TMC

Zadania dydaktyczne:

1\*/ Przez rurę o zmiennym przekroju przepływa stacjonarny strumień wody. Oblicz prędkość przekroju 1 , jeśli pole przekroju S2=8 cm2 i prędkość wody w2= 1m/s, a przekrój S1= 4m2.

2\*/Struga powietrza o parametrach t1=400K i p1=1MPa ma prędkość w1=50 m/s. Rpow=287J/(kg K) , cp=1004 J/(kg K) k=1,4. Podać parametry spiętrzenia(po wyhamowaniu izentropowym strugi do 0 m/s). Jak zmienią się te parametry spiętrzenia jeśli prędkość w=500m/s.

3\*/Powietrze o parametrach statycznych p1=10bar, t1=350oC ma prędkość w1=250 m/s i przepływa przez dyszę zwężającą się do otoczenia pot=1bar. Powierzchnia przekroju dyszy wynosi A min=20 cm2. Zakładając , ze rozprężanie zachodzi wg przemiany izentropowej i powietrze zachowuje się jak gaz doskonały obliczyć prędkość wypływu i strumień masy.

Co się stanie jeśli do dyszy zostanie idealnie dospawana część , która wspólnie utworzy dyszę zbieżno-rozbieżną?.( parametry w dyszy Bendemana-zbieżnej wynoszą : p1=10bar, T1=623K, w1=250 m/s, A min=20 cm2 \*\*\*\*\*Parametry spiętrzenia w przekroju dolotowym p01=11,77bar, T01=654K, v 01 = 0,15946 m3/kg. W dyszy panują parametry ekstremalne przkroju minimalnego ( tzw. krytyczne) : w k=467 m/s2 , T k =545 K , p k =6,23 bar strumień masy m= 3,71 kg/s ) Podać wartości w przekroju wylotowym po zamianie konstrukcyjnej dyszy w dyszę długą tzw. Dyszę de Lavala.

4\*/Powietrze gaz doskonały o parametrach p1=0,5 MPa , T1=300K, w1=0 m/s rozpręża się w dyszy de-Lavala do p2=0,1 MPa . Strumien masy = natężenie przepływu przez dyszę=2,5 kg/s Traktując przepływ jako beztarciowy :Oblicz parametry w przekroju minimalnym i wylotowym . Oblicz ich powierzchnię . Jak zmienią się parametry wylotowe w dyszy jeśli dysza.

Traktując przepływ jako przepływz tarciem, oblicz parametry wylotowe jeśli sprawność dyszy wynosi η dyszy=0,9.

Uwaga!

Czy gdyby powietrze w powyższym przypadku było parą wodną , to można wykorzystać do tego celu wykres i-s? Jeśli tak , objaśnić w jaki sposób?

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

1. 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 ) .

2.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)

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 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.

4. 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).

5. 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).

**6.** 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 )

**Spalanie**

7. Skład węgla jest określany przez :

c=0,65 , h=0,08 , s=0,02 , o=0,05 , n=0,01 , p=0,19 .

Obliczyć teoretyczne zapotrzebowanie tlenu i powietrza , ilość i skład spalin , jeżeli współczynnik nadmiaru powietrza wynosi λ=1,4. (Kalinowski) Odp:

8. Obliczyć minimalne i rzeczywiste zapotrzebowanie tlenu i powietrza potrzebnego do spalenia zupełnego i całkowitego oleju napędowego , jeśli współczynnik nadmiaru powietrza λ=1,2 . Wiadomo , że c=0,82 , h=0,12 o=0,05 n=0,01 .

9. Analizachemiczna wykazałanastępujący skład generatorowego gazu mieszanego: CO = 28 % , CH4 = 3 % , C2H4 = 0,2 % , H2 = 12 % , CO2 = 2,8 % , N2 =54 %

Obliczyć :

- minimalne zapotrzebowanie tlenu VO 2 min , Vp min ,

- kontrakcję ΔVch  oraz całkowitą ΔV w przypadku spalenia całkowitego i zupełnego

- skład spalin suchych i wilgotnych po spaleniu zupełnym i całkowitym w powietrzu

suchym przy stosunku nadmiaru powietrza λ=1,1 .

Odp : VO 2 min=o,266 um3O2/um3gazu , Vp min=1,267 um3/um3gazu , ΔVch=0,2 um3/um3gazu , ΔV=0,384 um3/um3gazu , VC02=0,342 um3/um3gazu , VH20=0,184 um3/um3gazu , VN2=1,642 um3/um3gazu , V02=0,027 um3/um3gazu , VSS=2,01 um3/um3gazu , um3/um3gazu ,VS=2,194 um3/um3gazu , rS,C02=17,02%,r,02=1,34%,rS,N2=81,64%,rC02=15,6%,rH20=8,38%,r02=1,23%,rN2=74,79%

ΔVch=0,2 um3/ um3 such. g.pal ΔV=0,384 um3/ um3 such. g.pal

10. Skład gazu wodnego jest następujący : CO=42% , CH4=0,5%,H2=50%, CO2=4,5% , N2=3% . Przy zupełnym i całkowitym spaleniu stwierdzono , że udział molowy tlenu w spalinach suchych wynosi :4,5%. Obliczyć stosunek nadmiaru powietrza.Odp:λ=1,273

11. Jeden kmol wodoru jest spalany zupełnie i całkowicie .Współczynnik nadmiaru powietrza wynosi 1 .Określić ilość spalin suchych .Odp:n SS=1,881kmol

12U. Paliwo gazowe o udziałach kmolowych CO=0,28, CH4 =0,03, H2=0,12, CO2=0,05, N2=0,52 i parametrach paliwa(!) p=0,1MPa oraz T=298 jest niestety nasycone wilgocią. Spala się w suchym (!) powietrzu atmosferycznym. λ=1,1 . Oblicz zapotrzebowanie rzeczywiste powietrza do spalanie zupełnego i całkowitego, poszczególne ilości kmolowe składników spalin, ilość spalin (!) suchych oraz zawilżenie spalin suchych (!)liczone jako: Xz ss=nH2o’’/nss.

13U. Po spaleniu zupełnym i całkowitym paliwa stałego o składzie c=0658, h=0,048, s=0,004, o=0,128,n=0,017, w=0,1, p=0,045 w suchym powietrzu atmosferycznym , stwierdzono że w spalinach suchych jest [O2]=4,6% . Oblicz stosunek nadmiaru powietrza λ oraz stopień zawilżenia spalin suchych liczonego jako: Xz ss=nH2o’’/nss.

14U. Spirytus techniczny zawiera alkohol etylowy oraz C2H6O i wodę, której udział masowy wynosi w=0,15. λ=1,2. Oblicz zużycie powietrza i skład kmolowy spalin i ilość spalin suchych i wilgotnych w odniesieniu do jednostki paliwa.

15.\* Roztwór metanu i acetylenu o składzie CH4=0,6, C2H2=0,4 spalono z niedomiarem powietrza , wskutek czego spaliny oprócz CO2,H2O, N2 zawierają CO . Udział molowy tlenku węgla w spalinach suchych wynosi 1,2%.Oblicz udział CO2 i N2 w spalinach suchych , oraz λ .

Odp : nCO2=0,136 , nN2=0,825 , λ=0,974

16\*. Wiedząc że w paliwie stałym gramowy udział c=66% oraz , że w produktach stałych spalenia , których jednostkowa ilość mst=0,04 kg/kg.p.w. udział gramowy węgla wynosi

cst = 20 % , obliczyć stosunek niecałkowitego spalenia . Odp:x=0,012

17. Dla paliwa stałego o składzie c=0,658 , h=0,048 , s=0,004, 0=0,128 , n=0,017 ,

w=0,1 , p=0,045 obliczyć wartość opałową w przybliżeniu . Odp : Wd=25 980kJ/kg .

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

18. Jednostopniowa sprężarka tłokowa spręża powietrze izotermicznie/adiabatycznie od ciśnienia ps = 0,1 Mpa do pt = 0,4 Mpa . Względna objętość szkodliwa ε = 0,08 . Wskutek dławienia gazu na zaworach sprężarki powstaje strata ciśnienia δ p1 = 10 kPa przy ssaniu i δ p2 = 20 kPa przy wytłaczaniu . Oblicz sprawność wolumetryczną sprężarki . ( odp . ηv = 63,6 % ). Zrób wykres w p-V.

19. W sprężarce tłokowej pierwszego stopnia zachodzi politropowy proces sprężania . Dane jest p1 , p2 , ps, pt. Objętość szkodliwa jest bardzo mała (np. ε = 0,000001) , i można ją w szacowaniu pominąć . Oszacować jak zmieni się sprawność ηv , jeśli wykładnik politropy m2=0,5 m1

20. Wiedząc , że wydajność stopnia sprężarki można obliczyć G=Vskn0ρsηvηść, gdzie n0- częstość obrotów , ρs- gęstość gazu w rurociągu ssawnym,ηv- sprawność wolumetryczna, ηść-stosunek cieplnego oddziaływania ścian(ηść≈Ts/TB – gdzie Ts jest temperaturą w przewodzie ssawnym, TB- temperaturą gazu w cylindrze po sprężeniu gazu do ciśnienia ps). Jak zmieni się wydajność stopnia sprężarki jeśli ρs=const , ηv2=0,9ηv1 , ηść2=0,8ηść1 , Vsk2=2Vsk1

21. Powietrze gaz doskonały podlega sprężaniu politropowemu (izotermicznemu, adiabatycznemu) w sprężarce tłokowej, chłodzonej wodą. Parametry powietrza na dolocie do maszyny wynoszą: p1=0,1MPa; T1=290K. Ciśnienie na wylocie p2= 0,4MPa . Sprężarka jest idealna. Moc konieczna do jej napędu N teor= 73,6kW. Ciepło pobrane przez wodę chłodzącą Q chł= 34,9 kW. Oblicz wykładnik politropy , ciepło właściwe politropy oraz wydajność sprężarki. (n=1,72;, cn=0,3 kJ/(kg K); wydajność – strumień masy m= 0,575 kg/s.)

22. Sprężarka tłkowa zasysa powietrz o parametrach t1=20oC, p1=0,1MPa i spręża je izotermicznie do p2=5MPa. Powietrze traktować jak gaz doskonały; Mpow= 29,1 kg/kmol ; strumień umowny objętości będący jej wydajnością to Vu= 150 um3/h.

ObliczyC: moc silnika napędowego N ( odp18,7 kW) oraz natężenie masowe wody chłodzącej jeśli przyrost temperatury wody wynosi delta T=10oC, cw=4,19 kJ/(kgK)

(N =18,7 kW; m=0,44 kg/s)

23. Sprężarka jednostronna, jednostopniowa pracuje jako sprężarka izotermiczna/politropowa o wykładniku n=2. Parametry w przewodzie ssawnym wynoszą p1= 0,1 MPa , T1= 290K a w przewodzie tłocznym p2=0,4MPa . Sprawność mechaniczna i indykatorowa (wewnętrzna) sprężarki wynoszą odpowiednio 0,9 oraz 0,8. Ciepło wydzielające się w trakcie pracy jest w 100% pochłaniane i odprowadzane przez chłodziwo- wodę, której temperatura wzrosła o 50 K .

Oblicz/odpowiedzi dla spr. Izotermicznej w nawiasach kwadratowych/:

1/Strumień wodzy chłodzącej sprężarkę [ 0,76 kg/s]

2/Wiedząc , że spadek ciśnienia na zaworach tłocznym i ssawnym wynosi =10kPa, a względna objętość szkodliwa =0,08 , podaj sprawność wolumetryczną sprężarki[0,833]

3/ Przyjmując , że sprawność termiczna- cieplne oddziaływanie ścianek wynosi 100% /temperatura cylindra jest taka sama jak temperatura powietrza zasysanego/ , moc napędowa sprężarki rzeczywistej wynosi 95,89kW a częstotliwość obrotów koła zamachowego wynosi no=1000obr/min,

określić objętość skokową sprężarki , jej objętość całkowitą oraz objętość rzeczywiście zassanego powietrza w każdym cyklu.[Vsk=36 litrów; Vcał=39l; Vss=32l]

24.\* Wydajność dwustopniowej sprężarki tłokowej reguluje się przez zmianę objętości szkodliwej cylindra niskoprężnego . Sprężarka spręża izotermicznie gaz od p1=0,1 MPa do p3=1,2 MPa , ciśnienie międzystopniowe p2=0,35 MPa . Względna objętość szkodliwa cylindra niskoprężnego εI=0,04 , wysokoprężnego εII=0,06 . Tratę ciśnienia przy przepływie przez zawory można pominąć . Oblicz jaka powinna być objętość szkodliwa cylindra niskoprężnego , aby wydajność sprężarki zmniejszyła się o 10% .Rys.2. (εI’=0,0856).

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

**Siłownie Parowe**

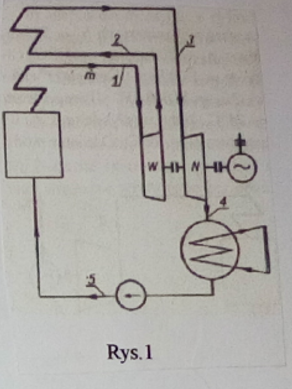
25. Ciśnienie pary w kotle wynosi p1=5,5 Mpa i t1=550 C ( na wyjściu z przegrzewacz ) , a parametry pary przed turbiną wynoszą p1=5,0 Mpa i t1=540 C. Ciśnienie w skraplaczu wynosi p2=0,008 Mpa a stopień suchości pary x2 = 0,95 .Obliczyć ηr , ηi  , ηC-R .  (ηr =97 ,5 %, ηi  =80%, ηC-R =39% ).

26. Wiedząc , że przed turbiną panują p1=5,0 Mpa i t1=540 C a para rozpręża się do p2=0,008 Mpa i x2 = 0,95. Obliczyć jednostkową właściwą pracę efektywną turbiny wiedząc , że ηm=0,95 ( sprawność mechaniczna) oraz efektywną moc turbiny wiedzą , że wydajność kotła wynosi D=120 t/h.

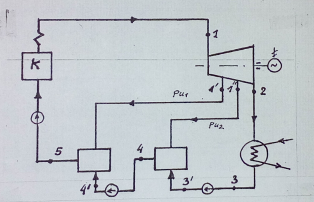
Zadanie**27.** Wiedząc , że ηm=0,95 ,ηr =97 ,5 %, ηi  =80%, η1C-R =39% , η1k =85%. Obliczyć sprawność efektywną siłowni . Jak zmieni się ona jeśli η 2 C-R =0,9η 1 C-R , η 2k=0,8η 1k ?

28.Obliczyć spadek ΔηC-R sprawności siłowni spowodowany wzrostem ciśnienia w skraplaczu z p2=0,008 Mpa do p2’=0,03 Mpa. Stan pary przed turbiną wynosi p1=10 Mpa , t1=550 C . Pozostałe urządzenia siłowni pozostają bez zmian . (ΔηC-R=2,5%)

29. Ciśnienie pary w kotle wynosi p’1=9 Mpa i t’1=600 C ( na wyjściu z przegrzewacza ) , a parametry pary przed turbiną wynoszą p1=8,5 Mpa i t1=590 C. Ciśnienie w skraplaczu wynosi p2=0,008 Mpa a stopień suchości pary na dolocie do skraplacza x2 = 0,95 . Oblicz moc efektywną turbiny i sprawność rzeczywistą siłowni , jeśli sprawność kotła wynosi ηk =85% , sprawność mechaniczna ηm=0,95 , wydajność kotła wynosi D = 200t/h .

30. W siłowni parowej rys.1 zastosowano międzystopniowe przegrzewanie pary . Parametry w odp. Msc. (patrz rysunek) są : p1=20MPa, t1=700oC, p2=2 MPa, p3=1.9MPa t3=650oC, p4=0,008 MPa. Sprawności części wysoko i niskoprężnej wynoszą odpowiednio: 0,75 i 0,79. Wydajność kotła 80kg pary/s. Oblicz : sprawność obiegu rozumianą jako iloraz mocy indykowanej na turbinie oraz sumacyjnego ciepła dostarczanego do czynnika roboczego. Strumień ciepła doprowadzony w kotle oraz w przegrzewaczu pary.

31. Do turbiny  jak na rysunku dopływa para przegrzana o parametrach p1=3MPa , T1=673 K. Ciśnienie w skraplaczu wynosi p2=5kPa. Przy ciśnieniu upustu pu=0,3MPa część pary odprowadza się na potrzeby zakładu . Temperatura powracającego kondensatu Tk=313 K Oblicz moc indykowaną na turbinie wiedząc, że zakład zużywa 35MW ciepła a kocioł produkuje 107tpary / h . Sprawności części wysoko i niskoprężnej turbiny są odpowiednio: 0,77 oraz 0,79.

32. Do turbiny parowej  doprowadza się parę o parametrach p1=9MPa , T1= 813K. Turbina posiada dwa upusty z których odprowadza się parę do dwóch mieszankowych podgrzewaczy ciepła . Ciśnienie w pierwszym upuście wynosi pu1=0,5MPa a w drugim pu2== 0,12 MPa zaś w skraplaczu p2=4kPa. Temperatury kondensatu wynoszą odpowiednio: T3=302K, t4=378K, T 5= 425K . Oblicz sprawność obiegu z regeneracją ciepła . Siłownię traktować jak siłownię idealną.

**Silniki**

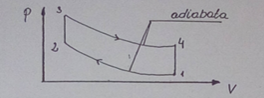
LISATA 6

Zadanie1.

Mając w układzie p-V obieg porównawczy silnika iskrowego Otto

- narysować wykres w układzie T-s

* wyprowadzić wzór na sprawność termiczną obiegu
* obliczyć sprawność silnika dla stopnia kompresji ε =4 (ε=V1/V2)
* Jak zmieni się sprawność jeśli ε zwiększy się dwukrotnie.(Odp: ηotto=1-1/εk-1 , ηotto1=0,43, ηotto2=0,56).



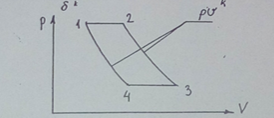
Zadanie 2.

Mając w układzie p-V obieg porównawczy silnika Braytona

- narysować wykres w układzie T-S

* wyprowadzić wzór na sprawność termiczną obiegu jeśli ε=V4/V1, δ=p1/p4.

(Odp: ηtB=1-1/εk-1=1-).

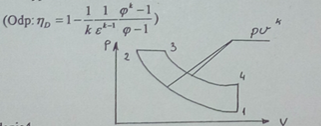


Zadanie3.

Mając w układzie p-V obieg Diesla

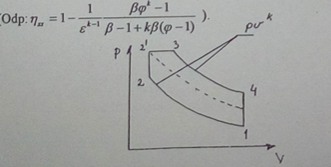
- narysować wykres w układzie T-s

- wyprowadzić wzór na sprawność termiczną obiegu jeśli ε=V1/V2,ϕ=T3/T2. (Odp:)



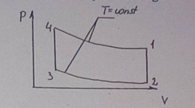
Zadanie4.

W celu lepszego rozpylania silnik pracuje z pompą wg obiegu Seiligera-Sabathego. Mając w układzie p-V , narysować go w T-s. Podać wzór na sprawność termiczną obiegu. Co będzie jeśli β=1 oraz ϕ =1.( V1/V2=ε , T2’ /T2=p2’/p2=β, T3/T2’=V3/V2’=ϕ). (Odp: ).



Zadanie 5

Naszkicuj obieg Stirlinga bez regeneracji w T-s , mając obieg w p- V. Udowodnij , że jeśli ϕ = V1/V4 = V2/V3 oraz Ψ=T1/T2=T4/T3 , to wzór na sprawność tego wynosi.



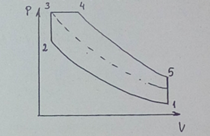
Zadanie6.

Dla silnika przyjęto obieg porównawczy Otto. Wyznaczyć moc silnika przy następujących danych. Stosunek kompresji V1/V2=6. Objętość skokowa Vsk=0,00005m3, częstość obrotów wału równa się liczbie cykli na minutę n0=2500 cykli/min. T1=280K, T3=2100K, p1=1 bar. Czynnikiem obiegowym jest gaz doskonały McV=20,8 kJ/kmol deg , Mcp=29,1 kJ/kmol deg. (Odp:N=17,5 kW).

Zadadanie 7.

Przyjeto , że silnik działa wg obiegu Seiligera (Moc silnika N=400kW. Czynnikiem obiegowym jest gaz doskonały o k=1,35. T1=280K, T4=2100K , V1/V2=14, V4/V3=2. Oblicz:

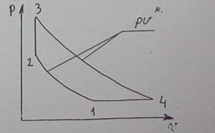
* T5, p5/p1 , (odp: T5=1062,7 K, p5/p1=3,7)
* Sprawność termiczną obiegu ηs (odp: ηs=0,56)
* Strumień ciepła Q2-3 doprowadzone podczas przemiany izochorycznej ( Odp: Q2-3=140,8 kW), Q3-4 podczas przemiany izobarycznej (Odp: Q3-4=578,8 kW)



Zadanie8.

Zespół turbiny gazowej pracuje wg obiegu Humfry-ego. Składa się ze sprężarki, komory spalania i turbiny. Sprężarka zasysa powietrze o p1=1bar, T1=300K i spręża je izentropowo do p2=5,5 bar. Powietrze wytłaczane przy stałym ciśnieniu dostaje się do komory spalania , gdzie przesuwa tłok zaworu z jednego martwego położenia do drugiego. Wskutek doprowadzenia ciepła temperatura w komorze wzrasta do T3=500K (przy stałej objętości), następnie gorące powietrze wypływa na turbinę , a ciśnienie spada izentropowo do ciśnienia p4=p1. Kompresja i ekspansja jest odwracalna. Rys. poniżej.

1. Narysować obieg w układzie T-s.
2. Określić sprawność zespołu idealnego(odp: ηtH=0,5384)



00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000

Obiegi lewobieżne

1. Jaka jest zależność pomiędzy sprawnością pompy grzejnej oraz sprawnością chłodniczą COP w obiegu lewo-bieżnym
2. Czym się różni obieg porównawczy Lindego od obiegu porównawczego Joul’e Braytona / lewobieżnego/- narysować obiegi w T-s
3. Podaj sprawność ziębiarki i pompy grzejnej pracującej w obiegu lewo-bieżnym Carnota. Temperatura wyższa to 40oC temperatura niższego źródła to 10oC.