आम्ही साध्या हार्मोनिक मोशनवर आमची चर्चा पुढे चालू ठेवतो
.
मागील लेक्चरमधून आठवते की
आम्ही साध्या हार्मोनिक मोशनसाठी गतीचे समीकरण पाहिले आणि
आम्हाला असे आढळले की जर विस्थापन x असेल
तर मी या विस्थापनाला गतीचे समीकरण म्हणू.
होता d दोन x ओव्हर
dt चौरस हा उणे काही स्थिरांक x बरोबर आहे आणि आम्ही हा c ओळखला जो 0 पेक्षा मोठा आहे
वजा ओमेगा चौरस x म्हणून जेथे ओमेगा ही कोनीय वारंवारता आहे म्हणून हे समीकरण पाहिल्यास d दोन x बाय dt वर्ग वजा समान आहे ओमेगा
स्क्वेअर x हे सोल्यूशन देखील लिहिले आहे कारण xt हे
ओमेगा टी च्या ओमेगा टी अधिक बी साइनच्या कोसाइनच्या समान आहे जेथे स्थिरांक a आणि b दोन स्थितींद्वारे निर्धारित केले जातात
जे विस्थापन असू शकतात.
उदाहरणार्थ विस्थापन आणि वेग शून्यावर असू शकतात
किंवा दोन वेगवेगळ्या वेळी विस्थापन आणि आम्ही याची काही उदाहरणे सोडवली
आणि समीकरणाशिवाय आम्ही हे देखील शिकलो,
त्यामुळे d दोन x वरील dt चौरस हे समीकरण वजा
ओमेगा चौरस x लक्षात ठेवा आम्ही हे समीकरण कसे प्रेरित केले हे समीकरण त्रिज्येच्या वर्तुळात फिरणाऱ्या कणाचे
x आणि y निर्देशांक बघून प्रवृत्त केले गेले आहे r तो
वेग v किंवा कोणीय गती ओमेगाने एकसमान हलत आहे जेणेकरून
तो t वेळेत तयार होणारा कोन ओमेगा असेल t आणि त्याचा x घटक
ओमेगा t च्या x बरोबर r कोसाइन म्हणून दिला आहे आणि y घटक ओमेगा tyt च्या r sine बरोबर दिला आहे आणि
या साध्या हार्मोनिक हालचाली आहेत आणि मग त्याद्वारे आपण समीकरणापर्यंत पोहोचू
शकतो हे देखील शिकलो हे shm चे प्रतिनिधित्व आहे आणि शेवटी आम्ही
शेवटच्या व्याख्यानात पाहिले की भौतिकदृष्ट्या स्प्रिंग मास सिस्टीम जेव्हा स्प्रिंग हुकच्या नियमाचे पालन करते तेव्हा साधी हार्मोनिक हालचाल करते म्हणून हा एक सेटअप आहे
ज्याच्या विरुद्ध आता या व्याख्यानात मी तुम्हाला दाखवणार आहे आणि चर्चा करणार आहे
तुम्हाला साधी हार्मोनिक हालचाल कोठे दिसते याची आणखी काही उदाहरणे आहेत म्हणून ही भौतिक प्रणाली आहेत जिथे साधी हार्मोनिक मोशन होते एक स्पष्ट प्रश्न हा आहे की मी या स्प्रिंग आणि हॅन घेतल्यास काय होईल
एका उभ्या स्थितीत ते वस्तुमान लक्षात ठेवा मागच्या वेळी आपण जे पाहिले होते ते एक स्प्रिंग आणि वस्तुमान होते जे
वस्तुमानावर फिरत होते ते क्षैतिज घर्षणरहित पृष्ठभागावर फिरत होते आता मी एका वस्तुमानाकडे पाहणार आहे
ज्यापासून टांगले जात आहे.
स्प्रिंग पासून लटकत आहे, म्हणजे वस्तुमान m असल्यास काय होते
ते म्हणजे सुरुवातीला स्प्रिंग ताणले जाणार आहे आणि वस्तुमान काही समतोल स्थितीत खाली येणार आहे
तो किती ताणला जातो म्हणू की तो l ने पसरला आहे जो
mg असेल k द्वारे जेथे k हा स्प्रिंग स्थिरांक आहे ज्याची आम्ही शेवटच्या वेळी व्याख्या केली होती m हे ब्लॉकचे वस्तुमान आहे आणि g हे गुरुत्वाकर्षण प्रवेग आहे
त्यामुळे हे वस्तुमान खाली येते मी
पुढे काय करणार आहे ते y अंतराने थोडेसे खेचणे किंवा पुढे ढकलणे y अंतराने आणि सोडतो
म्हणून आपण प्रश्न विचारतो की आपण वस्तुमान y अंतराने खेचले किंवा समतुल्यपणे ढकलले आणि सोडले तर काय होते ते पाहूया
कारण वस्तुमान त्याच्या प्रारंभिक समतोल स्थितीतून
खाली खेचले जाते.
एक अंतर yt त्यावरील स्प्रिंगमुळे त्याचे नेट फोर्स
वरच्या दिशेने जाणार आहे आणि स्प्रिंगमुळे होणारे हे बल k नेट विस्थापन होणार आहे
आता l अधिक y आहे आणि अर्थातच हे बल ते वर खेचत आहे म्हणून
मी ते फक्त एका द्वारे दाखवतो बाण वर आणि m मुळे त्याचा स्वतःचा f
mg होणार आहे जो खाली जात आहे म्हणून निव्वळ बल kl अधिक y उणे mg असणार आहे
आणि लक्षात ठेवा kl समान mg kl समान mg आणि म्हणून
माझ्याकडे फक्त ky उरले आहे ते वर खेचत आहे लक्षात घ्या की विस्थापन उजवीकडे आहे
आणि बल वरच्या दिशेने आहे म्हणून मी असे लिहू शकतो की जेव्हा खाली खेचले जाते तेव्हा यावरील बल
उणे ky असतो दुसरीकडे समजा हा स्प्रिंग प्रारंभिक स्थितीपासून वर ढकलला गेला आहे
जेथे वस्तुमान वरच्या बाजूस पसरले आहे स्प्रिंगची लांबी l ने वाढली होती
आणि आता मी त्याला y ने पुढे ढकलले आहे मग स्प्रिंगमुळे येणारे बल kl उणे y असेल आणि ते
वर जाणार आहे कारण मी गृहीत धरत आहे की l y पेक्षा मोठा आहे म्हणून

स्प्रिंग अजूनही ताणलेला आहे आणि वस्तुमानामुळे f mg होणार आहे आणि खालच्या दिशेने
म्हणून निव्वळ बल पुन्हा kl उणे y वजा mg वजा ky उजवीकडे असेल आणि हे वजा
चिन्हे वजा ky वर किंवा ky खालच्या दिशेने आहे म्हणून जेव्हा y वर असेल तेव्हा बल दुसऱ्या मार्गाने
उजवा असतो म्हणून निव्वळ बल मी नेहमी करू शकतो म्हणून स्प्रिंग पुश अप किंवा पुश
डाउन लिहा f हे नेहमी उणे k y च्या बरोबरीचे असते
त्यामुळे गतीचे समीकरण m
d two y प्रती dt चौरस वजा ky किंवा d दोन y प्रती dt वर्ग समान वजा असेल माझ्या
ओमेगा स्क्वेअरवर k अजूनही k ओव्हर m बाहेर येतो
त्यामुळे जरी तुम्ही स्प्रिंगला उभ्या उजवीकडे लटकवले तरीही
वस्तुमान स्थिर बलाने खाली खेचले जात असेल
mg तरीही ओमेगा स्क्वेअर सारखाच राहील संबंधित समस्या जर मी ही
स्प्रिंग मास सिस्टीम घेतली तर ती एका क्षैतिज टेबलवर ठेवली आणि ती एका स्थिर शक्तीने f खेचली तर जे
घडणार आहे ते सर्व त्याचे स्थान बदलून नवीन स्थितीत बदलले जाईल आणि हे
विस्थापन k वर आणि नंतर असेल ते जर मी ते पुन्हा त्या स्थानावरून विस्थापित केले तर पुन्हा
समान वारंवारता ओमेगा स्क्वेअर समान k वर m असेल
त्यामुळे
स्प्रिंग मास सिस्टीम अनुलंब किंवा क्षैतिज आणि स्थिर असताना देखील या प्रणालीची नैसर्गिक वारंवारता अपरिवर्तित राहते आणि स्थिर बल लागू केले जाते.
जे घडते ते समतोल बिंदू शिफ्ट्स आहे आपण दुसरे उदाहरण पुन्हा घेऊया मी
ही उदाहरणे तुम्हाला दाखवण्यासाठी घेत आहे की वेगवेगळ्या सिस्टीम साध्या हार्मोनिक हालचाली कशा करतात
म्हणून या प्रणालीमध्ये मी एक स्ट्रिंग खेचणार आहे जेणेकरून त्यात तणाव असेल
m मधला वस्तुमान दुसरा स्प्रिंग l लांबीचा एकसारखा स्प्रिंग जोडतो l समान ताणतणाव
t आणि त्याला दुसऱ्या बाजूला भिंतीला जोडतो म्हणून माझ्याकडे लांबीच्या दोन स्ट्रिंग आहेत l
दोन्हीमध्ये ताण आहे t ते या वस्तुमानाने वर खेचले गेले आहेत आणि पुढे आपण
जे करतो ते विस्थापित आहे ही प्रारंभिक स्थिती ही संपूर्ण गोष्ट दर्शवते, थोडासा ताण राहतो ti त्याला विस्थापित करेल की समजा हे अंतर l पेक्षा जास्त xx आहे.
uch एकापेक्षा कमी त्यामुळे
स्ट्रिंगच्या लांबीमध्ये बदल खरोखरच जास्त नाही.

त्यामुळे तणाव साधारणपणे तसाच राहतो
जे घडणार आहे तरीसुद्धा हे वस्तुमान या बाजूला असलेल्या स्ट्रिंगद्वारे असे खेचले जाणार आहे
आणि याप्रमाणे या बाजूला स्ट्रिंग आणि म्हणून दुसरीकडे विस्थापनाच्या विरुद्ध
असलेल्या स्ट्रिंगवर या दिशेने एक निव्वळ बल f नेट असणार आहे
जर मी हे वस्तुमान अशा प्रकारे खाली खेचले तर हा ताण आहे t हा तणाव आहे
तर बल आहे या दिशेकडे म्हणून तुम्ही पाहू शकता की जेव्हा
वस्तुमान विस्थापित होते तेव्हा त्या विस्थापनाला विरोध करणारे एक बल असते आणि
ते बल किती आहे हे आपण मोजू या की समजा हा कोन थीटा आहे मी या बाजूला देखील थीटा लिहू शकतो
तर त्यावर निव्वळ बल आहे
उजव्या बाजूकडून तणावाचा एक घटक डावीकडून तणावाचा एक घटक असणार आहे त्याचप्रमाणे येथे हे दोन घटक
मला निव्वळ बल देणार आहेत
त्यामुळे f नेट हा उभ्या घटकाचा असेल जो तुम्ही
समजू शकता sily see हे theta चा t sine plus t sine असेल जो
theta चे दोन t sine आहे कारण x l पेक्षा खूपच कमी आहे
l sin theta अंदाजे समान आहे tan theta साधारण समान आहे
theta x l वर आहे आणि
त्यामुळे f नेट हे l वर दोन tx असणार आहे आणि
विस्थापनाच्या विरुद्ध दिशेला आहे म्हणून मी समोर एक वजा चिन्ह ठेवणार आहे
म्हणून आम्ही शोधून काढले की या प्रणालीतील f नेट हे विस्थापनाच्या विरुद्ध आहे आणि त्याचे
उणे दोन tx आहे.
l द्वारे l म्हणून वस्तुमानासाठी गतीचे समीकरण mx दुहेरी बिंदू असणार
आहे हे उणे दोन tx प्रती l आहे जे मी lx वर उणे दोन t असे लिहू शकतो आणि म्हणून
x दुहेरी बिंदू हा उणे दोन t प्रती lm गुणा x हे ओळखणे ओमेगा स्क्वेअर म्हणून
तुमच्याकडे आता कोनीय फ्रिक्वेंसी ओमेगाचे द्रव्यमान
दोन टी ओव्हर lm च्या वर्गमूळाच्या बरोबर आहे किंवा दोन टी वरील lm च्या दोन pi वर्गमूळ बरोबर आहे आणि या वस्तुमानाचे

सामान्य विस्थापन yt किंवा xt
होणार आहे चौ.
चा काही स्थिर कोसाइन म्हणून द्या uare रूट of two t over lmt अधिक b sine of two t च्या वर्गमूळ
अधिक lm t म्हणजे तुम्हाला हे दाखवण्यासाठी आणखी एक उदाहरण आहे की आपल्या
जीवनातील अनेक भिन्न परिस्थितींमध्ये साधारण हार्मोनिक गती जवळजवळ दररोज उद्भवते
मी तिसरे उदाहरण घेऊ.
तीन समजा, माझ्याकडे लाकडी ठोकळा किंवा
बनवलेले कोणतेही पदार्थ काही द्रवपदार्थात तरंगत असतील तर एकसमान पृष्ठभागाच्या या ब्लॉकला येथे एक असे म्हणू या
आणि तो खोलीत बुडलेल्या काही द्रवात तरंगत आहे l येथे तो पाण्याखाली आहे म्हणून तो आहे.
एक पृष्ठभाग
आणि इथून इथपर्यंत ही खोली l आहे आणि आर्किमिडीजच्या तत्त्वावरून मला माहित आहे की rho gl गुणा a हे द्रवाचे वजन
आहे विस्थापन mg असेल जेथे m हे ब्लॉकचे वस्तुमान आहे सर्व बरोबर rho ही द्रवाची घनता आहे l ज्या खोलीपर्यंत ब्लॉक बुडला
आहे ती खोली आहे
g गुरुत्वाकर्षण प्रवेग आहे आणि ai ने तुम्हाला दाखवले आहे
हे क्रॉस सेक्शनचे क्षेत्र आहे म्हणून माझ्याकडे rho gl समान mg cancels आहे म्हणून m rho द्रव गुणाप्रमाणे आहे l
म्हणजे वस्तुमान ब्लॉक क्र आपण काय करतो आम्ही ते थोडे विस्थापित करतो समजा मी
ते खाली ढकलले तर ठीक आहे मी ते थोडे खाली ढकलले y ने खाली ढकलले तर काय होते जेव्हा मी
ब्लॉकला y ने खाली ढकलले तर हे द्रव आहे जे आधी ब्लॉक खोल पर्यंत होते l आणि
आता आम्ही ते y ने आणखी खाली ढकलले आहे
त्यामुळे खालच्या पृष्ठभागावर अधिक दाब जाणवेल
आणि म्हणून निव्वळ f उछाल बल हे
द्रव विस्थापनाच्या वजनाचे आकारमान असेल
त्यामुळे क्षेत्रफळ समान राहील l अधिक y rho g आणि हे बल वर आहे
buoyancy force नेहमी वरच्या दिशेने असते आणि f गुरुत्वाकर्षण बलामुळे
mg n उजवीकडे असते म्हणून मी हे लिहू शकतो वजा हे प्लस up sine s plus sine म्हणून लिहू
आणि
त्यामुळे f नेट होणार आहे be al rho g उणे mg 0 बरोबर आहे आम्हांला आत्ताच कळले की
a rho l च्या बरोबरीचे आहे आणि म्हणून aal rho g आणि mg समान आहेत ते रद्द करतात आणि तुम्हाला निव्वळ
बल ay rho g वर मिळेल म्हणून जर तुम्ही ते खाली ढकलत असाल तर तेथे आहे एक बल उजवीकडे आहे म्हणून बल
विस्थापनाच्या विरुद्ध आहे तर काय होते ते पाहूया मी ते वर हलवतो म्हणून समजा समान
द्रव मध्ये ब्लॉक सुरुवातीला l खोलीपर्यंत होता पण आता मी त्याला
y ने उजवीकडे ढकलले आहे
त्यामुळे आता खोली l उणे y होणार आहे आणि f उफाळणे rho gl असेल उणे y
अजून वर जाणार आहे आणि f गुरुत्वाकर्षण किंवा वजन उणे mg आहे कमी होणार आहे
मी जेव्हा दोन फोर्स जोडतो तेव्हा f नेट rho glnmg cancel म्हणून बाहेर येतो आणि
तुम्हाला उणे a rho gy वर मिळेल आणि उणे चिन्ह म्हणजे खाली तर हे ag rho y खाली असणार आहे म्हणून जेव्हा
y सकारात्मक असेल म्हणजे वर ढकलले जात असेल तेव्हा बल खाली आहे म्हणून नेट फोर्स
समान f नेट आहेत मग तो ब्लॉक वर गेला किंवा खाली आला तरी ते उणे ag आहे rho ya
g rho rho rho yag rho y म्हणून गतीचे समीकरण md दोन y प्रती d
t चौकोन होणार आहे वजा ag rho y किंवा d दोन y प्रती dt चौरस समान आहे
वजा ag rho प्रती d t वर्ग वेळा l m होता म्हणून मी हे लिहू शकतो g over lym over a rho हे l शिवाय दुसरे
काही नाही आणि म्हणून
omeg चौरस l वर g च्या बरोबरीचा असेल किंवा कालखंड हा
g दोन pi वर l चा वर्गमूळ असेल तर जर तो खोलीने खाली गेला तर l वेळ
कालावधी दोन pi l प्रती g वर असेल पुढील उदाहरण i मी
पुढचे उदाहरण घेण्याआधी ओह मी घेणार आहे.
तुम्ही ते इतर आकारांमध्ये देखील सामान्यीकृत करू शकता
, उदाहरणार्थ माझ्याकडे हे पाणी असेल आणि मी त्यात दुसरे काहीतरी बुडवले असेल तर ज्याचा एकसमान क्रॉस सेक्शन आहे
म्हणजे उदाहरणार्थ जेव्हा
बाटली खाली किंवा वर ढकलली जाते तेव्हा बाटली बुडविली जाते तेव्हा संबंधित क्रॉस सेक्शनल एरिया
हे क्रॉस सेक्शनल एरिया असेल ठीक आहे
त्यामुळे तुम्ही हे करू शकता, मी तुम्हाला या समस्या
कशा सोडवायच्या याची कल्पना आधीच दिली आहे पुढील उदाहरण
क्रमांक चार मी घेणार आहे एकसमान क्रॉस सेक्शनचे यूट्यूब आहे

ज्यामध्ये आपण काही द्रव भरले आहे आणि या द्रव स्तंभाची ही संपूर्ण लांबी आहे असे म्हणू या
की आता आपण या द्रवाला
खाली ढकलणे आहे.
नवीन स्थिती द्रव आहे म्हणू द्या एका बाजूने वर जाते आणि दुसऱ्या बाजूने समान राशीने खाली येते
त्यामुळे ही प्रारंभिक समतोल स्थिती होती
म्हणून ती रक्कम y ने वर जाते आणि म्हणून ती y राशीने खाली येते म्हणजे
येथे एकूण उंची दोन y आहे इतर मार्गाने देखील द्रव
दुसऱ्या बाजूने वर ढकलला जाऊ शकतो y हे y आहे y हे देखील y आहे तर आता काय
होते या दोन डोळ्यांची अतिरिक्त उंची एक दाब अतिरिक्त दाब लागू करते आणि ते द्रव स्तंभाला उंची म्हणून खाली
ढकलते दबाव देखील कमी होतो आणि
त्यामुळे बल देखील खाली जातो, तरीही
जेव्हा उंची h असते तेव्हा या दबावामुळे क्रॉस सेक्शनल एरिया असणार आहे
एक क्रॉस सेक्शनल एरिया एक गुणा पंक्ती लिक्विड गुणाकार दोन i गुणा जी आहे निव्वळ बल
आणि विस्थापनाच्या विरुद्ध दिशेने आहे म्हणून जर द्रवाचे विस्थापन
डाव्या हातावर जास्त असेल तर बल त्याला अशा प्रकारे खाली खेचत आहे जसे येथे दाखवले आहे की डावा हात
उजव्या हाताने खाली येतो तो वर जातो दुस-या हाताने जर द्रव उजव्या हातावर जास्त असेल
तर उजव्या हाताने तो खाली जाण्यास प्रवृत्त होतो आणि येथे ते वर जाते म्हणून बल
विस्थापनाच्या विरुद्ध आहे द्रवाचे वस्तुमान क्रॉस सेक्शनल क्षेत्रफळ आहे l खंड आहे वेळा rho द्रव हे वस्तुमान आहे
आणि म्हणून गतीचे समीकरण myd दोन y बाय dt चौरस
आहे वजा दोन a rho g गुणा y आहे यावरूनच आपण
बल मोजले आहे दोन a rho yg दोन a rho yg आणि वस्तुमान al आहे rho
so al
rho समान आहे वजा दोन a rho gya cancels rho आणि तुमच्याकडे गतीचे समीकरण
आहे किंवा दोन y बाय dt स्क्वेअर आहे तुमच्याकडे गतीचे समीकरण आहे d
two y ओव्हर dt स्क्वेअर समान आहे वजा दोन g l वेळा y वर हे अगदी
साध्या हार्मोनिक मोशन सारखेच समीकरण आहे आणि म्हणून तुमच्याकडे
साध्या हार्मोनिक मोशनची वारंवारता दोन g बाय l किंवा दोलनांचा कालावधी
l ओव्हरच्या दोन pi वर्गमूळ एवढी असेल दोन g तर ही काही उदाहरणे आहेत जे तुम्ही दैनंदिन
जीवनात पाहत आहात ते तुम्ही घरीही करू शकता आणि या वेळेचे मोजमाप करू शकता आणि पहा की साधी हार्मोनिक हालचाल यात
घडते मी आता साध्या हार्मोनिक मोशनच्या अगदी विशिष्ट उदाहरणाकडे येणार आहे
ज्याला साधा पेंडुलम म्हणतात आणि ते मिळवले आहे
साध्या पेंडुलमच्या दोलनाचा कालावधी आम्ही येथे जे काही करतो ते तुम्ही घरी देखील तपासू शकता कारण तुम्ही जे काही करू शकता
ती एक स्ट्रिंग घ्या आणि तळाशी वस्तुमान बांधणे हे वस्तुमान
किती प्रमाणात किंवा वस्तुमानाचा आकार असावा.
स्ट्रिंगच्या लांबीपेक्षा खूपच कमी असेल
आणि नंतर तो एक साधा पेंडुलम बनतो.
जर तुम्ही ते एका बाजूला विस्थापित केले तर वस्तुमान दुसऱ्या बाजूला
फिरते ऊर्जा समान उंचीवर गमावली जात नाही आणि पुढे मागे हालचाल करते म्हणून प्रथम
तुमच्या लक्षात आलेली गोष्ट अशी आहे की पेंडुलमची गती नियतकालिक आहे परंतु प्रश्न हा आहे की गती साधी हार्मोनिक गती आहे आणि
तुम्हाला दिसेल आणि
हे पेंडुलम रॉडचे बनलेले असेल तर ते मोठ्या थीटासाठी असेल तर ते स्पष्ट होईल
उभ्या पासून विस्थापन मोठे आहे ते साधे हार्मोनिक नाही दुसरीकडे जर
थीटा खूप लहान असेल तर गती साधी हार्मोनिक असते तर चला पाहूया जर थीटा लहान असेल तर ते कसे होते
तर लहान विस्थापनासाठी मी हे विचार करू शकतो जवळजवळ क्षैतिजरित्या सर्व बरोबर हलत
आहे जेणेकरून विस्थापन x असेल तर x दिशेने बल योग्य असेल तर ते बल तेथे का आहे हे आपण विश्लेषण करूया जेव्हा पेंडुलम
विस्थापित होतो
आणि येथे मी एक कोन बनवणार आहे वजन mg आहे दोन घटक म्हणून लिहिता येईल
एक घटक स्ट्रिंगच्या बाजूने असतो आणि दुसरा एक स्ट्रिंगला लंब असतो आणि तो
विस्थापनाच्या विरुद्ध दिशेने असतो आणि हा घटक जर थीटा असेल तर
हा घटक f स्ट्रिंगला लंब असतो mg sine थिटा ओके आहे, म्हणून येथे पेंडुलम आहे तो एका कोनाने विस्थापित झाला आहे थीटा
येथे वजन mg आहे त्यात
स्ट्रिंगला समांतर एक घटक आहे आणि स्ट्रिंगला लंब असलेला दुसरा घटक आहे
आणि f स्ट्रिंगचा लंब थीटाचा mg sine आहे
त्यामुळे बल हे

mg sin theta आहे सर्व बरोबर जे थीटासाठी एकापेक्षा खूपच कमी
ठीक आहे जर पेंडुलमची लांबी l असेल आणि क्षैतिज
दिशेने हे विस्थापन x नंतर x किंवा हा चाप असेल पेक्षा कमी थीटासाठी लांबी हा महत्त्वाचा
नाही म्हणून हे साधारणपणे mg असे लिहिले जाऊ शकते जे mg x l च्या बरोबरीचे आहे आणि आता
मला सावधगिरी बाळगावी लागेल आणि येथे वजा चिन्ह लावावे लागेल कारण बल
x च्या विरुद्ध दिशेने आहे ठीक आहे आणि म्हणून गतीचे समीकरण md दोन x प्रती dt चौरस हे उणे
mg प्रती lx समान आहे हे गतीचे समीकरण आहे मी दोन्ही बाजूंनी m रद्द करीन आणि मला d दोन x
प्रती dt चौरस lx यापेक्षा उणे g बरोबर आहे साध्या हार्मोनिक मोशन नोटिससाठी हे समीकरण आहे
की ही साधी हार्मोनिक गती आहे फक्त त्या अंदाजे अंतर्गत की थीटा l पेक्षा खूपच कमी
आहे किंवा विस्थापन x l पेक्षा खूपच कमी आहे l थीटा एक पेक्षा खूपच कमी आहे
म्हणून माझ्याकडे जे आहे ते आहे r पेंडुलम थीटा l पेक्षा खूपच कमी आहे किंवा हा x
आह थीटा एकापेक्षा खूप कमी आहे किंवा x खूप जास्त आहे li पेक्षा खूप कमी d दोन x d
t स्क्वेअर lx वर वजा g समान आहे आणि म्हणून ओमेगा स्क्वेअर l पेक्षा जास्त आहे किंवा ओमेगा
हे l वर g चे वर्गमूळ आहे आणि वेळ कालावधी t l च्या l वर दोन pi वर्गमूळ आहे हे लक्षात येते की वेळ कालावधी
बॉबच्या वस्तुमानावर किंवा आपण शेवटी लटकत असलेल्या बिंदू वस्तुमानाच्या वस्तुमानावर अवलंबून नाही
स्ट्रिंगची ती फक्त स्ट्रिंगच्या लांबीवर अवलंबून असते एक
मनोरंजक समस्या म्हणजे एका पेंडुलमची लांबी शोधणे ज्याचा कालावधी एक सेकंदाचा आहे आपण सूत्राकडे जाऊ या सूत्राकडे जाऊ या
l च्या दोन pi वर्गमूळ l वर g तुम्हाला l समान देते जी चार स्क्वेअरपेक्षा जास्त आहे जे मी अंदाजे
अंदाजे अंदाजे अंदाजे पीआय स्क्वेअर आहे कारण ते अंदाजे पीआय स्क्वेअर आहे किंवा अंदाजे पन्नास
सेंटीमीटर आहे आणि आपण आपल्या भिंतीचे घड्याळेचे घर पाहतो ज्याचा बचत
25 सेंटीमीटरचा अंदाजे 25 सेंटीमीटरची लांबी आहे.
g ने pi sq घेतले आहे uare
तर ते 25 सेंटीमीटरच्या अगदी जवळ असेल आणि त्याचा एक सेकंदाचा कालावधी आहे पुढे मी काय
करणार आहे ते आतापर्यंत आम्ही पाहिले आहे आतापर्यंत आम्ही shm करत असलेल्या पॉइंट मासकडे पाहिले आहे आता आम्ही जाणार
आहोत
सामान्यीकरण करा आणि जर आपण विस्तारित बॉडीस कडक बॉडीस हाताळले तर काय होते ते पहा.
पहिले
उदाहरण म्हणून मी एका टोकाला पिव्होट टांगलेल्या पिव्होटसह टांगलेली रॉड घेणार आहे
आणि उभ्या लटकत आहे आणि जेव्हा ते विस्थापित होते तेव्हा अनुलंब मागे जाणे सुरू होते आणि पुढे
समतोल स्थितीच्या सभोवताली ते नियतकालिक हालचाल करते ही साधी हार्मोनिक गती आहे जी आपण
विचारत आहोत आणि आपण चर्चा केलेल्या साध्या पेंडुलमशी त्याचे बरेच साम्य पाहूया
परंतु आपण कठोरपणे वागताना काळजी घेणे आवश्यक आहे शरीरे लक्षात ठेवतात की हे संपूर्ण शरीर
एक संपूर्ण शरीर बरोबर आहे, म्हणून मी विस्तारित कठोर शरीरांशी व्यवहार करताना लिहू दे की आम्ही वापरतो ते समीकरण काय आहे
आम्ही टॉर्क समीकरण वापरतो
त्यामुळे या प्रकरणात मी यापुढे वापरणार नाही
ई फोर्स समान mx समीकरण पण त्याऐवजी टॉर्क इक्वल i अल्फा जेथे अल्फा हे
कोनीय प्रवेग समीकरण आहे, तर आता आपण समस्या तयार करू आणि म्हणू की वस्तुमान m आणि लांबीचा एकसमान रॉड l एका
टोकाला पिव्होट केलेला आहे म्हणून मी
येथे एक चित्र बनवू.
बिंदूवर पिव्होट केलेले ते समतोल स्थितीत उभ्या लटकत असेल तर उभ्यापासून कोन थीटाने विस्थापित केले असल्यास
त्याचे गतीचे समीकरण लिहा जेव्हा ते सोडले जाते तेव्हा आपण
काय करत आहोत ते कोन थीटाद्वारे विस्थापित करत आहोत आणि ते सोडत आहोत आणि मला
लिहायचे आहे गती क्रमांक एक क्रमांक दोनचे समीकरण शोधून काढा की थीटा एक पेक्षा खूपच कमी आहे का ती साधी हार्मोनिक
हालचाल करते आणि त्याचा कालावधी शोधूया, तर हे एक कठोर शरीर आहे
त्याचे एकसमान कठोर शरीर आहे आणि म्हणून बल वस्तुमानाच्या केंद्रस्थानी कार्य करते
अंतर l दोन पेक्षा जास्त बल अशा प्रकारे कार्य करते mg आणि ते टॉर्क लागू करते टॉर्क किती आहे
टॉर्क लंब अंतर असणार आहे बरोबर
त्यामुळे मी ते लंब अंतर वेगवेगळ्या रंगात दाखवतो
जे आहे लाल रंगात दर्शविले आहे l बाय 2 साइन ऑफ
थीटाचे आणि ते मागे खेचते
त्यामुळे शरीरावरील टॉर्क थिटाच्या 2 साइनने mg l आहे आणि ते विस्थापनाच्या विरुद्ध दिशेने आहे
म्हणून गतीचे समीकरण जडत्वाचा क्षण असेल
रॉड टाईम्सचे कोनीय प्रवेग अल्फा हे उणे mg l बाय 2 साइन थीटा समान आहे
हे वजा चिन्ह का आहे कारण टॉर्क विस्थापनाच्या विरुद्ध दिशेने कार्य करत आहे हे

लक्षात ठेवा की अल्फा dt चौरसावर d दोन थीटा समान आहे
आणि म्हणून समीकरण गतीचा i गुणा d दोन थीटा dt स्क्वेअर
वर उणे mgl समान आहे थीटाच्या दोन साइनवर किंवा d दोन थीटा ओव्हर dt स्क्वेअर समान
आहे उणे mgl प्रती दोन i साइन ऑफ थीटाचे हे मोशन नोटिसचे समीकरण आहे
जे उजवीकडे आहे हाताच्या बाजूला माझ्याकडे थीटाचा साइन आहे आता जर थीटा एका पेक्षा खूपच कमी असेल तर
मी sin theta लिहू शकतो साधारणपणे theta च्या बरोबरीचा आणि नंतर गतीचे समीकरण d दोन
थीटा ओव्हर dt स्क्वेअर बरोबर वजा mg l दोन i वेळा होईल थीटा हे
समीकरण अगदी साध्या हार्मोनिक मोशनचे समीकरण आहे स्मरण करा की आपण आधी जे लिहिले होते ते d दोन x बाय d
t चौरस वजा काही स्थिर वेळा x होते जे x आता theta ने बदलले
आहे याशिवाय इतर कोणताही फरक नाही स्थिर बरोबर म्हणून लहान थीटा थीटासाठी एकापेक्षा खूपच कमी
हे ओमेगा स्क्वेअर बरोबर mg l पेक्षा दोन i उजवीकडे एक साधी हार्मोनिक हालचाल करणार आहे
म्हणून मी l वस्तुमान m लांबीची रॉड एकसमान रॉड घेतली तर ती साधी हार्मोनिक मोशन करते
ओमेगा स्क्वेअर सह mg l दोन i वर दिले जाते आणि एकसमान
रॉड साठी i ml स्क्वेअर तीन पेक्षा जास्त आहे म्हणून ओमेगा स्क्वेअर mgl च्या दोन पट
मिली स्क्वेअर पेक्षा तीन होतो जे m रद्द करते तीन g वर दोन l हे बाकीचे
देखील रद्द करते आणि कालावधी t ओमेगावर दोन pi च्या बरोबरीचा असणार आहे जो
दोन l च्या दोन पाई वर्गमूळ पेक्षा तीन g आहे
त्यामुळे हा
कालावधी थोडा वेगळा आहे साध्या पेंडुलमसाठी कालावधी त्यापेक्षा थोडा वेगळा आहे जिथे सर्व वस्तुमान
शेवटी केंद्रित होते, याचे आणखी एक उदाहरण म्हणजे समजा माझ्याकडे एक डिस्क आहे आणि मी ती त्याच्या परिघावरील एका बिंदूवर पिव्होट करतो
त्यामुळे एक डिस्क त्याच्या परिघावरील एका बिंदूवर m आणि त्रिज्या r ची एकसमान डिस्क पिव्होट केली जाते आणि आता आपण एका लहान कोनाने लहान कोन थीटाने ते थोडेसे विस्थापित करतो
त्यामुळे प्रश्न असा आहे की
जेव्हा ते उभ्या पासून एका लहान कोन थीटाने विस्थापित केले जाते आणि सोडले जाते तेव्हा दोलनांची वारंवारता काय असते म्हणून आपण काय करत आहोत आपण ही डिस्क विस्थापित करत आहोत
ते उभ्या स्थितीपासून थोडेसे आहे जेथे ते समतोल आहे आणि ते
सोडताना आम्हाला वारंवारता जाणून घ्यायची आहे म्हणून पुन्हा येथे डिस्क आहे आणि ती त्याच्या समतोल स्थितीपासून थोडीशी दाखवली जाते आणि सर्व वस्तुमान वस्तुमानाच्या केंद्रस्थानी क्रिया करत आहे
ते खाली खेचत आहे आणि ते याला काउंटर टॉर्क प्रदान करते जेणेकरून ते मागे खेचले
जाईल काउंटर टॉर्क किती आहे हा आर आहे मग टॉर्क हे
पिव्होट आणि उभ्या रेषा उभ्या रेषापासून इतके लंब अंतर असणार आहे पिव्होट
टॉर्कमधून जाणे mgr वेळा साइन थीटा असणार आहे आणि लहान थीटासाठी हे mgr theta असे लिहिले जाऊ शकते
आणि म्हणून गतीचे समीकरण i alpha इक्वल वजा mg r theta किंवा
id two theta over dt असे असेल.
समांतर अक्ष प्रमेयाने चौरस वजा mg r थीटा i हा वस्तुमानाच्या
केंद्राविषयी जडत्वाचा क्षण असणार आहे जो mr चौरस बाय दोन अधिक mr वर्ग आहे
जो तीन mr वर्ग बाय दोन आहे आणि म्हणून गतीचे समीकरण तीन आहे mr स्क्वेअर वरील दोन
d दोन थीटा ओव्हर dt स्क्वेअर वजा mg r थीटा दोन्ही बाजूंनी m रद्द करू या
दोन्ही बाजूंच्या r पैकी एक रद्द करू आणि म्हणून मला d दोन थीटा ओव्हर dt स्क्वेअर वजा दोन
g वर तीन समान आहे r theta
त्यामुळे या प्रकरणात ओमेगा स्क्वेअर 3 r पेक्षा दोन g असेल आणि
कालावधी t दोन pi वर्गमूळ 3 r वर दोन g असेल आणखी एक समस्या
मी आता फक्त तुम्हाला किती रुंद दाखवण्यासाठी करणार आहे साध्या हार्मोनिक मोशनची ही संकल्पना
आहे i ज्याला प्लाझ्मा दोलन म्हणतात आणि जर तुम्हाला तुमच्या 12 व्या वर्गाच्या पुस्तकातून आठवत असेल तर
हे घडतात किंवा तुम्ही आयनोस्फीअरमधील रेडिओ लहरींबद्दल बोलत असताना प्लाझ्मा किंवा प्लाझ्मा वारंवारता ऐकली असेल तर
प्लाझ्मा म्हणजे काय हा सकारात्मक आणि नकारात्मक शुल्कांचा संग्रह आहे आणि ते कधी
एकमेकांच्या संदर्भात विस्थापित होतात कारण मी दाखवणार आहे की समस्या मध्ये ते एकत्र दोलन सुरू
करतात आणि त्याला प्लाझ्मा ऑसीलेशन म्हणतात आणि याची नैसर्गिक वारंवारता
ओमेगा पी द्वारे दर्शविली जाते जी प्लाझ्मा वारंवारता म्हणून ओळखली जाते म्हणून आपण कोणता प्रश्न विचारणार
आहोत प्रश्न खाली दर्शविला आहे हा सकारात्मक आणि ऋण शुल्काचा संग्रह आहे आम्ही म्हणू शकतो की सकारात्मक आयन आणि
इलेक्ट्रॉन मला हे दर्शवू द्या म्हणजे हे काळ्याने दर्शविलेल्या सकारात्मक चार्जसारखे आहे आणि त्याच्या
वर लाल रंगाने दर्शविलेले ऋण शुल्क आहे आणि हे मध्ये दर्शविले आहे स्लॅब भूमिती सकारात्मक शुल्क निश्चित केले जातात तर ऋण
शुल्क मोबाईल असतात जर ऋण शुल्काचा स्लॅब विस्थापित केला असेल तर तो os ची वारंवारता शोधा.

cillations म्हणून आम्ही दाखवत आहोत की हे ऋण
शुल्क आता थोडेसे विस्थापित होणार आहे.
याच्या बाहेर हेच दाखवले आहे जेणेकरुन
या बाजूला ऋण शुल्क आहे जे येथे मागे राहिले
आहे ते सर्व सकारात्मक शुल्क आहे आणि मग स्पष्टपणे हे एक इलेक्ट्रिक फील्ड सेट करते
जे ऋण चार्ज मागे खेचते
त्यामुळे आता मी समस्या अधिक स्पष्ट करूया मग
आपण काय करत आहोत आपल्याकडे स्लॅब आहे ज्यावर हे ऋण शुल्क
थोडेसे विस्थापित झाले आहे
त्यामुळे काय होत आहे येथे हे हे शुल्क ऋण होते आणि
तुमच्या मागे जे शिल्लक आहे ते हे सकारात्मक शुल्क आहे आणि हे येथे असे विद्युत क्षेत्र सेट करते
आणि हे इलेक्ट्रिक फील्ड ही
लाल वस्तू मागे खेचणार आहे
त्यामुळे एक पुनर्संचयित शक्ती आहे विद्युत क्षेत्र जर हे पुनर्संचयित बल
x किंवा विस्थापनाच्या प्रमाणात असेल तर मला माहित आहे की तेथे साधे हार्मोनिक
दोलन असतील हे अंतर x असू द्या स्लॅब b ची रुंदी l
हे क्षेत्र बाहेरचे क्षेत्रफळ आहे आता हे क्षेत्र x ने विस्थापित झाले आहे का ते पाहू या
येथे पृष्ठभागावरील चार्ज किती आहे
त्यामुळे n चार्जेसच्या संख्येच्या घनतेच्या बरोबरीने असू द्या , म्हणजे जेव्हा मी हे आकारमान x ने विस्थापित करतो
हे येथे दाखवले आहे ज्यावर मी माझे पेन ठेवत आहे ज्यावर जांभळ्या रंगाने दाखवले आहे आणि ते
सर्व गुणाकार x असेल
त्यामुळे शुल्काची संख्या n गुणिले x असेल म्हणून
शुल्क आकारले जाते कारण ते ऋण शुल्क आहे उणे निअक्स होणार आहे जेथे ई
आहे इलेक्ट्रॉनिक चार्ज म्हणूया जर या गोष्टी हलवल्या जात
आहेत त्याच रकमेने इलेक्ट्रॉन असतील तर दुसऱ्या बाजूला चार्ज या
बाजूला असणार आहे तो निअक्स असेल
त्यामुळे प्रति चार्ज दोन्ही बाजूंचे एकक क्षेत्र ज्याला मी सिग्मा म्हणतो तो
निॲक्सने भागून भागिले पुढील हा सिग्मा असेल तर डाव्या बाजूला माझ्या उजव्या बाजूला अधिक सिग्मा आहे
माझ्याकडे मायनस सिग्मा आहे
त्यामुळे मध्ये मध्ये इलेक्ट्रिक फील्ड सेट केले जात आहे
एप्सिलॉन शून्यावर सिग्मा असणे जे ne आहे x ओव्हर एप्सिलॉन शून्य उजवीकडे निर्देश करत आहे आणि हे
या इलेक्ट्रॉन्सवर एक बल लावणार आहे बल किती आहे हे इलेक्ट्रॉन्सची संख्या आहे
nal आम्ही गृहीत धरत आहोत की x हे चार्जच्या वेळेपेक्षा खूपच कमी आहे.
ei एक वजा चिन्ह लावू शकतो
परंतु आपण फक्त परिमाण मोजत असल्यामुळे i विद्युत क्षेत्राचा प्लस पट घालू शकतो ज्याला
एप्सिलॉन शून्याने भागले जाते
त्यामुळे हे n स्क्वेअर ale स्क्वेअर x भागाकार एप्सिलॉन शून्य असेल आणि
हे बल आहे इलेक्ट्रॉनचे वस्तुमान असेल जे प्रवेग
वस्तुमान किती वेळा हलवणार आहे ते इलेक्ट्रॉन्सची संख्या असेल al वेळा मी इलेक्ट्रॉनचे वस्तुमान x दुहेरी
बिंदू असेल उणे n चौरस ale चौरस x भागिले एप्सिलॉन 0 या वजा चिन्ह दाखवते की ही एक
पुनर्संचयित करणारी शक्ती आहे आता मी दोन्ही बाजूंनी अ रद्द करू शकतो मी दोन्ही बाजूंनी nl रद्द करू शकतो मी
दोन्ही बाजूंनी n पैकी एक रद्द करू शकतो आणि माझ्याकडे mex दुहेरी बिंदू समान आहे उणे ne चौरस x
भागाकार एप्सिलॉन शून्य म्हणून माझ्याकडे उरले आहे mex दुहेरी बिंदू समान उणे ne चौरस xx
दुहेरी बिंदू समान n ने भागाकार एप्सिलॉन शून्य ने स्क्वेअर ओव्हर मी एप्सिलॉन शून्य गुणिले x आणि
हे ओमेगा प्लस एम स्क्वेअर शिवाय दुसरे काही नाही
त्यामुळे ओमेगा प्लाझ्मा स्क्वेअर माझ्यावर ne स्क्वेअर आहे
एप्सिलॉन शून्य आणि याला प्लाझ्मा फ्रिक्वेन्सी म्हणून ओळखले जाते
त्यामुळे चार्ज केलेल्या कणांच्या संग्रहासाठी साध्या हार्मोनिक मोशनच्या संकल्पनेचा हा
एक वेगळा अनुप्रयोग आहे कोपरे आणि
नंतर उभ्या स्थितीतून एका कोन थीटाद्वारे त्या स्थितीपासून थोडेसे विस्थापित करा आणि आम्हाला
हे जाणून घ्यायचे आहे की दोलनाची वारंवारता पुन्हा काय असेल कारण त्याचा विस्तारित
भाग आहे हे समीकरण आपण वापरणार आहोत i थीटा दुहेरी बिंदू जो
i सारखा आहे कोनीय प्रवेग टाऊ बरोबर आहे टॉर्क टॉर्क पुन्हा टॉर्क प्रमाणेच
डिस्कमध्ये समस्या या वजनामुळे येत आहे mg म्हणून जर आपण त्याची गणना केली तर हे i s उभ्यापासून विस्थापित चौरस हे

अक्षापासून mg अंतर
आहे हे अर्धा कर्ण आहे जे ओव्हर रूट दोन साइन थीटा आहे
 त्यामुळे टॉर्क mg a
ओव्हर रूट टू सिन थीटा आहे आणि मी समोर एक वजा चिन्ह ठेवतो कारण ते आत आहे
विस्थापनाच्या विरुद्ध दिशा जी लहान कोनात अंदाजे
मूळ दोन थीटा वर उणे mga होते जर थीटा लहान असेल आणि म्हणून गतीचे समीकरण
i theta दुहेरी बिंदू मूळ 2 थीटा वर उणे m ga   समान आहे आणि ओमेगा वर्ग
म्हणून mga आहे ओव्हर रूट 2 i तेच आता आपण चौरसासाठी i चा पर्याय करायचा आहे
आता i पिव्होट बद्दल i cm चा होणार आहे पिव्होट बद्दल अधिक i cm बद्दल आहे
 त्यामुळे i चा cm
बद्दल पिव्होट m होणार आहे कागदावर लंब असलेल्या या अक्षांबद्दलचा चौरस गुणा दोन* अधिक i बद्दल सेंटीमीटर
m एक चौरस बाय सहा असेल जो नंतर दोन ma
चौरस 3 वर होतो आणि म्हणून omega s वर्ग काही नाही पण 2 गुणिले 2 च्या वर्गमूळावर mga   ma
चौरस वरील ३ .
 आम्ही दोन्ही बाजूंनी m रद्द करू शकतो .
  a चा एक जातो आणि म्हणून तुम्हाला
मिळणारे उत्तर 2 रूट 2 a वर 3 g आहे जे ओमेगा स्क्वेअर आहे.
 किंवा ओमेगा स्वतःच फ्रिक्वेन्सी 3 g वर
दोन रूट दोन a वर वाढवून अर्ध्या पर्यंत आहे
 त्यामुळे निष्कर्ष काढा आम्ही हे समीकरण d दोन y ओव्हर dt
स्क्वेअर वजा ओमेगा स्क्वेअर y बरोबर घेतले आहे तुमच्याकडे y साठी काहीही असू शकते ते कोन असू
शकते ते पाण्याच्या द्रवाचे विस्थापन असू शकते किंवा जोपर्यंत हे समीकरण या स्वरूपात आहे तोपर्यंत हे
सोपे आहे हार्मोनिक मोशन आणि तुम्ही ते मिळवू शकता
.
 बिंदू वस्तुमानातील बल आणि विस्थापन यांचा विचार करून गतीचे समीकरण काढू शकता किंवा द्रवपदार्थ कठोर शरीरात विस्थापित होत आहेत,
तुम्ही टॉर्क आणि कोनीय प्रवेग समीकरण वापरून तेच समीकरण काढू शकता
जोपर्यंत समीकरण येते ज्या फॉर्ममध्ये प्रवेग हे
विस्थापन वजा करण्यासाठी काही प्रमाणात असते जे स्थिरतेमुळे तुम्हाला साध्या हार्मोनिक मोशनची वारंवारता मिळते
आणि शरीर तुम्हाला साधी हार्मोनिक हालचाल करते