



Matura 2010 – zadania z poziomu podstawowego Arkusz 1

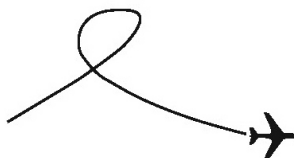
Zadania zamknięte

W zadaniach od 1. do 10. wybierz i zaznacz jedną poprawną odpowiedź.

Zadanie 1. (1 pkt)

Po przelocie samolotu powstaje smuga kondensacyjna spalin, tworząc na niebie ślad (rysunek). Ślad ten przedstawia

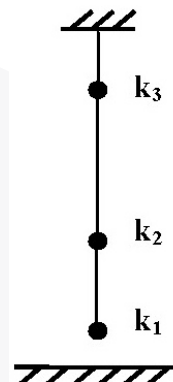
- A. tor.
- B. drogę.
- C. prędkość.
- D. przemieszczenie.



Zadanie 2. (1 pkt)

Do pionowo zawieszzonej nitki przymocowano 3 niewielkie ołowiane kulki. Odległość między stołem a pierwszą kulką wynosiła 10 cm a odległości pomiędzy kolejnymi kulkami wynosiły 30 cm i 50 cm odpowiednio (rysunek). Następnie przecięto sznurek ponad kulką k_3 i kulki zaczęły swobodnie spadać. Czas, po którym pierwsza kulka uderzyła w stół w porównaniu z czasem, jaki upłynął między uderzeniami kolejnych kulek o powierzchnię stołu jest

- A. krótszy niż czas między upadkiem kulek k_2 i k_3 .
- B. najkrótszym z czasów między upadkiem kolejnych kulek.
- C. najdłuższym z czasów między upadkiem kolejnych kulek.
- D. taki sam jak czasy między upadkiem kulek k_1 i k_2 oraz k_2 i k_3 .



Zadanie 3. (1 pkt)

W satelicie krążącym po kołowej orbicie na wysokości znacznie mniejszej od promienia Ziemi, uruchomiony został silnik i wartość prędkości względem Ziemi wzrosła do 11,2 km/h. Satelita ten

- A. będzie poruszał się po orbicie eliptycznej wokół Ziemi.
- B. będzie dalej poruszał się po tej samej orbicie wokół Ziemi.
- C. opuści orbitę okołoziemską a następnie naszą Galaktykę.
- D. opuści orbitę okołoziemską i pozostanie w Układzie Słonecznym.

**Zadanie 4. (1 pkt)**

Jednym z izotopów stosowanych do sterylizacji żywności jest izotop kobaltu ${}_{27}^{60}\text{Co}$. Jest to izotop nietrwały i ulega samorzutnie przemianom β^- . Wskutek tego rozpadu powstaje jądro pierwiastka, którego liczba protonów w jądrze wynosi

- A. 26.
- B. 28.
- C. 32.
- D. 33.

Zadanie 5. (1 pkt)

W półprzewodnikach domieszkowych typu n, w stosunku do półprzewodników samoistnych, mamy do czynienia z

- A. niedoborem dziur.
- B. nadmiarem dziur.
- C. niedoborem elektronów.
- D. nadmiarem elektronów.

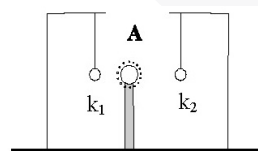
Zadanie 6. (1 pkt)

Spośród przedstawionych poniżej zestawów jednostek wybierz ten, który zawiera tylko podstawowe jednostki układu SI.

- A. mila, kilogram, godzina
- B. kilometr, gram, godzina
- C. metr, kilogram, sekunda
- D. centymetr, gram, sekunda

Zadanie 7. (1 pkt)

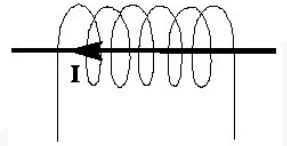
Wykonaną z przewodnika kulkę A naelektryzowano i następnie zbliżono do niej (bez zetknięcia) wiszące na izolujących nitkach metalowe, lekkie, nienaelektryzowane, identyczne kulki k_1 i k_2 . Przy nitkach wiszących pionowo (rysunek) kulki k_1 i k_2 byłyby odległe od kulki A odpowiednio o 5 i 10 cm. Po ustaleniu się stanu równowagi prawdą jest, że nitki, na których zawieszono kulki,



- A. odchyliły się od pionu i kąt odchylenia nitki dla kulki k_1 jest równy kątowi odchylenia nitki dla kulki k_2 .
- B. odchyliły się od pionu i kąt odchylenia nitki dla kulki k_1 jest większy niż kąt odchylenia nitki dla kulki k_2 .
- C. odchyliły się od pionu i kąt odchylenia nitki dla kulki k_1 jest mniejszy niż kąt odchylenia nitki dla kulki k_2 .
- D. nie odchyliły się z położenia równowagi, ponieważ żadna z kulek nie była naelektryzowana.

**Zadanie 8. (1 pkt)**

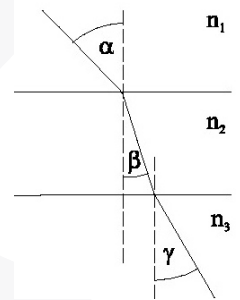
Wewnątrz zwojnicy o długości 5 cm wytworzono pole magnetyczne o indukcji 2 mT i umieszczono wzdłuż jej osi prostoliniowy przewodnik, przez który płynie prąd o natężeniu 1 mA (rysunek). Wartość siły elektrodynamicznej działającej wewnątrz zwojnicy na przewodnik wynosi



- A. 0 N.
- B. 10^{-9} N.
- C. 10^{-7} N.
- D. 10 N.

Zadanie 9. (1 pkt)

Jednobarwna wiązka światła przechodzi kolejno przez trzy różne ośrodki (rysunek). Jeżeli kąty α , β , γ spełniają warunek: $\alpha > \gamma > \beta$, to bezwzględne współczynniki załamania ośrodków spełniają warunek



- A. $n_1 < n_2 < n_3$.
- B. $n_1 > n_2 > n_3$.
- C. $n_1 < n_3 < n_2$.
- D. $n_1 = n_2 = n_3$.

Zadanie 10. (1 pkt)

Wszystkie gwiazdy podzielone zostały na 7 zasadniczych typów widmowych. Oznaczone zostały one wielkimi literami **O**, **B**, **A**, **F**, **G**, **K**, **M**, których kolejność odpowiada malejącej temperaturze gwiazd. Gwiazdami należącymi do typów **K** i **M** mogą być

- A. pulsary.
- B. białe karły.
- C. czarne dziury.
- D. czerwone olbrzymy.



Zadania otwarte

Rozwiązanie zadań o numerach od 11. do 21. należy zapisać w wyznaczonych miejscach pod treścią zadania.

Zadanie 11. Spadający kamień (5 pkt)

Z wysokości 20 m upuszczono swobodnie mały kamień.

Zadanie 11.1 (1 pkt)

Uzupełnij/dokończ zdanie:

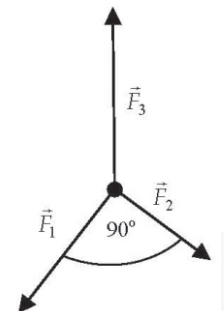
Zjawisko swobodnego spadku w ziemskim polu grawitacyjnym występuje wtedy, gdy prędkość początkowa jest równa zero oraz

Zadanie 11.2 (4 pkt)

Wykonaj wykres ilustrujący zależność wysokości, na jakiej znajduje się kamień, od czasu spadania. Na wykresie nanieś 5 wartości liczbowych wysokości (w przedziale czasu 0–2 s). Wykonaj niezbędne obliczenia.

Zadanie 12. Trzy siły (2 pkt)

Na rysunku obok przedstawiono układ trzech sił działających na klocek, który pozostawał w spoczynku. Wartości sił wynosiły odpowiednio $F_1 = 30\text{ N}$, $F_2 = 40\text{ N}$. Oblicz wartość siły \vec{F}_3 .

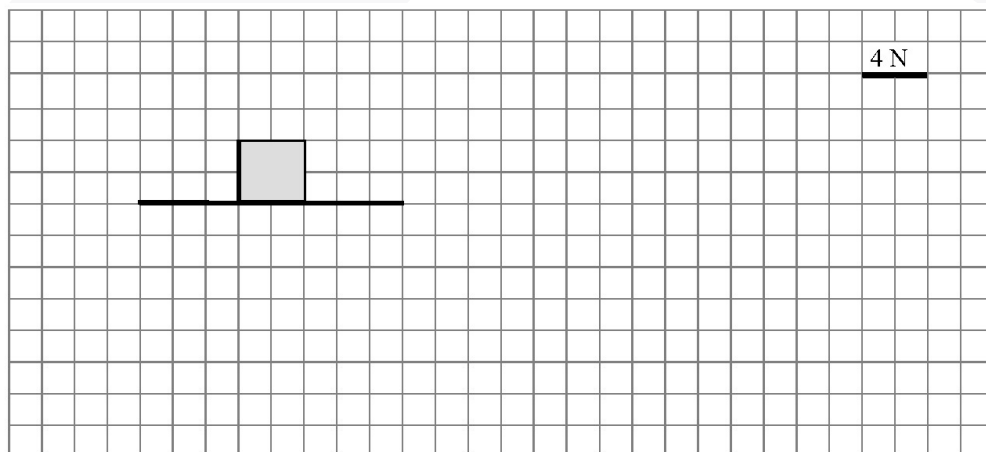


Zadanie 13. Klocek (4 pkt)

Klocek o masie 1 kg przesuwano po poziomej powierzchni ruchem jednostajnym, działając na niego siłą o wartości 3 N.

Zadanie 13.1 (2 pkt)

Narysuj wektory wszystkich sił działających na klocek. Oznacz je i zapisz ich nazwy. Rysunek wykonaj z zachowaniem skali, zaznaczając punkty przyłożenia sił.



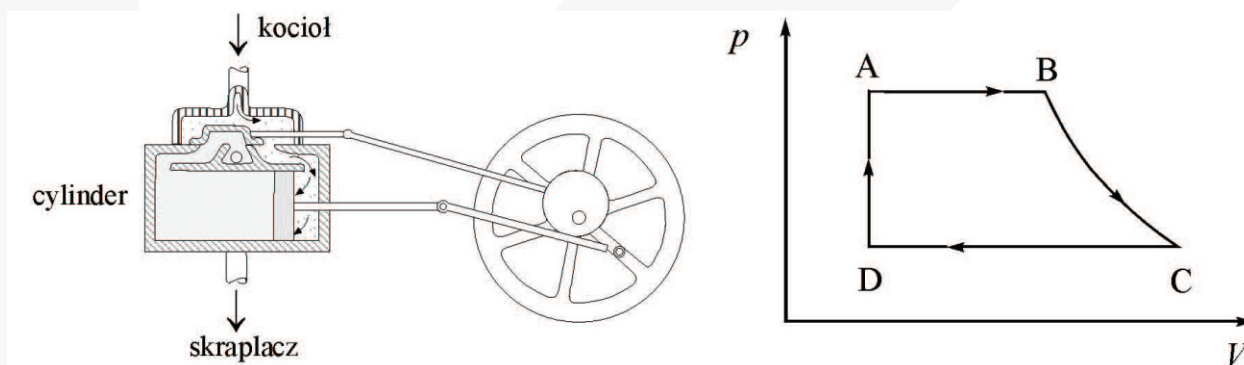
**Zadanie 13.2 (2 pkt)**

Wykaż, wykonując odpowiednie obliczenia, że spośród czterech par materiałów wymienionych w poniższej tabeli, klocek i podłoże, po którym się porusza, wykonane są z drewna.

Rodzaje materiałów	Drewno po drewnie	Stal po stali	Skóra po metalu	Drewno po metalu
Współczynnik tarcia kinetycznego	0,3	0,06	0,25	0,15

Zadanie 14. Silnik parowy (3 pkt)

Poniżej przedstawiono schemat tłokowego silnika parowego oraz cykl przemian termodynamicznych związanych z jego pracą. W silniku parowym gorąca para wodna pod wysokim ciśnieniem jest wprowadzana z kotła do cylindra. Ulega tam rozprężaniu najpierw pod stałym ciśnieniem, a następnie, gdy dopływ pary jest już zamknięty, rozprężanie odbywa się bardzo szybko, bez wymiany ciepła z otoczeniem – co powoduje częściowe skroplenie się pary. Wracający tłok, przy otwartym kanale wylotowym, wypycha z cylindra do skraplacza mieszaninę wody i pary. Następnie cykl pracy silnika się powtarza.

**Zadanie 14.1 (1 pkt)**

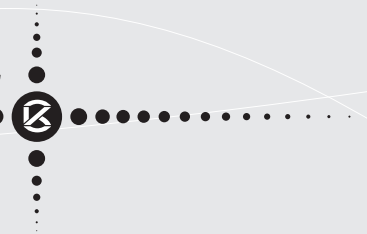
Zaznacz na wykresie pracę użyteczną (wykonaną przez silnik) w jednym cyklu.

Zadanie 14.2 (1 pkt)

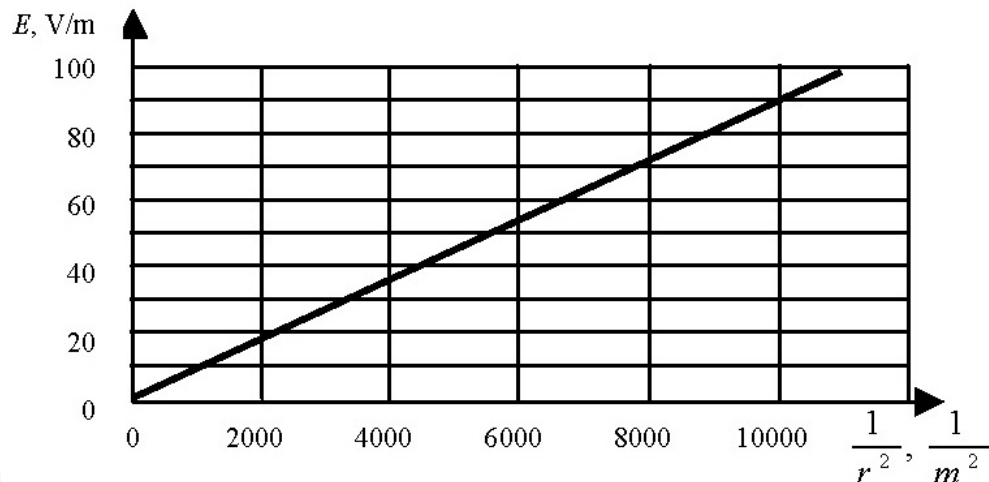
Zapisz nazwę przemiany jakiej podlega gaz/para na odcinku **A-B**.

Zadanie 14.3 (1 pkt)

W silniku parowym temperatura dostarczanej pary wynosi 227° , temperatura w skraplaczu jest równa 27°C . Oblicz teoretyczną sprawność silnika Carnota pracującego przy tych samych temperaturach, co opisany silnik parowy.

**Zadanie 15. Pole elektrostatyczne (4 pkt)**

Poniżej przedstawiono wykres zależności wartości natężenia pola elektrostatycznego, wytworzonego przez punktowy ładunek dodatni, od odwrotności kwadratu odległości od tego ładunku $E(1/r^2)$.

**Zadanie 15.1 (1 pkt)**

Uzupełnij poniższe zdanie, wpisując właściwe określenie spośród niżej podanych. (jednorodnym, centralnym)
Opisane w zadaniu pole elektrostatyczne jest polem

Zadanie 15.2 (3 pkt)

Korzystając z informacji zawartych na powyższym wykresie, oblicz wartość ładunku, który jest źródłem pola elektrostatycznego. Do obliczeń przyjmij wartość stałej $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

Zadanie 16. Odtwarzacz (4 pkt)

W najnowszych nagrywarkach i odtwarzaczach stosuje się tzw. błękitny laser (Blue Ray). Dotychczas w urządzeniach tych wykorzystywano lasery czerwone, które emitują fale o długości 605 nm. Fale wytwarzane przez błękitny laser są krótsze, mają długość 405 nm, co pozwala zapisywać więcej danych na jednej płycie.

Zadanie 16.1 (1 pkt)

Oblicz, ile razy energia jednego kwantu promieniowania wysyłanego przez błękitny laser jest większa od energii jednego kwantu wysyłanego przez laser czerwony.

Zadanie 16.2 (3 pkt)

Wiązkę światła z błękitnego lasera skierowano prostopadle na siatkę dyfrakcyjną, na której wykonano 500 szczelin na 1 mm długości siatki. Ustal najwyższy rząd widma, który można uzyskać za pomocą takiej siatki dyfrakcyjnej.



Zadanie 17. Zwierciadło kosmetyczne (5 pkt)

Podczas zabiegów kosmetycznych stosuje się zwierciadła sferyczne wklęsłe, w celu uzyskania powiększonych obrazów określonych fragmentów twarzy. W odległości 20 cm od takiego zwierciadła, którego ogniskowa wynosi 100 cm, umieszczono świecący przedmiot. Powiększenie otrzymanego obrazu w tym zwierciadle wynosi 1,25.

Zadanie 17.1 (1 pkt)

Oblicz zdolność skupiającą zwierciadła.

Zadanie 17.2 (1 pkt)

Oblicz promień krzywizny tego zwierciadła.

Zadanie 17.3 (3 pkt)

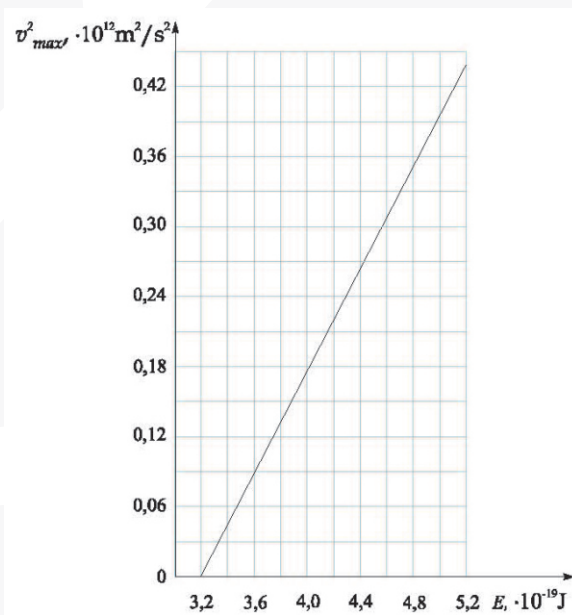
Narysuj konstrukcję ilustrującą powstawanie obrazu w sytuacji opisanej w treści zadania. Zapisz cechy otrzymanego obrazu.

Cechy obrazu:

.....

Zadanie 18. Fotoefekt (3 pkt)

Poniżej zamieszczono wykres zależności kwadratu maksymalnej wartości prędkości v_{max}^2 wybitych z katody fotoelektronów od energii E fotonów padających na fotokatodę. W tabeli podano wartości pracy wyjścia dla materiałów, z których wykonywane są fotokatody.



Rodzaj materiału	Praca wyjścia
Cez	$3,0 \cdot 10^{-19}$ J
Cer	$4,14 \cdot 10^{-19}$ J
Potas	$3,2 \cdot 10^{-19}$ J
Wapń	$5,2 \cdot 10^{-19}$ J



**Zadanie 18.1 (1 pkt)**

Ustal, analizując wykres, z jakiego materiału wykonano fotokatodę. Podkreśl w tabeli obok wykresu nazwę tego materiału.

Zadanie 18.2 (2 pkt)

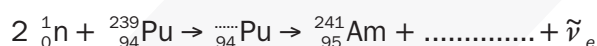
Wyprowadź wzór, za pomocą którego można obliczyć wartości liczbowe konieczne do wykonania powyższego wykresu. Przyjmij, że znane są energie padających fotonów i praca wyjścia materiału fotokatody.

Zadanie 19. Czujnik dymu (3 pkt)

Wiele izotopów promieniotwórczych znajduje zastosowanie w technice. Jednym z nich jest izotop ameryku ^{241}Am , który znalazł zastosowanie w czujnikach dymu. Produkuje się go, bombardując neutronami izotop plutonu ^{239}Pu . Powstałe jądra ulegają samorzutnemu rozpadowi, w wyniku którego powstają jądra ameryku ^{241}Am . Te z kolei rozpadają się i powstają cząstki alfa oraz praktycznie trwałe jądra neptuna $_{93}\text{Np}$ ($T_{1/2} \approx 2 \cdot 10^6$ lat).

Zadanie 19.1 (2 pkt)

Korzystając z podanych informacji, uzupełnij poniższe równania reakcji.

**Zadanie 19.2 (1 pkt)**

Zapisz, jaka własność promieniowania alfa pozwala na bezpieczne użycie izotopu ameryku ^{241}Am w czujnikach dymu montowanych w pomieszczeniach, w których przebywają ludzie.

Zadanie 20. Akcelerator (3 pkt)

Akcelerator to urządzenie, w którym można przyspieszać do dużych prędkości cząstki obdarzone ładunkiem elektrycznym.

Zadanie 20.1 (1 pkt)

Bardzo często przyspieszanymi w akceleratorach cząstkami są jony. Uzupełnij poniższe zdania, wpisując właściwe dokończenia spośród niżej podanych. (*przyspiesza jony, zakrzywia tor ruchu jonów*).

W akceleratorze pole elektryczne

a pole magnetyczne

**Zadanie 20.2 (2 pkt)**

Oblicz wartość prędkości, jaką uzyskał jon przyspieszany w akceleratorze, jeśli wartość stosunku p/p_0 wynosi $5/4$ (p – wartość pędu obliczana relatywistycznie, p_0 – wartość pędu obliczana klasycznie).

Zadanie 21. Ziemia (1 pkt)

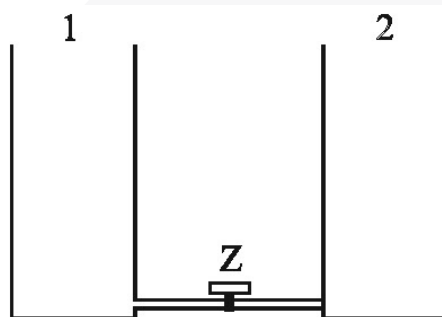
Ruch obrotowy Ziemi wokół własnej osi powoduje zmianę wartości ciężaru ciała na różnych szerokościach geograficznych.

Ustal i podkreśl w zamieszczonej poniżej tabeli, w którym miejscu wpływ ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi na ciężar ciała jest największy.

Biegun północny	Biegun południowy
Równik	45° szerokości geograficznej

Zadanie 22. Dwa naczynia (3 pkt)

Do dwóch identycznych szklanych naczyń, w kształcie prostopadłościanów, które połączono rurką z zamkniętym zaworem Z (rysunek poniżej), nalano wody. Do jednego z nich wlewo 1 litr wody, do drugiego 2 litry wody. Następnie zawór Z otwarto i po pewnym czasie w obu naczyniach ustalił się jednakowy poziom wody.

**Zadanie 22.1 (2 pkt)**

Oblicz stosunek ciśnień hydrostatycznych p_1/p_2 wywieranych na dna naczyń **1** i **2** w sytuacjach przed otwarciem i po otwarciu zaworu, gdy ustalił się stan równowagi.

Zadanie 22.2 (1 pkt)

Zapisz nazwę i treść prawa, do którego należy się odwołać, aby wyjaśnić, dlaczego poziomy cieczy w obu naczyniach po otwarciu zaworu wyrównały się.



Matura 2010 – rozwiązania zadań z poziomu podstawowego Arkusz 1

Zadania zamknięte

Nr zadania	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odpowiedź	A	D	D	B	D	C	B	A	C	D

W zadaniu 6 jest fatalny rysunek. Linie pola magnetycznego Ziemi nie przebiegają w taki sposób.

Zadania otwarte

Zadanie 11. Spadający kamień (5 pkt)

Zadanie 11.1 (1 pkt)

Uzupełnij/dokończ zdanie:

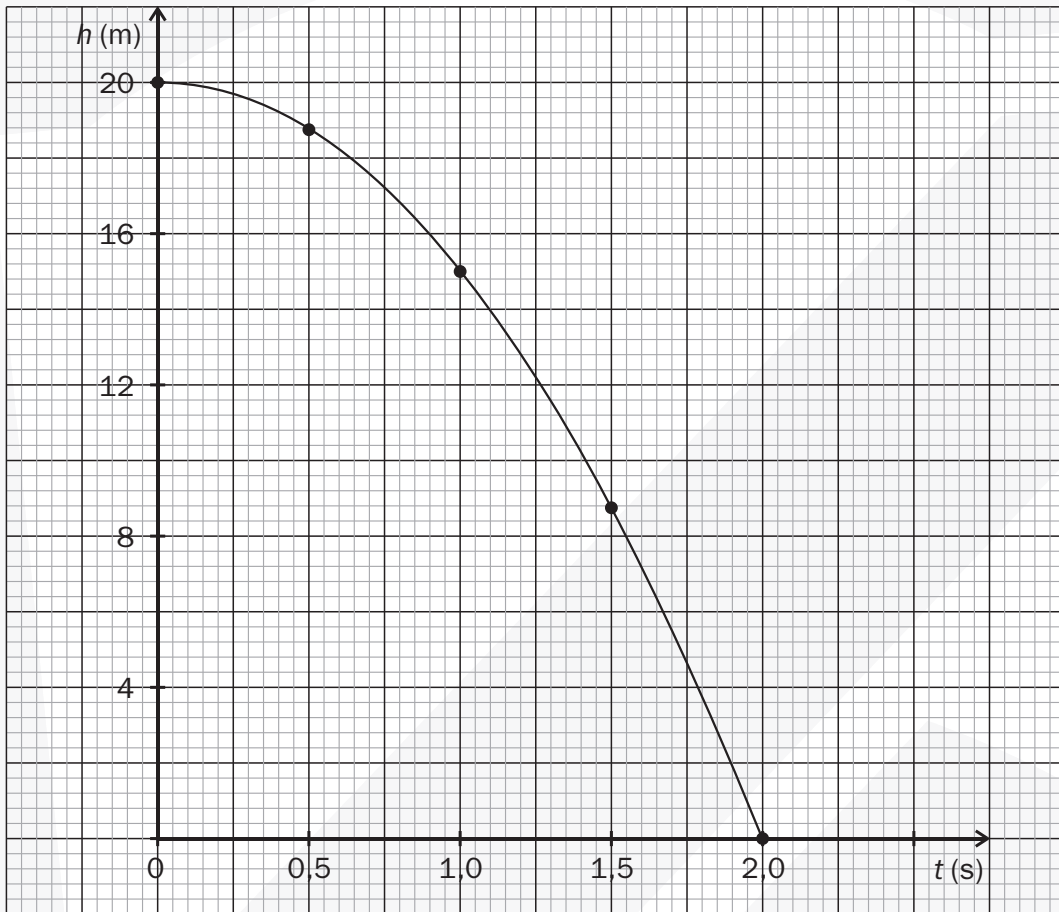
Zjawisko swobodnego spadku w ziemskim polu grawitacyjnym występuje wtedy, gdy prędkość początkowa jest równa zero oraz **spadanie odbywa się w próżni (opór powietrza jest równy zero)**.

Zadanie 11.2 (4 pkt)

Przyjmuję $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

t (s)	0	0,5	1,0	1,5	2,0
h (m)	20	18,75	15,0	8,75	0

Wykres na następnej stronie.

**Zadanie 12. Trzy siły (2 pkt)**

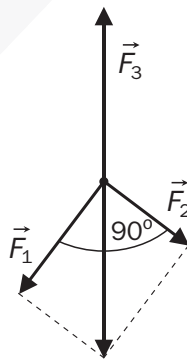
Wypadkowa sił \vec{F}_1 i \vec{F}_2 równoważy siłę \vec{F}_3 .

$$F_3 = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$F_3 = \sqrt{900 + 1600} \text{ N}$$

$$F_3 = \sqrt{2500} \text{ N}$$

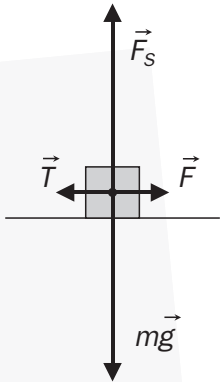
$$F_3 = 50 \text{ N}$$



$$F_3 = F_{w1,2}$$

**Zadanie 13.1 (2 pkt)**

Wartość siły ciężkości $mg = 1 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10 \text{ N}$



4 N

\vec{F} – siła ciągnąca klocek

\vec{T} – siła tarcia

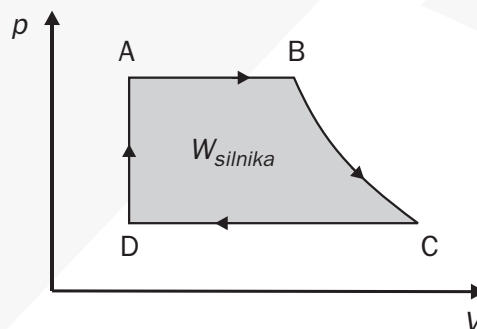
$m\vec{g}$ – siła ciężkości

\vec{F}_s – siła sprężystości podłoża

Zadanie 13.2 (2 pkt)

$$T = F, \quad fmg = F, \quad f = \frac{F}{mg} = \frac{3 \text{ N}}{10 \text{ N}}, \quad f = 0,3$$

Wartość współczynnika tarcia świadczy o tym, że klocek i podłoże wykonane są z drewna.

Zadanie 14. Silnik parowy (3 pkt)**Zadanie 14.1 (1 pkt)****Zadanie 14.2 (1 pkt)**

Izobaryczne ogrzewanie

Zadanie 14.3 (1 pkt)

$$\eta_c = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{500 - 300}{500} = \frac{2}{5} = 0,4$$





$$\eta_c = 40\%$$

T_1 – temperatura źródła ciepła

T_2 – temperatura chłodnicy

Teoretyczna sprawność silnika Carnota byłaby równa 40%.

Zadanie 15. Pole elektrostatyczne (4 pkt)

Zadanie 15.1 (1 pkt)

Opisane w zadaniu pole elektrostatyczne jest polem **centralnym**.

Zadanie 15.2 (3 pkt)

$$E = \frac{kQ}{r^2} = kQ \cdot \frac{1}{r^2}$$

$$\text{Z wykresu: } kQ = \frac{E}{\frac{1}{r^2}}$$

$$kQ = \frac{90 \frac{\text{V}}{\text{m}}}{10^4 \frac{1}{\text{m}^2}} = 0,009 \text{ Vm}$$

$$Q = \frac{0,009 \text{ VmC}^2}{9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2}$$

$$Q = 10^{-3} \cdot 10^{-9} \frac{\text{J C}^2}{\text{C Nm}} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ C} = 1 \text{ pC}$$

Zadanie 16. Odtwarzacz (4 pkt)

Zadanie 16.1 (1 pkt)

$$E_1 = h\nu_{bf} = \frac{hc}{\lambda_{bf}}$$

$$E_2 = h\nu_{cz} = \frac{hc}{\lambda_{cz}}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{hc}{\lambda_{bf}} \cdot \frac{\lambda_{cz}}{hc} = \frac{605}{405} \approx 1,49$$

Energia kwantu światła lasera błękitnego jest około 1,5 raza większa od energii kwantu światła lasera czerwonego.

**Zadanie 16.2 (3 pkt)**

$$n\lambda = a \sin \alpha$$

$$\frac{n\lambda}{a} = \sin \alpha < 1$$

$$a = \frac{1 \text{ mm}}{500} = 0,002 \text{ mm}$$

$$a = 0,002 \cdot 10^6 \text{ nm} = 2000 \text{ nm}$$

$$n < \frac{a}{\lambda} = \frac{2000}{405} \approx 4,94$$

Najwyższy rząd widocznego na ekranie prążka błękitnego to 4.

Zadanie 17. Zwierciadło kosmetyczne (5 pkt)**Zadanie 17.1 (1 pkt)**

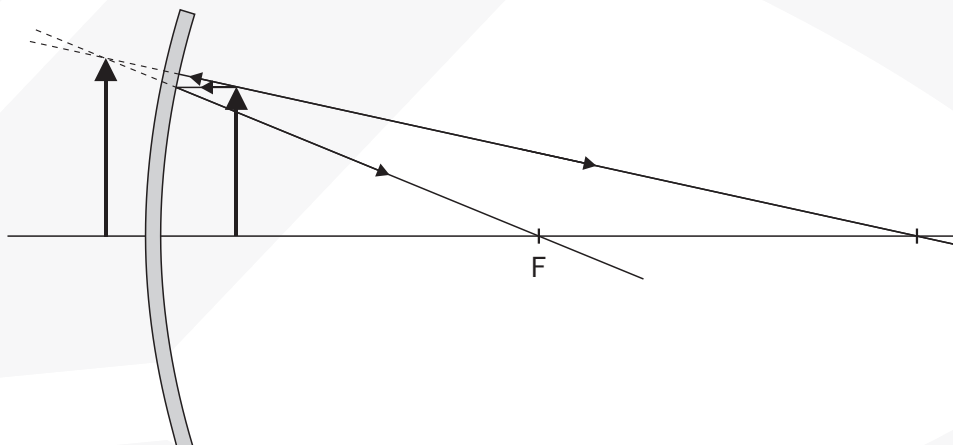
$$z = \frac{1}{f} = \frac{1}{1 \text{ m}} = 1 \text{ dioptria}$$

Zdolność skupiająca zwierciadła jest równa 1 D.

Zadanie 17.2 (1 pkt)

$$r \approx 2f = 2 \text{ m}$$

Zwierciadło ma promień krzywizny równy 2 m.

Zadanie 17.3 (3 pkt)

Obraz: pozorny, powiększony, prosty.

**Zadanie 18. Fotoefekt (3 pkt)****Zadanie 18.1 (1 pkt)**

$$E_f = h\nu$$

$$h\nu_{gr} = W$$

$$W = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

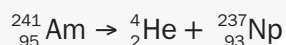
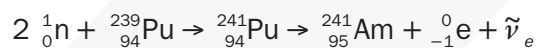
Potas

Zadanie 18.2 (2 pkt)

$$\frac{mv^2}{2} = h\nu - W$$

$$mv^2 = 2h\nu - 2W$$

$$v^2 = \frac{2E_f}{m} - \frac{2W}{m}$$

Zadanie 19. Czujnik dymu (3 pkt)**Zadanie 19.1 (2 pkt)****Zadanie 19.2 (1 pkt)**

Mała przenikliwość (krótki zasięg).

Zadanie 20. Akcelerator (3 pkt)**Zadanie 20.1 (1 pkt)**

W akceleratorze pole elektryczne **przyspiesza jony**, a pole magnetyczne **zakrzywia tor ruchu jonów**.

Zadanie 20.2 (2 pkt)

$$p_0 = mv \quad p = \gamma mv$$

$$\frac{p}{p_0} = \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \gamma^2 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{\gamma^2} \quad \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{\gamma^2} \quad v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}}$$

$$v = 3 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}} \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = 3 \cdot 10^5 \cdot \frac{3}{5} \frac{\text{km}}{\text{s}} = 1,8 \cdot 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$



**Zadanie 21. Ziemia (1 pkt)**

Równik

Zadanie 22. Dwa naczynia (3 pkt)**Zadanie 22.1 (2 pkt)**

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{h_1 \rho g}{h_2 \rho g} = \frac{\frac{V}{S}}{\frac{2V}{S}} = \frac{1}{2}$$

Po otwarciu stosunek ciśnień będzie równy 1.

Zadanie 22.2 (1 pkt)

Prawo naczyń połączonych (warunek równowagi: równość ciśnień hydrostatycznych w obu ramionach, a więc w przypadku tych samych cieczy równość wysokości słupów cieczy).



Matura 2010 – zadania z poziomu rozszerzonego Arkusz 2

Zadanie 1. Balon (10 pkt)

Z powierzchni Ziemi wypuszczono balon stratosferyczny mający szczelną, nierozciągliwą powłokę wypełnioną wodorem. Związek ciśnienia atmosferycznego z odległością od powierzchni Ziemi można opisać w przybliżeniu wzorem:

$$p = p_0 \cdot 2^{-\frac{h}{5}}$$

gdzie: p_0 – ciśnienie atmosferyczne na powierzchni Ziemi,
 h – wysokość nad powierzchnią Ziemi wyrażona w kilometrach.

Zadanie 1.1 (2 pkt)

Narysuj wektory sił działających na balon podczas wznoszenia ze stałą prędkością, oznacz i zapisz ich nazwy, uwzględniając siłę oporu. Zachowaj właściwe proporcje długości wektorów.

Zadanie 1.2 (1 pkt)

Ustal i zapisz nazwę przemiany, jakiej ulega wodór podczas wznoszenia się balonu.

Zadanie 1.3 (2 pkt)

Wykaż, wykonując odpowiednie przekształcenia, że dokładną wartość ciężaru balonu na wysokości h nad powierzchnią Ziemi można obliczyć ze wzoru $F = m \cdot g \cdot \frac{R_z^2}{(R_z + h)^2}$

gdzie: R_z – promień Ziemi, g – wartość przyspieszenia ziemskiego na powierzchni Ziemi.

Zadanie 1.4 (1 pkt)

Wyjaśnij, dlaczego wartość siły wyporu maleje podczas wznoszenia balonu. Przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego podczas wznoszenia balonu praktycznie nie ulega zmianie.

Zadanie 1.5 (2 pkt)

Na maksymalnej wysokości osiągniętej przez balon gęstość powietrza wynosi około $0,1 \text{ kg/m}^3$, a jego temperatura -55°C . Oblicz ciśnienie powietrza na tej wysokości. W obliczeniach powietrze potraktuj jak gaz doskonały o masie molowej równej 29 g/mol .



**Zadanie 1.6 (2 pkt)**

Oblicz, na jakiej wysokości nad powierzchnią Ziemi znajduje się balon, jeżeli ciśnienie powietrza na tej wysokości jest 16 razy mniejsze od ciśnienia na powierzchni Ziemi.

Zadanie 2. Czajnik elektryczny (10 pkt)

Do czajnika elektrycznego, w którym grzałka ma moc 2000 W, wiano 0,6 kg wody o temperaturze 13°C. Czajnik włączono do prądu elektrycznego i woda ogrzewała się aż do zagotowania przez 2 minuty i 30 sekund.

Zadanie 2.1 (2 pkt)

Oblicz pracę prądu elektrycznego podczas ogrzewania wody w czajniku do momentu jej zagotowania.

Zadanie 2.2 (2 pkt)

Oblicz sprawność ogrzewania wody w czajniku. W obliczeniach przyjmij, że ciepło właściwe wody jest równe $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ i nie zmienia się podczas ogrzewania wody.

Informacja do zadań 2.3, 2.4 i 2.5

W poniższej tabeli przedstawiono wyniki pomiarów wykonanych podczas doświadczenia z czajnikiem elektrycznym. Temperatura początkowa wody w czajniku przed podłączeniem go do prądu była za każdym razem zawsze taka sama i wynosiła 13°C.

Masa wody, kg	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Sprawność ogrzewania wody, %	57	69	76	79	81	82

Zadanie 2.3 (1 pkt)

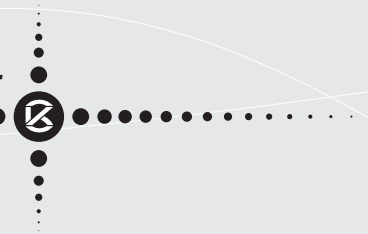
Przeanalizuj dane w tabeli i zapisz wniosek dotyczący związku względnej straty energii z masą zagotowywanej wody.

Zadanie 2.4 (3 pkt)

Narysuj wykres zależności sprawności ogrzewania wody w czajniku od jej masy.

Zadanie 2.5 (2 pkt)

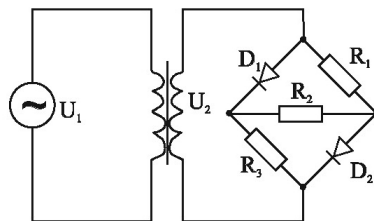
Wykaż, korzystając z danych w tabeli (lub zawartych na wykresie), że bezwzględne straty dostarczonej do czajnika energii rosną wraz z masą ogrzewanej wody.



Zadanie 3. Transformator (10 pkt)

Transformator zasilono prądem przemiennym o napięciu skutecznym $U_1 = 230\text{ V}$, otrzymując na uzwojeniu wtórnym napięcie skuteczne $U_2 = 115\text{ V}$. Do uzwojenia wtórnego dołączono układ składający się z dwóch idealnych diod* D_1 i D_2 oraz trzech oporników R_1 , R_2 i R_3 .

* Idealna dioda posiada zerowy opór w kierunku przewodzenia i nieskończenie duży opór w kierunku zaporowym.



Zadanie 3.1 (1 pkt)

Oblicz maksymalne napięcie na uzwojeniu pierwotnym.

Zadanie 3.2 (1 pkt)

Zapisz nazwę zjawiska, dzięki któremu energia elektryczna jest przekazywana z uzwojenia pierwotnego do wtórnego.

Zadanie 3.3 (1 pkt)

Uzupełnij poniższe zdanie, wybierając i wpisując właściwą nazwę materiału. (ferromagnetyk, paramagnetyk, diamagnetyk).

Materiał z którego wykonano rdzeń transformatora to

Zadanie 3.4 (2 pkt)

Zapisz, na którym uzwojeniu transformatora (pierwotnym czy wtórnym) nawinięto więcej zwojów i oblicz, ile razy więcej.

Zadanie 3.5 (2 pkt)

Przeanalizuj schemat elektryczny zamieszczony wyżej i uzupełnij zdania, wybierając i wpisując właściwe dokończenia. (szeregowo, równolegle)

Jeżeli diody w danej chwili spolaryzowane są w kierunku zaporowym, to oporniki połączone są

.....

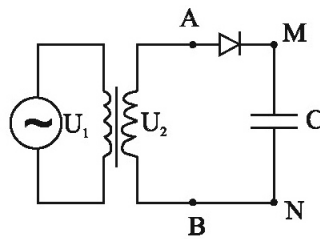
Jeżeli diody w danej chwili spolaryzowane są w kierunku przewodzenia, to oporniki połączone są

.....



**Informacje do zadań 3.6 i 3.7**

Wykorzystując transformator, zbudowano obwód elektryczny składający się z kondensatora o pojemności $75 \mu\text{F}$ oraz idealnej diody (rysunek poniżej). Napięcie skuteczne na zaciskach **A** i **B** wynosiło 115 V , a napięcie między punktami **M** i **N** po pewnym czasie osiągnęło wartość równą 163 V .

**Zadanie 3.6 (1 pkt)**

Oblicz ładunek elektryczny zgromadzony na kondensatorze w chwili, gdy napięcie na jego okładkach wynosi 163 V .

Zadanie 3.7 (2 pkt)

Wykaż, że napięcie między punktami **M** i **N** po pewnym czasie osiągnęło wartość równą 163 V . Wyjaśnij, dlaczego po naładowaniu kondensator nie będzie się rozładowywał.

Zadanie 4. Soczewka (10 pkt)

W słoneczny dzień zapalono kawałek suchego drewna, używając szklanej soczewki skupiającej o średnicy 3 cm i ogniskowej 10 cm . Użycie takiej soczewki spowodowało 900-krotny wzrost natężenia oświetlenia drewna.

Średnicę obrazu Słońca otrzymanego za pomocą soczewki obliczamy z równania $d = \alpha \cdot f$, gdzie α jest wyrażonym w radianach kątem, pod którym widać tarczę Słońca, a f ogniskową soczewki. Natężenie oświetlenia I definiuje się następująco:

$$I = \frac{E}{\Delta t \cdot S}$$

gdzie: E – energia padająca na powierzchnię ustawioną prostopadle do kierunku padania promieni słonecznych, Δt – czas przez jaki oświetlano powierzchnię, S – wielkość oświetlanej powierzchni.

Zadanie 4.1 (1 pkt)

Oblicz zdolność skupiającą tej soczewki.



Zadanie 4.2 (1 pkt)

Oblicz średnicę obrazu Słońca otrzymanego przy użyciu powyższej soczewki, wiedząc, że tarczę Słońca widać pod kątem $0,01$ radiana.

Zadanie 4.3 (3 pkt)

Oblicz długość promieni krzywizn tej soczewki, jeżeli wykonano ją ze szkła o bezwzględnym współczynniku załamania równym $1,5$, a iloraz promieni krzywizn wynosi $1,2$.

Zadanie 4.4 (3 pkt)

Średnica obrazu Słońca uzyskanego przy pomocy soczewki opisanej w zadaniu jest 30 razy mniejsza od średnicy soczewki. Wykaż, że użycie takiej soczewki do zapalenia drewna powoduje 900 -krotny wzrost natężenia oświetlenia drewna. Zaniedbaj straty energii pochłanianej w soczewce oraz odbijanej przez jej powierzchnię.

Zadanie 4.5 (2 pkt)

Według legendy wojska greckie, zgodnie z radą Archimedesesa, podpaliły drewniany okręt rzymski, kierując na niego promienie Słońca odbite od płaskich, wypolerowanych, idealnie odbijających światło tarcz obronnych. Zakładając, że każdy żołnierz dysponuje jedną tarczą oraz że promienie świetlne padające ze Słońca i odbite od tarcz są wiązkami równoległymi, oszacuj minimalną liczbę żołnierzy, którzy mogliby tego dokonać. Zapisz warunek, jaki musi być spełniony, aby ich działania mogły spowodować oczekiwany skutek.

Zadanie 5. Satelita GLAST (10 pkt)

GLAST (Gamma-ray Large Area Space Telescope) jest kosmicznym obserwatorium promieniowania gamma. Krąży po kołowej orbicie okołoziemskiej o promieniu 6920 km z prędkością około $7,6$ km/s. Obserwatorium ma masę około 4300 kg i jest wyposażone w akumulatory oraz dwa panele baterii słonecznych o mocy około 3120 W. Najważniejszym instrumentem satelity jest teleskop LAT, który może rejestrować co $10 \mu s$ pojedyncze fotony o energiach w zakresie od 20 MeV do 300 GeV. W jego wnętrzu znajdują się warstwy folii wolframowej, w której, w wyniku absorpcji fotonu, powstaje elektron i pozyton. Tory tych cząstek śledzone są za pomocą detektorów krzemowych. Cząstki oddają swoją energię w kalorymetrze, co umożliwia pomiar energii fotonu.

Na podstawie: „Świat Nauki” 1/2008 oraz <http://fermi.gsfc.nasa.gov/>

Zadanie 5.1 (2 pkt)

Zapisz nazwy dwóch zasad zachowania, jakie są spełnione podczas rejestrowania fotonów.

- 1.
- 2.



**Zadanie 5.2 (2 pkt)**

Określ prawdziwość zdań, wpisując w odpowiednich miejscach wyraz: **prawda** lub **fałsz**.

Pomiar energii wydzielonej w kalorymetrze umożliwia wyznaczenie długości fali fotonu γ rejestrowanego w teleskopie LAT.

Teleskop LAT umożliwia śledzenie torów fotonów przy pomocy detektorów krzemowych.

Zadanie 5.3 (1 pkt)

Oblicz maksymalną liczbę fotonów, jaka może być zarejestrowana w ciągu jednej sekundy przez teleskop LAT.

Zadanie 5.4 (2 pkt)

Oblicz największą długość fali odpowiadającą fotonom rejestrowanych w teleskopie. W obliczeniach przyjmij, że $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Zadanie 5.5 (1 pkt)

Oblicz okres obiegu satelity GLAST wokół Ziemi.

Zadanie 5.6 (1 pkt)

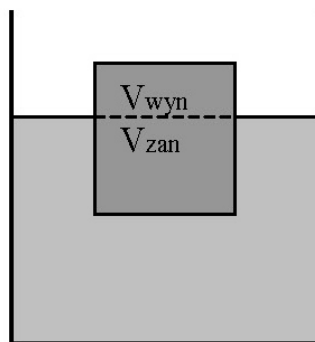
Zapisz nazwę urządzenia, które dostarcza energii elektrycznej do urządzeń satelity podczas przebywania satelity w cieniu Ziemi.

Zadanie 5.7 (1 pkt)

Wyjaśnij pojęcie **czarna dziura**.

Zadanie 6. Siła wyporu (10 pkt)

Drewniany sześcian o gęstości $900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ i o boku $a = 5 \text{ cm}$ umieszczono w naczyniu z wodą o gęstości $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.



**Zadanie 6.1 (3 pkt)**

Oblicz stosunek objętości części wynurzonej (V_{wyn}) do objętości części zanurzonej (V_{zan}) sześcianu pływającego w wodzie.

Zadanie 6.2 (3 pkt)

Oblicz najmniejszą wartość siły, której należałoby użyć, aby cały sześcian znalazł się pod powierzchnią wody.

Zadanie 6.3 (1 pkt)

Sześcian, opisany w treści zadania, włożono do naczynia zawierającego wodę słoną. Napisz, czy zanurzenie sześcianu w słonej wodzie zmieni się w porównaniu z jego zanurzeniem w wodzie słodkiej. Odpowiedź krótko uzasadnij.

Zadanie 6.4 (3 pkt)

Do naczynia z wodą i pływającym w niej klokiem dolano oleju o gęstości $850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, w taki sposób, że górna krawędź klocka zrównała się z powierzchnią oleju. Stwierdzono wtedy, że w wodzie znalazła się część klocka o wysokości równej $\frac{1}{3} a$. Oblicz wartość siły wyporu, z jaką olej działa na zanurzony w nim klocek.

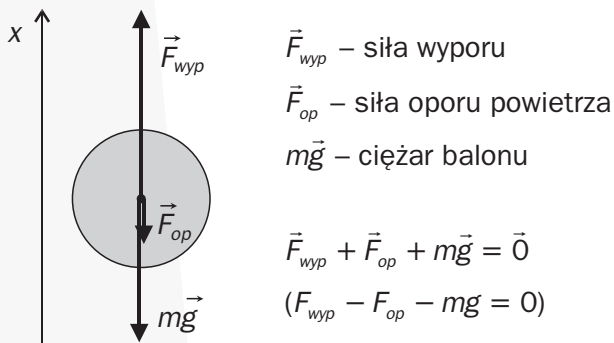




Matura 2010 – rozwiązania zadań z poziomu rozszerzonego Arkusz 2

Zadanie 1. Balon (10 pkt)

Zadanie 1.1 (2 pkt)



Zadanie 1.2 (1 pkt)

Izochoryczne oziębianie.

Zadanie 1.3 (2 pkt)

$$F_z = mg = \frac{GM_z m}{R_z^2} \Rightarrow GM_z = gR_z^2$$

$$F = \frac{GM_z m}{(R_z + h)^2} = \frac{gR_z^2 m}{(R_z + h)^2} = mg \frac{R_z^2}{(R_z + h)^2}$$

Zadanie 1.4 (1 pkt)

Według prawa Archimedesesa $F_{wyp} = \rho Vg$, ρ – gęstość powietrza, V – objętość balonu = const.
 ρ maleje z powodu zmniejszania się ciśnienia ze wzrostem wysokości.

Zadanie 1.5 (2 pkt)

$$pV = nRT$$

$$n - \text{liczba moli, } n = \frac{m}{\mu}$$

μ – masa molowa powietrza

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow p = \frac{mRT}{V\mu} = \rho \frac{RT}{\mu}$$



$$p = \frac{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 218 \text{ K} \cdot 0,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}$$

$$p \approx 6,25 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{m}^3} = 6,25 \cdot 10^3 \frac{\text{Nm}}{\text{m}^3} = 6,25 \cdot 10^3 \text{ Pa} \quad \text{lub} \quad p \approx 62,5 \text{ hPa}$$

Zadanie 1.6 (2 pkt)

$$\frac{p}{p_0} = 2^{-\frac{h}{5}} \quad p = \frac{p_0}{16} \quad \frac{1}{16} = \frac{1}{2^{\frac{h}{5}}} \quad 16 = 2^{\frac{h}{5}}$$

gdzie obliczona stąd wysokość jest wyrażona w kilometrach.

$$\frac{h}{5} = 4 \quad h = 20 \text{ km}$$

Zadanie 2. Czajnik elektryczny (10 pkt)**Zadanie 2.1 (2 pkt)**

$$W = P \cdot t = 2000 \text{ W} \cdot 150 \text{ s} = 300000 \text{ J} = 300 \text{ kJ}$$

Zadanie 2.2 (2 pkt)

$$Q = cm\Delta T \quad W = Pt \quad \eta = \frac{Q}{W} = \frac{cm\Delta T}{Pt}$$

$$\eta = \frac{4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,6 \text{ kg} \cdot 87 \text{ K}}{300 \cdot 10^3 \text{ J}} = 14 \cdot 0,6 \cdot 87 \cdot 10^{-3} = 0,73$$

Sprawność czajnika wynosi 73%.

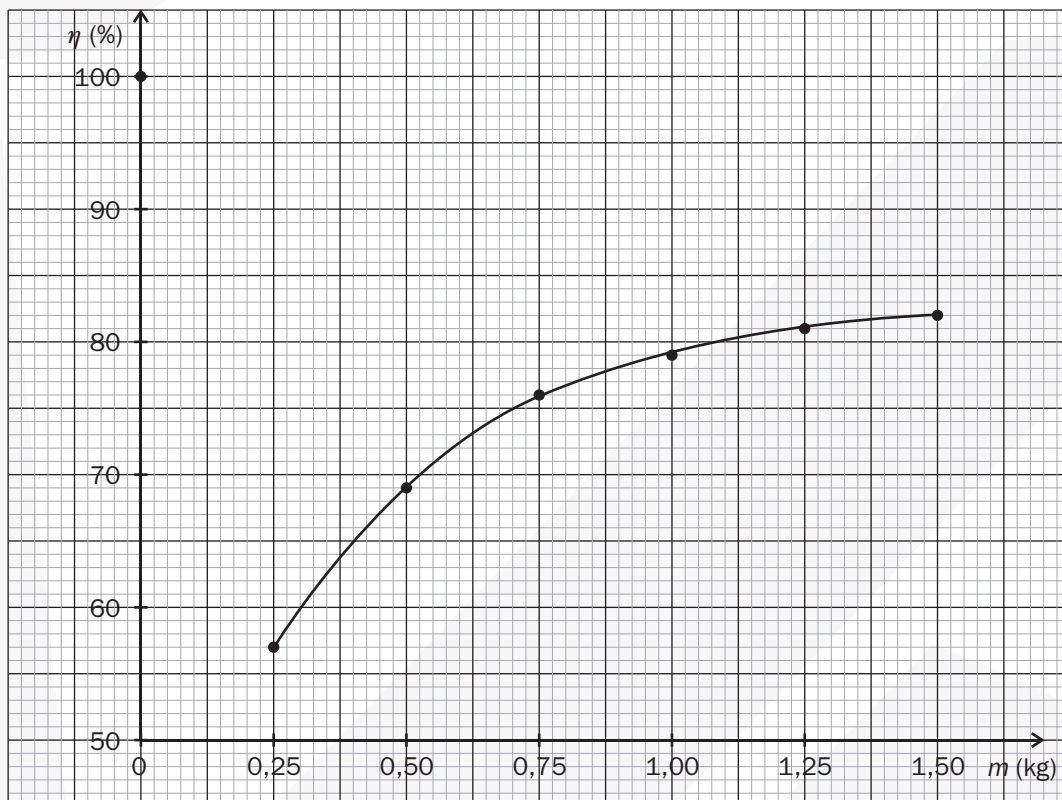
Zadanie 2.3 (1 pkt)

Wraz ze wzrostem masy ogrzewanej wody sprawność rośnie, czyli względna strata energii maleje.

Zadanie 2.4 (3 pkt)

Wykres na następnej stronie.



**Zadanie 2.5 (2 pkt)**

Dla każdej masy wody m pobrane ciepło obliczamy ze wzoru $Q = mc\Delta t$,

Korzystając z definicji sprawności $\frac{Q}{W} = \eta$, w każdym przypadku obliczamy pracę jako $W = \frac{Q}{\eta}$.

Względna strata dostarczonej do czajnika energii jest równa $\frac{W - Q}{W}$.

Bezwzględna strata dostarczonej do czajnika energii jest równa $W - Q$.

m (kg)	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Q (kJ)	91,4	182,7	274,1	365,4	456,8	548,1
W (kJ)	160,3	264,8	360,6	462,5	563,9	668,4
$W - Q$	68,9	82,1	86,5	97,1	107,1	120,3

Wniosek: Bezwzględna strata energii dostarczonej do czajnika wzrasta wraz ze wzrostem masy wody ogrzewanej w czajniku.



Zadanie 3. Transformator (10 pkt)

Zadanie 3.1 (1 pkt)

$$U_{1\max} = U_{1s} \cdot \sqrt{2} = 230 \text{ V} \cdot \sqrt{2} \approx 325,27 \text{ V}$$

Zadanie 3.2 (1 pkt)

Energia jest przekazywana dzięki zjawisku indukcji elektromagnetycznej.

Zadanie 3.3 (1 pkt)

Materiał, z którego wykonano rdzeń transformatora to **ferromagnetyk**.

Zadanie 3.4 (2 pkt)

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad U_1 > U_2 \text{ (odwrotność przekładni), więc } n_1 > n_2$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{230}{115} = 2$$

W uzwojeniu pierwotnym jest 2 razy więcej zwojów.

Zadanie 3.5 (2 pkt)

Jeżeli diody w danej chwili spolaryzowane są w kierunku zaporowym, to oporniki połączone są **szeregowo**.
Jeżeli diody w danej chwili spolaryzowane są w kierunku przewodzenia, to oporniki połączone są **równolegle**.

Zadanie 3.6 (1 pkt)

$$Q = CU$$

$$Q = 75 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 163 \text{ V} = 12225 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 12225 \mu\text{C} = 12,225 \text{ mC}$$

Zadanie 3.7 (2 pkt)

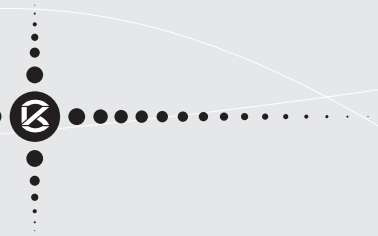
Kondensator naładował się do napięcia maksymalnego $115 \text{ V} \cdot \sqrt{2} \approx 162,6 \text{ V}$.

Kondensator nie będzie się rozładowywał, bo ładunek nie ma gdzie odpłynąć (dioda uniemożliwia przepływ prądu w przeciwną stronę, czyli rozładowanie kondensatora).

Zadanie 4. Soczewka (10 pkt)

Zadanie 4.1 (1 pkt)

$$Z = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,1 \text{ m}} = 10 \text{ dioptrii}$$

**Zadanie 4.2 (1 pkt)**

$$d = \alpha f = 0,01 \cdot 0,1 \text{ m} = 0,001 \text{ m} = 1 \text{ mm}$$

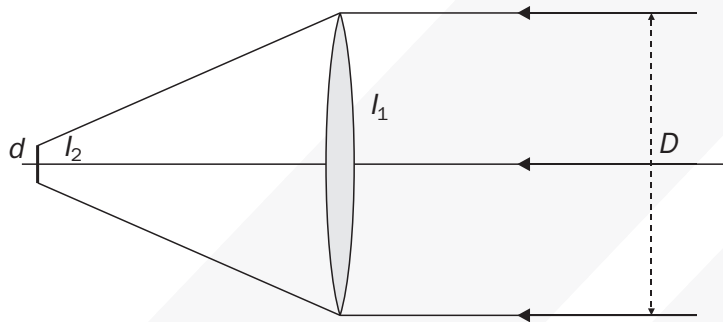
Średnica obrazu Słońca otrzymanego za pomocą soczewki jest równa 1 mm.

Zadanie 4.3 (3 pkt)

$$\frac{1}{f} = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) = (n-1) \frac{r_1 + r_2}{r_1 r_2}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = 1,2 \Rightarrow r_1 = 1,2 r_2$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \frac{1,2 r_2 + r_2}{1,2 r_2^2} = (n-1) \frac{2,2}{1,2 r_2}$$



$$r_2 = \frac{2,2(n-1)f}{1,2} = \frac{2,2 \cdot 0,5}{1,2} \cdot 10 \text{ cm} \approx 9,17 \text{ cm}$$

$$r_1 = 2,2(n-1)f \approx 11,0 \text{ cm}$$

Zadanie 4.4 (3.pkt)

d – średnica obrazu Słońca

D – średnica soczewki

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{\frac{P}{S_2}}{\frac{P}{S_1}} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \left(\frac{D}{d}\right)^2 = 30^2 = 900$$

gdzie $P = \frac{E}{\Delta t}$ – moc wiązki nie ulegająca zmianie.

Zadanie 4.5 (2 pkt)

Płaskie zwierciadło nie zmienia natężenia oświetlenia, bo szerokość wiązki światła po odbiciu od zwierciadła płaskiego nie zmienia się. Tarcza ma większą powierzchnię niż soczewka, więc będzie odbijała szerszą



wiązkę – energia odbita od tarczy będzie większa niż energia padająca na soczewkę. ALE TO NIE MA ŻADNEGO ZNACZENIA, bo ważna jest nie energia, lecz **natężenie oświetlenia**. Zatem musi być 900 tarczy.

Zadanie 5. Satelita GLAST (10 pkt)

Zadanie 5.1 (2 pkt)

1. Zasada zachowania energii.
2. Zasada zachowania pędu.

Zadanie 5.2 (2 pkt)

Pomiar energii wydzielonej w kalorymetrze umożliwia wyznaczenie długości fali fotonu γ rejestrowanego w teleskopie LAT. **Prawda**

Teleskop LAT umożliwia śledzenie torów fotonów przy pomocy detektorów krzemowych. **Falsz**

Zadanie 5.3 (1 pkt)

Rejestruje się 1 foton na $10 \mu\text{s} = 10^{-5} \text{ s}$, zatem w ciągu 1 s można zarejestrować $10^5 = 100\,000$ fotonów.

Zadanie 5.4 (2 pkt)

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad \lambda = \frac{hc}{E}$$

Długość fali jest maksymalna (λ_{\max}), gdy energia fotonu jest minimalna (E_{\min}).

$$\lambda_{\max} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{20 \cdot 10^6 \text{ eV}} = \frac{6,625 \cdot 3 \cdot 10^{-26} \text{ Jm}}{2 \cdot 10^7 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 6,21 \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

Zadanie 5.5 (1 pkt)

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 6920 \text{ km}}{7,6 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 5721 \text{ s} \approx 1,59 \text{ h}$$

Zadanie 5.6 (1 pkt)

Akumulator

Zadanie 5.7 (1 pkt)



Czarna dziura to obiekt, z którego nic, nawet światło, nie może się wydostać.

$$\sqrt{\frac{2GM}{r}} \geq c$$

więc stosunek $\frac{M}{r}$ (masy do promienia) musi być odpowiednio duży.

Zadanie 6. Siła wyporu (10 pkt)

Zadanie 6.1 (3 pkt)

Sześcian spoczywa, więc siła wyporu równoważy ciężar sześcianu.

Dane: ρ_d, ρ_w, a Szukane: $\frac{V_w}{V_z}$

$$\rho_d V g = \rho_w V_z g \quad \rho_d (V_z + V_w) = \rho_w V_z \quad \rho_d V_w = V_z (\rho_w - \rho_d) \quad \rho_d \frac{V_w}{V_z} = \rho_w - \rho_d$$

$$\frac{V_w}{V_z} = \frac{\rho_w - \rho_d}{\rho_d} \quad \frac{V_w}{V_z} = \frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = \frac{1}{9}$$

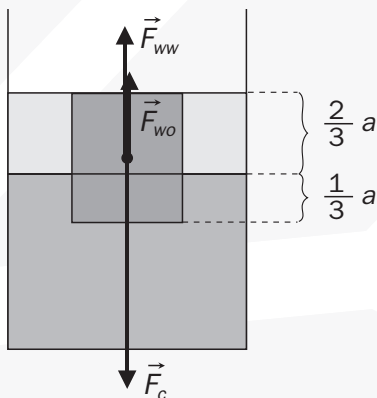
Zadanie 6.2 (3 pkt)

Warunek równowagi: $F_c + F_x = F'_w$

gdzie F'_w jest wartością siły wyporu przy całkowitym zanurzeniu.

$$\rho_d a^3 g + F_x = \rho_w a^3 g \quad F_x = a^3 g (\rho_w - \rho_d) \quad F_x = 125 \cdot 10^{-6} \text{m}^3 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,125 \text{N}$$

Zadanie 6.3 (1 pkt)



W obu cieczach siła wyporu działająca na sześcian ma taką samą wartość równą wartości jego ciężaru.

W wodzie słonej zanurzenie sześcianu będzie mniejsze. Uzasadnienie:

$$\rho_d V g = \rho_w V_z g$$

$$V_z = \frac{\rho_d V}{\rho_w} \quad \rho_w \text{ słonej} > \rho_w \text{ słodkiej} \quad \text{więc} \quad V_z \text{ w wodzie słonej} < V_z \text{ w wodzie słodkiej}$$

Zadanie 6.4 (3 pkt)

Sposób I



$$\rho_w a^2 \frac{1}{3} a g + F_{wo} = \rho_d a^3 g$$

$$F_{wo} = \rho_d a^3 g - \frac{1}{3} \rho_w a^3 g$$

$$F_{wo} = a^3 g \left(\rho_d - \frac{1}{3} \rho_w \right)$$

$$F_{wo} = 125 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \left(900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 333 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 0,71 \text{ N}$$

Sposób II

$$F_{wo} = \rho_o a^2 \frac{2}{3} a g = \frac{2}{3} \rho_o a^3 g = \frac{2}{3} \cdot 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 125 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{2}{3} \cdot 85 \cdot 125 \cdot 10^{-4} \text{ N} = 0,71 \text{ N}$$