

આજના વ્યાખ્યાનમાં આપનું સ્વાગત છે, ચાલો આપણે પાછલા વર્ગમાં આપણે હીટ એન્જીન અને રેફ્રિજરેટર વિશે જે શીખ્યા તે યાદ કરીએ. આપણે બીજા કાયદાની ચર્ચામાં આગળ વધીએ તે પહેલાં આપણે આ બે મશીનોને ઝડપથી રિક્વિપિટ્યુલેટ કરીશું જેથી હીટ એન્જીન અથવા રેફ્રિજરેટર મહત્વનો મુદ્દો છે. તેઓ સંપૂર્ણ ચક્રમાં કામ કરે છે ઠીક છે અને હું જે પણ માત્રામાં ઉષ્મા શોષિત હીટ રીલીઝ વોકનો ઉલ્લેખ કરીશ તે સંપૂર્ણ કામગીરીના ચક્રને અનુરૂપ છે અને તેઓ તે જ બિંદુ પર પાછા આવે છે જેનો અર્થ થર્મોડાયનેમિક ચલોના સમાન સમૂહ સાથે સમાન સ્થિતિ છે તેથી તેમાં ફેરફાર બંધ લૂપ પરની આંતરિક ઉર્જા 0 ની બરાબર છે કારણ કે આંતરિક ઉર્જા એ રાજ્યનું કાર્ય છે અને તે રાજ્ય પર નિર્ભર કરે છે થર્મોડાયનેમિક ચલો

તેથી ચાલો આપણે હીટ એન્જીન હીટ એન્જીનને યાદ કરીએ, ચાલો હું તમને સચિત્ર રીતે કહીએ કે હીટ એન્જીન પર હીટ એન્જીન શું છે તે સંપૂર્ણ રીતે કામ કરે છે. બે જળાશયો વચ્ચેનું ચક્ર એક ગરમ t1 છે બીજાને t2 કહેવાય છે આ મારો કાર્યકારી પદાર્થ છે તે ગમે તે હોય તે કોઈ કારણસર આદર્શ ગેસ પસંદ કરશે અને આ કોલ્ડ રિઝોલ્વરને q2 છોડવામાં આવતી ગરમી છે

તેથી ત્યાં બે રિઝર્વ વાયર અસ્તિત્વમાં છે એક ગરમ છે બીજો ઠંડો છે અને કાર્યકારી પદાર્થ આ બે જળાશયો વચ્ચે બંધ ચક્રમાં કાર્ય કરે છે જે ગરમ જળાશયમાંથી ગરમી q2 ની ગરમી શોષી લે છે. પ્રક્રિયામાં ડિસઓર્ડર તે થોડું ચાલે છે w ok ઉર્જાનું સંરક્ષણ આપણને કહે છે કે q એક બરાબર q બે વત્તા w બરાબર છે અને અમે એન્જીનની કાર્યક્ષમતાને વ્યાખ્યાયિત કરીએ છીએ જે eta છે જે q 1 દ્વારા w છે જે ગરમી દ્વારા કરવામાં આવે છે ગરમ જળાશયમાંથી શોષાય છે અને આને q વન ઓછા q બે બાય q વન અથવા એક ઓછા q બે બાય q વન તરીકે લખી શકાય છે હવે અમે પ્રશ્ન પૂછીએ છીએ કે શું શક્ય છે કે હું q બે સેટ શૂન્યની બરાબર છે આ સૂચવે છે કે એન્જીનની કાર્યક્ષમતા શું આ એક શક્યતા છે કે તે કિસ્સામાં મને કોઈ ઠંડા જળાશયની જરૂર નથી મારું મશીન ગરમ જળાશયમાંથી ગરમી કાઢશે અને તેને સંપૂર્ણ રીતે કાર્યમાં ફેરવી દેશે, શું તે શક્ય છે કે હું કહું છું કે તેનો જવાબ છે કે કોઈ બીજો કાયદો આને પ્રતિબંધિત કરે છે. બીજા કાયદા માટે આ શક્ય નથી જોકે યાદ રાખો કે ઉર્જાનું સંરક્ષણ એ પહેલો કાયદો છે જે સંતુષ્ટ છે, પછી અમે ફરીથી રેફ્રિજરેટર વિશે વાત કરી, મારે તે એન્જીન અને રેફ્રિજરેટરને યાદ કરવું જોઈએ કે જેના વિશે આપણે વાત કરી રહ્યા છીએ તે બધા ઉલટાવી શકાય તેવા છે અત્યારે તમારી પાસે બદલી ન શકાય તેવી વસ્તુઓ હોઈ શકે છે જેની હું ચર્ચા કરીશ. બિંદુ પરંતુ અત્યારે ચર્ચા સંપૂર્ણપણે રિવર્સિબલ એન્જીન અને રેફ્રિજરેટર પર છે જેનો અર્થ એ છે કે જો મારી પાસે એન્જીન રિવર્સ સાચકલમાં કામ કરતું હોય તો મને રેફ્રિજરેટર મળે છે

તેથી રેફ્રિજરેટર શું છે રેફ્રિજરેટર રિવર્સ ક્રમમાં કામ કરે છે

તેથી મારી પાસે ફરીથી ગરમ જળાશય છે. શીત જળાશય t2 અને કાર્યકારી પદાર્થ કે જે આ બે જળાશયો વચ્ચે બંધ ચક્રમાં કામ કરે છે પરંતુ તફાવત એ છે કે તે ઠંડા જળાશયમાંથી ગરમીને શોષી લે છે તમને યાદ કરાવે છે કે t વન t બે કરતા વધારે છે

તેથી તે જળાશય t બેમાંથી q બે જથ્થાની ગરમી શોષી લે છે. અને પછી તેમાંથી q એક જથ્થાને જળાશયમાં ડમ્પ કરે છે જેથી તે ઠંડા જળાશયમાંથી ગરમી કાઢે છે અને તેને ગરમ જળાશયમાં ફેંકી દે છે પરંતુ આવું કરવા માટે અમારી પાસે ટી છે. o રેફ્રિજરેટર પર થોડું કામ કરો ઓકે ફરીથી સંરક્ષણ મને કહે છે કે એક બરાબર છે q બે વત્તા w યાદ રાખો કે એર કંડિશનર આ રીતે કામ કરે છે જો તમે ક્યારેય એર કન્ડીશનના વેન્ટની નજીક ઉભા રહેવાનો પ્રયત્ન કરશો તો તમને ખબર પડશે કે તે ખૂબ જ બહાર આવી રહ્યું છે. ગરમ વર્ષ આવું થાય છે કારણ કે તે ઓરડામાંથી ગરમી કાઢે છે અને બહારની દુનિયામાં વધુ માત્રામાં ગરમી ફેંકી દે છે જે મારું બ્રહ્માંડ છે ઓકે હવે આપણે પરફોર્મન્સ ફીના ગુણાંકને વ્યાખ્યાયિત કરીએ છીએ જે q ટુ બાય q એક ઓછા q બે બરાબર છે હવે આપણે પ્રશ્ન પૂછો કે શું મારી પાસે q એક ઓછા q બે છે જે w બરાબર શૂન્ય બરાબર છે શું શક્ય છે જો તે શક્ય હોય તો મારું રેફ્રિજરેટર ઠંડા જળાશયમાંથી ગરમી કાઢશે અને તેને ગરમ જળાશયમાં સતત ફેંકી દેશે અને હું રેફ્રિજરેટર પર એવું કોઈ કામ કરવાની જરૂર નથી જે શક્ય હોય કે ફરીથી આ શક્ય નથી બીજો કાયદો પ્રતિબંધિત કરે છે

તેથી તમે જુઓ છો કે બીજો કાયદો આપણને ઉર્જા સંરક્ષણથી વધુ આગળ લઈ જાય છે ઉર્જા સંરક્ષણ હંમેશા સંતુષ્ટ છે પરંતુ તેમ છતાં મારી પાસે એન્જીન નથી કાર્યક્ષમતા સાથે એક અથવા કાર્યક્ષમતા સાથે રેફ્રિજરેટર અથવા કાર્યક્ષમતા અનંતતાના ગુણાંક ઠીક છે હવે આ સાથે ચાલો બીજા કાયદાની યોગ્ય ઔપચારિક વ્યાખ્યા તરફ આગળ વધીએ તે પહેલાં મેં તમને કહ્યું હતું કે બે પ્રકારના મશીનો હોવાની શક્યતા છે, પ્રથમ જેને પર્પેચ્યુઅલ મોશન કહેવાય છે. પ્રથમ પ્રકારના ઐતિહાસિક રીતે ભૌતિકશાસ્ત્રીઓ ફિલોસોફરો આ પ્રશ્નો પૂછે છે એક પ્રથમ પ્રકારની શાશ્વત ગતિ છે તેનો અર્થ શું થાય છે તેનો અર્થ શું મારી પાસે એવું મશીન હોઈ શકે જે ઉર્જાના ઇનપુટ વિના કામ કરે છે હું કોઈ ઉષ્મા ઉર્જા પ્રદાન કરીશ નહીં પરંતુ તેમ છતાં હું ચાલુ રાખીશ મશીનમાંથી કામ કાઢવું અને તે બંધ લૂપમાં એક શાશ્વત ગતિ હશે, શું તે શક્ય નથી કારણ કે પ્રથમ કાયદો પહેલેથી જ આપણને કહે છે કે ઉર્જાનું સંરક્ષણ હોવું જોઈએ હું એક અલગ સિસ્ટમમાં ઉર્જા ઉત્પન્ન કરી શકતો નથી જો મારી પાસે એક અલગ સિસ્ટમ હોય તો તે અલગ સિસ્ટમમાં મન હું કેવી રીતે ઉર્જા ઉત્પન્ન કરી શકું

તેથી પ્રશ્ન એ છે કે પ્રથમ કાયદો આપણને કહે છે કે પ્રથમ પ્રકારની કાયમી ગતિ હવે શક્ય નથી સેકન્ડ પર આવો અને કાયદો તે પ્રશ્ન સાથે સંબંધિત છે કે શું મારી પાસે બીજા પ્રકારનું કાયમી મશીન હોઈ શકે છે તેનો મારો અર્થ શું છે કે તે પ્રથમ પ્રકારથી કેવી રીતે અલગ છે તે પ્રશ્ન પૂછે છે કે શું આપણે ગરમ જળાશયમાંથી કાઢવામાં આવેલી સમગ્ર ગરમી ઉર્જાને કન્વર્ટ કરી શકીએ? કામ કરવાનો અર્થ એ છે કે હું તાપમાન t2 પર ઠંડા જળાશયને બિલકુલ મળતો નથી મારી પાસે માત્ર એક ગરમ રીસોર્વ વાયર છે હું તેમાંથી થોડી ગરમી કાઢી રહ્યો છું અને જો તે શક્ય હોય તો સમગ્ર ગરમીને કામ કરવા માટે રૂપાંતરિત કરું છું, તો એન્જીનની કાર્યક્ષમતા એક બરાબર યાદ રાખો કે આપણે ચક્રીય પ્રક્રિયાઓ ધારી રહ્યા છીએ

તેથી આંતરિક ઉર્જામાં ફેરફાર શૂન્ય છે

તેથી બીજા પ્રકારની કાયમી ગતિ રાખવા માટે શું હું ઉર્જા સંરક્ષણનું ઉલ્લંઘન કરી રહ્યો છું કોઈ ઉર્જા સંરક્ષણ સંતુષ્ટ નથી છતાં પણ મારી પાસે કાર્યક્ષમતા ધરાવતું એન્જીન નથી અને હજુ પણ મારી પાસે મશીન નથી જે જળાશયમાંથી ગરમીને શોષીને અને તેને સંપૂર્ણ રીતે રૂપાંતરિત કરીને કામ કરે છે અને આ શક્ય નથી

તેથી જ બીજો કાયદો આપણને મિકેનિક્સ મિકેનિક્સના જ્ઞાનની બહાર લઈ જાય છે જેને આપણે કહીએ છીએ. ipation ઓછું છે

તેથી મારી પાસે ઉર્જાનું સંરક્ષણ છે મારી પાસે એવી બધી પ્રક્રિયાઓ છે જે અહીં બીજા પ્રકારની ઉર્જાની કાયમી ગતિમાં ઉર્જાનું સંરક્ષણ કરે છે, કુલ ઉર્જા ગરમી ઉર્જા આંતરિક ઉર્જાનું સંરક્ષણ થાય છે અને એકસાથે લેવાયેલા કાર્યને સાચવવામાં આવે છે, પરંતુ તેમ છતાં મારી પાસે એવું એન્જીન નથી જેની કાર્યક્ષમતા એક ઠીક છે

તેથી હવે થર્મોડાયનેમિક્સના બીજા કાયદાની ઔપચારિક વ્યાખ્યાને બે સ્વરૂપમાં મૂકી શકાય છે એક સ્વરૂપ એન્જીનના સંદર્ભમાં છે બીજું રેફ્રિજરેટરના સંદર્ભમાં છે આ બે મહાન વૈજ્ઞાનિકો કેલ્વિન અને પ્લાન્ક પ્લાન્ક યુના કારણે છે. ક્વોન્ટમ મિકેનિક્સના પિતાને પણ જાણી અને ક્વોન્ટમ મિકેનિક્સનું મૂળ થર્મોડાયનેમિક્સના અભ્યાસમાં છુપાયેલું હતું એટલે કે બ્લેક બોડી રેડિયેશન વેલ શું છે કેલ્વિન પ્લોગ સ્ટેટમેન્ટ તે કહે છે કે ના અને આ એક ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ શબ્દ છે ચક્રીય કોઈ ચક્રીય પ્રક્રિયા શક્ય નથી જેનો એકમાત્ર પરિણામ એ છે કે જળાશયમાંથી ગરમીનું શોષણ અને કામ કરવા માટે ગરમીનું સંપૂર્ણ રૂપાંતર એ એન્જીનની કાર્યક્ષમતા છે જે એકની બરાબર નથી પરંતુ તે અલવા છે. ys એક કરતાં ઓછી ઓકે

તેથી આ થર્મોડાયનેમિક્સના બીજા નિયમનું કેલ્વિન પ્લાન્ક સ્ટેટમેન્ટ છે ટૂંકમાં તમે એક એન્જીન બનાવી શકતા નથી જેની કાર્યક્ષમતા એક બરાબર છે આ તે છે જે મેં અહીં લખ્યું છે કાર્યક્ષમતા હંમેશા એક કરતાં ઓછી હશે તમે ગમે તેટલી ગરમી સપ્લાય કરશો તો તમને ઓછી રકમ મળશે કાર્યનું આઉટપુટ હવે અહીં ક્રોસ કરો સ્ટેટમેન્ટ ક્લોસિયસ સ્ટેટમેન્ટ રેફ્રિજરેટરના સંદર્ભમાં છે કોઈ ચક્રીય પ્રક્રિયા શક્ય નથી જેનું એકમાત્ર પરિણામ એ છે કે ઠંડા પદાર્થમાંથી ગરમ પદાર્થમાં ગરમીનું ટ્રાન્સફર એટલે કે રેફ્રિજરેટરને કાર્યરત બનાવવા માટે મારે થોડું કામ કરવું પડશે. ઓકે કોઈ ચક્રીય પ્રક્રિયા

શક્ય નથી જેનું એકમાત્ર પરિણામ ગરમીનું સ્થાનાંતરણ છે એટલે કે તેની q_2 રકમ જો તમે પાછલા પ્રકાશ પર પાછા જાઓ તો q_2 જેટલી ગરમી તે ઠંડા જળાશયમાંથી લઈ રહી છે અને તેમાંથી q એક જથ્થો ગરમમાં ડમ્પ કરી રહી છે. જળાશય અને ક્લોસિયસનું નિવેદન કહે છે કે તેના પર કામ કર્યા વિના તે શક્ય નથી અને

તેથી કોઈ રેફ્રિજરેટર શક્ય નથી કે જેની $w = 0$ છે અહીં w એટલે રેફ્રિજરેટર પર કામ કર્યું છે અને

તેથી મારી પાસે રેફ્રિજરેટર નથી. જિરેટર જે અનંતતા તરફ વલણ ધરાવતા પ્રદર્શનના ગુણાંક સાથે સંપૂર્ણ છે ઠીક છે તમે ખૂબ જ સરળતાથી સાબિત કરી શકો છો કે આ બે સમાન નિવેદનો છે જો તમે ઉલટાવી શકાય તેવું એન્જિન લો તો તે સમજવામાં ખૂબ જ સરળ છે રિવર્સિબલ એન્જિન રિવર્સ ક્રમમાં સંચાલિત તમને રેફ્રિજરેટર આપે છે જેથી તમે તરત જ તમારા માટે દલીલ કરી શકો કે ઉલટાવી શકાય તેવા એન્જિન માટે આ બે વિધાનો વાસ્તવમાં સંપૂર્ણપણે સમકક્ષ છે, ચાલો હવે આપણે એવી કોઈ વસ્તુ તરફ આગળ વધીએ જે અસાધારણ છે તેને કાર્નો એન્જિન કાર્નો એન્જિન કહેવાય છે જે ઉલટાવી શકાય તેવું એન્જિન છે, હું તમને યાદ કરાવું છું કે બધી પ્રક્રિયાઓ અર્ધ સ્થિર અર્ધ સ્થિર છે અને વત્તા તેમાં કોઈ વિક્ષેપ નથી. ફોર્વર્ડ અને રિવર્સ પ્રક્રિયા વચ્ચે એક જોડાણ છે જે મેં તમને કાર્યકારી પદાર્થ સમજાવ્યું છે, મેં તમને કહ્યું છે કે કાર્યકારી પદાર્થ હોવો જોઈએ, હું તેને આદર્શ ગેસ તરીકે પસંદ કરીશ જરૂરી નથી, તમે ટૂંક સમયમાં જોશો કે તે જરૂરી નથી પણ તે ગણતરીને સરળ બનાવે છે

તેથી જ અમે આદર્શ ગેસ પસંદ કરો અને હું ફરીથી એક છંદુર પસંદ કરું છું તમે પ્રાણીઓ કરી શકો છો ફરી કોઈ ફરક પડતો નથી કોઈપણ એન્જિન અને રેફ્રિજરેટર સંપૂર્ણ ચક્રમાં કામ કરવું જોઈએ અને હું ફરીથી બે જળાશયો ગરમ જળાશય T1 અને કોલસાના જળાશય T2ને પસંદ કરીશ આ એક ઉલટાવી શકાય તેવા એન્જિનની વ્યાખ્યા છે જે કાર્બન એન્જિન તરીકે ઓળખાય છે, હું તમને કાર્નોટ એન્જિનની એક અનુભૂતિ આપીશ જે ઉપયોગ કરે છે. અહીં આદર્શ ગેસ કાર્યક્ષમતા કારણ કે તે બિન-વિસર્જનકારક છે તે મહત્તમ હોવી જોઈએ પરંતુ એકતા નહીં જે નિર્ણાયક છે આ નિર્ણાયક મુદ્દો છે કે આ આદર્શ પરિસ્થિતિમાં પણ કાર્યક્ષમતા એકતા નથી પરંતુ તેનો એક સુંદર સાર્વત્રિક સંબંધ છે જે કાર્યકારી પદાર્થ પર આધાર રાખતો નથી અને તમે તમારા થર્મોડાયનેમિક ઓપરેશન્સ બરાબર કેવી રીતે કરો છો તેના પર તે નિર્ભર નથી

તેથી તે અર્થમાં તે સાર્વત્રિક છે યાદ રાખો સાર્વત્રિક એટલે કાર્યક્ષમતા જે ઓકેની ગણતરી કરશે તે કાર્યકારી પદાર્થથી સ્વતંત્ર હશે અને જે ક્રમમાં હું થર્મોડાયનેમિક ઓપરેશન્સ ચલાવું છું તે બરાબર છે હવે આ લેવામાં આવે છે. વિકિપીડિયા પરથી જે મેં અહીં સ્પષ્ટપણે સ્વીકાર્યું છે તમે જોઈ શકો છો કે નિકોલસ લિયોનાર્ડ સાદિક આર્નોલ્ડ કાર્નો સાચો ઉચ્ચાર છે તે ડેવિડ એમ. ilitary engineer અને ઘણી વાર તેને થર્મોડાયનેમિક્સના પિતા તરીકે વર્ણવવામાં આવે છે આ કાર્નો એક લશ્કરી ઈજનેર હતો અને તેણે માત્ર એક જ પ્રકાશન લખ્યું હતું અને જેમાં તેણે આ કાર્નો એન્જિનનો પ્રસ્તાવ મૂક્યો હતો ત્યારે તેનું કામ ક્લોસિયસ અને કેલ્વિન પહેલાં ભૂલી ગયા હતા આ બે નામો પ્રખ્યાત વૈજ્ઞાનિક તમે પહેલેથી જ પરિચિત છો જ્યારે મેં તમને થર્મોડાયનેમિક્સના બીજા નિયમનું ઔપચારિક વર્ણન રજૂ કર્યું ત્યારે આ બે વિખ્યાત વૈજ્ઞાનિકોએ ખરેખર કાર્નોસ કાર્યને પુનર્જીવિત કર્યું અને હવે કાર્નોને થર્મોડાયનેમિક્સના પિતા તરીકે ઓળખવામાં આવે છે કારણ કે તેમણે અમને એન્જાઇમ ઓકે શોધવા માટેની પ્રક્રિયા આપી હતી જેની મહત્તમ કાર્યક્ષમતા હોઈ શકે. પરંતુ એક પણ ઠીક નથી

તેથી ચાલો આપણે કાર્બન એન્જિનને ઉલટાવી શકાય તેવું યાદ અપાવવાની જરૂર નથી તે વ્યાખ્યાયિત કરીએ તેમાં ચાર પ્રક્રિયાઓ આઇસોથર્મલ વિસ્તરણનો સમાવેશ થાય છે

તેથી પીવી ડાયાગ્રામમાં બિંદુ p one v one t one થી શરૂ કરો ઠીક છે પહેલા તમારી પાસે એક આઇસોથર્મલ વિસ્તરણ છે જે તમને p one v one થી લઈ જાય છે. t વન થી પી ટુ વી ટુ ટી વન તાપમાન નિશ્ચિત છે બીજું પગલું એ એડિબેટિક વિસ્તરણ છે જે તમને પી ટુ વી ટુ ટી વન થી લઈ જાય છે પરંતુ હવે તાપમાન e હવે સ્થિર નથી કારણ કે મેં તમને છેલ્લા લેક્ચરમાં વારંવાર કહ્યું હતું કે એડિબેટિક પ્રક્રિયા એ અર્થમાં જટિલ છે કે તમામ થર્મોડાયનેમિક વેરિએબલ્સ એટલે કે દબાણનું પ્રમાણ અને તાપમાન તેઓ બદલાય છે

તેથી p બે v બે t એક થી p ત્રણ v ત્રણ t બે બરાબર છે. એક આઇસોથર્મલ x સંકોચન

તેથી p ત્રણ v ત્રણ t થી p ચાર v ચાર t બે ઇસોથર્મલ પર જાઓ

તેથી તાપમાન નિશ્ચિત રાખવામાં આવે છે અને તેનું સંકોચન

તેથી v ચાર v 3 કરતા ઓછું હોય છે અને

તેથી અંતે ફરીથી એડિબેટિક કમ્પ્રેશન સાથે પ્રક્રિયા પૂર્ણ કરો p 4 v 4 t 2 થી p 1 v 1 t 1 શું મહત્વનું છે તમે p one v one t one સાથે ચાર પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરીને શરૂઆત કરી હતી અને તમે p one v one t one પર પાછા આવો છો

તેથી તમે બંધ લૂપ કરી રહ્યા છો અને થોડા નિવેદનો યાદ રાખો જે મેં નીચે લખ્યું છે કે પ્રક્રિયાઓ કોઈપણ ક્રમમાં ચલાવી શકાય છે ઠીક છે હું આદર્શ ગેસ વન મોલ પસંદ કરી રહ્યો છું તેની ખાતરી કરવા માટે કે પ્રારંભિક અને અંતિમ સ્થિતિ સમાન છે

તેથી તમે અહીં એક બંધ લૂપ પાછા આવો આ ચાર પ્રક્રિયાઓ p one v one t oneને સુનિશ્ચિત કરે છે. અંતિમ ચરણમાં અંતિમ પગલું અને તે પણ મી e પ્રારંભિક પગલું આપણે બંધ લૂપ પર કરેલા કામ અને શોષાયેલી ગરમીની ગણતરી કરીશું અને બંધ ચક્રમાં આંતરિક ઊર્જામાં ફેરફાર 0 છે તેથી હું આંતરિક ઊર્જા વિશે ચિંતા કરીશ નહીં, હું ફક્ત કાર્ય અને ગરમી શોષી લેવાનું વિચારીશ. દરેક પ્રક્રિયામાં આંતરિક ઊર્જામાં ફેરફારની શક્યતા છે ઉદાહરણ તરીકે અહીં ઉદાહરણ તરીકે અહીં અને આદર્શ ગેસમાં આંતરિક ઊર્જા તાપમાન પર નિર્ભર છે

તેથી આ બે પ્રક્રિયાઓમાં આંતરિક ઊર્જા બદલાતી નથી પરંતુ આ બે પ્રક્રિયાઓમાં બે અને ચાર આંતરિક ઊર્જામાં ફેરફાર થવો જોઈએ. એવી રીતે કે આંતરિક ઊર્જામાં એકંદરે ફેરફાર શૂન્ય બરાબર છે, આ બધા શબ્દો છે પરંતુ આપણે ખરેખર ચિત્રો પર જવું જોઈએ અને હું તમારા માટે એક કાર્નોટ એન્જિન દોરું છું

તેથી આ મારું pv ડાયાગ્રામ છે pv આ મારું પ્રારંભિક બિંદુ છે p one v એક અને ટી વન હું બે પ્રક્રિયાઓ દોરું છું ઠીક છે, તમે તરત જ જાણો છો કે કઈ એક એડિબેટિક છે અને એક ઢોળાવથી બરાબર છે, આ સમયે તમે જાણો છો કે આ ઇસોથર્મલ છે, જો મારે એડિયાબા રાખવા હોય તો આ એડિબેટિક હોવું જોઈએ અહીંથી t1c આ મારો બીજો મુદ્દો છે ચાલો આપણે કહીએ કે જે ah p 2 v 2 છે પરંતુ t નિશ્ચિત t વન છે

તેથી આ મારી પ્રથમ પ્રક્રિયા છે ઠીક છે અહીં ફરીથી તમે જાણો છો કે આ પ્રક્રિયા મને p ત્રણ v ત્રણ અને ઢોળાવથી લઈ જશે ફરીથી તમે જાણો છો કે તે એક એડિબેટિક પ્રક્રિયા છે જે મને તાપમાન t બે પર લઈ જાય છે અને અંતે હું ફરીથી એક આઇસોથર્મલ કરું છું આ બે બિંદુ વળાંક અહીં મળવો જોઈએ અને તે વધુ સપ્રમાણ હોવો જોઈએ મને માફ કરશો ડ્રોઇંગ સંપૂર્ણ નથી પણ મને તેને બનાવવાનો પ્રયાસ કરવા દો વધુ સારી રીતે આશરે આ તમે તમારા પુસ્તકોમાં વધુ સારી રીતે ચિત્ર મેળવી શકો છો આ એક સતત રેખા છે

તેથી તમે જુઓ છો કે આ એક એડિબેટિક પ્રક્રિયા છે જે તમને p 3 v 3 અને t 2 તાપમાનના ફેરફારો પર લઈ જાય છે આ આઇસોથર્મલ છે આ એડિબેટિક છે આ ઇસોથર્મલ સંકોચન તમને લાવે છે p4 v4 પર પરંતુ તે આઇસોથર્મલ હોવાથી તે ફરીથી t2 છે અને પછી આ એડિબેટિક કમ્પ્રેશન તમને પ્રારંભિક બિંદુ p1 v1 અને t1 પર પાછા લાવે છે

તેથી કુપા કરીને યાદ રાખો કે આ સતત વળાંક છે હું તેને વધુ સારી રીતે સારી રીતે બનાવવાનો પ્રયાસ કરું છું કદાચ હવે તમે પ્રથમ જુઓ આ તમારું સ્ટેપ એક બે ત્રણ ચાર ચાલો યાદ કરીએ કે આપણાં સ્ટેપ શું હતા આઇસોથર્મલ વિસ્તરણ આ આ એક એડિબેટિક વિસ્તરણ છે આ એક સ્ટેપ બે ઇસોથર્મલ કમ્પ્રેશન આ મારું સ્ટેપ ત્રી છે અને પછી એડિબેટિક કમ્પ્રેશન જે આ એક બરાબર છે હવે અનુરૂપ રીતે હું એન્જિનનું આ મૂળભૂત ચિત્ર દોરું છું જે આપણે ટી વન ટી ટુ વ એક હીટ એક્સોર્ડ્સ q બે હીટર સાથે ડીલ કરી રહ્યા છીએ જે ટી બે ડબલ્યુ તાપમાને ઠંડા જળાશયમાં છોડવામાં આવે છે તે એન્જિન દ્વારા કરવામાં આવેલું કાર્ય આને જુએ છે

તેથી મેં તાપમાન t પર ગરમ જળાશય સાથે સંતુલનમાં સિસ્ટમને હલાવી . એક પછી તેને વોલ્યુમ v બે સુધી વિસ્તરવા દો ઓકે કેટલાક કામ કરવાની જરૂર છે જેની આપણે ગણતરી કરીશું
 તેથી તે વોલ્યુમ v 2 સુધી વિસ્તરે છે પરંતુ થર્મલ રીતે t 1 પર ગરમ જળાશય સાથે સમતુલામાં છે . તે સમજવું ખૂબ જ સરળ છે કે તે ટી વન સાથે થર્મલ સંતુલનમાં છે અને વોલ્યુમ v વનથી વોલ્યુમ v ટુમાં જાય છે
 તેથી જ હું તેને વિસ્તરણ કહું છું અને આ આ પ્રક્રિયામાં શોષાયેલી ગરમી છે q એક બરાબર હવે આ પ્રક્રિયા જાહેરાત છે iabatic તમે ઢાળ જોઈને જાણો છો કે આ વળાંક ખૂબ સપ્રમાણ હોવો જોઈએ જે હું દોરી શક્યો નથી હવે તમે જુઓ છો કે આ એડિયાબેટિક છે
 તેથી આ પ્રક્રિયામાં કોઈ ગરમી શોષાતી નથી અને આ પ્રક્રિયા તેને p_3 v_3 અને t_2 પર લઈ જાય છે
 તેથી તે તાપમાન પર આવે છે. કોલ્ડ રિઝોલ્વરની હવે તે ઠંડા જળાશયમાં ગરમીને ડમ્પ કરવાનું શરૂ કરે છે હું આ પ્રક્રિયામાં વોલ્યુમ v_4 સુધી કમ્પ્રેશનની મંજૂરી આપું છું q_2 ગરમી છોડવામાં આવે છે અને અંતે આ પ્રક્રિયા એડિબેટિક પ્રક્રિયા તેને પાછું p 1 v 1 t 1 પર લાવે છે પ્રારંભિક સ્થિતિ અને ચક્ર ચાલુ રહે છે ચક્ર બરાબર ચાલુ રહે છે
 તેથી તમે ગરમ જળાશય સાથે સંતુલનમાં p વન v વન ટી વન સાથે પ્રારંભ કરો છો તે પછી એક વિસ્તરણ થાય છે ત્યારબાદ એડિબેટિક પ્રક્રિયા થાય છે જે તાપમાન ટી ટુ સુધી લઈ જાય છે જે ઠંડા જળાશયનું તાપમાન છે પછી હું સંકોચનની મંજૂરી આપું છું જે તેને વોલ્યુમ v ચાર પર પાછું લાવે છે પછી એક વધુ એડિયાબેટિક પ્રક્રિયા ઠીક છે આ બે ઇસોથર્મલ અને પછી અંતે એક એડિયાબેટિક પ્રક્રિયા મને p વન v વન ટી વન પર પાછા લાવે છે આ બે પ્રક્રિયાઓનું તાપમાન અહીં નિશ્ચિત છે શું અહીં ગરમ જળાશયનું તાપમાન છે તાપમાન પગલું 3 તાપમાન ઠંડા જળાશયનું છે અને 2 અને 4 કુદરતી રીતે એડિબેટિક હોવાને કારણે ગરમીનું વિનિમય થતું નથી અને આ ચક્ર ચાલુ રહે છે હું હવે આ એન્જિનની કાર્યક્ષમતાની ગણતરી કરીશ અને તેથી તે ફક્ત t_1 પર આધાર રાખે છે અને t_2 આ કાર્નોટ એન્જિનની કાર્યક્ષમતાની ગણતરી કરવા માટે મારે કરવામાં આવેલ કામ અને દરેક પ્રક્રિયામાં શોષાયેલી અથવા છોડવામાં આવેલી ઉષ્માની ગણતરી કરવી પડશે કામના કિસ્સામાં પણ આપણે ધ્યાન રાખવું પડશે કે કામ સિસ્ટમ પર છે કે સિસ્ટમ દ્વારા સિસ્ટમ પર સિસ્ટમ હકારાત્મક છે નેગેટિવ છે ચાલો આપણે આગળ વધીએ
 તેથી પહેલું પગલું એક પગલું એક શું હતું કે ચાલો આપણે જવા દો આ પગલું એક છે તેના આઇસોથર્મલ વિસ્તરણ અમે પહેલાથી જ ગોરી વિગતોમાં ગણતરી કરી છે કે જે કાર્ય પૂર્ણ થયું છે તે આ છે અને તમે આ ચિત્રમાંથી જોઈ શકો છો કે બરાબર v બે v એક કરતાં વધુ v એક v બે કરતાં વધુ છે તેથી આ અલબત્ત હકારાત્મક જથ્થો છે
 તેથી ગરમી શોષાય છે
 તેથી q એક પણ હકારાત્મક જથ્થો છે
 તેથી હું શારીરિક રીતે દલીલ કરવાનો પ્રયાસ કરું છું કે અહીં s સિસ્ટમ થોડું કામ કરે છે અને તેની ગરમી અને માત્રાને શોષી લે છે જે હોટ રિઝોલ્વરમાંથી q એક છે ઓકે બીજી પ્રક્રિયા બીજી પ્રક્રિયા એડિયાબેટિક વિસ્તરણ છે બરાબર
 તેથી આ પ્રક્રિયામાં આ મારી પ્રક્રિયા નંબર બે છે q 2 0 છે દેખીતી રીતે તે એક એડિબેટિક પ્રક્રિયા છે અને અમે કરેલા કામની ગણતરી કરીએ છીએ જો તમને યાદ હોય કે આ આ પ્રક્રિયામાં કરવામાં આવેલ કાર્ય છે ત્યાં આંતરિક ઉર્જામાં ફેરફાર છે મને યાદ છે કે ડેલ્ટા q શૂન્ય છે પરંતુ ડેલ્ટા w એ Δ ઓકે માઈનસ છે આ બધી સીમિત પ્રક્રિયાઓ છે જો કે
 તેથી આ જે કાર્ય કરવામાં આવ્યું છે હું ગણતરી કરી શકું છું q બે શૂન્ય બરાબર છે ગરમી શોષી નથી ચાલો આપણે ત્રીજી પ્રક્રિયા પર જઈએ ત્રીજી પ્રક્રિયા શું હતી ત્રીજી પ્રક્રિયા અહીં છે હું એક આઇસોથર્મલ કમ્પ્રેશન કરી રહ્યો છું ચાલો આપણે ગણતરી કરીએ કે અગાઉના આ એક સમાન અભિવ્યક્તિ શું કામ કર્યું છે અહીં માત્ર એક જ વસ્તુ હું v_3 થી b_4 માં જઈ રહ્યો છું આ v ત્રણ છે v ચાર બરાબર છે
 તેથી તે v ચાર બાય v ત્રણ હોવું જોઈએ પણ યાદ રાખો કે તમે આ ચિત્રમાંથી જોઈ શકો છો કે v ચાર v ત્રણ કરતા નાનો છે
 તેથી તે નકારાત્મક સાથે આવે છે. જ્યાં આ વસ્તુ પોઝીટીવ છે ત્યાં સહી કરો ive ચિહ્ન નકારાત્મક છે તે મને કહે છે કે માત્ર સિસ્ટમ શું કરવામાં આવે છે અને સિસ્ટમ ગરમી છોડે છે
 તેથી આ તેને ગરમી છોડે છે જ્યાં ઠંડા જળાશયમાં જે તાપમાન t બે છે આ તાપમાન t એક અને બે બે તેઓ બદલાતા નથી કારણ કે મેં ધાર્યું છે મારા વાયરો ખૂબ મોટા છે અહીં આ ગરમી શોષાય છે અહીં ગરમી છોડવામાં આવે છે અને આ ચારને એકસાથે લેવાથી મને ચોખ્ખું કામ મળે છે અને આંતરિક ઉર્જામાં ચોખ્ખો ફેરફાર શૂન્ય છે આ પ્રક્રિયામાં આંતરિક ઉર્જામાં થોડો ફેરફાર થાય છે જે સરભર થાય છે અને યોથા પગલામાં આંતરિક ઉર્જામાં વિપરિત ફેરફાર બરાબર અહીં પણ તે એક એડિબેટિક પ્રક્રિયા છે
 તેથી ડેલ્ટા w બરાબર છે માઈનસ Δ અને du બરાબર છે અને પ્રક્રિયા બે અને પ્રક્રિયા ચારમાં વિરુદ્ધ છે હવે અમને બધું મળી ગયું છે શું આપણે કાર્ડેનલ એન્જિનની કાર્યક્ષમતાની ગણતરી કરી શકીએ? હવે આપણે તે ખૂબ જ સરળતાથી કરી શકીએ છીએ વાસ્તવમાં આપણે કરેલા કાર્ય વિશે ચિંતા કરવાની જરૂર નથી આપણે ફક્ત આ રીતે આગળ વધી શકીએ છીએ કાર્નોટ સાંકળની કાર્યક્ષમતા એ q_1 દ્વારા કરવામાં આવેલું કાર્ય છે પરંતુ ઉર્જાનું સંરક્ષણ મને કહે છે કે w જોઈએ q એક ઓછા q બે ની બરાબર બનો જો હું આનો ઉપયોગ કરું તો પણ મેં કરેલ કાર્યની ગણતરી કરી છે આ કાર્ય મારા હેતુ માટે બિલકુલ જરૂરી નથી મારી પાસે જે છે તે q_1 ઓછા q_2 બાય q_1 જે 1 ઓછા t_2 બાય બરાબર છે આનો t_1 લોગ અને આનો લોગ હું આ કેવી રીતે મેળવી શકું છું હું આ એક્સપ્રેશન અને આ એક્સપ્રેશનનો ઉપયોગ કરીને આ માત્ર મેળવી શકું છું એકવાર હું આ બે એક્સપ્રેશનનો ઉપયોગ કરું છું ત્યારે મને તરત જ આ પરિણામ મળે છે પરંતુ હવે એક સમસ્યા છે કે આ એક્સપ્રેશન ખૂબ જટિલ છે તે અહીં સામેલ છે બધા મૂલ્યો કે જે વોલ્યુમ બંધ ચક્રમાં લઈ શકે છે જે v એક v બે v ત્રણ v ચાર છે અભિવ્યક્તિ ત્યારે જ સરળ બને છે જ્યારે હું આમાંથી છૂટકારો મેળવી શકું અને તાપમાનના સંદર્ભમાં તેમને વ્યક્ત કરી શકું જે દેખીતી રીતે આ બે પ્રક્રિયાઓ તેઓ લજવે છે તે એકદમ સરળ છે કોઈ ભૂમિકા નથી કારણ કે હું q_1 ની ગણતરી કરી રહ્યો છું જે આ પ્રક્રિયામાં સામેલ છે હું q_2 ની ગણતરી કરી રહ્યો છું જે આ પ્રક્રિયામાં સામેલ છે
 તેથી દેખીતી રીતે આ બે પ્રક્રિયાઓ ઉપયોગી થઈ રહી નથી તેમ છતાં તેઓને અંતે p one v one t one પર પાછા આવવું જરૂરી છે. સંપૂર્ણ સી yc_{1e} પરંતુ તેઓ ખરેખર ખૂબ જ નિર્ણાયક ભૂમિકા લજવે છે જે હું અહીં બતાવીશ તમે જોશો કે એડિબેટિક પ્રક્રિયા બે પાથને જોડે છે જમણે સ્ટેપ બે અને સ્ટેપ ફોર બે પ્રોસેસ હવે એડિબેટિક પાથમાં અમારી પાસે હંમેશા પાવર ગામા માટે પાવા છે જે અમારી પાસે છે વારંવાર ચર્ચા કરવામાં આવી છે હવે તમે જુઓ છો કે તે એક આદર્શ ગેસ છે
 તેથી પાવા rta એક છછૂંદર બરાબર હોવું જોઈએ
 તેથી જ કોઈ n હંમેશા એડિબેટિક પ્રક્રિયા પર નથી
 તેથી હું p ને t ની દ્રષ્ટિએ બદલી શકું છું અહીં હું આ સમીકરણમાંથી સંપૂર્ણપણે p મેળવી શકું છું અને ટીવી પ્લેનમાં એડિયાબેટિક પાથ લખો જો તમને ગમે તો તવા ગામા માઈનસ વન એ સીસી છે અન્ય કોઈ કોન્સ્ટન્ટ અમુક અન્ય કોન્સ્ટન્ટ બરાબર છે જેથી તમે તરત જ જોઈ શકો કે હું pv ગામા ઈઝ ઈકવલ ટુ કોન્સ્ટન્ટ પણ લખી શકું છું કારણ કે ટીવી ગામા માઈનસ વન ઈસ્યુઅલ ટુ સી
 તેથી હું હંમેશા પીવી ડાયાગ્રામ દોરતો હતો અને આ મારો એડિબેટિક પાથ છે કહે છે કે પીવી ગામા એ કોન્સ્ટન્ટ સમાન છે જે એ પણ સૂચવે છે કે જો હું દરેક બિંદુએ તાપમાનની ગણતરી કરું તો ટીવી ગામા માઈનસ વન પણ પાવર ગામા માઈનસ વન માટે સતત ઓકે ટીવી પણ છે. એક અચળ નથી c તરીકે અચળ
 તેથી હવે આ બે પાથ પર પાછા જાઓ આ v ટુ વન થી v ત્રણ ટી બેને જોડે છે

તેથી મારી પાસે આ સંબંધ ત વન v બે ગામા ઓછા 1 t2 v3 ગામા ઓછા 1 હોવો જોઈએ આ આ માર્ગ પર હંમેશા સાચું હોવું જોઈએ જે મેં નિયુક્ત કર્યું છે સ્ટેપ નંબર બે દ્વારા હવે સ્ટેપ નંબર ચાર પર જાઓ તમારી પાસે શું છે 4 t 2 v 1 t 1 સાથે એડિટિવ પાથ દ્વારા પણ જોડાયેલ છે બરાબર

તેથી મારી પાસે પાવર ગામા માટે t 1 v 1 ગામા ઓછા 1 t 2 v ચાર હોવા જોઈએ માઈનસ વન

તેથી આ સ્ટેપ બેને અનુરૂપ છે આ પગલું ચારને અનુરૂપ છે તે શા માટે ઉપયોગી છે પછી તમે સરળતાથી જોઈ શકો છો કે તે ખૂબ જ ઉપયોગી છે હવે હું આ સમીકરણનો ઉપયોગ કરીને સરળતાથી લખી શકું છું v3 દ્વારા v2 લખી શકું છું કારણ કે આ v1 બાય v4 મારી પાસે આ છે. મારી પાસે અહીં શું છે v3 બાય v4 અને v2 બાય વન બરાબર હું શું કરી શકું છું બધું બદલી શકું છું જેથી તમે આ બે સમીકરણો પરથી જોઈ શકો છું તરત જ તારણ કાઢી શકું છું કે v ત્રણ બાય v ચાર બરાબર v બે બાય v વન એકવાર મારી પાસે આ v ત્રણ બાય v ચાર બરાબર v બે બાય v એક હોય ત્યારે જ્યારે હું આ બે સમીકરણોને એકસાથે ધ્યાનમાં લઈશ ત્યારે તમે તરત જ EE કે v v v3 દ્વારા v2 અથવા હું v3 દ્વારા v4 છે v2 દ્વારા v1 લખી શકું છું હું તેને અહીં તરત જ બદલી શકું છું મને કાર્યક્ષમતા 1 ઓછા t2 બાય t1 મળે છે આ એક અદ્ભુત પરિણામ છે જે તમે જુઓ છો કે કાર્નોટ એન્જિનની કાર્યક્ષમતા ફક્ત t2 દ્વારા આપવામાં આવે છે. અને t1 શું છે t2 અને t1 મને યાદ છે t2 એ ઠંડા જળાશયનું તાપમાન છે t1 એ ગરમ જળાશયનું તાપમાન છે તે બીજા કંઈપણ પર આધાર રાખે છે તે તેના પર નિર્ભર નથી કે મેં જે પણ રીતે પ્રક્રિયા હાથ ધરી છે તેના પર નિર્ભર નથી કે મેં q1 દ્વારા ઇટાની ગણતરી કરી છે. અને q2 કે જેની ગણતરી કેવી રીતે કરવી તે મેં હૃદયથી શીખ્યા પછી મને એક સમસ્યા આવી જેમાં v3 v4 v2 v1 સામેલ હતું ઠીક છે તેનો અર્થ એ છે કે તમામ મૂલ્યો વોલ્યુમ સંપૂર્ણ લૂપમાં લઈ શકે છે પરંતુ તે મને રોકતું નથી કારણ કે હું પગલું બે અને પગલું જાણું છું 4 એ બંને એડિટિવ પ્રક્રિયામાં એડિટિવ પ્રક્રિયાઓ છે pv ગામા આદર્શ ગેસ માટે સ્થિર છે હું તેને હંમેશા ટીવી ગામા માઈનસ 1 માં બદલી શકું છું તે સતત બરાબર બરાબર છે તરત જ બે એડિટિવ પ્રક્રિયાઓ પગલું બે મને આ સંબંધ પગલું ચાર આપે છે મને તરત જ આ સંબંધ આપે છે v થી v બે મેળવો ree અને v એક બાય v ચાર માત્ર તાપમાનની દ્રષ્ટિએ અને તે મને તરત જ આપે છે v ત્રણ બાય v ચાર બરાબર હોવું જોઈએ v બે બાય v વન જો હું તેને અહીંથી બદલીશ તો આ અભિવ્યક્તિ અહીંથી બદલાઈ ગઈ છે, મને તરત જ મળશે કે શું છે કાર્યક્ષમતા તે 1 માઈનસ t2 બાય t1 છે

તેથી તે પ્રક્રિયા પર નિર્ભર નથી કે જે રીતે મેં મારી થર્મોડાયનેમિક પ્રક્રિયાઓને એકિઝક્યુટ કરી છે તે ક્રમમાં હવે પ્રશ્ન આવે છે કે તે હંમેશા એક કરતા ઓછું કેમ હોય છે જો તમે તેને એકની બરાબર બનાવવા માંગતા હોવ તો તમારી પાસે હોવું જોઈએ t બે શૂન્યની બરાબર છે પણ તમે જાણો છો કે સંપૂર્ણ શૂન્ય સુધી પહોંચી શકાતું નથી અમે જાણીએ છીએ કે અમે નિરપેક્ષ શૂન્ય સુધી પહોંચી શકતા નથી જો હું સંપૂર્ણ શૂન્ય સુધી ન પહોંચી શકું તો મારી પાસે ઠંડા જળાશય ન હોઈ શકે જેનું તાપમાન સંપૂર્ણ શૂન્ય હોય જો હું સંપૂર્ણ શૂન્ય સુધી ન પહોંચી શકું અને હું મેળવી શકતો નથી એક શીત જળાશય કે જેનું તાપમાન કેલ્વિન સ્કેલમાં સંપૂર્ણ શૂન્ય પર છે કારણ કે આપણે જાણીએ છીએ કે તે પહોંચી શકાતું નથી તો મારી પાસે કાર્યક્ષમતા સાથેનું કાર્નોટ એન્જિન હોઈ શકતું નથી

તેથી એક ઉલટાવી શકાય તેવું એન્જિન મારી પાસે હંમેશા એક કરતા ઓછી કાર્યક્ષમતા હશે આ મને કહે છે કે સ્ટેટમ ગમે તે હતું કેલ્વિન પંપ પ્લાન્ટ ફોર્મમાં થર્મોડાયનેમિક્સના બીજા નિયમ મુજબ તમે એ જ રીતે કર્નલ એન્જિનને રેફ્રિજરેટરના સ્વરૂપમાં ચલાવી શકો છો અને સમાન નિષ્કર્ષ પર પહોંચી શકો છો તે હકીકત એ છે કે તમે સંપૂર્ણ શૂન્ય સુધી પહોંચી શકતા નથી અને પછી તમારી પાસે એવું એન્જિન નથી જેની કાર્યક્ષમતા તમે કરી શકતા નથી. તમારી પાસે એક રેફ્રિજરેટર છે જેનો પ્રભાવ ગુણાંક અનંત છે તે અમને કાર્ડિનલ એન્જિન વિશે ઘણું કહે છે પછીથી હું એન્ટ્રોપી નામના કેટલાક વિચારનો ઉપયોગ કરીને પણ આ કાર્યક્ષમતાની ગણતરી કરીશ જે એક વ્યાપક ચલ છે અને કંઈક tડ ડાયાગ્રામ કહેવાય છે, અત્યાર સુધી હું pv ડાયાગ્રામ વિશે વાત કરી રહ્યો છું અને જો તમે ગેસની સ્થિતિનું સમીકરણ જાણો છો, તમે તમારા પીવી ડાયાગ્રામને જોતાં તરત જ વીટી ડાયાગ્રામ અથવા પીટી ડાયાગ્રામ બનાવી શકો છો, પરંતુ હું એક નવું વ્યાપક ચલ રજૂ કરીશ જેને એન્ટ્રોપી કહેવામાં આવે છે અને એન્ટ્રોપીની વિભાવનાનો ઉપયોગ કરીને તમને થર્મોડાયનેમિક્સના બીજા નિયમ જણાવો. અને તમારા માટે કર્નો એન્જિન ફરીથી કરો અને કાર્યક્ષમતા માટે સમાન પરિણામ પર પહોંચો ઠીક છે હવે ચાલો આપણે કંઈક પ્રસ્તાવિત કરીએ જે કાર્નોટ તરીકે ઓળખાય છે ઇઓરેમને બે હીટ રિસર્વોયર્સ આપવામાં આવ્યા છે એક માંસાહારી એન્જિન રિવર્સિબલ એન્જિન મહત્તમ કાર્યક્ષમતા ધરાવે છે ઠીક છે ટૂંક સમયમાં હું કર્નલ પ્રમેયના આ પ્રથમ ભાગને વિસ્તૃત કરવાનો પ્રયાસ કરીશ, કેટલાક વિશિષ્ટ સેટઅપ અને દલીલોનો ઉપયોગ કરીને પ્રમેયનો બીજો ભાગ જણાવે છે કે આપેલ બે વચ્ચે કામ કરતા તમામ જળાશય રિવર્સિબલ એન્જિનની કાર્યક્ષમતા જળાશયોને રિઝોલ્યુશન આપેલ છે તેનો અર્થ એ છે કે ટી વન ટી બે આપેલ બે હીટ રિસર્વોયર્સ એટલે કે ટી વન અને ટી બે ફિક્સ કરવા સમાન રીતે બે આપેલ જળાશયો વચ્ચે કામ કરતા ઉલટાવી શકાય તેવા એન્જિનોની કાર્યક્ષમતા ટી વન અને ટી બે ફિક્સિંગ સમાન છે બરાબર છે આ બે ભાગો છે કર્નલ પ્રમેય બરાબર છે પરંતુ કાર્યકારી પદાર્થને ધ્યાનમાં લીધા વિના બીજા ભાગમાં વધુ મહત્વનું શું છે, કાર્યકારી પદાર્થ તરીકે તમે જે પણ પસંદ કરો છો તેનાથી કોઈ ફરક પડતો નથી, મેં આદર્શ ગેસ પસંદ કર્યો છે પરંતુ કોઈએ વાન ડેર વોલ્સ પસંદ કર્યો છે પરંતુ કાર્યક્ષમતા તે સરળ સાર્વાત્રિકને બદલતી નથી. કાર્યક્ષમતાનું સ્વરૂપ ટી ટુ બાય ટી તે ખરેખર બદલાતું નથી અને કાર્યરત પદાર્થ અથવા ઓપરેશનલ વિગતોને ધ્યાનમાં લીધા વિના જે h એટલે કે હું તમને વારંવાર કહું છું કે આનો અર્થ એ છે કે તમે તમારું કાર્નોટ ચક્ર કયા ક્રમમાં કરો છો તે મહત્વનું નથી ઉદાહરણ તરીકે કોઈ અહીંથી શરૂ થઈ શકે છે p 3 v 2 t 2 અથવા અહીંથી અથવા અહીંથી તમે કયો ઓર્ડર કરો છો તેનાથી કોઈ ફરક પડતો નથી. કામગીરી કરવા માટે કાર્યક્ષમતા ફરીથી 1 ઓછા t બે બાય t એક અને હંમેશા એક કરતા ઓછી હશે કારણ કે t બે સંપૂર્ણ શૂન્ય સારી રીતે ન હોઈ શકે તો તમે મને પૂછી શકો છો કે તમે આદર્શ ગેસ કેમ પસંદ કરી રહ્યા છો કારણ કે આ બધા કામની ગણતરી કરવી ખૂબ જ સરળ છે અને ઉષ્માનું શોષણ અમે અમારા અગાઉના વ્યાખ્યાનોના સેટમાં લંબાણપૂર્વક કર્યું છે અમે તેમને હૃદયથી જાણીએ છીએ તે ખૂબ જ સરળ છે જે તેને સરળ બનાવે છે કે ચોક્કસ ગરમી તાપમાનથી સ્વતંત્ર છે જો તે મોનો અણુ ગેસ હોય જે હું હંમેશા ધ્યાનમાં રાખું છું કે તે ત્રણ બાય બે છે. n kb જે kv છે તે બોલ્ટ્ઝમેન કોન્સ્ટન્ટ છે

તેથી તમે જુઓ છો કે તે તાપમાનથી સ્વતંત્ર છે, શું હું વાન ડેર વોલ્સ માટે સમાન ગણતરી કરી શકું, હા તમે તે કરી શકો છો પરંતુ વાન ડેર વોલ્સ ગેસ અહીં જટિલ હશે જો તમે ધારો તો સીવી એ તાપમાનનું કાર્ય છે કે હજુ પણ જીવન બહુ જટિલ નથી પરંતુ તે વોલ્યુમનું કાર્ય પણ હોઈ શકે છે તેથી સમીકરણો અને ગણતરીઓ જટિલ બની જાય છે

તેથી જ આપણે આદર્શ ગેસને વળગી રહીએ છીએ અને મને માને છે કે કાર્યક્ષમતામાં કોઈ ફરક પડતો નથી તે હંમેશા ગરમ જળાશયના તાપમાન અને ઠંડા ઉકેલ દ્વારા નક્કી કરવામાં આવે છે. ઠીક છે, આ સાથે હું તમારા માટે સાબિત કરવાનો પ્રયાસ કરીશ કે કર્નલ પ્રમેયનો એક ભાગ ઠીક છે, તે ભાગ શું છે તે ભાગ એ છે કે જો હું ઉલટાવી શકાય તેવું એન્જિન અને એક બદલી ન શકાય તેવું એન્જિન લઉં કે જેમાં ડિસીપેશન ઓકે હોય તો ઉલટાવી શકાય તેવા કર્નલ એન્જિનની કાર્યક્ષમતા હંમેશા વધુ હશે. બદલી ન શકાય તેવા એન્જિન કરતાં આ ભાગ હું તમારા માટે સાબિત કરવાનો પ્રયત્ન કરીશ તેના બદલે થર્મોડાયનેમિક્સમાં દલીલ કરીશ સુંદર વસ્તુ તે મોટે ભાગે દલીલો પર આધારિત છે તે બહુ ગાણિતિક નથી તમામ અમે અત્યાર સુધી ગણિતનો ઉપયોગ કર્યો છે એક ભિન્નતા અને કેટલીકવાર મેં આંશિક ભિન્નતાનો ઉપયોગ કર્યો છે તેનો ઉલ્લેખ કર્યો નથી. કાર્નોટ એન્જિન c કે જે રેફ્રિજરેટર તરીકે ચલાવવામાં આવે છે તે વિશે શું વિચાર છે જે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે કે કર્નલ એન્જિનને ફરીથી તરીકે ચલાવવામાં આવે છે ફ્રિજરેટર અને બદલી ન શકાય તેવું એન્જિન i કાર્નો એન્જિન c દ્વારા સૂચવવામાં આવે છે અહીં સાર્વાત્રિક એન્જિન i દ્વારા સૂચવવામાં આવે છે જે અહીં બરાબર છે બંને ગરમ જળાશયના તાપમાન t1 અને ઠંડા જળાશયના તાપમાન t બે સમાન બે વિકૃતિઓ વચ્ચે ચલાવવામાં આવે છે આ મહત્વપૂર્ણ છે કારણ કે કોન્ડી પ્રમેય હંમેશા આપેલા બે રિઝોલ્વરોનો ઉલ્લેખ કરે છે જેનો અર્થ થાય છે t1 અને t2 ફિક્સ કરવું જો તમે આને બદલી તો હંમેશા જળાશયનું

તાપમાન બદલો કાર્નોટ પ્રમેય સાચું પડતું નથી પરંતુ ચોક્કસ કહીએ તો તમે કાર્બન એન્જિન વિશે વાત કરી શકતા નથી હંમેશા તમારે તમારા એન્જિન અને રેફ્રિજરેટરનું સંચાલન કરવું પડશે. એ જ બે રિઝોલ્વર બરાબર છે તો યાદ રાખો કે પહેલા મારી પાસે એક કાર્નોટ એન્જિન છે આ T_1 આ કાર્બન એન્જિન રેફ્રિજરેટર તરીકે ઓપરેટ થઈ રહ્યું છે તો યાલો હું પહેલા આ ગરમ જળાશય T_1 અને આ કાર્નોટ એન્જિન પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરું જે રેફ્રિજરેટર તરીકે ઓપરેટ થઈ રહ્યું છે તે શું કરશે? તે ગરમ રિઝોલ્વરમાં ગરમી ફેંકી દેશે યાલો કહીએ કે આ Q_1 છે અને તે રેફ્રિજરેટર હોવાથી બીજો કાયદો મને પહેલેથી જ કહે છે કે મારે તેના પર થોડું કામ કરવું પડશે અહીંથી કેટલી ગરમી લેવી પડશે સંરક્ષણ મને કહે છે કે Q એક માઈનસ W થશે તેથી આ એક કાર્નોટ રેફ્રિજરેટર છે કાર્નોટ રેફ્રિજરેટર સારું તે શું કરે છે તે ઠંડા જળાશયમાંથી આટલી ગરમી શોષી લે છે જે Q એક માઈનસ W જથ્થો છે તેના પર કામ યાલો રહ્યું છે અને તે ગરમ જળાશયમાં Q એક જથ્થાની ગરમી ફેંકે છે જે તાપમાન T_2 એક પર છે હવે બદલી ન શકાય તેવું એન્જિન આવે છે ઠીક છે તે બંને સંપૂર્ણ ચક્રમાં કામ કરી રહ્યા છે કૃપા કરીને યાદ રાખો કે તે ગરમમાંથી Q_1 ગરમી શોષી રહ્યું છે જળાશય તે વોક આપી રહ્યું છે જે પ્રાથમ છે અને સંરક્ષણ મને કહે છે કે તેણે કોલ્ડ રિઝોલ્વરને Q એક માઈનસ W જથ્થો ગરમી આપવી જોઈએ

તેથી આ મારું બદલી ન શકાય તેવું એન્જિન છે

તેથી આ બદલી ન શકાય તેવું છે અને આ એન્જિન છે જેનું સંચાલન કરવામાં આવે છે એન્જિન તમે જોઈ શકો છો કે તે ગરમ જળાશયમાંથી Q એક જથ્થાની ગરમી લે છે જે કામનો મુખ્ય જથ્થો આપે છે અને બાકીની ગરમી Q_1 માઈનસ W પ્રાથમ તાપમાન T_2 પર ઠંડા જળાશયમાં ડમ્પ કરવામાં આવે છે હવે કર્મ એક તરીકે સંચાલિત થઈ રહ્યું છે. રેફ્રિજરેટર ટી કોલ્ડ રિઝોલ્વરમાંથી ગરમી Q એક માઈનસ W બલ્યુ તેના પર કામ કરવામાં આવી રહ્યું છે અને Q એક જથ્થામાં ગરમી તે હોટ રિઝોલ્વરને છોડે છે

તેથી હવે અમે આ સંયુક્ત સિસ્ટમ જોઈએ છીએ, હું તમને સૌથી વધુ જણાવવા દઈશ. થર્મોડાયનેમિક્સની દલીલો આ સંયુક્ત સિસ્ટમની રચના પર આધારિત છે અને

તેથી બે જળાશયો સમાન હોવા ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે અન્યથા આ દલીલો પસાર થતી નથી

તેથી સંયુક્ત સિસ્ટમ જુઓ અને યાલો ધારીએ કે વાદળી પ્રાથમ W છે અને પ્રશ્ન પૂછો કે શું શક્ય છે? ઇઝ W પ્રાથમ W પ્રાથમ એ બદલી ન શકાય તેવા એન્જિન દ્વારા કરવામાં આવેલું કાર્ય છે જે કાર્નોટ રેફ્રિજરેટર પર કરવામાં આવે છે તે બરાબર છે તેની ખાતરી કરવા માટે કે કાર્નોટ રેફ્રિજરેટર T_1 જળાશયમાં Q_1 ગરમી છોડે છે જ્યારે બદલી ન શકાય તેવું એન્જિન ગરમ જળાશયના પ્રશ્નમાંથી Q_1 જથ્થાની ગરમી બહાર કાઢે છે. is what is the composite system ok in a closed loop what is the change in hot reservoir ok Q_1 heat is released by the carnot and Q_1 heat is extracted by the reversible engine

So net change in hot reservoir is zero no change no heat absorbed no heat released now heat absorbed from the cold reservoir lets see okay this is absorbed Q one minus W by the carbon refrigerator this is released to the cold reservoir by the irreversible engine So to the cold is or where this amount of heat is released this amount of heat is being extracted from him

So what is the net net is this heat absorbed from the cold resolver it is absorbed because i have assumed W prime is greater than W

So this fellow is greater than 0 well what is the net work done that is very simple W prime is the work done by the engine should be positive W is work done on the kernel refrigerator that should be negative

So this is this is the network

So what is the heat absorbed ok heat absorbed is this from the reservoir at temperature T_2 and network is this remarkably they are same and you know it is not possible So the composite system is actually like an engine which absorbs W prime minus W amount of heat and converts the entire heat to work is this possible no second law of thermodynamics says this is not possible ok second law of thermodynamics tells us this is not possible i cannot have an engine which extracts some heat from some reservoir here the reservoir at T_1 plays no role because no heat absorbed from it or no heat released from it in total

So what we have network is equal to the net heat absorbed from the reservoir at temperature T_2 .

So this is an engine that violates second law

So it violates second law which means W is always greater than W prime otherwise i will violate second law this implies W by Q one is greater than W prime by Q what is this quantity this quantity is nothing but the efficiency of the carno engine when it is operated as an engine and what is this quantity this quantity is the efficiency of the irreversible engine which i am already using as an engine remember there is a crucial point W by Q one is the efficiency of the cargo engine which in this argument i used as a refrigerator r but if i operate a carbon engine as an engine then i know this is the efficiency my mathematical arguments tells me that this quantity is greater than this quantity

So efficiency of a carnot engine must be greater than the efficiency of the irreversible engine

So this is the point i will stop the lecture today what i have discussed i have told you about the possibility of perpetual machines of two kind first kind is forbidden because it violates energy conservation that means the first law of thermodynamics second one is violated because of the second law and then i showed to you that efficiency of an engine is maximum for a carnot engine and that has a universal form which is given simply in terms of the temperature of the cold reservoir T_2 and hot reservoir T_1

So efficiency of a Carnot engine is simply given by $1 - \frac{T_2}{T_1}$ and this is the maximum that any engine's efficiency will be less than that of the Carnot engine. Furthermore, efficiency of a Carnot engine will never be equal to one that demands T_2 should be equal to zero which means that it must reach absolute zero temperature which it cannot and hence efficiency of a Carnot engine or for that matter any reversible engine will always be less than unity. This is a fundamental law of nature. So this is where I will stop today's lecture. You

Prutor@IITK