

Zadania z Fizyki materii

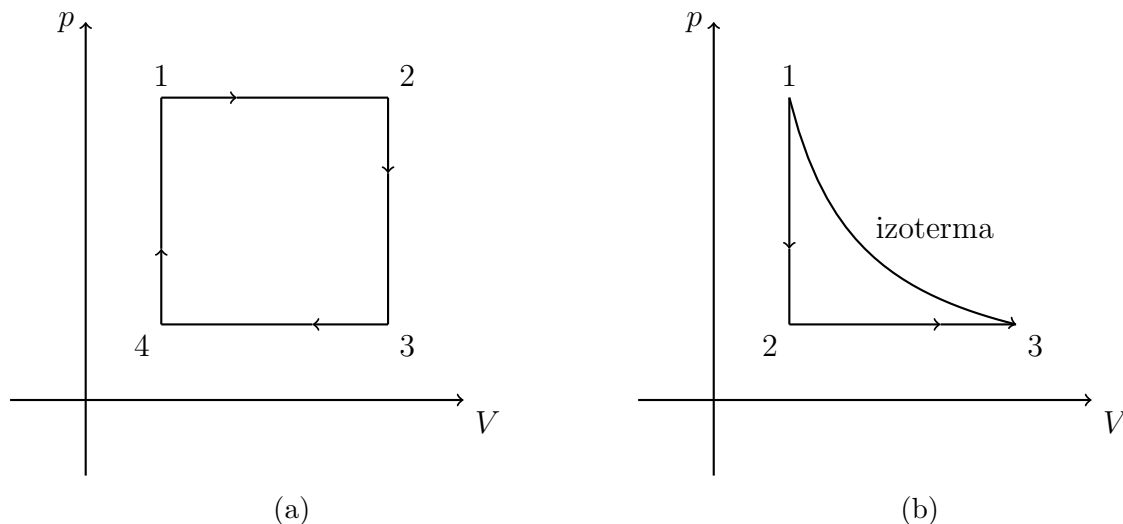
1. Ile cząstek wody znajduje się w jej 1 litrze?
2. Jaka jest masa molowa dwutlenku węgla CO_2 , a jaka eteru etylowego $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$?
3. Jaką masę ma pojedyncza cząsteczka kwasu askorbinowego $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ (witamina C)? Ile cząsteczek powinien przyswoić organizm człowieka, jeśli dzienne zapotrzebowanie na witaminę C wynosi 90 mg?
4. Ile cząsteczek chlorowodoru pseudoeufedryny zawiera pastylka z zawartością 25 mg tej substancji?
5. Oszacować siłę oddziaływania dwóch dipoli tlenku węgla CO (na podstawie pierwszego wyrazu rozwinięcia) oddległych o $r = 10 \text{ nm}$ posiadających moment dipolowy $qd = 0.37 \cdot 10^{-30} \text{ C}\cdot\text{m}$. Porównać tę siłę z siłą oddziaływania grawitacyjnego dwóch cząsteczek tlenku węgla CO w tej samej odległości.
6. Porównać średnie prędkości cząsteczek wodoru i dwutlenku węgla w temperaturze $T = 20$ stopni Celsjusza.
7. W jakiej temperaturze średnia prędkość atomów helu wynosi $v = 1 \text{ km/s}$?
8. Obliczyć średnią prędkość cząsteczek gazu w butli o pojemności $V = 10 \text{ l}$ pod ciśnieniem $p = 1.5 \text{ atm}$. Masa gazu w butli wynosi $m = 20 \text{ g}$.
9. Stalowy pręt o długości $l = 20 \text{ m}$ i średnicy $d = 3 \text{ cm}$ zwisa pionowo. Obliczyć jego wydłużenie, gdy do jego końca przymocowany jest odważnik o masie $m = 100 \text{ kg}$. Moduł Younga dla stali wynosi $E = 200 \text{ GPa}$.
10. Wyznaczyć długość aluminiowego pręta o gęstości $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$ i module Younga $E = 70 \text{ GPa}$, który pod wpływem własnego ciężaru wydłuży się o $\Delta l = 1 \text{ mm}$.
11. Wyznaczyć minimalną średnicę pręta rozciąganego siłą $F = 3 \text{ kN}$, wiedząc że dopuszczalne naprężenie w materiale, z którego jest wykonany pręt, mogą wynosić $\sigma_{\text{max}} = 240 \text{ MPa}$.
12. Miedziany pręt o długości $l = 1 \text{ m}$ obraca się wokół osi prostopadłej do niego i przechodzącej przez jego środek. Przy jakiej częstotliwości obrotów ulegnie on rozerwaniu, jeśli wytrzymałość miedzi na rozerwanie wynosi $\sigma_{\text{max}} = 24 \text{ kN/cm}^2$. Gęstość miedzi przyjąć jako $\rho = 8900 \text{ kg/m}^3$.
13. Wyznaczyć moduł sztywności dla stali, jeśli pręt o długości $l = 2 \text{ m}$ i średnicy $d = 14 \text{ mm}$ został skrzywiony o $\Delta\varphi = 10^\circ\text{C}$ momentem siły o wartości $M = 26,2 \text{ Nm}$.
14. Na nici kwarcowej o module sztywności $G = 30 \text{ GPa}$, długości $l = 15 \text{ cm}$ i średnicy $d = 15 \mu\text{m}$ zawieszony jest poziomo nieważki pręt. Obliczyć moment siły, który powoduje skrzywienie nici o kąt $\Delta\varphi = 45^\circ$.
15. Pokazać, że współczynnik termicznej rozszerzalności objętościowej jest w przybliżeniu równy potrójnemu współczynnikowi liniowej rozszerzalności termicznej.
16. Promień koła parowozu jest równy $R = 1 \text{ m}$ w temperaturze $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Wyznaczyć różnicę liczby obrotów koła w lecie w temperaturze $t_1 = 25^\circ\text{C}$ i w zimie w temperaturze $t_2 = -25^\circ\text{C}$, na drodze o długości $l = 100 \text{ km}$. Współczynnik rozszerzalności liniowej metalu, z którego wykonane jest koło wynosi $\gamma = 12 \cdot 10^{-6} \text{ deg}^{-1}$.

17. Wyznaczyć siłę, z jaką oddziałuje wiatr o prędkości $v = 36 \text{ km/h}$ na rozpięty prostopadle do kierunku wiatru kawałek płótna o powierzchni $S = 10 \text{ m}^2$. Przyjąć, że cząsteczki powietrza całkowicie wyhamowują na płótnie, a gęstość powietrza wynosi $\rho = 1.2 \text{ g/dm}^3$.
18. Znając gęstości wody i lodu wyznacz, jaki ułamek objętości góry lodowej pływającej po morzu stanowi jej część widoczna?
19. Gdy drewniany klocek pływa w słodkiej wodzie, nad wodą znajduje się $1/3$ jego objętości. Klocek ten może pływać także w oleju, ale wówczas nad wodą znajduje się 0.1 jego objętości. Wyznaczyć gęstości drewna i oleju.
20. Jaka powinna być powierzchnia tafla lodu o grubości $d = 0.3 \text{ m}$ pływająca po powierzchni jeziora, aby nie zatonała ona po postawieniu na niej samochodu o masie $m = 1100 \text{ kg}$?
21. Drewniany pręt o długości l i gęstości ρ zamocowany jest górnym końcem na wysokości $h < l$ nad powierzchnią wody. Mocowanie to umożliwia jego obrót. Wyznaczyć, jaka część pręta zanurzona jest w wodzie. Wyznaczyć kąt, jaki tworzy pręt z pionem.
22. Wyznacz różnicę ciśnienia hydrostatycznego krwi w krwioobiegu człowieka w jego mózgu i stopie. Przyjmij gęstość krwi $\rho = 1060 \text{ kg/m}^3$ i swoją wysokość do obliczeń.
23. Balon wypełniony helem ma w przybliżeniu kształt kuli o promieniu $R = 15 \text{ m}$. Powłoka, liny i gondola mają masę $m = 200 \text{ kg}$. Wyznaczyć maksymalną masę ładunku jaki może unieść ten balon będąc na wysokości, na której gęstość helu wynosi $\rho_{\text{He}} = 0.2 \text{ kg/m}^3$, a gęstość powietrza $\rho_p = 1.5 \text{ kg/m}^3$. Przyjąć, że objętość powietrza wypartego przez ładunek, gondolę i liny można pominąć.
24. Gumowy wąż ogrodowy o średnicy wewnętrznej $D = 2 \text{ cm}$ połączony jest z rozpryskiwaczem, który składa się z oprawki zaopatrzonej w $k = 24$ otworki, każdy o średnicy $d = 0.15 \text{ cm}$. Z jaką prędkością wylatuje woda z rozpryskiwacza, jeżeli w węźu ma ona prędkość $v = 1 \text{ m/s}$.
25. Z zalanej piwnicy wypompowywana jest woda przez wąż o średnicy d z prędkością v . Wąż wychodzi z piwnicy przez okno znajdujące się na wysokości h nad powierzchnią wody. Obliczyć moc pompy.
26. Zamknięta beczułka o wysokości $H = 1.5 \text{ m}$ zawiera rum o gęstości $\rho_r = 1010 \text{ kg/m}^3$. W odległości $h = 100 \text{ cm}$ od górnego poziomu rumu w ścianie beczułka jest korek zamykający otwór o polu powierzchni $S = 0.25 \text{ cm}^2$. 1) Ile wynosi prędkość, z jaką wypływałby rum po wyjęciu korka, jeśli ciśnienie cienkiej warstwy powietrza nad powierzchnią płynu wynosi $p_0 = 0.4 \text{ atm}$, a ile jeśli jest równe atmosferycznemu? Przyjmij, że prawie cała beczka jest wypełniona rumem. 2) Załóżmy, że $p_0 = 1 \text{ atm}$. W jakiej odległości od beczułka należałoby postawić na podłodze kufel, aby napełniał się rumem, tuż po otwarciu beczki. Czy po pewnym czasie rum nadal wlewałby się do kufła?
27. Powierzchnia tłoka w strzykawce lekarskiej o długości $l = 5 \text{ cm}$ wynosi $S_1 = 2 \text{ cm}^2$, a powierzchnia jej otworu do włożenia igły $S_2 = 1 \text{ mm}^2$. Ile czasu trwa zastrzyk, jeśli na tłok działamy stałą siłą $F = 8 \text{ N}$?
28. Z sikawki strażackiej tryska strumień wody o wydajności $Q = 60 \text{ l/min}$. Jakie jest pole przekroju poprzecznego strumienia S_1 na wysokości $h = 2 \text{ m}$ od końca sikawki strażackiej, jeżeli w pobliżu niej jest ono równe $S_0 = 1.5 \text{ cm}^2$.
29. Powietrze opływa górną powierzchnię skrzydła samolotu o polu S z prędkością v_g , a jego dolną powierzchnię z prędkością v_d . Wyznaczyć siłę nośną skrzydła w powietrzu o gęstości ρ .

30. Prędkość przepływu powietrza wzdłuż dolnej powierzchni skrzydła wynosi $v_d = 110 \text{ m/s}$, a różnica ciśnień pomiędzy górną i dolną powierzchnią skrzydła wynosi $\Delta p = 900 \text{ Pa}$. Obliczyć prędkość z jaką powietrze o gęstości $\rho = 1.3 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ opływa górną powierzchnię skrzydła.
31. Z kranu o średnicy wewnętrznej d płynie ciągłym strumieniem woda z prędkością początkową v_0 . Znaleźć zależność średnicy strumienia od odległości h od wylotu.
32. Okręt podwodny znajduje się na głębokości $h = 100 \text{ m}$. Z jaką prędkością przez otwór w kadłubie okrętu będzie wdzierać się woda? Ile wody w płynie w ciągu $t = 1 \text{ h}$, jeżeli średnica otworu jest równa $d = 2 \text{ cm}$? Ciśnienie powietrza w okręcie jest równe ciśnieniu atmosferycznemu.
33. Jaka będzie różnica poziomów wody w U-rurce, jeżeli dmuchać z prędkością $v = 15 \text{ m/s}$ ponad jednym z jej wylotów? Założyć, że gęstość powietrza wynosi $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$.
34. Jaka jest szybkość, w W/m^2 , strat ciepła przez szybę okienną o grubości $d = 3 \text{ mm}$, jeżeli zewnętrzna temperatura wynosi $T_1 = -29^\circ\text{C}$, a wewnętrzna $T_2 = 22^\circ\text{C}$ (współczynnik przewodności cieplnej dla szkła wynosi $k = 0.8 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$)? Jaka będzie odpowiednia szybkość strat ciepła jeśli zastosować podwójną szybę z warstwą powietrza ($k = 0.024 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$) o grubości $l = 7.5 \text{ cm}$ pomiędzy nimi?
35. Przyjmując przewodność cieplną k za stałą, znaleźć prędkość przepływu ciepła w substancji pomiędzy dwiema współśrodkowymi powierzchniami kulistymi o promieniach odpowiednio r_1 i $r_2 > r_1$ w kierunku radialnym. TemperatURY powierzchni kulistych wynoszą odpowiednio T_1 i T_2 .
36. Przyjmując przewodność cieplną k za stałą, znaleźć prędkość przepływu ciepła w substancji pomiędzy dwoma współosiowymi powierzchniami walcowymi o promieniach odpowiednio r_1 i $r_2 > r_1$ w kierunku radialnym. TemperatURY powierzchni walcowych wynoszą odpowiednio T_1 i T_2 , a wysokości walców są takie same i wynoszą l .
37. Rura o długości $l = 50 \text{ m}$ doprowadzająca ciepłą wodę do bloku jest w przekroju kołowa o promieniu $R_1 = 20 \text{ cm}$. Jest ona obłożona warstwą izolacyjną o grubości $\Delta R = 5 \text{ cm}$ i współczynnikiem przewodnictwa cieplnego $k = 35 \text{ mW/(m}\cdot\text{K)}$. Zakładając, że szybkość strat ciepła przez warstwą izolacyjną jest stała, wyznaczyć ją, jeśli rurą płynie woda o temperaturze $T_1 = 90^\circ\text{C}$, a na zewnątrz panuje temperatura $T_2 = -10^\circ\text{C}$.
38. Do zamkniętego naczynia o objętości 2 l napełnionego powietrzem doprowadza się eter etylowy ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$). Powietrze znajduje się w warunkach normalnych. Po całkowitym wyparowaniu eteru ciśnienie w naczyniu wyniosło 1400 hPa . Jaka ilość eteru została wprowadzona do naczynia?
39. W zbiorniku znajduje się mieszanina gazów o temperaturze 320 K i ciśnieniu 1013 hPa składająca się z 1 g wodoru i 40 g chloru. W wyniku reakcji chemicznej, w której powstają pary kwasu solnego, temperatura w zbiorniku wzrasta do 660 K . Obliczyć ciśnienie par kwasu solnego i gazu, który nie został wykorzystany w reakcji. Masa molowa atomu wodoru wynosi 1 g/mol , a chloru 35 g/mol .
40. Opona samochodu została napompowana w temperaturze $t_1 = -15^\circ\text{C}$ do ciśnienia $p_1 = 200 \text{ kPa}$. O ile wzrośnie ciśnienie w oponie, jeśli rozgrzeje się ona podczas jazdy do temperatury $t_2 = 40^\circ\text{C}$?
41. Obliczyć gęstość atmosfery Wenus w pobliżu jej powierzchni zakładając, że składa się ona głównie z CO_2 o temperaturze $t = 480^\circ\text{C}$ pod ciśnieniem $p = 90 \text{ MPa}$. Porównać z gęstością atmosfery ziemskiej, która przy powierzchni wynosi 1.3 kg/m^3 .

42. W cylindrze pod tłokiem o masie m i polu powierzchni S znajduje się n moli gazu doskonałego. O ile trzeba zwiększyć temperaturę gazu, aby tłok podniósł się o h ? Ciśnienie zewnętrzne jest równe p .
43. Do jakiej temperatury należy ogrzać gaz w butelce zatkanej korkiem o powierzchni przekroju $S = 3 \text{ cm}^2$, aby korek wyskoczył z butelki. Siła tarcia utrzymująca korek w butelce wynosi $T = 15 \text{ N}$. Początkowa temperatura gazu w butelce wynosiła $t_0 = -3^\circ\text{C}$, a jego ciśnienie było równe atmosferycznemu $p_0 = 1000 \text{ hPa}$.
44. Pokrowiec balonu przed startem jest napełniany helem o masie m , który pod ciśnieniem p_0 na powierzchni Ziemi zajmuje objętość V_0 . W miarę unoszenia się balonu ciśnienie atmosferyczne zmniejsza się i pokrowiec wydyma się. Na jakiej wysokości H gaz zajmie całą objętość pokrowca V_1 ? Zakładamy, że w czasie wznoszenia temperatura nie zmienia się.
45. Ile ruchów tłokiem pompki rowerowej należy wykonać, aby napompować dętkę rowerową o objętości $V_d = 5000 \text{ cm}^3$ pompką o objętości $V_p = 500 \text{ cm}^3$? Ciśnienie początkowe w dętce jest równe atmosferycznemu $p_0 = 1 \text{ atm}$, a napompowanej dętki wynosi $p = 2 \text{ atm}$.
46. Dętki opon samochodowych są napełniane za pomocą pompy podłączonej do silnika. Ile czasu potrzeba na to, aby dętkę o pojemności $V = 6 \text{ l}$ napompować do ciśnienia $p_1 = 5 \text{ atm}$, jeżeli przy każdym suwie pompa ssie z atmosfery słup powietrza o wysokości $h = 10 \text{ cm}$ i średnicy $d = 10 \text{ cm}$, a czas jednego suwu wynosi $t_0 = 1.5 \text{ s}$? Ciśnienie początkowe w dętce jest równe atmosferycznemu.
47. Gaz, o stosunku $C_p/C_V = \kappa$ rozpręża się od ciśnienia p_1 i objętości V_1 izotermicznie do objętości V_2 . O ile mniejsze ciśnienie miałyby ten gaz po rozprężeniu adiabatycznym do tej samej objętości?
48. Hel i azot znajdują się w dwóch pojemnikach o tej samej objętości i temperaturze. Zostają one sprężone adiabatycznie do połowy objętości. Który gaz bardziej się nagrzeje i ile razy?
49. Do m_1 wody o temperaturze T_1 dolewamy m_2 wody o temperaturze T_2 . Obliczyć temperaturę końcową wody zanedbując wymianę ciepła z otoczeniem.
50. W naczyniu o masie $m_1 = 0.8 \text{ kg}$ i cieple właściwym $c_1 = 400 \text{ J/kgK}$ znajduje się $m = 0.7 \text{ kg}$ mleka o cieple właściwym $c_w = 4.2 \text{ kJ/kgK}$. Ile energii należy dostarczyć, aby zagotować mleko o temperaturze początkowej $t = 5^\circ\text{C}$? Następnie zagotowane mleko przelano do innego naczynia o masie $m_2 = 1 \text{ kg}$, cieple właściwym $c_2 = 300 \text{ J/kgK}$ i temperaturze $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Jaką temperaturę będzie miało mleko krótko po przelaniu do naczynia i ustaleniu się równowagi termodynamicznej?
51. W szklance znajduje się masa m_1 wody o temperaturze $t_1 = 25^\circ\text{C}$. Wrzucamy do niej masę m_2 lodu o temperaturze $t_2 = -5^\circ\text{C}$. Przy jakim stosunku mas wody do lodu otrzymamy mieszaninę wody z lodem w równowadze termodynamicznej?
52. Do szklanki z $m_1 = 250 \text{ g}$ wody wrzucono dwie kostki lodu o masie $m_2 = 5 \text{ g}$ każda. Jaka jest temperatura końcowa napoju, jeśli woda miała początkowo temperaturę $t_1 = 35^\circ\text{C}$, a lód pochodził prosto z zamrażarki, w której panuje temperatura $t_2 = -15^\circ\text{C}$? Ciepło właściwe lodu wynosi $c_l = 0.5 \text{ cal/g}\cdot\text{K}$, ciepło topnienia lodu $L = 80 \text{ cal/g}$, ciepło właściwe wody wynosi $c_w = 1 \text{ cal/g}\cdot\text{K}$.
53. Oszacować prędkość, z jaką bryła lodu uderzyła w ziemię, jeżeli wiadomo, że jej temperatura początkowa wynosiła $t_0 = -15^\circ\text{C}$, a w wyniku zderzenia całkowicie się stopiła pozostawiając kałużę wody o temperaturze 0°C . Założyć, że całe wydzielone w zderzeniu ciepło pobiera lód. Ciepło właściwe lodu $c_L = 2.1 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$, ciepło topnienia lodu $L = 330 \text{ kJ/kg}$.

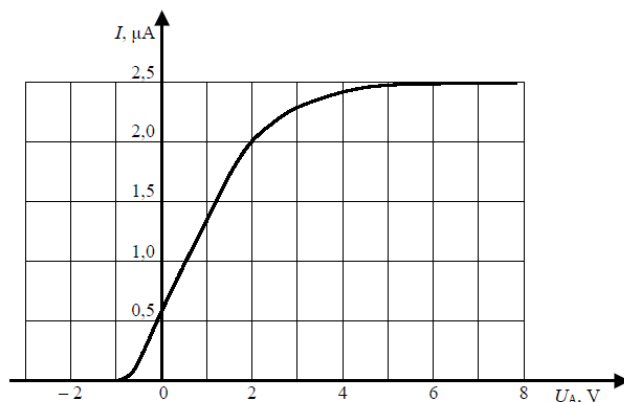
54. Podczas wiercenia otworu w bloku miedzianym o ciężarze Q przez czas τ dostarczona była moc P . Ile ciepła wytworzyło się w tym czasie? O ile wzrosła temperatura miedzi, jeżeli tylko η procent wytworzonego ciepła poszło na jej ogrzanie?
55. Oszacować możliwy przyrost temperatury wody spadającej w wodospadzie Niagara o wysokości $h = 49.5$ m.
56. Blok lodu o temperaturze 273 K, którego masa wynosi początkowo m ślizga się po poziomej powierzchni, z prędkością początkową v_0 . Obliczyć masę bloku stopioną na skutek tarcia pomiędzy blokiem a powierzchnią.
57. Znaleźć pracę jaką wykona dwutlenek węgla 1) przy izotermicznym rozprężeniu od objętości $V_1 = 2$ m³ i ciśnienia $p_1 = 5$ atm do ciśnienia $p_2 = 4$ atm, 2) przy adiabatycznym rozprężeniu.
58. Znaleźć sprawność cyklu termodynamicznego składającego się z dwóch izobar i dwóch adiabat, jeśli wiadomo, że ciśnienie w tym cyklu zmienia się r razy. Substancją roboczą jest gaz doskonały o stosunku $C_p/C_V = \kappa$.
59. Znaleźć sprawność cyklu termodynamicznego składającego się z dwóch izobar i dwóch izochor (Rys. 1a), jeśli wiadomo, że temperatura gazu o stosunku $C_p/C_V = \kappa$ w tym cyklu rośnie r razy zarówno przy izochorycznym ogrzewaniu jak i przy izobarycznym rozprężaniu.
60. Jaką maksymalną pracę może wykonać silnik cieplny, w którym źródłem ciepła jest żelazo o początkowej temperaturze $T_0 = 1500$ K i masie $m = 100$ kg, a chłodnicą jest woda w oceanie o temperaturze $T = 285$ K?
61. Do m_1 wody o temperaturze T_1 dolewamy m_2 wody o temperaturze T_2 . Obliczyć zmianę entropii układu, wiedząc, że ciepło właściwe wody wynosi c_w i zaniedbując wymianę ciepła z otoczeniem.
62. Ile wynosi zmiana entropii łyżeczki wody o masie $m = 5$ g, która w całości wyparowuje po wylaniu jej na płytę o temperaturze minimalnie większej od temperatury wrzenia wody? Ciepło właściwe wody $c_w = 4.2$ kJ/kgK.
63. Znaleźć zmianę entropii kawałka metalu o masie m , którego ciepło właściwe zależy od temperatury zgodnie ze wzorem $c = a + bT$, podczas ogrzewania go od temperatury T_1 do temperatury $2T_1$.
64. Obliczyć zmianę entropii jednego mola CO₂ przy trzykrotnym wzroście jego temperatury, jeśli ogrzewanie jest 1) izochoryczne, 2) izobaryczne.
65. Wyznaczyć zmianę entropii n moli gazu poddanego 1) przemianie izotermicznej $1 \rightarrow 3$, 2) sekwencji przemian $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ pokazanych na Rys. 1b. Dane są temperatury we wszystkich stanach leżących na wierzchołkach.



Rysunek 1

Fizyka kwantowa

1. Stacja nadawcza o mocy 200 kW pracuje na częstotliwości 98 MHz. Ile fotonów emituje antena tej stacji w ciągu jednej sekundy?
2. Laser o mocy $P = 0,1$ W emituje w próżni monochromatyczną wiązkę światła o długości fali $\lambda = 633$ nm i kołowym przekroju. 1) oszacuj liczbę fotonów zawartych w elemencie wiązki światła o długości $l = 1$ m, 2) oblicz wartość siły, jaką wywierałaby ta wiązka światła laserowego padająca w próżni prostopadle na wypolerowaną metalową płytkę. Do obliczeń przyjmij, że w ciągu jednej sekundy na powierzchnię płytki pada $N = 10^{17}$ fotonów. Załóż że płytką odbija w całości padające na nie promieniowanie.
3. Katoda fotokomórki oświetlana jest wiązką światła laserowego o długości fali 330 nm. Charakterystykę prądowo-napięciową tej fotokomórki przedstawiono na Rys. 2: Korzystając z niego obliczyć



Rysunek 2

pracę wyjścia elektronów z tej fotokomórki.

4. Światło padające na powierzchnię sodu wywołuje zjawisko fotoelektryczne. Potencjał hamujący dla wybitych elektronów wynosi $U_H = 5 \text{ V}$, a praca wyjścia $W = 2,2 \text{ eV}$. Jaka jest długość padającego światła.
5. Ile wynosi potencjał hamujący dla elektronów wyemitowanych z powierzchni metalu, dla którego praca wyjścia wynosi $W = 1,8 \text{ eV}$, jeśli została ona oświetlona światłem o długości fali $\lambda = 400 \text{ nm}$. Ile wynosi maksymalna prędkość wybitych elektronów?
6. Na powierzchnię metalu, dla którego praca wyjścia wynosi $W = 1.8 \text{ eV}$, pada: a) 500 fotonów o energii $E = 2 \text{ eV}$ każdy, b) 1000 fotonów o energii $E = 1.7 \text{ eV}$ każdy. Oblicz, ile maksymalnie elektronów zostanie wybitych w każdym z podanych przypadków oraz jaka będzie energia kinetyczna najszybszych z nich.
7. Fotokatodę z sodu ($W = 2,3 \text{ eV}$) oświetlono światłem o długości fali $\lambda = 380 \text{ nm}$. Elektrony przyspieszono następnie pięciem $U = 4,2 \text{ V}$. 1) Wyznaczyć możliwe wartości energii kinetycznej fotoelektronów tuż przy katodzie, 2) Obliczyć energię kinetyczną wybitych i przyspieszonych elektronów przy anodzie.
8. W doświadczeniu fotoelektrycznym z użyciem próbki sodu zmierzono potencjał hamujący równy $U_1 = 1,85 \text{ V}$ dla długości fali $\lambda_1 = 300 \text{ nm}$ i potencjał $U_2 = 0,82 \text{ V}$ dla $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$. Wyznaczyć: 1) wartość stałej Plancka, 2) pracę wyjścia dla sodu, 3) progową długość fali dla sodu.
9. Długość fali światła padającego na fotokatodę zmieniła się z $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$ na $\lambda_2 = 700 \text{ nm}$. Zaobserwowano, że zjawisko fotoelektryczne nadal zachodzi. Zmierzono, że napięcie hamowania zmieniło się wskutek zmiany długości fali trzykrotnie. Obliczyć na podstawie tych danych pracę wyjścia elektronu z fotokatody metalu.
10. Obliczyć długość fali materii elektronu poruszającego się z prędkością o wartość $v = 0,6c$. Uwzględnić efekty relatywistyczne.
11. Rozważyć zderzenie fotonu o rentgenowskiej długości fali i energii $E_0 = 50 \text{ keV}$ i spoczywającego elektronu, w którym foton rozprasza się do tyłu. 1) Wyznaczyć energię rozproszonego fotonu. 2) Wyznaczyć energię elektronu po zderzeniu.
12. Obliczyć energię fotonu rozproszonego pod kątem $\varphi = 135^\circ$, jeśli foton padający miał energię $E_0 = 30 \text{ keV}$.
13. Obliczyć relatywistyczną energię kinetyczną wybitego elektronu przez foton o długości fali λ i rozproszony pod kątem φ .
14. Obliczyć długość fali de Broglie'a dla 1) elektronu o energii 1 keV , 2) fotonu o energii 1 keV , 3) neutronu o energii 1 keV .
15. Obliczyć długość fali de Broglie jakie mają jednokrotnie zjonizowane atomy sodu przyspieszone różnicą potencjałów $U = 500 \text{ V}$. Masa atomowa sodu wynosi 23.
16. W jakiej temperaturze termiczna długość fali de Broglie 1) dla elektronu wynosi $\lambda = 10 \text{ nm}$ 2) dla neutronu wynosi $\lambda = 1 \text{ nm}$?
17. Jaką minimalną energię powinny mieć elektrony w mikroskopie elektronowym, aby można było rozróżnić w tym mikroskopie szczegóły struktury atomu o wymiarach 10 pm . Przyjąć, że zdolność rozdzielcza takiego mikroskopu ograniczona jest długością fali (de Broglie) użytej materii.

18. **Atom wodoru według Bohra.** Uwzględniając, że moment pędu elektronu w atomie wodoru jest skwantowany zgodnie z regułą $L_n = n\hbar$,
- wyznaczyć energię kinetyczną elektronu E_k i potencjalną E_p jego oddziaływania z protonem,
 - pokazać, że $E_p = -2E_k$,
 - wyznaczyć zależność energii w atomie wodoru od głównej liczby kwantowej n ,
 - wyznaczyć liczbową wartość energii stanu podstawowego w eV,
 - wyznaczyć promień Bohra (promień orbity odpowiadającej $n = 1$).
19. Wzbudzony atom wodoru emituje promieniowanie związane z przejściem elektronu z powłoki trzeciej na drugą. Obliczyć energię wyemitowanego kwantu i długość fali uzyskanej linii widmowej. Określić, czy linia ta wypada w zakresie światła widzialnego (380 nm do 760 nm). Energia stanu podstawowego atomu wodoru $E = -13.6$ eV.
20. Rozważmy przejścia w atomie wodoru, którym odpowiada seria Lymana linii widmowych (przejścia na stan podstawowy o $n = 1$). 1) Ile wynosi długość linii, dla której fotony mają najmniejszą energię? 2) W jakim zakresie promieniowania znajduje się ta linia? 3) Ile wynosi graniczna długość fali tej linii?
21. Rozważmy przejścia w atomie wodoru, którym odpowiada seria Balmera linii widmowych (przejścia na stan wzbudzony o $n = 2$). 1) Ile wynosi długość linii, dla której fotony mają najmniejszą energię? 2) W jakim zakresie promieniowania znajduje się ta linia? 3) Ile wynosi graniczna długość fali tej linii?
22. **Rezonans magnetyczny.** Jaka powinna być rezonansowa długość fali promieniowania elektromagnetycznego, które odpowiadałoby odwróceniu spinu protonu w cząsteczce wody, jeśli kropla wody znajduje się w polu o indukcji $B = 1.8$ T. Przyjąć moment magnetyczny protonu w kierunku pola $\vec{B}$ jako $\mu = 1.41 \cdot 10^{-26}$ J/T.
23. Rozważ laser, który emituje światło o długości fali $\lambda = 550$ nm przy przejściu z pewnego stanu wzbudzonego na stan podstawowy. 1) Jaki ułamek atomów znajduje się w tym stanie wzbudzonym w stosunku do ilości atomów w stanie podstawowym w temperaturze pokojowej $T = 300$ K w stanie równowagi? 2) Ile powinna wynosić temperatura świecącego gazu, aby ten stosunek wynosił $1/2$? Przyjmij, że w równowadze termodynamicznej stosunek obsadzeń dany jest wzorem Boltzmanna
- $$\frac{N_w}{N_0} = e^{-\Delta E/kT},$$
- gdzie ΔE jest różnicą energii pomiędzy stanami.
24. Oszacuj prawdopodobieństwo, że elektron z górnej granicy pasma walencyjnego przejdzie do dolnej granicy pasma przewodzenia w izolatorze o szerokości przerwy energetycznej $E_g = 3$ eV w temperaturze pokojowej $T = 300$ K.
25. Ile powinna wynosić przerwa energetyczna w półprzewodniku, aby w temperaturze pokojowej $T = 300$ K prawdopodobieństwo wzbudzenia elektronu do pasma przewodnictwa z górnej granicy pasma walencyjnego było rzędu 0.1?

26. Rozważ samorzutną przemianę α jądra uranu ^{238}U



1) Oblicz energię wydzieloną w tym procesie w postaci energii kinetycznej produktów reakcji. Przyjmij $m_{\text{U}} = 238,050785 \text{ u}$, $m_{\text{Th}} = 234,04357 \text{ u}$, $m_{\text{He}} = 4,002603 \text{ u}$. 2) Oblicz energię wydzieloną w tym procesie w postaci energii kinetycznej produktów reakcji mając dane energię wiązania na nukleon: dla $E_{\text{U}} = 7,566 \text{ MeV/nukleon}$, $E_{\text{Th}} = 7,593 \text{ MeV/nukleon}$, $E_{\text{He}} = 7,074 \text{ MeV/nukleon}$.

27. W tabeli podano niekompletne zapisy przykładowych reakcji jądrowych wraz z energią uwalnianą w tych reakcjach.

Reakcja	Energia reakcji w MeV
$^3\text{He} + \text{X} \longrightarrow ^4\text{He} + 2\text{p}$	12,86
$^7\text{Li} + \text{X} \longrightarrow 2 ^4\text{He}$	17,35
$^{12}\text{C} + \text{p} \longrightarrow \text{X} + \nu$	1,94
$^{15}\text{O} \longrightarrow ^{15}\text{N} + \text{X}$	2,75
$\text{T} + \text{D} \longrightarrow ^4\text{He} + \text{X}$	17,59
$e^+ + \text{X} \longrightarrow 2\gamma$	1,02

a) Uzupełnij równania podanych w tabeli reakcji jądrowych,

b) Oblicz defekt masy w reakcji syntezy deuteru i trytu ($m_{\text{D}} = 2,014102 \text{ u}$, $m_{\text{T}} = 3,0160492 \text{ u}$).

c) Oblicz, ile energii wydzieli się w procesie rozpadu 10^{23} jąder tlenu ^{15}O .

28. Rozpad jądra izotopu pewnego pierwiastka jest badany za pomocą licznika promieniowania. Tło, czyli liczba impulsów dochodzących do licznika z otoczenia wynosi 50 impulsów na minutę. Tabela przedstawia wyniki uzyskanych pomiarów.

Czas [godz.]	Impuls/minutę
0	1060
6	555
8	450
10,5	340
20	160

Narysuj wykres zależności aktywności źródła promieniowania od czasu i wyznacz czas połowicznego rozpadu badanego izotopu.

29. Podana tabela zawiera wyniki pomiarów szybkości rozpadu promieniotwórczego nuklidu ^{128}I , który jest często stosowany w medycynie do diagnostyki wchłaniania jodu przez tarczycę. Wyznaczyć stałą rozpadu i czas połowicznego zaniku nuklidu.

Czas [min]	R [zliczenia/s]	Czas [min]	R [zliczenia/s]
4	392,2	132	10,9
36	161,4	164	4,56
68	65,5	196	1,86
100	26,8	218	1

30. Okres połowicznego zaniku izotopu kobaltu ^{60}Co jest równy 5 lat. Jaka masę kobaltu zawierała ta próbka 10 lat temu, jeżeli obecnie zawiera 0,01 g tego izotopu?
31. Jaka masa radu pozostanie z jednego grama radu po upływie 8000 lat ($T = 1622$ lat)?
32. Pomiary zawartości atomów potasu i argonu w próbce skały księżycowej wykazały, że stosunek liczby trwałych atomów argonu ^{40}Ar do liczby promieniotwórczych atomów ^{40}K wynosi 10,3. Załóżmy, że wszystkie atomy argonu powstały na drodze rozpadu promieniotwórczego atomów potasu z czasem połowicznego zaniku 1,25 mld lat. Jaki jest wiek skały?