

આજે આપણે

પાછલા વેક્યરમાં શું કરીએ છીએ તે નવી બાબતોનું પુનરાવર્તન શરૂ કરીશું જે આપણે શીખ્યા છીએ અને પછી આપણે ગતિ સિદ્ધાંત સાથે કંઈક વધુ કરીશું અને યોજના એ છે કે આજના વેક્યર કલાકના અંતે હું તમને બિન-આદર્શ વિશે ટૂંકમાં કહીશ.

પરિસ્થિતિઓમાં શા માટે બિન-આદર્શ પરિસ્થિતિઓ મહત્વપૂર્ણ છે તે મહત્વપૂર્ણ છે કારણ કે તમે જાણો છો કે આદર્શ ગેસ અમે અત્યાર સુધી શું કામ કરી રહ્યા છીએ તેમાં કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નથી અને જો કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા ન હોય તો કોઈ તબક્કામાં સંક્રમણ શક્ય નથી મોટાભાગની પરિસ્થિતિઓમાં માત્ર એક જ અપવાદ છે સાચું હું તમને કહું છું કે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા વિના તબક્કામાં સંક્રમણ થાય છે જેને બોસ આઈન્સ્ટાઈન કન્ડેન્સેશન કહેવાય છે મેં આ નામ ટાંક્યું છે કારણ કે તેમાં એક મહાન ભારતીય વૈજ્ઞાનિક સત્યનારાયણ ભોષનું નામ સામેલ છે પરંતુ તે અનિવાર્યપણે ખૂબ જ નીચા તાપમાને બનતી ક્વોન્ટમ ઘટના છે જ્યાં કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નથી તે અર્થમાં તે બંને કણોની પ્રકૃતિ છે અથવા તેના બદલે ચોક્કસ હોવા માટે બંને કણોના આંકડા જે આપણને આપે છે ફેઝ ટ્રાન્ઝિશન કહેવાતી બોઝ કન્ડેન્સેટની રચના કે જેના વિશે તમે ઓછામાં ઓછા લોકપ્રિય સ્તરે જાણો છો પરંતુ હું તમને અત્યારે શું કહેવા માંગુ છું કે અમે આદર્શ વાયુઓ સાથે કામ કરી રહ્યા છીએ અને આ આદર્શ વાયુઓ કોઈપણ તબક્કાના સંક્રમણ તરફ દોરી શકતા નથી કારણ કે ત્યાં કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નથી તેથી તબક્કાના સંક્રમણનો પ્રથમ અને અગ્રણી માપદંડ એ કણો વચ્ચેની ક્રિયાપ્રતિક્રિયા હોવી જોઈએ જેની સાથે હું વ્યવહાર કરું છું તેથી જ હું કેટલીક બિન-આદર્શ પ્રકૃતિ લાવીશ અને તમને જણાવીશ કે વરાળ શું છે અને પ્રવાહી ગેસ માટે પીવી ડાયાગ્રામ કેવી રીતે થાય છે સંક્રમણ જેવું લાગે છે પરંતુ તે પહેલાં ચાલો મેં જે લખ્યું તે સાથે શરૂ કરીએ અહીં આપણે જે નવું શીખ્યા તેનું પુનરાવર્તન કરીએ મેં પ્રેશર ઓકે પ્રેશર mn_1 ક્યુબ વ્રમ્સ સ્ક્વેર સાથે સંબંધિત છે તે વિશે વાત કરી હું તમને યાદ કરાવું છું કે વ્રમ્સ સ્ક્વેર v_{rms} સ્ક્વેર શું છે વાસ્તવમાં તે વેક્ટર ડોટ પ્રોડક્ટ છે જો તમને ગમે છે કે હું તેને ત્રણ ઘટકો z ચોરસમાં વિઘટિત કરી શકું છું અને તેને એક ઓવર n વડે વિભાજિત કરી શકું છું જેથી તેની સરેરાશ બરાબર તેની સરેરાશ હોય અને હું બધા pa પર સરવાળો કરું છું લેખો મારી પાસે બરાબર છે તેથી આ

સરેરાશ માહિતી છે જે અહીં લઈ જવામાં આવે છે.

અને આ દરેક ગેસ પરમાણુનું દળ છે n

એ કન્ટેનરમાં રહેલા કણોની સંખ્યા છે અને 1 ક્યુબ એ કન્ટેનરનું વોલ્યુમ છે

જ્યાં મેં ક્યુબ પસંદ કર્યું છે પરંતુ તે આવશ્યક નથી ક્યુબ પસંદ કરવા માટે તમારી પાસે એક ગોળા હોઈ શકે છે જો

તમને ગમે અને આ તમે આગળ લખી શકો છો કારણ કે p એક તૃતીયાંશ ρv_{rms} ચોરસ બરાબર છે અથવા

હું આગળ જઈ શકું છું pv બરાબર એક તૃતીયાંશ $mvrms$ ચોરસ જે હું પણ લખી

શકું છું જેમ કે my દરેક પરમાણુનું દળ $mmnvrms$ ચોરસ છે

તેથી આ હું હમણાંથી

સબસ્ક્રીપ્ટમાં આ અભિવ્યક્તિ rms છોડીશ અને હું

ધારીશ કે હું સરેરાશ વેગ સાથે કામ કરી રહ્યો છું જે મૂળ સરેરાશ ચોરસ

વેલો છે હવે પ્રશ્ન એ હતો કે તમે તેને કેવી રીતે સંબંધિત કરશો તાપમાન જેથી દબાણનું પ્રમાણ હોય છે પરંતુ તે

સૂક્ષ્મ પદાર્થો સાથે સંબંધિત હોય છે જેને આપણે ક્યારેય પ્રયોગોમાં માપી શકતા નથી

કે થર્મોમીટર વડે જે માપવામાં આવે છે તે તાપમાન છે.

તેથી તે મહત્વનું છે કે આ સંબંધ

જોડાયેલ હોવો જોઈએ d થી તાપમાન

તેથી મેં શું કર્યું પ્રથમ રાજ્યનું આદર્શ ગેસ સમીકરણ રાજ્યના રાજ્ય સમીકરણનું સમીકરણ શું છે

તે કંઈક છે જે વિવિધ થર્મોડાયનેમિક ચલોને જોડે છે અથવા હું

pv અને t સાથે સંકળાયેલી રાસાયણિક સિસ્ટમ વિશે વાત કરી રહ્યો છું

તેથી રાજ્યનું મારું સમીકરણ કંઈક હશે

જે દબાણના જથ્થા અને તાપમાનને જોડે છે આ આદર્શ ગેસ માટે સાચું છે અને આ

ચાર્લ્સ કાયદાનું સંયોજન છે જે કહે છે કે કાં તો p t ના પ્રમાણસર છે જો હું વોલ્યુમ સ્થિર

રાખું છું અથવા v જો હું દબાણ સ્થિર રાખું છું તો t ના પ્રમાણસર છે અથવા તેનો બોયલનો કાયદો જે કહે છે હું તે pv પોતે

જ એક સ્થિર છે જો હું તાપમાનને સતત બરાબર રાખું તો આને ખૂબ

ઊંચા તાપમાને અને ખૂબ ઓછી ઘનતાવાળા ગેસ માટે ચકાસી શકાય છે જે કોઈપણ વાસ્તવિક ગેસ માટે મર્યાદિત પરિસ્થિતિ છે જ્યાં

હું તેને આદર્શ ગેસ તરીકે ગણી શકું છું.

ઠીક છે તો હવે હું આ વસ્તુઓને એકસાથે મુકું

આ સમીકરણ મને અહીં મળ્યું આ મારું આદર્શ છે સ્ટેટ pv નું ગેસ સમીકરણ

$nrnt$ બરાબર છે હું ખાલી લખી શકું છું pv is equal to $nkbt$ અને th en શું આપણે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ અભિવ્યક્તિ

શોધી કાઢી છે

કે અડધો v rms ચોરસ 3 બાય 2 kbt બરાબર છે અને પછી આ મને ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ સંબંધ આપે છે કે તાપમાનને વાયુના અણુઓની સરેરાશ ગતિ ઊર્જાના સંદર્ભમાં વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે આ હું ભૌતિક રીતે અર્થઘટન કરી શકું છું નીચે પ્રમાણે જો હું તાપમાનમાં વધારો કરું તો હું ગેસના પરમાણુઓમાં વધુ ગતિ ઊર્જાની અપેક્ષા રાખું છું જેથી જો તમે આ રીતે વિચારી શકો તો kbt પાસે ઊર્જાનું પરિમાણ છે આને હું થર્મલ ઊર્જા કહીશ જો તમારી પાસે ઉચ્ચ અને ઉચ્ચ તાપમાન હોય તો તેમની પાસે વધુ ગતિ ઊર્જા હશે વાયુઓ વધુ ગતિશીલ ઊર્જા સાથે આગળ વધશે આ તે છે જે હું શારીરિક રીતે અપેક્ષા રાખું છું અને આ તે છે જે ગતિ સિદ્ધાંત મને કહે છે તેથી એકવાર મારી

પાસે આ થઈ જાય પછી મારી પાસે તાપમાનની નવી વ્યાખ્યા છે.

અત્યાર સુધી અમે તાપમાનની વ્યાખ્યા સાથે કામ કરતા હતા

જેને આપણે થર્મોમીટરમાં માપીએ છીએ અમારી કેલરીમેટ્રીમાં છે પરંતુ ગતિ સિદ્ધાંત

મને તાપમાનની વધુ મૂળભૂત વ્યાખ્યા આપે છે.

જેનો અર્થ છે અનુવાદાત્મક ગતિ ઊર્જા

સાથે સંબંધિત છે o ત્રણ બાય બે kbt બરાબર હવે આ બંનેને એકસાથે લેવામાં આવે તો pv આના બરાબર છે

અને n પરમાણુઓ માટેની ગતિ ઊર્જા જો મારી પાસે n પરમાણુઓ હોય તો કુલ ગતિ

ઊર્જા $vrms$ ચોરસ ત્રણ બાય બે $nkbt$ હશે જો મારી પાસે બંને એક સાથે હોય તો હું

એક પર પહોંચું છું અભિવ્યક્તિ pv એ બે તૃતીયાંશ ઇ ટ્રાન્સલેશનલ સમાન છે અને તેની બધી ગતિ મેં

તમને કહ્યું કે તે શા માટે ગતિ છે તેનું ગતિ કારણ કે હું ધારી રહ્યો છું કે આદર્શ ગેસ અને આદર્શ ગેસમાં કોઈ

સંભવિત ઊર્જા નથી કારણ કે પરમાણુઓ વચ્ચે કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નથી આ પ્રથમ બિંદુ છે અને

બીજો મુદ્દો મેં કહ્યું કે તે બધુ જ અનુવાદાત્મક છે કારણ કે હું એક અણુવાયુ સાથે કામ કરી રહ્યો છું અને

ત્યાં સ્વતંત્રતાની માત્ર અનુવાદાત્મક ડિગ્રીઓ છે.

ઠીક છે,

તેથી જો હું તાપમાનમાં વધારો કરું તો

સ્વતંત્રતાની અનુવાદાત્મક ઊર્જાની ડિગ્રી વધે છે અને તે મારા તાપમાનને વ્યાખ્યાયિત કરે છે આ એક

સમીકરણ છે જેમાંથી મેં સંપૂર્ણપણે છુટકારો મેળવ્યો છે મેં તાપમાનથી સંપૂર્ણપણે છુટકારો મેળવ્યો છે

હું દબાણના જથ્થાને સરેરાશ ગતિ ઊર્જા સાથે જોડી રહ્યો છું સિસ્ટમ બરાબર છે અને બીજું મેં

સંક્ષિપ્તમાં ઉલ્લેખ કર્યો છે કે આ એક ખૂબ જ પવિત્ર સમીકરણ છે કારણ કે pv એ nkt ની બરાબર છે

આદર્શ વાયુઓ માટે માન્ય છે જે ક્વાસિકલ છે જે ખૂબ ઊંચા તાપમાન ઓછી ઘનતાની સ્થિતિ છે

જો હું ખૂબ જ નીચા તાપમાન પર જાઉં તો હું સમાન સમીકરણ લખી શકતો નથી પરંતુ જ્યાં સુધી હું મોનોએટોમિક ગેસ સાથે કામ કરી

રહ્યો છું

અને જ્યાં સુધી હું આદર્શ પ્રણાલીઓની સારવાર કરી રહ્યો છું તેનો અર્થ એ છે કે ત્યાં

કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નથી હું આ સમીકરણ પર પહોંચું છું કે જે બોસ ગેસનો મેં ઉલ્લેખ કર્યો હતો તે પહેલાં

તમે આના જેવું સમીકરણ કરી શકો છો અને મેં તમને કહ્યું હતું કે આ બે અને ત્રણ આ બે

એ હકીકતમાંથી આવે છે જો કોઈ કણની ep ઊર્જા ખાલી હું ન્યુટોનિયન મિકેનિક્સ કરી રહ્યો છું તો

કોઈપણ કણ p સાથે ઊર્જા p ચોરસ બે મીટર છે

તેથી અહીં બે

પરિબળ આવે છે અને ત્રણને કારણે મેં જે પરિબળને વેગના ત્રણ ઘટકો ગણ્યા છે

તે સામાન્ય રીતે આપણું વિશ્વ આપણા પરંપરાગત ભૌતિકશાસ્ત્રમાં છે શાસ્ત્રીય ભૌતિકશાસ્ત્રની દુનિયા

વેગના ત્રણ ઘટકો તરીકે ત્રિપરિમાણીય છે.

અને વેગના આ ત્રણ ઘટકો વચ્ચે કોઈ તફાવત નથી

ત્યાં કંઈક છે જે આઇસોટ્રોપી કહેવાય છે જેનો હું ઘણી વખત ઉલ્લેખ કરી

શકું છું હવે મેં તમને ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ કંઈક કહ્યું છે કારણ કે આ ત્રણેય સંપૂર્ણપણે સમાન છે

તો મારી પાસે ઊર્જાનું સમાન વિભાજન હોઈ શકે છે.

ઊર્જાનું સમકક્ષ વિભાજન હોઈ શકે છે ઓકે

ઊર્જાના સમકક્ષ વિભાજનનો અર્થ શું થાય છે તેનો અર્થ ઊર્જાના સમકક્ષ વિભાજનનો શું અર્થ થાય છે

કે મારો v ચોરસ હું વિચારી શકું છું કે તેમાં ત્રણ ટુકડાઓ vy ચોરસ અને vz ચોરસ છે

આ મારો v છે ચોરસ બરાબર

તેથી ગતિ ઊર્જામાં વેગના x ઘટક y વેગના

ઘટક અને વેગના z ઘટકનું યોગદાન છે

તેથી $vxvyvz$ એ

સંભાવનાના અર્થમાં સમકક્ષ હોવાથી આ બધા rms છે જેના વિશે હું વાત કરી રહ્યો છું હું તેને સરેરાશ અર્થમાં ત્રણ vx ચોરસ તરીકે

લખી શકું છું

ઠીક છે કારણ કે હું તેને ત્રણ vx ચોરસ તરીકે લખી શકું છું, જો હું એક અડધો m વડે ગુણાકાર કરું તો મને ત્રણ vx ચોરસ મળે

છે $ktkbt$ ત્રણ વડે બે $ktkbt$ એટલે k હંમેશા બોલે ba માટે વપરાય છે
 nd અચળ ભલે ક્યારેક હું આ b સબસ્ક્રિપ્ટને અહીં મૂકવાનું ભૂલી જાઉં, જો કે તરત જ
 મને અડધો mvx ચોરસ અડધા kb t ની બરાબર આપો તો તમે ગતિ ઊર્જા જોશો જો તમને વેગ અડધા mvx ચોરસના x ઘટક
 માટે ગતિ ઊર્જામાં યોગદાન ગમે છે
 અડધા kt બરાબર છે તેવી જ રીતે xi એ અડધા મીટર vy ચોરસને અડધા kt તરીકે લખી શકે તે વિશે કંઈ મહાન નથી
 આ સમકક્ષ પાર્ટીશન છે જે મેં કહ્યું હતું કે
 વેગના ત્રણ ઘટકો વેગના ત્રણ ઘટકો બરાબર અને ઊર્જા દેખીતી રીતે
 દરેક પરમાણુ માટે સરેરાશ અડધા kt છે દરેક દિશામાં ઠીક છે,
 દરેક દિશા દ્વારા મારો મતલબ શું છે તે સ્પષ્ટ છે કે અડધો $mvxs$ ચોરસ
 અડધા kvt ના બરાબર અડધા mvy ચોરસ બરાબર અડધા kvt અને આ ત્રણ ઉમેરે છે અને મને ત્રણ બાય બે kbt આપે છે
 જો મારી પાસે n પરમાણુ હોય તો અડધો vx ચોરસ ઓકે પ્રથમ અર્ધ nvx ચોરસ હશે
 અનુવાદાત્મક ગતિ ઊર્જા vx સાથે સંકળાયેલ આ આ
 જથ્થો હશે જે n બાય બે kt ok હશે
 તેથી તેને ઇક્વિ પાર્ટીટી કહેવામાં આવે છે ઊર્જા પર
 જ્યારે પણ તમારી પાસે આ પ્રકારનો આદર્શ ગેસ હોય તો પછી તમે મને પૂછી શકો છો કે સ્વતંત્રતાની દરેક ડિગ્રી સાથે સંકળાયેલ ઊર્જા
 શું છે જ્યારે મારો
 મતલબ એ છે કે સ્વતંત્રતાની ડિગ્રીઓથી મારો અર્થ શું થાય છે ત્યારે મને ખૂબ કાળજી લેવી જોઈએ.

ઠીક છે ચાલો યાદ કરીએ શાસ્ત્રીય મિકેનિક્સનો બીટ
 શાસ્ત્રીય મિકેનિક્સમાં જો કોઈ કણ એક રેખા સાથે આગળ વધી રહ્યો હોય તો ચાલો x અક્ષ કહીએ તો
 હું તરત જ કણને x દ્વારા દર્શાવી શકું છું અને વેગ vx બરાબર પણ જો તે બળ હેઠળ હોય
 તો હું x અને vx કહી શકું છું
 તેથી x જો તમને ગમે તો સ્વતંત્રતાની ડિગ્રીઓ બરાબર છે તમે પણ વિચારી શકો છો v
 x એ સ્વતંત્રતાની ડિગ્રીમાંની એક છે જો તમારી પાસે avx હોય તો તમારી પાસે avx છે તેથી
 જો કણને આગળ વધવાની મંજૂરી આપવામાં આવે તો હવે સ્વતંત્રતાની એક ડિગ્રી છે .
 આ રૂમના ફ્લોર પર તમારી પાસે avx છે
 તેવી જ રીતે તમારી પાસે avy અધિકાર છે
 તેથી હું કહી શકે કે xy જે મને કોઓર્ડિનેટ્સ આપે છે તેની પાસે બે
 ડિગ્રી સ્વતંત્રતા છે તે જ રીતે જો મારી પાસે આ રૂમમાં ક્યાંય પણ ફરતો કણો હોય તો મને ત્રણ
 કોઓર્ડિનેટ્સ xy અને z અને અનુરૂપ રીતે ત્રણની જરૂર પડશે વેગ vxy અને vz ના ઘટકો તેથી
 આવશ્યકપણે મારી પાસે સ્વતંત્રતાના ત્રણ ડિગ્રી છે.
 અને હું દરેક કણ માટે સરેરાશ બરાબર કહી રહ્યો છું
 જો તાપમાન t હોય તો હું સંતુલન પરિસ્થિતિ વિશે વાત કરું છું જો
 દરેક કણ માટે સરેરાશ તાપમાન t હોય સ્વતંત્રતાની ડિગ્રી જેનો અર્થ થાય છે કે
 દરેક vx સાથે સંકળાયેલ છે અહીં x ની કોઈ ભૂમિકા નથી કારણ કે દરેક vxi માટે તેના મુક્ત કણો આદર્શ ગેસમાં
 ઊર્જા સરેરાશ ઊર્જા હશે જે અડધો kt છે આને ઊર્જાનું સમાન વિભાજન કહેવામાં આવે છે
 અને હવે આ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે જો તમે એવા કણો વિશે વિચારો છો કે જ્યાં
 આ તમારી મૂડી છે અને તમે જાણો છો કે તમારે દરેક કણો માટે દરેક ત્રણ માટે ત્રણ માટે ઘણા ત્રણની જરૂર પડશે
 જે મેં એક કણ માટે સમજાવ્યું છે હવે તમારી પાસે n કણો હોઈ શકે છે જેથી
 n કણો દરેક ત્રણ પરિમાણમાં ફરતા હોય જેથી હું $vixviyviz$ ok $vayvixviy$ અને viz હશે અને હવે
 આ દરેક સરેરાશ ગતિ ઊર્જા માટે મારી પાસે અડધા kt ok n કણોની સંખ્યા હશે કારણ કે તેઓ અંદર
 નથી $teracting$ અને મારી પાસે vy nkt માટે સમાન શબ્દ હશે અને મારી પાસે આ માટે સમાન શબ્દ હાફ nk
 bt હશે અને કુલ ત્રણ બાય બે હશે $nkvt$ બરાબર આ રીતે હું ઇક્વિ પાર્ટીશનનો ઉપયોગ કરીને આ અભિવ્યક્તિ પર પહોંચું છું
 અથવા તેના બદલે ગતિશીલ
 સિદ્ધાંત મને કહે છે સમકક્ષ પાર્ટીશન પ્રમેય વિશે હવે હું આગળ જઈ શકું છું મેં તમને કહ્યું કે ત્યાં
 અન્ય વિશિષ્ટ કિસ્સાઓ હોઈ શકે છે ઉદાહરણ તરીકે હું હાર્મોનિક ઓસિલેટર મેળવી શકું છું જેની ઊર્જા p ચોરસ બે મીટરથી વધુ
 હોય છે અને આ સંભવિત ઊર્જા છે ઠીક છે આ સંભવિત ઊર્જાનું સ્વરૂપ છે
 હાર્મોનિક ઓસિલેટર અને જો મારી પાસે આ સંભવિત ઊર્જા હોય તો આ હાર્મોનિક ઓસિલેટરની આ સરેરાશ ઊર્જાની ઊર્જા
 જ્યારે આ ઓસિલેટર તાપમાન પર હોય t $ktkbt$ આ ઇક્વિટી પાર્ટીશન
 છે હાર્મોનિક ઓસિલેટરને લાગુ પડે છે જ્યારે પણ તમારી પાસે આ ચતુર્ભુજ સ્વરૂપ હોય ત્યારે અહીં આદર્શ ગેસ હું
 હતો સ્વતંત્રતાની માત્ર અનુવાદાત્મક ડિગ્રીઓ છે પરંતુ અહીં તમે જુઓ છો કે મારી પાસે x અને p બંને છે હું
 સ્વતંત્રતાની સ્વતંત્ર ડિગ્રી તરીકે માની શકું છું બંને મારી ઊર્જામાં યોગદાન આપી રહ્યાં છે અને બંને
 ચતુર્ભુજ સ્વરૂપે છે આ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે
 તેથી આદર્શ ગેસ માટે હું મારી

સ્વતંત્રતાની ડિગ્રીને માત્ર $vxvyvz$ OK તરીકે જ કહી રહ્યો હતો, પરંતુ જ્યારે હાર્મોનિક ઓસિલેટરની વાત આવે છે જ્યાં બળ ઓછા k x સ્વરૂપનું હોય છે અને સંભવિત સ્વરૂપ અડધાનું હોય છે kx ચોરસ જેમ કે આપણે મારા મિકેનિક્સ કોર્સમાં શીખ્યા છે તો કુલ ઊર્જા આ સ્વરૂપ છે અને મારી પાસે અસરકારક રીતે સ્વતંત્રતાના બે ડિગ્રી છે જે પીસ અને x છે અને બંને મને હાર્મોનિક ઓસિલેટરની સરેરાશ ઊર્જા આપે છે તે kbt આદર્શ ગેસ પરમાણુ છે.

હાફ kbt અને

હાર્મોનિક ઓસિલેટર તે kbt છે મેં હમણાં જ ઇક્રિવટી પાર્ટીશનનો ઉપયોગ કરીને દલીલ કરી છે કે જે હું ગેસના ગતિ સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરીને તમારા પર આહવાન કરવાનો પ્રયાસ કરું છું હવે આ હાર્મોનિક ઓસિલેટર માટે સરેરાશ છે જો તમે વાતચીત ન કરતા હોવ તો આ શબ્દ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે

હાર્મોનિક ઓસિલેટર પર ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરો પછી તમે ફક્ત આ લખી શકો છો હવે તમે જુઓ છો કે આ હાર્મોનિક ઓસિલેટર એક પરિમાણમાં ઓસિલેટિંગ નથી કરતાં ૩ પરિમાણમાં તો તમારી પાસે એક શબ્દ હશે અહીં બેઠેલા ત્રણ ઠીક છે જે અમને વસ્તુઓના સમાન વિભાજન વિશે ઘણું કહે છે હું તમને સમજાવું છું કે સ્વતંત્રતાની દરેક ડિગ્રીનો અર્થ શું થાય છે અને પછી હું

પ્રયોગમાં માપી શકાય તેવી કંઈકની ગણતરી કરવા આગળ વધીશ જે મેં મારા છેલ્લા લેક્ચરમાં સંક્ષિપ્તમાં સ્પર્શ કર્યો હતો કે બરાબર મેં વાત કરી હતી ચોક્કસ ગરમી

અને વિશિષ્ટ ગરમી વિશે બે પ્રકારની હોઈ શકે છે પ્રથમ તો તમે આહ ચોક્કસ ગરમીની ગણતરી

કરો કન્ટેનરના વોલ્યુમને નિશ્ચિત રાખીને હું સીવી ઓકે કહું છું આ સીવી ઓકે છે અને પછી

હું તેને દબાવવાને સતત રાખીને ચોક્કસ ગરમીને માપી શકું છું જે હું લખી શકું છું

સામાન્ય રીતે c સમાન છે માફ કરશો $dedt$ ઠીક છે તમે જાણો છો કે ઉષ્મા ઊર્જા સ્પષ્ટીકરણ તમે

કેલરીમેટ્રીમાં ગરમીના જથ્થાના સંદર્ભમાં વ્યાખ્યાયિત કરો છો જે તાપમાન વધારવામાં શોષાય છે અથવા છોડવામાં આવે છે

અહીં આપણે જાણીએ છીએ કે ગરમી એ ઊર્જા છે અને અમે અહીં વિશિષ્ટ ઊર્જા સાથે કામ કરી રહ્યા છીએ ઉષ્મા

આ વ્યુત્પન્નમાં ફેરફાર સાથે સમાન રીતે સંબંધિત છે .

તમારા માટે પરિચિત સંકેત એ છે કે

તમે ડેલ્ટા ટી દ્વારા તાપમાનમાં ફેરફાર કરો છો અને આ તે ઊર્જામાં ફેરફાર છે જે તમે

મર્યાદા લો છો ડેલ્ટા ટી શૂન્ય તરફ વળે છે તમે તમારા કલન સ્વરૂપમાં લખી શકો છો જો તમે વોલ્યુમ નિશ્ચિત રાખો છો

તો તે જો તમે દબાવવાને સ્થિર રાખશો તો તેને cv કહેવાય છે અને આદર્શ ગેસ માટે હું

તેને કોઈપણ પુરાવા વિના અવતરણ કરું છું અથવા આદર્શ ગેસ cp માઈનસ સીવી માટે આગળ લખું છું, આ હું વધુ વિસ્તૃત કરવાનો પ્રયાસ કરીશ

અને એક ગુણોત્તર ગામા છે જે આપણે કરીશું.

cv દ્વારા cp ની ગણતરી કરો જેનો હું

ઉપયોગ કરીશ જ્યારે હું થર્મોડાયનેમિક્સમાં જઈશ જ્યારે હું એડિબેટિક પ્રક્રિયાઓ વિશે વાત કરીશ તો આ વસ્તુઓ

હવે ઉપયોગી થશે જો તમે આ કરશો તો તમે તરત જ જોઈ શકો છો cv ચાલો એક આદર્શ ગેસ માટે ફક્ત cv પર ધ્યાન કેન્દ્રિત

કરીએ તે ત્રણ બાય બે હોવું જોઈએ nkb

જેને ડુબોંગ પીટાઇટ કાયદો કહેવામાં આવે છે જો તમે તેને ઇક્રિવટ પાર્ટીશનનો ઉપયોગ કરીને હાર્મોનિક ઓસિલેટર માટે

કરો છો તો તમે તેને હાર્મોનિક ઓસિલેટર માટે કરો છો આ અભિવ્યક્તિ ત્રણ nkt જે મેં

અહીં લખી છે તે મને cv આપે છે ત્રણ kbt ત્રણ nk બરાબર જેથી તમે જુઓ આને

ડુબોંગ પેટીટ્સ લો આદર્શ ગેસ કહેવામાં આવે છે તે ત્રણ બાય બે છે મેં તમને છેલ્લા વર્ગમાં કહ્યું હતું કે આ ત્રણ

વસ્તુના પરિમાણમાંથી આવે છે અને અહીં તે ત્રણ છે કારણ કે તમે હાર્મોનિક ઓસિલેટરમાં બીજા અડધા અવયવનું સ્વરૂપ ક્યાંથી મેળવશો

કારણ કે આ હાર્મોનિક ઓસિલેટર જો ત્યાં અડધો kx ચોરસ હોય તો

જે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે કારણ કે હવે તમારી પાસે બે ડિગ્રી સ્વતંત્રતા છે તે અર્થમાં એક x દ્વારા આપવામાં આવે છે

અને એક p દ્વારા આપવામાં આવે છે બંને મારી સરેરાશ ઊર્જામાં અડધો kt ફાળો આપે છે

તેથી હાર્મોનિક ઓસિલેટર આ

cp આ છે cv છે અને તમે cv cp ની ગણતરી કરી શકો છો આ સંબંધનો ઉપયોગ કરીને અહીં તમને યાદ છે r

nkb ની બરાબર છે પરંતુ આદર્શ ગેસ પર પાછા આવીએ છીએ

તેથી જ્યારે હું $cpcv$ તેના આદર્શ ગેસ હાર્મોનિક ઓસિલેટર વિશે વાત કરું

તો તે માત્ર ત્રણ nkb છે હવે આદર્શ ગેસ પર પાછા આવી રહ્યા છીએ અત્યાર સુધી

અમે મોનો પરમાણુ વિશે વાત કરતા હતા અને

તેથી હું સ્વતંત્રતાની માત્ર અનુવાદાત્મક ડિગ્રીઓ વિશે જ વાત કરી રહ્યો હતો

અને હવે જો મારી પાસે ડાયટોમિક કેશ ઓકે છે

તો મોનો એટોમિકથી આગળ વધો તમે ડાયટોમિક કેશ કરો છો શું તમારે યાદ રાખવું પડશે કે

તમારી પાસે સ્વતંત્રતાના કેટલા ડિગ્રી છે.

અને સ્વતંત્રતાના આ ડિગ્રી

તમારી ઊર્જામાં કેવી રીતે યોગદાન આપે છે સ્વતંત્રતાની ડિગ્રી તમામ

સ્વતંત્રતાનો ફાળો ઊર્જામાં અડધો kt યોગદાન આપે છે ઠીક છે

તેથી ડાયટોમિક કેસ ડાયટોમિક

તેથી પ્રથમ વસ્તુ અનુવાદાત્મક છે

ફરીથી આ પરમાણુ ત્રિપરિમાણીય કન્ટેનરમાં આગળ વધી રહ્યું છે

તેથી હું ફરીથી જાણું છું કે

ત્યાં કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયા નથી

તેથી તેનો આદર્શ ગેસ સ્વતંત્રતા કન્ટેનર છે અને હું કોઈ ક્રિયાપ્રતિક્રિયાને ધ્યાનમાં લેતો નથી તેથી

એક સ્વતંત્રતાની અનુવાદાત્મક ડિગ્રી છે કેટલા ત્રણ તો તેઓ ત્રણ બાય બે kbt શું પ્રદાન કરે છે

ઠીક છે, પરંતુ તે વાર્તાનો અંત નથી, ચાલો આપણે એક ઓક્સિજન લઈએ o_2 ઓકે, તમારી પાસે

બે અણુઓ છે, સ્વતંત્રતાની અનુવાદાત્મક ડિગ્રીઓ છે પરંતુ અલબત્ત જો હું ડમ્બલ

જેવો આકાર લઉં તો મને ખબર છે કે જો હું અક્ષ લઈશ તો અણુઓ ફેરવી શકે છે આ અક્ષની આસપાસ

પરિભ્રમણ કરી શકે છે મને ખબર છે કે પરિભ્રમણ ગતિ ઊર્જા શું છે મેં તે મારા મિકેનિક્સમાં પરિભ્રમણ પ્રકરણમાં કર્યું છે

તેથી મારી પાસે રોટેશનલ ગતિ ઊર્જા છે અને આ શું છે se એ પરિભ્રમણના બે અક્ષ છે જો

હું લગભગ એક બે સંભવિત પરિભ્રમણને ફેરવું અને આ મને અડધો i ઓમેગા એક ચોરસ અને અડધો i ઓમેગા

બે ચોરસ આપે છે

તેથી મેં આ અક્ષ નિશ્ચિત કરી છે અને હું પરિભ્રમણને મંજૂરી આપું છું મારી પાસે 2 પરિભ્રમણ હોઈ શકે છે જેથી તે

બંને મને અર્ધ i ઓમેગા સ્ક્વેર આપો જેથી મારી પાસે અહીં 2 ડિગ્રી સ્વતંત્રતા છે અને યાદ રાખો

કે હું પ્રકૃતિમાં ચતુર્ભુજ કહું છું જો એવું હોય તો મને તરત જ ખબર પડે છે કે હું

અહીં ત્રણ બાય બે kt મેળવવા જઈ રહ્યો છું સ્વતંત્રતાની દરેક રોટેશનલ

ડિગ્રી માટે અડધો કિ.

5 બાય 2 એનકે છે

તેથી તમે જોશો કે હું સ્વતંત્રતાની ડિગ્રીની સંખ્યા વધારીશ તો મને

મારી કુલ સરેરાશ ઊર્જા માટે એક અલગ અભિવ્યક્તિ મળે છે આ

n આવા ડાયટોમિક પરમાણુઓ માટે કુલ સરેરાશ ઊર્જા છે અને એકવાર હું તેને ચોક્કસ h ની અભિવ્યક્તિમાં મૂકું છું

ખાવું જે હું પ્રાયોગિક રીતે માપી શકું છું તે બરાબર છે જે ત્રણ યી બેને બદલે પાંચ બાય બેમાં જાય છે

આગામી પ્રશ્ન તમે પૂછશો કે પોલિએટોમિક પરમાણુ તરીકે શું થશે

તેથી પોલિએટોમિક

પરમાણુ માટે તમારે થોડી વધુ સાવચેતી રાખવી પડશે અને એકે આનાથી આગળ વધવું પડશે વ્યાસ હવે

ચાલો પોલિએટોમિક પર જઈએ હવે મારી પાસે ઘણા બધા પરમાણુઓ છે જે પરમાણુ પોલિએટોમિક પરિસ્થિતિઓ બનાવે છે

અને હું આ ઇક્વિ પાર્ટીશન પ્રમેયનો ઉપયોગ કરીશ જેના વિશે મેં લગભગ વાત કરી હતી જો તમારી પાસે

પોલિએટોમિક પરમાણુ હોય તો તમે તેને એક કઠોર શરીર તરીકે વિચારી શકો ઉદાહરણ તરીકે પ્રથમ ક્રૂડ

સંભવિત અંદાજ ચાલો હવે ધ્યાનમાં લઈએ કે તે એક કઠોર શરીર પર બરાબર છે જો તે કઠોર

શરીર હોય તો તમે જાણો છો કે કઠોર શરીર મિકેનિક્સ અમને શીખવે છે કે કઠોર શરીરમાં છ ડિગ્રી સ્વતંત્રતા છે ઠીક છ

ડિગ્રી સ્વતંત્રતા અને છ તમે કદાચ માત્ર એક કઠોર શરીર વિશે જ ફરતા હોવ એક નિશ્ચિત

અક્ષ અને તમે જાણો છો કે 1 i ઓમેગા ની બરાબર છે, પરંતુ ખરેખર કઠોર શરીર એક નિશ્ચિત બિંદુની આસપાસ ફેરવી શકે છે

તેનો અર્થ શું છે કે તે નિશ્ચિત બિંદુની આસપાસ ફરે છે એટલે ઇન્સ્ટ

પરિભ્રમણની અન્ટેનિયસ અક્ષ આ બિંદુઓમાંથી પસાર થાય છે.

ઠીક છે અથવા કારણ કે તે એક જ સમયે થઈ શકે છે, હું

હંમેશા કોઈપણ ચોક્કસ બિંદુનો અનુવાદ આપી શકું છું.

તમે દળના કેન્દ્રનો ખ્યાલ જાણો છો

તેથી ચાલો

આપણે દળના કેન્દ્ર પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીએ હું કહી શકું છું કે કઠોર શરીર છે તેના દળના કેન્દ્રની આસપાસ ફરતા અને પછી

ma દળના કેન્દ્રમાં સ્વતંત્રતાની અનુવાદાત્મક ડિગ્રી હોઈ શકે છે અને તે કોઈપણ દિશામાં આગળ વધી શકે છે

તેથી ત્રણ અનુવાદ અને ત્રણ પરિભ્રમણ ઠીક રહેશે કારણ કે તમે કદાચ

આ 6 ડિગ્રીથી બહુ પરિચિત ન હોવ સ્વતંત્રતા વ્યાપાર ચાલો અમે તમને આમંત્રિત કરીએ કે આ કેવી રીતે

આવે છે 6 બરાબર છે કઠોર શરીરની વ્યાખ્યા શું છે કઠોર શરીરની વ્યાખ્યા તમને જણાવે છે કે કઠોર

શરીરના કોઈપણ બે બિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર ઠીક છે, કોઈપણ બે બિંદુઓ નિશ્ચિત છે

તો જો હું અહીં એક ચોક્કસ બિંદુએ દળ મૂકો તો તેની પાસે સ્વતંત્રતાના ત્રણ ડિગ્રી છે

કારણ કે તેની સાથે કોઈ અવરોધ નથી આ મારો પહેલો કણ છે આ મારો

બીજો કણ છે આ મારો ત્રીજો કણ છે બરાબર હવે પ્રથમ કણમાં સ્વતંત્રતાની ત્રણ ડિગ્રી છે

ત્રણ બીજા કણ વિશે શું કરે છે બીજો કણ તેને ગમે તે કરી શકે છે પરંતુ

તે પહેલા કણથી એક નિશ્ચિત અંતરે હોવો જોઈએ

તેથી બીજા કણમાં સ્વતંત્રતાની ડિગ્રી

પણ ઠીક છે કારણ કે તેને અંતર જાળવવું પડશે જેમ કે મેં ડાયટોમિક મોલેક્યુલ કેસમાં કહ્યું હતું કે ઠીક બે બે અને હવે ત્રીજા કણને બે અને એક બંનેથી એક નિશ્ચિત અંતર રાખવાનું હોય છે જેથી તે વાસ્તવમાં માત્ર ત્રણ પરિમાણમાં જ આગળ વધી શકે

પરંતુ હંમેશા આ મર્યાદા જાળવીને કે તે એક નિશ્ચિત અંતર પર હોવું જોઈએ બે અને એકમાંથી

તેથી તેની પાસે એક ઓકે છે.
આ મને કણોની આ પ્રણાલીની સ્વતંત્રતાના કુલ છ ડિગ્રી આપે છે

પરંતુ જો હું યોથો કણ અહીં લાવીશ તો યોથો કણ ઠીક છે યોથા કણને બધા સાથે એક નિશ્ચિત અંતર રાખવું પડશે.

વ્યવસાયમાં અન્ય કણોએ
એક બે અને ત્રણથી એક નિશ્ચિત અંતર રાખવું પડે છે
તેથી તેની પાસે સ્વતંત્રતાની કોઈ ફ્રી ડિગ્રી નથી
તેથી તે

સ્વતંત્રતાની કુલ ડિગ્રી છ છે મેં તમને કહ્યું હતું કે 10 થી ઘાત
23 કણો જો તમારે સાથે વ્યવહાર કરવો હોય તો તમે 10 થી ઘાત 23 સેકન્ડ ક્રમના વિભેદક
સમીકરણો લખી શકતા નથી અને આપેલ ફોર્સ ફોર્મ સાથે તમે તેને હલ કરી શકતા નથી
તેથી ઠીક છે, પરંતુ મિકેનિક્સમાં અમને જે મદદ કરે છે

તે છે આ સખત શરીર અંદાજ

તેથી આ એક સખત શારીરિક અંદાજ છે જેનાથી તમે

કદાચ બહુ પરિચિત નહીં હોવ એટલે જ હું આ સખત શરીરની વસ્તુમાં થોડો સમય વિતાવી રહ્યો છું
કઠોર શારીરિક અંદાજ શા માટે તે અંદાજ છે દુનિયામાં કોઈ આદર્શ કઠોર શરીર નથી જે તમે પહેલાથી જ
જાણો છો કે હું સુંદર છું આઈન્સ્ટાઈનના સાપેક્ષતાના સિદ્ધાંતની ખાતરી અમને કહે છે કે કોઈ પણ માહિતી પ્રકાશની
ગતિ કરતાં વધુ ઝડપે પ્રચાર કરી શકતી નથી

તેથી મારી વાસ્તવિક દુનિયામાં તાત્કાલિક કંઈપણ હોઈ શકતું નથી.

કઠોર શરીરના કોઈપણ બિંદુ પર ખલેલ બરાબર, કઠોર શરીરના કોઈપણ બિંદુએ પછી કઠોર શરીરની
માહિતીનો પ્રચાર કઠોર શરીરના અન્ય ભાગમાં તરત જ થવો જોઈએ જે કોઈ નથી શક્ય છે
અને

તેથી જ કઠોર શરીર એ એક અંદાજ છે પરંતુ તે ખૂબ જ સારો અંદાજ છે અને

બીજું મારી પાસે 10 થી પાવર 23 કણો છે ચાલો આપણે કઠોર શરીરમાં કહીએ પણ હું ફક્ત 6 ડિગ્રીની સ્વતંત્રતા સાથે વ્યવહાર કરું છું
ત્રણ અનુવાદાત્મક અને ત્રણ રોટેશનલ અને તમે જાણો છો કે

જીવનને ઘણી હદ સુધી સરળ બનાવે છે ઠીક છે, જો એવું હોય તો પોલિએટોમિક મોલેક્યુલ એનર્જી શું છે ત્યાં છ
ડિગ્રી સ્વતંત્રતા છે દરેક મને અડધો kt આપે છે અને આવા પરમાણુઓનો n મારી પાસે ફક્ત ત્રણ

nkt હશે

તેથી સ્વતંત્રતાની ડિગ્રીની સંખ્યા છે વાસ્તવમાં બમણું બરાબર છે

તેથી ચોક્કસ તે 3 nk હશે પરંતુ તે

વાર્તાનો અંત નથી જે હું ધારી રહ્યો છું કે તે એક સખત શારીરિક અંદાજ છે ત્યાં અમુક વાઇબ્રેશનલ મોડ હોઈ શકે છે
અને જો તમે આ વાઇબ્રેશનલ મોડ્સને ગણો તો આવા વાઇબ્રેશનલ મોડ્સ હોઈ શકે છે

જેથી તમારી પાસે દરેક વાઇબ્રેશનલ મોડ માટે હશે.

તમારી પાસે ત્રણ કેટી હશે જે મારા

કઠોર શરીરની વસ્તુમાંથી આવે છે અને પછી મારી પાસે કઠોર શરીરના સંભવિત વાઇબ્રેશનલ મોડ માટે બે કેટી હશે

તે મારી કુલ ઉર્જા હશે અને તે મુજબ આ ચોક્કસ ઉષ્મા સંશોધિત થાય છે તેથી

જો આપણે વિભાજન કરીએ તો હું સ્પષ્ટીકરણ વિશે આટલું જ ચર્ચા કરવા માંગતો હતો અને જો તમે તમારા પુસ્તકને અનુસરો છો તો
તમે

જોશો કે આના પર ઘણી ચર્ચાઓ છે અને તમે પ્રોફેસર એસી વર્મોન્ટનો સંદર્ભ લઈ શકો છો.

પુસ્તક જ્યાં

વસ્તુઓ પણ અમુક લંબાઈમાં કરવામાં આવે છે

તેથી મેં અત્યાર સુધી શું કર્યું છે કે p બરાબર છે હું ફરીથી mn

v ચોરસ લખું છું આ v_{rms} ચોરસ છે અને ગતિ ઊર્જા મને તાપમાનનું પ્રમાણ આપે છે

v ચોરસ kvt ના પ્રમાણસર છે જો તમને ગમે તો ઠીક છે આ ગેસના અહ કાઇનેટિક થિયરીની એક ખૂબ જ મૂળભૂત બાબત છે
જેની સાથે હું અત્યારે કામ કરી રહ્યો છું જો મારી પાસે એક અલગ અભિગમ છે જે ખરેખર હું

પ્રોફેસર હરીશ વર્માના પુસ્તકમાંથી પસંદ કરું છું તો તમે જોઈ શકો છો કે જો તમારી પાસે એક ગેશ છે જેના માટે p_v બરાબર

mnv ચોરસ છે.

હવે તમે તમારી જાતને પ્રોત્સાહિત કરી શકો છો કે વાસ્તવમાં તાપમાન અડધા મીટર

v ચોરસનું કાર્ય હશે બરાબર આ કાર્યાત્મક સ્વરૂપ મેં આદર્શ ગેસ સમીકરણનો ઉપયોગ કરીને મેળવ્યું છે બરાબર હું આદર્શ ગણ સમીકરણનો ઉપયોગ કરું છું ભૌતિક રીતે આ કાર્યાત્મક ફોર્મ પર પહોંચો, મેં દલીલ કરી હતી કે તાપમાન વધી રહ્યું છે એટલે પરમાણુઓની ગતિ ઊર્જા હું માનું છું કે તેઓ પણ વધવા જોઈએ અને આ કાર્યાત્મક સ્વરૂપ અમને કહે છે જેથી તે મારી ભૌતિક દલીલોમાંથી પ્રમાણસર હોવું જોઈએ પરંતુ આને વિસ્તૃત કરી શકાય છે નીચેની રીતે પણ જો હું એક જ કન્ટેનરમાં એક જ ગેસ અલગ અલગ તાપમાને લઉં છું અને દબાણ જે હું જાણું છું ઉદાહરણ તરીકે આ તાપમાન જે હું માપું છું જો તમને અમુક તાપમાન ગમે છે જે બે સિતેર પોઇન્ટ એક ઇના ક્રમનું છે નિરપેક્ષ અને તમે mnv $naught$ ચોરસ બરાબર લખી શકો છો પછી તમે તરત જ જાણશો કે p બાય p θ બરાબર v ચોરસ હશે

હું તમને યાદ કરાવું છું કે આ બધા rms ના rms વેગ છે તેથી v ચોરસ બાય v $naught$ ચોરસ એકવાર તમારી પાસે આ ફોર્મ હોય તો હવે તમે તમારો ચાર્જ કાયદો યાદ કરો p આપેલ વોલ્યુમ માટે t ના પ્રમાણસર છે તમે લખી શકો છો v ચોરસ બરાબર p by p $naught$ into v $nought$ square અને જો તમને તમારો ચાર્જ કાયદો યાદ છે અને જો તમને ખબર હોય તો કે p $naught$ અને v $naught$ એ ગેસ માટે સ્થિર છે ઠીક છે તમે તરત જ એવી કોઈ વસ્તુ પર પહોંચો છો જે v ચોરસ બરાબર છે v $naught$ ચોરસ બાય t $naught$ into t જેથી તે તમને ચોક્કસ પ્રમાણ આપે છે જેની હું વાત કરી રહ્યો છું અને પછી જો તમે વી.

ચોરસ જો તમે આમાંથી ગતિ ઊર્જા કાઢો છો તો ગેસ આપેલ ગેસ માટે આ એક સ્થિરાંક છે આ એક અચળ છે

તેથી તમને મળે છે v ચોરસ t ના પ્રમાણસર છે અને હવે હાઈડ્રોને આ પ્રમાણ કહેવાય છે માત્ર દલીલ હાથે કામ કરતી દલીલ દ્વારા જો હું તેને ઊર્જા બનાવું અને પરિમાણીય રીતે આ જથ્થો બોહેમિયન કોન્સ્ટન્ટ હોવો જોઈએ અને મારી પાસે અમુક સંખ્યા હોઈ શકે છે આ સંખ્યા ત્રણ બાય બે બરાબર છે કારણ કે પરિમાણીય પૃથ્થકરણ દલીલ મને આ સંખ્યા ગમે તે આપી શકતી નથી.

આ બધી બાબતો કર્યા પછી હું આગળ વધીશ અને તમને કહીશ વિવિધ પરિસ્થિતિ માટે ગતિ સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરવો તે વિશે થોડુંક $ibrium$ હું તેને થર્મલ ઇક્વિલિબ્રિયમ કહું છું જે મને પહેલેથી જ કહે છે કે અન્ય સંતુલન છે અને તેની ચર્ચા આ વ્યાખ્યાન શ્રેણીના થર્મોડાયનેમિક્સ ભાગમાં કરવામાં આવશે.

થર્મલ ઇક્વિલિબ્રિયમનો અર્થ એ

છે કે ગેસમાં દરેક જગ્યાએ તાપમાન સમાન છે

તેથી મારે તાપમાન વિશે ચિંતા કરવાની જરૂર નથી જે બધે સમાન છે

અને જો આ મારી પાસે બે વાયુના પરમાણુઓ છે તો એકનું દળ m છે એક બીજું છે દળ m બે મારી પાસે

ફરીથી m એક v એક હોવું જ જોઈએ સરેરાશ અર્થમાં કે rms બે v બે ચોરસ બરાબર છે તેથી

જો તે બે હોય તો આ એક મહત્વપૂર્ણ બાબત છે ગેસના પરમાણુઓ સંતુલનમાં હોય છે મારે આ સ્થિતિ

સંતોષવી જોઈએ સરેરાશ બરાબર આનાથી તમે આરએમએસ વેગની ગણતરી કરી શકો છો જો હું તમને

ગેસના અણુઓમાંથી એકનો એક આરએમએસ વેગ તાપમાન આપું તો તમે જાણો છો કે તમે ગાણિતિક રીતે શું ગણતરી કરી શકો છો

આરએમએસ વેગ શું છે બીજામાંથી એક ઠીક છે તો હવે સેકન્ડ આગળ આગળ વધશે ઠીક છે

હવે યાવો આગળ વધીએ શું મારી પાસે બોયલનો કાયદો છે p v એ સતત નકારાત્મક તાપમાન સમાન છે

p v માટે મને શું જાણવા મળ્યું ઓકે p b તેનાથી સંબંધિત છે કારણ કે મેં એક તૃતીયાંશ મૂડી m એક તૃતીયાંશ મૂડી m નાની nv

ચોરસ સરેરાશ ઓકે હવે આ મારી પીવી છે હવે મેં તમને પહેલેથી જ કહ્યું છે કે આ સાથી

બીજું કંઈ નથી પરંતુ તાપમાનના પ્રમાણસર છે ઓકે અમે પહેલાથી જ પ્રવેશ મેળવવા માટે બોયલના કાયદાનો ઉપયોગ કર્યો છે

આ સમીકરણ p એક તૃતીયાંશ m અને v ચોરસ જેટલું છે પણ હું વસ્તુને થોડી

વધુ જટિલ બનાવીશ તેના બદલે હું અહીં સ્વ સુસંગતતા તપાસી રહ્યો છું માત્ર હું

કહું છું કે જો આ જથ્થો તાપમાનના પ્રમાણસર હોય તો આ

જમણી બાજુએ હોવો જોઈએ જો તાપમાન સ્થિર હોય તો સ્થિર હોય તો p v સ્થિર હોય છે કારણ કે આ સમીકરણની જમણી બાજુ

સંપૂર્ણપણે તાપમાનના પ્રમાણસર હોય છે અને આ મને મારા છોકરાઓનો કાયદો આપે છે તે જ રીતે તમે

ચાર્જ લો વિશે દલીલ કરી શકો છો જો તમે ફી નિશ્ચિત રાખો છો અને આ પ્રમાણ એ તાપમાનના પ્રમાણસર છે

તેથી જો તમે v સ્થિર રાખો છો તો તાપમાનના પ્રમાણસર પહેલા છે જે તમારા ચાર્જ કાયદો બરાબર છે હવે

મને જોવા દો કે અમે o માં ઠીક વિશે બીજું શું વાત કરી શકીએ છીએ k હવે મને આ કાયદો મળ્યો છે

કે એવોગાડ્રો શું કહે છે તે આપેલ છે તેનો અર્થ એ છે કે હું તાપમાન નક્કી કરું છું p તમામ વાયુઓના સમાન જથ્થામાં કણોની સમાન

સંખ્યા હોય છે જેને આપણે એવોગાડ્રો નંબર

કહીએ છીએ જો આપણે નમૂનાના એક છઠ્ઠેરને સમાન કહીએ તો વોલ્યુમ આપેલ તાપમાન આપેલ દબાણ

હું તાપમાન ફિક્સ કરી રહ્યો છું હું દબાણ ઠીક કરી રહ્યો છું ઠીક હવે પહેલા એક ત્રીજા માટે p_v સમીકરણ શું છે n એક m વન v એક ચોરસ ઠીક છે ક્યારેક હું તમને યાદ કરાવવા માટે આ બાર મૂકીશ કે આ વેગ વિશે અમે વાત કરી રહ્યા છીએ હવે મારી પાસે p_v છે તે બીજા ગેસ માટે સરેરાશ વેગ એક તૃતીયાંશ n બે બરાબર m બે v બે ચોરસ છે આ માટે p_v સમીકરણ છે બરાબર વોલ્યુમ સમાન છે પણ આમાં એક વધુ છે જે મેં અગાઉ લખ્યું હતું તે ફક્ત અમને કંઈ કહેતું નથી કારણ કે મારી પાસે આ દાવો પર પહોંચવા માટે n one m બે v એક v બે સંડોવતા જથ્થાઓ છે જે એવોગાડ્રોએ ઓકે એવોગાડ્રોની પૂર્વધારણા કરી છે કે જો મારે તે કરવું હોય તો મને વધુ એકની જરૂર છે કારણ કે તાપમાન નિશ્ચિત છે t નિશ્ચિત છે મારી પાસે આ જથ્થો હોવો જોઈએ જે મેં થોડી મિનિટો પહેલા લખ્યું હતું કે જ્યારે તમારી પાસે એક જ તાપમાને બે ગેસ હોય ત્યારે એકવાર તમે આ બંનેને એકસાથે આ બંને સમીકરણો એકસાથે મૂક્યા પછી આ સંતુષ્ટ થવું જ જોઈએ.

જે મને આપે છે કે n એક બરાબર n બે છે તેથી સંપૂર્ણપણે જુઓ ચાર્લ્સ અને બોયલનો કાયદો કોઈક રીતે અપેક્ષિત હતો તેમાંથી બહાર આવો કારણ કે આ સમીકરણ પર અમુક બિંદુએ પહોંચતા પીવી સમીકરણ અમુક બિંદુએ મેં આદર્શ ગેસ ઓકેનો ઉપયોગ કર્યો હતો ઓછામાં ઓછી ઊર્જા p એક તૃતીયાંશ mnc ચોરસ p_v બરાબર એક તૃતીયાંશ mnc ચોરસ અથવા mnv ચોરસ જે મેં મેળવ્યું છે ગતિએ વિચારણાથી પરંતુ તેને ઊર્જા સાથે જોડવા માટે p_v બે તૃતીયાંશ બરાબર છે અને મને જે જોઈએ છે તે આદર્શ ગેસ સમીકરણ છે અથવા અમુક રીતે મેં પ્રેરણા આપી છે કે સંપૂર્ણ સ્કેલની વ્યાખ્યાનો ઉપયોગ કરીને અને પ્રોફેસર એસી વર્માના પુસ્તકમાંથી મેં જે કર્યું છે પરંતુ શું નથી અહીં અપેક્ષિત છે ઠીક છે કે તે મને એવોગાડ્રોની પૂર્વધારણા પણ આપે છે જે થર્મલ ફિઝિક્સના થર્મોડાયનેમિક્સના અન્ય નિયમો હોય છે જે હું જાણું છું તે સમાન ફેશન પર આવી શકે છે.

સ્કોપિક ભૌતિકશાસ્ત્ર હું અહીં જે કરી રહ્યો છું તે બરાબર છે તે બધા મેક્રોસ્કોપિક સમીકરણોને અનુસરશે અથવા તરફ દોરી જશે. હું મારી શાળાના પ્રારંભિક શાળાના દિવસોથી જ જાણું છું ઉદાહરણ તરીકે બીજા ઉદાહરણો હશે ઉદાહરણ તરીકે આહ ડાલ્ટનનો આંશિક દબાણનો કાયદો ડાલ્ટનનો આંશિક દબાણનો કાયદો જે કહે છે કે તમારી પાસે છે ઘણા પ્રકારના વાયુઓ યાવો તે બધાને મોનો પરમાણુ માની લઈએ અને પછી હું તેને કન્ટેનરમાં મૂકી દઈએ તો હું તેને કન્ટેનરમાં મૂકું છું અને પૂછું છું કે કન્ટેનરમાં દબાણનું દબાણ શું છે તેને આંશિક દબાણનો કાયદો કહે છે જે તમને કહે છે કે જો હું ઉદાહરણ તરીકે અમુક પ્રકારના ગેસના પરમાણુઓ હોય તો પછી આ કુલ દબાણ કે જે b છે જે કન્ટેનરની દિવાલ પર નાખવામાં આવે છે તેમાં ઘણા ટુકડાઓ હોય છે p one p ટુ p one એ ફાસ્ટ કેશ સાથે સંબંધિત છે જે શારીરિક રીતે અસ્પષ્ટ છે તેનો અર્થ એ છે કે જો મારી પાસે માત્ર બરાબર હોત તો એ જ કન્ટેનરમાં ગેસ નંબર 1 ગેસ નંબર 1 દ્વારા કન્ટેનર પર નાખવામાં આવેલું દબાણ બરાબર p one એ જ રીતે જો ત્યાં કોઈ એક બે એક ત્રણ વગેરે ન હોય તો માત્ર બીજા પ્રકારનો ગેસ n લાદવામાં આવેલું દબાણ પી બે હશે પરંતુ જ્યારે તે બધાને એકસાથે મૂકવામાં આવે છે ત્યારે તેનું p 1 વત્તા p 2 વત્તા p 3 અને તેથી આગળ આ આંશિક દબાણ છે તમારે સ્પષ્ટપણે ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે જ્યારે હું p 1 કહું ત્યારે મારો અર્થ શું છે અથવા જ્યારે હું કહું છું p 2 જો મને યાદ છે કે અમે દબાણ દબાણને કેવી રીતે વ્યાખ્યાયિત કરીએ છીએ અમે પ્રતિ એકમ સમયના સ્થાનાંતરિત જમણા વેગના સંદર્ભમાં વ્યાખ્યાયિત કર્યું છે તેથી કન્ટેનરના આ વિસ્તારને 1 વર્ગ દ્વારા વિભાજિત કરવામાં આવે છે તેથી તે મહત્વપૂર્ણ હતું કે વેગ સ્થાનાંતરિત થાય છે. પ્રથમ પરમાણુઓ તે બધા સ્વતંત્ર હોય છે જે અરસપરસ યાવે છે અને આ દિવાલને બરાબર અથડાવે છે જે મોમેન્ટમ ટ્રાન્સફર ડેલ્ટા $f1$ તરફ દોરી જાય છે અને જો હું આ તમામ પ્રથમ અણુઓ લઉં તો મોમેન્ટમ ટ્રાન્સફર ફક્ત એક બરાબર હશે હવે બીજું મને ફરીથી એક આપશે. એફ ટુ નું મોમેન્ટમ ટ્રાન્સફર તેથી નેટ મોમેન્ટમ ટ્રાન્સફરનો સરવાળો હશે આ જથ્થા બનો મેં અહીં સારાંશ સાથે લખ્યું છે જ્યાં કેટલાક મારી પાસેના તમામ પરમાણુઓ પર વિસ્તરે છે અને પછી જો હું દબાણની ગણતરી કરું કે જે ફક્ત એકમ સમય દીઠ નેટ મોમેન્ટમ ટ્રાન્સફરને વિભાજિત કરી રહ્યું છે જે મને એટલા દબાણમાં રસ હતો કે અવતરણ સાથે ગેસના અણુઓની આ સિસ્ટમ કન્ટેનરની દિવાલ પર 1 ચોરસ દ્વારા નેટ મોમેન્ટમ ટ્રાન્સફર દ્વારા આપવામાં આવશે અને જે

તમે p one p ટુ વગેરે જોઈ શકો છો
તેથી p one માત્ર ગેસના પરમાણુઓ દ્વારા સ્થાનાંતરિત વેગને કારણે છે
એક p બે એ માત્ર દ્વારા વેગ ટ્રાન્સફર છે .

ગેસના પરમાણુ બે અને
તેથી ત્રીજી વસ્તુ

અથવા આ સંબંધમાં છેલ્લી વસ્તુ કે જેથી અમને આંશિક દબાણના ડાલ્ટનના નિયમનું ભૌતિક મૂળ જણાવે
છેવટે જો બે ગેસ બે ગેસ સમાન દબાણ અને
તાપમાન જાળવતા હોય તો અમે તેને ફેલાવવાની મંજૂરી આપીએ છીએ અને તમે તેને ફેલાવી શકો છો.

ખૂબ જ

સરળતાથી દલીલ કરો કે પ્રસરણ દર શું હોવો જોઈએ પ્રસરણ દર

તેઓ કેટલી ઝડપથી પ્રસરે છે તે પ્રસરે છે કારણ કે તેમની પાસે rms વેગ છે અને તેઓ

એક પરમાણુ ફેલાવવા માંગે છે $1e$ સ્પેડ અન્યમાં હવે રેટ જો હું કહું કે માત્ર પ્રમાણસર દર હોઈ શકે છે ફક્ત r એક બાય r બેના
પ્રમાણસર હોઈ શકે છે ખાલી v એક ફરીથી rms યાદ રાખો કે હું rms વિશે જે પણ વાત કરું છું અને અમે

પહેલાથી જ જોયા છે rms m v_{rms} સરળ રીતે આપવામાં આવે છે ρ દ્વારા ત્રણ p

તેથી જો તમે આને બદલો તો પ્રસરણનો

દર ઘનતાના વિપરિત પ્રમાણસર હશે તો તમે તેને કેવી રીતે મેળવશો હું દલીલનું પુનરાવર્તન કરું છું

દલીલ નીચે મુજબ છે કે બે વાયુઓ સમાન દબાણ અને તાપમાનને

ફેલાવવાની મંજૂરી છે એકમાં વિસર્જિત થાય છે અન્ય ગેસ રાંધણ ગેસ સિલિન્ડરમાંથી બહાર આવી રહ્યો છે

અને હવામાં ફેલાય છે

તેથી હું અપેક્ષા રાખું છું કે પ્રસરણનો દર તે કેટલી ઝડપથી ફેલાય છે ઠીક છે હવે r

1 બાય r 2 એ ગેસના પરમાણુઓ કેટલી ઝડપથી આગળ વધી રહ્યા છે તેના પ્રમાણસર હોવા જોઈએ જેથી તે આપવામાં આવશે
આ rms ઝડપની શરતો અને જો આ rms ના સંદર્ભમાં આપવામાં આવે તો અમે rms ની અભિવ્યક્તિ જાણીએ છીએ

ઠીક છે જો હું તેને અહીં પાછો બદલીશ તો હું શોધીશ કે આ દર

\sqrt{v} ના વિપરિત પ્રમાણમાં બરાબર છે ઘનતાના મૂળ છે બરાબર અને પ્રસરણનો ગ્રામ નિયમ કહેવામાં આવે છે આ બધી
વસ્તુઓ અમે કહીએ છીએ તે પ્રાયોગિક ધોરણે માપવામાં આવે છે.

બરાબર અને ગતિ સિદ્ધાંત જો કે ગતિના

સિદ્ધાંતમાં આપણે વેગ વિતરણના સંદર્ભમાં આપેલા માઇક્રોસ્કોપિક વર્ણનની વાત કરી રહ્યા છીએ

જે મેં તમને કહ્યું હતું કે ત્યાં સ્પીડ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન

છે એક વેગ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન છે એક rms સ્પીડ છે પરંતુ

અમે જે તમામ પ્રાયોગિક અવલોકનો કરીએ છીએ તે અહીં પ્રતિબિંબિત થઈ શકે છે.

કારણ કે મેં આજની વાતની છેલ્લી બે મિનિટ વિશે

વાત કરી ત્યારથી મેં છેલ્લા બેમાં પ્રસરણ વિશે ખૂબ જ વાત કરી છે ત્રણ મિનિટ હું

તમને કંઈક કહેવાનો પ્રયત્ન કરીશ હવે અમે ધારી લીધું છે કે જેના દ્વારા હું આગળના લેક્ચરમાં પૂર્ણ કરીશ

જે હું તમને કહેતો હતો કે જુઓ હું વાયુઓ સાથે કામ કરી રહ્યો છું જે દિવાલ સિવાય અથડાતા નથી

જ્યારે મેં ગણતરી કરી તો તમને યાદ છે વેગ સ્થાનાંતરિત થાય છે અને

તેથી દબાણ

હું ચોક્કસ હતો આ કણમાં કોઈ અથડામણ થતી નથી તે ક્રમિક રીતે છે

કન્ટેનરની બે દીવાલો વચ્ચે આગળ અને પાછળ ઉછળવું અને આ દેખીતી રીતે ખૂબ જ કઠોર

ધારણા છે ઠીક હવે જો હું અહીં ગેસ રાખું તો એક ખ્યાલ છે જેનો

અર્થ ફી પાથ ઓકે કહેવાય છે એટલે ફી પાથ કેશ પરમાણુઓ અથડાય છે અને ત્યાં

સરેરાશ ફી પાથનો ખ્યાલ છે જો તમે ગેસ સિલિન્ડરો ગેસ સિલિન્ડરોમાંથી ગેસ નીકળતો

જોશો તો તે એકસરખી રીતે ઠીક થતા નથી જો તમે માઈક્રોસ્કોપ દ્વારા જોઈ શકો છો કે પરમાણુઓ કેવી રીતે આગળ વધી રહ્યા છે

તેમની પાસે

થોડી ઝિગઝેગ ગતિ હશે કારણ કે પરમાણુઓ વચ્ચે અથડામણ છે.

પરમાણુઓ વચ્ચે વાયુના અણુઓ વચ્ચે અથડામણ થાય છે

આ એક મહત્વની બાબત છે જેનો અર્થ મુક્ત માર્ગ છે એટલે મુક્ત માર્ગ એ ફરીથી

સરેરાશ છે શબ્દ એવરેજ એ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ સરેરાશ અંતર છે કે જે વાયુના પરમાણુ બે ક્રમિક અથડામણની બે ક્રમિક સ્થિતિ વચ્ચે

પસાર થાય છે તે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે

મહત્વપૂર્ણ ખ્યાલ કારણ કે તમે જાણો છો કે અમે જે કરી રહ્યા છીએ તે ખૂબ જ આદર્શ છે અમારે

વાસ્તવિક દુનિયાની નજીક આવવું છે અને તમે શોધી શકો છો કે જે λ હું આગળના લેક્ચરમાં વિગતોમાં કરીશ

કે તે અહીં કેટલાક સ્થિરાંક સાથે $n \pi$ ok d ચોરસના આશરે પ્રમાણસર છે

જે હું બરાબર શોધી શકતો નથી, તમે ચકાસી શકો છો કે શું હું આ અભિવ્યક્તિ લખી રહ્યો છું

કણોની ઘનતાની સાચી ઘનતા અને આ છે પરમાણુઓનો વ્યાસ તેથી

હું ધારી રહ્યો છું કે પરમાણુઓ મર્યાદિત કદ ધરાવે છે.

ઠીક ધારી રહ્યા છીએ કે પરમાણુઓ મર્યાદિત કદ ધરાવે છે આ પરમાણુનો વ્યાસ છે આ પરમાણુઓની ઘનતા છે હવે જો તમે આ મર્યાદા ધારો તો હું આગળના વર્ગમાં સાબિત કરીશ કે હું માત્ર છું તમને તેના વિશે થોડું કહેવું છે જો આપણે ધારીએ કે મર્યાદા n શૂન્ય પર જાય છે અથવા d શૂન્ય બરાબર છે તે સમસ્યાના અન્ય લંબાઈના સ્કેલની સરખામણીમાં ખૂબ જ નાનો પ્રભાવ છે.

વચ્ચે કોઈ અથડામણ બરાબર નથી તે બે દિવાલોને અથડાવે છે બરાબર અને મેં બધી અથડામણોની અવગણના કરી છે જે સાચી નથી જો n ખૂબ મોટી હોય અને d ખૂબ મોટી હોય તો તે ખૂબ જ નાની હોય તો આ સાથી ખૂબ જ અડધો ખૂબ જ હાય gh અને હું આ અંદાજો કરી શકું છું તેથી અહીં હું તમને કહેવાનું બંધ કરું છું કે મર્યાદિત કદની ભૂમિકા છે.

ઠીક છે અને તમે જુઓ છો કે મેં હંમેશા ઓછી ઘનતા વિશે વાત કરી છે એટલે કે મુક્ત રસ્તો ખૂબ મોટો છે ઠીક છે ત્યાં એક કદ છે.

ગેસના

પરમાણુઓનું કદ કે જેને ધ્યાનમાં લેવાનું હોય છે જે સરેરાશ મુક્ત માર્ગનો ખ્યાલ લાવે છે જે ઘણા કિસ્સાઓમાં ઉપયોગી છે ભલે તમે ધાતુમાં મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનને ધ્યાનમાં લો અને તમે અમુક મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરો છો અને વાહકતાને ધ્યાનમાં લો ફ્રી ઇલેક્ટ્રોન થિયરીને અર્થ ફ્રી પાથની વિભાવનાની પણ જરૂર છે હું આજે તેને અહીં રોકીશ તમારો આભાર