

તેથી આ વ્યાખ્યાનોના સમૂહમાં હું થર્મલ ભૌતિકશાસ્ત્રનો સંક્ષિપ્ત પરિચય આપીશ તેથી આવશ્યકપણે હું થર્મલ ભૌતિકશાસ્ત્ર વિશે વાત કરીશ પ્રથમ વસ્તુ ગરમી અને તાપમાન હશે હું ગરમી અને તાપમાન કરીશ હું તમને કહીશ કે ગરમી શું છે અને તાપમાન શું છે બીજું ગેસનો ગતિ સિદ્ધાંત ત્રીજું થર્મોડાયનેમિક્સ અને ચોથું પદાર્થના થર્મલ ગુણધર્મો જેથી આપણે જાણીએ છીએ કે સામગ્રીમાં સ્થિતિસ્થાપકતા અને અન્ય ગુણધર્મો છે જે યાંત્રિક ગુણધર્મો છે અહીં હું દ્રવ્યના થર્મલ ગુણધર્મો વિશે વાત કરીશ જેનો અર્થ છે કે જો હું તાપમાનમાં વધારો કરું તો કેવી રીતે થાય છે? સામગ્રી તાપમાનમાં થતા ફેરફારને પ્રતિસાદ આપે છે જે પદાર્થના થર્મલ ગુણધર્મોમાં પ્રતિબિંબિત થાય છે, પછી ગતિ સિદ્ધાંત શું છે તે વિશે હું વિગતવાર જણાવીશ અને થર્મોડાયનેમિક્સ શું છે તે પણ હું વિસ્તૃત કરીશ હવે ચાલો હું પ્રથમ પ્રશ્ન પૂછું કે ગરમી શું છે પ્રથમ પ્રશ્ન જે હું પૂછવા જઈ રહ્યો છું એ છે કે ભૌતિકશાસ્ત્રમાં ગરમી શું છે તે આપણે જાણીએ છીએ કે આપણે જે વ્યવહાર કરીએ છીએ તે બધું જ જાણીએ છીએ ઉર્જા સાથે સંબંધ ધરાવે છે તેથી આપણે યાંત્રિક ઉર્જા વિશે વાત કરીએ છીએ જે આપણે આપણા મિકેનિક્સ કોર્સમાં લંબાઇએ શીખીએ છીએ તેના બે ભાગ હતા એક ગતિ ઊર્જા છે જેના વિશે આપણે વાત કરીએ છીએ અને પછી ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરતી સિસ્ટમો માટે કે જેના વિશે આપણે વાત કરીએ છીએ જો બળ હોય તો સંભવિત ઊર્જા એક કણ એક બળને આધિન છે જે આપણે સંભવિત ઉર્જા વિશે વાત કરી શકીએ છીએ

તેથી ઉષ્મા એ ઊર્જાનું એક સ્વરૂપ સિવાય બીજું કંઈ નથી, ઠીક છે, હું કેવી રીતે જાણું કે તે ઊર્જાનું એક સ્વરૂપ છે આપણે જાણીએ છીએ કે ઊર્જા સાથે સંબંધિત કંઈપણ હોઈ શકે છે ઊર્જાના અન્ય સ્વરૂપોમાંથી મેળવવામાં આવે છે તેથી આપણે શું જાણી શકીએ ઉદાહરણ તરીકે જો મારી પાસે ઘર્ષણ સાથે ખરબચડી સપાટી હોય અને પછી હું કોઈ વસ્તુને સપાટી પર ચલાવું છું અને તેને ધક્કો મારું છું તો હું જાણું છું કે હું ગરમી ઉત્પન્ન કરું છું એટલે કે યાંત્રિક ઊર્જામાં રૂપાંતરિત થાય છે ઉષ્મા ઊર્જા ઠીક છે

તેથી ઉર્જા એક છેડેથી બીજા છેડે વહે છે આપણે જાણીએ છીએ કે ઉષ્મા ઉર્જા વધુ ગરમથી ઠંડા શરીરમાં જાય છે આ રીતે તે પ્રસરે છે તેથી તે ઊર્જાનું સ્વરૂપ છે અને તાપમાનનું તાપમાન શું છે તે એક માપ છે ખાતરી કરો કે કયું માપ નક્કી કરે છે કે કઈ દિશામાં ગરમી વહે છે તે હંમેશા ઊંચાથી નીચલા તાપમાને વહે છે

તેથી જ્યારે હું તાપમાન વિશે વાત કરું છું ત્યારે હું જાણું છું કે તાપમાન થર્મોમીટર નામની કોઈ વસ્તુથી માપવામાં આવવું જોઈએ ઓકે, આપણે આપણા રોજિંદા ઉપયોગમાં પારાના થર્મોમીટર વિશે જાણીએ છીએ અને આપણે કરી શકીએ છીએ. અન્ય વિવિધ પ્રકારના થર્મોમીટર વિશે વિચારો પરંતુ અહીં ચાલો આપણે ગેસના ગતિ સિદ્ધાંતના ગેસના ગતિ સિદ્ધાંતના અર્થમાં તાપમાનના તાપમાનનું થોડું અલગ વર્ણન આપવાનો પ્રયાસ કરીએ, હું કહી શકું છું કે તાપમાન કેપિટલ  $T$  ટૂંક સમયમાં તમને જણાવશે કે કેપિટલ  $T$  કેપિટલ  $T$  શું છે તાપમાન અમુક સ્કેલમાં માપવામાં આવે છે જેને હું તાપમાનનું સંપૂર્ણ માપ કહીશ આને હું ટૂંક સમયમાં વ્યાખ્યાયિત કરવા જઈ રહ્યો છું

તેથી ગેસનો ગતિ સિદ્ધાંત ત્યાં તાપમાનની વ્યાખ્યા છે જે કહે છે કે  $T$  એ સરેરાશ માટે પ્રમાણસર છે આ શબ્દ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે આ શબ્દ સરેરાશ બરાબર સરેરાશ અનુવાદાત્મક પણ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે અને હું આદર્શ વાયુઓ વિશે વાત કરીશ મોટે ભાગે તે ગતિ છે ઊર્જા

તેથી તે પરમાણુઓની ગતિ ઊર્જાના પ્રમાણસર હશે અને તે તાપમાનની વધુ સારી રીતે વ્યાખ્યાયિત વ્યાખ્યા છે જે તમે જાણો છો કે જ્યારે આપણે તાપમાન વધારીએ છીએ ત્યારે અણુઓમાં હંમેશા કંપન હોય છે અણુઓ ઘનમાંથી પ્રવાહી અને પ્રવાહીથી વાયુમાં જઈ શકે છે. વધુને વધુ ઊર્જા મેળવો કારણ કે તાપમાન આવે છે અને અણુઓની સરેરાશ ગતિ ઊર્જા વધતી જ રહે છે બરાબર પણ હવે પ્રશ્ન એ આવે છે કે જો હું તાપમાનને વ્યાખ્યાયિત કરું તો હું થર્મોમીટરને વ્યાખ્યાયિત કરી શકું અને આપણે બધા અમારા 9મા 10મા ધોરણના મૂળભૂત શિક્ષણથી જાણીએ છીએ કે થર્મોમીટર એક સ્કેલ છે. જ્યાં આપણે હંમેશા બરફ બિંદુ વિશે વાત કરીએ છીએ જે સૌથી નીચો બરફ બિંદુ છે જે સૌથી નીચો છે અને વરાળ બિંદુ ચાલો આપણે કહીએ કે સ્ટીમ પોઇન્ટ જે સૌથી વધુ સ્કેલ છે જે આપણે શૂન્ય ડિગ્રી અને સો ડિગ્રી સેલ્સિયસ પાણી જાણીએ છીએ આ મને મારા થર્મોમીટરને માપાંકિત કરવામાં મદદ કરી શકે છે અને આ સ્કેલ સેટ કરે છે જેથી આપણે આપણા સેલ્સિયસ સ્કેલમાં આ બે તાપમાનના સંદર્ભમાં કંઈપણ માપી શકીએ, એક શૂન્ય ડી gree અને બીજું 100 ડિગ્રી સેલ્સિયસ છે હવે પાછા આ મુદ્દા પર આવી રહ્યા છીએ, સરેરાશથી મારો અર્થ શું છે, હું તેને સરેરાશ વિતરણ સરેરાશ કહી રહ્યો છું, પ્રથમ તો મેં પહેલેથી જ બે બાબતો લખી છે, એક ગેસનો ગતિ સિદ્ધાંત અને બીજો હવે ગેસનું થર્મોડાયનેમિક્સ છે. સરેરાશથી મારો અર્થ શું છે ઠીક છે, પ્રથમ તો આ પ્રથમ વખત છે જ્યારે હું મોટી સંખ્યામાં કણો સાથે કામ કરીશ અને કણોની વિશાળ સંખ્યા સાથે મારો મતલબ છે કે હું 10 થી પાવર 23 પરમાણુઓ સાથેના કણોની સિસ્ટમ સાથે વ્યવહાર કરીશ સામાન્ય રીતે એવોગાડ્રો નંબર છે જે આપણે બધા 10 થી પાવર 23 ની સંખ્યા ધરાવતા કણોની વિશાળ સંખ્યાને જાણીએ છીએ જે આપણે ન્યુટનના નિયમો દ્વારા વર્ણવેલ દરેક પરમાણુ જે આપણા મિકેનિક્સમાં શીખ્યા છીએ તે પરમાણુનું દળ છે, ચાલો આપણે કહીએ કે  $m$  અને હું  $d$  બે  $x dt$  બે લખી શકું છું. બળ પરમાણુ પર કાર્ય કરે છે

તેથી આ મારો ન્યુટનનો નિયમ છે હવે તમે જુઓ આ એક વેક્ટર સમીકરણ છે કણની સ્થિતિ વેક્ટરમાં ત્રણ ઘટકો છે હવે હું આ પ્રકારના  $e$  ની સંખ્યાને ક્રુલ કરીશ ક્વોશન કે જેને હેન્ડલ કરવું મારા માટે અશક્ય છે હું 10 થી પાવર 23 કણો સાથે હેન્ડલ કરી શકતો નથી, હું આ ઘણા બીજા ક્રમના વિભેદક સમીકરણો સાથે હેન્ડલ કરી શકતો નથી કારણ કે તમે જાણો છો કે આજે આપણી પાસે જે સૌથી અદ્યતન કમ્પ્યુટર છે તેનો ઉપયોગ કરીને પણ આપણે આ સમસ્યાને કોઈપણ રીતે હલ કરી શકતા નથી.

તેથી આપણી પાસે સરેરાશ વર્ણન હોવું જોઈએ અહીં ફાયદો થાય છે અને ગતિ સિદ્ધાંત વચ્ચેનો તફાવત પણ છે તેથી મારે સરેરાશ વર્ણનની જરૂર છે અને અહીં ગતિ સિદ્ધાંત અને થર્મોડાયનેમિક્સ કરવાની એકદમ આવશ્યકતા આવે છે બરાબર તો ચાલો હું પ્રથમ પ્રશ્ન પૂછું કે ગતિ સિદ્ધાંત શું છે અને શું છે. થર્મોડાયનેમિક્સ બરાબર છે તો પછી હું અન્ય વસ્તુઓની વિગતો પર જઈશ હું પ્રથમ ગતિ સિદ્ધાંત વિશે વાત કરીશ અહીં હું વિતરણ વિતરણ વિશે વાત કરીશ ઠીક છે હું વિતરણ જોઈશ હું ગેસના

અણુઓને જોઈશ અને વિતરણની તપાસ કરીશ ઉદાહરણ તરીકે તેમના વેગ અથવા ઝડપ

તેથી જો હું અહીં પરમાણુ વિશે વાત કરું છું, તો પણ મને વ્યક્તિગત પરમાણુમાં ખરેખર રસ નથી તેની વર્તણૂક તેના બદલે મને તેમના વેગના વિતરણમાં રસ હશે તેમાંથી હું વેગની સરેરાશ અને વેગની સરેરાશ વિશે વાત કરી શકું છું જે મને ગતિ ઊર્જાની કેટલીક સરેરાશ આપશે અને તેમાંથી હું તાપમાન શું છે તે શોધવાનો પ્રયાસ કરીશ. હું તેને તાપમાન સાથે સંબંધિત કરીશ હું તેને કન્ટેનરના દબાણ અને વોલ્યુમ સાથે સંબંધિત કરીશ

તેથી અહીં હું પરમાણુ સ્તર વિશે વાત કરીશ પરંતુ કૃપા કરીને નોંધો કે હું સરેરાશ અર્થમાં પરમાણુ સ્તરોની દ્રષ્ટિએ વાત કરું છું તેથી મને વિતરણની જરૂર છે વેગ અને તે વેગનું વિતરણ મને સરેરાશ ગુણધર્મો આપશે જે ગતિ ઊર્જા સાથે સંબંધિત હશે ઉદાહરણ તરીકે હું સરેરાશ ગતિ ઊર્જા વિશે વાત કરીશ આ સરેરાશ ગતિ ઊર્જા પછીથી તાપમાનના દબાણ અને વોલ્યુમ સાથે સંબંધિત હશે ઠીક છે આ ગતિ સિદ્ધાંતનો અભિગમ શું છે થર્મોડાયનેમિક્સનો અભિગમ છે તો થર્મોડાયનેમિક્સમાં આપણે ખરેખર વ્યક્તિગત પરમાણુઓની કાળજી લેતા નથી પરમાણુઓ તેમના વેગના વિતરણની કાળજી રાખતા નથી

તેથી ગતિ સિદ્ધાંત જો હું વધુ ઔપચારિક ભાષાનો ઉપયોગ કરું તો તે માઇક્રોસ્કોપિક થિયરી માઇક્રોસ્કોપિક થિયરી છે માઇક્રોસ્કોપિક સ્તરે હું એ જોવાનો પ્રયાસ કરી રહ્યો છું કે અણુઓ થર્મોડાયનેમિક્સ સાથે શું થઈ રહ્યું છે તે અમુક અર્થમાં વધુ ઔપચારિક ભાષા એક બરછટ દાણાદાર વર્ણન છે બરછટ દાણાદાર વર્ણન ક્વાર્ટઝ ગ્રાઇન્ડીંગનો મારો અર્થ શું છે બરછટ ગ્રાઇન્ડીંગનો અર્થ છે કે હું પરમાણુ સ્તરને જોતો નથી, હું મેક્રોસ્કોપિક સ્તરોને જોઉં છું, હું મેક્રોસ્કોપિક સ્તરોને સારી રીતે જોઉં છું અને મેક્રોસ્કોપિક સ્તર મને મેક્રોસ્કોપિક સ્તરમાં આ ભાગને ભૂંસી નાખવા દો હું ફક્ત ધ્યાનમાં લઈશ માપી શકાય તેવા જથ્થાઓ ઉદાહરણ તરીકે માપી શકાય તેવા જથ્થાઓ તમામ ભૌતિકશાસ્ત્રના તમામ સમીકરણો જે હું લખવા જઈ રહ્યો છું તેમાં માત્ર માપી શકાય તેવા જથ્થાઓનો સમાવેશ થાય છે જેમ કે દબાણના જથ્થાનું તાપમાન અને

તેથી તમે જોશો કે દબાણના જથ્થાનું તાપમાન આ પ્રયોગોમાં માપ સાથેના જથ્થાઓ છે પરંતુ વોલ્યુમમાં તફાવત છે. એક જથ્થો છે જે સૂક્ષ્મ રીતે અલગ છે દબાણ અને તાપમાન જે હું પછીથી કહેવા જઈ રહ્યો છું ત્યાં બે પ્રકારના જથ્થાઓ છે એકને વિસ્તૃત જથ્થા કહેવામાં આવે છે અને બીજાને સઘન જથ્થા કહેવાય છે હું ફક્ત નામકરણને ફેંકીશ તે ક્ષણે દબાણ અને તાપમાન સઘન યલ છે તેથી તે સઘન યલ છે જ્યારે વોલ્યુમ એક વ્યાપક છે વેરીએબલ ઓકે હવે શું આ બે આ બે અભિગમો કરે છે જેનો મેં અહીં ઉલ્લેખ કર્યો છે શું તેઓ પરિણામોના જુદા જુદા સેટ તરફ દોરી જાય છે જ્યારે હું આ બે અભિગમો વિશે વાત કરું છું ત્યારે કદાચ તે બે અલગ અલગ અભિગમો હોય પણ જો હું સંતુલનમાં હોઉં તો હું જે પણ વાત કરીશ તે સાથે સંબંધિત છે સંતુલન ઠીક છે અને સંતુલનમાં ભૌતિકશાસ્ત્રમાં હું જે પણ માપું છું તે બરાબર છે તે મહત્વનું છે કે આપણે જે પણ માપીશું તે હું જે સિદ્ધાંત બનાવું છું તેનાથી સ્વતંત્ર હોવું જોઈએ

તેથી સંતુલનમાં સમતુલાના પરિણામો ગતિ સિદ્ધાંતથી આવે છે અથવા થર્મોડાયનેમિક્સમાંથી પરિણામ આવે છે તે સમાન સમાન પરિણામ હોવા જોઈએ. હવે હું આગળ વધું તે પહેલાં મારે તમને જણાવવું જોઈએ કે ઇન્કિવલિબ શું છે  $\pi$  હું શરૂઆતમાં ખૂબ જ અનૌપચારિક વ્યાખ્યા આપીશ કે સંતુલન એટલે કંઈ સમય પર આધાર રાખતું નથી ઠીક કંઈ પણ સમય પર આધાર રાખતું નથી હું દબાણ માપું છું હું તાપમાન માપું છું ઉદાહરણ તરીકે થર્મોમીટરથી કદાચ તે મારું માત્ર તબીબી થર્મોમીટર ક્લિનિકલ થર્મોમીટર છે જે પણ હું માપી શકાય તેવા જથ્થાને માપું છું કંઈપણ આધાર રાખતું નથી સમયસર જેથી તમે ઉદાહરણ તરીકે તમે કન્ટેનરમાં પ્રવાહી લઈ શકો અને તેને હલાવી શકો અને પૂરતી રાહ જુઓ ઠીક છે હવે બધું સ્થાયી થઈ ગયું છે અને તમે કહો છો કે સિસ્ટમ સંતુલન ગોઠવણી પર પહોંચી ગઈ છે જેનો અર્થ છે કે હવે મારી માપી શકાય તેવી માત્રા સમય પર આધારિત નથી

તેથી સંતુલનમાં જો હું કાઇનેટિક થિયરીનો અભ્યાસ કરું છું, સંતુલન માટે એક અલગ અભિગમ બતાવશે થર્મોડાયનેમિક્સ તમને સંતુલન માટે બીજો અભિગમ આપશે પરંતુ હું સતત સંતુલન વિશે વાત કરીશ અને સંતુલનમાં જે પણ અભિગમ હું કાઇનેટિક થિયરી અથવા થર્મોડાયનેમિક્સ અપનાવું છું તે મારું આદર્શ ગેસ સમીકરણ  $pV = nRT$  ની બરાબર છે. તમને ગમે છે  $pV$  એ  $nRT$  ની બરાબર છે જે  $n$  નંબર હોય મોલ્સ ઓકે તે બદલાતું નથી

તેથી આ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે કે સંતુલન પરિણામો હવે હું જે પણ અભિગમ અપનાવવા જઈ રહ્યો છું તેના પર નિર્ભર નથી કારણ કે હું આદર્શ ગેસ પર આવ્યો છું હવે પ્રશ્ન એ છે કે આદર્શ ગેસ શું છે ઠીક છે પ્રથમ પ્રશ્ન એ છે કે શું છે આદર્શ ગેસ આ એવી વસ્તુ છે જેની સાથે આપણે પુષ્કળ સમય પસાર કરવો પડે છે અને પછી તેની વિચાર સ્પષ્ટ હોવી જોઈએ નામ પોતે જ સૂચવે છે કે તે વાસ્તવિક નથી, વાસ્તવિક ગેસ નથી, વાસ્તવિક ગેસ બરાબર નથી કારણ કે તમે ટૂંક સમયમાં ધારણાઓ જોશો અને તે તમને સ્પષ્ટ થશે કે હું શા માટે હું કહું છું કે તે વાસ્તવિક નથી તે પહેલા હું ધારીશ કે ત્યાં એક બિંદુ કણ છે

તેથી હું ધારીશ કે તમામ આદર્શ વાયુઓ બિંદુ કણો હશે

તેથી તે ખૂબ જ નાનો અથવા વધુ ઔપચારિક રીતે કહી શકે છે કે હું ધારીશ કે કણનું કદ છે આંતર-પરમાણુ અંતરની સરખામણીમાં ખૂબ જ નાનું બરાબર છે,

તેથી પોઈન્ટ પાર્ટિકલ દ્વારા મારો મતલબ એ છે કે જો તમને ગમે તો પરમાણુના કદની તુલનામાં આંતર-કણનું અંતર ખૂબ મોટું છે પરંતુ યાદ રાખો કે આ એક એપી છે proximation ideal up gas approximation બીજી બાબત એ છે કે હું માનીશ કે ત્યાં કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નથી આ સાચું નથી આપણે જાણીએ છીએ કે જ્યારે પણ આપણી પાસે પરમાણુઓ પરમાણુ હોય છે ત્યારે તેઓ કન્ટેનર પર કબજો કરતા હોય છે ત્યાં એક ઈલેક્ટ્રોસ્ટેટિક બળ અને બે અણુઓ વચ્ચે લાક્ષણિક ક્રિયાપ્રતિક્રિયા હોવી જોઈએ જો તમને તે આકર્ષક લાગે ત્યારે તેઓ ઘણા દૂર છે અને જ્યારે આ બે પરમાણુઓ એકબીજાની નજીક આવે છે ત્યારે તેઓ પ્રતિકૂળ હોય છે

તેથી તમે જુઓ છો કે હું એમ માની શકતો નથી કે તેઓ એકબીજા સાથે બિલકુલ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરતા નથી,

તેથી આ એક અંદાજ છે કે તેમની પાસે કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નથી અને ઊર્જા સંપૂર્ણપણે ગતિશીલ છે. સંપૂર્ણ રીતે સંપૂર્ણપણે ગતિ બરાબર હવે યોથી શરત આ ઊર્જા સંપૂર્ણપણે ગતિશીલ છે અને તેમની પાસે અથડામણો છે બરાબર અથડામણો પણ આ બધી સ્થિતિસ્થાપક અથડામણો છે આ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે આ સ્થિતિસ્થાપક અથડામણો છે કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નથી અને

અથડામણો અથડામણો અથડામણો છે જે પ્રકૃતિમાં સંપૂર્ણપણે સ્થિતિસ્થાપક છે

તેથી કોઈ ઊર્જા વિખેરાઈ નથી ઊર્જા સંપૂર્ણપણે આશ્વાસન હવે પ્રશ્ન છે કે શું મારી પાસે કુદરતમાં આ પ્રકારનો આદર્શ ગેસ હોઈ શકે છે કે કેમ તે એ છે કે હું પ્રકૃતિમાં આદર્શ ગેસ મેળવી શકતો નથી કારણ કે આ બે શરતો ક્યારેય સંતોષાતી નથી પરંતુ શું હવે આ પરિસ્થિતિ છે તે પ્રશ્ન હું તમને પૂછવા જઈ રહ્યો છું કે ત્યાં કોઈ પરિસ્થિતિ છે? જ્યારે હું એક આદર્શ ગેસ ક્રૂવા તરીકે વાસ્તવિક ગેશનો અંદાજ લગાવી શકું છું ત્યારે તમને વારંવાર પુસ્તકોમાં જવાબ મળશે પરંતુ હું તમને સમજાવવાનો પ્રયત્ન કરીશ કે અમુક મર્યાદિત પરિસ્થિતિમાં શા માટે આદર્શ ગેસ અંદાજિત કરી શકાય છે આદર્શ ગેસને મર્યાદિત તરીકે અંદાજિત કરી શકાય છે. પરિસ્થિતિ બરાબર છે હવે સમસ્યાના વિવિધ લંબાઈના ભીંગડાઓની તુલનાના સંદર્ભમાં આ ખૂબ જ સરળતાથી વિચારી શકાય છે અને હું એક કલકલ લંબાઈના સ્કેલનો ઉપયોગ કરી રહ્યો છું, તમે ટૂંક સમયમાં જોશો કે લંબાઈના ભીંગડાથી મારો અર્થ શું છે ઠીક છે, પ્રથમ તો મેં તમને કહ્યું આંતર પરમાણુ અંતર અથવા આંતર પરમાણુ અંતર ગેસના સરેરાશ આંતરપરમાણુ અંતરમાં હું કહી શકું છું કે સમસ્યાનો લંબાઈનો સ્કેલ બરાબર છે જે સરળતાથી શોધી શકાય છે તે ઘનતા સાથે સંબંધિત છે જો મારી પાસે વોલ્યુમ  $v$  નું કન્ટેનર હોય અને તેમાં વોલ્યુમ હું  $n$  પરમાણુઓ મૂકું છું

તેથી હું જાણું છું કે  $v$  બાય  $n$  સામાન્ય રીતે આ પાવર માટે સામાન્ય રીતે સરેરાશ આ મારું આંતર-પરમાણુ અંતર છે અને હવે હું આ અંતરને સમસ્યાના અન્ય લંબાઈના ભીંગડા સાથે સરખાવવા સક્ષમ હોવો જોઈએ, મને કંઈક લાવવા દો જે તમે પછીથી શીખીશ અથવા પહેલાથી જ તમે જાણો છો કે જો મારી પાસે મોમેન્ટમનો કણ હોય તો  $p$  ઓકે લગભગ મોમેન્ટમ  $pi$  વેવ પાર્ટિકલ ડ્યુઆલિટી પિક્ચર પરથી જાણીએ છીએ કે તેની સાથે એક લેમ્બડા સંકળાયેલું છે જે હવે લગભગ ખૂબ જ હાથ લહેરાતા અર્થમાં ધારે છે. હું જાણું છું કે અણુની સરેરાશ ગતિ ઊર્જા  $kt$  ના ક્રમની છે તો તમે જાણો છો કે  $p$  એ બે  $mkt$  પરના મૂળના ક્રમમાં છે તેથી તમે જોશો કે ત્યાં એક તરંગલંબાઈ છે અથવા તેની સાથે સંકળાયેલ લંબાઈનો સ્કેલ છે જે બે છે.  $mkt$  ઓકે હવે આ બે લંબાઈના માપદંડો જુઓ જો તમને ખબર ન હોય તો તમારે ફક્ત ડી બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ જોવાની જરૂર છે બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ શું છે અને મેં શું કહ્યું છે કે  $p$  an પર લંબાઈ  $h$  છે.  $d$  સામાન્ય રીતે કાઇનેટિક થિયરી અમને જણાવે છે કે જે હું પછીથી સમજાવીશ કે  $2m$  ઉપરનો  $p$  ચોરસ  $kt$  ના ક્રમનો છે

તેથી  $p$  બે  $mkt$  પરના મૂળના ક્રમનો છે

તેથી આ સમસ્યામાં બીજી લંબાઈ છે

તેથી હું તમને બે લંબાઈ એક યાદ કરાવું છું. શું બીજું લેમ્બડા છે આ બેની સરખામણી કરવી જોઈએ જો  $a$  લેમ્બડા કરતા ઘણો મોટો હોય તો કહીએ કે અન્ય  $a$  એ લેમ્બડા કરતા ઘણો મોટો છે હું કહી શકું છું કે કણો આંતર પરમાણુ અંતર અથવા આંતર પરમાણુ અંતર છે જે એક મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા છે ડી બ્રોગ્લી લેન્થ સ્કેલ ગમે તે હોય તેની સરખામણીમાં ખૂબ જ ઊંચો છે આમાં લંબાઈના ભીંગડા એક છે ડી બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ જે બે  $mkt$  પર રુટ પર  $h$  દ્વારા આપવામાં આવે છે અને બીજું એ છે જે આંતર પરમાણુ અંતર છે હવે તમે જોશો કે મારે જે પ્રશ્નની જરૂર છે લેમ્બડા કરતાં ઘણું વધારે છે તમે કેવી રીતે હાંસલ કરી શકો છો કે તમે તે બે રીતે પ્રાપ્ત કરી શકો છો પ્રથમ તો તાપમાનમાં વધારો જો તમે તાપમાનને ખૂબ ઊંચા તાપમાનમાં વધારો કરવાનું ચાલુ રાખો છો તો તમે જોશો કે તમારી લેમ્બડા નાની અને ઓછી થતી જાય છે આ જથ્થો અહીંથી નાનો અને નાનો થતો જાય છે. જો આ જથ્થા રંગીન બની જાય તો તે આપમેળે સંતુષ્ટ થઈ જાય છે અને લેમ્બડા કરતાં ઘણું વધારે છે તમે કહી શકો છો કે મારી પાસે ફક્ત કેટલાક અલગ કણો છે જે એકબીજા સાથે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરતા નથી અને આ એક મર્યાદિત પરિસ્થિતિ છે જ્યાં આદર્શ ગેસ સ્થિતિ માન્ય હોઈ શકે છે હવે હું તેને છોડી દઉં છું. તમે તેના વિશે વિચારી શકો કે  $v$  બાય  $n$  બરાબર તમે  $v$  બાય  $n$  જથ્થાને જોઈ શકો છો આ ઘનતાનો વ્યસ્ત છે કારણ કે ઘનતાની ઘનતા શું છે તે સામાન્ય રીતે  $n$  પર  $v$  દ્વારા આપવામાં આવે છે

તેથી જો હું  $n$  બાય  $v$  બનાવું તો મારી ઘનતા ઓછી હોય તો અને નીચું  $a$  આપોઆપ વધી રહ્યું છે

તેથી ફરી એક વાર હું કહી શકું છું કે  $a$  લેમ્બડા કરતા ઘણો મોટો છે જો તમને લેમ્બડાનો ખ્યાલ ન ગમતો હોય તો તમને ગમશે કે હું કેવી રીતે તુલના કરી શકું સમસ્યાના અન્ય લંબાઈના ભીંગડાની સરખામણીમાં  $bly$  large ખૂબ જ મોટો છે, પ્રથમ તાપમાનમાં વધારો કરે છે અથવા ઘનતા ઘટાડે છે

તેથી જ પુસ્તકોમાં તમે વારંવાર આ વિધાન જોશો કે આદર્શ ગેસનો અંદાજ આદર્શ ગેસ સારો અંદાજ છે જ્યારે  $t$  ઊંચું હોય અને ઘનતા ઓછી છે ઠીક છે આ તે પ્રદેશ છે જ્યાં આપણે આદર્શ ગેસ સિસ્ટમ્સ વિશે વાત કરી શકીએ છીએ

તેથી મેં તમને કહ્યું કે આદર્શ ગેસ આદર્શ ગેસ શું છે તે વાસ્તવિક ગેસની મર્યાદિત સ્થિતિ છે જો હું ખૂબ ઊંચા તાપમાનના ગેસ અને ઓછી ઘનતાવાળા ગેસ વિશે વાત કરું અને બીજું આપણે બધા આદર્શ ગેસ માટે નીચેની બાબતો જાણે છે ઉદાહરણ તરીકે  $t$  સતત તાપમાન સ્થિર  $p_v$  એ સ્થિરાંક સમાન છે જેને આપણે બોયલના નિયમ તરીકે જાણીએ છીએ તો પછી જો મારી રચના હોય અથવા વિપક્ષ આપેલ પદાર્થ અથવા આપેલ ગેસનો જથ્થો હોય તો હું  $v$  લખી શકું છું તાપમાનના પ્રમાણસર જેને ચાર્લ્સ લો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે અને પછી આ બોયલનો કાયદો છે આ ચાર્લ્સ કાયદો છે અને બધાને એકસાથે કોઈપણ પદાર્થ બરાબર અથવા ગેસ  $i c$  ની કોઈપણ માત્રા માટે લેવામાં આવે છે  $a$  આ સમીકરણ છે  $p_v$  એ  $n r t$  ની બરાબર છે આદર્શ ગેસ અચળ  $t$  એ તાપમાન છે અને  $n$  એ નમૂનાના મોલ્સની સંખ્યા છે જે મારી પાસે બરાબર છે

તેથી હવે આ અમને તાપમાનના સંપૂર્ણ માપને વ્યાખ્યાયિત કરવામાં પણ મદદ કરે છે જો તમે  $v$  સતત રાખો તો ચાલો  $v$  સતત રાખો  $p$  એ નિરપેક્ષ તાપમાનના પ્રમાણસર છે અને આપણે બધા જાણીએ છીએ કે જો હું  $t$  શૂન્યની બરાબર છે અથવા સેલ્સિયસ સ્કેલમાં જો હું તેને સેલ્સિયસ સ્કેલમાં કહીશ તો લગભગ માઈનસ બે સિતેર ડિગ્રી સેલ્સિયસ આ રીતે મારું સંપૂર્ણ તાપમાન ઉદાહરણ તરીકે સંપૂર્ણ તાપમાન છે. શૂન્ય એ મારું સેલ્સિયસ સ્કેલનું તાપમાન માઈનસ બે સાત ત્રણ ડિગ્રી સેલ્સિયસ છે અને પછી જો મારી પાસે 10 છે જેનો અર્થ માઈનસ 263 ડિગ્રી સેલ્સિયસ છે અને જો આ સંપૂર્ણ શૂન્ય છે, તો તેનો અર્થ એ કે હું આ એલ્સીએ સ્કેલ માઈનસ 273 ડિગ્રી સેલ્સિયસ પર પહોંચી ગયો છું, મને ખબર પડશે કે આદર્શ ગેસ શૂન્ય પર જશે

તેથી જો હું ખૂબ જ ઊંચું તાપમાન લઉં અથવા તમને ગમે તેટલો ઓછો ઘનતાવાળો ગેસ ગમે તો તે લગભગ એક આદર્શ ગેસ છે જો હું  $p$  ને  $t$  ના કાર્ય તરીકે દર્શાવું  $t$  એ શૂન્યની બરાબર છે જો આપણે  $t$  સુધી પહોંચી શકીએ તો શૂન્યની બરાબર છે આ ખૂબ જ

મહત્વપૂર્ણ છે આપણે t એ શૂન્યની બરાબર છે સુધી પહોંચી શકતા નથી તો દબાણ શૂન્ય જેટલું થશે જો હું વોલ્યુમ નિશ્ચિત રાખું તો આપણે જાણીએ છીએ કે આ અભૌતિક છે t શૂન્યની બરાબર છે અપ્રાપ્ય છે પરંતુ આ આદર્શ ગેસ સમીકરણોના સંદર્ભમાં આપેલ તાપમાનના ચોક્કસ માપની તમારે શા માટે જરૂર છે કારણ કે તે સાર્વત્રિક છે કારણ કે હું પારો વાપરતો નથી, હું અન્ય કોઈ ચોક્કસ પદાર્થનો ઉપયોગ નથી કરતો બલ્કે હું એવી વસ્તુ પર કામ કરી રહ્યો છું જે સાર્વત્રિક છે હું થર્મોમીટરમાં જે સામગ્રી મૂકું છું તેના પર આધાર રાખતો નથી

તેથી મારી પાસે એક સ્કેલ છે જે સાર્વત્રિક છે અને જે સ્કેલથી સ્વતંત્ર છે હું બરાબર પસંદ કરી રહ્યો છું બીજું તે હંમેશા હકારાત્મક તાપમાન છે હવે તમે મને પ્રશ્ન પૂછી શકો છો કે શું મારી પાસે નકારાત્મક સંપૂર્ણ તાપમાન છે કે શું? કેટલીક પુસ્તકોમાં સંતુલન સ્થિતિ નથી, તમે જોશો કે તેઓ ખૂબ જ અદ્યતન પુસ્તકનો ઉલ્લેખ કરે છે જે નકારાત્મક સંપૂર્ણ તાપમાનનો ઉલ્લેખ કરે છે પરંતુ યાદ રાખો કે અમે ફક્ત સંપૂર્ણ તાપમાન સાથે કામ કરી રહ્યા છીએ જે સંતુલન પરિસ્થિતિમાં સંતુલન પરિસ્થિતિ છે તે આ પ્રસ્તાવના સાથે હંમેશા હકારાત્મક છે અને ધારો કે અમને તાપમાનના ચોક્કસ માપદંડની થોડી ખબર છે હવે મને ગેસના ગતિ સિદ્ધાંત તરીકે ઓળખવા માટે આગળ વધવા દો,

તેથી ગેસનો ગતિ સિદ્ધાંત ચોક્કસપણે જેમ મેં તમને અગાઉ ઉલ્લેખ કર્યો છે. તે એક માઇક્રોસ્કોપિક વર્ણન બરાબર છે પરંતુ સરેરાશ અર્થમાં હું તમને સમજાવી શકે કે હું સરેરાશ અર્થમાં વાત કરું છું તેનો અર્થ શું છે

તેથી મેં થોડી મિનિટો પહેલાં વખ્યું કે જેને વિતરણ કહેવામાં આવે છે અને વેગનું થોડું વિતરણ છે

તેથી હું ખરેખર નથી. વ્યક્તિગત પરમાણુ વિશે વાત કરવાને બદલે હું વિતરણ વિશે વાત કરું છું બરાબર

તેથી સરેરાશ મહત્વપૂર્ણ છે હું ફરીથી શબ્દનું પુનરાવર્તન કરું છું હું શબ્દ સરેરાશ વખ્યું છું ઠીક છે

તેથી હું જે ગુણધર્મો વિશે વાત કરીશ તે પરમાણુઓ બધી દિશામાં આગળ વધી રહ્યા છે તે પ્રથમ ધારણા છે. બધી દિશાઓ બરાબર કરો અને બીજી ધારણા કરો જેમ મેં તમને કણોને નિર્દેશ કર્યો છે હું પરમાણુઓના કોઈપણ કદને અવગણીશ જે યોગ્ય છે

ximation પરંતુ જ્યાં સુધી કદ અંતર પરમાણુ અંતર કરતા નાનું હોય ત્યાં સુધી તે સારું અંદાજ છે ઠીક ત્રીજું કોઈ પણ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા ધારે નહીં પરમાણુઓ વચ્ચે કોઈ ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નહીં હું કોઈપણ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા ધારીશ નહીં માત્ર

ક્રિયાપ્રતિક્રિયા હું અથડામણ વિશે વાત કરીશ

તેથી આ અણુઓને ગેસ પરમાણુ રાખવામાં આવે છે કન્ટેનરમાં રાખવામાં આવે છે ત્યાં એક કન્ટેનર છે જેમાં આ ગેસના પરમાણુઓ બધી અવ્યવસ્થિત દિશામાં આગળ વધી રહ્યા છે બરાબર અને માત્ર તેઓ બે અણુઓ વચ્ચેની અથડામણ દ્વારા ઊર્જાનું વિનિમય કરી શકે છે આ અણુ આ અણુ સાથે અથડાય છે અથવા તેઓ કન્ટેનરની દિવાલ સાથે અથડાઈ શકે છે. કન્ટેનરની એક ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ

દિવાલ મને દબાણ આપે છે જે મેં માખ્યું છે જે મેં તમને કહ્યું હતું કે હું જે પણ અભિગમ અપનાવું છું હું થર્મોડાયનેમિક્સનો અભિગમ અપનાવું છું અથવા હું ગતિ સિદ્ધાંતનો અભિગમ અપનાવું છું હું હંમેશા રાજ્ય સમાન માપી શકાય તેવા જથ્થાના સમાન સમીકરણને

સમાપ્ત કરીશ જે મને કોઈપણ અભિગમમાંથી મળે છે જો હું જે સિસ્ટમ સાથે વ્યવહાર કરું છું in the બરાબર સંતુલનમાં છે

તેથી આ મુખ્ય ધારણાઓ છે બીજું હું ક્લાસિકલ ક્લાસિકલ ગતિને ધ્યાનમાં લઈશ જો કે જ્યારે મેં ડી બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ વિશે વાત કરી ત્યારે મેં થોડું ક્વોન્ટમ લાવ્યું કારણ કે તમે બધા જાણો છો કે ઇલેક્ટ્રોનની દુનિયામાં માઇક્રોસ્કોપિક વિશ્વમાં જો આપણે વિશ્વની

વાત વાસ્તવમાં ક્વોન્ટમ મિકેનિકલ છે

તેથી જ તમને એક સંકેત આપવા માટે તમને કહેવાનું છે કે મેં થોડી ડી બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈનો ઉલ્લેખ કર્યો છે જેણે અમને આદર્શ ગેસને વ્યાખ્યાયિત કરવામાં તાપમાનની ભૂમિકા જણાવવામાં પણ મદદ કરી કે જેના માટે હું તાપમાન વ્યાખ્યાયિત કરી શકું. આદર્શ

વાયુ જો તેનું તાપમાન ખૂબ ઊંચું હોય તો હું ધારી શકું છું કે તે સામાન્ય રીતે એક આદર્શ ગેસ છે

તેથી હવે હું વધુ બે ધારણાઓ કરીશ હું સંપૂર્ણપણે શાસ્ત્રીય ગતિ વિશે વાત કરીશ જેથી આ તમામ પરમાણુઓ ન્યૂટનના ગતિના નિયમોને સંતોષે છે તે ન્યૂટનના નિયમો સિવાય બીજું કંઈ નથી .

ગતિ બરાબર છે

તેથી આ સ્થિતિસ્થાપક અથડામણો જેનો મેં અહીં ઉલ્લેખ કર્યો છે તે અથડામણો તે બધી સ્થિતિસ્થાપક અથડામણો છે

તેથી આ સ્થિતિસ્થાપક અથડામણો બધા સ્પષ્ટ છે ક્લાસિકલ મિકેનિક્સ દ્વારા મિકેનિક્સ દ્વારા અમે ઊર્જા વેગનું સંરક્ષણ શીખ્યા છે જેનો હું અહીં ઉપયોગ કરવા જઈ રહ્યો છું અને ન્યૂટનના ગતિના નિયમોના રૂપમાં ઠીક છે

તેથી ક્લાસિકલ મિકેનિક્સ એ વિષય પર કોણ છે કે જેના પર આપણે આ ગતિનું નિર્માણ કરીશું. થિયરી કોર્સ આ પહેલી બીજી વસ્તુ છે જે તેની સજાતીય છે જેનો અર્થ છે કે હું ધારીશ કે ઘનતા દરેક જગ્યાએ એકસમાન છે હું ધારીશ કે જ્યાં પણ મારી પાસે કન્ટેનર હોય

ત્યાં હું ઘનતા ધરાવીશ જો હું કન્ટેનરની અંદર ખૂબ હોઉં તો જ્યાં પણ હું હોઉં ત્યાં ઘનતા સ્વતંત્ર છે આ બધે સમાન છે. કણોની વોલ્યુમ નંબરની સમાન રકમ સરેરાશ આ વોલ્યુમમાં સમાન હશે જ્યાં પણ હું તેને કન્ટેનરની અંદર મૂકું છું આ એકરૂપતા છે ત્રીજે

સ્થાને જે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે મારી પાસે ત્રિ-પરિમાણીય સિસ્ટમમાં ત્રિ- પરિમાણીય સિસ્ટમ છે મને ખબર છે કે જો હું વેગ વિશે વાત કરી વેગમાં ત્રણ ઘટકો હશે vxvy અને vzi આજે સંપૂર્ણ આઇસોટ્રોપીને ધ્યાનમાં લેશે જો આ આપણી પ્રથમ વસ્તુ છે

પ્રથમ ચર્ચા અમારી હું અમુક શબ્દકોષો ફેંકી રહ્યો છું જે તમને પરિચિત હશે કારણ કે હું સંપૂર્ણ આઇસોટ્રોપીમાં આગળ વધીશ એટલે ત્રણ દિશાઓ જો તમને ત્રણ દિશાઓ vxvy અને vz પસંદ હોય તો તે એકસરખા છે જો હું વેગ માટે x દિશામાં કંઈક માપું તો

ઠીક છે. y અને z માટે સમાન છે તે હું પારખી શકું તેવી કોઈ રીત નથી કે આ vx દિશામાં છે આ vy દિશામાં છે આ vz દિશા છે હવે ત્યાં વેગનું વિતરણ હશે જેને હું વેગ વિતરણને એક મહત્વપૂર્ણ મુદ્દો કહીશ જે હું કરવા માંગુ છું વેગ વિતરણ સમાન છે અને

જેમ હું સંતુલન વિશે વાત કરી રહ્યો છું તે સમયથી સ્વતંત્ર છે મેં તમને કહ્યું કે સંતુલનની મારી વ્યાખ્યા સમય પર નિર્ભર નથી તેથી તે દરેક જગ્યાએ સમાન છે જેમ કે હું કહું છું કે ઘનતા દરેક જગ્યાએ સમાન છે વિતરણ પણ દરેક જગ્યાએ સમાન છે હવે હું વગર

વાત કરી રહ્યો છું વિતરણ દ્વારા મારો અર્થ શું છે અને તેના વિશે સંભવિત શું છે તે સમજાવવું કારણ કે હું સરેરાશ વિશે વાત કરી રહ્યો છું તો તમે જાણો છો કે મારી પાસે છે ve a ડાઇસ ડાઇસમાં છ ચહેરા હોય છે

તેથી હું ડાઇસ રમી શકું છું હું એક તૃતીયાંશ ત્રણ એક બે મેળવી શકું છું અને સમાન સંભાવના સાથે એક છઠ્ઠી બરાબર છે

તેથી હું ડાઇસ રમી શકું છું હું એક તૃતીયાંશ ત્રણ એક બે મેળવી શકું છું અને સમાન સંભાવના સાથે એક છઠ્ઠી બરાબર છે

તેથી તમે જાણો છો કે એક થોમાં છમાંથી છ મેળવવાની સંભાવના છે કારણ કે આ ઘટનાઓ છઠ્ઠી છે સહસંબંધિત નથી છ ટકા તે કરવાથી છ વ્યક્તિ છ જુદા જુદા પરિણામો મેળવી શકે છે આને સતત સિસ્ટમમાં સામાન્ય કરી શકાય છે મારો મતલબ અહીં જ્યારે તમે ડાઇસ વિશે વાત કરો છો ત્યારે તમે ડાઇસ ફેંકી શકો છો તમે છ સંભવિત મૂલ્યોમાંથી એક મૂલ્ય મેળવી શકો છો હવે પ્રશ્ન છે કે મારી પાસે એક છે સતત વેરીએબલ ઓકે જે તમે વિચારી શકો કે જો હું એક ડાઇસ બનાવી શકું જેમાં ઘણા બધા ચહેરા હોય તો આ વસ્તુઓ મેળવવાની સંભાવના નાની અને નાની થતી જાય છે જો તમારી પાસે 50 તબક્કાઓ હોય તો મારી પાસે 50 મૂલ્યો હોઈ શકે છે પરંતુ જો તે નિષ્પક્ષ હોય તો તે કોઈપણ પર પડી શકે છે બાજુ ઓકે, તમારે તમારી કલ્પનાને વિસ્તારવી પડશે કે જો મારી પાસે 50 ચહેરા સાથે 50 મૂલ્ય પામે છે તો અમારી પાસે શું છે તે 1 થી 50 સુધી જઈ શકે છે તે મૂલ્ય શું છે જે આપણને 25મું મળે છે તે હજી 150મું છે પરંતુ તમે જુઓ છો કે સંભાવના 5m બની ગઈ છે. શક્યતાઓ વધી ગઈ હતી

તેથી જો હું આને વધારવાનું ચાલુ રાખું તો આખરે વસ્તુઓ સતત બની જાય છે એક પર્યાયનો એક પંદરમો પહેલા તે છઠ્ઠો હતો હવે જો ડાઇસમાં કોઈક રીતે પચાસ ચહેરા હોય તો તેના એક પચાસ જો હું વાસ્તવિક દુનિયામાં સો ચહેરાઓ સાથે ડાઇસ બનાવી શકું તો ઠીક આપણે કલ્પના કરી શકતા નથી કારણ કે આપણે ત્રિ- પરિમાણીય વિશ્વમાં જીવીએ છીએ, જો હું કરી શકતો હોત તો સંભાવના 100 હોત,

તેથી જો હું શક્યતાઓને વધારું તો તમે જોશો કે સંભાવના પણ ઓછી થઈ જશે, તે સતત મૂલ્ય લઈ શકે છે ચાલો આપણે આવા રેન્ડમ ચલ લઈએ x ઠીક સરળ રેન્ડમ ચલ x જે કોઈપણ મૂલ્ય લઈ શકે છે x બરાબર માઈનસ અનંતથી વત્તા અનંત સુધી તમે મને પૂછી શકો છો કે સરેરાશ મૂલ્ય શું છે હું આ માહિતી જોઉં છું કે x માઈનસ અનંતથી વત્તા અનંત સુધી જાય છે તે કહેવા માટે પૂરતું નથી કે સરેરાશ શું છે મૂલ્ય આપણને કંઈક જોઈએ છે તે x થી x વત્તા dx ની વચ્ચે હોવાની સંભાવના શું છે તે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે જેને વિતરણ બરાબર કહેવાય છે

તેથી હવે હું તમને જણાવવા માંગું છું કે વિતરણનો અર્થ શું છે ઠીક છે, ચાલો કહીએ કે હું જાણું છું pxdx ok સંભવિત સંભાવના શું છે pxdx તે સંભાવના છે કે x x થી x plus dx ની વચ્ચે આવેલું છે જેથી તમે વિચારી શકો કે હું ઘણા બધા પ્રયોગો કરી રહ્યો છું જે મેં આપેલા પ્રમાણભૂત ઉદાહરણમાં અર્થ થાય છે કે મેં આપેલ પ્રમાણભૂત ઉદાહરણમાં હું ડાઇસ ફેંકી રહ્યો છું ઠીક છે જેનો અર્થ થાય છે ડાઇસ ફેંકવું

તેથી હવે હું ઘણા બધા પ્રયોગો પૂછું છું અને હવે x એ સતત ચલ છે જે લઈ શકે છે એમ માનીને હું પ્રશ્ન પૂછું છું માઈનસ અનંતથી વત્તા અનંત સુધીની કોઈપણ કિંમત હું પ્રશ્ન પૂછું છું કે x ની સરેરાશ કિંમત શું છે અને તે આ સંભાવના વિતરણના સંદર્ભમાં આપવામાં આવે છે, ચાલો આપણે એક ખૂબ જ સરળ ઉદાહરણ લઈએ, ચાલો કહીએ કે px એ પાવર માઈનસનું સ્વરૂપ છે. આલ્ફા x ચોરસ બરાબર અને પછી કેટલાક સ્થિરાંક હશે જેને નોર્મલાઇઝેશન કોન્સ્ટન્ટ કહેવામાં આવે છે કારણ કે તમે જાણો છો pxdx માઈનસ ઇન્ફિનિટી ટુ પ્લસ ઇન્ફિનિટી માઈનસ ઇન્ફિનિટી ટુ પ્લસ ઇન્ફિનિટી તમે એકીકૃત કરી રહ્યાં છો તે તમને શું કહે છે તે ફક્ત તમને કુલ સંભાવના જણાવે છે અને હું જાણું છું કે કુલ સંભાવના એક છે જો તમને તમારી ડાઇસની સમસ્યા બરાબર યાદ છે તો દરેક સંભાવના એ કોઈપણ ચહેરાનો છઠ્ઠો ભાગ છે, મને સિંગલ થ્રો મળી રહ્યો છે, મને એક એક અથવા બે મળી રહ્યો છે તમામ સંભાવના એક છઠ્ઠી સાથે પરંતુ કુલ સંભાવના 1 6 ગુણ્યા 6 છે 1 આ બધું ગાણિતિક ભાષામાં લખાયેલું છે ઠીક છે

તેથી આ મને સ્થિરાંક આપે છે n આ સમય માટે આપણે આ વિશે ભૂલી શકીએ છીએ પરંતુ આપણે શું યાદ રાખવાનું છે pxdx બરાબર શું છે જો તમે આ ફંક્શનનું પ્લોટ કરો તો ઠીક છે આને લાક્ષણિક ગૌસીયન ફંક્શન કહેવામાં આવે છે જે આના જેવું જાય છે ઓકે હવે આ ફંક્શન જુઓ તમે મને પૂછો કે x ની સંભાવના 0 બરાબર છે જે આ સંખ્યા દ્વારા આપવામાં આવે છે અને x મેળવવાની સંભાવના શું છે વત્તા અનંત તમે જોઈ શકો છો કે તે ઘાતક રીતે નાનું છે તે વાસ્તવમાં 0 આલ્ફા કંઈક સકારાત્મક છે, ચાલો હું તમને કહી દઉં કે આલ્ફા કંઈક 0 કરતાં વધુ સકારાત્મક છે ઠીક છે,

તેથી જો આલ્ફા 0 x અનંત કરતાં વધુ હોય તો તેનું મૂલ્ય 0 x નકારાત્મક છે અનંત મૂલ્ય 0 છે હું px ને x ના ફંક્શન તરીકે કાવતરું કરી રહ્યો છું જેથી તમે જોઈ શકો કે x સકારાત્મક અનંત તરફ જાય છે અથવા x નકારાત્મક અનંત તરફ જાય છે આ સંભાવનાઓ મૂળભૂત રીતે શૂન્ય છે તમે મને પૂછી શકો છો કે તે x બે x વત્તા dx વચ્ચે કેટલી સંભાવના છે જો આ મારું નાનું અંતરાલ dx છે આ સંભાવના છે ઠીક છે x ની સંભાવના શું છે આ સંભાવના x વત્તા dx છે શું આ મારી x અક્ષની સંભાવના છે x અને x વત્તા dx આ પ્રદેશમાં છે હવે તમે મને પૂછી શકો છો કે શું શું તમે કરી રહ્યા છો કારણ કે તે બધા થર્મોડાયનેમિક કોર્સ પછી તમે આ સંભાવના વિતરણો વિશે શા માટે વાત કરી રહ્યા છો હું ફક્ત તમને સરેરાશનું ફિલિંગ આપવાનો પ્રયાસ કરી રહ્યો છું, મારે સરેરાશ શા માટે જોઈએ છે તમારે સમજવું પડશે કે મારી પાસે મારી પાસે 10 થી પાવર 23 કણો છે અને આપેલ છે 10 થી ઘાત 23 કણો હું ન્યુટનના નિયમો લખી શકતો નથી હું તેમને હલ કરી શકતો નથી મારે તે સંભાવના વિતરણ માટે સંભવિત વિતરણ પર જવું પડશે મારે તમને સંભાવના વિશે થોડું કહેવાની જરૂર છે જો તમે k me x પછી x ની સરેરાશ કિંમત હવે તમે કહી શકતા નથી x શું છે જો તમે તમારા ડાઇસ પ્રયોગની જેમ લખો જો તમે પૂર્ણ કરી લો તો તે માઈનસ અનંતથી વત્તા અનંત સુધી કોઈપણ સંભવિત મૂલ્ય લઈ શકે છે અને તમે પૂછો છો કે સરેરાશ મૂલ્ય શું છે હું કરું છું ઘણી બધી ઘણી વખત ઠીક છે આ એકીકરણ xpxdx દ્વારા આપવામાં આવશે

તેથી તમે હવે x ના મૂલ્ય વિશે વાત કરી રહ્યા નથી કૃપા કરીને યાદ રાખો કે તમે x ના મૂલ્ય વિશે વાત કરી રહ્યા નથી બલ્કે તમે x ના સરેરાશ મૂલ્ય વિશે વાત કરી રહ્યા છો. સંભાવના સિદ્ધાંતનો સંક્ષિપ્ત પરિચય હવે હું તમને કહીશ કે તે સંભવિતતા સિદ્ધાંત સાથે ખૂબ જ સંક્ષિપ્ત પરિચય સાથે કેવી રીતે જોડાયેલ છે તે હવે હું તમને કહીશ કે તે ગેસના ગતિ સિદ્ધાંત સાથે કેવી રીતે જોડાયેલ છે તે ગેસના ગતિ સિદ્ધાંત તમને કહે છે કે મેં તમને કહ્યું હતું કે સરેરાશ સેન્સ વસ્તુઓ સરેરાશ અર્થમાં બરાબર સાથે વ્યવહાર કરવામાં આવે છે

તેથી આ મેક્સવેલના વેગ વિતરણનો ખ્યાલ લાવે છે બરાબર મેક્સવેલનું વેગ વિતરણ હું ફક્ત ટૂંકમાં ઉલ્લેખ કરીશ કે મેક્સવેલનું વેગ વિતરણ શું છે હાથમાં છે મારી પાસે કન્ટેનરમાં આદર્શ ગેસના પરમાણુઓ છે ઓકે જે વોલ્યુમ v છે અને આ પરમાણુઓ રેન્ડમ ગતિ વેગ કરી રહ્યા છે ઘટકો છે vxvyvzi એ તમને કહ્યું કે તેઓ એકબીજાથી સ્વતંત્ર છે ઠીક છે આ તમારી મર્યાદાની બહાર છે

તેથી હું ઈચ્છું છું કેટલીક બાબતોનો ઉલ્લેખ કરવા માટે આ દલીલ કરી શકાય છે કે આ મેક્સવેલનું વેગ વિતરણ છે તેથી જો તમારી પાસે  $vxvyvz$  હોય તો આ બતાવી શકાય  $pvxpvypvzdvxdvydvzi$  આ ગાણિતિક અભિવ્યક્તિ વાંચો તમારા માટે યાદ રાખો કે કન્ટેનર વોલ્યુમ છે  $v$  આ વેગના ઘટકો છે યાલો આપણે કહીએ કે આ વેગનું વિતરણ જો હું એક કણને ટ્રેક કરો તે કણના વેગની સંભાવના શું છે તે  $vx$  plus  $dvx$  ની વચ્ચે છે હવે આ મિકેનિક્સ મિકેનિક્સમાંથી વિચલન છે હું તમને એક બળ આપું છું જે તમને પ્રારંભિક સ્થિતિ આપે છે અને તમને પ્રશ્ન પૂછું છું ઠીક છે હું તમને પ્રશ્ન પૂછું છું કે શું છે તમે ન્યૂટનના સમીકરણને હલ કરો છો તે સમય પછી વેગ, તમે મને જવાબ આપો બરાબર કહો આરંભમાં શરત અને જો તે ઉકેલી શકાય તેવું બળ હોય તો તમે તે કરી શકો છો પરંતુ અહીં મેં પહેલેથી જ બળથી છૂટકારો મેળવી લીધો છે ત્યાં કોઈ બળ નથી ઠીક છે સમસ્યામાં કોઈ બળ નથી પણ હું જેની વાત કરું છું તે વેગના ત્રણ ઘટકોની સંભાવનાનું વિતરણ છે.  $pvxdvx$  છે તે તમને જણાવે છે કે વેગ  $vx$  અને  $vx$  plus  $dvx$  ok ની વચ્ચે રહેલ છે તેવી સંભાવના શું છે

તેથી આ એક સંભાવના વિતરણ છે આનું એક સ્વરૂપ છે જે અમુક સતત કેટલાક સતત  $avx$  ચોરસ  $vy$  ચોરસ  $vz$  ચોરસ બરાબર હું છું આ અચલ  $a$  શું છે તે અત્યારે તમને નથી કહેતો પરંતુ તમે અનુમાન લગાવી શકો છો કે તેનું પરિમાણ શું હોવું જોઈએ કારણ કે તમે પરિમાણીય વિશ્લેષણથી જાણો છો જો હું ઘાતાંકીય  $v$  માં કંઈક લખું તો પહેલાથી જ અમુક પરિમાણ બરાબર છે તેથી આ  $a$  એવું કંઈક હોવું જોઈએ જે સમગ્ર જથ્થો છે પરિમાણહીન ઓકે હું તમને એ નથી કહેતો કે આ બરાબર શું છે પરંતુ તે એવું હોવું જોઈએ કે સમગ્ર જથ્થો એક પરિમાણહીન જથ્થો હોય અને તે પણ હોય સ્પીડ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન હવે મને તેની પરવા નથી હું ઘટકોની પરવા નથી કરતો, હું પ્રશ્ન પૂછું છું કે કણની ઝડપ ok  $v^2$   $v$  plus  $dv$  ની વચ્ચે શું છે તેની સંભાવના શું છે  $v$   $v$  ઝડપ  $v$  શું છે તે  $vx$  ચોરસ  $vy$  ચોરસ પર મૂળ છે  $vz$  ચોરસ જે મારી સ્પીડ છે ઓકે હવે સ્પીડ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન સમાન સ્વરૂપ  $pvdv$  અથવા તમે મને પૂછી શકો છો કે વેગ  $nv$  ધરાવતા સરેરાશ કેટલા કણો હોય છે જેની ઝડપ  $v$  બે  $v$  વત્તા  $dvi$  ની વચ્ચે હોય છે પાવરમાં બીજો અચળ  $ae$  મૂકો યાલો કહીએ કે હું તેને કોલ કરું છું.  $b$  આ વખતે  $bv$  ચોરસ  $dvi$  તમને એ નથી કહેતો કે  $b$  શું છે પરંતુ ફરીથી  $b$  એ યાદ રાખીને દલીલ કરી શકાય છે કે ઘાતાંકીય ઓછા  $bv$  ચોરસ પરિમાણહીન હોવો જોઈએ બરાબર તેથી આ વિતરણ છે આ ખૂબ જ અદ્યતન છે પરંતુ હું તમને કહેવા માંગું છું કે સરેરાશ શું છે તે આપણે પુસ્તકોમાં વારંવાર જોઈએ છીએ કે લોકો જે વિશે વાત કરે છે હું જ્યારે પણ સંભાવના હોય ત્યારે અમુક વિતરણ પર સરેરાશ વિશે વાત કરીશ અને જો તમે મને પૂછો કે શું છે સરેરાશ ઝડપ સરેરાશ ઝડપ તમે અહીં આ ફોર્મના અભિન્ન અંગને લઈને ગણતરી કરી શકો છો અહીં આપેલ છે તેથી આ સરેરાશ છે

તેથી અમે સરેરાશ ગતિ સરેરાશ ગતિ ઊર્જા વિશે વાત કરીએ છીએ પણ હું તમને એક પ્રશ્ન પૂછવા દઉં કે હવે મારી પાસે કણોની રેન્ડમ ગતિ છે બરાબર હું અંદર છું એક કન્ટેનર ઓકે અને અહીં મારી પાસે બે સીમાઓ છે યાલો કહીએ કે આ મારી સીમા એક છે અને આ વિરોધી તબક્કો મારી સીમા બે છે હવે જો તે હકારાત્મક દિશામાં વેગ  $vx$  સાથે સમાન સંભાવના સાથે રેન્ડમલી જાય તો નકારાત્મક દિશામાં સમાન વેગ ઓછા  $vx$  બરાબર હોય તો આ મારી  $x$  અક્ષ છે યાલો આપણે કહીએ કે આ મારી  $vx$  અક્ષ છે જો તમને ગમે તો તે આ રીતે  $vx$  સાથે જાય છે અને માઈનસ  $vx$  સાથે ફરી પાછું આવે છે અને તમે સરેરાશથી શું અપેક્ષા રાખો છો કે હું આ જવાબ પછીથી કહીશ હું નથી ઈચ્છતો તમને જણાવવા માટે પરંતુ તે સ્પષ્ટ છે કારણ કે કણ સમાન સંભાવના સાથે સમાન અને વિરુદ્ધ દિશામાં આગળ વધી રહ્યા છે ત્યાં એવું કંઈ નથી કે જે વત્તા  $vx$  અને ઓછા  $vx$  ને અલગ પાડે તો જો તમે આ અભિવ્યક્તિને જુઓ તો તે આપે છે.  $n$   $vx$  ચોરસની દ્રષ્ટિએ

તેથી  $vx$  અને માઈનસ  $vx$  હોવાની સમાન સંભાવના છે કારણ કે તે  $vx$  ચોરસના સંદર્ભમાં આપવામાં આવે છે સંભાવના  $vx$  ચોરસની દ્રષ્ટિએ આપવામાં આવે છે

તેથી સરેરાશ તમે શૂન્ય થવાની અપેક્ષા રાખશો અને તે ખરેખર બરાબર છે હવે આપણી પાસે આગળ છે કે હું પ્રવચનોના આગલા સેટમાં શું કરીશ હું એક કન્ટેનરમાં આદર્શ ગેસ મૂકીશ અને એક સમીકરણ સ્થિતિ બનાવવાનો પ્રયાસ કરીશ જે  $pv$  એક તૃતીયાંશ  $mn$  બરાબર છે યાલો કહીએ કે  $v$  ચોરસ સરેરાશ હું તેનો અર્થ સમજાવીશ. આગામી વર્ગ આ  $v$  ચોરસ સરેરાશ ખરેખર આ અર્થમાં સરેરાશ છે

તેથી આજે મેં તમને શું કહ્યું કે ગેસની સ્થિતિના થર્મલ ગુણધર્મો અથવા સમીકરણનો અભ્યાસ કરવા માટે બે અભિગમો છે અથવા તે બાબત માટે કોઈપણ સિસ્ટમ એક ગતિ સિદ્ધાંત અભિગમ છે જ્યાં તમે માઇક્રોસ્કોપિક જાઓ છો. અન્ય છે સંતુલન પરિણામોમાં થર્મોડાયનેમિક અભિગમ સમાન હશે જે મેં ગતિ સિદ્ધાંત અભિગમ સાથે શરૂ કર્યું છે મેં તમને કહેવાનો પ્રયાસ કર્યો છે કે સંભાવના વિતરણ શું છે તમે સરેરાશ વિશે કેવી રીતે વાત કરો છો ઠીક છે અને હવે પછીનું લેક્ચર જે હું કહેવા જઈ રહ્યો છું તે લે હું વિગતો પર જઈશ, આજે પ્રસ્તાવના અને કાલે પરિચય જેવા હતા અથવા જ્યારે પણ અમારી આગામી મીટિંગ હશે ત્યારે હું તમને રાજ્યના સમીકરણ વિશે જણાવીશ તે આપણે જે જાણીએ છીએ તેની ખૂબ નજીક છે.  $pv$  એ  $nrt$  ની બરાબર છે શું આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે અહીંથી મેં તમને શરૂઆતમાં કહ્યું હતું કે તાપમાન સરેરાશ ગતિ ઊર્જા સાથે સંબંધિત છે શું આપણે અહીંથી જોઈ શકીએ છીએ કે હું આ ફોર્મ કેવી રીતે મેળવી શકું તે દબાણ દબાણ શું છે જેના દબાણના કણો અથડાતા હોય છે કન્ટેનરની દિવાલો અને તે મને બળ વિતરણ આપે છે ત્યાં એક મોમેન્ટમ ટ્રાન્સફર છે આ વેગ ટ્રાન્સફર દબાણ સાથે સંબંધિત હશે અને હું આ ફોર્મ પર પ્રવચનના આગલા સેટમાં આવીશ આજે તમારો આભાર