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

16 MAJA 2016

Godzina rozpoczęcia: 9:00

Czas pracy: 150 minut

Liczba punktów do uzyskania: 60

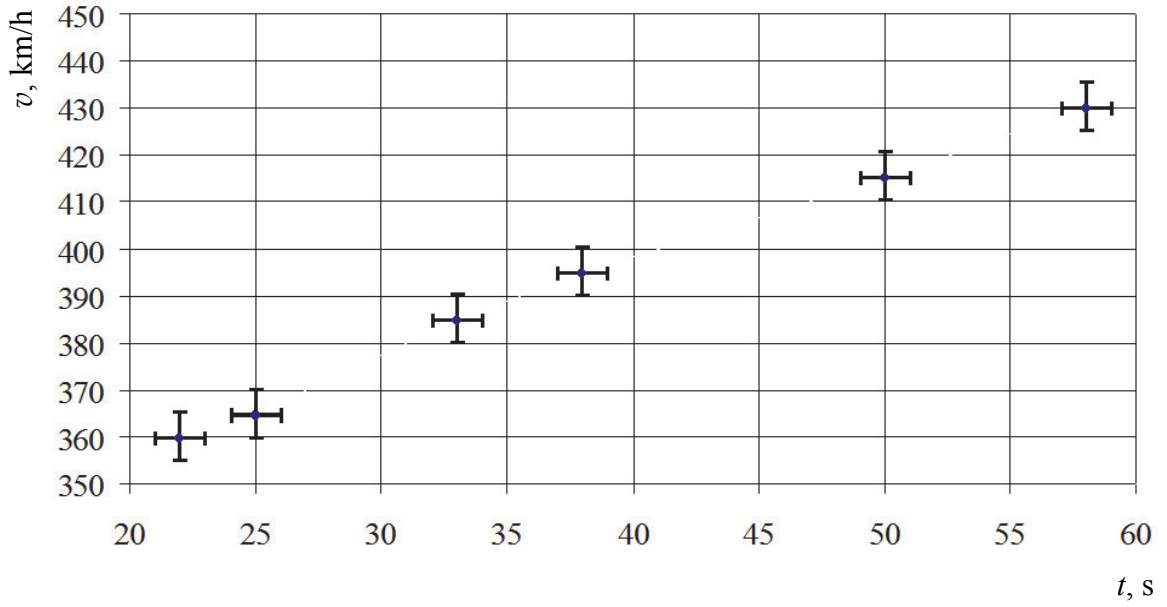
Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 15 stron (zadania1–8). 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-162

Zadanie 1. Superszybki pociąg *(8 pkt)*

Na poniższym wykresie zaznaczono kilka wartości prędkości chwilowej zmierzonych w czasie ruchu pociągu. Zaznaczono też niepewności odczytu zarówno czasu, jak i prędkości.



Zadanie 1.1. *(2 pkt)*

Czy dane przedstawione na wykresie są zgodne z hipotezą, według której pociąg poruszał się ze stałym przyspieszeniem? Dorysuj na wykresie odpowiednią linię i na tej podstawie podaj odpowiedź wraz z uzasadnieniem.

Zadanie 1.2. *(2 pkt)*

Zakładając, że pociąg poruszał się ze stałym przyspieszeniem, i korzystając z danych zawartych na wykresie, oblicz przyspieszenie pociągu. Wynik wyraź w $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Zadanie 1.3 ***(2 pkt)***

Na podstawie danych zawartych na wykresie oblicz drogę przebytą przez pociąg w czasie od $t = 25$ s do $t = 50$ s.

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

W superszybkich pociągach typu maglev wykorzystuje się technologię magnetycznej lewitacji. Pociągi nie jadą na kołach, ale poruszają się na „poduszkach magnetycznych", unoszone siłami pochodzącymi od potężnych elektromagnesów umieszczonych na spodzie wagonów i w torach. W takich elektromagnesach wykorzystuje się zjawisko nadprzewodnictwa (zanik oporu elektrycznego niektórych substancji w niskich temperaturach).

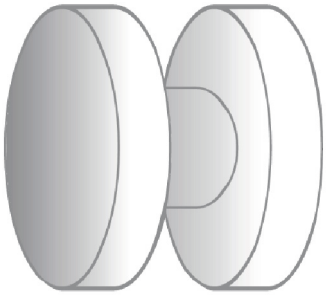
Określ poprawność stwierdzeń opisujących nadprzewodniki i lewitację pociągu. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli stwierdzenie jest fałszywe.

1.	W nadprzewodnikach przepływ prądu nie powoduje nagrzewania się materiału.	**P**	**F**
2.	Nadprzewodniki są szeroko stosowane przy przesyłaniu prądu do odbiorców indywidualnych.	**P**	**F**
3.	Jeśli jedna zwojnica jest umieszczona na przedłużeniu drugiej (ich osie się pokrywają), to odpychanie wystąpi wtedy, gdy prąd w obu zwojnicach płynie z tym samym zwrotem.	**P**	**F**
4.	Pociąg lewituje, ponieważ siła odpychania magnetycznego między pociągiem a torowiskiem jest równa ciężarowi pociągu.	**P**	**F**

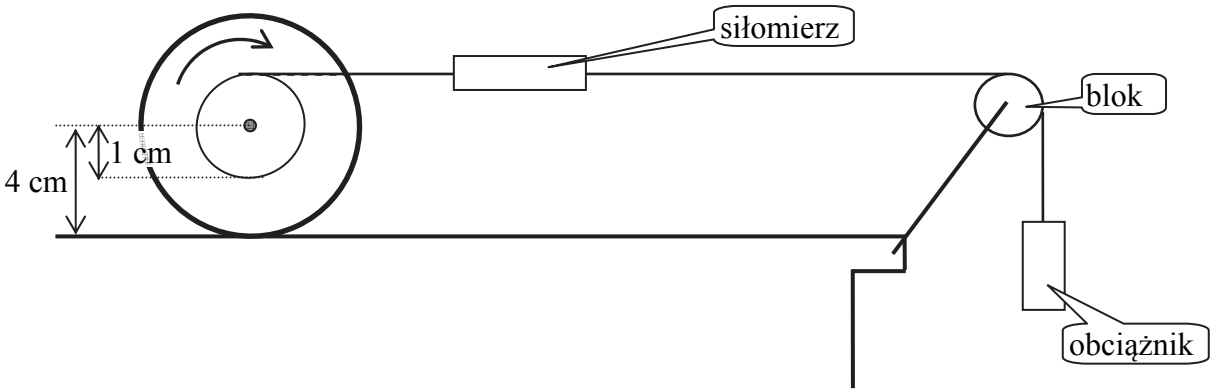
Wypełnia egzaminator	**Nr zadania**	**1.1.**	**1.2.**	**1.3.**	**1.4.**
	Maks. liczba pkt	**2**	**2**	**2**	**2**
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 2. Krążek *(7 pkt)*

Uczniowie przeprowadzili doświadczenie mające na celu obserwację toczenia się krążka po powierzchni płaskiej. Krążek jest bryłą składającą się z trzech jednorodnych walców. Dwa z nich są jednakowe – każdy o masie 0,2 kg i promieniu 4 cm. Masa trzeciego walca wynosi 0,02 kg, a jego promień jest równy 1 cm. Na rysunku obok pokazano kształt krążka.



Na środkowy walec nawinięto nić, na której zainstalowano siłomierz mierzący siłę naciągu. Nić przełożono przez blok (mogący się obracać bez tarcia) i zawieszono na niej obciążnik w postaci pojemnika, do którego można było wsypywać dowolną ilość sypkiego produktu (np. piasku) i w ten sposób regulować naciąg nici. Gdy zestaw puszczono, obciążnik zaczął opadać, a krążek – toczyć się po poziomym stole. Na poniższym rysunku przedstawiono całość układu doświadczalnego.



Zadanie 2.1. *(1 pkt)*

Podczas ruchu krążka i obciążnika siła mierzona przez siłomierz była

A. większa od ciężaru obciążnika.
B. równa ciężarowi obciążnika.
C. mniejsza od ciężaru obciążnika.

Zaznacz poprawne zakończenie powyższego zdania i uzasadnij dokonany wybór.

uzasadnienie

Zadanie 2.2. *(2 pkt)*

Wykaż, że moment bezwładności krążka względem jego osi wynosi w przybliżeniu $3{,}2 \cdot 10^{-4}$ kg·m^2.

Dla jednorodnego walca o masie m i promieniu R moment bezwładności względem jego osi opisany jest wzorem $I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2$.

Zadanie 2.3. *(4 pkt)*

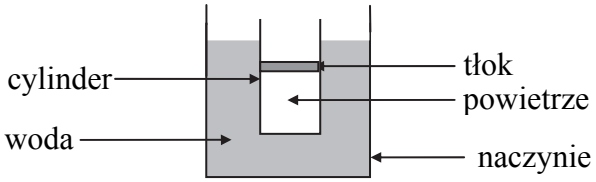
Dane są: masa obciążnika 50 g oraz moment bezwładności krążka względem jego osi $3{,}2 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{kg \cdot m^2}$. Obciążnik i krążek początkowo były nieruchome, a po ich puszczeniu przesunęły się o 60 cm. Oblicz końcową prędkość obciążnika. Pomiń opory ruchu i masę bloku, przez który przełożono nić.

Wskazówka: Energia kinetyczna ciała sztywnego jest równa sumie energii kinetycznej środka masy ciała oraz energii kinetycznej ruchu obrotowego wokół środka masy.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.1.	2.2.	2.3.
	Maks. liczba pkt	1	2	4
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 3. Zero bezwzględne (*3 pkt*)

Używając małego metalowego cylindra zamkniętego tłokiem, który mógł poruszać się praktycznie bez tarcia, wykonano doświadczenie w układzie przedstawionym na rysunku.



Gdy wodę w naczyniu podgrzano od temperatury 22 °C do 68 °C, tłok przesunął się w górę. Ustalono, że objętość powietrza zamkniętego tłokiem zwiększyła się od 125 cm^3 do 144 cm^3.

Wyznacz, korzystając tylko z podanych informacji oraz z własności przemian gazowych, temperaturę zera bezwzględnego w skali Celsjusza.

Zadanie 4. Kostki lodu *(7 pkt)*

Wodę o temperaturze 25 °C schłodzono przez wrzucenie do niej kostek lodu wyjętych z zamrażalnika. Temperatura wewnątrz zamrażalnika wynosiła –8 °C. Do szklanki zawierającej 200 cm^3 wody wrzucono 80 g lodu w kostkach. Po pewnym czasie napój (pomijamy niestopione części kostek) osiągnął średnią temperaturę 10 °C.

Zadanie 4.1. *(3 pkt)*

Poniżej opisano krótko trzy procesy związane ze schładzaniem napoju kostkami lodu. Przeczytaj je uważnie, a następnie każdy z tych procesów wyjaśnij.

I. Wrzucona do wody kostka lodu o początkowej temperaturze –8 °C staje się cieplejsza na swej powierzchni, natomiast we wnętrzu pozostaje zimniejsza. Po pewnym czasie kostka osiąga temperaturę 0 °C w całej objętości.

Wyjaśnienie:

II. Aby przyspieszyć schłodzenie napoju, należy go wymieszać.

Wyjaśnienie:

III. Masa kostek lodu pływających w wodzie zmniejsza się w miarę upływu czasu.

Wyjaśnienie:

Zadanie 4.2. *(4 pkt)*

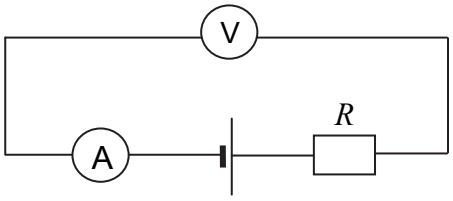
Po wymieszaniu wody z lodem w pewnym momencie otrzymujemy napój o temperaturze 10 °C z pływającymi w nim niestopionymi kostkami lodu o temperaturze 0 °C. Oblicz, jaką część masy całości stanowią niestopione kostki lodu. Pomiń przepływ ciepła z otoczenia do szklanki.

Dane są: gęstość wody $\rho = 1\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$, ciepło właściwe wody $c_\mathrm{w} = 4{,}2\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g\cdot K}}$, ciepło właściwe lodu $c_\mathrm{L} = 2{,}1\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g\cdot K}}$ oraz ciepło topnienia lodu $q = 330\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g}}$.

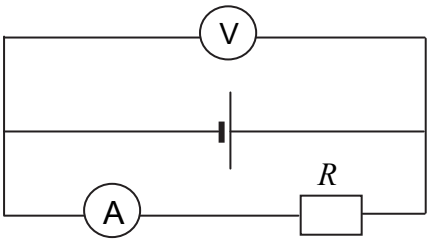
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.	4.1.	4.2.
	Maks. liczba pkt	3	3	4
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 5. Ogniwa *(10 pkt)*

Pojedyncze ogniwo typu „paluszek” ma siłę elektromotoryczną równą około 1,5 V. W celu pomiaru SEM i oporu wewnętrznego ogniwa wykonano dwa pomiary w obwodach I i II przedstawionych na schematach. Obwody te różnią się sposobem połączenia elementów, ale zawierają to samo ogniwo oraz te same: woltomierz, amperomierz i opornik. Przyjmujemy, że opór amperomierza jest równy 0.



obwód I



obwód II

Wyniki pomiarów zapisano w tabeli.

	obwód I	obwód II
napięcie U, V	1,55	1,53
natężenie prądu I, mA	0	51

Zadanie 5.1. *(1 pkt)*

Wyjaśnij, dlaczego w obwodzie I płynął prąd o tak małym natężeniu, że amperomierz ustawiony nawet na najmniejszy zakres pomiarowy wskazał zero.

Zadanie 5.2. *(2 pkt)*

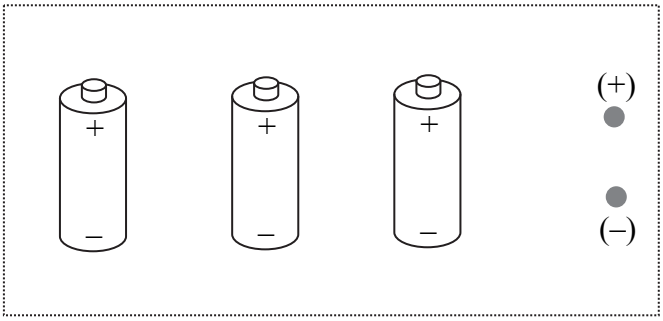
Oblicz opór opornika znajdującego się w obwodach.

Zadanie 5.3. *(2 pkt)*

Oblicz SEM i opór wewnętrzny ogniwa.

Zadanie 5.4. *(1 pkt)*

Na rysunku poniżej dorysuj przewody łączące ze sobą ogniwa i bieguny (+) i (–) baterii, tak aby jej SEM wynosiła ok. 4,5 V. Napisz nazwę tego połączenia.



Jest to połączenie

.....

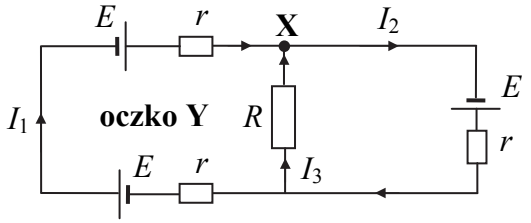
Zadanie 5.5. *(1 pkt)*

Napisz, jak należy połączyć ze sobą trzy opisane ogniwa, aby zasilana z tych ogniw żarówka dostosowana do napięcia 1,5 V świeciła dłużej niż analogiczna żarówka zasilana z jednego ogniwa.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.	5.5.
	Maks. liczba pkt	1	2	2	1	1
	Uzyskana liczba pkt					

Zadanie 5.6. ***(3 pkt)***

Trzy jednakowe ogniwa o oporach wewnętrznych r włączono do obwodu razem z oporem R jak na poniższym schemacie, na którym oznaczono także prądy płynące w obwodzie.



Zapisz równania przedstawiające:

a) I prawo Kirchhoffa dla węzła **X**.

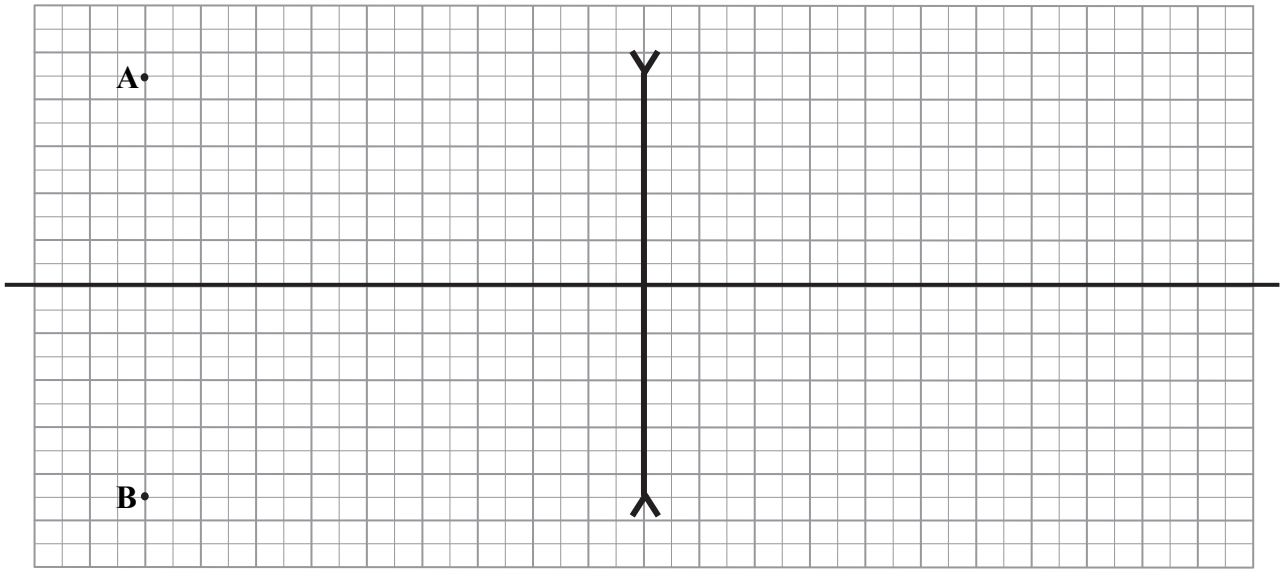
b) II prawo Kirchhoffa dla oczka **Y**.

Zadanie 6. Soczewka rozpraszająca ***(8 pkt)***

Dwa punkty A i B znajdują się w odległości 12 mm od siebie, a obrazy A' i B' tych punktów widziane przez soczewkę rozpraszającą znajdują się we wzajemnej odległości równej 4 mm.

Zadanie 6.1. ***(2 pkt)***

Na podstawie podanych informacji zaznacz na poniższym rysunku opisane obrazy A' i B'. Zachowaj proporcje wielkości i położenia obrazów.



obliczenia pomocnicze

Zadanie 6.2. ***(3 pkt)***

Uzupełnij rysunek do zadania 6.1. tak, aby przedstawić bieg promieni ilustrujący powstawanie obrazu A'. Na podstawie tej konstrukcji zaznacz ogniska soczewki.

Zadanie 6.3. ***(3 pkt)***

Oglądany obraz powstaje w odległości 10 cm od soczewki. Wykaż, że zdolność skupiająca soczewki jest równa około –6,7 dioptrii.

Zadanie 7. Deuter ***(6 pkt)***

Podczas pierwszego etapu reakcji termojądrowej dwa jądra deuteru ^{2}H łączą się w jądro trytu ^{3}H i wydziela się przy tym bardzo duża ilość energii.

Zadanie 7.1. ***(1 pkt)***

Uzupełnij schemat, tak aby otrzymać równanie opisanej reakcji.

$$^{2}H + {}^{2}H \rightarrow {}^{3}H + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Zadanie 7.2. ***(2 pkt)***

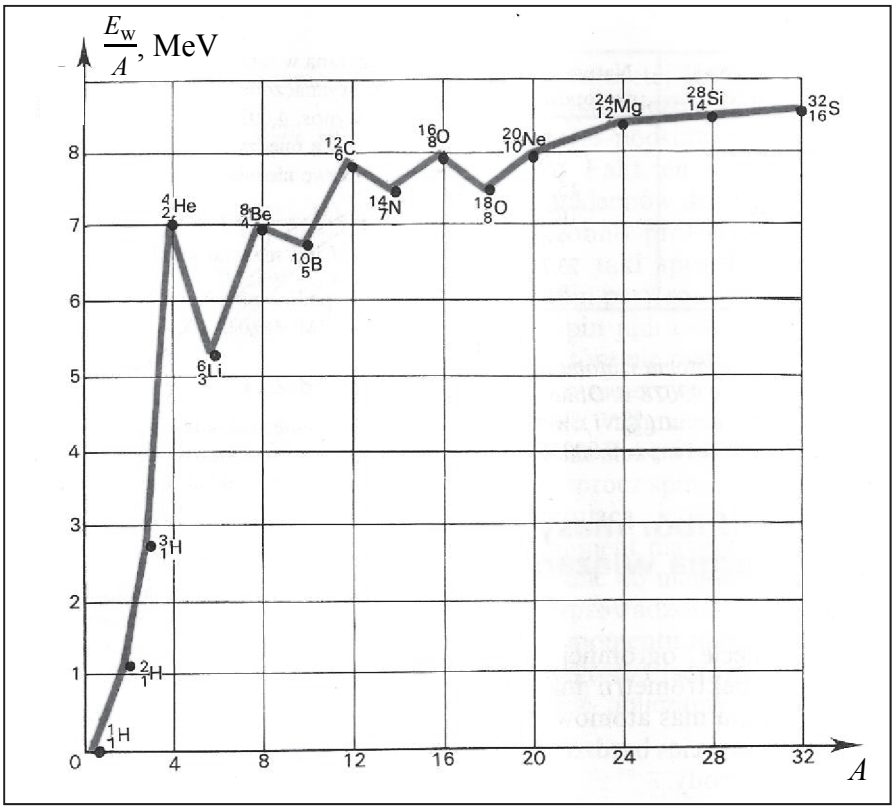
Przyjmijmy, że opisana reakcja jest podstawą działania elektrowni jądrowej. Oszacuj energię elektryczną, którą można wytworzyć z 1 g deuteru, jeżeli sprawność procesu przemiany energii jest równa 25%, a energia wydzielona podczas reakcji między dwoma jądrami deuteru wynosi 4 MeV. Wynik podaj w kilowatogodzinach (kWh).

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.6.	6.1.	6.2.	6.3.	7.1.	7.2.
	Maks. liczba pkt	3	2	3	3	1	2
	Uzyskana liczba pkt						

Zadanie 7.3. *(3 pkt)*

Na poniższym wykresie na osi pionowej odłożona jest energia wiązania pojedynczego nukleonu, czyli iloraz energii wiązania jądra E_w przez liczbę nukleonów A. Na osi poziomej jest odłożona liczba nukleonów.

Na podstawie analizy wykresu wykaż, że energia wydzielona podczas reakcji opisanej na poprzedniej stronie wynosi około 4 MeV.



Praca zbiorowa pod redakcją Maksymiliana Piłata, *Fizyka z astronomią IV*, Warszawa 1990.

Zadanie 8. Wiatr słoneczny *(11 pkt)*

Wiatr słoneczny to strumień naładowanych cząstek, głównie protonów, elektronów i jąder helu wypływających z zewnętrznej części atmosfery Słońca, zwanej koroną słoneczną. Cząstki te poruszają się z ogromnymi prędkościami, pozwalającymi oddalić się od Słońca dowolnie daleko.

Zadanie 8.1. ***(3 pkt)***

Elektrony wiatru słonecznego poruszają się z prędkościami od 200 do 900 km/s. W wyniku oddziaływania cząsteczek gazu magnetosfery Ziemi z tymi elektronami emitowane są fotony. Zielona zorza polarna to efekt świecenia tlenu, a długość fali tego światła wynosi 558 nm. Wykaż, wykonując odpowiednie obliczenia, że elektrony docierające do magnetosfery z wiatrem słonecznym mogą wywołać zjawisko zielonej zorzy polarnej.

Zadanie 8.2. **(*1 pkt*)**

Uzasadnij, dlaczego można obliczyć energię kinetyczną elektronów wiatru słonecznego (zob. zad. 8.1.) bez wykorzystania wzorów relatywistycznych.

Zadanie 8.3. ***(2 pkt)***

Na rysunku obok dorysuj przybliżony przebieg linii pola magnetycznego Ziemi i na podstawie rysunku uzasadnij, dlaczego zorze polarne są obserwowane głównie w okolicy biegunów.

uzasadnienie



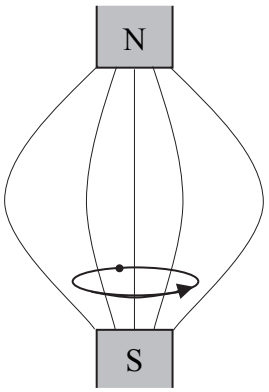
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	7.3.	8.1.	8.2.	8.3.
	Maks. liczba pkt	3	3	1	2
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 8.4. ***(3 pkt)***

Wartość indukcji pola magnetycznego w pobliżu biegunów wynosi około 40 μT. Przyjmijmy, że kierunek prędkości protonów wiatru słonecznego jest prostopadły do linii pola magnetycznego, a wartość prędkości wynosi 600 km/s. Oblicz promień okręgu, po którym poruszają się te protony.

Zadanie 8.5. ***(2 pkt)***

Linie pola magnetycznego pewnego magnesu przedstawiono na rysunku obok. W tym polu porusza się cząstka naładowana, po torze początkowo zbliżonym do okręgu położonego blisko bieguna S (patrz rysunek). Zaznacz poprawne uzupełnienie poniższego zdania i uzasadnij dokonany wybór. Rolę siły grawitacji należy pominąć.



Po pewnym czasie cząstka

A. będzie nadal się poruszać po tym samym okręgu.
B. zacznie się przemieszczać w stronę bieguna N.
C. zacznie się przemieszczać w stronę bieguna S.

uzasadnienie

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	8.4.	8.5.
	Maks. liczba pkt	3	2
	Uzyskana liczba pkt		

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*