

सुप्रभात तुम्हा सर्वांना आज गुरुत्वाकर्षणावरील शेवटचे व्याख्यान आहे आमच्याकडे सुमारे सहा व्याख्यानांची मालिका आहे म्हणून आम्ही काय केले ते मूलभूत संवर्धन कायद्यांसह जे सर्व परस्परसंवाद सर्व मूलभूत परस्परसंवादांना अधोरेखित करतात त्यानंतर आम्ही मूलभूत शक्तीची यादी केली आणि नंतर आम्ही सर्वात प्राचीन आणि सर्वात व्यापक शक्तीकडे पाहू लागलो, म्हणजे गुरुत्वाकर्षण बल हे शोधले गेलेले पहिले मूलभूत बल होते. आणि न्यूटनच्या गतीच्या नियमांचा तो पहिला वापर होता ज्याची आम्ही गणना केली आहे .

पहिला नियम दुसरा नियम आणि तिसरा नियम यानंतर प्राचीन आणि मध्ययुगीन खगोलशास्त्रज्ञ विविध ग्रह आणि ताऱ्यांचे वस्तुमान आणि अंतर कसे ठरवतात यावर चर्चा करण्यात आम्ही बराच वेळ घालवला आणि त्याचा इनपुट म्हणून आम्ही अभ्यास केला tycho brahes निरीक्षणे वापरून केप्लर त्याचे प्रसिद्ध तीन नियम कसे तयार करू शकले. मी तुम्हाला तीन नियमांबद्दल सर्वात महत्वाची गोष्ट सांगितली ती म्हणजे केपलरने खूप मोठे बदल केले त्याने ते केले नाही पृथ्वीच्या बाकीच्या फ्रेममध्ये निश्चित केलेल्या फ्रेममध्ये ग्रहांच्या कक्षा समजून घेण्याचा प्रयत्न केला पण त्याने ते सूर्याकडे वळवले

त्यामुळे ही एक मोठी शिफ्ट होती कारण बर्नार्च काळापासून लोकांचा विश्वास होता विशेषतः युरोपियन लोकांचा असा विश्वास होता की पृथ्वी आहे विश्वाच्या केंद्रस्थानी आणि बाकीचे ब्रह्मांड आपल्याभोवती फिरले कारण मनुष्य हा देवाने निर्माण केलेला सर्वोच्च प्राणी होता म्हणून एकदा शिफ्ट झाल्यावर एक अतिशय सुंदर नमुना उदयास आला पूर्वी केप्लर कक्षाला तथाकथित प्लॅटोनिक घन पदार्थांमध्ये बसवण्याचा प्रयत्न करत होता आणि यासारख्या गोष्टी कारण लोकांना गोळ्यांमध्ये किंवा ग्रहांच्या गतीमध्ये परिपूर्णतेची अपेक्षा होती पण एकदा तो ग्रहांच्या कक्षेच्या सूर्यकेंद्री वर्णनाकडे गेला तेव्हा त्याला लंबवर्तुळाकार कक्षेच्या दृष्टीने अतिशय सुंदर वर्णन मिळाले सर्व ग्रह लंबवर्तुळाकार कक्षेत आणि त्याने आणखी दोन मूलभूत वैशिष्ट्ये शोधून काढली .

वेळेच्या समान अंतराने समान क्षेत्रे स्वीप केली जातात आणि कालावधी आणि टी दरम्यान एक निश्चित गुणोत्तर होते सूर्यापासूनचे त्रिज्या अंतर हे r क्यूबडने चौरस आहे.

त्यामुळे काही अर्थाने काही हजार वर्षांपर्यंत पसरलेल्या निरीक्षणे आणि विश्लेषणांनी गुरुत्वाकर्षणाच्या वैश्विक नियमाच्या निर्मितीसाठी आधार तयार केला आहे. न्यूटनने या सर्व गोष्टींचा गैरफायदा घेतला होता ही खरोखर महत्त्वपूर्ण संकल्पना होती. अंतरावर कार्य करू शकणाऱ्या शक्तीचा तोपर्यंत लोकांचा असा विश्वास होता की फक्त संपर्क शक्तीच शक्य आहे जर मला एखाद्या गोष्टीला धक्का द्यायचा असेल तर मी त्या वस्तूला स्पर्श करणे आणि ढकलणे चांगले आहे जरी मी त्या वस्तूला ढकलले नाही तरीही दुसऱ्याने धक्का दिला पाहिजे जसे की जेव्हा मी हवेचा एक झुळूक निर्माण करतो ज्यामुळे एखाद्या वस्तूला धक्का लागू शकतो. उदाहरणार्थ जेव्हा मी केस श्वास सोडतो तेव्हा मोठ्या शक्तीने हवा सोडते ती हवा पानाच्या किंवा कागदाच्या संपर्कात येते आणि ती हलू लागते असा विश्वास होता की न्यूटनला केवळ शक्तीची संकल्पना अगदी अचूकपणे तयार करावी लागली नाही, ज्यामुळे जडत्वाच्या चौकटीत प्रवेग होतो. अंतरावरील कृतीची संकल्पना ही खरंतर फील्डच्या संकल्पनेचा आधार होती जी नंतर आली म्हणून एकदा हे पूर्ण झाल्यावर न्यूटन गुरुत्वाकर्षणाचा नियम तयार करू शकला आणि आपण घसरण्याचा गॅलिलियन नियम समजून घेऊ शकतो. शरीर पृथ्वीभोवती चंद्राची गती पृथ्वीभोवती पृथ्वीची गती सूर्याभोवती ग्रहांची गती सूर्याभोवती उपग्रहांची गती ग्रहांभोवती फक्त इतकेच नाही तर या नियमांचा वापर करून तुम्ही वस्तुमानाचा अंदाज लावू शकता. तुम्ही अनेक मार्गांनी अंतराचा अंदाज लावू शकता आणि ती अशी गोष्ट आहे ज्याची आम्ही त्या मोठ्या लांबीवर चर्चा केली, त्यानंतर आम्ही पृथ्वीवर घडत असलेल्या तथाकथित रहस्यमय घटनांपैकी एकाकडे पाहिले, ती म्हणजे भरती-ओहोटी आणि शेवटच्या व्याख्यानात मी दोन वेगवेगळ्या शक्तीमधील फरक कसा आहे हे शोधून काढले. पृथ्वीवरील बिंदू वास्तविकपणे पृथ्वीवरील विरुद्ध बिंदूमुळे भरती-ओहोटीची शक्ती निर्माण होईल आणि मी ते पूर्णपणे तयार केले नाही परंतु मी हे दाखवले आहे असे काही घडते म्हणून मला आशा आहे की दोन लोकांनी किंवा तुम्ही विद्यार्थ्यांनी आपापसात चर्चा करण्यासाठी पुरेसा वेळ घालवला आहे चड्डीबद्दल अधिक समजून घेण्यासाठी तुमच्या शिक्षकांशी चर्चा करा

त्यामुळे काही अर्थाने असे होते की सूर्यासहित सर्व काही सूर्याखाली आहे. जसे गुरुत्वाकर्षण शक्ती आणि वैश्विक वस्तूंचा संबंध आहे ते समजले होते म्हणून आज आपण गुरुत्वाकर्षणाकडे थोड्या वेगळ्या दृष्टिकोनातून पाहणार आहोत. या सर्व काळापासून आपण बलांच्या दृष्टिकोनातून गुरुत्वाकर्षणाकडे पहात आहोत. आज आपण काय करणार आहोत हे मूलभूत आहे गियर्स बदलणे आणि त्याच घटनेकडे दुसऱ्या दृष्टिकोनातून वरच्या संभाव्य किंवा संभाव्य ऊर्जेतून पाहणे जेव्हा तुम्ही गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रामध्ये मीटरचे वस्तुमान ठेवता तेव्हा मी या दोन गोष्टींवर पोहोचू. एकमेकांपासून वेगळे नाही किंबहुना ते समतुल्य आहेत पण विश्लेषणाच्या दृष्टिकोनातून ते पूरक दृष्टिकोन आहेत जे याच्या दृष्टिकोनातून सोपे आहे. संभाव्य ऊर्जेच्या दृष्टिकोनातून ce अधिक क्लिष्ट होऊ शकतो. आणि काहीवेळा संभाव्य ऊर्जेच्या दृष्टिकोनातून जे सोपे आहे ते बलांच्या दृष्टिकोनातून बरेच क्लिष्ट होऊ शकते मी तुम्हाला काही उदाहरणे देईन परंतु त्याआधी गुरुत्वाकर्षण संभाव्यतेचा अर्थ काय आहे हे आपण काळजीपूर्वक समजून घेतले पाहिजे स्वतः न्यूटनने गुरुत्वाकर्षण संभाव्यतेच्या कल्पनेचा कोणताही व्यापक वापर केला नाही. नंतर गणितज्ञ आणि भौतिकशास्त्रज्ञांनी त्याचा पूर्ण वापर केला, विशेषतः जेव्हा त्याने हे समीकरण लिहिले आणि विष विष समीकरणे गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रासाठी लिहिली गेली तेव्हा मी आधीच थोडक्यात परिचय दिला आहे स्पिंग मास सिस्टीमद्वारे संभाव्य ऊर्जेची संकल्पना म्हणून मी म्हटले आहे की बल f हे उणे kx च्या समान आहे एक प्रकारे अर्धा kx वर्गाच्या बरोबरीची संभाव्य ऊर्जा सूचित करते, म्हणून जर मला बरोबर आठवत असेल तर मी एकूण ऊर्जा लिहिणे म्हणजे गतीज ऊर्जा तसेच मी मागणी केलेली संभाव्य ऊर्जा ही एक स्थिर गतिज ऊर्जा असावी अधिक संभाव्य ऊर्जा ही स्थिर असली पाहिजे आणि आपण गतीचे समीकरण प्राप्त केले आहे म्हणून आपण ते पुन्हा करूया

त्यामुळे हा दृष्टिकोन एक उपयुक्ततावादी दृष्टिकोन आहे जो आपल्याला सांगते की संभाव्य ऊर्जा वापरणे उपयुक्त आहे परंतु ऊर्जेची कल्पना आपल्याला समजून घेणे आवश्यक आहे म्हणजे आम्ही असे काय केले आहे की आम्ही संभाव्य ऊर्जा अर्धा k kx चौरस असण्याची व्याख्या केली आहे हे लक्षात ठेवा x हे समतोल स्थिती समतोल स्थितीचे विस्थापन आहे मग अर्थातच आमच्याकडे गतिज ऊर्जा अर्धा mv चौरस आहे म्हणून जर आपण अट ठेवली तर कदाचित मी वापरावे होय गतिज ऊर्जा जर आपण निर्धारित केले की एकूण ऊर्जा वेळेत स्थिरतेच्या t प्लस v समान आहे , तर आपल्याला माहित आहे की जेव्हा पेंडुलम दोलन होतो किंवा जेव्हा स्पिंग त्याच्या समतोल स्थितीबद्दल दोलन करत असतो तेव्हा वळणाच्या बिंदूवर त्याचा वेग शून्य असतो त्याचा जास्तीत जास्त वेग असतो समतोल स्थितीत जेव्हा ते केंद्रातून जाते तेव्हा आपण काय म्हणतोय की गतीज ऊर्जेतील बदलाची भरपाई संबंधित बदलाद्वारे केली जाते

e संभाव्य ऊर्जेमध्ये तुम्ही तुमची गतिज ऊर्जा वाढवता संभाव्य ऊर्जा कमी होते तुम्ही तुमची संभाव्य ऊर्जा वाढवता गतीज ऊर्जा अशी कमी होते की ही बेरीज स्थिर आहे

त्यामुळे आम्हाला शक्तीपासून या उर्जेकडे जाण्याची गरज नाही ते करण्याचा एक मार्ग आहे हे फक्त एक गृहितक म्हणून घ्या आणि हे शून्य बरोबर असावे अशी मागणी करा मग आम्हाला काय मिळाले हे तुम्हाला सांगते की $mv \, dv$ द्वारे dt जो प्रवेग बरोबर आहे हे अधिक kx शून्य kxv समान शून्य आहे म्हणून मी माझी साखळी वापरली आहे x चा d चा वर्ग dt च्या भेदभावाचा नियम जो मला dt ने $2x$ आणि dx देईल आणि 2 च्या रद्द करा हे सर्व वेगांसाठी वैध असले पाहिजे म्हणून आपण काय करतो हे रद्द करणे आहे आणि खात्रीने आम्हाला हुक कायदा mv वजा समान मिळेल kx एक गणितीय पायरी म्हणून ती अगदी सोपी वाटू शकते परंतु वैचारिकदृष्ट्या ऊर्जांच्या स्वरूपाविषयी आपल्या समजण्यात एक झेप आहे आणि आपण हे लक्षात ठेवले पाहिजे की याने आपल्या इतक्या अनेक फेनो समजून घेण्यात एक विलक्षण भूमिका बजावली आहे. मानवी शरीरक्रियाविज्ञानासह निसर्गाचे मेना, गतीज उर्जेकडे पाहण्याचा एक मार्ग म्हणजे केवळ भौतिकशास्त्र नाही असे म्हणणे आहे की ठीक गतीज ऊर्जा नष्ट होते उदाहरणार्थ जेव्हा कण त्याच्या समतोल स्थितीपासून दूर जात असतो आणि जेव्हा तो येतो तेव्हा त्याला गतीज ऊर्जा मिळू लागते. सतत तोटा आणि फायदा होत असतो पण अशा प्रकारच्या चित्रात गतीज ऊर्जेचे काय झाले याचा हिशेब नसतो

त्यामुळे आपल्याजवळ जे आहे तेच ठेवणे चांगले नाही पण ज्या क्षणी आपण म्हणतो की उर्जेचे दुसरे रूप आहे म्हणजे संभाव्य उर्जा आणि हे अगदी नैसर्गिक आहे कारण जर मी स्प्रिंग कॉम्प्रेस घेतला तर मी खूप जोर लावतो आणि नंतर मी एक ब्लॉक ठेवतो जेणेकरून ते हलणार नाही सर्वाना माहित आहे की तेथे प्रचंड ऊर्जा साठवली जाते आणि आपण ते कसे साठवतो उर्जा आणि नंतर मी ज्या क्षणी हा टॉप काढून टाकतो ते परत येते किंवा उदाहरणार्थ मी पाण्याची किटली घेतली तर ते पूर्णपणे झाकले जाते जेम्सच्या निरीक्षणाचा हा प्रसिद्ध प्रयोग आहे किती लोक मी ते केले होते पण जेम्सने त्याचा चांगला उपयोग केला म्हणून जर तुम्ही गरम करायला सुरुवात केली तर तुम्हाला भरपूर ऊर्जा पुरवठा होत आहे कारण तुम्ही गरम करत आहात आणि पाण्याचे रेणू गतिज ऊर्जा मिळवत आहेत त्यामुळे कधीतरी ऊर्जा इतकी वाढेल की झाकण उडेल त्या वेळेपर्यंत ऊर्जा कुठेतरी व्यवस्थित साठवली जाते त्यामुळे ते कदाचित फार चांगले उदाहरण नाही पण तिथे आपण काही उष्णतेचे गतीज उर्जेमध्ये रूपांतर पाहत आहोत येथे आपण उष्णतेला संभाव्य आणि संभाव्य उष्णतेमध्ये पाहत आहोत म्हणून हे ऊर्जा म्हणजे काय हे आपले क्षितिज किंवा आपली समज विस्तृत करते आणि हे फक्त एक साधे उदाहरण आहे आणि मी तुम्हाला सांगितले त्याप्रमाणे उर्जेच्या संवर्धनाच्या या तत्वाने खूप महत्त्वाची भूमिका बजावली आहे आणि मी योग्य वेळी स्प्रिंगच्या दोलनाबद्दल काही विधाने करेन किंवा पेंडुलमचे दोलन हे वर फेकल्या गेलेल्या बॉलच्या गतीपेक्षा फारसे वेगळे नसते

त्यामुळे खाली पडणाऱ्या शरीराचा नियम म्हणून मी काय करू ही माझी जमीन आहे मी एक बॉल घेतो मी त्याला एक विशिष्ट वेग देतो आणि मी तो फेकतो

त्यामुळे तुम्हा सर्वाना ही समस्या कशी सोडवायची हे माहित आहे कारण आम्ही असे गृहीत धरतो की गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र स्थिर आहे म्हणून प्रवेग हा एक स्थिर आहे तो कमाल उंचीवर पोहोचतो उंची h आणि मग ती उंची गाठल्यावर काय होते तिथे त्याचा वेग शून्य असतो आणि म्हणून तो वळणाचा बिंदू बनतो म्हणून तो तिथे जातो आणि तो खाली येतो आणि जेव्हा खाली येतो तेव्हा पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या अगदी जवळ येतो जर तुम्ही वेगाचे काळजीपूर्वक मोजमाप तुम्हाला आढळेल जर तुम्हाला हवेचा प्रतिकार लहान किंवा दुर्लक्षित आहे हे माहित असेल किंवा तुम्ही ते रिकामी केलेल्या चेंबरमध्ये जाळीत करता ज्या वेगाने तो पृथ्वीवर आदळतो तो वेग सारखाच असतो ज्या वेगाने तो पाठवला गेला होता. गतीज ऊर्जेचे संवर्धन जेव्हा ती परत पोहोचली तेव्हा काहीही गमावले नाही हे ठीक आहे म्हणून आपण त्याच खात्याने समानता घेऊ शकतो आणि जेव्हा ती संभाव्य उर्जा वर जाते तेव्हा आपण असे म्हणू शकतो जेव्हा चेंडू वर येतो तेव्हा वाढतो आणि कमी होतो तेव्हा तो संभाव्य असतो म्हणजे तो दिसत नाही पण तो आत दडलेला असतो असे आपण म्हणतो की एखाद्या व्यक्तीमध्ये हे करण्याची क्षमता आहे हे आपण अद्याप पाहिलेले नाही

त्यामुळे काही अर्थाने संभाव्य ऊर्जा नेहमीच असते साठवलेली ऊर्जा ही काही विशिष्ट प्रकारे कमीत कमी मेकॅनिक्सच्या संदर्भात साठवली जाते आणि मग ती खाली पडल्यावर जे काही साठवले जाते ते बाहेर आणले जाते आणि आम्ही ती गतिज ऊर्जा म्हणून पाहतो. गती म्हणजे गती म्हणून तुम्ही ती ऊर्जा म्हणून पाहत आहात. गती

त्यामुळे संभाव्य ऊर्जेसाठी सामान्य स्वरूप प्राप्त करण्यासाठी आपल्याला काय करावे लागेल हे मी सामान्य स्वरूप का म्हटले आहे कारण जेव्हा आपण पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रामध्ये मुक्तपणे खाली पडणाऱ्या शरीराकडे पाहता तेव्हा आपण असे गृहीत धरतो की ही उंची त्याच्या तुलनेत खूपच लहान आहे पृथ्वीची त्रिज्या आणि म्हणून आपण गुरुत्वाकर्षण शक्ती व्यावहारिकदृष्ट्या स्थिर राहण्यासाठी घेतो गुरुत्वाकर्षणामुळे होणारा प्रवेग हा एक स्थिर आहे तो s पासून ज्या उंचीवर आहे त्याच्याशी बदलत नाही पृथ्वीचा पृष्ठभाग त्यामुळे आम्हाला एक सामान्य स्वरूप हवे आहे ज्यात आम्ही गणिताच्या तपशीलात जाणार नाही तुम्हाला तेच जास्त माहित आहे जर f उणे kx बरोबर असेल तर तुमची संभाव्य उर्जा उणे $f \, dx$ शिवाय काहीच नाही, मी अगदी सामान्य गतीच्या किरकोळ तपशिलांमध्ये जाणार नाही आम्ही फक्त एक मित्तीय गती गृहीत धरू

त्यामुळे गती नेहमी बलाच्या बाजूने असते किंवा बलाच्या विरुद्ध असते. जर तुमच्याकडे अधिक सामान्य केस असेल, उदाहरणार्थ एखादा कण दोन मित्ती किंवा तीन मित्तींमध्ये फिरण्यास मोकळा असेल तर काय होईल बल एका दिशेने कार्य करत असेल आणि गती दुसऱ्या दिशेने असू शकते दिशा म्हणून आम्हाला ते करायचे नाही म्हणून आम्ही काय म्हणतोय मुळात आम्हाला ते उणे $x \, dx$ द्वारे dt मध्ये dt असे लिहायचे आहे उदाहरणार्थ मला जे घडत आहे ते बरोबर आहे म्हणून माझ्या m मध्ये हेच आहे

त्यामुळे रेक्टिलिनियर मोशनमध्ये अजिबात अडचण नाही कारण बल काही दिशेला आहे dx आहे

त्यामुळे जर मी आता उणे $f \, dx \, dx$ लिहितो तर नक्कीच नेहमीच एक सकारात्मक वाढ आहे तुम्हाला आढळेल की हे प्रमाण काहीही नसून अर्धा kx वर्ग आहे. dx तुम्ही शिकाल हे सिस्टीमने केलेले काम याशिवाय दुसरे काहीही नाही ते सिस्टीमने केलेले काम आहे जे तुम्ही तुमच्या कार्य उर्जेवरील व्याख्यानात केले असते म्हणून मी तुम्हाला विचारत आहे की तुमच्याकडे जे काही आहे ते लक्षात ठेवा तुमच्या मेकॅनिक्समध्ये कार्य ऊर्जा प्रमेय शिकवला गेला आहे आणि गुरुत्वाकर्षणाच्या संदर्भात त्याचा चांगला वापर करा आणि मी हे फक्त

तुमच्या फायद्यासाठी पुनरावृत्ती करत आहे जेणेकरून तुम्हाला आठवेल की तेथे जे काही शिकवले गेले आहे ते तुम्हाला आठवेल. संभाव्य ऊर्जेची संकल्पना म्हणून ती अगदी त्याच पद्धतीने कार्य करते. आपण काय करू शकतो ते म्हणजे गुरुत्वाकर्षण बल f हे उणे gmm बाय r चौरस आहे आणि बलाच्या रेषेसोबत एकीकरण करा. बल रेषेच्या रेषेसह एकीकरण समाकलित करणे म्हणजे बलाची दिशा म्हणजे एकीकरण कसे करायचे हे प्रत्येकाला माहित आहे सर्व एकत्रीकरणांना काही संदर्भ बिंदू आवश्यक आहेत जे खूप महत्वाचे आहे कारण तुमच्या कॅल्क्युलस वर्गात तुमच्या वर्गात तुम्हाला शिकवले जाईल किंवा कदाचित आधीच शिकवले गेले असेल जेव्हा तुम्ही अनिश्चित अविभाज्य मूल्यमापन करता तेव्हा ते अनिश्चित पूर्णांक ते स्थिरांकापर्यंत अद्वितीय असते कारण जेव्हा मी फरक करतो तो स्थिरांक निघून जातो तेव्हा आम्हाला ते करणे आवश्यक असते म्हणून मी काय करेन ते मी तुम्हाला उत्तर देईन आणि मग मी तुम्हाला सांगेन कोणत्या प्रकारचे एक स्थिरांक जो मी नियुक्त केला आहे जेणेकरून कोणतीही संदिग्धता नाही की मला तेच करायचे आहे म्हणून आम्ही ते सत्यापित करण्यासाठी एक व्यायाम म्हणून तुमच्यावर सोडू, म्हणून मी ते तुमच्या व्यायामासाठी सोडू देत आहे हे सत्यापित करा की माझे v उणे gmm बरोबर संभाव्य ऊर्जेसाठी r हा एक चांगला उमेदवार आहे तो सोयीस्कर आहे जरी या विशिष्ट टप्प्यावर असे गृहीत धरणे अनिवार्य नाही की या लहान m वस्तुमानाचे शरीर शेतात फिरत आहे या कॅपिटल m च्या बाँडीचा अर्थातच जेव्हा जेव्हा आपण कॅपिटल m आणि लहान m लिहितो तेव्हा आपला अर्थ m पेक्षा खूपच कमी असतो जेणेकरून आपल्याला मोठ्या वस्तुमानाच्या गतीबद्दल काळजी करण्याची गरज नाही म्हणून आपण आपल्या मनात असतो. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रामध्ये दगडांच्या ब्लॉकची गती किंवा पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रात चंद्राची गती किंवा पृथ्वीच्या सूर्य वस्तुमानाच्या गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रामध्ये पृथ्वी चंद्र प्रणालीची गती माझ्या मते सुमारे 10 आहे 22 kgs च्या पॉवरला आणि ह्याचे वस्तुमान 10 ते 30 kgs च्या पॉवरला आहे, म्हणून आपल्याकडे 10 ची पॉवर 8 आहे जी 100 दशलक्ष आहे, म्हणजे हा फरक आहे म्हणून आपल्याकडे असलेले चित्र हे करते या अभिव्यक्तीची सामान्यता काढून टाकू नका परंतु आमच्या उद्देशांसाठी ते पुरेसे आहे कारण जर तुम्ही मोठ्या वस्तुमान आणि लहान वस्तुमानाची तुलना करू दिलीत आणि जर तुम्हाला गतीचे समीकरण लिहायचे असेल तर ते थोडे अधिक क्लिष्ट होईल. संकल्पना मांडण्यासाठी टी कमी वस्तुमानाचे आणि या टप्प्यावर ते आवश्यक नाही म्हणून आपण या अंदाजात कार्य करू या माझ्याकडे जे आहे ते म्हणजे मी v इकल टू वजा gmm लिहित असताना ri ने तुम्हाला सांगितले की मी नेहमी स्थिरांक ठेवू शकलो असतो आणि ते खूप आहे तुमच्या लोकांसाठी हे सत्यापित करणे सोपे आहे की जर मला फरक करायचा असेल तर मला बल मिळायला हवे

त्यामुळे माझे बल काय आहे माझे बल वजा dv आहे dr द्वारे जे आम्ही r हॅट मध्ये म्हणत आहोत मी ते लिहित नाही म्हणून मी जेव्हा वजा dv करतो हे r ने dmm होते आणि जेव्हा मी फरक करतो तेव्हा त्याला आणखी एक वजा चिन्ह मिळेल जे तुम्हाला सांगेल की हे एक आकर्षक बल आहे म्हणून r हे एकक वेक्टर आहे जे मोठ्या वस्तुमानाच्या शरीराला लहान वस्तुमानाशी जोडते म्हणून ते मोठ्याकडे ढकलत आहे वस्तुमान हे लहान वस्तुमान त्याच्याकडे ढकलत आहे म्हणजे तुमच्याकडे तेच आहे आणि हे बल आहे मोठ्या वस्तुमानाने लहान वस्तुमानावर कार्य केले आहे

त्यामुळे मी माझ्या नेहमीच्या नोटेशनचा वापर करू शकतो

त्यामुळे माझ्याकडे माझे मोठे वस्तुमान आहे माझ्याकडे माझे लहान वस्तुमान आहे आणि मी मी युनिट वेक्टर दर्शवित आहे जसे हेच आता आमच्याकडे आहे तुम्ही सर्वजण भेदभाव करण्यास पूर्णपणे सक्षम आहात मी तुम्हाला एकीकरण करण्यास सांगत नाही हे तुम्ही सत्यापित करू शकता की हे काम उणे gmm r द्वारे करेल,

त्यामुळे स्थिरतेचे काय? आपण काय म्हणतोय ते स्थिरांक समजून घ्या म्हणजे अनंताकडे जाणाऱ्या मर्यादिकडे पहा म्हणजे कणाच्या संभाव्य ऊर्जेचे काय होईल असे आपण विचारत आहोत म्हणून हे लहान वस्तुमान आहे मोठे वस्तुमान आहे हे माझे लहान वस्तुमान आहे हे दरम्यानचे अंतर आहे ते आणि मी विचारत आहे की r अनंतात गेल्याने संभाव्य उर्जेद्वारे काय होईल आता बलाची अभिव्यक्ती मला सांगते की बल शून्यावर जातो हा व्यस्त वर्ग नियम आहे आता कल्पना करा की एक कण त्याच्यापासून खूप दूर विश्रांतीवर आहे वस्तुमान म्हणून उदाहरणार्थ आपण आकाशातील सर्व महान तारे पाहतो आकाशात आपल्याला दुधाळ मार्ग दिसतो त्यांच्यामध्ये प्रचंड वस्तुमानाचे शरीर असतात त्यांपैकी काही सूर्यापेक्षा अनेक शेंकडो पटीने मोठे असतात परंतु आपण त्या ताऱ्यांकडून कोणत्याही शक्तीचा अनुभव घेऊ नका. कारण आपण शेंकडो प्रकाशवर्षे हजारो प्रकाशवर्षे दूर आहोत म्हणून आपल्याला कोणत्याही शक्तीचा अनुभव येत नाही, उदाहरणार्थ जर शरीर हालचाल करत असेल किंवा आपण आपल्या सूर्यमालेकडे पाहिले तर हे गतिमान आहे आम्हाला संभाव्य उर्जेची काळजी नाही आम्ही फक्त गतीज उर्जा आणि शेजारच्या शक्तींच्या संभाव्य उर्जेबद्दल काळजी करू शकत नाही कारण ते निरर्थक आहे म्हणून त्याच टोकनद्वारे जर मी कल्पना केली की हे वस्तुमान असेल तर या लहान वस्तुमानापासून खूप दूर आरामात राहा, त्याला कोणत्याही शक्तीचा अनुभव येत नाही म्हणून तो या शरीराचे अस्तित्व ओळखू शकत नाही जोपर्यंत शक्तीचा संबंध आहे तोपर्यंत मला एखादी तेजस्वी वस्तू दिसू शकते परंतु तिचा माझ्याशी काहीही संबंध नाही आणि म्हणून जर ते विश्रांतीवर आहे मी म्हणून एकूण उर्जा शून्याच्या बरोबरीची आहे आणि उदाहरणार्थ मी ती स्प्रिंगशी जोडली तर मी म्हणून ती त्याची गतिज उर्जा अर्धा kx चौरस आहे मला या अवशिष्ट संभाव्यतेची काळजी करण्याची गरज नाही. rgy कारण ते खूप दूर आहे कारण बल काळजी करू शकत नाही म्हणून जर मी माझी एकूण गतिज उर्जा अर्धा mv वर्ग वजा gm बाय r एवढी आहे असे लिहितो तर मी संकेत शब्द वापरू नये ti ने नोटेशन e वापरावे कारण गतीज उर्जेसाठी आम्ही t वापरला आहे. आम्ही काय म्हणतोय ते असे आहे की आम्ही स्थिरांक वापरला आहे जसे की r च्या बरोबरीच्या अनंत शरीरात विश्रांतीमध्ये शून्य उर्जा असते म्हणून ही स्थिरांक आहे जी आम्ही वापरली आहे अन्यथा तुम्ही आनंदाने एक स्थिरांक जोडला असता. **nought and this v naught** हे सर्वत्र एक अनावश्यक सामान आहे ते एकंदर स्थिरांकाने उर्जा हलवते

त्यामुळे हे मूलतः तुम्हाला आधीपासून माहित असलेल्या गोष्टींचे पुनरुत्थान करते आणि काय आहे की सर्व उर्जा केवळ स्थिरतेपर्यंत मोजता येण्याजोग्या असतात फक्त उर्जेतील फरकांमुळे परिपूर्ण उर्जा हे काही स्वारस्य नसते आमच्यासाठी ती गोष्ट आहे जी आपण लक्षात ठेवली पाहिजे आणि हेच आपण वापरले आहे म्हणून आता मला गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रामध्ये एकूण उर्जा दिली गेली आहे मला माझे अर्धा mv चौरस वजा ग्राम पुनरावृत्ती करू द्या m द्वारे म्हणून मी तुम्हाला आमंत्रण देत आहे, तरीही मी तुम्हाला सांगितले की परिणाम पडताळण्यासाठी काय आहे, कृपया सत्यापित करा की da by dt बरोबर शून्य म्हणजे न्यूटोनियन कायदा म्हणजे गुरुत्वाकर्षणाचा

न्यूटोनियन नियम सूचित करतो आणि म्हणून ऊर्जा ही संकल्पना वापरणे खूप सोयीचे आहे कारण लोक म्हणून जेव्हा बल हे तीन घटक असलेले सदिश असते तेव्हा ऊर्जा ही स्केलर असते आणि व्हेक्टरच्या तुलनेत स्केलरला सामोरे जाणे नेहमीच सोपे असते आणि जेव्हा मी भेदभाव करतो आणि मला दिशांचा मागोवा कसा ठेवायचा हे माहित असल्यास तुम्हाला त्याबद्दल नंतर कळेल. मी आतापर्यंत मोठ्या वस्तुमानाच्या क्षेत्रात लहान वस्तुमानाच्या संभाव्य ऊर्जेची संकल्पना मांडत आहे ते नेहमी मिळवू शकतो कारण त्याची खरोखर गरज नाही कारण जर तुम्ही मागे गेलात आणि आता हे बल समीकरण पाहिले तर ते कुठे आहे. हे असे आहे की तुम्ही या बलाकडे पाहिले तर मी लहान वस्तुमानावर मोठ्या वस्तुमानाने लावलेले बल लिहिले आहे कदाचित ते फारसे स्पष्ट नसेल त्यामुळे मला जर ते हवे असेल तर लहान वस्तुमानावर मोठे वस्तुमान असे मोठे अक्षरे लिहू द्या e मोठ्या वस्तुमानावर लहान वस्तुमानाने बल लावा मी काय करू मी पुन्हा समीकरण लिहीन पण r ची दिशा अपरिवर्तित राहिल म्हणून हे एकक सदिश r नेहमी ज्या वस्तूवर बल कार्य करत आहे त्या वस्तूपासून त्रिज्या सदिश देते म्हणून जर तुम्हाला आठवत असेल की संभाव्य उर्जा सारखीच आहे, तर ती फक्त एक मार्ग आहे जी आपण एकक वेक्टर परिभाषित करतो ती म्हणजे a ते b किंवा b ते a हेच मला सांगते की मी a द्वारे क्रिया केलेल्या बलाकडे पाहत आहे. किंवा b द्वारे तुमचा मुद्दा बरोबर आहे. जर आम्ही ते केले तर मी जे करू शकतो ते म्हणजे वस्तुमानांच्या वस्तुमानाच्या संकलनाचा विचार करणे आणि या विशिष्ट समस्येवर चर्चा करताना आम्हाला काय मिळते ते पाहणे मी करणार आहे. आणखी एका अतिशय महत्त्वाच्या तत्त्वाचा वापर करा ज्याचा तुम्हाला अगदी वीज आणि चुंबकत्वातही सामना करावा लागेल. आणि ते म्हणजे काय आहे सुपरपोझिशनचे तत्त्व जे बल जोडतात त्याबद्दल मी थोड्या वेळाने आणखी काही विधाने करेन त्यामुळे आम्ही काय करू. विविधता पहा s masses बॉडी ठीक आहे ही माझी कोऑर्डिनेट सिस्टीम आहे म्हणून हे एक द्रव्यमान m एक आहे हे द्रव्यमान m दोन m 3 mk आहे आणि मी या दिशेला जात आहे म्हणून मी याला कॉल करू दे मग संबंधित वस्तुमानांच्या शरीरात किती वस्तुमान आहेत m_1 m_2 m_3 mk mn म्हणून मी mk k लिहिल्यास 1 ते n पर्यंत जाते आता यातील प्रत्येक शरीर गुरुत्वाकर्षण शक्तीद्वारे प्रत्येक इतर शरीराशी संवाद साधते जे सुपरपोझिशनचे तत्त्व आहे म्हणून जर मी तुम्हाला सर्व संभाव्य शक्ती लिहायला सांगू इच्छितो तर कसे अनेक समीकरणे आपण लिहू तेथे गतीची n समीकरणे असतील त्यामुळे मला m one मध्ये स्वारस्य आहे म्हणून मी m one dv one by dt असे लिहीन म्हणजे बल उणे gm_1 m_2 बाय r_{12} वर्ग एकक व्हेक्टर m_1 m_3 इत्यादी आणि उजवीकडे हाताच्या बाजूस n उणे 1 संज्ञा असतील हे माझे चौथे समीकरण आहे n समीकरणे n वजा 1 पदांसह कोणतेही शरीर स्वतःवर कार्य करणार नाही ते नेहमी इतर संस्थांद्वारे कार्य केले जाते जे गृहितक आहे आणि हे विधान आहे की n गतीची समीकरणे आपल्याकडे आहेत हे चुकीचे नाव देखील आहे कारण प्रत्येक समीकरण हे प्रत्यक्षात तीन समीकरणांचा संग्रह आहे कारण ते सदिश समीकरण आहे म्हणून आपण अधिक प्रामाणिक राहू या आणि गतीची तीन समीकरणे लिहू या जेणेकरून तुम्हाला त्या सर्वांचा मागोवा घ्यावा लागेल आणि तुम्ही कोणतीही चूक करू नये आणि तुम्ही लिहावे मी तीच गोष्ट संभाव्य उर्जा आणि गतीज उर्जेच्या भाषेत लिहिली तर ते कसे दिसेल म्हणून मला ते पुन्हा पुन्हा सांगू द्या म्हणून मी सांगूया की हे शरीर मी एक दोन तीन चार पाच सहा दाखवले आहेत. m_1 हे m_2 आहे हे m_3 हे m_4 m_5 m_6 आहे मग मी काय करू मी याला जोडेन मी म्हणेन त्यांच्यामधील अंतर r_{12} आहे m_4 आणि m_5 मधील अंतर r_{45} असेल r_{12} r_{21} r_{45} च्या r_{54} समान किंवा अधिक सामान्यतः m_i आणि m_j मधील अंतर j च्या बरोबरीचे नसते हे r_{ij} द्वारे दर्शवले जाते बलांच्या सुपरपोझिशनचे तत्त्व संभाव्य उर्जांच्या सुपरपोझिशनच्या तत्त्वामध्ये अनुवादित केले जाते म्हणून आपल्याकडे तेच आहे म्हणून मी आता माझी एकूण उर्जा कशी लिहू जर पुन्हा n वस्तुमान m_1 mn आहेत तर माझी एकूण उर्जा आणि अर्धा i बरोबर 1 ते n m_i v_i स्केर्ड आहे जर दोन पिंड असतील तर फक्त एक संभाव्य उर्जा संज्ञा आहे मी ते पुनरावृत्ती करू नये कारण ते एक संभाव्य आहे त्या दोघांमधील उर्जा आणि मी फरक कसा करतो यावर अवलंबून मला दोन वर असणारे बल एकामुळे किंवा दोन मुळे एक असे मिळते ती अशी गोष्ट आहे जी आपल्याला सारखीच लक्षात ठेवायची आहे जर तीन शरीरे असतील तर अशा किती जोड्या आहेत दोन दोन तीन तीन एक अशा तीन जोड्या असतील आणि सामान्यतः n बॉडी असतील तर n अशा दोन जोड्या निवडल्या जातील आम्ही जास्त मोजू नये आणि हे कसे करायचे हे आम्हाला माहित आहे लिहिण्याचे अनेक मार्ग आहेत ते ठीक आहे नाही मी माझी संभाव्य उर्जा लिहिणार आहे त्यामुळे कदाचित मी g बाहेर काढू शकेन पण ते आवश्यक नाही म्हणून लिहिण्याचा एक मार्ग i j च्या बरोबरीचा नाही आणि अर्धा ठेवा हा अर्धा दुहेरी मोजणीची काळजी घेतो एक दोन दोन एक ते दोघे तिथे सारखेच आहेत अगोदर मी बरोबर दोनने भागले किंवा दुसऱ्या पद्धतीने लिहायचे म्हणजे फक्त i j पेक्षा कमी लिहिणे यात काही अडचण नाही म्हणून जर मी 1 ने सुरुवात केली तर मला 1 2 1 3 1 4 1 n मिळेल तर 2 ची सुरुवात 2 3 ने होईल म्हणून 2 n गणले जाणार नाही दोन्ही प्रकारे ते लिहिले जाऊ शकते आणि हे $gmimj$ भागिले rij असेल मी असे लिहितो म्हणून कृपया लक्षात ठेवा त्या विशिष्ट क्षणी rij हे m_i आणि m_j मधील अंतर आहे आता जर मी हे शरीर घेतले आणि त्यांना सोडा जरी ते निश्चित असले तरी काय होईल ते हालचाल सुरू करतील कारण ते सर्व एकमेकांना आकर्षित करू लागतील म्हणून मी काय लिहावे मी येथे ठेवले पाहिजे आणि मी येथे ठेवले पाहिजे म्हणून कोणत्याही वेळी माझी एकूण गतिज उर्जा एक आहे वेळेचे कार्य कारण या प्रत्येक कणाचा वेग काळाचे कार्य म्हणून बदलत असतो कारण वेग त्यांच्यामधील अंतर बदलतात त्यामुळे ते वेळेचे कार्य बनते कारण त्यांच्यातील अंतर बदलते त्यामुळे बल बदलते स्थान बदलते की हे चक्र स्वतःच कसे बंद होते म्हणून हे वेळेचे कार्य आहे हे वेळेचे कार्य आहे आणि आम्ही काय ठामपणे सांगत आहोत हे वेळेपासून स्वतंत्र आहे हे वेळेपासून स्वतंत्र आहे आणि हे पहिले कोट अनकोट आहे - डायनॅमिकल सिस्टीममधील ऊर्जेच्या संवर्धनाचे क्षुल्लक विधान जिथे आपल्याकडे खूप मोठ्या प्रमाणात कण आहेत आणि हे एक अतिशय महत्त्वाचे तत्व आहे जे आपण अनेक व्यावहारिक वापरकर्त्यांसमोर मांडणार आहोत जेव्हा आपण एस्केप व्हेलॉसिटी उपग्रहांकडे पाहतो आणि पुढे पण मी काहीही करण्यापूर्वी मला हे दाखवायचे आहे की हे कसे खूप चांगले पुस्तक कीपर आहे ऊर्जा संवर्धनाचा ऊर्जा संवर्धन कायदा हा एक चांगला पुस्तक कीपर आहे खरं तर हे यांत्रिकी करणाऱ्या लोकांपेक्षा थर्मोडायनामिक्स करणाऱ्या लोकांद्वारे ओळखले गेले. किंवा त्या विशिष्ट वेळी कॉस्मॉलॉजी कारण जर तुम्हाला थर्मोडायनामिक्सचा पहिला नियम आठवत असेल तर ते काय सांगते. ते मूलतः असे सांगते की एकूण उर्जा ही एक संरक्षित मात्रा आहे आणि अर्थातच ऊर्जा ही गतिज किंवा संभाव्यतेपेक्षा कितीतरी जास्त आहे ती कोणतीही ऊर्जा

अंतर्गत ऊर्जा रासायनिक ऊर्जा असू शकते हे प्रणाली कशावर अवलंबून असते यावर अवलंबून आहे की ती सर्व प्रकारच्या ऊर्जा समाविष्ट करते परंतु आपल्यासाठी या मर्यादित संदर्भातही ती खूप चांगली आहे. तुम्ही मला दोन वस्तुमान दिल्यास मी तुम्हाला सांगितल्याप्रमाणे मी समजावून सांगू आणि सांगू की मला वस्तुमान m एक चा प्रारंभिक वेग आणि वस्तुमान m दोनचा प्रारंभिक वेग आणि त्या दोघांमधील प्रारंभिक अंतर नंतर m_1 ची त्यानंतरची गती आणि m_2 हे न्यूटोनियन गुरुत्वाकर्षणामध्ये पूर्णपणे सोडवले जाऊ शकते जी तुमच्या उदाहरणांमधील प्रसिद्ध दोन शरीराची समस्या आहे त्यांपैकी एक असीमपणे जड बनवण्यासाठी आम्ही काय केले होते पण तरीही ते पूर्णपणे सोडवले जाऊ शकते जसे मी तुम्हाला कमी वस्तुमान म्हणून म्हटले जाते.

त्यामुळे कृपया माझे म्हणणे घ्या किंवा जा आणि एक चांगले मेकॅनिक्स पुस्तक पहा जे तुम्हाला आता सुमारे दहा पंधरा मिनिटांत समजेल. आणि अतिशय मनोरंजक प्रश्न उद्भवतो जर माझ्याकडे तीन वस्तुमान m_1 असेल तर काय होईल? s मोकळा m_2 हलवण्यासाठी मोकळा आहे आणि m_3 देखील हलवण्यासाठी मोकळा आहे त्यांच्यावर कोणतीही अट नाही i करू शकत नाही गतीवर कोणतीही अट नाही प्रारंभिक वेगावर कोणतीही अट नाही प्रारंभिक स्थितीवर कोणतीही अट नाही

त्यामुळे मी तेच आहे असेल तर मी काय करू प्रारंभिक विभक्ती r_{13} आहे हे विभक्त आहे r_{23} आहे अर्थातच मी ते एका विमानात लिहिले आहे त्यांना विमानात झोपण्याची गरज नाही ते कुठेही खोटे बोलू शकतात आणि या वस्तुमान m_3 चा वेग आहे v_3 आणि प्रत्येकाला माहित आहे की ते आहे गतीची समीकरणे सेट करण्यासाठी लहान मुलांचा खेळ कारण मी तुम्हाला सांगितले आहे की हे कसे करायचे ते n शरीरांसाठी काय केले जाऊ शकते n शरीरांसाठी काय केले जाऊ शकते हे तीन बॉडीजसाठी स्पेशलायझेशन केले जाऊ शकते समीकरण सेट करणे ही एक गोष्ट आहे गतीचे समीकरण सोडवणे ही दुसरी गोष्ट आहे. दोन पिंडांच्या या मर्यादित संदर्भातही तुम्ही फक्त वर्तुळाकार कक्षकडे पाहिले तर केशिका आणि कक्षा लंबवर्तुळाकार आहेत हे कसे करायचे ते आम्हाला अजूनही माहित नाही

त्यामुळे तीन पिंडांची हालचाल कशी सोडवायची हा एक मोठा प्रश्न उद्भवतो. माझ्याकडे सूर्य पृथ्वी आहे आणि पृथ्वीच्या संबंधात शुक्र ग्रह हा सर्वात जवळचा ग्रह आहे समजा मला ही समस्या सोडवायची आहे ही समस्या तीन शरीराची समस्या म्हणून ओळखली जाते आणि गणितज्ञ आणि भौतिकशास्त्रज्ञांनी शतके प्रयत्न केले या समस्येचे निराकरण करण्यासाठी त्यांनी अनेक तंत्रे वापरून पाहिली तुम्ही काहीही केले तरी तुम्हाला समाधान मिळू शकत नाही जे स्थिर आहेत म्हणजे तुम्ही तुमच्या सुरुवातीच्या स्थितीत किंवा वेगात थोडासा बदल केल्यास पुढे काय होणार आहे याचा अंदाज लावता येणार नाही 19व्या शतकाच्या अखेरीपर्यंत ही एक मोठी समस्या होती. जेव्हा पॉइंटकेअरने खरोखरच निर्णायकपणे दाखवले की ही समस्या सोडवणे अशक्य आहे. जेव्हा मी म्हणतो की या समस्येचे निराकरण करणे अशक्य आहे तेव्हा तुम्ही मला याचा अर्थ काय समजले पाहिजे याचा अर्थ असा होतो की तुम्हाला हे समजू शकत नाही क्लोज फॉर्म सोल्यूशन्स तुम्ही नेहमी संख्यात्मकरित्या सोडवू शकता परंतु तुमचे संख्यात्मक उपाय फक्त एका ठराविक वेळेपर्यंतच वैध असतील t तुम्हाला समजले पाहिजे की ते व्हॅल आहे आयडी फक्त एका ठराविक वेळेपर्यंतच नंतर तुमचे अंदाजे तुटतील मग तुम्हाला आणखी शुद्ध संख्यात्मक गणना करावी लागेल जी असेच पुढे खंडित होईल आणि पुढेही मुळात आमच्याकडे सोडवण्याची एक मजबूत यंत्रणा संख्यात्मक पद्धत नाही ही समस्या 3 च्या वेळी $t = 0$ च्या बरोबरी आहे म्हणून तुमच्याकडे r_1, r_2, r_3 नंतरच्या वेळी हे कॉन्फिगरेशन शक्य असल्यास आम्ही किमान प्रश्न विचारू शकतो म्हणून सांगूया म्हणून मी या रेषा काढून म्हणजे माझे वस्तुमान 3 येथे आहे माझे 1 येथे आहे आणि 2 येथे आहे मग काय होईल मी पुन्हा वेग देईन v एक बार v तीन बार v एक बार v दोन बार आणि हे r एक दोन बार 1 2 होय r_2, r_3 बार होईल आणि हे r_1 होईल 3 बार हे नवीन अंतर आहे नंतरच्या वेळी किमान मी ते शोधू शकतो या कॉन्फिगरेशनमधील एकूण ऊर्जा ही या कॉन्फिगरेशनमधील एकूण ऊर्जा सारखीच आहे जर ते तेथे नसतील तर ते एकसारखे नसतील तरीही मला हे समीकरण कसे सोडवायचे हे माहित नसले तरीही मला खात्री आहे की हे कॉन्फिगरेशन अशक्य आहे म्हणून ऊर्जेचे संरक्षण किमान आम्हाला अशक्य भूमिती अशक्य स्थिती नाकारण्याची परवानगी देते आता काय होईल जर येथे एकूण ऊर्जा तिथल्या एकूण उर्जेइतकीच असेल तर आता तुम्ही थोडे अधिक विश्लेषण करू शकता आणि नंतर उपाय शक्य आहे की नाही हे शोधण्याचा प्रयत्न करू शकता परंतु किमान आम्ही एकूण संख्या कमी केली आहे जी ट्रॅजेक्टोरीजची संख्या आहे किंवा शक्य असलेल्या कॉन्फिगरेशनची संख्या अशाच प्रकारे तुम्ही एकूण कोन किंवा संवेग मोजू शकता जे आणखी एक स्थिती ठेवेल कारण एकूण कोनीय संवेग बाहेर येतो या तीन शरीर प्रणालीचा एकूण संवेग तुम्ही पाहू शकता, तीन शरीर प्रणालीचा एकूण संवेग पाहू शकता. त्यामुळे आम्हाला किती मर्यादा आहेत एकूण उर्जा एकूण संवेगाचे तीन घटक एकूण कोन किंवा संवेगाचे तीन घटक तुम्ही या सर्व निर्बंधांना सोडवण्याचा प्रयत्न करू शकता यासाठी कमी संख्येच्या समन्वयांचे समीकरण हे योग्य आहे जेणेकरून तुम्ही खूप मोठ्या कार्यक्षमतेने करू शकता. तुम्हाला सर्व नऊ घटक सोडवण्याची गरज नाही r एकामध्ये तीन घटक आहेत r दोनमध्ये तीन घटक आहेत r तीनमध्ये तीन घटक आहेत ज्यासाठी तुम्हाला सोडवण्याची गरज नाही या मर्यादांद्वारे तुम्ही मोठ्या संख्येने व्हेरिअबल्स काढून टाकू शकता.

हे समन्वय साधते खरं तर या अनेक समस्यांमागील कल्पना आहे ज्या तुम्ही मेकॅनिक्समध्ये नंतर सोडवता म्हणून उर्जेचे संवर्धन हा एक उत्कृष्ट लेखाजोखा आहे कारण ते तुम्हाला काही शक्य आहे की नाही हे सांगू शकत नसले तरी काय शक्य नाही हे सांगते त्यामुळे ही एक आहे याचे मोठे फायदे आता दुसरा ऍप्लिकेशन म्हणून मी काय करणार आहे ते म्हणजे आपल्या सर्वांसाठी अतिशय आवडत्या आणि परिचित समस्येकडे लक्ष देणे आणि हॅट म्हणजे एस्केप व्हेलॉसिटी जी मानवी संस्कृतीच्या युगानुयुगांची स्वप्ने बनवलेली वस्तू आहे. मानवाला फक्त हवेत उंच उडण्याची इच्छा नाही जसे पक्षी डोमिनिसीने उडण्यासाठी अनेक मॉडेलस बनवल्या होत्या तर मानवाने देखील कल्पना केली की ते काय असेल पृथ्वीवरून निसटता येऊ शकतो. खूप दंतकथा आहेत म्हणून ग्रीक पौराणिक कथांमध्ये इकरसची मिथक आहे मला माहित नाही तुमच्यापैकी किती जणांना माहित आहे म्हणून इकरस हा खूप शक्तिशाली राजा होता म्हणून त्याने स्वतःचे पंख ठीक केले जे खूप कठीणपणे फडफडू शकतात दिवस लोकांना माहित नव्हते कि वातावरण किती लांब आहे ते ठीक आहे आणि मग त्याने पंख फडफडवायला सुरुवात केली ते कृत्रिम पंख आणि ते उंच वर जाऊ लागले तो पृथ्वीपासून दूर पळून गेला मला वाटते की त्याच्याकडे एक अभियंता किंवा डिझायनर आहे ज्याने त्याच्यासाठी तू त्याला सांगितलेले पंख पृथ्वीपासून खूप दूर जाऊ नकोस सूर्याजवळ जाऊ नकोस पण इकरस खूप महत्वाकांक्षी होता म्हणून तो सूर्याच्या जवळ आणि जवळ जात राहिला

त्यामुळे सूर्याची उष्णता वितळली w कुऱ्हाड आणि पंख कोसळले आणि हा माणूस आपल्याच देशात चिरडून खाली आला रमजानच्या रामायणात जटायू आणि संपतीची कथा आहे ते भाऊ होते म्हणून ते दोघे भाऊ हवेत उंच उडू लागले आणि ते पृथ्वीवरून निसटले आणि जेव्हा ते होते. सूर्याजवळ पोहोचताच सूर्याच्या कडक उष्णतेने त्यांना जळायला सुरुवात केली .

लहान भावासाठी वडीलांप्रमाणे असलेल्या थोरल्या भावाने लहान भावाचे रक्षण केले म्हणून मोठा भाऊ संपती कोसळला आणि त्याच्या पंखांची शक्ती गमावली पण जटा तू वाचलास आणि तो नंतर राम आणि असु लोकांच्या कथेत खूप महत्त्वाची भूमिका बजावली. त्यामुळे आम्हाला एक मोठा प्रश्न विचारायचा आहे की समजा मला एखादी वस्तू एका विशिष्ट उंचीवर फेकायची आहे झिल्लीचा वेग किती असावा कारण मला एक पाठवायचा आहे विमान उंचावर जावे आणि मग मला ते गोलाकार कक्षेत जायचे नाही किंवा मला रॉकेट प्रक्षेपित करायचे आहे किंवा मला आणखी एखादी गोष्ट पाठवायची आहे जी कदाचित खूप दूरवर एलियन मानवांचा शोध घेईल मार्ग आकाशगंगा आणि तारे

त्यामुळे मुळात हीच एस्केप वेगामागील कल्पना आहे आणि ऊर्जा संवर्धनाचे तत्त्व तुम्हाला अगदी सोपे उत्तर सांगतो आणि ते कसे कार्य करते ते पाहू या मग आपण पृथ्वीचा पृष्ठभाग घेऊ आणि मग येथे एक शरीर आहे आणि त्याला अनंतापर्यंत पळून जायचे आहे म्हणून येथे आपण कायनेटिक एनर्जी आणि गुरुत्वाकर्षण उर्जा लिहिली आहे त्यानुसार एकूण ऊर्जा किती आहे जी पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या वजा g वस्तुमान आहे पृथ्वीच्या त्रिज्याने भागली आहे जी माझ्याकडे आहे आता मी या शरीराला किमान किती ऊर्जा पुरवली पाहिजे जेणेकरून ते येथे पोहोचू शकेल नंतर तुम्ही जास्त ऊर्जा पुरवू शकता मी किमान किती ऊर्जा पुरवू शकतो जर त्यात जास्त ऊर्जा असती म्हणजे अनंतातही जास्त ऊर्जा असती विश्रांती असण्यापेक्षा

त्यामुळे बाहेर पडण्यासाठी आवश्यक असलेली किमान उर्जा म्हणजे हे शून्याच्या बरोबरीचे आहे कारण आम्ही म्हटले आहे की अनंतावर विसावलेल्या वस्तूमध्ये शून्य ऊर्जा असेल

त्यामुळे किमान एन पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून वस्तू निसटण्यासाठी आवश्यक असलेली उर्जा अर्धा mi ने दिली जाईल नोटेसन एस्केप उणे gm च्या r बरोबर आहे म्हणून जर आपण त्याऐवजी काय मिळवणार आहोत आपल्याला psk स्केअर मिळेल 2 जीएमई बाय re हे तुम्ही पाहता ते एक अत्यंत नॉन स्टार्ट एलियन एक्सप्लेन आहे आम्हाला वाटते की जर तुम्हाला हत्तीला वर फेकायचा असेल तर तुमचा वेग जास्त असला पाहिजे , उदाहरणार्थ चेंडूचा छोटा तुकडा जो सुटलेला वेग खरा नाही समान आहे पण उर्जा भिन्न आहेत समान विरुद्ध हत्तीमध्ये लहान बॉलपेक्षा जास्त गतीज ऊर्जा असेल.

त्यामुळे हा सुटण्याचा वेग वस्तुमानापेक्षा स्वतंत्र आहे म्हणून माझे v एस्केप रूट दोन gme द्वारे दिले जाते ते अधिक सोयीस्कर आहे हे अभिव्यक्ती तुमच्या पाठ्यपुस्तकांप्रमाणे तुमच्या सर्वांना परिचित असलेल्या परिमाणाच्या संदर्भात व्यक्त करा आणि ते गुरुत्वाकर्षणामुळे g प्रवेग आहे. मग तुम्ही mg हे $gmem$ बरोबर re स्केअर म्हणून लिहा म्हणून mg रद्द करा म्हणून jm असे कसे समजेल a by re re in g म्हणून v escape is equal to root 2 gre हा माझा पलायन वेग आहे तुम्ही ते बल अभिव्यक्ती वरून देखील करू शकता पण ते वैचारिकदृष्ट्या सरळ पुढे जाणार नाही तुमच्याकडे उर्जेची संकल्पना आहे आणि तुम्ही ती जतन करत आहात म्हणून येथे एकूण ऊर्जा गतीज उर्जा आणि संभाव्य उर्जा यांच्यात सामायिक केली गेली आहे ती इतकी सामायिक केली गेली आहे की कण अनंतावर विश्रांती घेतो परंतु अनंततेवर बल शून्याच्या बरोबर असतो म्हणून कण निसटला आहे म्हणून काटेकोरपणे सांगायचे तर आपण v escape हे मूळ असे लिहावे थ्री ग्रे प्लस काही लहान एप्सिलॉन काही लहान वेग अन्यथा हा वेग गंभीर आहे जर तो त्यापेक्षा कमी असेल तर तो परत येईल जर तो त्यापेक्षा थोडा मोठा असेल तर तो परत येणार नाही ही गोष्ट आपल्याला लक्षात ठेवायची आहे म्हणून आपण जोडू एक लहान एप्सिलॉन ती त्यापेक्षा लहान वाढ आहे जसे की जेव्हा एखादी वस्तू मॅक्सिमावर असते तेव्हा हे तुम्हाला कळते तेव्हा ते एक अस्थिर समतोल आहे अगदी लहानसे त्रास देखील करेल आम्ही तेच म्हणालो. तेच आमच्याकडे आहे आणि तेच आम्ही स्थापित केले आहे हा तुमचा सुटण्याचा वेग आहे आणि हे मोठे आव्हान होते कारण ते किती मोठे आहे हे आम्ही पाहू.

त्यामुळे काही संख्या आहेत म्हणून आपण म्हणू या की g असे काहीतरी आहे 10 मीटर प्रति सेकंद स्केअर आणि पृथ्वीची त्रिज्या 6400 किलोमीटर आहे जी 6400 मध्ये 10 घन मीटर सारखी आहे म्हणून जर तुम्ही ते तुमच्या v एस्केपमध्ये प्लग केले तर ते 11.6 किलोमीटर प्रति सेकंद 11.6 किलोमीटर प्रति सेकंद सारखे होईल. हा तुमचा पळून जाण्याचा वेग आहे म्हणून जर तुम्हाला हे जाणून घ्यायचे असेल की ही संख्या किती मोठी आहे कृपया तिचा 3600 ने गुणाकार करा कारण जेव्हा आपण पृथ्वीवर फिरणारी वाहने पाहतो तेव्हा आकाशात उंचावर जाणारी विमाने असतात. म्हणून आपण 11.6 ते 3600 किलोमीटर प्रति तास बोलत आहोत म्हणजे ते 40 000 च्या जवळपास आहे मला किलोमीटर प्रति तास माहित नाही 36 ते 11 36 10 म्हणजे 360 अधिक 36 396 आहे आणखी सहा म्हणजे चाळीस हजार p किलोमीटर पेक्षा जास्त एर तास हाच असतो तर सर्वात वेगवान विमाने किमान किती वेगवान विमाने असतात ज्यात साधारण 700 किलोमीटर प्रति तास 800 किलोमीटर प्रति तास या वेगाने चालणारी विमाने असतात ज्याचा वेग आहे. 7 मार्क पर्यंतच्या वेगापेक्षा जास्त वेगाने हलवा हवेतील ध्वनीचा वेग सुमारे 300 मीटर प्रति सेकंद आहे म्हणून तो 300 मीटरच्या वेगाने 7 मध्ये जातो 2100 मीटर प्रति सेकंद म्हणजे फक्त 2 किलोमीटर किंवा दोन पॉइंट तीन किलोमीटर प्रतितास ही अतिशय वेगवान विमाने ज्यामुळे शॉक वेव्ह निर्माण होतात आणि ते सर्व अगदी लहान असतात या 11.6 किलोमीटर प्रति सेकंदाच्या तुलनेत खरं तर या वेगाशी तुलना करता येणारा एक वेग म्हणजे पृथ्वी ज्या वेगाने फिरत आहे सूर्य हे सुमारे 30 किलोमीटर प्रति सेकंद आहे पण मग एक वेगळी बाब आहे ती म्हणजे सूर्याच्या शेतात मुक्तपणे पडणारे शरीर आहे

त्यामुळे हे साध्य करणे सोपे नाही आणि

त्यामुळेच आम्हाला प्रतीक्षा करावी लागली हा वेग प्राप्त करण्यासाठी तंत्रज्ञानाचा संबंध आहे तोपर्यंत बराच वेळ आहे आणि हे आमच्याकडे आहे हे इतर कोणत्याही गृहितकानुसार मोजले गेले नाही कारण मी फक्त एकूण प्रारंभिक उर्जेची एकूण फाइलिंग उर्जेशी बरोबरी केली आहे परंतु काही सुधारणा आहेत आणि काय या दुरुस्त्या आहेत की मी रॉकेटला पृष्ठभागावर लंब असलेल्या हवेत उंचावर प्रक्षेपित करतो किंवा कोनात किंवा स्पर्शिकेत फरक का असावा असा प्रश्न तुम्हाला पडला असेल कारण मी जेव्हा हे समीकरण लिहिले होते तेव्हा मी सूचित केले होते लंब दिशेतील अंतर या कारणाने मी कोणत्या दिशेला गेलो याची पर्वा करत नाही मी ते अशा प्रकारे लिहू शकलो असतो किंवा तुम्ही कोणत्याही दिशेने अनंताकडे जाता माझी एकूण गतिज ऊर्जा नेहमीच तुमची संभाव्य ऊर्जा नेहमीच dmm असते दिशा म्हणून

मी वेगवेगळ्या दिशानिर्देश का दाखवत आहे हे तुम्ही विचार करत असाल ते लहान आहे पण क्षुल्लक नाही आणि ते आहे पृथ्वी ही आपल्या अक्षाभोवती कशी फिरते हे साधेपणासाठी आपण परिभ्रमणाचा अक्ष आणि भौमितिक उत्तर ध्रुव आणि दक्षिण ध्रुव जे काही आहे त्यात फरक करू नये, तर आपण असे गृहीत धरू की ते परिभ्रमणामुळे फिरत आहे एक केंद्रापसारक बल आहे ज्याबद्दल मी विलक्षण सावधगिरी बाळगली पाहिजे तेथे एक शक्ती केंद्रापसारक शक्ती आहे फ्रेममध्ये पृथ्वीवर स्थिर आहे आणि केंद्रापसारक बल त्रिज्या बाहेरच्या दिशेने आहे कारण ती त्रिज्या बाहेरच्या दिशेने आहे ती गुरुत्वाकर्षणाच्या दिशेच्या विरुद्ध दिशेने कार्य करत आहे आणि म्हणून त्यावर अवलंबून आहे तुम्ही तुमच्या शरीराला कोणत्या दिशेला गोळी मारली तर एस्केप व्हेलॉसिटी बदलणार आहे जर मी ते लंबवत वर शूट केले तर सुटण्याच्या वेगात कमाल घट होईल जर मी ते स्पर्शिकरित्या शूट केले तर त्यात कोणतीही घट होणार नाही आम्ही पुढील वर्गात याबद्दल चर्चा करू आमची वेळ संपली आहे आणि मी व्याख्यानाचा समारोप करीन हे गुरुत्वाकर्षणावरील शेवटचे व्याख्यान नव्हते. विविध कृत्रिम उपग्रह आणि भारत अशा देशांपैकी एक आहे जो तुम्हाला उपग्रह प्रक्षेपणात ओळखत असलेला नेता आहे आणि ते आश्चर्यकारकपणे बुद्धिमान आणि अत्याधुनिक तंत्रज्ञान वापरते कदाचित त्यावर थोडा वेळ घालवेल तोपर्यंत कृपया सुधारित करा तुमचा चांगला फायदा होईल