हम सरल हार्मोनिक गति पर अपनी चर्चा जारी रखते हैं
पिछले व्याख्यान से याद करते हैं कि
हमने सरल हार्मोनिक गति के लिए गति के समीकरण को देखा और
हमने जो पाया वह यह है कि यदि विस्थापन x है तो
मुझे इस विस्थापन को गति का समीकरण कहते हैं d दो x अधिक था
dt वर्ग माइनस कुछ स्थिर x के बराबर है और हमने इस c की पहचान की है जो 0 से अधिक है
माइनस ओमेगा वर्ग x के रूप में जहां ओमेगा कोणीय आवृत्ति है
इसलिए इस समीकरण को देखते हुए d दो x बटा dt वर्ग माइनस के बराबर है ओमेगा
वर्ग x हमने समाधान भी लिखा है क्योंकि एक्सटी कुछ स्थिरांक के बराबर है ओमेगा टी की एक कोज्या
और ओमेगा टी की बी साइन जहां स्थिरांक ए और बी दो स्थितियों से निर्धारित होते हैं जो विस्थापन हो सकते हैं उदाहरण के लिए विस्थापन और
वेग शून्य पर हो सकता है या दो अलग-अलग समय पर विस्थापन और हमने इसके कुछ उदाहरणों को हल किया है, हमने समीकरण के अलावा भी सीखा है,
इसलिए समीकरण जो d दो x बटा dt वर्ग बराबर माइनस
ओमेगा वर्ग x है याद रखें हमने इस समीकरण को कैसे प्रेरित किया यह समीकरण
r त्रिज्या के वृत्त में गतिमान कण के x और y निर्देशांकों को देखकर प्रेरित था यह
या तो गति v या कोणीय गति ओमेगा के साथ समान रूप से गतिमान है ताकि
समय t में बनने वाला कोण ओमेगा हो t और इसका x घटक ओमेगा t के x के बराबर r कोसाइन के रूप में दिया गया है और y घटक को r ओमेगा tyt की साइन के रूप में दिया गया है और
ये सरल हार्मोनिक गतियां हैं और फिर इसके माध्यम से हम समीकरण तक पहुंच सकते हैं
हमने यह भी सीखा कि यह शम का प्रतिनिधित्व है और अंत में हमने
पिछले व्याख्यान में देखा कि शारीरिक रूप से एक वसंत द्रव्यमान प्रणाली जब वसंत हुक के नियम का पालन करता है तो सरल हार्मोनिक गति करता है,
इसलिए यह एक सेटअप है
जिसके खिलाफ अब इस व्याख्यान में मैं आपको दिखाने जा रहा हूं और इसके साथ चर्चा करता हूं आप कुछ और उदाहरण देते हैं जहां आप सरल हार्मोनिक गति देखते हैं तो ये भौतिक सिस्टम हैं जहां सरल हार्मोनिक
गति होती है एक स्पष्ट प्रश्न यह है कि यदि मैं इस वसंत को लेता हूं और हन करता हूं तो क्या होता है
एक ऊर्ध्वाधर स्थिति में इसके लिए ga द्रव्यमान याद रखें पिछली बार हमने जो देखा था वह एक वसंत था और द्रव्यमान जो द्रव्यमान पर घूम रहा था वह एक क्षैतिज घर्षण रहित सतह पर घूम रहा था अब मैं एक द्रव्यमान को देखने जा रहा हूं
जिसे एक से लटकाया जा रहा है वसंत से लटका हुआ है , तो क्या होता है यदि द्रव्यमान m
है, यह है कि शुरू में वसंत खिंचाव के लिए जा रहा है और द्रव्यमान कुछ संतुलन की स्थिति में नीचे आने वाला है,
तो यह कितना खिंचाव करता है मान लें कि यह l से फैलता है जो कि
mg होने वाला है k से जहां k वसंत स्थिरांक है जिसे हमने पिछली बार परिभाषित किया था कि m ब्लॉक का द्रव्यमान है और g गुरुत्वाकर्षण त्वरण है
इसलिए यह द्रव्यमान नीचे आता है जो
मैं आगे करने जा रहा हूं, इसे y दूरी से थोड़ा सा खींचें या इसे ऊपर धकेलें दूरी y और रिलीज द्वारा
इसलिए हम पूछते हैं कि क्या होता है यदि हम द्रव्यमान को y दूरी से खींचते हैं या समान रूप से धक्का देते हैं और इसे छोड़ देते हैं तो देखते हैं कि क्या होगा
जैसा कि द्रव्यमान को अपनी प्रारंभिक संतुलन स्थिति से नीचे खींच लिया जाता है
जो कि l पर था एक दूरी yt वह उस पर वसंत के कारण शुद्ध बल
ऊपर की ओर जा रहा है और वसंत के कारण यह बल k शुद्ध विस्थापन होने जा रहा है
अब l प्लस y है और निश्चित रूप से यह बल इसे ऊपर खींच रहा है इसलिए
मैं इसे केवल एक द्वारा दिखाऊंगा तीर ऊपर और m के कारण इसका स्वयं का f
mg होने वाला है जो नीचे जा रहा है
इसलिए शुद्ध बल kl प्लस y माइनस mg होने जा रहा है
और याद रखें kl बराबर mg kl बराबर mg और
इसलिए मेरे पास जो कुछ
बचा है वह इसे ऊपर खींच रहा है ध्यान दें कि विस्थापन नीचे की ओर है
और बल ऊपर की ओर है
इसलिए मैं लिख सकता हूं कि जब इस पर बल को खींचा जाता है
तो दूसरी ओर शून्य से ky होता है, मान लीजिए कि यह वसंत प्रारंभिक स्थिति से ऊपर की ओर धकेल दिया जाता है,
जहां द्रव्यमान ऊपर से फैला हुआ था ।
वसंत की लंबाई
एल से ऊपर थी और अब मैंने इसे y द्वारा ऊपर धकेल दिया है, तो वसंत के कारण बल kl माइनस y होने जा रहा है और यह

ऊपर की ओर होने वाला है क्योंकि मैं यह मान रहा हूं कि l y से बड़ा है इसलिए
वसंत अभी भी फैला हुआ है और f द्रव्यमान के कारण mg .
होने जा रहा है और नीचे की ओर
इसलिए शुद्ध बल फिर से kl माइनस y माइनस mg माइनस ky राइट के बराबर होने वाला है और यह माइनस
साइन माइनस ky ऊपर की ओर या ky नीचे की ओर है
इसलिए जब y ऊपर होता है तो बल दूसरा तरीका होता
है,
इसलिए नेट फ़ोर्स मैं हमेशा कर सकता हूं
इसलिए लिखें कि स्प्रिंग को ऊपर धकेला गया है या
नीचे धकेला गया है f हमेशा माइनस k y के बराबर होने वाला है,
इसलिए गति का समीकरण m
d दो y बटा dt वर्ग बराबर माइनस ky या d दो y बटा dt स्क्वायर बराबर माइनस होगा k मेरे
ओमेगा वर्ग के ऊपर अभी भी k बटा m आता है, भले ही आप वसंत को लंबवत रूप से लटका दें,
निरंतर बल द्वारा नीचे खींचा जा रहा है, द्रव्यमान को निरंतर बल द्वारा नीचे खींचा जा रहा है
फिर भी ओमेगा वर्ग वही रहता है एक संबंधित समस्या हो सकती है ऐसा हो कि अगर मैं इस
स्प्रिंग मास सिस्टम को एक क्षैतिज टेबल पर रख दूं और इसे एक स्थिर बल f से खींचूं तो जो कुछ
होने वाला है वह अपनी स्थिति को एक नई स्थिति में बदलने वाला है, इस विस्थापन के साथ
k के ऊपर f और उसके बाद वह अगर मैं इसे फिर से उस स्थिति से विस्थापित करता हूं तो फिर से
वही आवृत्ति ओमेगा वर्ग k बटा m के बराबर होता है,
इसलिए इस प्रणाली की प्राकृतिक आवृत्ति अपरिवर्तित रहती है,
भले ही स्प्रिंग मास सिस्टम लंबवत हो या यह क्षैतिज और स्थिर हो और एक स्थिर बल लगाया जा रहा हो
जो कुछ होता है वह संतुलन बिंदु है शिफ्ट आइए हम फिर से दूसरा उदाहरण
लेते हैं मैं इन उदाहरणों को आपको यह दिखाने के लिए ले रहा हूं कि सिस्टम कितने अलग-अलग सरल हार्मोनिक गति करते हैं
इसलिए इस प्रणाली में मैं एक स्ट्रिंग खींचने जा रहा हूं ताकि इसमें तनाव हो
मी के बीच में एक द्रव्यमान एक और वसंत संलग्न करता है , समान तनाव के लंबाई के समान वसंत
और इसे दूसरी तरफ एक दीवार से जोड़ देता है,
इसलिए मेरे पास लंबाई के दो तार हैं l दोनों
में तनाव है t उन्हें इस द्रव्यमान के बीच में खींच लिया गया है और अगला हम जो
करते हैं वह विस्थापित है यह प्रारंभिक स्थिति है इस पूरी चीज को प्रदर्शित करता है थोड़ा तनाव रहता है टीआई इसे इस तरह से
विस्थापित करेगा कि मान लीजिए कि
यह दूरी xx से अधिक है l बहुत अधिक है एक से कम इसलिए
स्ट्रिंग की लंबाई में परिवर्तन वास्तव में बहुत अधिक नहीं है
इसलिए तनाव लगभग वही रहता है
जो होने वाला है हालांकि यह द्रव्यमान इस तरफ स्ट्रिंग द्वारा इस तरह खींचा जा रहा है
और इस तरह से इस तरफ स्ट्रिंग करने के लिए और इसलिए
इस दिशा में एक शुद्ध बल एफ नेट होने जा रहा है स्ट्रिंग पर दूसरी ओर विस्थापन के विपरीत
अगर मैं इस द्रव्यमान को इस तरह नीचे खींचता हूं यह तनाव है यह तनाव
है तो बल है इस दिशा में
इसलिए आप देख सकते हैं कि जब
द्रव्यमान विस्थापित होता है तो उस विस्थापन का विरोध करने वाला एक बल होता है और
वह बल कितना होता है, आइए हम गणना करें कि यह कोण थीटा है मैं इस पक्ष में भी लिख सकता हूं
थीटा तो इस पर कुल बल है दाहिनी ओर से तनाव का एक घटक बाईं ओर से तनाव का एक घटक होने जा रहा है,
इसी तरह ये दो घटक
मुझे शुद्ध बल देने जा रहे हैं
इसलिए f नेट वह ऊर्ध्वाधर घटक होने जा रहा है जिसे आप देख
सकते हैं सिली सी थीटा की साइन होने जा रही है और थीटा की टी साइन है जो
थीटा की दो टी साइन है क्योंकि एक्स की तुलना में काफी कम है
पाप थीटा लगभग बराबर है उसी तरह जैसे टैन थीटा मोटे तौर पर उसी तरह है जैसे
थीटा एक्स ओवर एल है और
इसलिए f नेट दो tx ऊपर l और
विस्थापन के विपरीत दिशा में होने जा रहा है
इसलिए मैं सामने एक ऋण चिह्न लगाने जा रहा हूं,
इसलिए हमें पता चला कि इस सिस्टम में f नेट विस्थापन के विपरीत है और इसका
माइनस दो tx है l द्वारा

इसलिए द्रव्यमान के लिए गति का समीकरण mx डबल डॉट होने जा रहा है,
l के ऊपर माइनस टू tx के बराबर है जिसे मैं lx से माइनस टू t लिख सकता हूँ और इसलिए
x डबल डॉट माइनस टू t अधिक lm गुना x है इसकी पहचान करना ओमेगा वर्ग के रूप में आपके
पास द्रव्यमान है जो अब कोणीय आवृत्ति के साथ दोलन कर रहा है ओमेगा
दो टी के वर्गमूल के बराबर एलएम या समय अवधि के बराबर है दो पीआई वर्गमूल दो टी से अधिक एलएम और इस द्रव्यमान का सामान्य
विस्थापन yt या xt
जा रहा है वर्ग के कुछ स्थिरांक a कोज्या के रूप में दिया जाए यूरे रूट टू टी ओवर एलएमटी
प्लस बी साइन टू स्क्वायर रूट ओवर एलएम टी ताकि एक और उदाहरण आपको यह दिखाने के लिए कि हमारे जीवन
में कई अलग-अलग स्थितियों में लगभग हर दिन सरल हार्मोनिक गति होती है
मुझे एक तीसरा उदाहरण उदाहरण लेने दें तीन मान लीजिए कि मेरे पास एक लकड़ी का ब्लॉक है या किसी
तरल में तैरने वाली किसी भी सामग्री का कोई भी ब्लॉक है इस समान सतह क्षेत्र के इस ब्लॉक को
यहां कॉल करें और यह गहराई से डूबे हुए कुछ तरल में तैर रहा है l यहाँ यह है
इसलिए यह जलमग्न है यह है एक सतह
और यहाँ से यहाँ तक की गहराई l है और आर्किमिडीज़ सिद्धांत से मुझे पता है कि rho gl बार a तरल का भार है
विस्थापन mg होने वाला है जहाँ m ब्लॉक का द्रव्यमान है, ठीक rho तरल का घनत्व है l वह गहराई है जिस पर ब्लॉक डूबा हुआ है
g गुरुत्वाकर्षण त्वरण है और ai ने आपको दिखाया है कि
यह क्रॉस सेक्शन का एक क्षेत्र है
इसलिए मेरे पास एक rho gl बराबर mgg कैंसिल है
इसलिए m एक rho लिक्विड टाइम्स l के बराबर
है जो कि द्रव्यमान है ब्लॉक नं हम क्या करते हैं क्या हम इसे थोड़ा विस्थापित करते हैं मान लीजिए कि मैं
इसे नीचे धक्का देता हूं ठीक है मैं इसे थोड़ा नीचे दबाता हूं इसे y से नीचे धकेलता हूं क्या होता है जब मैं
ब्लॉक को y से नीचे दबाता हूं तो यह तरल है पहले ब्लॉक गहराई तक था l और
अब हमने इसे y द्वारा और नीचे धकेल दिया है,
इसलिए निचली सतह पर अधिक दबाव महसूस होने वाला
है और
इसलिए शुद्ध f उछाल बल तरल विस्थापन के भार का आयतन होने जा रहा है,
इसलिए क्षेत्रफल समान रहता है l + y rhog और यह बल ऊपर है,
उत्प्लावन बल हमेशा ऊपर की ओर होता है और f गुरुत्वाकर्षण के कारण गुरुत्वाकर्षण बल
mg n नीचे दाईं ओर होता है,
इसलिए मैं इसे माइनस के रूप में लिख सकता हूं जैसे प्लस अप साइन प्लस साइन
और
इसलिए f नेट जा रहा है be al rho g माइनस mg 0 सही है, हमें अभी पता चला है कि a
एक rho l के बराबर है और
इसलिए aal rho g और mg वही हैं जो वे रद्द करते हैं और आपको शुद्ध
बल ay rho g ऊपर मिलता है,
इसलिए यदि आप इसे नीचे धकेल रहे हैं तो यह है एक बल ऊपर की ओर तो बल
विस्थापन के विपरीत होता है आइए देखें कि क्या होता है यदि मैं इसे ऊपर शिफ्ट करता हूं
इसलिए मान लीजिए कि उसी
तरल में ब्लॉक शुरू में गहराई तक था l लेकिन अब मैंने
इसे y दाईं ओर ऊपर धकेल दिया है,
इसलिए अब गहराई l माइनस y होने जा रही है और f उछाल एक rho gl होने जा रहा है माइनस y
अभी भी ऊपर जा रहा है और f गुरुत्वाकर्षण या वजन माइनस mg नीचे होने वाला है
फिर से जब मैं दो बलों को जोड़ता हूँ f net एक rho glnmg कैंसिल हो जाता है और
आपको माइनस a rho gy up और माइनस साइन का मतलब मिलता है नीचे तो यह ag rho y down होने जा रहा है,
इसलिए जब
y धनात्मक होता है जिसका अर्थ है कि ऊपर धकेला जा रहा है बल नीचे है तो शुद्ध बल
भाव समान f नेट हैं चाहे ब्लॉक ऊपर जाए या नीचे आए, माइनस ag है rho ya
g rho rho yag rho y
इसलिए गति का समीकरण md दो y बटा d
t वर्ग बराबर माइनस ag rho y या d दो y बटा dt वर्ग बराबर
माइनस ag rho मेरे नंबर a rho के बराबर है बार l m था
इसलिए मैं इसे लिख सकता हूं क्योंकि g over lym over a rho is a rho l और इसलिए
omega एक वर्ग के बराबर होने जा रहा है जी बटा एल या समय अवधि होने जा रही है
जी दो पीआई पर एल का वर्गमूल सही है

इसलिए यदि यह गहराई से नीचे जाता है तो समय
अवधि जी के ऊपर दो पीआई एल होने जा रही है अगला उदाहरण i मैं अगले उदाहरण को लेने से पहले ओह ले जा रहा हूं, आप इसे अन्य आकारों में भी सामान्यीकृत कर सकते हैं
, उदाहरण के लिए यदि मेरे पास यह पानी है और मैं इसमें कुछ और डूबाता हूं तो ठीक है जिसमें एक समान क्रॉस सेक्शन है, उदाहरण के लिए मेरे पास हो सकता है एक बोतल जो उस स्थिति में जलमग्न होती है
जब बोतल को नीचे या ऊपर धकेला जाता है संबंधित क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र
यह क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र होने जा रहा है तो आप इसे ठीक कर सकते हैं मैंने
आपको पहले ही यह विचार दिया है कि इन समस्याओं को कैसे हल किया जाए अगला उदाहरण
नंबर चार जो मैं लेने जा रहा हूं वह एक समान क्रॉस सेक्शन का एक यूट्यूब है
जिसमें हमने कुछ तरल भरा है और हम कहते हैं कि
इस तरल कॉलम की पूरी लंबाई एल है जो अब हम करते हैं इस तरल को
नीचे धक्का देते हैं ताकि तरल की नई स्थिति कहने दें एक तरफ ऊपर जाता है और दूसरी तरफ समान राशि से नीचे आता है
इसलिए यह प्रारंभिक संतुलन स्थिति थी
इसलिए यह राशि y से ऊपर जाती है और
इसलिए यह एक राशि y से नीचे आती है ताकि
यहां से कुल ऊंचाई दो y हो दूसरा तरीका यह भी हो सकता है कि तरल
को दूसरी तरफ ऊपर की ओर धकेला जा सकता है y यह y है यह भी y है तो अब क्या
होता है यह अतिरिक्त दो आंखों की ऊंचाई एक दबाव अतिरिक्त दबाव लागू करती है और जो ऊंचाई के रूप में तरल स्तंभ को नीचे धकेलती है
दबाव कम हो जाता है और दबाव भी कम हो जाता है और
इसलिए बल भी नीचे चला जाता है,
जब ऊंचाई h होती है, तो इसके कारण दबाव क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र होने वाला होता है
एक क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र एक बार पंक्ति तरल होता है।
शुद्ध बल
और विस्थापन के विपरीत दिशा में है
इसलिए यदि बायें हाथ पर द्रव का विस्थापन अधिक है
तो बल इसे इस तरह नीचे खींच रहा है जैसा कि यहाँ दिखाया गया है कि बायीं भुजा
नीचे आती है दाहिनी भुजा ऊपर जाती है दूसरा हाथ यदि दाहिनी भुजा पर तरल अधिक है
तो दाहिना हाथ नीचे चला जाता है और यहां यह ऊपर जाता है
इसलिए बल
विस्थापन के विपरीत होता है तरल का द्रव्यमान क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र गुणा होता है l मात्रा है बार rho द्रव जो कि द्रव्यमान है और
इसलिए गति का समीकरण myd दो y बटा dt वर्ग
है, शून्य से दो a rho g गुणा y के बराबर है, जो कि हमने
बल की गणना दो a rho yg दो a rho yg और द्रव्यमान अल है rho
so al
rho बराबर है माइनस टू a rhogya कैंसिल करता है तो rho और आपके पास गति का समीकरण
है या दो y बटा dt वर्ग है, आपके पास गति का समीकरण है d
दो y बटा dt वर्ग माइनस दो g के बराबर है l गुना y पर यह बिल्कुल वैसा ही
समीकरण है जैसा कि साधारण हार्मोनिक गति के लिए होता है और
इसलिए आपके पास
साधारण हार्मोनिक गति की आवृत्ति होने वाली है, जैसा कि दो g बटा l या दोलनों की समयावधि
l के दो pi वर्गमूल के बराबर होती है दो ग्राम तो ये कुछ उदाहरण हैं आप दैनिक जीवन में देखते हैं कि
आप इसे घर पर भी कर सकते हैं और इस समय को माप सकते हैं और देख सकते हैं कि सरल हार्मोनिक गति वास्तव में
होती है, मैं अब सरल हार्मोनिक गति के एक बहुत ही विशिष्ट उदाहरण के लिए आने जा रहा हूं
जिसे सरल पेंडुलम कहा जाता है और इसे प्राप्त करता है एक साधारण पेंडुलम के दोलन के लिए समय अवधि जो कुछ भी हम यहां करते हैं आप घर पर भी देख सकते हैं
क्योंकि एक बहुत ही आसान काम है जो आपको करना है एक स्ट्रिंग लें और नीचे एक द्रव्यमान को बांधें द्रव्यमान
की सीमा या द्रव्यमान का आकार होना चाहिए स्ट्रिंग की लंबाई से बहुत कम
हो और फिर यह एक साधारण पेंडुलम बन जाता है यदि आप इसे एक तरफ विस्थापित करते हैं तो द्रव्यमान दूसरी तरफ वापस आ जाता है ऊर्जा समान ऊंचाई तक नहीं खोती है और आगे और पीछे गति करती है
इसलिए पहले
आपने ध्यान दिया कि पेंडुलम की गति आवधिक है लेकिन सवाल यह है कि गति सरल हार्मोनिक गति है और आप देखेंगे और
यह स्पष्ट हो जाएगा कि क्या यह पेंडुलम को एक छड़ से बना है जो कि बड़े थीटा के लिए है यदि

ऊर्ध्वाधर से विस्थापन बड़ा है यह सरल हार्मोनिक नहीं है दूसरी ओर यदि
थीटा बहुत छोटा है तो गति सरल हार्मोनिक है तो आइए देखें कि यह कैसे होता है यदि थीटा
छोटा है तो छोटे विस्थापन के लिए मैं इसे इस पर विचार कर सकता हूं लगभग क्षैतिज रूप से ठीक चल रहा है
ताकि यदि विस्थापन x ठीक है तो x दिशा में बल मुझे गणना करने की आवश्यकता
है कि वह बल क्यों है, आइए हम विश्लेषण करें कि जब पेंडुलम विस्थापित होता है
और यहां मैं एक कोण बनाने जा रहा हूं वजन मिलीग्राम है दो घटकों के रूप में लिखा जा सकता है
एक घटक स्ट्रिंग के साथ है और दूसरा एक स्ट्रिंग के लंबवत है और यह
विस्थापन के विपरीत दिशा में है और यह घटक यदि यह कोण थीटा
है तो स्ट्रिंग के लंबवत यह घटक एमजी साइन के बराबर है थीटा का ठीक है तो यहां पेंडुलम है इसे एक कोण से विस्थापित किया गया है
थीटा यहां वजन मिलीग्राम है इसमें
स्ट्रिंग के समानांतर एक घटक है और स्ट्रिंग के लंबवत अन्य घटक है
और स्ट्रिंग के लंबवत f थीटा की mg साइन है
इसलिए बल
mg sin थीटा ठीक है जो थीटा के लिए एक से बहुत कम
ठीक है यदि पेंडुलम की लंबाई l है और क्षैतिज दिशा में यह विस्थापन
x है तो x या यह चाप लंबाई वास्तव में थीटा के लिए एक से कम मायने नहीं रखती है
इसलिए इसे मोटे तौर पर मिलीग्राम के रूप में लिखा जा सकता है जो कि मिलीग्राम x के बराबर है और अब
मुझे सावधान रहना होगा और यहां एक ऋण चिह्न लगाना होगा क्योंकि बल
x के विपरीत दिशा में है ठीक है और
इसलिए गति का समीकरण md दो x बटा dt वर्ग बराबर है
lx पर माइनस मिलीग्राम यह गति का समीकरण है मैं दोनों पक्षों से m को रद्द कर दूंगा और मुझे d दो x
बटा dt वर्ग मिलेगा lx के ऊपर माइनस g के बराबर है सरल हार्मोनिक गति नोटिस के लिए समीकरण है
कि यह केवल सन्निकटन के तहत सरल हार्मोनिक गति है कि थीटा
एल की तुलना में बहुत कम है या विस्थापन एक्स बहुत अधिक है एल थीटा से कम थीटा एक से बहुत कम
है
इसलिए मेरे पास क्या है r पेंडुलम थीटा l से बहुत कम या यह x
ah थीटा एक से बहुत कम या x बहुत अधिक li से बहुत कम है d दो x अधिक d
t वर्ग lx के ऋण से g के बराबर है और
इसलिए ओमेगा वर्ग g अधिक l है या ओमेगा
, l के ऊपर g का वर्गमूल है और समयावधि t बराबर दो pi है l बटा g का वर्गमूल ध्यान दें कि समयावधि
बॉब के द्रव्यमान या उस बिंदु द्रव्यमान के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करती है जिसे आप
अंत में लटका रहे हैं स्ट्रिंग का यह केवल स्ट्रिंग की लंबाई पर निर्भर करता है एक
दिलचस्प समस्या यह होगी कि एक पेंडुलम की लंबाई का पता लगाएं जिसमें एक सेकंड की समय अवधि हो
जी चार पीआई वर्ग से अधिक है जिसे मैं मोटे तौर पर कर सकता हूं
क्योंकि जी मोटे तौर पर पीआई वर्ग है चार मीटर या लगभग पच्चीस
सेंटीमीटर से एक है और आप घरों में अपनी दीवार घड़ी देखते हैं वहां झूलने वाले पेंडुलम
की लंबाई मोटे तौर पर 25 सेंटीमीटर की होती है क्योंकि मैं g को pi sq .
मान लिया है यूरे तो यह
25 सेंटीमीटर के बहुत करीब होगा और इसमें एक सेकंड की समय अवधि है जो मैं
करने जा रहा हूं अब तक हमने देखा है अब तक हमने शम प्रदर्शन करने वाले बिंदु द्रव्यमान को देखा है
अब हम जा रहे हैं
सामान्यीकृत करें और देखें कि क्या होता है यदि हम विस्तारित निकायों कठोर निकायों और इसी तरह से पहले
उदाहरण के रूप में एक छोर पर लटकती हुई धुरी के साथ लटकती हुई छड़ लेने जा रहे हैं
और लंबवत लटकते हैं और जब यह विस्थापित होता है तो लंबवत रूप से वापस जाना शुरू हो जाता है और आगे
संतुलन की स्थिति के आसपास
इसलिए यह आवधिक गति करता
है क्या यह सरल हार्मोनिक गति है जो
हम पूछ रहे हैं और आइए हम इसे उस साधारण पेंडुलम के समान देखते हैं जिस पर हमने चर्चा की थी लेकिन
जब आप कठोर से निपट रहे हों तो आपको सावधान रहना होगा निकायों को याद है कि यह पूरा शरीर
एक संपूर्ण शरीर है,
इसलिए मुझे विस्तारित कठोर निकायों के साथ काम करते समय लिखने दें कि हम किस समीकरण का उपयोग करते हैं हम टोक़
समीकरण का उपयोग करते हैं
इसलिए इस मामले में मैं अब इसका उपयोग नहीं करने जा रहा
हूं ई बल एमएक्स समीकरण के बराबर है, बल्कि टोक़ बराबर है मैं अल्फा जहां अल्फा

कोणीय त्वरण समीकरण है तो आइए अब समस्या तैयार करें और कहें कि द्रव्यमान एम की एक समान छड़ और लंबाई एल एक छोर पर धुरी है तो मुझे यहां एक तस्वीर बनाने दें
यह है बिंदु पर धुरी यह संतुलन में लंबवत रूप से लटका हुआ है यदि ऊर्ध्वाधर से कोण थीटा द्वारा विस्थापित किया जाता है तो इसकी गति का समीकरण लिखें जब इसे छोड़ा जाता है तो हम
क्या कर रहे हैं कि हम इसे कोण थीटा से विस्थापित कर रहे हैं और इसे जारी कर रहे हैं और मैं लिखना चाहता हूं
गति संख्या एक संख्या दो का समीकरण पता लगाएं कि क्या थीटा के लिए यह एक से बहुत कम सरल हार्मोनिक गति करता है और इसकी समय अवधि ज्ञात करता है तो आइए देखें कि यह एक कठोर शरीर है इसका
एक समान कठोर शरीर है और
इसलिए बल द्रव्यमान के केंद्र में एक पर कार्य करता है
दूरी `l` दो से अधिक बल इस तरह से कार्य करता है `mg` और यह एक टॉर्क लागू करता है टॉर्क कितना है टॉर्क
लंबवत दूरी होने वाला है ठीक है तो मैं इसे अलग-अलग रंग में दिखाता हूं
लंबवत दूरी जो है थीटा की 2 ज्या द्वारा लाल `l` में दिखाया गया है
और जो इसे वापस खींचती है,
इसलिए शरीर पर टोक़ मिलीग्राम है `l` थीटा की 2 ज्या द्वारा और यह दिशा
में है विस्थापन के विपरीत गति का एक समीकरण
इसलिए जड़ता का क्षण होने जा रहा है
`i` रॉड टाइम्स का कोणीय त्वरण अल्फा माइनस `mg l` बटा 2 साइन थीटा के बराबर
है यह माइनस साइन क्यों है क्योंकि टॉर्क विस्थापन के विपरीत दिशा में काम कर रहा है
याद रखें कि अल्फा `dt` स्क्वायर पर `d` दो थीटा के बराबर है
और
इसलिए समीकरण गति का `i` गुना `d` दो थीटा `dt` वर्ग के
बराबर है, थीटा की दो ज्या पर माइनस `mgl` के बराबर है या `dt` वर्ग के ऊपर `d` दो थीटा बराबर
है माइनस `mgl` बटा दो `i` थीटा की ज्या यह गति नोटिस का समीकरण है
कि दायीं ओर हाथ की ओर मेरे पास थीटा की साइन है अब अगर थीटा एक से बहुत कम है तो
मैं लगभग थीटा के बराबर पाप थीटा लिख सकता हूं और फिर गति का समीकरण `d` दो हो जाता है
`dt` वर्ग पर थीटा माइनस `mg` के बराबर होता है `l` दो से अधिक बार मैं थीटा यह
समीकरण बिल्कुल सरल हार्मोनिक गति के लिए समीकरण है याद रखें कि जो हमने पहले लिखा था वह था `d` दो `x` बटा `d`
`t` वर्ग माइनस कुछ स्थिर समय `x` कि `x` को अब थीटा से बदल दिया गया है सिवाय इसके कि
कोई अन्य अंतर नहीं है यह एक है स्थिर ठीक है तो छोटे थीटा थीटा के लिए एक से बहुत कम
यह एक साधारण हार्मोनिक गति करने जा रहा है ओमेगा वर्ग बराबर मिलीग्राम एल दो से अधिक मैं सही है
इसलिए यदि मैं लंबाई `l` द्रव्यमान मीटर की एक रॉड वर्दी रॉड लेता हूं तो विस्थापित यह सरल हार्मोनिक
गति करता है ओमेगा वर्ग के रूप में दिया जा रहा है के रूप में मिलीग्राम एल दो से अधिक मैं और एक समान
रॉड के लिए मैं एमएल वर्ग तीन से अधिक है
इसलिए ओमेगा वर्ग दो गुना से अधिक मिलीग्राम हो जाता है
एमएल वर्ग तीन से अधिक जो एम रद्द करता है तीन जी अधिक दो एल यह अन्य में से एक
भी रद्द कर देता है और समय अवधि `t ,` ओमेगा के ऊपर दो `pi` के बराबर होने जा रही है, जो
कि दो `pi` वर्गमूल है, जो तीन `g` से अधिक दो `l` का है,
इसलिए यह
थोड़ा अलग है एक साधारण पेंडुलम के लिए समय अवधि उससे थोड़ी अलग है।
जहां सारा द्रव्यमान
अंत में केंद्रित था, इसका एक और उदाहरण मान लीजिए कि मेरे पास एक डिस्क है और मैं इसे इसकी परिधि पर एक बिंदु पर घुमाता हूं, इसलिए एक डिस्क द्रव्यमान `m` और त्रिज्या `r` की एक समान डिस्क को इसकी परिधि पर एक बिंदु पर घुमाया जाता है और अब हम इसे छोटे कोण थीटा द्वारा एक छोटे कोण के साथ थोड़ा विस्थापित करते हैं,
इसलिए सवाल यह है कि दोलनों की आवृत्ति क्या है जब इसे ऊर्ध्वाधर से एक छोटे कोण थीटा द्वारा विस्थापित किया जाता है और छोड़ा जाता है तो हम जो कर रहे हैं वह यह है कि हम इस डिस्क को विस्थापित कर रहे हैं
यह लंबवत स्थिति से थोड़ा सा है जहां यह संतुलन में है और
इसे जारी करना हम आवृत्ति जानना चाहते हैं
इसलिए यहां डिस्क है और इसका प्रदर्शित प्रदर्शन इसकी संतुलन स्थिति से थोड़ा सा प्रदर्शित करता है और सभी द्रव्यमान द्रव्यमान के केंद्र में अभिनय कर
रहा है इसे नीचे खींच रहा है और यह इसके लिए एक काउंटर टॉर्क प्रदान करता है ताकि इसे वापस खींचा जा
सके काउंटर टॉर्क कितना है `r` तो टॉर्क
पिवट और वर्टिकल लाइन से लंबवत दूरी होने वाला है।
ई पिवट टॉर्क से गुजरना
एमजीआर बार साइन थीटा होने जा रहा है और एक छोटी थीटा के लिए इसे एमजी आर थीटा के रूप में लिखा जा सकता है

और
 इसलिए गति का समीकरण होने जा रहा है मैं अल्फा बराबर माइनस एमजी आर थीटा या
आईडी दो थीटा ओवर डीटी वर्ग बराबर है माइनस मिलीग्राम आर थीटा बाय समानांतर अक्ष प्रमेय मैं द्रव्यमान
के केंद्र के बारे में जड़ता का क्षण होने जा रहा हूं जो कि मिस्टर स्क्वायर बटा टू प्लस एमआर स्क्वायर है
जो तीन एमआर स्क्वायर बटा टू है और
 इसलिए गति का समीकरण तीन है मिस्टर स्क्वायर ओवर टू
d दो थीटा ओवर डीटी स्क्वायर माइनस मिलीग्राम के बराबर है आर थीटा दोनों तरफ से एम को कैंसिल करने देता है दोनों तरफ से एक आर को रद्द करने देता है
और
 इसलिए मुझे मिलता है d दो थीटा ओवर डीटी स्क्वायर माइनस टू के बराबर है
जी बटा थ्री आर थीटा तो ओमेगा वर्ग इस मामले में तीन आर से दो ग्राम होने जा रहा है और समय
अवधि टी दो पीआई वर्गमूल होने जा रही है तीन आर दो जी से अधिक एक और समस्या
मैं अभी आपको यह दिखाने के लिए जा रहा हूं कि कितना चौड़ा है यह सरल हार्मोनिक गति की अवधारणा
है i   इसे प्लाज़्मा दोलन कहते हैं और यदि आप अपनी 12वीं कक्षा की किताब से याद करते हैं तो
ये घटित होते हैं या आपने आयनमंडल में रेडियो तरंगों के बारे में बात करते समय प्लाज़्मा या प्लाज़्मा आवृत्ति के बारे में सुना होगा,
तो प्लाज्मा क्या है धनात्मक और ऋणात्मक आवेशों का संग्रह और जब वे
एक दूसरे के संबंध में विस्थापित हैं जैसा कि मैं दिखाऊंगा कि समस्या में वे एक साथ दोलन करना शुरू कर देते
हैं और इसे प्लाज्मा दोलन कहा जाता है और इसके लिए प्राकृतिक आवृत्ति को
ओमेगा पी द्वारा दर्शाया जाता है जिसे प्लाज्मा आवृत्ति के रूप में जाना जाता है,
 इसलिए सवाल यह है कि
हम जा रहे हैं पूछना समस्या है नीचे दिखाया गया है सकारात्मक और नकारात्मक चार्ज का एक संग्रह है हम कह सकते हैं कि
सकारात्मक आयनों और इलेक्ट्रॉनों ने मुझे इसे दिखाने दिया है,
 इसलिए यह काले रंग से दिखाया गया सकारात्मक चार्ज है और
इसके ऊपर लाल रंग द्वारा दिखाया गया नकारात्मक चार्ज है और यह दिखाया गया है स्लैब ज्यामिति धनात्मक आवेश स्थिर होते हैं
जबकि ऋणात्मक आवेश मोबाइल होते हैं यदि ऋणात्मक आवेशों के स्लैब को विस्थापित किया जाता है जैसा कि दिखाया गया है कि यह
दोलन करना शुरू कर देता है तो ओएस की आवृत्ति ज्ञात कीजिए cilations तो हम जो दिखा रहे हैं वह यह है कि यह ऋणात्मक
आवेश अब थोड़ा विस्थापित होने वाला है इसके बाहर यह दिखाया गया है
कि इस तरफ ऋणात्मक आवेश है जो यहाँ पीछे की
तरफ है यहाँ सब धनात्मक आवेश है और फिर स्पष्ट रूप से यह एक विद्युत
क्षेत्र स्थापित करता है जो ऋणात्मक चार्ज को वापस खींचता है, तो अब मैं समस्या को और स्पष्ट करता हूं
तो हम क्या कर रहे हैं कि हमारे पास स्लैब है जिस पर हमारे पास यह नकारात्मक चार्ज है जो
थोड़ा विस्थापित हो गया है तो क्या हो रहा है यहाँ यह चार्ज ऋणात्मक हो जाता है और जो
आपके पीछे रह जाता है वह यह धनात्मक आवेश है और
यह यहाँ इस तरह एक विद्युत क्षेत्र स्थापित करता है और यह विद्युत क्षेत्र इस
लाल चीज़ को वापस खींचने वाला है,
 इसलिए एक पुनर्स्थापना बल है विद्युत क्षेत्र यदि यह बहाल करने वाला बल
x या विस्थापन के समानुपाती है तो मुझे पता है कि सरल हार्मोनिक
दोलन होने जा रहे हैं इस दूरी को x मान लें कि स्लैब की चौड़ाई b है एल
इस क्षेत्र को यहां से बाहर होने दें अब देखते हैं कि क्या यह चार्ज एक्स द्वारा विस्थापित किया गया
है, यहां सतह चार्ज कितना है तो एन चार्ज की संख्या घनत्व के बराबर होने दें,
 इसलिए जब मैं इसे एक्स वॉल्यूम से विस्थापित करता हूं
वह यह है कि यह यहां दिखाया गया है, जिसे मैं अपना पेन रख रहा हूं, जिसे बैंगनी रंग से दिखाया गया है और वह सब
जो एक गुना x होने वाला है,
 इसलिए शुल्कों की संख्या n गुना x होने वाली है इसलिए
चार्ज करें क्योंकि यह एक नकारात्मक चार्ज है माइनस नेक्स होने जा रहा है जहां
ई हमें इलेक्ट्रॉनिक चार्ज कहते हैं यदि इन चीजों को स्थानांतरित किया जा रहा है तो
इलेक्ट्रॉन बिल्कुल उसी मात्रा में हैं , दूसरी तरफ चार्ज इस
तरफ होने वाला है,
 इसलिए चार्ज प्रति इकाई क्षेत्र दोनों तरफ जिसे मैं सिग्मा
कहता हूं, नेक्स को एक से विभाजित किया जा रहा है जो कि नेक्स है यह सिग्मा है
 इसलिए बाईं ओर मेरे पास प्लस सिग्मा है
दाईं ओर मेरे पास माइनस सिग्मा है
 इसलिए बीच में स्थापित विद्युत क्षेत्र जा रहा है एप्सिलॉन शून्य के ऊपर सिग्मा होना
जो कि ne .

 है x से अधिक एप्सिलॉन शून्य दाईं ओर इंगित करता है और यह
इन इलेक्ट्रॉनों पर एक बल लागू करने जा रहा है, बल कितना बल है जो इलेक्ट्रॉनों की संख्या होने वाला है,
हम मान रहे हैं कि x, l से बहुत बहुत कम है चार्ज है ईई एक ऋण चिह्न लगा सकता है,
लेकिन चूंकि हम केवल परिमाण की गणना कर रहे हैं,
 इसलिए मैं विद्युत क्षेत्र को प्लस गुणा कर सकता हूं जो
कि ईपीएसलॉन शून्य से विभाजित है,
 इसलिए यह n वर्ग एले वर्ग x को एप्सिलॉन शून्य से विभाजित करने वाला है और
यह बल है इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान होने जा रहा है जो कई बार गति
करने जा रहा है त्वरण द्रव्यमान इलेक्ट्रॉनों की संख्या होने जा रहा है al मुझे इलेक्ट्रॉनों का द्रव्यमान x डबल डॉट
माइनस n स्क्वायर एले स्क्वायर x विभाजित होने वाला है एप्सिलॉन 0 से यह माइनस संकेत से पता चलता है कि यह एक
बहाल करने वाला बल है अब मैं दोनों तरफ से रद्द कर सकता हूं मैं दोनों तरफ से nl को रद्द कर सकता
हूं मैं दोनों तरफ से n में से एक को रद्द कर सकता हूं और मेरे पास मैक्स डबल डॉट बराबर माइनस ने स्क्वायर x
है जिसे एप्सिलॉन से विभाजित किया गया है शून्य तो मेरे पास बचा है मेक्स डबल डॉट बराबर माइनस ने स्क्वायर xx
डबल डॉट बराबर एन को एप्सिलॉन जीरो से विभाजित किया गया है नी स्क्वायर ओवर मी एप्सिलॉन जीरो गुना x और
यह ओमेगा प्लस एम स्क्वायर के अलावा और कुछ नहीं है
 इसलिए ओमेगा प्लाज्मा स्क्वायर मेरे ऊपर ने स्क्वायर है
एप्सिलॉन जीरो और इसे प्लाज़्मा फ़्रीक्वेंसी के रूप में जाना जाता है,
 इसलिए यह चार्ज किए गए कणों के संग्रह के लिए सरल हार्मोनिक गति की अवधारणा का एक अलग अनुप्रयोग है, इस व्याख्यान में अंतिम समस्या के रूप में
मैं पक्ष का एक वर्ग लेने जा रहा हूं जो इसे लंबवत रूप से एक पर ले जाएगा।
  कोनों और
फिर इसे ऊर्ध्वाधर स्थिति से कोण थीटा द्वारा उस स्थिति से थोड़ा विस्थापित करें और हम जानना चाहते
हैं कि दोलन की आवृत्ति फिर से क्या होगी क्योंकि इसका एक विस्तारित
शरीर जिस समीकरण का हम उपयोग करने जा रहे हैं वह मैं थीटा होने जा रहा हूं डबल डॉट जो समान है
जैसा कि मैं कोणीय त्वरण ताऊ के बराबर है टोक़ फिर से टोक़ की तरह
डिस्क की समस्या इस वजन के कारण आ रही है मिलीग्राम
 इसलिए यदि हम इसकी गणना करते हैं तो मैं s लंबवत से विस्थापित वर्ग, यह अक्ष से mg दूरी
है, आधा विकर्ण है जो एक ओवर रूट टू साइन थीटा है,
 इसलिए टॉर्क mg a
है रूट टू सिन थीटा पर और मैं माइनस साइन को सामने रखता हूं क्योंकि इसमें
विस्थापन के विपरीत दिशा जो छोटे कोण सन्निकटन में
थीटा छोटा होने पर मूल दो थीटा पर माइनस एमजीए हो जाता है और
 इसलिए गति का समीकरण है
i थीटा डबल डॉट माइनस एम गा के बराबर है रूट 2 थीटा और ओमेगा वर्ग
इसलिए एमजी है रूट 2 के ऊपर, अब हमें यह करना होगा कि मैं वर्ग के लिए स्थानापन्न हूं
अब मैं धुरी के बारे में सेमी का होने जा रहा हूं धुरी के बारे में प्लस मैं सेमी के बारे में तो मैं सेमी के बारे
में धुरी मी होने जा रहा है एक वर्ग से दो गुणा प्लस मैं इस धुरी के बारे में सेमी के बारे
में कागज के लंबवत m एक वर्ग बटा छह होने जा रहा है जो तब 3 से अधिक दो ma वर्ग बन जाता है
और
 इसलिए ओमेगा का वर्ग कुछ भी नहीं है, लेकिन 2 गुना 2 के वर्गमूल पर mga एमए
वर्ग 3 .
 से अधिक .
 हम दोनों तरफ से m को रद्द कर सकते हैं a में से एक जाता है और
 इसलिए आपको जो उत्तर
मिलता है वह है 3 g बटा 2 रूट 2 a जो कि ओमेगा वर्ग है या आवृत्ति ओमेगा स्वयं 3 ग्राम अधिक है
दो रूट दो a को बढ़ाकर एक आधा कर दिया जाता है ताकि निष्कर्ष निकाला जा सके हमने यह समीकरण लिया है d दो y बटा dt
वर्ग माइनस ओमेगा वर्ग के बराबर है y आपके पास y के लिए कुछ भी हो सकता है यह कोण हो सकता है यह
पानी के तरल का विस्थापन हो सकता है या जब तक समीकरण इस रूप में है तब तक इसका अर्थ है
सरल हार्मोनिक गति और आप इसे प्राप्त कर सकते हैं गति के समीकरण
को बल और विस्थापन पर विचार के माध्यम से प्राप्त कर सकते हैं बिंदु द्रव्यमान या तरल पदार्थ कठोर निकायों में विस्थापित हो रहे हैं
जब तक समीकरण आता है तब तक आप टोक़ और कोणीय त्वरण समीकरण का उपयोग करके एक ही समीकरण प्राप्त कर सकते हैं।
  उस रूप में जहां त्वरण कुछ आनुपातिक
है उस विस्थापन को घटाकर जो स्थिर है आपको सरल हार्मोनिक गति की आवृत्ति देता है

और शरीर सरल हार्मोनिक गति करता है आप