WPISUJE ZDAJĄCY

KOD ZDAJĄCEGO

symbol klasy | symbol zdającego

PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY
Z NOWĄ ERĄ
FIZYKA – POZIOM ROZSZERZONY

STYCZEŃ 2019

Czas pracy: 180 minut

Liczba punktów do uzyskania: 60

trukcja dla zdającego

Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera **20** stron (zadania **1–15**).
Ewentualny brak stron zgłoś nauczycielowi nadzorującemu egzamin.
Odpowiedzi do każdego zadania zapisz w miejscu na to przeznaczonym.
W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o podaniu jednostek.
Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
Podczas egzaminu możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki,* linijki oraz kalkulatora prostego.
Na tej stronie wpisz swój kod.
Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla osoby sprawdzającej.

Powodzenia!

right by Nowa Era Sp. z o.o.

Zadanie 1.

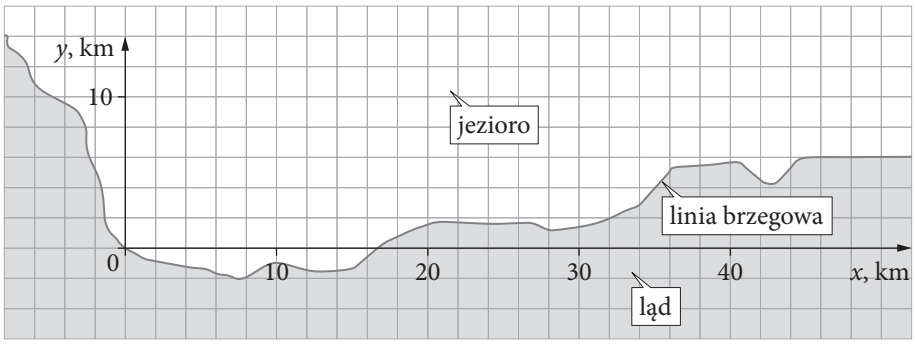
Dwa statki poruszają się po spokojnym jeziorze ruchem jednostajnym prostoliniowym. W układzie współrzędnych x, y związanym z brzegiem jeziora współrzędne położenia statków w chwili początkowej to $P_1 = (0\,\text{km}, 0\,\text{km})$ i $P_2 = (0\,\text{km}, 10\,\text{km})$. Wektor prędkości $\vec{v}_1$ pierwszego statku ma składowe $\vec{v}_{1x} = 8\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ i $\vec{v}_{1y} = 4\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Wektor prędkości drugiego statku ma tylko jedną niezerową składową $\vec{v}_{2x} = 8\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Zadanie 1.1. (0–2)

Oblicz wartość prędkości $\vec{v}_1$ w $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Zadanie 1.2. (0–2)

Poniżej zamieszczono układ współrzędnych x, y związany z brzegiem jeziora.



W podanym układzie współrzędnych:

a) zaznacz początkowe położenie statków,

b) narysuj wektor prędkości każdego statku (zachowując proporcje między nimi),

c) narysuj tor ruchu każdego statku.

Zadanie 1.3. (0–2)

Czy statki się zderzą, jeśli każdy utrzyma kurs i prędkość? Jeśli uważasz, że tak, to podaj współrzędne przewidywanego miejsca spotkania oraz czas, po którym ono nastąpi. Jeśli sądzisz, że się nie zderzą, to uzasadnij odpowiedź.

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	1.1	1.2	1.3
	Maks. liczba pkt	2	2	2
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 2.

Do leżącego na stole klocka o masie $m = 0{,}1$ kg przyczepiono sprężynkę o stałej sprężystości $k = 2\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$. Następnie sprężynkę bardzo powoli rozciągano, przesuwając poziomo jej koniec. Gdy sprężynka została rozciągnięta o $\Delta x = 20$ cm, klocek ruszył z pewnym przyspieszeniem. W tej samej chwili zaprzestano przesuwania wolnego końca sprężynki. Wprawiony w ruch klocek zatrzymał się po przebyciu drogi $s = \Delta x$, czyli wtedy, kiedy sprężynka nie była już rozciągnięta. Przyjmij, że podczas ruchu klocka działa stała siła tarcia kinetycznego.

Zadanie 2.1. (0–2)

Oblicz maksymalną wartość siły tarcia statycznego oraz współczynnik tarcia statycznego klocka o podłoże.

Zadanie 2.2. (0–2)

Oblicz wartość siły tarcia kinetycznego klocka o podłoże. Skorzystaj ze związku $W = \Delta E$.

Zadanie 2.3. (0–1)

Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Klocek poruszał się ruchem

A.	jednostajnie zmiennym,	ponieważ	1.	siła tarcia kinetycznego się nie zmieniała, a siła sprężystości malała.
B.	jednostajnym,		2.	wypadkowa sił sprężystości i tarcia się nie zmieniała.
C.	niejednostajnie zmiennym,		3.	siła sprężystości równoważyła siłę tarcia kinetycznego.

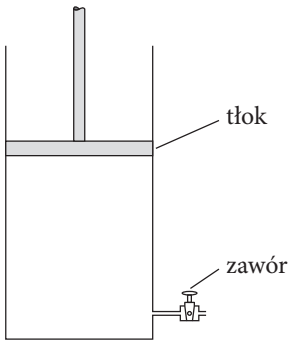
Zadanie 2.4. (0–1)

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

1.	Klocek osiągnął prędkość o największej wartości wtedy, gdy działające na niego siły się zrównoważyły.	**P**	**F**
2.	Podczas ruchu kierunek i zwrot wektora prędkości klocka były stałe.	**P**	**F**
3.	Zawieszenie klocka na sprężynce wydłuży ją o 20 cm.	**P**	**F**

Wypełnia sprawdzający	**Nr zadania**	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**
	Maks. liczba pkt	**2**	**2**	**1**	**1**
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 3.
W cylindrycznym zbiorniku zamontowano zawór oraz ruchomy tłok.



Zadanie 3.1. (0–2)

Zapisz trzy sposoby zwiększania ciśnienia gazu w zbiorniku wynikające z równania Clapeyrona.

1. .....
2. .....
3. .....

Zadanie 3.2. (0–2)
Ciśnienie jednego mola gazu doskonałego w temperaturze 330°C wynosi 1000 hPa.

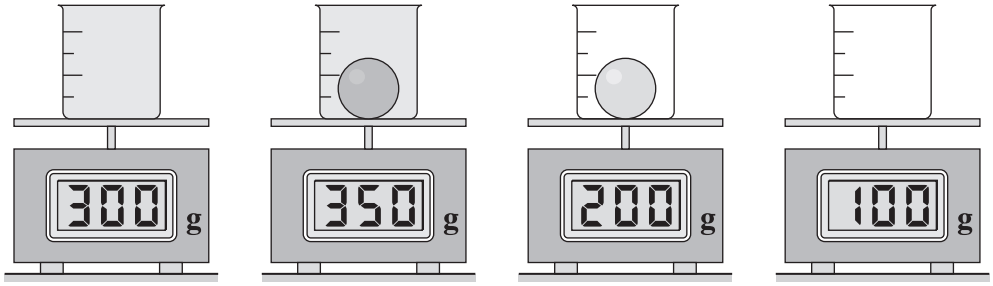
Oblicz objętość tego gazu i podaj ją w decymetrach sześciennych.

Zadanie 3.3. (0–3)
Gaz doskonały w zbiorniku o objętości 1 m^3 pod ciśnieniem 0,2 MPa i o temperaturze 600 K, ochłodzono do 300 K bez zmiany ciśnienia, a następnie ogrzano o 300 K bez zmiany objętości.

Narysuj wykres $p(V)$ ciśnienia gazu w zależności od objętości podczas kolejnych przemian gazu.

Zadanie 4. (0–3)

Uczniowie wyznaczali gęstość szklanej kulki za pomocą wagi, naczynia i wody o gęstości $1\frac{g}{cm^3}$. Wykonali cztery ważenia, jak na rysunku (podczas pomiarów I i II woda wypełniała naczynie po brzegi).

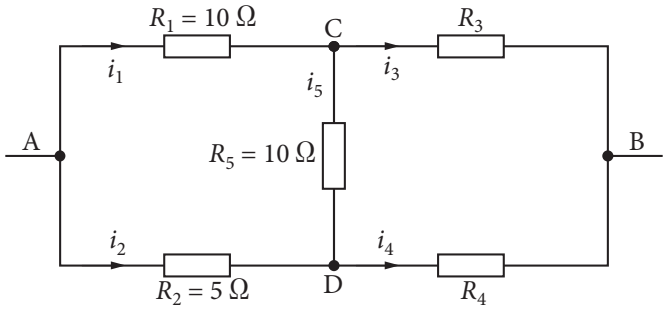


I II III IV

Wykorzystaj informacje, które można odczytać z rysunku, i oblicz gęstość szklanej kulki.

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	3.1	3.2	3.3	4
	Maks. liczba pkt	2	2	3	3
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 5.
Obwód zawiera pięć oporników połączonych tak, jak na schemacie. Punkty A i B połączono ze źródłem napięcia.



Zadanie 5.1. (0–4)
Wykonano pomiary napięcia pomiędzy różnymi punktami obwodu. Wyniki zapisano w tabeli.

Gałąź obwodu	Napięcie [V]	Natężenie prądu i [A]	
A–C	10	i_1	
A–D	15	i_2	
C–B	nie zmierzono	i_3	
D–B	nie zmierzono	i_4	
C–D		i_5	

Oblicz napięcie pomiędzy punktami C–D oraz natężenia prądów w poszczególnych gałęziach obwodu. Uzyskane wyniki zapisz w tabeli.

Zadanie 5.2. (0–2)
Oporniki R_3 i R_4 w przedstawionym obwodzie można dobrać tak, aby w gałęzi C–D prąd nie popłynął.

Zaproponuj odpowiednie wartości tych oporów.

Zadanie 6.
Załóżmy, że w odległości 1,8 mln km od Ziemi dostrzeżono niewielkie ciało (meteoroid) poruszające się z prędkością o wartości $5\ \frac{\text{km}}{\text{s}}\left(18\ 000\ \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)$, skierowaną w stronę Ziemi. Przyjmij, że w tej odległości od Ziemi grawitacyjna energia potencjalna ciała jest równa zero, a oddziaływanie innych ciał niebieskich można pominąć.

Zadanie 6.1. (0–1)
Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Ciało wejdzie w atmosferę ziemską z prędkością

A. równą $7{,}9\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

B. większą niż $7{,}9\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$, ale mniejszą niż $11{,}2\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

C. równą $11{,}2\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

D. większą niż $11{,}2\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Zadanie 6.2. (0–1)
Zaznacz właściwe uzupełnienie zdania wybrane spośród A–C oraz uzasadnienie wybrane spośród 1.–3.

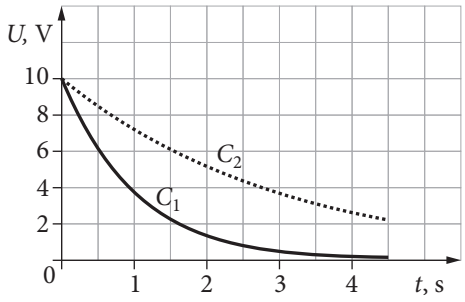
Czas, po którym ciało dotrze do Ziemi, będzie

A.	mniejszy od 100 h,	ponieważ	**1.**	ciało porusza się ruchem jednostajnym.
B.	równy 100 h,		**2.**	ciało będzie przyspieszać.
C.	większy od 100 h,		**3.**	w atmosferze ciało będzie hamowane.

Wypełnia sprawdzający	**Nr zadania**	**5.1**	**5.2**	**6.1**	**6.2**
	Maks. liczba pkt	**4**	**2**	**1**	**1**
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 7.

Dwa kondensatory naładowane do takiego samego napięcia rozładowano przez taki sam duży opór. Na wykresie przedstawiono zmiany napięcia na kondensatorach w czasie ich rozładowywania.



Zależność napięcia na kondensatorze od czasu opisuje wzór $U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$.

Wielkość $\tau = R \cdot C$ jest nazywana stałą czasową obwodu (R – opór obwodu, C – pojemność kondensatora), e to liczba wynosząca około 2,718.

Zadanie 7.1. (0–1)

Wykaż, że w układzie SI jednostką stałej czasowej τ jest sekunda.

Zadanie 7.2. (0–2)

Na podstawie wykresu ustal i zapisz wartość stosunku pojemności $\frac{C_2}{C_1}$. Wykorzystaj wzór opisujący zależność $U(t)$ podczas rozładowywania kondensatora.

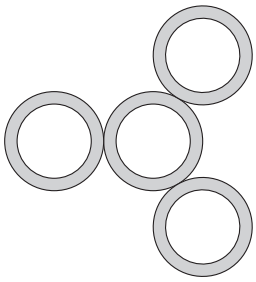
Wskazówka: jeżeli $e^A = e^B$, to A = B.

Zadanie 7.3. (0–1)

Oblicz początkowy ładunek zgromadzony w kondensatorze o pojemności C_1 = 470 μF.

Zadanie 8. (0–2)

Popularna zabawka zwana spinnerem może być zbudowana z czterech łożysk połączonych ze sobą sztywno, jak na rysunku. Można przyjąć, że pojedyncze łożysko o masie m i promieniu R ma względem swojej osi moment bezwładności $I = m \cdot R^2$. Zgodnie z twierdzeniem Steinera moment bezwładności bryły sztywnej względem dowolnej osi równoległej do osi przechodzącej przez środek masy bryły jest równy sumie momentu bezwładności względem osi przechodzącej przez środek masy bryły oraz wyrażenia będącego iloczynem masy bryły i kwadratu odległości między tymi dwiema osiami $I = I_s + m \cdot d^2$.



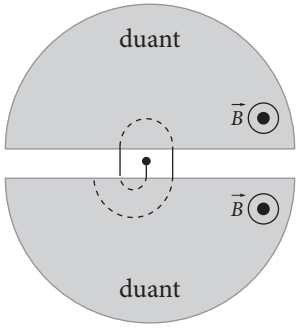
Oblicz moment bezwładności spinnera względem osi środkowego łożyska.

Wypełnia sprawdzający	**Nr zadania**	**7.1**	**7.2**	**7.3**	**8**
	Maks. liczba pkt	**1**	**2**	**1**	**2**
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 9.

Na rysunku przedstawiono sposób działania cyklotronu. Jest to urządzenie służące do przyspieszania cząstek naładowanych, np. jonów. Dzięki zastosowaniu pola magnetycznego skierowanego prostopadle do płaszczyzny rysunku (symbol ⊙ oznacza, że zwrot wektora indukcji jest skierowany do patrzącego) jon krąży w cyklotronie po torze składającym się z szeregu półokręgów. W szczelinie między duantami jony są przyspieszane polem elektrycznym skierowanym wzdłuż ich toru (na rysunku niżej – pionowo), przy czym napięcie między duantami jest równe U (znak napięcia U po każdym przejściu jest zmieniany na przeciwny). Wskutek tego przyspieszania przy każdym przejściu przez szczelinę energia kinetyczna jonu zwiększa się o $q \cdot U$, a promień zakreślanego półokręgu jest coraz większy.

Jeżeli jon o masie m i ładunku q porusza się w cyklotronie z prędkością v w jednorodnym i stałym w czasie polu magnetycznym o indukcji $\vec{B}$, to promień zakreślanego okręgu wyraża wzór $R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$.

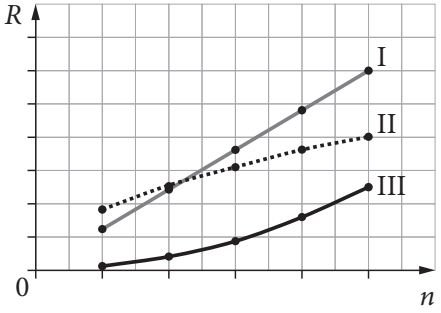


Zadanie 9.1. (0–2)

Wykaż, że pomiędzy promieniem półokręgu a liczbą przejść przez szczelinę istnieje związek $R^2 \sim n$, tzn. że kwadrat promienia jest proporcjonalny do liczby przejść.

Zadanie 9.2. (0–1)

Jeden z wykresów poprawnie przedstawia zależność $R(n)$.



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

Poprawną zależność $R(n)$ przedstawiono na wykresie

A.	I	i z tego wykresu wynika, że różnice długości promieni kolejnych półokręgów, po których porusza się jon, są	**1.**	jednakowe.
B.	II		**2.**	coraz mniejsze.
C.	III		**3.**	coraz większe.

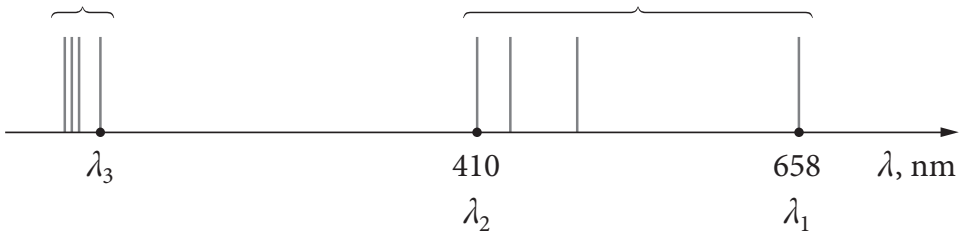
Zadanie 9.3. (0–2)

Oblicz stosunek promieni półokręgów, po których w danym polu magnetycznym poruszają się dwukrotnie zjonizowane jony węgla $^{12}C^{+2}$ i trzykrotnie zjonizowane jony tlenu $^{16}O^{+3}$ o takiej samej prędkości. Przyjmij, że masa jonu jest równa $m = A \cdot u$, gdzie u – jednostka masy atomowej, A – liczba masowa.

Wypełnia sprawdzający	**Nr zadania**	**9.1**	**9.2**	**9.3**
	Maks. liczba pkt	**2**	**1**	**2**
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 10.

Na rysunku przedstawiono fragment widma promieniowania atomu wodoru zawierający po cztery pierwsze linie dwóch sąsiednich serii widmowych, z których jedna – seria Balmera – leży w obszarze widzialnym widma.



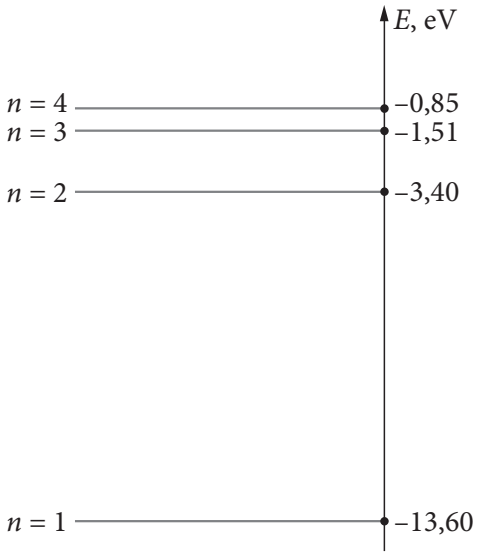
Zadanie 10.1. (0–1)

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

1.	Seria zawierająca linię λ_1 to seria Balmera.	**P**	**F**
2.	Linia o długości λ_3 leży w podczerwieni.	**P**	**F**

Zadanie 10.2. (0–3)

a) Na zamieszczonym niżej schemacie poziomów energetycznych atomu wodoru zaznacz strzałkami te przejścia elektronu pomiędzy poziomami, które związane są z emisją kwantów o długościach fal λ_1 i λ_3.



b) Oblicz długość fali promieniowania emitowanego przy przejściu elektronu z poziomu o energii –3,40 eV na poziom o energii –13,6 eV.

Zadanie 11. (0–1)
Na schematycznym rysunku przedstawiono atom. W jądrze czarnymi kółkami oznaczono jeden rodzaj nukleonów (protony lub neutrony), a białymi – drugi rodzaj.

Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

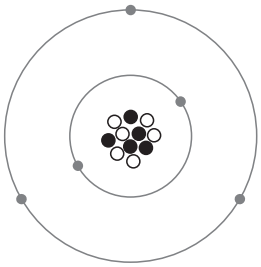
Jądrem atomu jest

A. $^{11}_{5}B$.

B. $^{12}_{6}C$.

C. $^{16}_{8}O$.

D. $^{23}_{11}Na$.



Zadanie 12. (0–1)
Wśród $^{86}_{36}X$, $^{86}_{38}X$ oraz $^{88}_{38}X$ znajdują się dwa izotopy pewnego pierwiastka.

Zapisz, jaki to pierwiastek.

.....

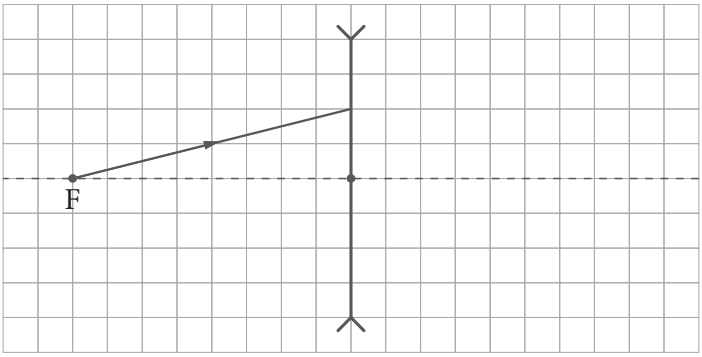
.....

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	10.1	10.2	11	12
	Maks. liczba pkt	1	3	1	1
	Uzyskana liczba pkt				

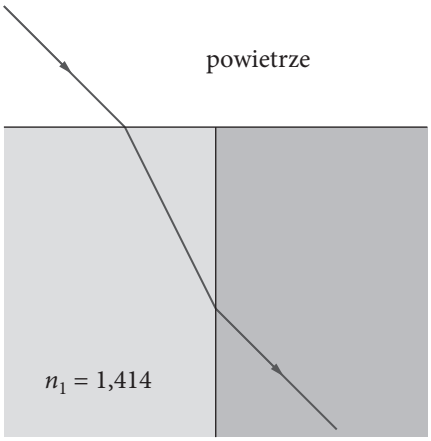
Zadanie 13. (0–2)
Małe źródło światła umieszczono w ognisku soczewki rozpraszającej, w odległości 8 cm przed tą soczewką.

a) Ustal, w jakiej odległości od soczewki powstanie obraz źródła.

b) Narysuj dalszy bieg promienia przedstawionego na rysunku.



Zadanie 14.
Światło biegnie w powietrzu i pada pod kątem 45° na powierzchnię bloku szkła o współczynniku załamania 1,414 (jak na rysunku).



Zadanie 14.1. (0–3)

Ustal, jaki współczynnik załamania powinien mieć drugi blok szkła (z prawej strony rysunku), aby światło biegło w nim w tym samym kierunku, w jakim biegnie w powietrzu. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. Przyjmij $\sqrt{2} = 1{,}414$.

Zadanie 14.2. (0–3)

Załóżmy, że dwa bloki szklane mają współczynniki załamania $n_1 = 1{,}414$ i $n_2 = 1{,}601$.

Oblicz kąt graniczny dla światła biegnącego w drugim bloku i padającego na powierzchnię graniczną między blokami. Wynik podaj z dokładnością do 1°.

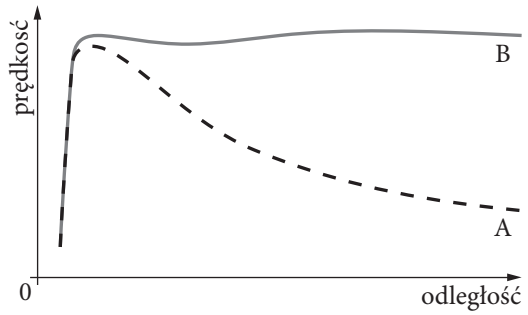
Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	13	14.1	14.2
	Maks. liczba pkt	2	3	3
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 15.

TAJEMNICZA CIEMNA MATERIA

[...] Innymi obiektami, bardzo ważnymi w kontekście ciemnej materii, są galaktyki spiralne. Widoczna w nich materia (gwiazdy, gaz, pył) rotuje w płaszczyźnie dysku wokół centrum galaktyki. Galaktyki takie przez teleskop widziane są jako płaskie, cienkie obiekty o pięknej, spiralnej strukturze. Można zmierzyć prędkość rotacji materii w galaktyce (wykorzystując efekt Dopplera) i sporządzić wykres zależności tej prędkości od odległości od centrum galaktyki. Wykres zależności jest krzywą rotacji galaktyki, bardzo ważną dla badania jej dynamiki.

W 1970 roku astronomowie Vera Rubin oraz W. Kent Ford zaobserwowali, że krzywa rotacji galaktyki spiralnej M31 jest w przybliżeniu płaska. Późniejsze obserwacje wykazały, że galaktyk o płaskiej krzywej rotacji jest więcej. Dlaczego było to ważne i zaskakujące? Ponieważ, obserwując galaktyki spiralne, widzimy, że ich obszary centralne są bardzo jasne w porównaniu z obszarami znajdującymi się nieco dalej od centrum. To sugeruje, że materia w tych galaktykach powinna być skupiona w centrum, a w związku z tym materia w zewnętrznych obszarach powinna poruszać się w przybliżeniu tak, jakby znajdowała się już poza masą wytwarzającą pole grawitacyjne. Powinna więc mieć krzywą rotacji, w której prędkość zmniejsza się wraz ze wzrostem odległości od centrum galaktyk, czyli jest keplerowska. Natomiast płaska krzywa rotacji, czyli taka, w której prędkość nie zmienia się wraz z promieniem, sugerowała, że w galaktykach spiralnych powinna znajdować się materia nieświecąca – szczególnie dużo powinno być jej w zewnętrznych częściach tych galaktyk.



Rys. Schematyczne przedstawienie krzywych rotacji: B – krzywa rotacji płaska, obserwowana dla wielu galaktyk spiralnych; A – krzywa rotacji keplerowska, taka, jakiej oczekiwano na podstawie obserwacji jasności galaktyk

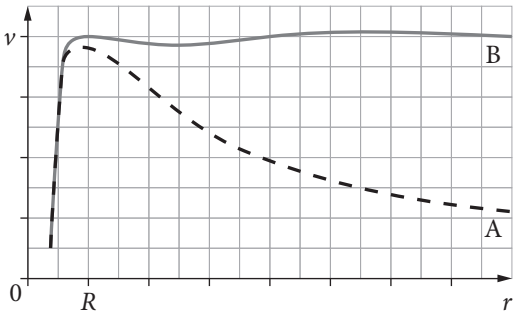
Joanna Jałocha, *Tajemnicza ciemna materia*, „Neutrino" 31/2015

Zadanie 15.1. (0–1)
Oceń prawdziwość zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Krzywa A na wykresie przedstawia krzywą rotacji galaktyki M31.	**P**	**F**
2.	Pomiar prędkości rotacji materii w galaktyce wymaga rejestracji długości fal świetlnych emitowanych przez materię galaktyki.	**P**	**F**
3.	W galaktyce spiralnej ciemna materia znajduje się głównie w centralnej części galaktyki.	**P**	**F**

Zadanie 15.2. (0–4)

W odległości R od centrum galaktyki prędkość rotacji na wykresach A i B jest jeszcze w przybliżeniu taka sama, równa v.



Załóż, że dla tej galaktyki prawdziwe są prawa słuszne dla obiektów o symetrii sferycznej, a następnie:

a) wyprowadź wzór $M = \frac{v^2 R}{G}$ (skorzystaj z prawa grawitacji Newtona);

b) oszacuj masę materii w obszarze o promieniu $4R$ od środka galaktyki, korzystając z krzywych rotacji A i B. W odpowiedzi podaj wartości ilorazów $\frac{M_A}{M}$ i $\frac{M_B}{M}$;

c) oszacuj masę ciemnej materii M_C w tej galaktyce wewnątrz sfery o promieniu $4R$. W odpowiedzi podaj $\frac{M_C}{M}$.

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	15.1	15.2
	Maks. liczba pkt	1	4
	Uzyskana liczba pkt		

BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)