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.

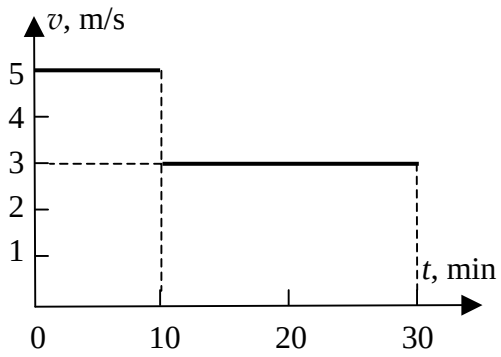
Czas pracy: 150 minut

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.

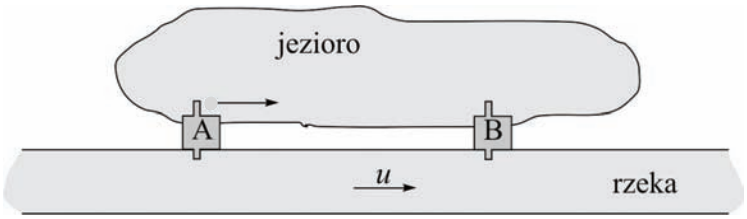
Zadanie 1.2 *(2 pkt)*

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 $x_0 = 0$.

Zadanie 1.4 *(2 pkt)*

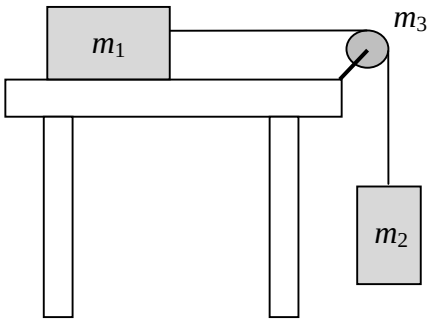


Z przystani **A** wyruszają jednocześnie z jednakową i stałą prędkością v względem wody dwie motorówki. Jedna płynie po jeziorze, a druga – po rzece płynącej z **A** do **B** z prędkością u względem brzegu. Po dopłynięciu do przystani **B** motorówki zawracają.
Ustal, która motorówka wcześniej powróci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

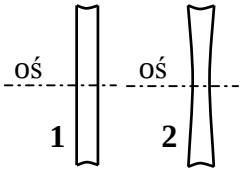
$$a = \frac{m_2 - \mu m_1}{m_1 + m_2 + \frac{1}{2}m_3} \cdot g$$

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						

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, μ = 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.*

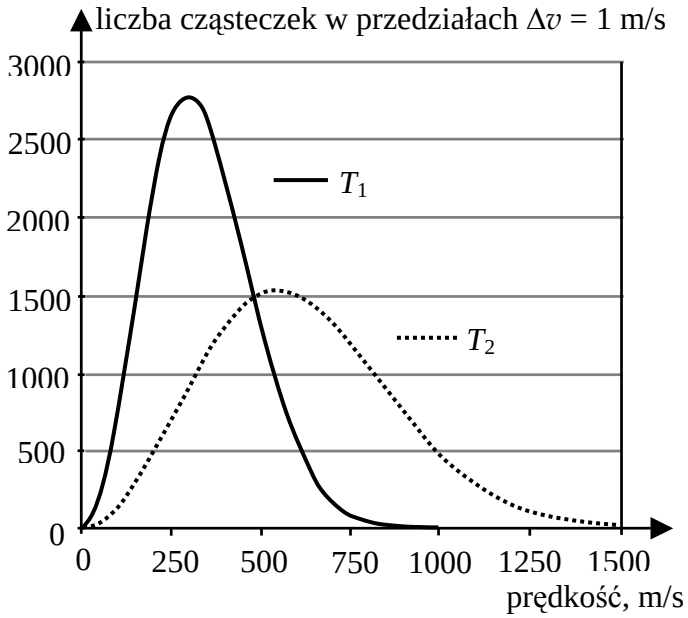
Zadanie 3.2 *(1 pkt)*

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						

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 $\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)\cdot\left(V - bn\right) = nRT$. 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.

Zadanie 4. Przepływ ciepła *(11 pkt)*

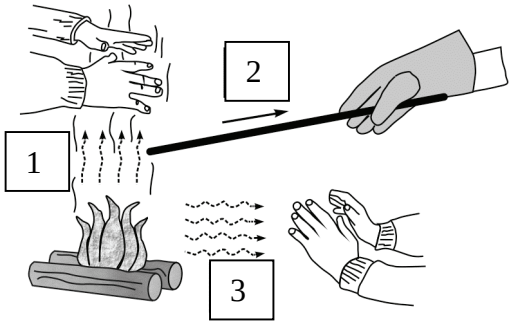
Zadanie 4.1 *(2 pkt)*

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)*

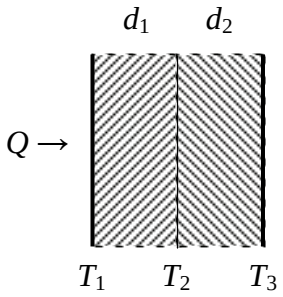
Wyjaśnij, odwołując się do mikroskopowych własności substancji, dlaczego materiały o porowatej budowie (np.: styropian, gąbka lub puch) są złymi przewodnikami ciepła.

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



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

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).

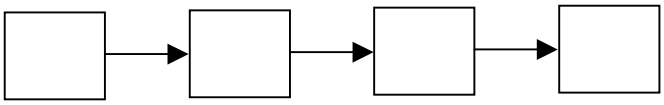
Zadanie 5.1 *(1 pkt)*

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						

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.

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.

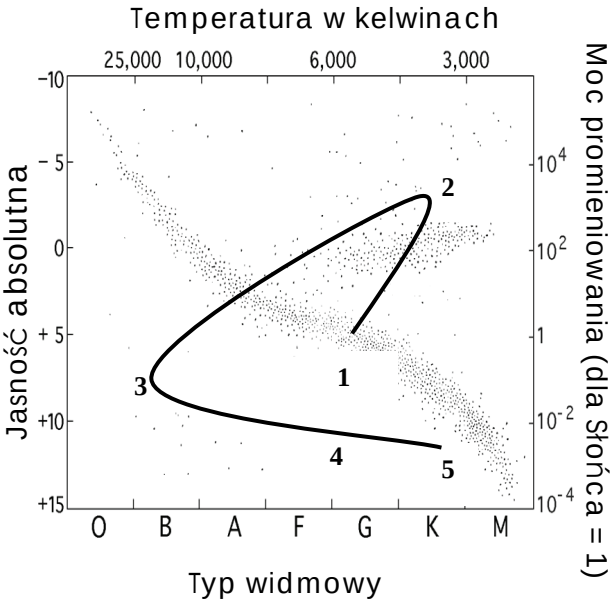
Zadanie 6. Słońce *(10 pkt)*

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						

Zadanie 6.2 *(2 pkt)*

Uzupełnij schematy reakcji jądrowych cyklu CNO.

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

$$ {}^{\cdots}_{\cdots}p + {}^{13}_{\cdots}\mathrm{C} \rightarrow {}^{\cdots}_{7}\mathrm{N} $$

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

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

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)*

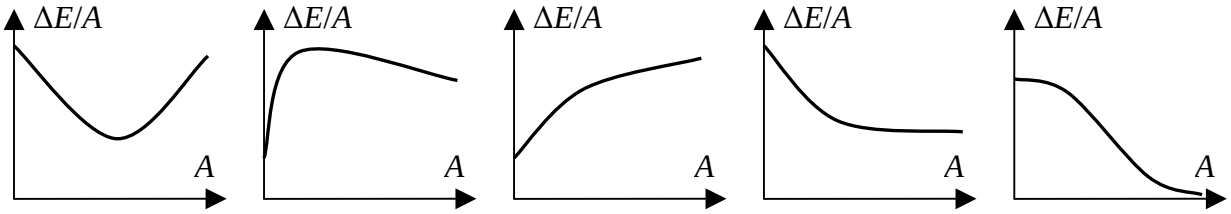
Odwołując się do budowy jąder atomowych, wyjaśnij:

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

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

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.



a **b** **c** **d** **e**

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

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

BRUDNOPIS