstki. Urządzenie zawierało pojemnik z gazowym wodorem. Wodór ostrzeliwany był elektronami, które powodowały jego jonizację. Powstawały swobodne protony, które następnie były przyśpieszane napięciem 0,15 MV. Rozpędzone protony padały na cienką folię z litu ^{7}Li i powodowały emisję cząstek alfa (patrz rysunek na następnej stronie). Każda z tych cząstek alfa uzyskiwała energię 8,6 MeV.



Na podstawie: http://library.thinkquest.org

Zadanie 10.1. (0–1)

Zapisz, z uwzględnieniem liczb masowych i atomowych, schemat reakcji jądrowej zachodzącej w folii.

Zadanie 10.2. (0–1)

Wyjaśnij krótko, na czym polega jonizacja wodoru w opisanym urządzeniu.

Zadanie 10.3. (0–2)

Korzystając z danych zawartych we wstępie do zadania, uzasadnij poniższe stwierdzenie.

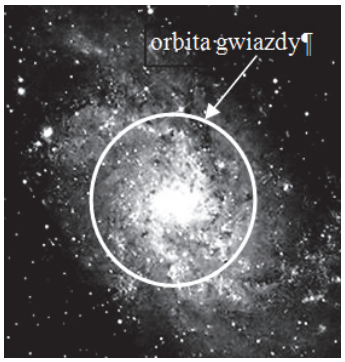
Łączna masa produktów reakcji jądrowej zachodzącej w folii litowej jest mniejsza od łącznej masy protonu i jądra litu.

Zadanie 10.4. (0–2)

Oblicz prędkość, jaką osiągają protony w akceleratorze Cockcrofta–Waltona przy założeniu, że ich początkowa prędkość (w chwili jonizacji) jest znikomo mała.

Zadanie 11.

Przyjmijmy, że rozkład masy w galaktyce jest sferycznie symetryczny, tzn. gęstość zależy tylko od odległości od środka galaktyki. W takim przypadku można wykazać, że na gwiazdę krążącą po orbicie kołowej wokół środka galaktyki (zob. ilustracja obok) działa tylko siła grawitacji pochodząca od materii zawartej wewnątrz sfery zawierającej orbitę gwiazdy i taka, jakby cała ta materia była skupiona w środku tej sfery.



Prędkość v ciała 1 (np. gwiazdy) krążącego po orbicie kołowej wokół ciała 2 (np. jądra galaktyki) jest zależna od masy M ciała 2 i od odległości r między ciałami. Zależność ta wyraża się wzorem $GM = v^2r$, gdzie G jest stałą grawitacji.

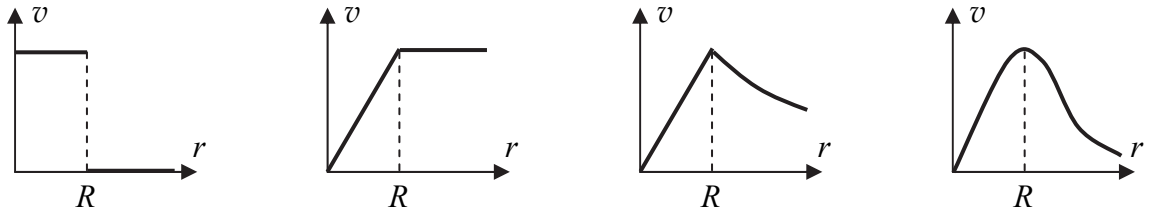
Zadanie 11.1. (0–2)

Wyprowadź powyższy wzór, korzystając z podstawowych praw mechaniki.

Zadanie 11.2. (0–1)

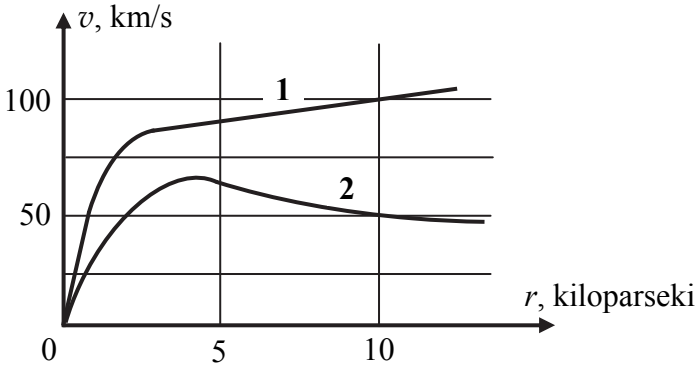
Dla gwiazd krążących po orbitach kołowych wokół środka pewnej galaktyki zmierzono ich prędkości v oraz promienie orbit r.

Zaznacz ten z poniższych wykresów zależności v od r, który jest zgodny z założeniem, że gęstość materii w galaktyce jest stała wewnątrz sfery o promieniu R, a pomijalnie mała – na zewnątrz tej sfery.



Informacja do zadań 11.3 i 11.4

Analizując rozkład masy w galaktyce na podstawie **widocznych** obiektów, możemy na podstawie podanego wzoru obliczyć prędkość v gwiazdy krążącej wokół jądra galaktyki po orbicie kołowej o promieniu r. Dla galaktyki M 33 otrzymano w ten sposób wykres zależności v od r – jeden z dwóch oznaczonych niżej jako 1 i 2. Drugi z wykresów przedstawia wyniki pomiarów prędkości gwiazd (wartości rzeczywiste).



Na podstawie: E. Corbelli i P. Salucci, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society

Rozbieżność między tymi dwoma wykresami jest uważana za dowód istnienia w galaktyce M 33 tzw. ciemnej materii – materii, której nie widzimy, ale która wpływa na ruch gwiazd, wywierając na nie siłę przyciągania.

Zadanie 11.3. (0–1)

Na ruch gwiazd wpływa nie tylko materia widoczna, lecz także niewidoczna (ciemna).

Biorąc ten fakt pod uwagę, rozstrzygnij, który z powyższych wykresów – 1 czy 2 – przedstawia rzeczywiste wartości prędkości gwiazd. Podaj i uzasadnij dokonany wybór.

Zadanie 11.4. (0–2)

Korzystając z danych na wykresie przedstawionym w informacji do zadań 11.3 i 11.4 oraz z założenia o sferycznej symetrii, oblicz, jaką część masy galaktyki M 33 zawartej w kuli o promieniu 10 kiloparseków stanowi masa ciemnej materii.

Zadanie 11.5. (0–1)

Zaznacz poprawne dokończenie poniższego zdania.

Pomiar prędkości gwiazdy krążącej wokół środka galaktyki może być dokonany dzięki

A. badaniu widma promieniowania gwiazdy.
B. obliczeniu opartemu na prawie Hubble'a.
C. pomiarowi okresu obiegu gwiazdy.
D. badaniom układu planetarnego gwiazdy.

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*

