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 2010

WPISUJE ZDAJĄCY

KOD | **PESEL**

Miejsce na naklejkę z kodem

EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI I ASTRONOMII

POZIOM ROZSZERZONY

MAJ 2013

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 14 stron (zadania 1 – 6). 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.

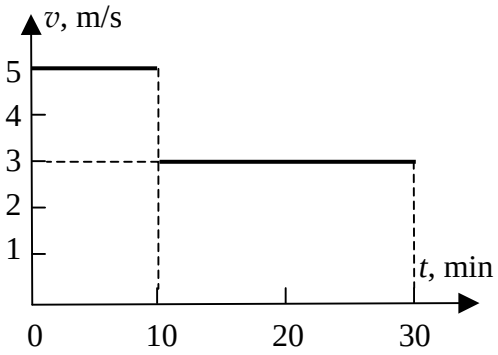
Czas pracy: 150 minut

Liczba punktów do uzyskania: 60

MFA-R1_1P-132

Zadanie 1. Motorówka *(9 pkt)*

Na wykresie przedstawiono zależność wartości prędkości motorówki względem brzegu od czasu. Motorówka pływała wzdłuż prostoliniowego brzegu rzeki z prądem i pod prąd. Przez cały czas silnik motorówki pracował z pełną mocą i wartość prędkości motorówki względem wody była stała. Prędkość wody w rzece także była stała i mniejsza od prędkości motorówki względem wody.



Zadanie 1.1 *(2 pkt)*

Oblicz drogę, jaką przebyła motorówka w czasie 30 minut ruchu.

Zadanie 1.2 *(2 pkt)*

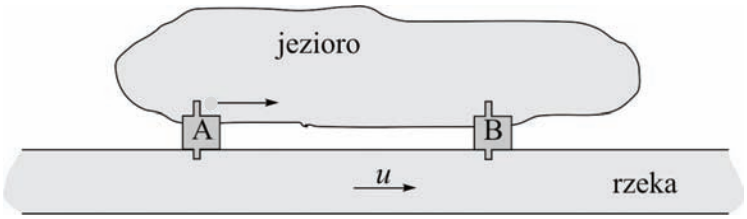
Oblicz wartość prędkości motorówki względem wody.

Zadanie 1.3 *(3 pkt)*

Narysuj wykres zależności położenia x motorówki od czasu t. Przyjmij, że oś x jest zwrócona zgodnie z nurtem rzeki, a ruch rozpoczyna się w punkcie $x_0 = 0$.

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

Zadanie 1.4 *(2 pkt)*



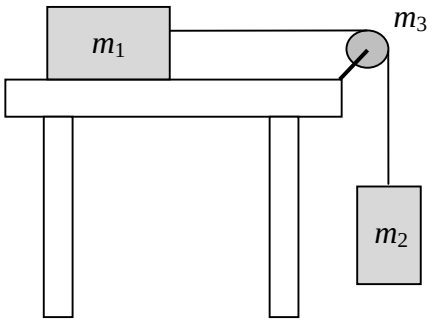
Z przystani **A** wyruszają jednocześnie z jednakową i stałą prędkością v względem wody dwie motorówki. Jedna płynie po jeziorze, a druga – po rzece płynącej z **A** do **B** z prędkością u względem brzegu. Po dopłynięciu do przystani **B** motorówki zawracają.
Ustal, która motorówka wcześniej powróci do przystani **A**. Odpowiedź uzasadnij, zapisując odpowiednie zależności.

Zadanie 2. Dwie skrzynki i blok *(9 pkt)*

Do krawędzi stołu przymocowany jest blok nieruchomy, będący jednorodnym krążkiem o masie m_3, obracającym się bez tarcia. Przez blok przełożona jest bardzo lekka i nierozciągliwa linka, której jeden koniec doczepiony jest do skrzynki o masie m_1, a drugi – do skrzynki o masie m_2. Pierwsza skrzynka leży na stole, a druga wisi na lince (rys. poniżej). Współczynnik tarcia pierwszej skrzynki o stół oznaczamy jako μ (bez rozróżnienia współczynników tarcia statycznego i kinetycznego). Moment bezwładności jednorodnego krążka (lub walca) względem jego osi wyraża się wzorem $I = \frac{1}{2}mR^2$, gdzie R jest promieniem krążka, a m – jego masą. W chwili początkowej obie skrzynki były nieruchome.

Zadanie 2.1 *(2 pkt)*

Skrzynki zaczęły się poruszać. Dorysuj i opisz wektory sił działających na obydwie skrzynki wzdłuż ich kierunków ruchu.



Opis

Zadanie 2.2 *(3 pkt)*

Wykaż, że podczas ruchu skrzynek ich przyspieszenie można wyrazić wzorem

$$a = \frac{m_2 - \mu m_1}{m_1 + m_2 + \frac{1}{2}m_3} \cdot g$$

Skorzystaj ze wzorów wyrażających II zasadę dynamiki dla bloku, pierwszej i drugiej skrzynki.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2
	Maks. liczba pkt	2	2	3	2	2	3
	Uzyskana liczba pkt						

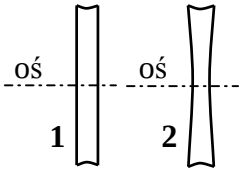
Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 2.3 *(1 pkt)*

Blok zastąpiono innym – o tej samej masie i promieniu, ale cieńszym bliżej osi, a grubszym na obrzeżu. Oba bloki są wykonane z jednorodnego materiału, a obok zostały przedstawione w przekroju. Określ, czy zastąpienie bloku 1 przez blok 2 spowodowało wzrost przyspieszenia układu, czy spadek, czy też przyspieszenie się nie zmieniło. Uzasadnij odpowiedź.



Zadanie 2.4 *(2 pkt)*

Oblicz wartość przyspieszenia określonego wzorem z zadania 2.2 dla następujących danych: $m_1 = 2$ kg, $m_2 = 0{,}4$ kg, $m_3 = 0{,}5$ kg, $\mu = 0{,}3$.
Zinterpretuj otrzymany wynik, uwzględniając fakt, że skrzynki początkowo spoczywały.

Zadanie 2.5 *(1 pkt)*

Oznaczmy przez N_1 siłę napięcia poziomego odcinka linki, a przez N_2 – siłę napięcia pionowego odcinka linki. Podkreśl właściwe wyrażenia w poniższych zdaniach.

Gdy układ pozostaje w równowadze, siła N_1 jest (*większa od siły* N_2 / *mniejsza od siły* N_2 / *równa sile* N_2).

Jeśli wisząca skrzynka (o masie m_2) zaczęła opadać, to siła N_1 jest (*większa od siły* N_2 / *mniejsza od siły* N_2 / *równa sile* N_2).

Zadanie 3. Gaz doskonały *(9 pkt)*

Gazy rzeczywiste w pewnym zakresie parametrów można traktować jak gaz doskonały (idealny). Temperatura gazu doskonałego T jest proporcjonalna do średniej energii kinetycznej ruchu postępowego jego cząsteczek. Dla gazu doskonałego spełnione jest równanie Clapeyrona.

Zadanie 3.1 *(1 pkt)*

Uzupełnij zdania, podkreślając poprawne stwierdzenia, tak aby opisywały gaz według modelu gazu doskonałego.

1. Rozmiary cząsteczek i zajmowaną przez nie objętość *uwzględniamy / pomijamy.*
2. Cząsteczki gazu oddziałują ze sobą *tylko podczas zderzeń / także na odległość.*
3. Zderzenia cząsteczek ze sobą i ściankami naczynia są *sprężyste / niesprężyste.*

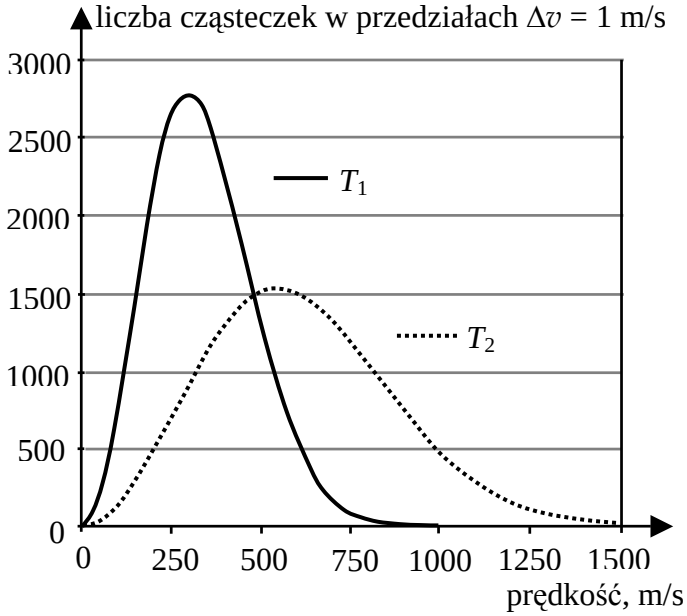
Zadanie 3.2 *(1 pkt)*

Powietrze jest mieszaniną gazów, m.in. tlenu O_2 (masa molowa 32 g/mol), azotu N_2 (masa molowa 28 g/mol) i argonu Ar (masa molowa 40 g/mol). Określ zależność między średnimi prędkościami tych cząsteczek, wpisując w lukach znaki wybrane spośród =, > i <.

Przez średnią prędkość rozumiemy tu średnią wartość wektora prędkości.

$$v_{argonu} \ \ldots \ v_{tlenu} \ \ldots \ v_{azotu}$$

Zadanie 3.3 *(1 pkt)*



Podane wyżej wykresy przedstawiają tzw. rozkład Maxwella.
Na osi pionowej odłożono liczbę cząsteczek gazu, których wartości prędkości leżą w przedziale od v do $v + \Delta v$, dla szerokości przedziału Δv równej 1 m/s. Wykresy wykonano dla jednego miliona cząsteczek gazu o temperaturze T_1 i o temperaturze T_2.
Podaj, która z temperatur T_1 i T_2 jest wyższa. Uzasadnij odpowiedź.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3
	Maks. liczba pkt	1	2	1	1	1	1
	Uzyskana liczba pkt						

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

Zadanie 3.4 *(2 pkt)*

Jeden mol gazu doskonałego o temperaturze początkowej t_1 = 27 °C i ciśnieniu początkowym p_1 = 1000 hPa ogrzano izobarycznie o 300 °C, a następnie izochorycznie o kolejne 300 °C. Oblicz końcowe ciśnienie gazu p_3.

Informacja do zadań 3.5 i 3.6

Dla gazu rzeczywistego zamiast równania Clapeyrona stosuje się równanie van der Waalsa, które dla n moli gazu ma postać $\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right) \cdot (V - bn) = nRT$. Współczynniki a i b uwzględniają odstępstwa od modelu gazu doskonałego dla gazów rzeczywistych i zależą od rodzaju gazu, np. dla dwutlenku węgla wynoszą odpowiednio $a = 0,36 \frac{\mathrm{N} \cdot \mathrm{m}^4}{\mathrm{mol}^2}$ i $b = 4,3 \cdot 10^{-5} \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{mol}}$.

Zadanie 3.5 *(2 pkt)*

Korzystając z równania van der Waalsa, oblicz ciśnienie 1 mola dwutlenku węgla o temperaturze 300 K, zamkniętego w zbiorniku o objętości 2 dm^3.

Zadanie 3.6 *(2 pkt)*

Przyjmijmy, że gaz stosuje się do modelu gazu doskonałego, gdy ciśnienie gazu obliczone z równania Clapeyrona nie różni się od ciśnienia rzeczywistego o więcej niż 10%. Dla 1 mola pewnego gazu rzeczywistego o temperaturze 300 K zamkniętego w zbiorniku o objętości 2 dm^3 ciśnienie jest równe 1,15 MPa. Wykonaj niezbędne obliczenia i ustal, czy ten gaz może być traktowany jak gaz doskonały.

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

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

Zadanie 4. Przepływ ciepła *(11 pkt)*

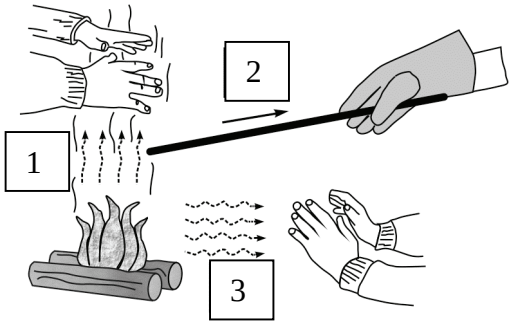
Zadanie 4.1 *(2 pkt)*

Wpisz właściwe nazwy procesów cieplnych oznaczonych na rysunku numerami 1–3.

1. .....

2. .....

3. .....



Informacja do zadań 4.2 – 4.5

Ilość ciepła przepływająca w czasie Δt przez ścianę o grubości d i powierzchni S, gdy różnica temperatur między powierzchniami ściany jest równa ΔT, można opisać wzorem

$$(*) \qquad \Delta Q = k \cdot \frac{S}{d} \cdot \Delta t \cdot \Delta T$$

gdzie k jest współczynnikiem cieplnego przewodnictwa właściwego, zależnym od materiału ściany. Zakładamy, że temperatura każdego punktu ściany pozostaje stała w czasie.

Zadanie 4.2 *(2 pkt)*

Wyraź jednostkę współczynnika k występującego we wzorze (*) w jednostkach podstawowych układu SI.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.4	3.5	3.6	4.1	4.2
	Maks. liczba pkt	2	2	2	2	2
	Uzyskana liczba pkt					

Zadanie 4.3 *(1 pkt)*

Wyjaśnij, odwołując się do mikroskopowych własności substancji, dlaczego materiały o porowatej budowie (np.: styropian, gąbka lub puch) są złymi przewodnikami ciepła.

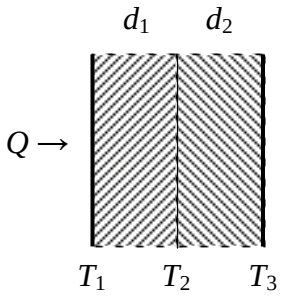
Zadanie 4.4 *(3 pkt)*

Ściana ma powierzchnię 3 m × 5 m i grubość 30 cm, a wykonana jest z cegły ceramicznej, dla której współczynnik cieplnego przewodnictwa właściwego jest równy 0,77 W/(m·K). Oblicz moc cieplną (w watach) wyrażającą szybkość przepływu ciepła przez tę ścianę, gdy wewnątrz budynku temperatura jest równa +20 °C, a na zewnątrz jest równa –10 °C.

Zadanie 4.5 *(3 pkt)*

Ściana składa się z dwóch warstw o grubościach d_1 i d_2 wykonanych z materiałów o współczynnikach cieplnego przewodnictwa właściwego równych odpowiednio k_1 i k_2, a różnica temperatur między zewnętrznymi powierzchniami wynosi $\Delta T = T_1 - T_3$. Wykaż, że prawdziwa jest zależność

$$\Delta Q\left(\frac{d_1}{k_1}+\frac{d_2}{k_2}\right) = S \cdot \Delta t \cdot \Delta T$$



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

Zadanie 5. Agregat prądotwórczy *(12 pkt)*

Do zasilania urządzeń elektrycznych w miejscach pozbawionych stacjonarnych sieci elektrycznych można wykorzystać agregat prądotwórczy, w którym silnik spalinowy obraca prądnicę. Poniżej przedstawiono wybrane dane techniczne takiego agregatu:

- silnik 4-suwowy, benzynowy, o mocy 9,5 kW = 12,9 KM (koni mechanicznych)
- obroty nominalne silnika i prądnicy agregatu 3000 obr/min
- napięcie skuteczne 230 V lub 400 V (zależnie od wyboru zacisków, z których czerpiemy prąd), częstotliwość 50 Hz ± 1 Hz
- maksymalna moc stała (dla długotrwałej pracy agregatu) 5,0 kW
- zużycie paliwa 2,5 l/h (litrów na godzinę) przy pobieraniu 2/3 maksymalnej mocy stałej
- poziom natężenia hałasu 70 dB (w odległości 10 m od agregatu).

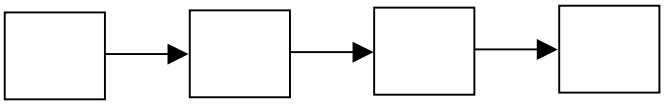
Zadanie 5.1 *(1 pkt)*

Podaj nazwę zjawiska fizycznego będącego podstawą działania prądnicy prądu przemiennego.

Zadanie 5.2 *(1 pkt)*

Wpisz w odpowiedniej kolejności cyfry odpowiadające wymienionym wielkościom, tak aby schemat poprawnie przedstawiał przemiany energetyczne w pracującym agregacie.

1 – energia mechaniczna, 2 – ciepło, 3 – energia elektryczna, 4 – energia chemiczna



Zadanie 5.3 *(2 pkt)*

Koń mechaniczny (KM) jest jedną ze stosowanych jednostek mocy. 1 KM to moc urządzenia, które w ciągu 1 s podnosi na wysokość 1 m ciało o pewnej masie *m*. Na podstawie tych informacji oraz podanego we wprowadzeniu przeliczenia mocy silnika na KM oblicz masę *m*.

Wypełnia egzaminator	**Nr zadania**	**4.3**	**4.4**	**4.5**	**5.1**	**5.2**	**5.3**
	Maks. liczba pkt	**1**	**3**	**3**	**1**	**1**	**2**
	Uzyskana liczba pkt						

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

Zadanie 5.4 *(2 pkt)*

Oblicz największą skuteczną wartość natężenia prądu, jaki może dostarczyć agregat.

Zadanie 5.5 *(1 pkt)*

Wykaż, że podczas pracy agregatu liczba obrotów silnika spalinowego na minutę może wynosić od 2940 obr/min do 3060 obr/min.

Zadanie 5.6 *(2 pkt)*

Wykaż, że całkowita sprawność agregatu prądotwórczego przy pobieraniu 2/3 maksymalnej mocy stałej wynosi około 16%. W obliczeniach przyjmij, że podczas spalania 1 litra benzyny otrzymuje się ciepło równe 30 MJ.

Zadanie 5.7 *(1 pkt)*

Sprawność mechaniczna silnika benzynowego agregatu prądotwórczego wynosi około 32%, a **całkowita** sprawność agregatu wynosi 16%. Oblicz sprawność prądnicy agregatu.

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

Zadanie 5.8 *(2 pkt)*

Oblicz poziom natężenia hałasu w odległości 1 m od pracującego agregatu. Załóż, że dźwięk rozchodzi się jednakowo we wszystkich kierunkach.

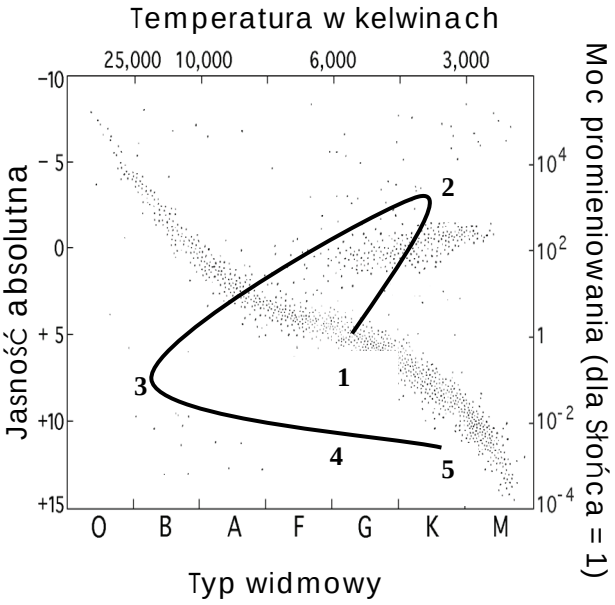
Zadanie 6. Słońce *(10 pkt)*

Przypuszcza się, że Słońce powstało około 4,6 miliarda lat temu z obłoku gazu i pyłu nazywanego protogwiazdą. Po trwającym kilkadziesiąt milionów lat okresie kurczenia się obłoku Słońce stało się gwiazdą ciągu głównego. Zawartość wodoru w jądrze młodego Słońca wynosiła ok. 73%, a obecnie w wyniku ciągu reakcji termojądrowych spadła do 40%. Około 98% energii w Słońcu jest produkowane w cyklu *p-p*, w którym z czterech protonów powstaje jądro helu. Cykl ten jest wydajniejszy w temperaturach jądra gwiazdy rzędu 10^7 K, natomiast w wyższych temperaturach (występujących w gwiazdach o masach większych niż Słońce) bardziej wydajny jest cykl CNO (węglowo-azotowy). Gdy zapasy wodoru się wyczerpią, co nastąpi po kolejnych 5 mld lat, Słońce zmieni się w czerwonego olbrzyma i po odrzuceniu zewnętrznych warstw tworzących mgławicę planetarną zacznie zapadać się pod własnym ciężarem, przeistaczając się w białego karła. Następnie przez wiele miliardów lat będzie nadal stygło, stając się brązowym, a później czarnym karłem.

Zadanie 6.1 *(2 pkt)*

Na wykresie Hertzsprunga-Russella przedstawiono ewolucję Słońca. Uzupełnij opis, wpisując w odpowiedniej kolejności właściwe nazwy etapów ewolucji, odpowiadające numerom na wykresie.

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	6.1
	Maks. liczba pkt	2	1	2	1	2	2
	Uzyskana liczba pkt						

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

Zadanie 6.2 *(2 pkt)*

Uzupełnij schematy reakcji jądrowych cyklu CNO.

$$\overset{\cdots}{\underset{\cdots}{}}p + {}^{12}_{6}\mathrm{C} \rightarrow \overset{\cdots}{\underset{\cdots}{}}\mathrm{N} \rightarrow \overset{\cdots}{\underset{\cdots}{}}\mathrm{C} + \beta^{+} + \nu_e$$

$$\overset{\cdots}{\underset{\cdots}{}}p + \overset{13}{\underset{\cdots}{}}\mathrm{C} \rightarrow \overset{\cdots}{\underset{7}{}}\mathrm{N}$$

$$\overset{\cdots}{\underset{\cdots}{}}p + \overset{\cdots}{\underset{7}{}}\mathrm{N} \rightarrow \overset{15}{\underset{\cdots}{}}\mathrm{O} \rightarrow \overset{15}{\underset{\cdots}{}}\mathrm{N} + \beta^{+} + \nu_e$$

$$\overset{\cdots}{\underset{\cdots}{}}p + \overset{\cdots}{\underset{\cdots}{}}\mathrm{N} \rightarrow {}^{12}_{6}\mathrm{C} + \overset{\cdots}{\underset{\cdots}{}}\mathrm{He}$$

Zadanie 6.3 *(2 pkt)*

Zawarty we wprowadzeniu do zadania opis cyklu *p-p* „z czterech protonów powstaje jądro helu” jest uproszczeniem, w którym pominięto pewne inne cząstki uczestniczące w tym cyklu.

a) Z czterech protonów nie może powstać tylko jądro helu, ani tylko jądro helu oraz energia w postaci kwantów promieniowania elektromagnetycznego lub neutrin. Napisz nazwę prawa fizycznego, które opisuje to ograniczenie.

b) Napisz nazwy dwóch różnych rodzajów lekkich cząstek, które oprócz jądra helu powstają z czterech protonów.

Zadanie 6.4 *(2 pkt)*

Odwołując się do budowy jąder atomowych, wyjaśnij:

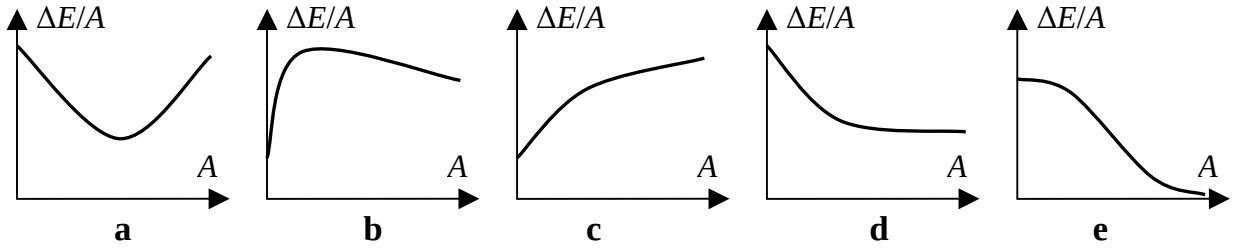
a) dlaczego reakcje syntezy mogą zachodzić tylko w wysokich temperaturach.

b) dlaczego cykl CNO wymaga wyższych temperatur niż cykl *p-p*.

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

Zadanie 6.5 *(2 pkt)*

Iloraz energii wiązania jądra atomowego ΔE przez liczbę masową jądra A nazywamy właściwą energią wiązania jądra. Wybierz i podkreśl poprawny wykres przedstawiający schematycznie zależność właściwej energii wiązania od liczby masowej jąder atomowych.



Napisz, dlaczego energię jądrową możemy uzyskiwać w procesach rozpadu jąder ciężkich i w procesach syntezy jąder lekkich.

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

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.2	6.3	6.4	6.5
	Maks. liczba pkt	2	2	2	2
	Uzyskana liczba pkt				

BRUDNOPIS

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