I i II zasada termodynamiki

Zadanie 1
Pęcherzyk powietrza wynurzając się z dna jeziora zwiększa swoja objętość 3 razy. Oblicz głębokość jeziora h, jeśli temp wody przy dnie wynosi $t_1=7^0C$, a na powierzchni $t_2=17^0C$. Ciśnienie atmosferyczne wynosi p_a=1000hPa. $\rho_{wody}=10^3 kg/m^3$, przyspieszenie ziemskie g=10 m/s^2.

Odp.: $h = p_a(3T_1-T_2)/(T_2\rho g)$ = 19.3m

Zadanie 2
W pokoju znajduje się n=3000 moli powietrza. Jak zmieni się energia wewnętrzna powietrza w pokoju jeśli na skutek działania klimatyzatora temperatura spanie z $t_1=25^oC$ do $t_2=18^oC$? Zakładamy, że ochładzanie zachodziło w stałym ciśnieniu p=1013 hPa i traktujemy powietrze jako gaz doskonały o wykładniku adiabaty κ=1.4. Dana jest stała gazowa R.

Odp.: $\Delta U = nR(T_2-T_1)/(\kappa-1)$

Zadanie 3
Gaz doskonały został poddany przemianom *AB* i *BC* przedstawionym na rysunku. Objętość gazu zmieniła się z V_1 do V_2. Ciśnienie gazu uległo zmianie z p_1 do p_2. Obliczyć:
a) zmianę energii wewnętrznej ΔU w przemianie *ABC*,
b) pracę *L* wykonaną przez gaz w przemianie *ABC*,
c) wykazać, że zmiana energii wewnętrznej ΔU jest równa sumie pracy wykonanej przez gaz i ciepła dostarczonego. Dane są ciepło molowe w stałej objętości C_V oraz R uniwersalna stała gazowa.

Odp.: $\Delta U = C_v(p_2V_2-p_1V_1)/R$, $L = -p_2(V_2-V_1)$

Zadanie 4
Podczas rozprężania wodór wykonał pracę L. Obliczyć ilość ciepła, jaka została dostarczona jeżeli gaz rozszerzał się: a) izobarycznie, b) izotermicznie. Dane są: ciepło molowe wodoru w warunkach stałej objętości C_V oraz R uniwersalna stała gazowa.

Odp.: a) $Q = (C_v+R)L/R$; b) $Q = L$

Zadanie 5
Dwuatomowy gaz doskonały sprężamy do objętości 10 razy mniejszej od początkowej. Proces sprężania zachodzi a) izotermicznie b) adiabatycznie. W którym przypadku i ile razy praca potrzebna do sprężania gazu jest większa? W którym przypadku i ile razy wzrośnie energia wewnętrzna gazu? Dany jest wykładnik adiabaty κ.

Odp.: $L_T/L_A = 2 \ln 10 / (5 (10^{\kappa-1}-1))$

Zadanie 6
n=2 mole wieloatomowego gazu ulegają rozprężaniu izobarycznemu ze wzrostem temperatury o ΔT=50K. Oblicz ilość dostarczonego ciepła, pracę wykonaną przez gaz oraz zmianę energii wewnętrznej układu. Dane są ciepło molowe w stałej objętości C_V oraz R uniwersalna stała gazowa.

Odp.: $Q = n(R+C_v)\Delta T$; $L = -nR\Delta T$; $\Delta U = nC_v\Delta T$

Zadanie 7
Oblicz entropię n moli gazu doskonałego zakładając, że ciepło właściwe przy stałej objętości C_V jest stałe. Oblicz zmianę entropii tego gazu podczas izochorycznego ogrzewania od temperatury T do 4T.
Odp.: $S = nC_v\ln T + nR\ln V + const$; $\Delta S = nC_v\ln 4$

Zadanie 8
Dwa rodzaje gazu doskonałego pod ciśnieniem p i w tej samej temperaturze T znajdują się w dwóch równych częściach naczynia o objętości 2V rozdzielonego na pół nieprzepuszczalną przegrodą. W pewnej chwili przegroda zostaje usunięta i gazy się mieszają. Oblicz towarzyszącą mieszaniu zmianę entropii układu. Zakładamy, że podczas mieszania zarówno temperatura jak i ciśnienie pozostały bez zmiany. Dane są liczby moli gazów n_1 i n_2 oraz stała gazowa R.

Odp.: $\Delta S = (n_1+n_2)R\ln 2$

Zadanie 9
Układ izolowany stanowią m_1=2kg wody w temperaturze $t_1=20^oC$ oraz m_2=5kg wody w temperaturze $t_2=90^oC$. Po wymieszaniu temperatura się wyrównuje osiągając T_0. Oblicz zmianę entropii w tym procesie wiedząc, że ciepło właściwe wody c=4200J/(kgK).

Odp.: $\Delta S = cm_1 \ln T_0/T_1 + cm_2 \ln T_0/T_2$

Zadanie 10
Oblicz przyrost entropii n moli gazu podczas przemiany od ciśnienia p_1 i temperatury T_1 do ciśnienia p_2 i temperatury T_2, Dane jest ciepło właściwe gazu przy stałej objętości C_V i stała gazowa R.

Odp.: $\Delta S = n \ln T_2/T_1 (Cv+R) - nR \ln p_2/p_1$

Zadanie 11
Kilogram wodoru i kilogram azotu poddano identycznej przemianie izotermicznej. W którym przypadku zmiana entropii będzie większa i ile razy?

Zadanie 12
Znaleźć sprawność cyklu złożonego z dwu izoterm i

a) dwu izochor, dane $T_1>T_2$ i $V_1>V_2$
b) dwu izobar, dane $T_1>T_2$ i $p_1>p_2$

Dane są ciepło molowe w stałej objętości C_V oraz R uniwersalna stała gazowa.

Odp.: a) $\eta = R\ln(V_1/V_2)(T_1-T_2)/((C_v(T_1-T_2)+RT_1\ln(V_1/V_2))$; b) $\eta = 1-(C_p(T_1-T_2)+RT_2\ln(p_1/p_2))/ (C_p(T_1-T_2)+RT_1\ln(p_1/p_2))$

Zadanie 13
Oblicz zmianę entropii w procesie zmieszania n_1 = 4 moli azotu i n_2 = 6 moli dwutlenku węgla. Ciśnienia i temperatury gazów przed zmieszaniem były takie same. Dana jest stała gazowa R.

Odp.: $\Delta S = n_1R\ln((n_1+n_2)/n_1)+ n_2R\ln((n_1+n_2)/n_2)$

Zadanie 14
Ciepło właściwe ciała stałego w wysokich temperaturach można obliczyć z zależności empirycznej: C= a + bT. Oblicz zmianę entropii ciała stałego o masie m przy ogrzewaniu od temperatury T_1 do T_2.

Odp.: $\Delta S = ma\ln(T_2/T_1) + mb(T_2-T_1)$

i podobne zadania ze skryptu 6.8, 6.15-6.19

Fizyka statystyczna

Zadania 6.21---6.27 skrypt
Zadanie 6.21
Zadanie 6.26

Zadanie 1
Znajdź zależność ciśnienia powietrza w polu grawitacyjnym Ziemi p(h). Założyć, że temperatura nie zmienia się z wysokością i wynosi T. Na jakiej wysokości ciśnienie maleje dwukrotnie względem ciśnienia na powierzchni Ziemi jeśli temperatura wynosi 0°C. Przyjąć μ=29 g/mol.

Odp.:
$p = p_0\exp(-\mu gh/RT)$, $h = (RT/\mu g)\ln 2$ = 5,5 km

Zadanie 2
Obliczyć jaki procent cząsteczek gazu znajdującego się w polu grawitacyjnym Ziemi ma energię potencjalną Ep większej od średniej energii kinetycznej ich ruchu postępowego? Założyć, że temperatura gazu oraz przyspieszenie ziemskie g nie zależą od wysokości.

Odp.: $\Delta n/n=e^{-3/2}$=22.3%.

Zadanie 3
Poziome naczynie cylindryczne obraca się z prędkością kątową ω wokół osi przechodzącej przez jego otwarty koniec. Długość naczynia wynosi l. a powierzchnia jego podstawy S. Ciśnienie powietrza w nieruchomym naczyniu wynosi p_0, a jego temperatura T. Średnia masy cząsteczki powietrza wynosi m. Obliczyć: a) zależność ilości cząsteczek w jednostce objętości naczynia n od odległości od osi obrotu r, b) siłę parcia F na dno naczynia związaną z jego obrotem.

Odp.: a) $n = n_0 \exp(m\,\omega^2 r^2/2kT)$, gdzie $n_0 = p_0/kT$.   b) $F = p_0 S[\exp(m\,\omega^2 l^2/2kT)-1]$

Transport ciepła

Zadanie 1
Oblicz ile ciepła ucieka w ciągu godziny przez powietrze zawarte między dwiema szybami okna w wyniku przewodnictwa cieplnego (konwekcję zaniedbujemy). Powierzchnia okna $S=1m^2$, odległość między szybami d=5 cm, $\Delta T=20K$. Wsp. przewodnictwa cieplnego λ = 0,025W/mK.

Zadanie 2
Oblicz szybkość transportu ciepła przez skórę człowieka w wyniku przewodnictwa i promieniowania, jeśli temp skóry=31C, temp otoczenia=23C, wsp. emisyjności $\varepsilon=0.97$. Przyjąć powierzchnię ciała $S = 2m^2$ i założyć, że 5 cm warstwa powietrza jest efektywną warstwą przez którą następuje wyrównywanie temperatur. Wsp przewodnictwa cieplnego λ = 0,025W/mK. Założyć, ze dla promieniowania $Q/t=\varepsilon S\sigma (T_2^4-T_1^4)$, $\sigma = 5{,}7*10^{-8} W/m^2K^4$

Zadania 6.32, 6.33 skrypt