इसलिए इस व्याख्यान चार में मैं कुछ इंटरैक्टिंग सिस्टम पर चर्चा करूंगा,
इससे पहले मुझे तीसरे व्याख्यान में हमने जो कुछ भी किया, उसके कम से कम कुछ पहलुओं को दोबारा दोहराएं,
इसलिए यह हमारा व्याख्यान संख्या चार है जिसे हम याद करते हुए शुरू करेंगे कि हमने विशिष्ट ताप क्षमता के बारे में क्या बात की थी।
हम cv विशिष्ट की धारणा का परिचय देते हैं,
इसे एक स्थिर आयतन पर मापा जाता है cp विशिष्ट ऊष्मा को एक स्थिर दाब पर मापा जाता
है और cp माइनस cv cp माइनस cv एक आदर्श गैस के लिए r के बराबर होता है
यह मैंने साबित नहीं किया, लेकिन हमने इस फॉर्म को तीन स्थितियों में स्वीकार किया।
सबसे पहले के
बारे में सबसे महत्वपूर्ण है ऊर्जा का समान विभाजन ठीक है, मैं कहता हूं कि यह स्वतंत्रता की प्रत्येक डिग्री
ऊर्जा में आधा kt का योगदान देता है ठीक है इसे समान विभाजन प्रमेय कहा जाता है महत्वपूर्ण ऊर्जा क्या है
दो मीटर से अधिक p वर्ग के बराबर है तो यह द्विघात रूप का आधा किलो के इस रूप में ऊर्जा बहुत महत्वपूर्ण है
इसलिए अब हमने मोनो परमाणु मोनो परमाणु गैसों के लिए मोनो परमाणु गैसों के लिए किया था, हम जानते हैं कि
मुक्त की केवल अनुवादिक डिग्री है ओम तो एन मोनोएटोमिक गैस अणु
तीन बटा दो ऊर्जा का योगदान देंगे nkbt ठीक तीन क्योंकि यह
गति के तीन आयाम तीन घटक हैं और प्रत्येक मुझे आधा kt n दे रहा
है अणुओं की कुल संख्या है
इसलिए मुझे पता चला कि cv 3 बटा 2 के बराबर होना चाहिए आर और सीपी
पांच बटा दो आर के बराबर है,
इसलिए यह सबसे सरल स्थिति है जहां हमारे पास स्वतंत्रता की केवल अनुवाद की डिग्री हो सकती है
यदि मैं द्विपरमाणुक स्थिति में जाता हूं डायटोमिक अणु डायटोमिक अणु हमें सावधान रहना चाहिए
क्योंकि मैंने पिछली कक्षा में जो किया था कठोर सन्निकटन मैं आपको उससे थोड़ा आगे ले जाऊंगा
और आपको कंपन मोड भी बताऊंगा ताकि मेरे पास पिछले व्याख्यान में ट्रांसलेशनल प्लस रोटेशनल और वाइब्रेशनल हो, मैंने डायटोमिक
अणुओं के लिए इन दो भागों पर ध्यान केंद्रित किया
और एक कठोर डायटोमिक अणु को घूर्णी मानते हुए
ठीक है तो ट्रांसलेशनल डिग्री की स्वतंत्रता बहुत सरल है वे मुझे तीन
गुणा दो एनकेबीटी देंगे क्योंकि यह तीन आयाम है लेकिन यदि आप रोटेशन के बारे में सोचते हैं और यदि आप मुझे
कि एक डंबल जैसी संरचना है, यह लंबाई तय की जा रही है यह कठोर
सन्निकटन है तो आपके पास घूर्णन दो रोटेशन अक्ष हो सकते हैं, आप बोर्ड पर झूठ बोलने के बारे में सोच सकते
हैं यह द्रव्यमान का केंद्र है मान लीजिए कि एक बोर्ड पर झूठ बोल रहा है अन्य बोर्ड से बाहर आ रहा है
या बोर्ड में जा रहा है और हम जानते हैं कि
इन दो मोड के अनुरूप घूर्णी गतिज ऊर्जा घूर्णी गतिज ऊर्जा वे आधा i ओमेगा वर्ग के रूप में होंगे इनमें से दो
शब्द जड़ता के क्षण आएंगे आइए हम इसे इसके बारे में लिखते हैं यह रूप अक्ष के अनुरूप है जिसे हमने
खींचा है और अक्ष दो के अनुरूप एक और होगा एक बार फिर यह द्विघात
रूप कोणीय वेग के साथ बहुत महत्वपूर्ण है मुझे आधा kt देगा
इसलिए मुझे
दो घूर्णन डिग्री के कारण एक और आधा kt दो में मिल जाएगा।
स्वतंत्रता की प्लस केबीटी यह मैंने पिछली कक्षा में किया था
यह मुझे पांच बटा दो देता है और आप तुरंत पता लगा सकते हैं कि सीपी क्या है अगर मैं आपको
यह फॉर्म पांच बटा दो केबीटी देता हूं अगर मेरे पास एन है अणु मुझे यहाँ एक n होना चाहिए, इसलिए
cv पाँच बटा दो r द्वारा दिया जाएगा, लेकिन यह सब कंपन मोड नहीं हो सकता
है अब इस कंपन मोड को मैंने अंतिम कक्षा में f के रूप में लिखा था, लेकिन किसी को
सावधान रहना होगा ठीक है मैं f द्वारा कहता हूं 2 एफ बाय 2 आप जोड़ सकते हैं, लेकिन यहां सावधान रहना चाहिए कि क्यों सावधान
रहना चाहिए
एक कंपन मोड एक साधारण हार्मोनिक ऑसीलेटर जैसी स्थिति से मेल खाता है एक साधारण हार्मोनिक ऑसीलेटर में
आप जानते हैं कि वहां एक है और वहां एपी है जिस पर मैंने चर्चा की
है अंतिम वर्ग अगर हमारे पास ई फॉर्म का है पी वर्ग 2 मीटर से अधिक आधा केएक्स वर्ग मेरे पास
स्वतंत्रता की 2 डिग्री है क्योंकि मैंने आपको बताया था कि स्वतंत्रता की डिग्री गिनने की मेरी शैली होगी
जिसमें पी को 1 x के रूप में दूसरे के रूप में शामिल किया जाएगा,
इसलिए यह देगा मुझे तापमान पर सम विभाजन से t यदि मेरे पास
एक आयाम में हार्मोनिक थरथरानवाला की एक प्रणाली ठीक है एक तापमान पर ti की ऊर्जा होगी,
तो enkvt के बराबर होगी,
इसलिए प्रत्येक कंपन मोड जिसे मैंने पिछली कक्षा में f लिखा था, मैंने f को
दो से लिखा था मान लेना प्रत्येक कंपन मोड के लिए f दो है, सटीक होने के लिए कोई भी लिख सकता है cv बराबर है
तीन बटा दो r कुछ f प्राइम क्या अंतर है के बीच ff में दो दोनों हैं q और p ठीक f प्राइम अगर

मैं इसके साथ जोड़ता हूं तो मुझे cv मिलेगा मुझे इसके इस भाग को पांच बटा दो ठीक करने देने के
बराबर मैं सीवी प्राप्त कर रहा था पांच बटा दो प्लस के बराबर fk प्राइम केबीटी ओके एफ प्राइम प्रत्येक
कंपन मोड में प्रत्येक कंपन मोड में एक समन्वय एक क्षण होता है प्रत्येक में
आधा kt का योगदान होता है ठीक है
इसलिए यदि आप f लिखते हैं यह एक केटी के क्रम का प्रमुख है
या आप इसे आसानी से लिख सकते हैं मैं इसे तब तक ठीक लिखता हूं जब तक आपको याद है
कि यदि गतिज और संभावित दोनों डिग्री स्वतंत्रता की है, तो प्रत्येक आधा योगदान देने के लिए तैयार है यह वही है
जिसे मैं स्पष्ट करना चाहता था
इसलिए याद रखें जब भी कोई हो एक कंपन मोड है और वह
वास्तव में गतिज ऊर्जा से योगदान कर रहा है और संभावित ऊर्जा से योगदान कर रहा है,
इसलिए यह ठीक होगा f यहां x और p दोनों की गणना करता है,
इसलिए यदि आपके पास एक कंपन मोड है
तो आपके पास एक होगा हर मोनिक थरथरानवाला एक पी मुझे आधा केटी देता है और अन्य रखता है
अन्य आधा केटी इस एक्स घटक से आता है ठीक है अब पॉली परमाणु अणुओं के लिए सामान्यीकरण
पॉलीएटोमिक जो मैंने पिछली कक्षा पॉलीएटोमिक में भी किया था, वहां तीन तीन
कारक होंगे जो कि के कारण आएंगे कठोर शरीर सन्निकटन और इसके साथ
तीन आपके पास यह ठीक होना चाहिए और यहां मुझे खुद को सही करना चाहिए यह होना चाहिए n
यह पांच गुणा दो तीन प्लस एफ में होना चाहिए ठीक है यह पॉली परमाणु अणुओं के लिए विशिष्ट गर्मी क्षमता
है
इसलिए विचार उचित रूप से गिना जाता है स्वतंत्रता और कंपन मोड की डिग्री अगर मेरा
मतलब है कि प्रत्येक एफ एक अनुवाद एक संभावित दे रहा है मुझे एक केटी ठीक है यह कहने के बाद अब मैं
और अधिक विवरण में मतलब मुक्त पथ पेश करूंगा ठीक है मैं परिचय देता हूं औसत मुक्त पथ की धारणा लेकिन मैं इसे करूँगा
आने वाले कुछ मिनटों में एक अधिक विस्तृत तरीके से ठीक है ठीक है परिभाषित करते हैं कि मतलब मुक्त पथ क्या है
मैं अब तक यह मान रहा हूं कि मेरे गैस अणु यदि अन्यथा उल्लेख नहीं किया गया है तो
यह गैस अणु हैं मोनो परमाणु अणु और मैं यह मान रहा हूं कि वे दीवार के
साथ लोचदार टकराव के अलावा कोई अन्य टकराव नहीं झेलते हैं, जिस तरह से मैं अभिव्यक्ति पर पहुंचा हूं
पी औसत दबाव पी एक तिहाई एमएनसी वर्ग है लेकिन यह सही आदर्श स्थिति है जो
केवल में मान्य है पतला सीमा
इसलिए एक औसत मुक्त पथ है और
औसत मुक्त पथ मुख्य मुक्त पथ है जिसे मैंने अंतिम कक्षा में भी परिभाषित किया है, दो लगातार टकरावों के बीच कैश अणु द्वारा तय की
गई औसत दूरी है जिसे मैंने परिभाषित किया है मतलब मुक्त पथ ठीक है महत्वपूर्ण औसत है मैंने आपको बताया कि
गतिज के इस सेट में हम जो कुछ भी प्राप्त करते हैं, सिद्धांत व्याख्यान औसत फ्रेम में औसत
होते हैं,
इसलिए मैं फिर से एक अणु की औसत गति को परिभाषित करता हूं, मुझे इसे वी बार कहते हैं ठीक है
, समय डेल्टा में इस अणु द्वारा तय की गई दूरी क्या है t जो डेल्टा में v बार है ठीक है
और अब हम मान लेते हैं कि इस अणु का व्यास d समान अणु है मैं आपको इसे एक अर्थ में बता रहा हूं
मैं मान सकता हूं कि सभी अणुओं में एक व्यास है मीटर डी अब यह आदर्श गैस की स्थिति से विचलन है
जहां हमने शुरू में अनुमान लगाया था कि अणु
अंतर-आणविक पृथक्करण की तुलना में बिंदु कण हैं लेकिन अब मैं अनुमान लगा रहा हूं कि अणु
कठोर गोले हैं यह बहुत महत्वपूर्ण है अणुओं को व्यास के गोले सुनाई देते हैं
d अब मैं इन सन्निकटन से माध्य क्षेत्र मुक्त पथ की गणना कैसे कर सकता हूँ
ताकि एक सिलेंडर खींचे ठीक है यह v डेल्टा t है जो
एक समय डेल्टा t पर अणु द्वारा तय की गई औसत दूरी है और अब मान लेते हैं कि यह क्षेत्र pi d वर्ग है
ठीक है तो यह क्षेत्र pi d वर्ग है यह त्रिज्या d है, लेकिन मैंने पहले से ही आणविक व्यास को परिभाषित किया
है d है
इसलिए आणविक त्रिज्या दो से d होगी ठीक है
इसलिए मैं एक सिलेंडर का निर्माण कर रहा हूं
जिसकी लंबाई ऊंचाई v डेल्टा t व्यास है d जहां आणविक व्यास है यहाँ जो
है मैंने d को दो से परिभाषित किया है यदि मैं इसे केवल इस क्षेत्र को लेता हूँ और इसे ड्रा करता हूँ तो
यह मेरा d है और यह मेरा d बटा दो ठीक है अब हम एक अनुमान लगाएंगे अन्य सभी को मान लें अणु अन्य सभी अणु स्थिर होते हैं
ठीक है यह एक सन्निकटन है लेकिन मूल परिणाम
बहुत अधिक नहीं बदलता है अगर मैं यह सन्निकटन नहीं करता हूं तो अब आप बहुत अच्छी स्थिति देख सकते हैं
जो मैंने मान लिया था कि अणु कठिन क्षेत्र हैं व्यास के ठीक हैं d अब कोई भी
अणु अगर मैं सोच सकते हैं कि सभी अणु स्थिर हैं मेरा लक्ष्य अणु

जिसके बारे में मैंने यहां बात की है वह घूम रहा है और यह इस सिलेंडर को इस सिलेंडर के अंदर
एक समय डेल्टा में कवर करता है अब आप देखते हैं कि कोई अणु हिट इससे टकराता है या नहीं इसका केंद्र
इस सिलेंडर के भीतर स्थित होना चाहिए ठीक है यदि इसका केंद्र इस सिलेंडर के अंदर या बेहतर रूप से केंद्रीकृत
होता है तो एक टक्कर होगी ठीक है जो मुझे टक्करों की संख्या बताती है
कि अणु में कौन सा अणु होगा लक्ष्य अणु जो अन्य
अणुओं को स्थानांतरित कर रहा है, जब भी कोई एक केंद्र यहां या अंदर होता है तो स्थिर होता है।
एक टक्कर होगी
तो हम टकरावों की संख्या कैसे जानते हैं उस स्थिति में टक्करों की कुल संख्या मैं
आसानी से कोलाई की कुल संख्या की गणना कर सकता हूं यदि मुझे लगता है कि n संख्या घनत्व है तो
यह सिलेंडर क्षेत्र है pi d वर्ग v औसत डेल्टा t यह कुल
टक्करों की संख्या है जो इसे फिर से करेंगे मैं यहां एक अनुमान लगा रहा हूं, मैं समरूपता मान रहा हूं
कि घनत्व हर जगह समान है कोई फर्क नहीं पड़ता जहां यह लक्ष्य अणु चल रहा है, इसका मतलब है कि
मैं मान रहा हूं कि मैं दीवार से बहुत दूर हूं,
इसलिए अगर ऐसा है तो अब मैं टक्कर की दर का पता लगा सकता हूं
कि प्रति यूनिट समय में कितने टकराव होंगे,
इसलिए यह संख्या है एक समय डेल्टा टी पर टकराव और फिर दो लगातार टकरावों के बीच का समय
एन पीआई डी वर्ग वी औसत है, दो लगातार टकरावों के बीच औसत दूरी क्या है
कि मैं आसानी से इतनी औसत दूरी की गणना कर सकता हूं जिसे मैंने औसत मुक्त पथ के रूप में परिभाषित किया है ताऊ में वी है
ठीक है ताऊ में v औसत जो यहाँ v का ख्याल रखता है और मुझे n pi d वर्ग मिलता है आप आसानी से जांच सकते हैं कि
आयामी रूप से इसकी लंबाई का वास्तव में आयाम है ठीक है क्योंकि इसमें l घन द्वारा एक है यह l वर्ग है
इसलिए आपको l मिलता है तो यह विशिष्ट माध्य फीफा है जो इस तथ्य को ध्यान में रखता है कि गैस को पतला करता है लेकिन यदि
यह बहुत पतला है तो आप देखते हैं कि
n हर में है
इसलिए यह संख्या औसत मुक्त पथ की संख्या बहुत अधिक हो जाती है
इसलिए व्यावहारिक उद्देश्यों के लिए ये लम्बाई बहुत बड़ी है और
गणितीय उद्देश्यों के लिए कोई यह मान सकता है कि कंटेनर के अंदर कोई टक्कर नहीं है लेकिन
यथार्थवादी स्थितियों के लिए एन और डी के संदर्भ में एक औसत मुक्त पथ दिया गया है लेकिन यह कहानी का अंत नहीं है जिसे
मैंने अनुमान लगाया है कि अन्य सभी अणु स्थिर हैं जो स्पष्ट रूप से सत्य नहीं है
हम जानते हैं कि हमारे पास कोई विशेष अणु या विशिष्ट अणु नहीं है जो सभी अणुओं
को गतिमान कर रहा है
इसलिए वास्तव में यहां v सापेक्ष होना चाहिए जो दो अणुओं के बीच सापेक्ष वेग
है ठीक है लेकिन वह इस परिणाम को नहीं बदलता है इतना सब कुछ जो आपके पास एक संख्या हो सकती है और अधिक
परिष्कृत गणना यह संख्या देगी शायद मूल दो के क्रम का लेकिन सार
जो कार्यात्मक रूप या गणितीय रूप हमने पाया है वह सही है
इसलिए यह
कमोबेश पूरा करता है जो मैं आदर्श गैसों के बारे में कहना चाहता था अब यह आदर्श गैसों से परे जाने
और थोड़ा सा इंटरैक्टिंग सिस्टम करने का समय है फिर से मुझे याद है कि इंटरैक्टिंग सिस्टम क्यों
महत्वपूर्ण अंतःक्रियात्मक प्रणालियां महत्वपूर्ण हैं क्योंकि प्रकृति में हम हमेशा चरण संक्रमण देखते हैं
ठीक है हम पानी उबालते हैं यहां तक कि एक कप चाय बनाने के लिए हम अपने रेफ्रिजरेटर में आंखें देखते हैं, ये चरण
संक्रमण कभी भी संभव नहीं हैं क्योंकि मैंने इस बात पर भी जोर दिया है कि अंतिम वर्ग बातचीत के बिना कभी भी संभव नहीं है।

और किस प्रकार की बातचीत ठीक है हम बहुत ही सरल बातचीत करते हैं
मैंने कहा कि औसत मुक्त पथ अभिव्यक्ति प्राप्त करना मुझे लगता है कि वे गर्म क्षेत्र के अणु हैं जो वे
एक दूसरे में प्रवेश नहीं कर सकते हैं यह कुछ सीमा के लिए एक अच्छा अनुमान है लेकिन वास्तव में
अणु नरम होते हैं
इसलिए वे कुछ अर्थों में प्रवेश कर सकते हैं लेकिन हमें इसमें नहीं जाना चाहिए
इसलिए पहले मैं बातचीत पर विचार
करूंगा जो कि कठिन क्षेत्र है रिएक्शन ओके हार्ड स्फेयर इंटरेक्शन इसका मतलब है कि वे एक दूसरे में प्रवेश नहीं कर सकते हैं
यह एक मजबूत प्रतिकर्षण ठीक है और फिर एक कमजोर आकर्षक बातचीत है लेकिन बहुत कम रेंज ठीक है
इसलिए बहुत कम रेंज कमजोर आकर्षक
बातचीत जब अणु एक दूसरे से दूर होते हैं यदि वे हैं पास
में एक कट्टर प्रतिकर्षण होगा ठीक है जो बहुत मजबूत है जो अधिकतर
कम दूरी पर हावी है, वे बहुत दूर हैं एक कमजोर आकर्षक बातचीत है जो
परिमाण में बहुत छोटा छोटा है और छोटी दूरी पर है ठीक है यह इलेक्ट्रो स्टैटिक्स से

Prof@ITK

उत्पन्न हुआ है लेकिन मैं यह नहीं समझाऊंगा कि क्यों और कैसे, लेकिन चूंकि आप संभावित ऊर्जा जानते हैं, इसलिए
मैं संभावित ऊर्जा का एक वक्र खींच सकता हूं और आर के एक समारोह के रूप में आप देख सकते हैं
कि क्या होता है, दूरी तक एक मजबूत प्रतिकारक क्षमता होती है, यह निकटतम
दूरी का अणु हो सकता है दृष्टिकोण और फिर एक कमजोर आकर्षक क्षमता होगी, मैंने
इसे इस बहुत ही सरल रूप वास्तविक रूप में सरल बना दिया है यदि आप रुचि रखते हैं n दो प्रसिद्ध वैज्ञानिकों के नाम पर इसका नाम पता करें
, जिन्हें लेनर जोन्स पोटेंशिअल कहा जाता है, लेकिन यह सबसे सरल रूप है जिसके बारे
में कोई सोच सकता है कि एक मजबूत प्रतिकर्षण क्षमता है।

और जब इसे ध्यान में रखा गया है तो आपने
पहले ही देखा है कि मेरे पास एक औसत मुक्त पथ है दूसरा मैं
राज्य के अपने आदर्श गैस समीकरण में बदलाव करूंगा ठीक है, यह मेरा स्टेट बोल्ट्ज लॉ का समीकरण था
चार्ल्स लॉ यहां से हमें जो कुछ भी पता चला, लेकिन हम क्या करेंगे आदर्श गैस परिदृश्य में सरलतम सुधार प्राप्त करें
राज्य का वैन डेर वाल्स समीकरण है ठीक है मैं राज्य के इस वैन डेर वाल समीकरण पर सिर्फ आधा घंटा बिताऊंगा
मुझे इसे इस रूप में लिखने दें पी प्लस एवी स्क्वायर वी माइनस बी बराबर आरटी मैं हूं
वैन डेर वाल गश के एक मोल को मानते हुए मुझे इसे एक वास्तविक गैस कहने दें ताकि
आप दो सुधार देखें एक सुधार इसके कारण उत्पन्न हो रहा है,
 इसलिए शुरुआत
में इस आकर्षक बल के कारण उत्पन्न होने वाले दबाव में सुधार हमने कहा t टोपी हमारे आदर्श गैस
अणु ऐसे अणु होंगे जिनमें लोचदार टकराव को छोड़कर कोई अन्य बातचीत नहीं होती है
मैं इससे एक प्रस्थान करता हूं मैंने कहा कि एक आकर्षक बल बहुत कमजोर शॉर्ट रेंज है ये
आकर्षक बल औसत आकर्षक बल दबाव में सुधार की ओर जाता है ठीक है और दूसरी
बात वॉल्यूम के लिए एक सुधार आप पहले से ही अनुमान लगा सकते हैं कि वॉल्यूम में यह सुधार ठीक क्यों है वॉल्यूम में सुधार
दूसरे अंक के कारण आ रहा है मैंने अणुओं को बिंदु कण माना है जो हमने पहले
ही इस व्याख्यान की शुरुआत में देखा है उन्हें इस रूप में लिया जाना चाहिए कठोर क्षेत्र
जो एक सन्निकटन भी है, लेकिन यह बिंदु कणों की तुलना में एक बेहतर सन्निकटन है, इसलिए
एक सुधार होगा कि यह सुधार क्यों कंटेनर का पूरा आयतन अब
एक अणु के लिए उपलब्ध नहीं है, कुछ मात्रा को बाहर रखा गया है।

अब बोर्ड के इस हिस्से को साफ करें लेकिन आपको इस बात का ध्यान रखना है कि दबाव उत्पन्न करने के लिए एक सुधार है
जी आकर्षक कमजोर बल के कारण और यहां मात्रा में कुल सुधार है
जो कंटेनर के कुल आयतन का ख्याल रखता है जिसे बाहर रखा जाना चाहिए क्योंकि
वैन डेर वाल्स सन्निकटन में हम अणुओं को कठोर गोले के रूप में मान रहे हैं अब आइए कोशिश करते हैं
इसे निम्न तरीके से करने के लिए पहले समान कणों को कई बार मान लेते हैं मैंने उनके दिल के गोले दोहराए हैं ये झुंड के गोले व्यास के हैं
डी ठीक है
अब उनमें से दो को लेते हैं, उनमें से दो उनमें से एक पर विचार करते हैं जो स्थिर या अधिक
वैज्ञानिक तरीका या अधिक है यह कहने का भौतिक तरीका मैं इस अणु के फ्रेम
में घूम रहा हूं मैं इस अणु के साथ आगे बढ़ रहा हूं ताकि मेरे लिए यह स्थिर हो,
 इसलिए यह एक व्यास वाला है
डी यह व्यास है d एक बार मेरे पास इस रूप का है अब मैं एक बड़ा आकर्षित करता हूं जैसा कि मैंने किया था,
जब मैं माध्य मुक्त पथ प्राप्त कर रहा था, एक संकेंद्रित क्षेत्र
जिसका व्यास दो d या त्रिज्या d है, अब फिर से उस तर्क को याद करें जो मैंने दिया
था, मतलब मुक्त पथ पेश करते हुए टी क्या है टोपी है कि अगर मेरे पास कोई अन्य अणु है जिसका केंद्र यहां आता है,
तो यह एक कठोर कोर प्रतिकर्षण होगा ठीक है, बस विक्षेपित होगा,
टक्कर होगी क्योंकि अणु एक दूसरे में उनके हृदय क्षेत्रों में प्रवेश नहीं कर सकते हैं, इसलिए
यदि ऐसा है तो मैं कह सकते हैं कि प्रत्येक अणु में एक बहिष्कृत मात्रा है इसका क्या मतलब है कि यह अणु चलता है लेकिन उसकी गोलाकार स्थिति
मुझे एक क्षेत्र भी देती है जिसमें त्रिज्या डी है यह मात्रा पूरी मात्रा को बाहर रखा गया है ठीक
है अन्य अणुओं के लिए मैं एक दूसरे अणु पर विचार कर रहा हूं इस मात्रा को बाहर रखा जाएगा
दूसरे अणु के लिए ठीक है तो प्रत्येक अणु अपने साथ एक आयतन रखता है जिसे बाहर रखा गया है
और गोले का आयतन क्या है ठीक मात्रा इस गोले का ठीक चार तिहाई
pi होगा लेकिन यहाँ इस बड़े गोले का त्रिज्या है जो दोगुना है अणु की त्रिज्या
ही ठीक है
 इसलिए मैं इसे d q के रूप में लिख सकता हूँ ठीक है यह वह आयतन है जिसमें यह

शामिल नहीं है मैं फिर से तर्क दोहराता हूँ मात्रा को छोड़कर मैं तर्क को दोहराता हूँ t
किसी भी अन्य अणु का गोला ठीक केंद्र है जो मुझे लगता है कि यहां अधिकतम झूठ बोल सकता है यह करीब नहीं आ सकता है
क्योंकि उस स्थिति में इसे यहां पहला अणु घुसना होगा,
इसलिए यह
इस अणु द्वारा बाहर की मात्रा है जिस पर मैं विचार कर रहा हूं
इसलिए मैं लिख सकता हूं यह निम्नलिखित रूप में है
जो इस तरह है आठ चार तिहाई पीआई डी दो क्यू अच्छी तरह से मुझे तुरंत पता है कि दो घन द्वारा चार तिहाई पीआई डी क्या है
यह मेरे अणु की मात्रा है अगर आपको याद है कि शुरुआत में मैंने
यह कहकर शुरू किया था कि बी आनुपातिक है एक अणु का आयतन इतना स्पष्ट है कि यदि वह स्पष्ट है तो
आप देखते हैं कि यह आठ गुना v अणु है यह वेग नहीं है, बल्कि अणु का आयतन है जो
अणु को व्यास का एक कठिन क्षेत्र मानता है d अब मैं दो अणुओं को ले रहा हूं
विचार मैं प्रश्न पूछ रहा हूं एक अणु है और यह कितना
मात्रा दूसरे अणु के लिए छोड़ देता है तो तस्वीर में दो तो औसतन
यह वैन डेर वाल्स तर्क का मूल तरीका है ठीक है, मैं कह सकता हूं अगर मैं विचार करता हूं रिंग दो अणुओं का
औसत बहिष्कृत आयतन औसत बहिष्कृत आयतन इस मात्रा का आधा होगा
, अणु का आठ गुना आयतन जो मुझे बताता है कि औसतन मात्रा b चार गुना के समानुपाती होगी
एक अणु के आयतन के चार गुना के समानुपाती होगी
इसलिए द्वि बल्कि लिखेंगे b
चार गुना v अणु के समानुपाती होगा, आनुपातिकता स्थिरांक
में कंटेनर में अणुओं की संख्या अधिक होगी अणु मेरे पास
अधिक मात्रा को बाहर रखा जाएगा और अधिक मात्रा को बाहर रखा जाएगा ठीक है और इस शब्द में गंभीर सुधार होगा
इसलिए यह किसी भी तरह
आपको एक एहसास देता है कि मैं फिर से कह रहा हूं कि मैं कुछ भी प्राप्त नहीं कर रहा हूं ठीक घटनात्मक
तर्क y वी माइनस बीटा होना चाहिए इसके बाद सवाल आता है कि आप इसे कैसे प्राप्त करते हैं
एक वी स्क्वायर टर्म ओके ए बाय वी स्क्वायर टर्म की सराहना की जा सकती है।
एक कमजोर
आकर्षक बल है लेकिन यह कमजोर आकर्षक बल बहुत छोटा है
इसलिए हम मान सकते हैं कि
जब भी मेरा अणु किसी भी अणु को लक्षित करता है कंटेनर के भीतर चलते हुए ठीक है हम
इस कमरे को एक कंटेनर के रूप में मान लेते हैं ताकि जब भी अणु इस कंटेनर के अंदर घूम रहे हों
तो मुझे पता है कि इस कमजोर बल की उपेक्षा की जा सकती है, लेकिन दो अनुमान जो आदर्श गैस बनाता है एक
है कोई बातचीत ठीक नहीं है मुझे इसे छोड़ दें लेकिन जब यह दीवार पर जाता है तो कुछ अणु दीवार में होते हैं
और कुछ अणु अंदर होते हैं एक अणु पर विचार करें जो दीवार से
टकराता है अन्य अणुओं का क्या होगा उनके पास आकर्षक बल होता है वे सामूहिक रूप से इस साथी
को दीवार से टकराने वाले साथी अणु को खींच लेंगे।
किनारे पर आप
निम्न तरीके से सोच सकते हैं यदि मेरे पास कंटेनर के अंदर एक अणु है तो उसके
आसपास के अन्य सभी अणुओं का एक आकर्षक बल होगा मोटे तौर पर मैं कह सकता हूं कि उस
पर अभिनय करने वाला शुद्ध औसत बल शून्य है लेकिन जब यह चालू होता है दीवार ठीक है तो अंदर के अन्य अणु
सामूहिक रूप से इसे अंदर खींच लेंगे ठीक है और जब हम व्युत्पन्न मान लेते हैं तो यह दबाव के दबाव को बदल देगा।

o अन्य अणुओं से परस्पर क्रिया, लेकिन अगर अन्य अणु उन्हें दीवार पर अणुओं को आकर्षित करते हैं,
तो मेरा मतलब है कि एक जाल आकर्षक बल होगा जो दबाव को कम करने वाला है,
एक और स्थिति हो सकती है जिसे मैंने अपनी व्युत्पत्ति में कभी ठीक नहीं माना है, वह
है दीवार की दीवार मैंने हमेशा दुनिया को एक निश्चित शरीर माना है और गर्मी का
उन अणुओं के साथ कोई संपर्क नहीं है जो जा रहे हैं और उन्हें मार रहे हैं ठीक है यह भी एक आदर्श स्थिति है जिसे हम
सभी जानते हैं कि आसंजन होता है जिसमें घटनाएं होती हैं जिसमें तरल अणु आह के साथ बातचीत करते हैं
दीवार
इसलिए दो सन्निकटन हैं कंटेनर के अंदर एक आकर्षक बल है मैं
इसके बारे में भूल सकता हूं लेकिन जब भी कोई अणु दीवार से
टकराता है तो उसे कंटेनर के अन्य अणुओं के कारण एक शुद्ध आकर्षक बल भरना चाहिए और दीवार में भी एक प्रतिकारक बल होना चाहिए।
इन
दोनों को एक साथ लेने से उस दबाव में सुधार करना चाहिए, जिसके बारे में मैं बात कर रहा हूं,

इसलिए दो
योगदानों को मैं ध्यान में रखूंगा शब्द की उत्पत्ति की व्याख्या करने या उसकी सराहना करने
के लिए बी वर्ग द्वारा ठीक है
इसलिए दीवार से प्रतिकर्षण के लिए एक कमजोर आकर्षक बल ठीक प्रतिकारक बल अब मैं
समरूपता की अवधारणा में लाता हूं ठीक एकरूपता मुझे बताएगी कि
यह अंतःक्रिया किस अनुपात में है ठीक है, आप किसी भी समय कह सकते हैं
कि दीवार से टकराने वाले अणुओं की संख्या उस घनत्व के समानुपाती होगी जो हमने
पहले ही देखा है,
इसलिए किसी भी क्षण दीवार से टकराने पर अणुओं की पहली संख्या घनत्व के समानुपाती होगी n ओवर वी ठीक है दूसरा कैसे कई
अणु इसे आकर्षित कर रहे हैं
दीवार पर अणुओं की संख्या n बटा v है और जो कुछ भी उन्हें आकर्षित कर रहा है वह
भी n के समानुपाती होगा,
इसलिए दीवार से टकराने पर दो चीजों की संख्या
छोटे l के समानुपाती होगी जो घनत्व है और फिर से उन्हें खींचने वाले अणुओं की संख्या
भी n के समानुपाती होनी चाहिए
इसलिए सुधार अगर मैं अपना दबाव समीकरण लिखता हूं तो यह चार दबाव
अनुपात होगा al से n वर्ग ठीक n दीवार पर n इस पर इस सुधार को फॉर्म में शामिल
किया गया है n क्या मैं आपको पूंजी n अधिक v अधिक याद दिलाता हूं परिष्कृत भाषा मैं इसे घनत्व घनत्व बातचीत कह सकता हूं
ठीक है
इसलिए यह n वर्ग या 1 के समानुपाती है v वर्ग द्वारा अब इन दोनों
को ध्यान में रखते हुए मेरा दबाव रूप आरटीवी माइनस पीआई होगा, इस पर जोर देने की कोशिश करें कि बी कैसे आता है और
इस बातचीत के कारण एक सुधार आ रहा है, मैंने दुनिया से टकराने वाले अणुओं की संख्या और अणुओं की संख्या के बारे में बात
की है जो कि हैं उन दोनों को छोटे
n या एक ओवर vi के समानुपाती होने के कारण फॉर्म का एक ओवर v वर्ग में सुधार होगा और फिर तुरंत
चीज़ को एक साथ रखने पर मुझे av वर्ग मिलेगा v माइनस p बराबर rt है,
इसलिए यह मुझे
वैन डेर वाल समीकरण देता है वास्तविक गैस के एक मोल के लिए ठीक है

"जा रहा है यह बात
मैंने अपने पिछले 10 मिनट में गतिज सिद्धांत के बारे में कहा था।
गैस संक्रमण
ठीक है तरल गैस संक्रमण क्या है आपके पास एक तरल है और आप इसे गर्म करते हैं ठीक है और आपको
एक गैसीय अवस्था गतिज सिद्धांत मिलता है जो हमें बताता है कि ऐसा होना है क्योंकि
अणुओं की गतिज ऊर्जा अणुओं की औसत गतिज ऊर्जा तापमान के समानुपाती होती है
ठीक है यदि आप तापमान बढ़ाते हैं तो गतिज ऊर्जा बहुत अधिक होगी और यह
गैसीय अवस्था में जाएगी और स्वतंत्र रूप से चलती है ठीक है अब भी एक तरल गैस संक्रमण है और
आपने ध्यान दिया होगा कि कभी-कभी हम गैस कहते हैं कभी-कभी हम वाष्प को आदर्श गैस समीकरण कभी नहीं कहते हैं
मुझे इस संक्रमण के बारे में बताने में सक्षम हो या तरल और वाष्प के बारे में उनका अंतर क्या है
वैन डेर वाल समीकरण आपको बताता है कि और हालांकि यह एक बहुत ही घटनात्मक व्युत्पत्ति है
लगभग सुधारों का अनुमान लगाना ठीक है फिर भी प्रायोगिक भूखंड यदि आप केवल
Google वैन डेर की तलाश में हैं वाल समीकरण प्रायोगिक भूखंड आप देखेंगे कि इसी तरह के भूखंड प्रयोगात्मक
रूप से सौ साल से अधिक पहले देखे गए थे, तो मैं क्या करने जा रहा हूं प्लॉट को इज़ोटेर्म कहा जाता है ठीक है
इज़ोटेर्म्स इन शर्तों को आप कई बार देखेंगे ऊष्मप्रवैगिकी में ये इज़ोटेर्मल एडियाबेटिक
व्याख्यान के इस सेट का हिस्सा है एक इज़ोटेर्म क्या है आप तापमान को स्थिर रखते हैं यह बहुत
महत्वपूर्ण है ठीक है आप तापमान को स्थिर रखते हैं ठीक है और फिर एक फ़ंक्शन के रूप में प्लॉट दबाव आयतन के ठीक ये समतापी
कहलाते हैं आप
इसे विभिन्न स्थिर तापमानों के लिए प्लॉट करते हैं ठीक है अब मुझे वैन डेर वाल इज़ोटेर्म की साजिश करने दें और
देखते हैं कि यह तरल गैस संक्रमण के बारे में कैसे बात कर सकता है ठीक है और दूसरी बात यह है कि यह महत्वपूर्ण तापमान के बारे में
कैसे बात करता है
जो मैं करने जा रहा हूं अब आपको बता दूं कि पहले मुझे आयतन के एक फलन के रूप में दबाव की साजिश रचने दें,
यह मेरा पहला वक्र है, तापमान के लिए ठीक है t 1 यह तापमान के लिए है, आइए हम t 2 कहें
, आयतन के कार्य के रूप में दबाव यह t 1 t 2 है, मुझे प्लॉट करने दें कुछ विशेष तापमान मैं
इसे टीसी या महत्वपूर्ण तापमान कह रहा हूं और इसके ऊपर यह मेरा वक्र है अब देखें

मुझे इस वक्र को थोड़ा और यथार्थवादी बनाते हैं आप देखते हैं कि एक ऐसा क्षेत्र है जहां ich लगभग
क्षैतिज है इस क्षेत्र को सह-अस्तित्व क्षेत्र कहा जाता है ठीक है और मैं इस क्षेत्र द्वारा इस बिंदीदार वक्र द्वारा सीमांकन करता हूं
ठीक है और यह क्षेत्र तरल और वाष्प के तरल का सह-अस्तित्व है ठीक है
इसलिए आप तापमान बढ़ाते हैं
ठीक है आप एक चरण से दूसरे चरण में जाते हैं इस दिशा में तापमान बढ़ रहा है यह
tc से अधिक नहीं है
इसलिए t एक t दो t एक tc से अधिक t दो से अधिक है
और जो आप इस बिंदीदार क्षेत्र को देखते हैं वह आपको बताता है कि सह-अस्तित्व क्षेत्र उस महत्वपूर्ण तापमान पर एक बिंदु तक सिकुड़ जाता है
तो क्या महत्वपूर्ण तापमान का महत्व सबसे पहले है यदि
आप दबाव बदलते हैं तो ठीक है यदि आप दबाव बदलते हैं तो यह आपका उच्च दबाव कम मात्रा है यह
निम्न दबाव उच्च मात्रा क्षेत्र है
इसलिए तरल और गैस वे यहां इस क्षेत्र में सह-अस्तित्व में हैं ठीक है लेकिन जैसे ही आप
तापमान बढ़ाते हैं यह सह-अस्तित्व क्षेत्र एक बिंदु तक सिकुड़ जाता है और
महत्वपूर्ण तापमान से अधिक तापमान के लिए ऐसा कोई सह-अस्तित्व क्षेत्र नहीं है ठीक है यह
वें का पहला अर्थ है ई महत्वपूर्ण तापमान
इसलिए यदि आप दबाव बदलते हैं तो
तरल और गैस के बीच एक सह-अस्तित्व क्षेत्र है ठीक है या बल्कि तरल और वाष्प मैं शब्दावली क्यों बदलता हूं जो
आप जल्द ही देखेंगे क्योंकि महत्वपूर्ण तापमान टीसी के नीचे आप दबाव बदल सकते
हैं और एक चरण से दूसरे चरण में जा सकते हैं ठीक है यह दूसरा निहितार्थ या संबंधित निहितार्थ है
मैं एक गैस को महत्वपूर्ण तापमान से महत्वपूर्ण तापमान से नीचे वाष्प
कहूंगा क्या होगा दबाव की कोई मात्रा नहीं दबाव की कोई मात्रा तरल नहीं कर सकती गैस को द्रवीभूत कर सकती है यह
तथाकथित महत्वपूर्ण तापमान का निहितार्थ है यदि आप पीटी आरेख पी को टी के एक समारोह के रूप में प्लॉट करना चाहते हैं
, यह भी बहुत उपयोगी है ठीक मात्रा को स्थिर रखते हुए आप देखेंगे कि यह पीटी
आरेख महत्वपूर्ण बिंदु पर समाप्त होता है ठीक है यह आपकी गैस है और वे महत्वपूर्ण तापमान और उससे आगे तक सह-अस्तित्व में हैं
कि कोई सहअस्तित्व नहीं है
इसलिए वैन डेर वाल्स समीकरण जो मैंने
आपके लिए समझाया है, हमें निम्नलिखित चीजों की ओर ले जाता है यह तरल गैस संक्रमण की व्याख्या करता है जो ch हम
प्रकृति में देखते हैं कि यह तरल गैस संक्रमण तापमान को बदलकर प्राप्त किया जा सकता है ठीक है
हर समय पानी उबालता है या दबाव के आवेदन द्वारा ठीक है, लेकिन अगर मैं तापमान में पर्याप्त रूप से उच्च हूं
जो महत्वपूर्ण तापमान है तो ठीक है हम आवेदन करके गैस को द्रवीभूत नहीं कर सकते
दबाव की कोई भी मात्रा यदि मैं महत्वपूर्ण तापमान का परीक्षण कर रहा हूं तो हमेशा एक सह-अस्तित्व वाला
क्षेत्र होगा जिसमें वाष्प और तरल सह-अस्तित्व में होंगे या तो यह पूरी तरह से तरल चरण है या यह गैस
चरण है या यह सह-अस्तित्व में होगा ठीक है,
इसलिए यह संक्षेप में निहितार्थ का ठीक है वैन डेर वाल समीकरण
इसलिए मैंने वैन डेर वाल्स समीकरण के लिए
आदर्श गैस समीकरण को ठीक किया, अणुओं के परिमित आकार को ध्यान में रखते हुए जो
अणुओं के बीच वॉल्यूम कमजोर आकर्षक बल को एक सुधार शब्द देते हैं
जो अन्यथा पूरी तरह से उपेक्षित था और जिसके परिणामस्वरूप कुछ बातचीत हुई जो कि
अणुओं के घनत्व के समानुपाती होता है और
इसलिए दबाव में सुधार होता है जो कि नहीं था
वहाँ आदर्श गैस मामले में ठीक है जो हमें वैन डेर वाल्स समीकरण की ओर ले जाता है
जो मैंने यहां वास्तविक गैस के एक मोल के लिए लिखा है अगर मैं वैन डेर वाल्स इज़ोटेर्म की साजिश रचता हूं तो यह हमें
अच्छी तरह से बताता है कि तापमान बदलने से या तो चरण संक्रमण हो सकता है या दबाव बदल रहा है,
लेकिन एक महत्वपूर्ण तापमान है जिसके ऊपर कोई भी दबाव गैस को द्रवीभूत नहीं कर सकता है यदि मैं
tc से अधिक tc से कम tc से अधिक तापमान पर हूं, तो मैं इसे एक सह-अस्तित्व क्षेत्र के माध्यम से प्राप्त कर सकता हूं
जिसमें तरल और वाष्प सह-अस्तित्व में t से कम है।
tc मैं इसे वाष्प t से अधिक tc कहूंगा
यह एक गश गतिज ऊर्जा है जो दबाव पर हावी है इससे मैं गतिज सिद्धांत पर व्याख्यान के अपने सेट को समाप्त कर दूंगा
और व्याख्यान के अगले सेट में ऊष्मप्रवैगिकी की चर्चा शुरू हो जाएगी
, आज की कक्षा के लिए धन्यवाद।