

म्हणून सुप्रभात, गुरुत्वाकर्षणावरील दुसऱ्या व्याख्यानात तुम्हा सर्वांचे स्वागत आहे, तुम्ही हे लक्षात ठेवावे की ही पहिली भौतिक शक्ती आणि मूलभूत शारीरिक शक्ती आहे ज्याचा अभ्यास तुम्ही तुमच्या अभ्यासक्रमात करत आहात, आतापर्यंत तुम्ही जे काही अभ्यासले आहे ते मूलतः मॉडेलिंग होते मग ते टक्कर असो किंवा घर्षण असो किंवा इतर कोणत्याही शक्तीची पण इथे आपण अशा शक्तीची चर्चा करत आहोत ज्याची भौतिक उत्पत्ती जनमानसातून आली आहे हे माहित आहे आणि त्यासाठी मी जे काही केले ते म्हणजे डायनॅमिक्सच्या मूलभूत संकल्पनांची थोडक्यात उजळणी करणे म्हणजे गतीच्या तीन नियमांमध्ये मूलभूत संकल्पना सारांशित केल्या आहेत. न्यूटन द्वारे म्हणून जर मी त्यांची पुनरावृत्ती करणार असाल तर पहिला नियम मूलतः संदर्भाच्या जडत्वाच्या चौकटीची व्याख्या करतो असे गृहीत धरून की शरीरावर शक्ती कार्य करत आहे की नाही हे आपल्याला माहिती आहे म्हणून ते असे म्हणतात की जर शरीरावर कोणत्याही शक्तीने कार्य केले नाही तर काही विशेष आहेत संदर्भ फ्रेम जिथे शरीर एकसमान गतीने हलवेल त्याला कोणताही प्रवेग नसेल दुसरा लॉक बल परिमाण करतो आणि प्रमाणीकरण ज्या पद्धतीने तुम्ही ते गणितीय पद्धतीने व्यक्त करता $1y$ संदर्भाच्या जडत्वाच्या चौकटीत केले जाते आणि नंतर तुम्ही अभ्यास कराल की जेव्हा तुम्ही फिरणारी फ्रेम किंवा एकसमान प्रवेगक फ्रेम सारख्या जडत्व नसलेल्या चौकटीकडे जाल तेव्हा तेथे अभौतिक शक्ती असतील जिथे न्यूटनचा नियम दुसऱ्या नियमात बदल करावा लागेल . दुसरा कायदा मूलतः असे सांगतो की जडत्वाच्या चौकटीत प्रवेग किंवा त्याहूनही अधिक चांगल्या गतीतील बदलाचा दर हा प्रयोजित शक्तीच्या प्रमाणात असतो, येथे सर्वात महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे हे समजले जाते की लागू केलेल्या शक्तीची माहिती आहे की आपण प्रयत्न करत नाही. प्रवेग पाहून लागू केलेले बल काय आहे हे ठरवा, असे गृहीत धरले जाते की लागू केलेले बल ज्ञात आहे आणि जसे मी तुम्हाला सांगितल्याप्रमाणे साध्या हार्मोनिक मोशनच्या बाबतीत आम्ही लिहितो f म्हणजे वजा kx च्या बरोबरीने तेच असे लिहितो. इलेक्ट्रोस्टॅटिक परस्परसंवादासाठी आपण लिहितो f म्हणजे e स्केअर ओव्हर r स्केअर r टोपी म्हणजे आपण जे लिहितो किंवा त्याहूनही चांगलं लिहितो $e_1 e_2 e_1 e_2$ by r स्केअर r टोपी आणि कदाचित तुम्हाला फॅक्टर 1 ओव्हर घालायला आवडेल $r^4 \pi \epsilon_0$ naught etcetera म्हणून मुळात आपण काय म्हणतो ते असे की जेव्हा मी प्रयोजित शक्तीबद्दल बोलतो तेव्हा मी जे करत आहे ते मोठ्या संख्येने निरीक्षणे आणि आपल्या स्वतःच्या अंतर्ज्ञानावर आधारित आहे आणि मग आपण ते न्यूटनच्या समीकरणात जोडतो. dp by dt लागू केले आहे आणि आमचे मॉडेलिंग बरोबर आहे की नाही ते तपासा हे असे आहे की आम्ही तुम्हाला तिसरा नियम लक्षात ठेवला पाहिजे कारण मी तुम्हाला सांगितले आहे की मूलतः एकूण गतीच्या संरक्षणाचे विधान आहे जे एक अतिशय मूलभूत तत्त्व आहे आणि आपण ते केले पाहिजे. हे लक्षात ठेवायला हवे कारण नंतर जेव्हा मी गुरुत्वाकर्षणाशी संबंधित समस्यांवर काम करणार आहे आणि नंतर जेव्हा इतर तुम्हाला इलेक्ट्रोस्टॅटिक परस्परसंवाद किंवा अगदी इतर शक्ती शिकवतील तेव्हा अनेक समस्या म्हणजे कणाची स्थिती काय आहे हे शोधण्यासाठी गतीचे संरक्षण मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाईल. टक्कर नंतर विखुरणे इत्यादि इत्यादि संवेगाचे संवर्धन हा संवर्धन कायद्यांपैकी एक आहे म्हणून आज मला काय करायचे आहे ते इतर संवर्धन कायदा सांगायचे आहे जे ve आहे ry आपल्यासाठी खूप महत्त्वाचे आहे म्हणजे ऊर्जेचे संवर्धन हे एक अतिशय मूलभूत तत्व आहे आणि भौतिकशास्त्रात गतीचे संवर्धन आणि उर्जेचे संवर्धन या दोन्ही गोष्टींना खूप उच्च स्थान आहे आणि आम्ही मांडलेले सर्व सिद्धांत त्यांच्याशी सुसंगत असले पाहिजेत परंतु या टप्प्यावर आपण सावधगिरीचे एक विधान किंवा एक विधान जोडले पाहिजे जे स्पष्टीकरणाचे स्वरूप आहे आणि ते म्हणजे संवेगाचे संरक्षण म्हणजे उर्जेचे संवर्धन ही अगदी सोपी संकल्पना नाही कारण ऊर्जा अनेक अनेक प्रकारांमध्ये उद्भवू शकते खरं तर अचूक सूत्रीकरण उर्जेच्या संवर्धनाच्या कायद्यांमध्ये थर्मोडायनामिक्सचा समावेश होतो जिथे तुम्ही सर्व प्रकारच्या उर्जा विचारात घेता आणि यांत्रिक उर्जा आवश्यक नसते तर तुमच्या यांत्रिकी अभ्यासक्रमात तुम्ही फक्त यांत्रिक उर्जेचा सामना करणार आहात परंतु थर्मोडायनामिक्स किंवा इतर कोणत्याही विषयात, ज्यात तुम्हाला माहिती आहे. पोषण तुम्ही किती कॅलरीज वापरत आहात ज्यामध्ये रासायनिक एनी समाविष्ट आहे याबद्दल काळजी करता rgy उष्णता इ. इ. ही एकूण उर्जा आहे जी संरक्षित केली जाते त्यामुळे उर्जेच्या संवर्धनाच्या विधानाची योग्य व्याख्या खरोखरच आपण येथे किंवा आपल्या उच्च अभ्यासामध्ये थर्मोडायनामिक्सच्या विस्तृत क्षेत्रामध्ये शिकलेल्या यांत्रिकी डायनॅमिक्समधून येत नाही. ही एक गोष्ट आहे जी आपल्याला लक्षात ठेवायची आहे, म्हणून आता मी उर्जेच्या संवर्धनाच्या विधानापासून सुरुवात करतो,

त्यामुळे आपल्यासाठी सर्वात महत्त्वाची संकल्पना म्हणजे केलेल्या कामाची आहे आणि ही एक तांत्रिक व्याख्या आहे, म्हणून मी संकल्पना पाहतो तेव्हा मी काय करावे? मी जे काम करणार आहे ते असे गृहीत धरायचे आहे की एक विशिष्ट शक्ती f आहे आणि हे बल एका कणावर कार्य करत आहे म्हणून बल कणाच्या शरीरावर कार्य करते आणि शरीर हालचाल करते म्हणून आपण t च्या बरोबरीच्या वेळी म्हणू या जेव्हा शरीर येथे होते तेव्हा नंतर शरीर येथे आहे म्हणून हे t आहे आणि हे मला माफ करा हे t_1 आहे हे t_2 आहे आणि आपण कल्पना करूया की एक प्लॅनर गती आहे हा माझा x समन्वय आहे आणि हे आहे माझे y समन्वय त्यामुळे मध्यवर्ती वेळा $1e$ शरीराने ही हालचाल चालवली आहे अशी कल्पना करू नका, आता आपण जे पाहत आहोत ते म्हणजे प्रत्येक टप्प्यावर मी काय करू शकतो ते म्हणजे विस्थापन म्हणजे काय हे शोधून काढू शकेन, विस्थापन म्हणजे काय आणि मी काय करतो ते अविभाज्य f चे मूल्यमापन करण्यासाठी या मार्गावर t_1 ते t_2 दरम्यानच्या विस्थापनाच्या दिशेने बिंदू ds हा बलाचा घटक आहे, मी तेच करणार आहे, तुम्ही तुमच्या उच्च वर्गांमध्ये याचा खूप खोलवर अभ्यास कराल परंतु मूलतः विधान असे आहे की जर याची व्याख्या केली असेल तर केलेले काम असो आम्ही म्हणतो की जर केलेले कार्य मार्गापेक्षा स्वतंत्र असेल तर एक शक्ती पुराणमतवादी आहे म्हणून मी पुन्हा सांगतो की आम्ही असे म्हणतो की एक शक्ती पुराणमतवादी आहे जर केलेले कार्य मार्गापेक्षा स्वतंत्र असेल तर त्याचा अर्थ काय आहे विशेषतः समजा तुमचे शरीर एका टप्प्यावर ते सर्वत्र फिरले आणि एका बळाच्या क्रियेमुळे परत आले मग हा मार्ग कोणता आहे याची पर्वा न करता एकूण कार्य पूर्ण झाले शून्य आहे एकूण कार्य शून्य आहे म्हणून माझे बल या दिशेने कार्य करत आहे माझे विस्थापन आहे ही दिशा हे माझे ch आहे हे माझे डीएस आहे म्हणून मुळात मी सर्व संभाव्य गोष्टींची बेरीज करतो जर ती 0 असेल तर आपण असे म्हणतो की अशी शक्ती एक पुराणमतवादी शक्ती आहे हे लक्षात ठेवणे आवश्यक आहे की येथे कार्य ही संकल्पना तांत्रिक संकल्पना आहे आणि ती आहे अविभाज्य $f \cdot d\vec{r}$ डॉट डीएस म्हणून परिभाषित केले आहे आता याचा अर्थ काय आहे जर तुम्ही मला खात्री दिली की केलेले कार्य खरोखरच मार्गापेक्षा स्वतंत्र आहे तर पुन्हा तुम्ही तुमच्या उच्च वर्गात शिकू शकाल की हे f लिहिता येईल असे समजू या की ते फक्त अवलंबून आहे. अंतरावर r च्या संदर्भात व्युत्पन्न संभाव्य व्युत्पन्न r च्या संदर्भात संभाव्य व्युत्पन्न r च्या संदर्भात आपण तेच लिहिणार आहोत म्हणून हे करताना मी असे गृहीत धरत आहे की शक्ती केवळ परस्पर विभक्ततेवर अवलंबून आहे. ते नंतर तर अशा स्थितीत आपल्याला अशी स्थिती मिळते की अर्धा mv चौरस अधिक v चा r स्थिरांक असतो आणि हे उर्जेच्या संवर्धनाचे विधान आहे म्हणून आपण अर्धा mv वर्ग गतिज उर्जेने ओळखतो आणि r च्या या v ला संभाव्य उर्जा म्हणतात. म्हणून जर एक कण एका विशिष्ट गतिज उर्जेने सुरुवात होते ती कमी होत राहते कारण एकूण ऊर्जा ही एक संरक्षित मात्रा असते जोपर्यंत तिची सर्व गतिज उर्जेचे संभाव्य उर्जेमध्ये रूपांतर होत नाही किंवा एखादा कण विश्रांतीच्या वेळी संभाव्य उर्जेने सुरू होतो तर तो अशा प्रकारे फिरत राहतो की संभाव्य उर्जा कमी होत राहते आणि गतीज उर्जा वाढतच राहते मग आपल्या मनात असे काय उदाहरण आहे की मी एक शरीर घेतो आणि सुरुवातीच्या वेगाने वर फेकतो ही सर्व गतिज उर्जा होती पण नंतर जेव्हा ती सर्वात वरच्या बिंदूवर पोहोचते तेव्हा ते सर्व होते तेथे संभाव्य उर्जा तिची गती शून्याच्या बरोबरीची असते गतिज उर्जा शून्य असते आणि जेव्हा ती खाली पडू लागते तेव्हा ती सर्व संभाव्य उर्जा होती आणि जेव्हा ती पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर किंवा तुमच्या हातात येते तेव्हा ती सर्व गतिज उर्जा असते म्हणून आम्ही तेच करतो आहे आणि मला खात्री आहे की तुम्हा लोकांना माहित आहे की एकूण ऊर्जा ही मोजता येण्याजोगी मात्रा नाही फक्त उर्जेतील फरक मोजता येण्याजोगा असतो म्हणून तुम्ही r च्या v मध्ये कोणतेही स्थिरांक जोडू शकता, त्यामुळे काही फरक पडत नाही म्हणून ही एक प्रीली आहे. मायनरी जे आपल्याला परिचित असले पाहिजे म्हणून आता मी दुसरा संवर्धन कायदा सांगणार आहे मी तुम्हाला कोणताही युक्तिवाद देणार नाही परंतु मी फक्त सांगेन म्हणून मी गतीच्या तिसऱ्या नियमाद्वारे अर्थातच तिसऱ्या कायद्याद्वारे गतीचे संवर्धन प्रदर्शित केले आहे. गती हे सिद्ध करत नाही की संवेग संरक्षित आहे तो फक्त असे सांगतो की संवेग एक संरक्षित मात्रा आहे मी तुम्हाला हे देखील सांगितले

आहे की पुराणमतवादी शक्ती नावाच्या बलांचा एक विशेष वर्ग आहे ज्यासाठी ऊर्जा उर्जेद्वारे संरक्षित केली जाते, याचा अर्थ असा नाही की कोणत्याही ऊर्जाचा अर्थ असा नाही म्हणजे गतीज उर्जा अधिक संभाव्य ऊर्जा आणि गुरुत्वाकर्षणाच्या अभ्यासक्रमात आपल्याला इतर सर्व प्रकारच्या ऊर्जेबद्दल काळजी करण्याची गरज नाही आणि तिसरा संवर्धन कायदा म्हणजे एकूण कोनीय संवेगाचे संवर्धन हा या क्षणी आपल्यासाठी महत्त्वाचा आहे. एकूण कोनीय संवेगाचे संवर्धन कसे होते याचा अभ्यास करण्यासाठी आपल्यासाठी खूप उपयुक्त आहे, अर्थातच आपण असे विधान करू शकतो की एकूण टॉर्क शून्य असेल तर कोनीय संवेग संरक्षित केला जाईल परंतु तेथे d आहेत इपर इश्यूज आपण ते घेऊ किंवा जो कोणी तुम्हाला शिकवेल तो योग्य वेळी तो उचलून घेईल, असे मी तुम्हाला सांगितले आहे की आम्ही प्रथमच एक मूलभूत शक्ती पाहत आहोत आम्ही फक्त मॉडेलिंग करत नाही, म्हणून मला आठवू द्या मी तुम्हाला शेवटच्या व्याख्यानात जे सांगितले होते ते मी म्हणतो की घर्षण आहे मी म्हणतो की तेथे स्निग्धता आहे परंतु घर्षण हे एक अतिशय जागृत विधान आहे उदाहरणार्थ घर्षण हे वेगापेक्षा स्वतंत्र असू शकते घर्षण बल वेगाच्या प्रमाणात असू शकते घर्षण बल प्रमाणबद्ध असू शकते वेगाच्या चौरसापर्यंत घर्षणाचा अर्थ असा आहे की ती नेहमी गतीला विरोध करते आणि आपण जी ऊर्जा गमावतो ती काही उष्णता किंवा अशा काही गोष्टींमुळे विसर्जित केली जाते तीच गोष्ट स्निग्धतेमध्ये घडते म्हणून आम्ही मॉडेलिंग करत नाही. घर्षण शक्तीचा उगम काय आहे हे विचारा

त्यामुळे गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रासारख्या अभ्यासाला सुरुवात केल्यावर आपण विचारू शकतो असा एक चांगला प्रश्न विचारू शकतो की कोणती शक्ती सर्वात मूलभूत आहेत ज्यापासून इतर प्रत्येक बल ई येऊ शकते म्हणून माझ्याकडे माझी चिकट टेप आहे माझ्याकडे माझा डिक आहे मग तेथे शरीर आहेत जी एकमेकांना चिकटलेली आहेत तुमच्याकडे तुमचा वेल्को आहे जो शरीरांना एकत्र बांधतो

त्यामुळे अनेक शक्ती आहेत जीकोस भिंतींवर चढतात उदाहरणार्थ रेणू बांधलेले असतात सूर्य आणि पृथ्वी एकमेकांना बांधलेले आहेत आपला संपूर्ण दुधाळ मार्ग ही एकच आकाशगंगा आहे जिथे तारे एकमेकांना बांधलेले आहेत म्हणून तेथे कितीही शक्ती आहेत आणि विचारणे योग्य आहे की तेथे आहे हे शक्य आहे का? तथाकथित मूलभूत शक्तींची एक छोटी संख्या ज्यातून सर्व काही उद्भवते तेथे एक प्रश्न आहे जो आपण विचारू शकतो आणि असे दिसून आले की त्याचे उत्तर होय आहे आणि आपण असे म्हणू या की 400 किंवा 500 वर्षांचे भौतिकशास्त्र तथाकथित आधुनिक काळातील भौतिकशास्त्र आपल्याला माहित आहे सर्व शक्ती चारपैकी एकावर आणल्या जाऊ शकतात आणि मी या स्लाइडमध्ये तेच सूचीबद्ध केले आहे ते पहिले गुरुत्वाकर्षण बल आहे जे आपल्याला पृथ्वीशी जोडते जे चंद्राला पृथ्वीशी जोडते जे चंद्र पृथ्वी प्रणालीला सूर्याशी जोडते इ इ पुढील बल म्हणजे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक फोर्स जी सर्वत्र कार्यरत असते खरं तर आपल्या मानवी शरीरात जे काही घडत आहे ते एका अर्थाने एक इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक फोर्स आहे जे अणूंच्या अणूंना रेणूंना रेणूंना बांधते. इलेक्ट्रोडायनामिक्सची उपयोजित शाखा, मग आपल्याला माहित आहे की एक अणू इलेक्ट्रॉनपासून बनलेला असतो आणि केंद्रक स्वतः प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉनपासून बनलेले असतात ते खूप शक्तिशाली बल आहेत कारण अणू तोडणे खूप कठीण आहे आणि जर तुम्ही अणू तोडला तर एक अनियंत्रित मार्ग प्रत्यक्षात तो एक बॉम्ब आणि अणुबॉम्ब बनतो जेणेकरून अणुशक्तीमध्ये प्रचंड ऊर्जा असते आणि तुम्ही लोक तुमच्या रेडिओएक्टिव्हिटीच्या अध्यायात बीटा क्षयचा अभ्यास देखील करता बहुधा तुमच्या १२ इयत्तेत आणि त्यासाठी जबाबदार असलेला संवाद हा कमकुवत संवाद आहे म्हणून माझ्याकडे आहे. त्या सर्वांची यादी केली आहे या शक्तींमध्ये काय फरक आहे हे जाणून घेणे मनोरंजक आहे म्हणून मी ते या टेबलमध्ये सूचीबद्ध केले आहे म्हणून मी काय करतो अणुशक्तीची ताकद मी क्रमाने घेईन आणि मी इतर सर्व बलांची तुलना त्यांच्या संदर्भात करू लागेन,

त्यामुळे गुरुत्वाकर्षण हे आपल्यासाठी खूप स्वारस्य आहे, तुम्ही पहाल की अणुच्या तुलनेत गुरुत्वाकर्षण जवळजवळ शून्य आहे. बल कारण त्याची परिमाण सापेक्ष शक्ती 10 ते उणे 37 ची शक्ती आहे, ही एक प्रचंड मोठी संख्या आहे, म्हणून जर तुम्ही फक्त या ताकदीने गेलात तर आम्ही गुरुत्वाकर्षण शक्तीबद्दल सर्व विसरून गेलो असतो. आपल्या विश्वात किंवा मानवी जीवनात पण जिथे गुरुत्वाकर्षण शक्ती कमी होते तिथे त्याची श्रेणी अमर्याद असते आणि मातृ निसर्गाने आपल्याला खूप मोठ्या वस्तू दिल्या आहेत आणि म्हणूनच जेव्हा आपण खूप दूरवर जाता तेव्हा गुरुत्वाकर्षण खूप महत्त्वाची भूमिका बजावते आणि हेच कारण आहे की जेव्हा मी हे पेन धारण करणारे काय आहे ते पाहतो तेव्हा तुम्ही गुरुत्वाकर्षण शक्तीची काळजी करत नाही, परंतु जेव्हा मी स्वतःला विचारतो तेव्हा मला गुरुत्वाकर्षण शक्तीची काळजी वाटते. हॅट मला पृथ्वीवरून उडी मारून अंतराळात पळून जाण्याची परवानगी देत नाही, जे घडत आहे तेच अणु शक्तीबद्दल काय घडते आहे आणि शक्ती 10 ते 37 पट ताकदवान आहेत परंतु नंतर त्यांचे साम्राज्य खूप कमी प्रदेशात आहे तर आपल्याकडे गुरुत्वाकर्षणाचे साम्राज्य आहे जे संपूर्ण विश्व आहे ते कमकुवत आहे परंतु संपूर्ण विश्व आहे परंतु परमाणु शक्तीचे साम्राज्य खूप मजबूत आहे परंतु ते सुमारे 10 ते उणे 15 मीटरच्या शक्तीच्या एका छोट्या छोट्या प्रदेशात आहे ठीक आहे आणि तेथे आहे चालते पण त्यापलीकडे ते पाहणे खूप अवघड आहे आता इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक फोर्स इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक फोर्स आणि फोर्सपेक्षा 100 पटीने कमकुवत आहेत त्याची रेंज देखील अनंत आहे म्हणून जर तुम्हाला आठवत असेल तर तुमच्या सर्वांना तुमच्या नववी आणि दहावीपासून माहित आहे. गुरुत्वाकर्षण बल एका ओव्हर आर स्केअरच्या व्युत्क्रम स्केअर लॉ प्रमाणे माझे कूलंब देखील 1 ओव्हर स्केअर प्रमाणे जाते, जर ही अनंत श्रेणी असेल तर माझे कूलंब बल देखील अनंत श्रेणीचे आहे म्हणून पुन्हा एक चांगला प्रश्न आहे की आपण होय असे स्वतःला विचारले पाहिजे की गुरुत्वाकर्षण इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक बलांवर वर्चस्व गाजवण्यास सक्षम का आहे असे का घडते आहे याचे उत्तर एक अतिशय विलक्षण कारण आहे, म्हणजे आपल्याकडे वस्तुमान आहे जे गुरुत्वाकर्षण शक्तीसाठी जबाबदार आहे आणि वस्तुमान कोणत्या कारणामुळे घडते. केवळ एक प्रकारची सर्व वस्तुमान सकारात्मक असतात आणि वस्तुमान कितीही असले तरीही ते सर्व एकमेकांना आकर्षित करतात म्हणून ही एक अतिशय आनंदाची परिस्थिती आहे जिथे प्रतिकर्षणाची अजिबात संकल्पना नाही तर जेव्हा इलेक्ट्रोमॅग्नेटिकचा विचार केला जातो तेव्हा आपल्याला माहित आहे की दोन प्रकारचे शुल्क आहेत सकारात्मक शुल्क आणि ऋण शुल्क जसे की शुल्क सकारात्मक शुल्क एकमेकांना मागे टाकतात ऋण शुल्क एकमेकांना तिप्पट करतात आणि सकारात्मक आणि ऋण शुल्क एकमेकांना आकर्षित करतात आणि अर्थातच जर शरीरावर कोणतेही चार्ज नसेल तर त्यात इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक परस्परसंवाद होत नाही म्हणून आपल्याकडे काय आहे कारण दोन प्रकारचे चार्जेस आहेत जर मी पॉझिटिव्ह चार्जेस आणि निगेटिव्ह चार्जेसची सिस्टीम आणली तर काय होईल ती सिस्टीम तुमच्यात प्रवेश करण्याचा प्रयत्न करेल. r राज्य खरं तर ते अशा अवस्थेत जाईल जिथे सकारात्मक शुल्क आणि ऋण शुल्क एकत्रित होऊन तटस्थ वस्तू तयार होतात आता या तटस्थ वस्तूंमधील परस्परसंवाद फारच लहान आहे कारण ते विद्युतदृष्ट्या तटस्थ आहेत तेथे काही लहान अवशिष्ट परस्परसंवाद असतील कारण सकारात्मक शुल्क वितरित केले जाते. एका प्रकारे नकारात्मक शुल्क इतर मार्गाने वितरित केले जाते

त्यामुळे त्यामध्ये फारच नगण्य परस्परसंवाद असेल आणि तो नगण्य परस्परसंवाद आहे ज्याचा अभ्यास तुम्ही उदाहरणार्थ व्हॅन डेर वाल्स फोर्समध्ये करता आणि यामुळेच तुमच्या राज्याचे समीकरण बदलते. तुमच्या व्हॅन डेर वाल्स राज्याचे समीकरण तुम्ही व्हॉल्यूम इफेक्ट ट्रिपल आणि इफेक्ट आणि त्यासारख्या गोष्टी लावण्याचा प्रयत्न करता आणि हे प्रभावीपणे लहान होते जे 1 ओव्हर आर स्केअर फोर्स आहे ते 1 ओव्हर आर ते 6 आर 1 ओव्हर आरच्या पॉवरचे होईल 7 4 च्या पॉवरपर्यंत, म्हणून या घटनेला स्क्रीनिंग असे म्हणतात प्रत्येक सकारात्मक चार्जला नकारात्मक चार्जेने वेढणे आवडते प्रत्येक नकारात्मक चार्ज g_u करण्याचा प्रयत्न करतो. y सकारात्मक शुल्काने वेढले जाणे आवडते स्क्रीनिंग होते आणि या स्क्रीनिंगमुळे मोठ्या अंतराने विभक्त झालेल्या वस्तूंमधील प्रभावी परस्परसंवाद गुरुत्वाकर्षण शक्तीच्या तुलनेत खूपच कमकुवत असतो म्हणून गुरुत्वाकर्षण बल विद्युत चुंबकीय शक्तीची श्रेणी केवळ मर्यादितपर्यंत असते. तुम्हाला माहिती आहे की वस्तू एकत्र ठेवल्याने कमकुवत परस्परसंवाद घडणार आहे, अर्थातच सर्व बाबतीत तोटा होतो तो 10 ते 7 पट कमकुवत आहे, हेच मी या स्लाइडमध्ये शेवटच्या ओळीत दाखवत आहे. श्रेणी 10 ते उणे 17 मीटरच्या पॉवरपेक्षा कमी आहे, एखाद्याला आश्चर्य वाटते की कमकुवत परस्परसंवाद अजिबात का आहे, यात खूप महत्त्वाची भूमिका आहे ज्याचा अभ्यास तुम्ही तुमच्या आयुष्यात खूप नंतर कराल जेणेकरून ते कमकुवत परस्परसंवादासाठी जबाबदार असेल आणि आम्हाला याची काळजी करण्याची गरज नाही पण तुम्ही 12वी पूर्ण करेपर्यंत तुम्ही गुरुत्वाकर्षण इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक आणि काही प्रमाणात अणुशक्ती शिकला असाल. n तुम्ही आइन्स्टाईनच्या वस्तुमान उर्जेच्या समतुल्यतेचा वापर करून अणुभट्टीमध्ये किती ऊर्जा मुक्त होते इत्यादीचा अभ्यास करता,

त्यामुळे आमच्यासाठी सर्व शक्ती रेकॉर्ड करण्याची ही एक चांगली संधी आहे, म्हणून मी तुम्हाला हे सांगण्याचा प्रयत्न करत आहे की या चारही गोष्टी आहेत. मूलभूत शक्ती गुरुत्वाकर्षण ही आपल्यासाठी महत्त्वाची असते ज्या क्षणी आपल्याला माहित असते की वस्तूंमधील अंतर किती क्रमाने होते, आपण एक सेंटीमीटर देखील म्हणू या ठीक आहे तेव्हाच जेव्हा अंतर मायक्रोमीटरच्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक परस्परसंवादाच्या क्रमानुसार असेल आणि हे आहे आता आपण ज्याचा अभ्यास करणार आहोत त्याबद्दल मला काही अत्यंत महत्त्वाची विधाने करायची आहेत या गोष्टी तुमच्या पाठ्यपुस्तकात नाहीत पण जर मी त्याकडे लक्ष दिले नाही तर सर्व गुरुत्वाकर्षण अनाकलनीय दिसतील

त्यामुळे यावर थोडा वेळ घालवणे फायदेशीर आहे. मी काही गोष्टी लिहायला सुरुवात करतो आणि कृपया लक्ष द्या आता तुम्हा सर्वांना गुरुत्वाकर्षण शक्तीचे स्वरूप माहित आहे म्हणून मला मोठ्या अक्षरात लिहू द्या वजा gm by r वर्ग ठीक आहे मला नाही करू द्या या विशिष्ट बिंदूवर चिन्हाबद्दल काळजी करू नका म्हणून मी माझ्या गणितात अगदी अचूक नसल्यामुळे मी माझ्या शब्दांशी अचूक होण्याचा प्रयत्न करेन आणि मी आकर्षक शब्द वापरून म्हणून मी स्वतःला आठवण करून देण्यासाठी येथे एजी देखील ठेवेन. गुरुत्वाकर्षण बल आता मी तुम्हाला सांगितले की लागू बल ही मला माहित असलेली गोष्ट आहे आणि ही समस्या सोडवण्यासाठी मी न्यूटनचा नियम लागू करणार आहे, मी वर्तुळाकार कक्षकडे सरळ रेषेच्या कक्षा पाहीन, मी उपग्रहांची गती पाहीन इत्यादि मी पाहीन एस्क्रेप वेग तुम्ही लोक त्या सर्व समस्या सोडवाल पण एक समस्या आहे ती समस्या उजव्या बाजूला आहे आमच्याकडे एक दोन तीन चार अज्ञात आहेत गणितीय समस्या म्हणून गुरुत्वाकर्षणातील कोणतीही समस्या तुमच्या स्तरावर सोडवणे खूप सोपे आहे कारण तुम्ही m चा वस्तुमानाचा कण सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षण शक्तीच्या क्षेत्रात फिरत आहे असे विचारले आणि नंतर कंसात कंसात तुमच्या परीक्षेत तुमचा परीक्षक म्हणेल सूर्याचे वस्तुमान इतके इतके इतके किलो आहे. पृथ्वी आणि सूर्य इतके किलोमीटर इतके आहेत आणि तुम्हाला गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक देखील दिला जाईल परंतु आता आमच्यासाठी मोठा प्रश्न असा आहे की जेव्हा तुम्ही गुरुत्वाकर्षणाची संकल्पना मांडत आहात तेव्हा आम्हाला स्वतःला विचारावे लागेल की मी तथाकथित सार्वभौमिक कसे ठरवू शकतो? स्थिरांक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक न्यूटनचे गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक मी वस्तुमान m कसे मोजू मी हे वस्तुमान m कसे मोजू आणि मी हे अंतर कसे मोजू हे विलक्षण महत्त्वाचे आहे हे आपण लक्षात ठेवले पाहिजे की न्यूटोनियन गुरुत्वाकर्षणाचे मोठे यश खगोलशास्त्रातून आले आणि त्या काळात न्यूटनला सूर्याचे वस्तुमान काय आहे हे जाणून घेण्याचा कोणताही मार्ग नव्हता खरं तर पृथ्वीचे वस्तुमान किती आहे हे जाणून घेणे देखील खूप कठीण आहे आपण फक्त एक अशुद्ध अंदाज लावू शकता आणि आपल्या सर्वांना माहित आहे की काय याचा अंदाज लावणे देखील तितकेच कठीण आहे. अंतर खूप आहे म्हणून मी तुम्हाला सल्ला देतो की आज रात्री बाहेर जा आणि रात्रीच्या आकाशाकडे पहा आणि तुम्हाला दिसेल म्हणून आमच्याकडे ही दृष्टी आहे मला वाटते की आम्ही एक पर्यंतच्या वस्तूंमधील वेगळेपणा ओळखण्यास सक्षम आहोत सात किलोमीटर किंवा जे काही असेल तिथे तुम्हाला आकाश दिसते आणि तिथेच तुम्हाला झेनिथ किंवा क्षितीज झेनिथपासून ते क्षितिजापर्यंतचे क्षितिज सापडते त्यापलीकडे तुम्ही अंतर मोजू शकत नाही त्यामुळे सर्व तारे सर्व ग्रह सर्व काही दिसते आपल्यापासून समान अंतरावर असणे तसेच चंद्र ताऱ्यांपेक्षा मोठा आहे असे दिसते म्हणून चंद्र आंतरिकदृष्ट्या मोठा आहे की चंद्र आपल्या जवळ आहे हे आपल्याला माहित नाही म्हणून आपल्याला वस्तुमानाचा अंदाज लावण्यासाठी अनेक अप्रत्यक्ष पद्धतींची आवश्यकता आहे आणि अंतर मला ही संकल्पना थोडी अधिक ठळक बनवू देते, मग मी ते कसे बनवू या आपण न्यूटनच्या समीकरणाने सुरुवात करू या म्हणजे माझ्याकडे वस्तुमान m चे वस्तुमान आहे आणि ते एका विशिष्ट प्रवेगाने पुढे जाणार आहे आणि मला r ने gmm लिहायचे आहे. स्केअर आपण असे गृहीत धरूया की हे समीकरण सध्या बरोबर आहे. तुम्हाला जी उत्सुकता सापडली आहे त्यातील एक गोष्ट आहे आणि ती अशी आहे की मी नंतर बराच वेळ घालवणार आहे ती म्हणजे या चाचणीचे प्रवेग कारण मी फक्त वो आहे या बद्दल r म्हणून मी लिहितो की a कडे वस्तुमान mb चे वस्तुमान भांडवल m आहे

त्यामुळे मी असे गृहीत धरणार आहे की हे भांडवल m या लहान m पेक्षा खूप मोठे आहे म्हणून आपण खूप मोठे म्हणूया मी कशी काळजी करणार नाही a शरीराच्या गतीचा शरीराच्या गतीवर परिणाम होणार आहे b आता तुम्ही पाहता अ हे वस्तुमान कितीही असले तरीही दोन वस्तुमान एकमेकांना रद्द करतात म्हणून गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रामध्ये चाचणी वस्तुमानाचा प्रवेग तुमच्या स्वतःच्या वस्तुमानापेक्षा स्वतंत्र आहे आता ही एक खरी शोकांतिका आहे कारण मी बॉल घेतो आणि मी तो वर फेकतो हे मला मोजता येते मला बॉलचे वस्तुमान माहित आहे पण ते मला काहीही माहिती देणार नाही ते मला काहीही सांगणार नाही गुरुत्वाकर्षण स्थिरांकाबद्दल ते मला पृथ्वीच्या वस्तुमानाबद्दल काहीही सांगणार नाही ते मला पृथ्वीच्या त्रिज्याबद्दल काहीही सांगणार नाही मी r अधिक h पूर्ण चौरस लिहू शकतो ती उंची कितीही असली तरी मला फक्त उंची माहित आहे तो मला एक महत्त्वाची गोष्ट सांगतो की तुम्ही खडा टाकला की नाही किंवा शिशाचा ब्लॉक किंवा इतर कोणतीही वस्तू जोपर्यंत घर्षण शक्तीची भूमिका बजावत नाही तोपर्यंत त्या सर्वांना समान प्रवेग सहन करावा लागतो आणि या तत्वाला समतुल्यता तत्त्व म्हणतात, मी यावर जास्त वेळ घालवणार नाही परंतु हे खूप महत्त्वाचे आहे. गुरुत्वाकर्षणाचा नियम थोड्या वेळाने पुन्हा सांगितल्यानंतर मी तत्त्वावर येईन पण या टप्प्यावर मला हे विधान करायचे आहे याला समतुल्यता तत्त्व म्हणतात

त्यामुळे मोठा प्रश्न हा आहे की मला भांडवल कसे माहित आहे मला भांडवल m कसे माहित आहे आणि कसे करावे मला ही मोठी अंतरे माहित आहेत मी अंतराबद्दल बोलत आहे जसे की पृथ्वी आणि चंद्र पृथ्वी आणि सूर्य चंद्र आणि हे आणि असे बरेच काही आणि इथेच खगोलशास्त्रज्ञांची महान कल्पकता येते आणि आपण ते केले पाहिजे. लक्षात ठेवा की या महान नियमाचा पाया न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या वैश्विक नियमाचा पाया काही शंभर वर्षांच्या कालावधीत नाही तर हजारो वर्षांच्या कालावधीत जगभरातील खगोलशास्त्रज्ञांनी निरीक्षण केले. खगोलशास्त्रीय निरीक्षणांनी ही निरीक्षणे समजून घेण्यासाठी त्यांनी गणिती साधने विकसित केली आणि त्यांना उत्तम भौतिक अंतर्दृष्टी मिळाली, अर्थातच त्यांना अनेक गृहितकं बांधावी लागली, सुदैवाने त्या सर्व अतिशय तर्कसंगत होत्या आणि

त्यामुळे निसर्गातील नंतरच्या निरीक्षणांद्वारे ते सिद्ध झाले.

त्यामुळे आता मी काय करणार आहे की हे स्थिरांक कसे ठरवता येतील याची पद्धतशीर चर्चा करायची आहे ही काही फार अवघड गोष्ट नाही कारण तुम्ही सर्वजण गणिताचा पुरेसा अभ्यास करत आहात कारण 11वी आणि 12वीच्या स्तरावरील गणित जास्त आहे. आम्ही जे काही चर्चा करणार आहोत त्यासाठी पुरेशी आहे, म्हणून जर तुम्हाला माहित असेल की या स्लाइडवर परत या, मी ज्या संकल्पनांवर चर्चा करणार आहे त्या सर्व संकल्पना कोणत्या आहेत ते मला सूचीबद्ध करू द्या, कदाचित मला आज त्यापैकी काहींवर चर्चा करण्यासाठी वेळ मिळेल. मी चर्चा करणार आहे की पृथ्वीचा आकार किती आहे म्हणून कृपया हा प्रकाश काळजीपूर्वक पहा मी पाच बुलेट बनवल्या आहेत म्हणून पहिल्या बुलेटमध्ये नमूद केले आहे की आपण प्रथम ओ. पृथ्वीचा आकार काय आहे हे सर्वांना माहित असेल तर मला पृथ्वीच्या आकाराचा अर्थ काय आहे हे सर्व प्रथम मला माहित असले पाहिजे की पृथ्वी गोलाकार आहे मला त्यासाठी पुरावा हवा आहे मग मला पृथ्वीच्या त्रिज्याचा अंदाज लावता येईल. मला चंद्राचा आकार काय आहे हे माहित असले पाहिजे मला पृथ्वी चंद्राचे अंतर काय आहे हे माहित असले पाहिजे नंतर मला माहित असले पाहिजे की पृथ्वी सूर्य अंतर किती आहे दुसऱ्या शब्दात माझा प्राथमिक व्यस्तता प्रथम अंतराचा अंदाज लावण्यात असेल म्हणून आपण प्रथम श्रेणीबद्ध दृष्टीकोन घेणार आहोत शक्य तितक्या अचूकपणे अंतर मिळविण्याची एक मजबूत पद्धत मिळवा नंतर वस्तुमान किंवा गुरुत्वाकर्षणाचा एकत्रितपणे अंदाज लावण्याची एक मजबूत पद्धत मिळवण्याचा प्रयत्न करा ही थोडी अवघड गोष्ट आहे जी तुम्हाला या दोन्हीची गरज आहे म्हणून आपण ते ऐतिहासिकदृष्ट्या करूया जे घडते ते आपल्याला माहित असले पाहिजे अंतर अगदी तंतोतंत नंतर तुम्ही ज्ञात वस्तुमानाच्या दोन वस्तू घ्या तुम्हाला चंद्र किंवा सूर्य किंवा पृथ्वीचे वस्तुमान पहावे लागणार नाही जे कठीण ज्ञात वस्तुमान आहे जसे की मी डंबेल ते हेवी मेटल मास म्हंटले आहे मग वापरा ते गुरुत्वाकर्षणाच्या स्थिरांकासह g च्या गुरुत्वाकर्षणाच्या स्थिरांकाचा अंदाज लावण्यासाठी गुरुत्वाकर्षणाचा न्यूटोनियन नियम वापरतात आणि मग ते गॅलिलियन गतीच्या नियमाशी किंवा इतर काही नियमांशी एकत्र करतात आणि सूर्याच्या पृथ्वीच्या वस्तुमानाचे वस्तुमान मिळवण्याचा प्रयत्न करतात आणि नंतर एकत्र करतात. यासह वस्तुमानाचे जे काही ज्ञान आहे जे आपण ओळखतो ते मूलतः मी तुम्हाला सांगण्याचा प्रयत्न करत आहे ते म्हणजे गुरुत्वाकर्षणाचा अभ्यास करणे किंवा कोणत्याही भौतिक शक्तीचा अभ्यास करणे हा गणितीय व्यायाम नाही भौतिकशास्त्र लागू नाही

गणित भौतिकशास्त्रामध्ये अत्यंत काळजीपूर्वक निरीक्षण आणि अत्यंत काळजीपूर्वक निरीक्षण करणे समाविष्ट आहे. अर्थ लावणे आणि आपण या विषयाशी पहिल्यांदाच संपर्क साधत असल्याने हीच वेळ आहे आणि काय घडत आहे हे समजून घेण्याचा प्रयत्न करण्याची हीच जागा आहे म्हणून मी आता पृथ्वीच्या त्रिज्या संकल्पनेपासून सुरुवात करेन. एक विशिष्ट घर्षण आहे जे खूप लोकप्रिय आहे ते म्हणजे लोकांचा असा विश्वास होता की पृथ्वी सपाट आहे आणि 15 व्या शतकात 16 व्या शतकात 17 व्या शतकात कधीतरी वीर लोक होते. उरी ज्यांचा असा विश्वास होता की पृथ्वीचा आकार गोलाकार आहे आणि त्यांनी अवहेलना केली की ते महान नायक आहेत ते आपला जीव देण्यास तयार आहेत म्हणून आपल्याकडे कोलंबसचे स्वामी आहेत ज्यांनी पूर्वेकडे प्रवास करण्याऐवजी पश्चिमेकडे प्रवास करून भारतात पोहोचण्याचा निर्णय घेतला परंतु हे खरोखरच आवश्यक आहेत काल्पनिक कथा ते प्रेरणादायी असू शकतात परंतु ते बरोबर नाहीत कारण हजारो वर्षांहून अधिक काळ जगभरातील खगोलशास्त्रज्ञांना हे माहित होते की पृथ्वी ही एक गोलाकार वस्तू आहे आणि त्याचप्रमाणे चंद्र देखील आहे आणि त्याचे पुरावे ग्रहणांमधून आले आहेत म्हणून काही पौराणिक साहित्य आहे. प्रत्येक सभ्यता मग ती सुमेरियन असो किंवा बेबीलोनियन असो किंवा ग्रीक असो की रोमन असो किंवा भारतीय असो किंवा चिनी असो जिथे तुम्ही म्हणता की पृथ्वी सपाट आहे हे माहित आहे पृथ्वीला अनेक हत्तींनी पाठिंबा दिला आहे किंवा ग्रीक पौराणिक कथांमध्ये मला वाटते की ती वर्गात आहे किंवा पृथ्वी धारण करणारी कोणीतरी आहे त्यामुळे तुम्ही कोणीही असाल ठीक आहे, या पौराणिक कथांचा अर्थ असा आहे की त्यांची स्वतःची खूप महत्त्वाची भूमिका आहे, कारण त्या माणसाबद्दल बोलतात. मानस बाह्य जगाच्या स्वरूपाबद्दल नाही परंतु खगोलशास्त्रज्ञांना नेहमीच माहित होते की त्यांची पृथ्वी गोलाकार आहे म्हणून तुम्हाला आपल्या देशाचे एक उदाहरण देतो उदाहरणार्थ महान खगोलशास्त्रज्ञ गणितज्ञ आर्यभट्ट ते 5 व्या शतकात वास्तव्य करतात ईद फार लवकर नाही त्यांनी असा युक्तिवाद केला की पृथ्वी गोलाकार आहे. गोलाकार आकार आणि जेव्हा विद्यार्थ्यांनी त्याला विचारले की पृथ्वीचा आकार गोलाकार आहे का मी ऑडीच्या पलीकडे असतो तेव्हा मी खाली का पडत नाही पण जेव्हा मी पृथ्वीला गोलाकार म्हणून पाहतो तेव्हा मी येथे मध्यवर्ती स्वरूपाचे बरोबर उत्तर देतो वर आणि खाली असे काहीही नाही जे तुम्ही पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून दूर जाताना आणि खाली जेव्हा तुम्ही पृथ्वीच्या दिशेने सरकता तेव्हा त्याच पद्धतीने वर आणि खाली असे म्हणतात, जर मी येथे उभा आहे तेव्हा ठीक आहे मी व्यासाच्या विरुद्ध बिंदूवर येत आहे. मी पृथ्वीच्या खाली जात आहे असे म्हणू शकतो की आपण खाली असे म्हणतो पण एकदा मी येथे आलो की पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून दूर आहे खाली पृथ्वीच्या दिशेने आहे किंबहुना अरुबा देखील असा तर्क करतो की एक रहस्यमय शक्ती आहे जी प्रत्येक गोष्टीला धरून ठेवते. गोष्टी एकत्रितपणे त्या वेळी त्यांना गुरुत्वाकर्षण शक्तीबद्दल काहीही माहित नव्हते म्हणून ते म्हणतात की ते गोष्टींच्या स्वभावात आहे म्हणून खगोलशास्त्रज्ञांना माहित होते की आम्ही असे म्हणत नाही की आर्यभट्ट हा ग्रीक खगोलशास्त्रज्ञांनी असे विधान केले होते. किंवा कदाचित इजिप्त किंवा बेबीलोनियामधील इतर खगोलशास्त्रज्ञांनाही या लोकांना माहित होते की पृथ्वीसह सर्व स्वर्गीय पिंड हे सर्व गोलाकार स्वरूपाचे आहेत आणि ते सर्व अंतराळात आहेत ते सर्व कोणाच्या संदर्भात हालचाल करत आहेत हे सर्व कोणासाठी हा एक वेगळा प्रश्न आहे. उदाहरणार्थ भारतीय खगोलशास्त्रीय शाळेचा गांभीर्याने असा विश्वास होता की खूप शक्तिशाली वारे आहेत जे स्वर्गीय पिंडांना विहित कक्षेत फिरण्यास निर्देशित करतात जेणेकरून ते त्यांच्या अत्याधुनिक आवृत्या असू शकतात या शक्तीसाठी त्यांचे मॉडेल होते परंतु मुद्दा असा आहे की मला सक्षम व्हायचे आहे. पृथ्वीची त्रिज्या ठरवा $ica1$ ऑब्जेक्ट तुम्ही एक विशिष्ट उंची देता आणि तुम्ही विचारता की मी किती दूर पाहू शकतो म्हणून ही माझे त्रिज्या आहे असे म्हणूया ही अतिशयोक्तीपूर्ण आकृती आहे म्हणून मी त्रिकोणमितीचा वापर करेन कारण उंची वाढत राहते मला हे माहित आहे उंची मला कोण माहित आहे मला हे अंतर माहित आहे म्हणून त्यावरून मला पृथ्वीच्या त्रिज्याचा अंदाज लावता आला पाहिजे म्हणून ही ऐवजी कूड आहे जी मी सांगू शकतो ती सर्वात सोपी आवृत्ती आहे की मी एक व्यक्ती आहे आपण म्हणूया ठीक आहे चला घेऊया एखादी व्यक्ती जी सुमारे सहा फूट सहा किंवा सहा अधिक काही फूट उंचीची सुमारे दोन मीटर आहे, असे म्हणूया की दोन मीटर उंचीची एक व्यक्ती आहे की ती व्यक्ती पृथ्वीच्या गोलाकार स्वरूपामुळे किती दूर पाहू शकते कारण ती वक्र होणार आहे. पृथ्वी सपाट असेल तर तुमची दृष्टी असीम असेल तुम्ही अनंताच्या पलीकडे पाहू शकाल अर्थातच तुम्हाला इमारती किंवा मानव दिसत नाहीत किंवा दुर्बईमध्ये अस्तित्वात असलेल्या उंच इमारती किंवा आपण पाहू शकत नसलेल्या कोणत्याही ठिकाणी पाहू शकत नाही. त्यांना यामुळेच सी

त्यामुळे घरी जा, एक साधे मॉडेल बनवा आणि पृथ्वीची त्रिज्या किती आहे याचा अंदाज लावा, हे असे काहीतरी आहे जे आपण करू शकतो म्हणून हे एक साधे उदाहरण आहे या गोष्टी सिद्ध करत नाहीत की पृथ्वी गोलाकार आहे, आपल्याला एक नेव्हिगेशन करावे लागेल जे आहे लोकांनी काय केले आणि लोकांना बऱ्याच गोष्टी माहित आहेत उदाहरणार्थ, भूगोलावरील टॉलेमीच्या पुस्तकात भारतातील पश्चिम किनारपट्टी आणि पूर्व किनारपट्टीवर मोठ्या संख्येने साइट्स आहेत

त्यामुळे लोकांना बऱ्यापैकी माहित होते की पृथ्वी गोलाकार आहे हे मला तुमच्यासाठी दाखवायचे आहे अरास्टोथिनिस इरेस्टर डेनिस यांनी ख्रिस्तपूर्व ४थ्या शतकात वास्तव्य केलेला पृथ्वीच्या त्रिज्याचा एक विलक्षण सुंदर अंदाज आहे, म्हणून कृपया ही स्लाइड पहा, मला आशा आहे की हे तुम्हा सर्वांना दिसेल अन्यथा मी कागदाच्या पत्रकावर लिहीन आणि मी दाखवीन तुमच्यासाठी इरास्टोथिनिस हा खरोखरच एक महान गणितज्ञ होता आणि तो सुद्धा एक आर्मचेअर गणितज्ञ नव्हता तो एक असा व्यक्ती होता ज्याने लांब अंतर प्रवास करून निरीक्षण देखील केली होती आणि तो चौथ्या शतकात बीसी मध्ये राहत होता ठीक आहे चौथ्या शतकातील आर्यभट्ट बद्दल बोलत आहोत म्हणून आपण आता ख्रिस्तपूर्व चौथ्या शतकाविषयी बोलत आहोत म्हणून आपण 800 वर्षांच्या कालखंडाबद्दल बोलत आहोत आर्य मातेने आपले विधान करण्यापूर्वी आठशे वर्षांपूर्वी इरास्टोथिनिस पृथ्वीच्या त्रिज्याचा अंदाज लावण्याच्या चांगल्या पद्धती सापडल्या होत्या. म्हणून मी तुम्हाला ते समजावून सांगेन की तुमच्याकडे पृथ्वीचा पृष्ठभाग आहे आणि तुम्हाला काय करायचे आहे ते म्हणजे एक विशिष्ट दिवस निवडणे म्हणजे आमच्यासाठी एक चांगला दिवस म्हणजे उन्हाळ्यातील संक्रांती किंवा हिवाळ्यातील स्टॉल्सच्या दिवसांसारखे काहीतरी असावे. कदाचित तसे केले नाही कारण तुम्हाला माहित आहे की त्या दिवशी सूर्यप्रकाश थेट कर्करोगाच्या उष्ण कटिबंधावर किंवा मकर राशीच्या 23.5 अंश उत्तरेकडे किंवा दक्षिणेकडे पडतो त्याबद्दल काही हरकत नाही परंतु संपूर्ण कल्पना अशी आहे की दोन बिंदू होते त्यामुळे ते काय आहे मला काळजी करण्याची गरज आहे की हा बिंदू अलेक्झांड्रियाशी संबंधित आहे आणि हा बिंदू $os1$ शी संबंधित आहे खरं तर ही एक विहीर होती ही विहीर म्हणून 1 मध्ये होती आणि विहिरीत पाणी आहे

त्यामुळे आता त्यांच्यामधील अंतर इतके आहे माहित आहे आणि ते मला देण्यात आले होते मी या ५० स्टेडियममध्ये थेट वाचत आहे त्यामुळे हे अंतर ५० स्टेडियम आहे

त्यामुळे अंतराचे एकक म्हणजे स्टेडियम स्टेडियम हे एक ठिकाण आहे जिथे आपण भारतात जाऊन पाहण्यासाठी बसतो तेव्हा अंतर म्हणतात. जेव्हा लोक प्रवास करतात तेव्हा अंतराच्या एककाला ग्रीक भाषेत योजना असे म्हणतात त्याला स्टेडियम असे म्हणतात स्टेडियम किंवा योग या संकल्पनेची एकमात्र समस्या ही आहे की ते काळानुसार बदलत राहतात आणि काळाबरोबर उपाय बदलत राहतात पण नाव कायम राहते म्हणून आपल्याला व्हायला हवे. आता जरा सावधगिरी बाळगण्याचा मुद्दा हा आहे की मला त्यांच्यामधील अंतर माहित आहे आम्ही या स्टेडियाला काही वेळात सामान्य युनिट्समध्ये रूपांतरित करू आता मी दुसरे चित्र काढणार आहे कारण मी आधीच डेटा वापरला आहे

त्यामुळे हा एक मुद्दा आहे हा त्यावरील दुसरा मुद्दा आहे विशिष्ट दिवशी ही अत्यंत अतिशयोक्तीपूर्ण आकृती आहे इथे एक विहीर आहे सूर्याची किरणे सामान्यपणे पडत होती ती ९० अंश बनत होती आता साहजिकच मी या बिंदूकडे पाहणार असलो तर तो पुरेसा दूर असावा तो एक विशिष्ट कोन बनवतो. टोपी तुम्हाला दिवसाची लांबी का माहित असते आणि रात्रीची लांबी बरोबर बदलत राहते म्हणून जर तुम्ही मतदानाला गेलात तर तुमच्याकडे 6 महिने दिवस आणि 6 महिने रात्र आहेत त्या विशिष्ट कारणामुळे सूर्याची किरणे अधिकाधिक होत जातात. स्पर्शिक आणि एका बिंदूवर पोहोचणे थांबवल्यानंतर या विशिष्ट प्रदेशात, उदाहरणार्थ, आपल्याकडे ते आहे आणि आपल्याला हे माहित असले पाहिजे की कोन काय आहे आणि हा कोन सुमारे 7 अंश आहे आणि हा कोन सुमारे 7 अंश आहे आणि आता मी हे एक्सट्रापोलेट करणार आहे. आपण असे म्हणूया की हे माझे पृथ्वीचे केंद्र आहे, तर हे माझ्याकडे आहे आणि हे

माझ्याकडे आहे आणि हे 90 अंश आहे आणि हे 7 अंश आहे आणि ही माझी पृथ्वीची त्रिज्या आहे तर मी तुमच्या सर्वांकडे काय करावे? $r \theta$ या सूत्राचा अभ्यास केला जेव्हा मी अंतराविषयी बोलतो तेव्हा मला बोगद्याचा कंटाळा येत नाही आणि या दोन बिंदूमधील अंतर किती आहे हे शोधून काढणे म्हणजे मी पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर फिरतो तेव्हा या दोन बिंदूंनी पार केलेले अंतर आहे. म्हणून मी खरोखर पाहत आहे होय हे एकूण आहे कव्हर केलेले अंतर युक्लिडियन अंतर नाही ठीक आहे सर्वात कमी अंतर नाही आता तुम्हाला थोटा माहित आहे कारण हे 7 अंश होते तुम्हाला माहित आहे हा कोन काय आहे हे मी तुमच्या लोकांसाठी एक व्यायाम म्हणून सोडून म्हणून तुमचा आर मूलतः s द्वारे थोटा द्वारे दिलेला आहे होय अगदी योग्य आहे लहान प्रमाण म्हणजे 50 स्थिर मी तुम्हाला सांगितले पण थोटा खूपच लहान आहे कारण 7 अंश खूप लहान आहे आणि थोटा रेडियनच्या एककांमध्ये लिहिला जावा म्हणून 2π रेडियन तुम्हाला 2π जे काही असेल त्याद्वारे विभाजित करावे लागेल. या टप्प्यावर त्रिज्याचा अंदाज लावता आला पाहिजे, मी तुम्हाला लोकांच्या लक्षात आणून देऊ इच्छितो की मिटवलेला इतरपणा एकतर भाग्यवान व्यक्ती किंवा अतिशय हुशार व्यक्ती होता कारण हा युक्तिवाद तेव्हाच सिद्ध होईल जेव्हा ते दोघे एकाच रेखांशावर असतील तर तुम्ही दुसऱ्या रेखांशावर जा मग तुम्ही अंदाज लावू शकत नाही पण ते अंदाजे त्याच रेखांशावर आहेत असे दिसून आले की ग्लोबवर जा आणि ते पहा आणि तेथे सर्वात मजबूत आहेत ते समजू शकले ठीक नाही ते 50 स्टेडिया नव्हते मला खूप माफ करा ते 5000 स्टेडिया होते अंतर 5000 स्टेडिया होते आणि ते 800 किलोमीटरमध्ये भाषांतरित होते होय आता 800 किलोमीटरमध्ये भाषांतरित करते जर तुम्ही प्लग इन केले आणि तुम्ही त्रिज्या काय आहे हे जाणून घेण्याचा प्रयत्न केला तर तुम्हाला त्रिज्या किंवा परिघाचा अंदाज आला की परिघाचा गुणाकार झाला ते $2 \pi r$ ने तुम्हाला 40,000 किलोमीटर मिळेल म्हणजे घेर दोन πr चाळीस हजार किलोमीटर बरोबर आहे, मला वाटते की पृथ्वीची वर्तमान त्रिज्या सुमारे 6 400 किलोमीटर आहे हे मी लिहायला विसरलो. तर 6 400 किलोमीटरला 2π ने गुणाकार करा म्हणजे 6 6 ला 36 आहे आणि आणखी 4 ते सहा चोवीस अष्टावीस हजार चारशे आहेत आणि काही दुरुस्त्या आहेत कारण मी फक्त π चा वापर केला म्हणजे सहा म्हणजे सहा काहीतरी दर्शवा आणि म्हणून तुम्ही पाहता की ते सध्याच्या मूल्याच्या अगदी अगदी जवळ आहे, म्हणून आम्ही काय करू शकतो ते म्हणजे ज्ञात त्रिकोणमितीचा वापर करून तुम्ही त्रिकोण आणि वर्तुळे काढून जे काही अभ्यास करता ते वापरणे ठीक आहे खरे तर सर्व त्रिकोणमिती डी होती स्वर्गीय गती समजून घेण्यासाठी आणि अर्थातच त्रिकोणमिती तयार करण्यासाठी शिल्पकलेसाठी स्थापत्यकलेसाठी देखील आवश्यक होते आणि इतर भागांच्या सीमांकनासाठी इमारतींसाठी पण ते प्रामुख्याने वापरले गेले आणि प्रामुख्याने खगोलशास्त्रासाठी विकसित केले गेले आणि ही एक मोठी महान कामगिरी आहे. मानवी कल्पकतेबद्दल तुम्हाला आश्चर्य वाटेल की त्याने हे 5000 स्टेडियमचे स्टेडियम कसे मोजले हे खरे आहे ही एक अतिशय मनोरंजक गोष्ट आहे की त्याला त्याच्या चाकाचा घेर माहित होता आणि त्याने एक छोटी काठी वापरून पाहिली आणि तो प्रत्यक्षात एका गाडीवर बसला त्याला आपण रथ म्हणू या रथ त्यांच्या घोड्याला चालवतो आणि प्रत्येक वेळी रथाचे चाक एक वर्तुळ पूर्ण करते की काठी जमिनीवर आदळते मग तो काय करतो काठी जमिनीवर किती वेळ आदळते ते मोजत राहतो त्यामुळे तुम्हाला कळेल किती वर्तुळात किती आवर्तने होतात. चाक पूर्ण झाले आहे आणि तुम्हाला माहित आहे की चाकाचा घेर चाकाच्या त्रिज्यामध्ये दोन π इतका आहे एकूण संख्येने गुणाकार केला जातो आणि त्यामुळे तुम्हाला एकूण अंतर मिळते मोठ्या गोष्टींचे मोजमाप करण्यासाठी लोकांनी प्रत्यक्षात सोप्या प्रभावी आणि कल्पक पद्धती कशा तयार केल्या आहेत आणि या गोष्टी आहेत ज्या आपण आत्मसात केल्या पाहिजेत , त्यामुळे स्मार्ट मार्गाने समस्या सोडवणे आवश्यक नाही, हा प्रश्नच नाही की मी एकत्रित करतो. प्रतिस्थापन किंवा भागांद्वारे एकत्रीकरण ही एकमेव कौशल्ये नाहीत ज्यासाठी तांत्रिक कौशल्ये देखील आवश्यक आहेत म्हणून हे केले जाते आणि आपण मला पृथ्वीची त्रिज्या दिल्यास पृथ्वीची त्रिज्या प्रत्यक्षात किती आहे याची आम्हाला चांगली कल्पना आहे. पृथ्वीच्या वस्तुमानाचा अंदाज लावणे फारसे कठीण होणार नाही जर मला माहित असेल की सरासरी घनता काय असावी परंतु ही एक वेगळी कथा आहे परंतु या टप्प्यावर आपण हे लक्षात ठेवले पाहिजे की यात मोठ्या संख्येने गृहितकांचा समावेश आहे म्हणजे जेव्हा मी पाहतो तेव्हा इतर परिस्थितींमध्ये त्यात आणखी मोठ्या प्रमाणातील गृहितकांचा समावेश असेल आणि ते गणिताचे कोणतेही नियम असले तरी गणितात जे काही निष्पन्न झाले आहे ते माझ्या दैनंदिन निरीक्षणातून मला मिळाले आहे ते देखील मोठ्या प्रमाणात वैध आहेत instances म्हणून मला ते विधान करू द्या म्हणजे मी एक त्रिकोण काढतो आणि मी त्रिकोणाच्या कोनांची बेरीज 180 अंश मोजतो आता अर्थातच एक प्रमेय आहे कारण मी म्हणत आहे की दोन समांतर रेषा एकमेकांना भेटणार नाहीत म्हणजे स्वयंसिद्ध आहे बरोबर हेच मी गृहीत धरत आहे दुसऱ्या शब्दात मी हे कोट वापरत आहे, जेव्हा मी भौतिकशास्त्रातील निष्कर्ष काढण्यासाठी गणिती निकालांचा अवतरण करत असतो तेव्हा मला हे कसे कळते की हे परिणाम बरोबर आहेत मला ते माहित आहेत कारण मला निरीक्षणाने आढळले आहे की हे सांगण्यास भौतिकशास्त्रज्ञांना मदत होत नाही. अरे नाही ते निरपेक्ष परिणाम आहेत कारण ते गणिताचे निकाल आहेत दुर्दैवाने ते बरोबर नाही कारण गणिताच्या तथाकथित स्वयंसिद्धांचे निरीक्षणाद्वारे पडताळणी करणे आवश्यक आहे दोन समांतर रेषा एकत्र येण्याचे कोणतेही कारण नाही, पायथागोरस प्रमेय धारण करण्याचे कोणतेही कारण नाही ते सर्व एकमेकांच्या समतुल्य आहेत त्रिकोणाच्या तीन कोनांची बेरीज 180 असण्याचे कोणतेही कारण नाही, कदाचित ते 180 पेक्षा मोठे असेल कदाचित ते 180 पेक्षा कमी असेल हे सत्यापित करणे आवश्यक आहे ied पण नंतर ही जाणीव खूप नंतर आली 17व्या किंवा 18व्या शतकात कधीतरी, अगदी न्युटनच्या काळातही लोकांनी असे गृहीत धरले होते की युक्लिडने त्याच्या भूमितीमध्ये जे लिहिले आहे त्याशिवाय निसर्गाचे दुसरे कोणतेही गुणधर्म असू शकत नाहीत. हे सार्वत्रिक गृहीतक होते आणि जेव्हा आपण पृथ्वी आणि सूर्य, पृथ्वी आणि चंद्र आणि अगदी जवळचे तारे यांच्यातील अंतर मोजतो तेव्हा हे परिणाम मजबूत असतात परंतु जर तुम्ही खूप दूरवर गेलात तर ते परिणाम मजबूत नसतात. दुरुस्त्या करा म्हणजे मी तुम्हाला सांगण्याचा प्रयत्न करत असलेला संदेश हा आहे की भौतिकशास्त्र गणितापेक्षा भिन्न आहे या अर्थाने गणिताच्या तथाकथित मूलभूत परीक्षा या भौतिक नियमांच्या सतत पडताळणीच्या अधीन असतात हे आपल्याला माहित असणे आवश्यक आहे की योग्य गणिती तत्त्वे काय आहेत उदाहरणार्थ वापरावे आम्ही म्हणतो रोमरने गुरूच्या चंद्रांचे ग्रहण पाहून प्रकाशाचा वेग मोजला आहे, तुम्हाला किती अंतर माहित आहे ते तुम्हाला माहित आहे किती वेळ लागला आहे. $ally$ असे एक अतिशय मोठे गृहितक आहे की आपण प्रकाशाचे उत्सर्जन आणि पृथ्वीवर पोहोचणे या दरम्यान स्थिर गतीने प्रवास करतो हे एक गृहितक आहे त्यामुळे भौतिकशास्त्राचे कार्य करण्याची पद्धत अशी आहे की आपण एक गृहितक बनवता आपण एक गृहितक बनवता याची पडताळणी करून आपण निष्कर्ष काढता आणि मग तुम्ही पुढे असे आणि पुढे भविष्य सांगता आणि तुम्ही दुरुस्त करता म्हणून कृपया तुमच्या संपूर्ण अभ्यासक्रमात लक्षात ठेवा की तुम्ही 11वी 12वी मध्ये जे काही करत आहात आणि त्यापलीकडे आम्ही असा दृष्टिकोन ठेवणार आहोत की भौतिकशास्त्र हे गणित लागू होत नाही हे निसर्गाचे नियम नाहीत. जरी आपण याला सार्वत्रिक म्हणतो आणि हे सर्व आमचे मॉडेलिंग आहे आणि प्रत्येक गोष्टीसाठी खूप कठोर आणि चांगल्या आणि चांगल्या अचूकतेसाठी एक परिश्रमपूर्वक पडताळणी आवश्यक आहे जे आपल्याला करायचे आहे मग ते इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक सिद्धांत किंवा गुरुत्वाकर्षण किंवा मजबूत किंवा कमकुवत आहे. आम्ही आमचा अभ्यास सुरू ठेवण्यासाठी घेणार आहोत, म्हणून मला स्लाइड्सवर परत येऊ द्या, कृपया परत जा आणि खोडून काढण्याच्या उत्कृष्ट परिणामाचा अभ्यास करा आता मला काय करायचे आहे ते म्हणजे चंद्र आणि पृथ्वीमधील अंतराचा अंदाज लावणे मी सर्व तपशीलांवर काम करणार नाही कारण त्यातील मजा काढून घेतली जाईल कारण मी तुम्हाला सांगितले होते की चंद्र स्वतःच आहे. चंद्र ही एक गोलाकार वस्तू असावी कारण आपल्याकडे चंद्राचे चेहरे आहेत आणि चंद्राचे टप्पे आहेत कारण गोलाकार पृष्ठभागाचा एक भाग परावर्तित होतो जे काही इतर भाग सावलीच्या प्रदेशात आहे त्यामुळे आपल्याला हे देखील माहित आहे की आपल्याला नवीन प्राप्त होते चंद्र जेव्हा चंद्र पूर्णपणे पृथ्वीच्या विरुद्ध बाजूस असतो तेव्हा आपण काय म्हणतो ते अतिशय कूडपणे सांगायचे आहे तुमच्याकडे सूर्य आहे तुमच्याकडे पृथ्वी आहे त्यामुळे पौर्णिमा क्षमस्व आहे अमावस्या आहे जेव्हा चंद्र येथे असतो तेव्हा हे आहे सूर्य ही पृथ्वी आहे आणि पौर्णिमा आहे जेव्हा चंद्र येथे असतो कारण आपल्याकडे चंद्राची कक्षा थोडीशी या विमानाकडे झुकलेली असते अन्यथा प्रत्येक इंधन चंद्राला ग्रहण लागले असते त्यापासून सुटका नाही ग्रहण लागले

असते कारण चंद्र w पृथ्वीच्या मधोमध येऊन अवतरले असते तर सूर्यग्रहण झाले असते पण असे काही घडत नाही त्यामुळे आता आपण काय करू शकतो अर्धा चंद्राला काय होते ते विचारा म्हणजे आठवा दिवस आहे ज्याला आपण सध्या अष्टमी म्हणतो. चंद्र एक परिपूर्ण अर्धवर्तुळ आहे

त्यामुळे आपल्याकडे पौर्णिमेच्या रात्री पूर्ण वर्तुळ असते असे कोणतेही वर्तुळ नसते कारण अमावस्येवर संपूर्ण सावली असते

त्यामुळे आता तुम्ही पहा की अर्धा अस्थी असताना काय होते म्हणून चंद्र स्पष्टपणे येथे असावा म्हणून चंद्राचा हा भाग मला अतिशयोक्ती देतो की चंद्राचा हा भाग प्रकाशित होत आहे म्हणून मला दिसत आहे की हा दुसरा चंद्र नाहीसा होत नाही म्हणून मी फक्त अर्धाच म्हणतो किंवा सूर्याची किरणे जे काही येत आहेत हे हिप्परचसने केले आहे. तर हिपाका म्हणाले की हे इथे ९० अंश असावे आणि माझ्याकडे हेच आहे

त्यामुळे मला फक्त हा कोन माहित असणे आवश्यक आहे जर मला हा कोन अगदी तंतोतंत माहित असेल तर मी चंद्राच्या पृथ्वीवरील अंतराचा अंदाज लावू शकेन ते ठीक आहे किंवा किमान पुन्हा गुणोत्तर मी हे काम करणार नाही कारण ते आपल्याला खूप दूर घेऊन जाईल याशिवाय अर्धा चंद्राची संकल्पना ही एक अतिशय अवघड गोष्ट आहे की तो अर्धा चंद्र आहे हे तुम्हाला कसे समजेल आणि तुम्हाला संपूर्ण गोष्ट माहित आहे की या सर्व गोष्टींमध्ये आहे. परिस्थिती लक्षात ठेवा की आम्ही s समान r θ सारखे सूत्र वापरत आहोत आम्ही थीटा द्वारे अंदाजे $\sin \theta$ करणार आहोत आणि थीटामधील विविध लहान त्रुटींमुळे अंतराच्या अंदाजात खूप मोठ्या त्रुटी निर्माण होतील, परंतु आम्ही त्याबद्दल काळजी घेतली पाहिजे. आणि तुम्हाला पृथ्वी आणि चंद्र यांच्यातील अंतराचा एक चांगला अंदाज मिळू शकतो म्हणून आपल्याला पृथ्वी आणि ताऱ्यांच्या अंतरांबद्दल काळजी करावी लागेल म्हणून कदाचित या विशिष्ट वेळी मी काय करावे ते थांबावे कारण कदाचित ही उदाहरणे सोडण्याऐवजी पुढच्या लेखकमध्ये मी तुम्हाला अर्धचंद्राच्या दिवशी कोन कसे मिळतात हे उद्धृत करेन आणि नंतर मी पॅरॅलॅक्सची संकल्पना मांडेन जी विलक्षण महत्त्वाची आहे आणि ते ई मधील अंतर कसे आहे हे दर्शविले. अर्थ आणि ताऱ्यांचेही मोजमाप करता येते खरे तर पॅरॅलॅक्सचे मोजमाप देखील चार मध्ये एक अतिशय महत्त्वाचा प्रश्न आणतो आणि हा एक प्रश्न आहे ज्याने सर्व प्राचीन खगोलशास्त्रज्ञांना त्रास दिला आणि तो म्हणजे सूर्य पृथ्वीभोवती फिरतो की पृथ्वीभोवती फिरते. पार्श्वभूमीच्या ताऱ्यांच्या संदर्भात सूर्य आणि आम्ही ते पुढील वर्गात घेऊ, जर तुम्हाला वेळ मिळाला तर कृपया ते वाचा आणि या जेणेकरून तुमची चांगली तयारी होईल, म्हणून आता थांबूया तुमच्यासाठी चांगले आहे.