Lista zadań termodynamika kurs podstawowy

Lista1

1. Na barometrze zaopatrzonej w podziałkę drewnianą odczytano spiętrzenie b0=742 mmHg ( w temp. 0C). Przyjmując przyspieszenie ziemskie 10 m/s2 wyrazić ciśnienie otoczenia w : barach , Tr, atm, kPa, MPa. Gęstość rtęci w 0C wynosi 13,595\*10^3 kg/m3
2. W zbiorniku znajduje się 250 kg etanu C2H6 , CH4, N2 , O2. Wyrazić tę ilość substancji w kmol , umf3  , gęstość normalną (kg/ um3)wiedząc , żeumowny ( normalny ) metr sześcienny jest to ilość substancji zawartej w 1 m3 umownych warunków , pod warunkiem że gaz zachowuje się jak gaz doskonały .Za warunki normalne przyjmuje się zwykle stan dla 00C , przy ciśnieniu 1 atm=760mmHg. Oznaczenie- um3 .. Zachodzi zależność : 1kmol dowolnego gazu zajmuje w tzw. warunkach normalnych 22,42 um3.
3. Wyznaczyć gęstość normalną C2H6 , CH4, N2 , O2, NH3.
4. Umowna gęstość substancji wynosi . Określ Masę kilomolową.
5. Amoniak NH3 przepływa rurociągiem w ilości 12,5 kmol/s . Określ ilość amoniaku w kg/s
6. Manometr umieszczony w zbiorniku wskazuje nadciśnienie 2,5 bar (podciśnienie 0,5 bar) Ciśnienie otoczenia wynosi 101308 Pa . Oblicz ciśnienie bezwzględne panujące w zbiorniku w barach , Tr , Pa . Odp : P1=351308 Pa ,P2=51308Pa.
7. Do zbiornika dopływa przewodem rurowym azot , którego strumień gazu wynosi 2kg/s . Oblicz strumień gazu w kmol/h, średnicę rury d, jeśli prędkość przepływu wynosi 2 m/s , a gęstość azotu ρ=1,25 kg/m3. Odp: 257,14 kmol/h, d=1,01m.
8. Na powierzchni wody panuje ciśnienie 730 Tr . Oblicz ciśnienie bezwzględne panujące na głębokości 250 m pod zwierciadłem wody w mm Hg , barach . Odp:25,97 bar
9. Do wyparki dopływa strumień wodnego roztworu NaCl w ilości 4kg/s o stężeniu 20% (reszta to H2O) Określić ilość soli w kmol/s , dopływająca do wyparki w roztworze. Odp: 0,0137 kmol/s.
10. Dla 180 stopniowe skali Fahrenheita jest 00C - 32 0F1000C - 2120F określ wzór na zamianę 0C na 0 F. Temperaturę t=200C przedstawić w 0F i K. Obliczyć temperaturę dla której termometry Celsjusza i Fahrenheita wskazują tę samą temperaturę . Odp: t=-400C=-40 0F.
11. W zbiorniku o objętości 0,5 m3 znajduje się sprężone powietrze, tlen i azot o ciśnieniu odczytanym na manometrze pm=0,5Mpa i t=200C . Rpow=287 J/(kg K) .Obliczyć ilość powietrza ( w kg , kmol , um3)Ciśnienie otoczenia p0=0,1 Mpa . Odp: 3,55kg , 0,123 kmol , 2,76 um3

**Lista 2**

1. Oblicz objętość wł. normalną (760Tr , 273K) roztworu gazowego o składzie molowym : 15% CH4 18%O2, 67%N2 . Wykorzystaj fakt , że 1 kmol dowolnego gazu zajmuje w warunkach normalnych 22,42 m3.Odp: 0,833 m3/kg .
2. Gęstość roztworu helu i azotu wynosi ρ=4,71 kg/m3 dla p=1,0Mpa , T=400K . RHe=2077,12J/(kg K) , RN=296,85 J/(kg K) . Podaj skład roztworu tj. gi,zi , wykorzystując związek zi= gi Ri/Rz i formułę na Rz. zHe=0,5142 , zN=0,4857 , gHe=0,1314 , gN=0,8686.
3. W mieszaninie gazów doskonałych :wodoru . tlenku węgla i metanu udział masowy wodoru wynosi 7%, metanu 25%. Oblicz stałą gazową mieszaniny oraz objętość właściwą i gęstość w temperaturze 400K , przy ciśnieniu manometrycznym 0,15 Mpa , jeśli ciśnienie otoczenia wynosi 10240 mmH2O. Odp:Rm≅623 J/(kg K), ρm=1,004 kg/m3, υm=0,996 m3/kg
4. Stała gazowa mieszaniny CO2,  N2 i O2 wynosi 250 J/(kg K). W mieszaninie o masie 150 kg znajduje się 35 kg N2. Oblicz masy i udziały objętościowe składników mieszaniny gazów doskonałych. Odp:mC02=39,45 kg,mO2=75,6 kg, rC02=zC02=0,2 kmol C02/kmol miesz.(m3 CO2/m3 miesz), r02=z02=0,52 kmol O2/kmol miesz . (O2/m3 miesz),, rN2=zN2=0,28 kmol N2/kmol miesz. (m3 N2/m3 miesz),
5. W zbiorniku o objętości V=3m3znajduje się ten o nadciśnieniu pm=0,65Mpa i T=300K . Ciśnienie otoczenia po=735Tr , R0=259,83 J/(kg K). Oblicz ile tlenu jest w zbiorniku ( w kg i kmol) .Odp: 28,78 kg , 0,9 kmol .
6. W zbiorniku o objętości V=5m3znajduje się azot o nadciśnieniu pm=0,5Mpa i T=300K . Ciśnienie otoczenia po=760Tr , RN=296,85 J/(kg K). Oblicz ile azotu jest w zbiorniku ( w kg i kmol) .Odp: 33,98kg ; 1,213kmol .
7. Oblicz strumień gazu płynącego w przewodzie rurowym o średnicy D=0,7m Skład molowy gazu :8%,CO2 , 4%H2O , 2% H2 ,28%CO , 58% N2.Nadciśnienie pm=0,11Mpa , T=550K , średnia prędkość przepływu w=30m/s , pot=0,1Mpa . Rozwiązać dwoma sposobami . RCO2=188,9 J/(kg K) , RH2O=461,42 J/(kg K), RH2=4124,36 J/(kg K), RCO296,85 J/(kg K), RN2=296,85 J/(kg K).Odp: n=0,530 kmol/s , G=15,037 kg/s.
8. W zbiorniku o objętości 3m3 i pod ciśnieniem bezwzględnym 0,2 MPa i w temperaturze 300K, znajduje się roztwór dwutlenku węgla oraz amoniaku w takich samych udziałach a/ objętościowych b/ masowych. Podaj ilość kg i kmol każdego związku w mieszaninie.
9. W zasobniku o objętości 200 dm3 znajduje się H2 w temperaturze 150C, pod ciśnieniem absolutnym 10 MPa. W wyniku wycieku wodoru ciśnienie zmniejszyło się do 7,5 MPa, a temperatura do 10 0C. Oblicz ile kmol wodoru i ile cząsteczek wodoru wyciekło z zasobnika? Odp.: 0,2 kmol, N=1,2\*10^12 cz.

**Lista 3**

1. Gaz ekspanduje w cylindrze , przy czym zależność ciśnienia od objętości p=105(V-1) . Obliczyć pracę absolutną i techniczną jeśli p1=0,1Mpa , V1=2m3 , p2=1,0Mpa? Odp L1-2=49 , 5 x 105 J , Lt 1-2=- 59,5 x 105 J
2. Obliczyć pracę absolutną , techniczną i użytkową jaką wykonuje gaz w cylindrze jeśli pV=5 x 105 Pa. p1=1,0 Mpa , p2=0,15 Mpa . Ciśnienie otoczenia 0,1 Mpa. Odp L1-2=11,5x 105 J , Lt 1-2=11,5 105 J
3. Zależność ciśnienia od objętości określa równanie pV2 = idem . Początkowo jest p1=0,2Mpa , V1=1,5m3 , potem p2=2,0Mpa. Obliczyć pracę absolutną i techniczną .Odp L1-2=-6,5 x 105 J , Lt 1-2=- 13 x 105 J
4. Czynnik gazowy w cylindrze podlega przemianie pV=const , pot=1,0 bar.Udowodnij że L1-2= Lt 1-2 Ile wynosi L1-2 , jeśli p1=0,2Mpa , V1=0,1m3 , p2=0,5 bar . Ile wynosi praca użyteczna Lu 1-2 .
5. Gaz zawarty w maszynie tłokowej ma ciśnienie p1=100kPa Gdy tłok był unieruchomiony doprowadzono ciepło odwracalnie , w wyniku czego ciśnienie wzrosło dwukrotnie . Zwolniono tłok i gaz rozprężył się odwracalnie wg zależności pV1,5=const osiągając objętość V3=3,2 m3. Następnie gaz oziębił się odwracalnie przy stałym ciśnieniu p3=p1 do momentu powrotu tłoka do stanu początkowego . Oblicz pracę obiegu jako sumę prac bezwzględnych poszczególnych przemian . Narysować przemiany na wykresie p-V. Odp: L1-2=0kJ, L2-3=168 kJ, L3-1=- 188 kJ L0=50kJ
6. Gaz w sprężarce sprężono odwracalnie wg funkcji pv=const od stanu p1=100kPa i v1=3m3/kg do stanu o p2=400kPa . Oblicz pracę absolutną i techniczną właściwą. Odp: lt1-2=-416 kJ/kg
7. Blok aluminiowy , w którym ilość substancji m=150kg jest nagrzewany od T1=300K do T2=900K . Rzeczywista pojemność cieplna c=a+bT , gdzie a=0,745kJ/(kgK) , b=0,5x10-3 kJ/(kgK2).Oblicz ilość ciepła pobraną przez aluminium oraz średnią pojemność cieplną w rozważanym przedziale temperatur ? Odp?c⏐T2T1=a+ b(T1+T2)/2=1,045 kJ/(kgK),Q1-2=94,05 MJ .
8. W zbiorniku o V=0,05 m3 znajduje się idealny jednoatomowy gaz (χ=1,667) o parametrach początkowych p1=1,3 bar , t1=15 0C który rozpręża się do p2=1,8 bar . Oblicz ciepła zostanie pochłonięte w tej przemianie . Odp: QV1-2=3,75 kJ.
9. W cylindrze pionowym zamkniętym od góry tłokiem przesuwającym się bez tarcia znajduje się azot o parametrach początkowych 0,05m3 , 1,2 bar 15 0C . Wskutek doprowadzenia ciepła objętość wzrosła do 0,07 m3 . Oblicz ilość ciepła pochłoniętego w tej przemianie przez azot , który można potraktować jak gaz doskonały .Odp: Q1-2=8,4kJ.
10. Azot przepływając przez nagrzewnicę , przy stałym ciśnieniu 100kPa , zostaje nagrzany do temperatury 120 0C . Na wlocie do nagrzewnicy ma temperaturę 200C . Strumie2ń przepływającego azotu wynosi 0,6 kg/s. Traktując azot jako gaz dwuatomowy doskonały oblicz.
    1. strumień objętościowy azotu o parametrach jak za nagrzewnicą , ciepło właściwe przy stałej objętości cv
    2. przyrost energii wewnętrznej właściwej , przyrost entalpii właściwej , moc cieplną nagrzewnicy

Odp:

**Lista 4**

1. W pionowym cylindrze z ruchomym tłokiem obciążonym stałym ciężarem , ogrzewany gaz- tlen zwiększył swoją objętość z V1=1m3 do V2=1,5m3. Ciśnienie manometryczne gazu wynosi pm=0,2 Mpa. Przyrost energii wewnętrznej ΔU=3000kJ, pot=0,1Mpa. Oblicz ciepło przemiany, ciepło właściwe , zmianę entalpii właściwej, zmianę energii właściwej, ekstensywną zmianę entalpii Odp:3150kJ
2. W naczyniu o stałej objętości V=4m3znajduje się dwuatomowy gaz-wodór przechodzący przemianę . Ciśnienie manometryczne pm1=-0,05Mpa, T1=293K. Po dostarczeniu ciepła temperatura wzrosła do T2 =400K. . Oblicz ciepło przemiany, ciepło właściwe , zmianę entalpii właściwej, zmianę energii właściwej, ekstensywną zmianę entalpii. Odp: ΔU=182kJ, ΔI(ΔH)=262kJ
3. Gaz doskonały w ilości n=0,02kmol rozpręża się politropowo . Wykładnik politropy m=1,5. Parametry gazu na początku p1=1,2 Mpa, T1=800K. Ciśnienie na końcu przemiany p2=0,12 Mpa. Ciepło przemiany Q1-2=400kJ. Podaj zmianę energii wewnętrznej . Odp: ΔU=258kJ.
4. Turbina śmigłowa przekazuje przez wał moc do generatora prądu elektrycznego rys1. Powietrze o prędkości w1=10m/s i objętości właściwej v=0,858 m3/kg przepływa prze koło o średnicy D=10m opisane łopatkami wiatraka. Przyjmując stałą entalpię oraz w2=0m/s za łopatami, oblicz moc oddawaną na wirnik wiatraka. Odp: 45,8kW.



Rys.1

1. Poziomą dyszą rys.2 przepływa płyn stałym strumieniem  pod wpływem różnicy ciśnień na wlocie i wylocie. Na wlocie dyszy p1=2Mpa entalpia właściwa h1=800kJ/kg i prędkość w1=25m/s. Na wylocie p2=0,2Mpa , h2=500kJ/kg. Obliczyć prędkość płynu na wylocie z dyszy. Odp:w2=548m/s.



Rys.2

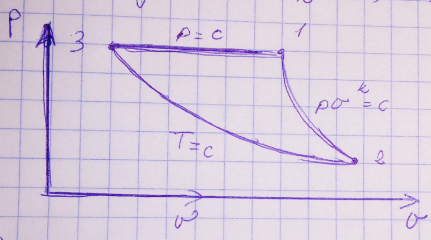
1. W cylindrze rozprężarki znajduje się azot . Ciśnienie manometryczne pm1=4,9 Mpa, T1=600K.Na skutek ekspansji politroowej o wykładniku n=2 , objętość azotu wzrosła z V1=0,1m3 do V2=0,2m3. Oblicz pracę absolutną i techniczną , ciepło przemiany, ciepło właściwe . Ciśnienie otoczenia pot=0,1MpaOdp:Ln1-2=250kJ, L tn1-2=500kJ, Qn1-2=3757kJ,cn=436,3J/(kgK)

**Lista5**

1. 1 kg CO2, NO2, O2, N2, H2 przechodzi cykl przemian , jak na poniższych rysunkach. Dane parametry gazu w odpowiednich miejscach cyklów są wypisane odpowiednio w podpunktach. Określić pozostałe, możliwe parametry gazu oraz Ciepło obiegu i pracę obiegu, traktowane jako sumacyjne ciepło lub praca dla wszystkich przemian składających się na cykl.

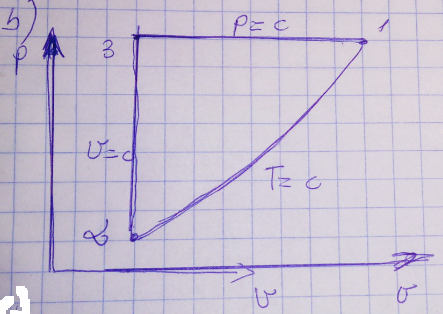
a/

p1=4 MPa, T1=700oC, p2=100kPa



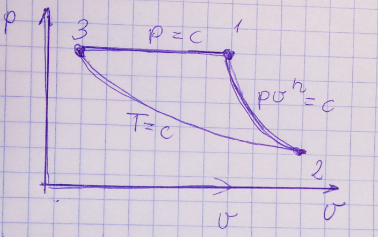
b/

p1=3MPa, T1=400K, p2=100kPa



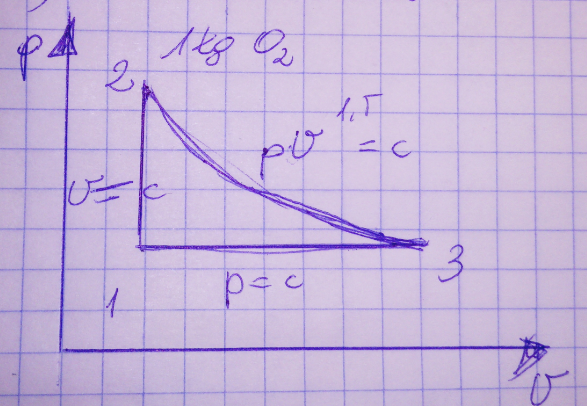
c/

p1=4MPa,T1=800K, p2=0,8MPa,n=2



d/

p1=100kPa, T1=348 K, p2=200kPa



**Lista 6**

1. Oblicz przyrost entropii tlenu znajdującego się w szczelnej butli o pojemności 50l, jeśli warunki początkowe to ciśnienie bezwzględne p1=8Mpa, T=300K, a ciśnienie końcowe bezwzględne to p2=8,5Mpa. Tlen traktować jak gaz doskonały.
2. Oblicz przyrost entropii tlenu znajdującego się w szczelnej butli o pojemności 50l, jeśli warunki początkowe to ciśnienie bezwzględne p1=8Mpa, T=300K, a ciśnienie końcowe bezwzględne to p2=8,5Mpa. Tlen traktować jak gaz doskonały.
3. Udowodnić , że izentropę da się przedstawić jako prostą prostopadłą do odciętych w układzie T-s. Skorzystaj z I Zasady Termodynamiki i definicji entropii.
4. System zawierający m=0,5 kg miedzi o temperaturzeT1=50C podczas izobarycznego nieodwracalnego ogrzewania przez otoczenie o temperaturze T0=230C osiągnął stan równowagi. Obliczyć zmianę entropii otoczenia , miedzi oraz sumaryczną zmianę entropii układu miedź-otoczenie. Średnie ciepło właściwe dla miedzi cp Cu=0,38kJ/(kgK). Odp: ΔS ot=-11,6kJ/K, ΔSCu=11,9 kJ/K, ΔSu=0,3kJ/K
5. W zbiorniku o objętości 2,5 m3 znajduje się 50 kg pary nasyconej o ciśnieniu 10 bar Oblicz stopień suchości pary . Odp. : 0,253
6. Oblicz średnicę wewnętrzna przewodu rurowego, którym ma płynąć 4,3 kg/s pary przegranej o parametrach 13 bar , 230 oC z prędkością 20 m/s. Objętość właściwa pary przegrzanej w tych warunkach to v=0,1787 m3/kg. Podaj sposób sprawdzenia poprawności wartości objętości właściwej pary w tych warunkach !. Odp: około 0,215m
7. Przewodem rurowym o niezmiennej średnicy płynie para wodna. Na początku przewodu prędkość pary wynosi 20m/s , ciśnienie 13 bar, temperatura 220oC. Parametry pary na końcu przewodu 10,5 bara i 200 oC. Oblicz prędkość pary na końcu, wiedzac że na początku przewodu vp=0,16 m3/kg, a na końcu vk=0,193/kg
8. Wiedząc , ze para nasycona ma parametry x=0,9, p=10 bar określ objętość właściwą , entalpie właściwą, entropię właściwą pary na tym stopniu suchości : vx,ix,sx
9. W zbiorniku znajduje się 80 kg pary nasyconej o ciśnieniu 15 bar . Ciecz zajmuje 5 % objętości zbiornika . Obliczyć :

1) stopień suchości pary

2) objętość zbiornika Odp.: V=1,58 m3 , x=0,143

1. Para przegrzana znajduje się pod stałym ciśnieniem . Parametry początkowe : p=0,35 bara ,t=150 0C . Zostaje ona podgrzana do temperatura końcowa tk=3000C . Znaleźć jednostkowe ciepło przemiany oraz właściwą pracę techniczną .
2. W idealnej turbinie para ekspanduje izentropowo od stanu o p1=2,0 Mpa i t1=5000Cprzed turbiną do ciśnienia p2=0,008 Mpa w skraplaczu . Określić z wykresu i-s parametry stanów skrajnych przemiany , właściwą pracę techniczną turbiny i moc turbiny, jeśli natężenie przepływu pary wynosi 50 t/h Odp.:lt ,s1-2=1146 kJ/kg , N=15,95 kW
3. Para o parametrach 10bar , 250 0C i 0,05 m3 podlega zamkniętej przemianie izotermicznej do ciśnienia końcowego 1 bar . Obliczyć ciepło pochłonięte podczas przemiany oraz wykonaną pracę bezwzględną . Odp :QT1-2=124,4 kJ , LT1-2=118,8 kJ.
4. W naczyniu ciśnieniowym o stałej objętości znajduje się para wodna o ciśnieniu 0,1 MPa i stopniu suchości x=0,8 . Na skutek grzania temperatura wzrosła do 600 0C. Określić parametry stanów skrajnych, obliczyć jednostkowe ciepło przemiany oraz właściwą pracę przemiany . Odp.:qv1-2=1233kJ/kg , ltv1-2=252 kJ/kg.
5. Para o parametrach 0,35 bar, t=150oC rozpręża się izotermicznie do ciśnienia końcowego pk=0,07 bar. Podaj parametry stanów skrajnych ( wykres i-x) Co można na tej podstawie policzyć?
6. Do skraplacz dopływa mokra para nasycona w ilości 3kg/s . Ciśnienie pary 0,08 bar. Temperatura kondensatu opuszczającego skraplacz wynosi 36oC. Skraplacz jest chłodzony wodą , której temperatura podnosi się od 26oC do 34oC w trakcie chłodzenia pary. Strumień wody chłodzącej wynosi 200kg/s . Określ parametry pary dopływającej do skraplacza ip=2367 kJ/kg; x=0,91

**Lista 7**

1. Z równania Clapeyrona wyprowadzić wzór na stopień zawilżenia X . Wiedząc , że Mg = 28,96 kg/kmol oraz Mp = 18,016 kg/kmol doprowadzić powyższy wzór do postaci :  . W jakim zakresie ciśnień obowiązuje ten wzór ?
2. W temperaturze 310 K wilgotny gaz ma ϕ = 50 % . Korzystając z wykresu i-X podać dla tego gazu :

- stopień zawilżenia X

- entalpię właściwą i1+X

- ciśnienie składnikowe pary pp

- podać ciśnienie nasycenia pn dla temperatury gazu oraz Xn

- dla odczytanego z wykresu stopnia zawilżenia X podać co będzie jeśli temperatura obniży się izobarycznie do 296 K

- podać temperaturę punktu rosy TR

1. Wyprowadź wzór na na stałą gazową powietrza wilgotnego , traktując je jak mieszaninę powietrza suchego i pary wodnej ? 
2. Przedstaw schematycznie proces izobarycznego ochładzania powietrza wilgotnego. Załóżmy , że powietrze o temperaturze 310 K i X=20 g/kg p. s. zostało izobarycznie ochłodzone do temperatury 296 K Podaj temperaturę TR , ilość wykroplonej wody oraz ciepło oddane podczas izobarycznego ochładzania z jednostkowej masy gazu mg ?

( 2 g , 20 kJ )

1. Wilgotne powietrze ma parametry : p=105 Pa , T=293 K , ϕ = 80 % , Rp=289,027J/kgK . Oblicz gęstość powietrza korzystając z równania Clapeyrona oraz wykresu i-X .

( ρp=1,2 kg/m3)

1. W adiabatyczny sposób doprowadzono do strumienia wilgotnego parę wodną ( wodę ) o entalpii iw i została ona wymieszana z powietrzem tworząc roztwór jednorodny . Sporządzić bilans energii , bilans wody , oraz w oparciu powyższe bilanse wyprowadzić wzór na iw=Δi /ΔX . Co przedstawia sobą to wyrażenie ? Odpowiedź uzasadnij .



1. Powietrze o parametrach T1=310 K ,ϕ1=0,5 zostało dowilżone adiabatycznie . W wyniku tego otrzymano powietrze o T2=304 K , X2=32g/kg p.s. Oblicz iw ?
2. W psychrometrze termometr suchy wskazuje 308Kzaś termometr mokry 299K Ciśnienie badanego powietrza wynosi 735 Tr . Za pomocą wykresu i-X wyznaczyć :

wilgotność badanego powietrza

- jego stopień zawilżenia

- ciśnienie składnikowe pary

- temperaturę punktu rosy TR przy izobarycznym ochładzaniu

- co jeszcze można odczytać z wykresu mając podane ciśnienie powietrza ?

1. Mieszane są ze sobą dwa gazy wilgotne. Pierwszy ma parametry i1= 150 kJ/kg, X1 = 40 g /kg g. s. ,mg1=3 kg/s . Drugi ma parametry : i2= 85 kJ/ kg , X2=16 g/kg g.s. mg2=6k/s . Wyprowadź wzór : , korzystając z bilansu ilości gazu suchego , bilansu energii i bilansu wody . Podać parametry mieszaniny korzystając z wyprowadzonego wzoru oraz wykresu i-X
2. Powietrze wilgotne o parametrachϕ1=0,4 , X1 =10 g/kg g. s. , mg1=10 kg/s , miesza się z drugim gazem wilgotnym . Mieszanina zawierająca 20 kg gazu suchego/s ma parametry ϕm=0,5 , Xm=20 g/ kg g .s . Jakie parametry miał drugi gaz?

**Lista 8**

1. Wiedząc , że średnie ciepło właściwe cp i cv w przedziale 0-1500 0C dla powietrza można przybliżyć nasstępująco : cp It0= 0,9957 + 0,00009299 t [ kJ/(kg K)] oraz cv It0=0,7089+0,00009299 t [ kJ/(kg K)] obliczyć wykładnik adiabaty dla 00C , 20 0C, 1000C , 300 0C , 10000C oraz liczbę prędkości α , krytyczny stosunek ciśnień βS oraz liczbę przepływu izentropowego ψsmax . Sprawdzić , czy dla χ=1,4 jest odpowiednio α=1,079 , βS=0,5283 , ψsmax=0,64874
2. Powietrze ( gaz doskonały ) wpływa do dyszy w dyszy de Lavala , przy czym w przekroju początkowym ma parametry p1=0,5 Mpa , T1=300K , w1 =0 m/s, po czym rozpręża się do p2=0,1 Mpa w przekroju końcowym. Strumień powietrza G=2,5 kg/s . Zakładając proces bez tarcia obliczyć powierzchnię przekroju najmniejszego i parametry panujące w tym przekroju .k=1,4 , dla powietrza βS=0,5283 α=1,079 , R=287,1 J/kgK, ( pm=0,264 Mpa , Tm=250 K ,vm=0,272 m3/kg , wm=316.7 m/s , Fm=0,00215 m2 )
3. Powietrze o parametrach jak w zad . 2 rozpręża się w dyszy de Lavala do p2=0,1 Mpa . Strumień powietrza G=2,5 kg/s . Zakładając proces bez tarcia obliczyć powierzchnię przekroju wylotowego i parametry panujące w tym przekroju . k=1,4 , dla powietrza βS=0,5283 α=1,079 , R=287,1 J/kgK . (T2S=189,4 K , v 2S=0,543 m3/kg , w2S=471,5 m/s , F2S=0,00288 m2)
4. Powietrze o parametrach jak w zad . 2 rozpręża się w dyszy de Lavala do p2=0,1 Mpa . Strumień powietrza G=2,5 kg/s . Zakładając proces jest z tarciem , a sprawność dyszy wynosi ηd=0,9 , w2S=471,5 m/s obliczyć powierzchnię przekroju wylotowego i parametry panujące w tym przekroju . O ile wzrośnie pole powierzchni wylotowej dyszy w stosunku do F2S ( T2=200,5 K , v 2=0,576 m3/kg , w2=447,3 m/s , F2=0,00322 m2) . Uwaga T2s=189,4K.
5. Przewodem o średnicy d płynie woda o przepływie masowym G(m/s) . Wiedząc ,że średnica przewodu zwęży się trójkrotnie , a objętość właściwa wody nie zmieni się określić jak wzrośnie prędkość wody w przewodzie .(w2=9w1)
6. Struga ma parametry T1=1500K , p1=0,50MPa ,w1=20m/s, k=1,4. Oblicz jej parametry spoczynkowe dla procesu adiabatycznego . R=287,1 J/kgK (T0=1500,9K , p0=0,5236MPa, v0=0,8334 m3/kg , i01=1507 kJ/kg)
7. Pomiar wydajności sprężarki przeprowadzono tłocząc powietrze do zbiornika , z którego wypływa ono do otoczenia przez dyszę Bendemanna Parametry w zbiorniku są niezmienne i wynoszą T0=310K , p0=0,60MPa  **.** Srednica wypływowego przekroju dyszy dm=50 mm . Przyjmując przepływ adiabatyczny bez tarcia oblicz parametry powietra w przekroju najmniejszym oraz wydajność sprężarki . (Tm=258K , pm=0,317MPa , wm=322m/s , Gsprężarki = Gmax==2,703 kg/s )
8. Do pomiaru strumienia pary wodnej przepływającej przewodem o D=200mm zastosowano kryzę normalną , której otwór ma średnicę d=80mm parametry przed kryzą p1=3,5 Mpa , T1=710K , mierniczy spadek ciśnienia Δp=28kPa . Dynamiczny współczynnik lepkości η=26,1x10-6kg/(m s) . Zgodnie z normą PN dla stopnia rozwarcia kryzy (d/D)2=0,16 przyjmij liczbę przepływu dla Re max αo=0,608 , k1=1,001 , k2=1,003 , k3=1,008 , ε=0,996 oraz poprawkę termicznej rozszerzalności kryzy kt=1,006 . (liczby poprawkowe uwzględniają k1 - Re<Remax , k2 -chropowatość rurociągu , k3 - nieostrość krawędzi wlotowej zwężki . Strumień płynu przepływający przez zwężki miernicze określa się wzorem  , gdzie m=(d/D)2 jest stopniem rozwarcia dyszy, α=αo k1 k2 k3 ,dt=dkt .  Oblicz G. (G=2,431 kg/s)