

ஈர்ப்பு விசை பற்றிய நான்காவது விரிவுரைக்கு உங்கள் அனைவரையும் வரவேற்கிறோம், எனவே கடந்த மூன்று விரிவுரைகளில் இயக்கவியலின் அடிப்படை விதிகள் இயக்கவியல் மற்றும் இயக்கவியல் ஆகிய இரண்டின் இயக்கத்தின் அடிப்படை விதிகளைப் புரிந்து கொள்ள சிறிது நேரம் செலவழித்தோம். விசைகள் மற்றும் புவியீர்ப்பு ஒரு மிக முக்கியமான அடிப்படை விசையாகும், ஏனெனில் அது அனைத்து பொருட்களையும் மேக்ரோஸ்கோபிக் அளவில் பிணைக்கிறது, அது பூமியுடன் பிணைக்கிறது, சூரிய மண்டலத்தை ஒன்றாக இணைக்கிறது, மேலும் விண்மீன் மண்டலத்தை ஒன்றாக இணைக்கிறது மற்றும் விண்மீன் திரள்களையும் ஒன்றாக இணைக்கிறது மற்றும் அதன் உருவாக்கம் அடிப்படையில் ஒரு அறிவை உள்ளடக்கியது. உடல்களுக்கு இடையிலான தூரம் மிகப் பெரியது, எனவே நாங்கள் பூமிக்கும் சந்திரனுக்கும் பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையிலான தூரத்தைப் பற்றி பேசுகிறோம், மேலும் இது பொருட்களின் வெகுஜனத்தைப் பற்றிய அறிவையும் உள்ளடக்கியது, எனவே நீங்கள் உங்கள் பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கும்போது நாங்கள் சட்டத்தை உருவாக்கும் போது இந்தத் தகவல்கள் உங்களுக்கு வழங்கப்படுகின்றன, இந்த அளவுகள் ஆரம்பத்தில் எவ்வாறு மதிப்பிடப்படுகின்றன மற்றும் தாமதமாகின்றன என்பதை அறிவது எங்களுக்கு மிகவும் முக்கியம். er அதிக மற்றும் அதிக துல்லியத்துடன் தீர்மானிக்கப்பட்டது, எனவே அதை மனதில் கொண்டு நான் ஒரு முக்கோணத்தின் மூன்று கோணங்களின் கூட்டுத்தொகை போன்ற யூக்ளிடியன் போஸ்டுலேட்டுகளை திருப்திப்படுத்தும் முக்கோணவியல் மற்றும் விண்வெளியின் நடத்தை பற்றிய சில அனுமானங்களை எவ்வாறு பயன்படுத்துவது என்பதைப் பற்றி விவாதித்தேன். 180 டிகிரி என்பது இன்னும் பலவற்றை நாம் உண்மையில் தூரத்தை தீர்மானிக்க முடியும் மற்றும் 1500 ஆண்டுகளுக்கும் மேலாக வானியலாளர்களால் இது செய்யப்படுகிறது , வெகுஜனங்களை தீர்மானிப்பது மிகவும் நுட்பமான வேலை, உண்மையில் வெகுஜனங்கள் சட்டத்தின் மூலம் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன, ஏனெனில் எடை பான் எடுக்க முடியாது சூரியன் அல்லது சந்திரன் அல்லது பூமியின் எடை என்ன என்பதை அவர்கள் கண்டறிவதை எடைபோட முயற்சிக்கவும், எனவே நான் அதைப் பற்றி பின்னர் வருகிறேன், எனவே நாம் இப்போது செய்ய வேண்டியது என்னவென்றால், தூரத்தை எவ்வாறு தீர்மானிப்பது என்பது எங்களுக்குத் தெரியும் என்று கருதி, பின்னர் உருவாக்கத் தொடர்கிறோம். இன்றைய சட்டம் இன்றைய சொற்பொழிவு உங்களுக்கு மிகவும் முக்கியமானதாக இருக்கலாம் , ஏனென்றால் ஈர்ப்பு விதியை உருவாக்குவதில் உள்ள தர்க்கரீதியான கட்டமைப்பை நாம் எவ்வாறு சுதந்திரமாக விழும் போவின் கலிலியன் விதியை இணைப்பது என்பதைப் பார்க்கப் போகிறோம் கடைசி விரிவுரையில் கெப்லரின் விதிகளுடன் நான் நீண்ட நேரம் விவாதித்த டைஸ் என்னவென்றால் , நாம் ஒரு நிலப்பரப்பு விதியை இணைக்கிறோம் என்பதுதான், சுதந்திரமாக விழும் உடல் பூமியின் மேற்பரப்பில் செய்யப்படுகிறது மற்றும் கெப்லரின் விதி கிரகங்களைக் குறிக்கிறது. சூரியனைச் சுற்றி இயக்கம் எனவே இந்த இரண்டையும் இணைத்து , மையவிலக்கு விசையின் உதவியுடன் ஈர்ப்பு விதியை உருவாக்கப் போகிறோம், இது உங்கள் முந்தைய வகுப்புகளில் நீங்கள் கற்றுக்கொண்ட ஒன்று, எனவே இது மிகவும் முக்கியமானது, எனவே இந்த கட்டத்தில் நாம் மறந்துவிடக் கூடாது . கலிலியன் சட்டம் ஒரு மிக முக்கியமான கருத்தை உள்ளடக்கியது, அதாவது ஈர்ப்பு மின்னழுத்தம் செயலற்ற வெகுஜனத்திற்கு சமம் என்ற சமன்பாட்டின் கொள்கையை நான் அழைக்கிறேன், எனவே இந்த வார்த்தை கட்டணம் பொதுவான அர்த்தத்தில் பயன்படுத்தப்படுகிறது என்பதை நினைவில் கொள்ளவும் உங்கள் கே ஸ்பிரிங் மாறிலி ஒரு கட்டணம் போன்றது உங்கள் காந்த தருணம் கட்டணம் போன்றது ஏனெனில் இது உங்கள் உடல் உங்கள் சக்தியுடன் இணைக்கும் வலிமையை தருகிறது . அவர் சமத்துவக் கொள்கை வகுக்கப்பட்டது , எனவே ஈர்ப்பு நிறை செயலற்ற நிறைக்கு சமம் என்று சொல்கிறோம், அதாவது குறைந்தபட்சம் பூமியின் ஈர்ப்பு புலத்தில் ஒரு உடலின் முடுக்கம் அதன் வெகுஜனத்திலிருந்து சுயாதீனமாக உள்ளது, எனவே நான் சுதந்திரமாக விழும் கல் மற்றும் ஒரு தொகுதிக்கு உதாரணம் கொடுத்தேன். பீசாவின் சாய்ந்த கோபுரத்திலிருந்து கலிலியோ நிகழ்த்திய ஈயத்தை நாம் நினைவில் கொள்ள வேண்டும், எனவே நாம் இப்போது செய்ய வேண்டியது கெப்லரின் விதிகளை உருவாக்குவதுதான், எனவே நீங்கள் திரையைப் பார்த்தால் கெப்லர் விதியை உருவாக்குவது உங்களுக்குத் தெரியும், நான் ஏற்கனவே சமமானதைப் பற்றி விவாதித்தேன் கொள்கை கெப்லர் கோபன்ஹேகன் டைக்கோ ப்ராஹே தயாரித்த விரிவான அட்டவணையைப் பயன்படுத்தி, ஒரு வடிவத்தைக் கண்டுபிடிக்க முயற்சித்தார், அது எளிதான காரியம் அல்ல, ஏனெனில் அது ஒருங்கிணைப்பு அமைப்பின் அறிவார்ந்த தேர்வு மற்றும் ப்ளோலெமிக் மாதிரியில் ஒரு ஒருங்கிணைப்பு அமைப்பின் கருத்து. மிகவும் சிக்கலானதாக இருந்தது அதனால் டாலமியின் படம் என்றால் என்ன, உங்களிடம் பூமி இருக்கிறது, சூரியன் மரணத்தை சுற்றி வருகிறது , கிரகங்கள் நம்மைச் சுற்றி வருகின்றன, நட்சத்திரங்கள் சுற்றி வருகின்றன மற்றும் பல. இப்போது அவற்றில் எது எதைப் பிரதிபலிக்கிறது என்பது முக்கியமல்ல, அது ஒரு வட்டத்தில் சுற்றிக்கொண்டிருக்கிறது என்பது ஆரம்ப அனுமானம், ஆனால் நீங்கள் பார்க்கும் போது அது ஒரு வட்டத்தில் சுற்றிக்கொண்டிருக்கிறது என்ற கருத்தை நீங்கள் ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை . இரவு வானம் மற்றும் சனி அல்லது வியாழன் போன்ற கிரகங்களின் இயக்கத்தை நீங்கள் பார்த்தால், அவை ஒரே திசையில் நகர்வதாகத் தெரியவில்லை, எனவே பூமியைப் பொறுத்தவரை சனி இந்த திசையில் நகரும் என்று தோன்றலாம் , இது பூமி மற்றும் இது என்று சொல்லலாம் . சனி சிறிது நேரம் கழித்து அது எதிர் திசையில் நகர்வதை நீங்கள் காண்பீர்கள், எனவே இதைத்தான் இந்திய வானவியலில் பிற்போக்கு இயக்கம் என்று அழைக்கிறார்கள், இது வக்கிரகதி

என்று அழைக்கப்படுகிறது, ஏனெனில் அது நகர வேண்டிய வழியில் நகரவில்லை, எனவே தீர்வு ப்டோலமிக் பள்ளி வழங்கியது, இது ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் ஒரு வட்ட சுற்றுப்பாதையில் நகர்கிறது, அதைச் சுற்றி மற்றொரு வட்ட சுற்றுப்பாதை உள்ளது, எனவே இந்த முக்கிய வட்டத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியும் மற்றொரு வட்டத்திற்கான மையமாக செயல்படுகிறது,

எனவே இப்போது நீங்கள் வைத்திருக்கலாம் ஒவ்வொரு புள்ளியைச் சுற்றி மேலும் மேலும் வட்டங்களை உருவாக்கும்போது, இந்தப் புள்ளியைச் சுற்றி ஒரு வட்டத்தை உருவாக்கலாம், மேலும் இந்த புதிய வட்டங்கள் ஒவ்வொன்றும் எபி சுழற்சி என்று அழைக்கப்படுகின்றன, மேலும் மிகவும் விரிவான மாதிரி கட்டப்பட்டது மற்றும் அடிப்படையில் நீங்கள் பாதையை முழுமையாக விவரிக்க விரும்பினால். ஒரு கிரகத்தில் உங்களுக்கு எண்ணற்ற சிப் எபி சுழற்சிகள் தேவை, குறைந்த பட்சம் மிக அதிக எண்ணிக்கையிலான சிப்பி சுழற்சிகள் அதிகம் பயன்படாது, ஏனெனில் இவை வெறும் வடிவியல் வழிமுறைகள் மட்டுமே, அவை நமக்கு எந்த நுண்ணறிவையும் தரவில்லை, இருப்பினும் இது மாதிரியாக இருந்தது. பண்டைய காலங்களில் வானியலாளர்களால் பின்பற்றப்பட்டது, ஏனென்றால் மனிதர்கள் அனைத்து உயிரினங்களின் பரிணாம வளர்ச்சியின் மையத்தில் மனிதர்கள் இருப்பதால் பூமி பிரபஞ்சத்தின் மையத்தில் உள்ளது என்ற உறுதியான நம்பிக்கை இருந்தது, உண்மையில் இதற்கு தீவிரமான புறப்பாடு உண்மையில் கெப்லரால் எடுக்கப்பட்டது.

எனவே கெப்லரின் விதியின் உருவாக்கம் முதலில் சூரிய மைய மாதிரியை எடுத்துக்கொள்கிறது. கவர்ச்சிகரமானதாக இருக்கலாம், நமது நோக்கம் மிகவும் குறைவாக இருக்கலாம் மற்றும் நாம் கூற விரும்புவது என்னவென்றால், கிரகங்கள் சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றன, எனவே இது மிகவும் கவர்ச்சியானது மற்றும் கிரகங்கள் சூரியனை மையத்தில் வைத்து வட்ட சுற்றுப்பாதையில் நகர்கின்றன என்று கருதுவது மிகவும் வசதியானது. நிச்சயமாக இது ஒரு அனுமானம் மட்டுமே மற்றும் கவனமான அவதானிப்புகள் அதை சரிபார்க்க வேண்டும் அல்லது அதை மீற வேண்டும், எனவே நான் ஒரு கேள்விக்குறியை வைக்கிறேன், எனவே கெப்லர் பூமியிலிருந்து சூரியனுக்கு இயக்கத்தின் மையத்தை மாற்றிய முதல் விஷயம் என்ன என்பது மிகவும் முக்கியமானது. இது கிரகங்களுக்கான சூரிய மைய மாதிரியாக இருக்கும் அதே டோக்கன் மூலம் இது சந்திரனுக்கு புவி மைய மாதிரியாக இருக்கும், சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி வருகிறது என்றும் பூமி சூரியனைச் சுற்றி வருகிறது என்றும் நாம் கருதுகிறோம் என்றால் அதுதான் நாம் செய்ய வேண்டிய அனுமானம் கெப்லரின் சட்டத்தை நாங்கள் புரிந்து கொள்ள விரும்புகிறோம், எனவே நீங்கள் பல்வேறு கிரகங்களின் வானத்தில் கவனிக்கப்பட்ட நிலைகளைப் பொருத்த முயற்சித்தால், கெப்லரின் முதல் விதியின் சுற்றுப்பாதைகள் கிட்டத்தட்ட வட்டமானவை என்று நாங்கள் விவாதிக்கிறோம், அவை சரியாக வட்ட சுற்றுப்பாதைகள் அல்ல. கெப்லர் என்ன உருவானது, அதனால் அவை என்னவென்பது கெப்லருக்கு உங்களுக்கு போதுமான ஒருங்கிணைப்பு வடிவியல் மற்றும் வடிவியல் தெரியும் என்று தெரியும்,

எனவே கெப்லரால் அனைத்து சுற்றுப்பாதைகளையும் நீள்வட்டப் பாதைகளுக்கு பொருத்த முடிந்தது புதன் வீனஸ் பூமி செவ்வாய் கிரகங்கள் வியாழன் மற்றும் சனியாக இருக்கலாம், எனவே அவை நீள்வட்ட சுற்றுப்பாதையில் பொருத்தப்படலாம் மற்றும் நான் மிகைப்படுத்தப்பட்ட உருவத்தை வரைந்த ஒரு நீள்வட்டம் இரண்டு குவிய புள்ளிகளைக் கொண்டுள்ளது என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள்,

எனவே இது கிட்டத்தட்ட நீள்வட்ட சுற்றுப்பாதையில் சூரியன் சிறிது மாறுகிறது. மையம் மற்றும் இது சூரியனின் நிலை இந்த நேரத்தில் கவனிக்க வேண்டிய ஒரு முக்கியமான விஷயம் என்னவென்றால், ஒரு நீள்வட்டப் பாதையில் நீள்வட்ட சுற்றுப்பாதையைப் பற்றி நான் பேசும்போது நீள்வட்டங்கள் மூடிய சுற்றுப்பாதைகளாக இருக்கின்றன,

எனவே சுற்றுப்பாதைகள் மூடப்பட்டுள்ளன என்பது பெரிய கேள்வியாக இருக்கிறது. உங்களுக்கு இன்னும் துல்லியமான அவதானிப்புகள் தேவை வானியல் அவதானிப்புகள் அதை வெறும் கண்களால் செய்ய முடியாது பதில் இல்லை என்பது மூடத்தை சுற்றி கூட குழப்பங்கள் இல்லை இந்த குறிப்பிட்ட புள்ளியில் நமக்கு ஆர்வமில்லாத ed சுற்றுப்பாதைகள் மற்ற கிரகங்களில் இருந்து வரும் அலைச்சலைச் சேர்க்க ஈர்ப்பு விதியைச் செம்மைப்படுத்துவதன் மூலம் புரிந்து கொள்ள முடியும்,

எனவே இந்த கட்டத்தில் இயக்கம் முற்றிலும் நீள்வட்டமானது என்று கருதுவோம். இது ஒரு மூடிய சுற்றுப்பாதை,

எனவே சூரியன் மையப்புள்ளிகளில் ஒன்றாக இருக்கும் முதல் விதியை நாங்கள் உருவாக்கியுள்ளோம், இப்போது நான் இரண்டாவது விதிக்கு வர வேண்டும், அதை நான் கூறப் போகிறேன்,

எனவே நீங்கள் என்ன செய்வீர்கள் என்பது நீள்வட்ட சுற்றுப்பாதைகளைப் பற்றி நான் கவலைப்படப் போவதில்லை. நான் வட்டப்பாதையை பார்க்க போகிறேன்

எனவே சூரியன் இங்கே எங்கோ இருப்பதாகவும், கோள்கள் ஒரு வட்ட பாதையில் நகர்கின்றன என்றும் வைத்துக்கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் இந்த பொருளின் கோணம் என்ன என்று நீங்கள் கேட்கிறீர்கள், அதைத்தான் இப்போது நீங்கள் கேட்கப் போகிறீர்கள். என்ன கோணம் என்று கேட்டால், சம கால இடைவெளியில் துணைக் கோணம் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும், அதாவது சம கால இடைவெளியில் அதே வில் நீளத்தை மறைக்கிறது என்று அர்த்தம். அதே தூரம் இது சமமான பரப்பளவை உள்ளடக்கியது, எனவே கிரகம் சமமான பரப்பளவை துடைக்கிறது,

எனவே சமமான கால இடைவெளியில் நான் என்ன சொல்கிறேன்,

எனவே நான் இந்த பகுதியைப் பார்த்து அதை a1 என்று அழைத்தால் திட்டவட்டமாக காட்டுகிறேன் மற்றும்

நான் இந்த பகுதியைப் பார்த்தால் மற்றும் நான் அதை ஒரு 2 என்று அழைக்கிறேன், பின்னர் a 1 என்பது 2 க்கு சமம். கெப்லர் கண்டறிந்தது என்னவென்றால், கோள் ஒரு நீள்வட்டப் பாதையில் நகரும் போதும், சுற்றுப்பாதை வட்டமாக இருக்கும்போது உங்கள் கோணத் திசைவேகம் ஒரு நிலையானது, திசைவேகத்தின் கோணம் மாறாமல் போகிறது, எனவே கெப்லர் கண்டறிந்தது என்னவென்றால், திசைவேகம் எப்போதும் சமமான பகுதிகள் சமமான கால இடைவெளியில் துடைக்கப்படுவதை சரிசெய்கிறது, எனவே இது நான் இரண்டாவது விதியை உருவாக்கும் இரண்டாவது விதி சமமான பகுதிகள் துடைக்கப்படும் சம கால இடைவெளியில், இயக்கம் வட்டமாக இல்லை, நீள்வட்டமாக இருப்பதைக் கவனியுங்கள், கோண வேகம் நிலையானது அல்ல, ஆனால் இன்னும் சமமான பகுதிகள் சம இடைவெளியில் துடைக்கப்படும் மூன்றாவது விதி உள்ளது, இது கெப்லர் கண்டுபிடித்தது மிகவும் வியக்கத்தக்க 1 இரண்டாவது விதியும் எங்களுக்கு மிகவும் முக்கியமானது, கெப்லர் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க உலகளாவிய தன்மையைக் கண்டறிந்தார், எனவே அனைத்து கிரக சுற்றுப்பாதைகளுக்கும் அல்லது அனைத்து கிரக சுற்றுப்பாதைகளுக்கும் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க உலகளாவிய தன்மையைக் கண்டறிந்து, மூன்றாவது விதிக்கு வருவோம் என்று நான் உருவாக்குகிறேன். நீல பேனாவைப் பயன்படுத்துங்கள், எனவே இது ஒரு நல்ல உருவம் அல்ல என்று சொல்லலாம், நான் ஒரு எளிய வட்டப் பாதையை எடுத்துக்கொள்கிறேன், எனவே சூரியன் மையத்தில் அமைந்துள்ளது, எனவே இது ஒரு கிரகத்திற்கு ஒரு வட்ட சுற்றுப்பாதை என்று சொல்லலாம். இது இரண்டு கிரகங்களுக்கு ஒரு வட்ட சுற்றுப்பாதையாகும், எனவே நாங்கள் மூன்றாவது விதியை உருவாக்குகிறோம், இப்போது கிரகம் ஒன்று ஒரு தூரம் r ஒன்று என்று சொல்லலாம், இந்த 2 ஒரு நீள்வட்ட சுற்றுப்பாதையில் r2 தொலைவில் உள்ளது நிச்சயமாக இந்த தூரம் சரி செய்யப்படவில்லை, அது அதன் நேரத்தை மாற்றப் போகிறது, எனவே நாங்கள் சராசரி தூரத்தைப் பற்றி பேசப் போகிறோம், எனவே நீங்கள் வெவ்வேறு நிலைகளில் உள்ள தூரத்தைக் கணக்கிட்டு சராசரி தூரத்தைக் கணக்கிடுங்கள், சராசரி தூரம் ஒரு வட்ட சுற்றுப்பாதைக்கு ஒரு மாறிலி ஆனால் உண்மையான தூரம் அல்ல அதே போல் ஒரு நீள்வட்ட சுற்றுப்பாதைக்கான சராசரி தூரம் சில சிறிய மாறுபாடுகள் இருக்கும், ஏனெனில் இந்த நீள்வட்டங்கள் மிகவும் சிதைக்கப்படவில்லை, அவை கிட்டத்தட்ட வட்டமாக உள்ளன, அதைத்தான் நான் உங்களுக்குச் சொன்னேன் மற்றும் கிரகம் ஒன்று எடுக்கும் காலம் t1 ஆக இருக்கட்டும் மற்றும் கிரகம் எடுக்கும் காலம் t2 ஆக இருக்கட்டும் உதாரணமாக, நீங்கள் r1 மற்றும் t1 ஐ செவ்வாய் r2 என்றும் t2 வியாழன் செவ்வாய் என்றும் எடுத்துக் கொள்ளலாம் செவ்வாய் என்பது ஒரு உள் கிரகம் வியாழன் சூரியனைப் பொறுத்தவரை ஒரு வெளிப்புறக் கோள், ஏனெனில் செவ்வாய் வியாழனை விட சூரியனுக்கு மிக அருகில் இருப்பதால் கெப்லர் கண்டுபிடித்தது வெவ்வேறு கோள்களின் காலங்கள் மற்றும் தூரங்கள் மாறுகின்றன, அது மாறாத ஒரு அளவு இருந்தது, அதனால்தான் நான் உலகளாவிய என்ற வார்த்தையைப் பயன்படுத்தினேன், எனவே நீங்கள் எந்த கிரகத்தை தேர்வு செய்யப் போகிறீர்கள் என்பதைப் பொருட்படுத்தாமல், r க்யூப் மூலம் t ஸ்கொயர் ஆனது r க்யூப் மூலம் நிலையான t க்கு சமம் என்பதைக் கண்டறியவும் நீங்கள் அடுத்த ஆண்டில் போர் மாதிரியைப் படிக்கும் போது, ஸ்பெக்ட்ரோஸ்கோபியில் ரெட்பார் மாறிலி மற்றும் டிரிப்பர் கான்ஸ் என்று அழைக்கப்படும் மர்மமான எண்ணாக இருந்த இதே மாதிரியான மற்றொரு மாறிலியைக் காணலாம். டான்ட் குவாண்டம் இயக்கவியலைப் பிறப்பித்தது போர் மாதிரி மற்றும் குவாண்டம் கோட்பாடு முழுவதையும் இதே முறையில்தான் நாம் காட்டப் போகிறோம் மூன்றாவது விதி சூரியனிலிருந்து தூரத்தின் கனசதுரத்திற்கும் காலத்தின் சதுரத்திற்கும் இடையிலான விகிதம் ஒரு நிலையானது மூன்றாவது சட்டத்தை உருவாக்குவதற்கு வழிவகுக்கிறது, எனவே இந்த மூன்று சட்டங்களின் நிலையில் நாம் இருக்கிறோம், அது மிகவும் துல்லியமாக சரிபார்க்கப்பட்டது, எனவே இது மிகவும் பரபரப்பான முடிவு, ஆனால் இப்போது கேள்வி என்னவென்றால், இந்த மூன்று சட்டங்களையும் நாம் எவ்வாறு புரிந்துகொள்கிறோம் என்பதுதான். அனைத்து கிரக இயக்கங்களுக்கும் பொதுவான அனைத்து கிரக இயக்கங்களுக்கும் பொதுவான சிறந்த அவதானிப்புகள் மற்றும் உலகளாவிய வடிவங்கள் மற்றும் உலகளாவிய வடிவங்கள் உள்ளன வியாழன் மிகப் பெரிய வியாழன் என்பதை நினைவில் கொள்ளுங்கள், பாதரசம் மிகவும் சிறிய கிரகம் கிட்டத்தட்ட வாயு பூமி மிகவும் திடமானது. எப்பொழுதும் கேட்பது ஒரு நல்ல கேள்வி என்னவென்றால், அத்தகைய பொதுவான அடிப்படைக் கருப்பொருள் இருந்தால், அவர்களின் இயக்கம் ஒரு பொதுவான சட்டத்தால் நிர்வகிக்கப்பட வேண்டும், இது நியூட்டன் கண்டுபிடிக்கும் இந்தச் சட்டம் மற்றும் நிச்சயமாக நான்காவது ஒன்று உள்ளது இந்த மூன்று வடிவங்கள் நான் பிளஸ் ஒன் முடிவைச் சொல்ல வேண்டும், அதாவது இவை அனைத்தும் பாதரசக் கிரகத்தின் வெகுஜனத்திலிருந்து சுயாதீனமாக இருந்தன, வியாழன் மிகவும் இலகுவான வியாழன் அசாதாரணமான கனமானது, ஒருவேளை நீங்கள் வியாழனில் 12 பூமிகளை வைக்கலாம், எனவே அது மிகவும் பெரியது மற்றும் மிகவும் கனமானது, இது கிட்டத்தட்ட ஒரு நட்சத்திரம் என்று சொல்லலாம். அவற்றின் முடுக்கம் அவற்றின் வெகுஜனத்திலிருந்து சுயாதீனமாக இருப்பதை நாங்கள் காண்கிறோம், பின்னர் அவை நீள்வட்ட சுற்றுப்பாதையில் நகர்கின்றன, உடல்கள் சமமான இடைவெளியில் சமமான பகுதிகளை துடைக்கின்றன என்பதை நான் இப்போது உங்களுக்கு விளக்கினேன், இறுதியாக இந்த வேடிக்கையான தொடர்பு உள்ளது. கிரகம் அதன் சராசரி தூரத்தின்

கனசதுரத்தால் வகுக்கப்படுவது ஒரு நிலையானது, மேலும் புரிந்துகொள்வதற்கான வழி ஒரு சக்தியின் கருத்தாக்கத்தின் மூலம் என்பதை நாம் புரிந்து கொள்ள வேண்டும், எனவே நாம் செய்ய வேண்டியது இயக்கவியலை இணைப்பதாகும், எனவே இவை அனைத்தும் கினிமேட் ஆகும் இயக்கவியலுடன் கூடிய இயக்கவியல் முடிவுகள் இயக்கவியல் இயக்கவியல் என்பது பாதை முடுக்கம் கோண வேகம் கோண முடுக்கம் நிலை முதலியன சக்தியைப் பற்றியது, மேலும் நாம் இப்போது பயன்படுத்தப் போகும் இரண்டு முக்கியமான விதிகளை நினைவில் கொள்வோம். ஏனென்றால், ஒரு சக்தி செயல்படவில்லை என்றால், அனைத்து கிரகங்களும் நேர்கோட்டு சுற்றுப்பாதையில் நகர்ந்திருக்கும், எனவே ஒரே சந்திரனையோ அல்லது வியாழனையோ சனியையோ செவ்வாய் கிரகத்தையோ நாம் மீண்டும் பார்க்க முடியாது, எனவே இரண்டாவது விதியை நினைவில் கொள்ளுங்கள். $dtecf$ மூலம் dp என்பது p என்பது எனது உந்தம் மற்றும் இரண்டாவது விதியும் மிகவும் முக்கியமானது என்று கூறுகிறது, இதில் a on v ஆல் செயல்படும் விசையானது b ஆல் செயல்படும் விசையை கழித்தல் ஆகும், எனவே மூன்றாவது இந்த மூன்றாவது இயக்க விதி அடிப்படையில் ஒரு அறிக்கையாகும். உத்வேகத்தைப் பாதுகாத்தல் என்று நாங்கள் உங்களுக்குச் சொன்னோம், எனவே நாங்கள் இப்போது என்ன செய்யப் போகிறோம் என்பது இரண்டு சட்டங்களைப் பயன்படுத்தி, பொதுவான அடிப்படைக் கருப்பொருள் என்ன என்பதைப் புரிந்து கொள்ள முயற்சிப்பதாகும், எனவே இது இன்றைய நமது பணியாக இருக்கும் எனவே, நாம் என்ன செய்யப் போகிறோம் மற்றும் இதுவரை நாம் என்ன விவாதித்தோம் என்பதற்கான சுருக்கமான சுருக்கத்தை உங்களுக்குத் தருகிறேன், எனவே முதல் விஷயம் என்னவென்றால், கிரகங்களின் இயக்கவியலின் இயக்கம் அவற்றின் வெகுஜன கெப்லரைப் பொருட்படுத்தாமல் சூரிய மைய மாதிரியைப் பயன்படுத்துகிறது. கிரக அமைப்பு பிரபஞ்சத்தின் மற்ற பகுதிகளைப் பற்றி கவலைப்பட வேண்டாம், பின்னர் அவர் மூன்று விதிகளைக் கண்டுபிடித்தார், அதைத்தான் இப்போது நாம் செய்ய விரும்புவது, நிறை சுதந்திரத்துடன் அனைத்து சட்டங்களையும் ஒன்றாகப் பயன்படுத்தி எளிமைப்படுத்தவும் முயற்சி செய்யவும் ஈர்ப்பு விதி அதனால் தான் நான் எளிமைப்படுத்தல் என்ற சொல்லை முன்னிலைப்படுத்தினேன் எனவே இந்த நேரத்தில் நான் செய்யப்போகும் எளிமைப்படுத்தல் என்ன என்பதை நான் புறக்கணிக்கப் போகிறேன், அவை நீள்வட்டமாக உள்ளன என்பதை நான் கருதுகிறேன் சட்டத்தைப் பெறுவதற்கான பொதுவான தன்மையை இழக்கப் போகிறீர்கள், ஏனென்றால் நீங்கள் சட்டத்தைப் பெற்றவுடன், அந்தச் சட்டம் உங்களுக்கு நீள்வட்ட சுற்றுப்பாதையைச் சரியாகக் கொடுக்கிறதா என்பதை நீங்கள் எப்போதும் சரிபார்க்க முடியும், ஒரு பொருள் வட்ட இயக்கத்தில் இருக்கும்போது, நீங்கள் இரண்டாவது விதியை சமமாகப் பயன்படுத்தினால், எங்களுக்குத் தெரியும் சம கால இடைவெளியில் துடைக்கப்படும் பகுதிகள் நிலையான கோணத் திசைவேகத்திற்குச் சமம், அது ஒரு மையவிலக்கு விசைக்கு சமமானது ஒரு சீரான மையவிலக்கு விசை எனவே அதைப் பயன்படுத்திக் கொள்வோம். அந்த சக்தியானது இப்போது நீங்கள் இயக்கவியலுக்கும் இயக்கவியலுக்கும் இடையே ஒரு முழு அளவிலான தொடர்பைக் காண்கிறீர்கள், எனவே இது உண்மையிலேயே சுவாரஸ்யமாக இருக்கிறது, அதைத்தான் நாங்கள் செய்ய விரும்புகிறோம், பரஸ்பரத்தை நிறுவ மூன்றாவது விதியைப் பயன்படுத்தப் போகிறோம், எனவே அதை விளக்குகிறேன். எனவே தயவு செய்து சிறிது நேரம் திரையை உற்றுப் பாருங்கள், நான் ஏதோ ஒரு ரகசிய வடிவில் எழுதியுள்ளேன், அதை நான் வேலை செய்து விளக்கப் போகிறேன், எனவே நான் இங்கே காட்டுவது என்னவென்றால், திரு உங்களுக்கு ஒரு உடலைத் தெரியும் என்று வைத்துக்கொள்வோம், எனவே அதை ஒரு கிரகம் என்று அழைக்கலாம். a ஒரு நிறை ma மற்றும் ஒரு உடல் b ஒரு நிறை mb உள்ளது, நாம் என்ன சொல்கிறோம், a ஆன் b செலுத்தும் விசையானது, a இல் உடல் b ஐத் தவிர, ஆனால் ஈர்ப்பு வழக்கில் ஒரு நகரும் போது விசையின் எதிர்மறை என்று சொல்கிறோம். b இன் புலம் அதன் முடுக்கம் ind ma இன் புறநிலை மற்றும் b ஒரு புலத்தில் நகரும் போது அதன் முடுக்கம் mb இல் இருந்து சுயாதீனமாக இருக்கும், எனவே இங்கே ஒரு கிரகம் உள்ளது மற்றும் ஒரு கிரகம் உள்ளது b என்று எழுதுகிறேன், இது ஒரு நிறை உள்ளது ma இது ஒரு நிறை mb எனவே நாம் என்ன நியூட்டனின் மூன்றாவது விதி, இந்த அம்புக்குறியை எழுதும் போது, $\%$ பா ஆன் pi என்று கூறுகிறது, ஆயின் எப்பி-யின் எதிர்மறைக்கு சமம், ஆயில் எஃப்பியின் எதிர்மறைக்கு சமம், எனவே நான் ஒரு திசையன் குறியை வைப்பேன், இருப்பினும் இந்த குறிப்பிட்ட புள்ளியில் இது மிகவும் முக்கியமானது அல்ல என்றாலும், a இன் முடுக்கம் சுயாதீனமாக உள்ளது. வெகுஜன ma b இன் முடுக்கம் வெகுஜன mb இல் இருந்து சுயாதீனமாக உள்ளது, எனவே நான் முதலில் என்ன செய்வேன், b மீது a உள்ளதா என்பதைப் பார்ப்பேன், எனவே b ஆல் செலுத்தப்படும் விசையை நான் கேட்கிறேன், இது எப்படி இருக்க வேண்டும் என்பதற்கு விகிதாசாரமாக இருக்க வேண்டும். இது ma க்கு விகிதாசாரமாக இருக்க வேண்டும் என்று எனக்குத் தெரியும், ஏனெனில் இது ma க்கு விகிதாசாரமாக இருக்க வேண்டும், ஏனெனில் இது ma க்கு விகிதாசாரமாக இருந்தால், இந்த இரண்டையும் நான் சமன் செய்யும் போது விகிதாசார மாறிலி போய்விடும் மற்றும் a இன் முடுக்கம் அதன் வெகுஜனத்திலிருந்து சுயாதீனமாக உள்ளது. a மீது b ஆல் செலுத்தப்படும் சக்தி ma க்கு விகிதாசாரமாகும், இப்போது நாம் நம்மை உருவாக்குவோம் சமச்சீர்மையின்

e, இது மூன்றாவது விதியின் அடிப்படையில் என் பலம், ஏனெனில் b க்கு விகிதாசாரமாக இருக்க வேண்டும், ஆனால் பின்னர் ஒருவருக்கொருவர் எதிர்மறைகள் உள்ளன, எனவே நாம் என்ன எழுதப் போகிறோம், அந்த சக்தி செயல்படுகிறது என்று சொல்லப் போகிறோம். b அல்லது b செயல்களில் இப்போது நான் குறியில் ஆர்வம் காட்டவில்லை, அதன் அளவு mb க்கு விகிதாசாரமாக இருக்க வேண்டும் என்பதில் மட்டுமே நான் ஆர்வமாக உள்ளேன், இது மிகவும் அடிப்படையானது மற்றும் வலிமை பற்றிய ஒரு நல்ல விளக்கத்தை நாங்கள் ஏற்கனவே பெற்றுள்ளோம் பகுதி என்ன அடுத்த விஷயம் என்ன செய்யப் போகிறோம் என்று அடுத்ததாகச் செய்யப் போகிறோம் வட்ட சுற்றுப்பாதையைப் பயன்படுத்த வேண்டும், எனவே வட்ட சுற்றுப்பாதையின் இயக்கவியலை நினைவில் கொள்வோம். எனது வேகம் தொடுநிலை மற்றும் விசை ஆரம் உள்ளோக்கிய ஆரம் இது எனது சக்தி மற்றும் இது எனது வேகம் எனவே விசை உள்ளோக்கிய ஆரம் எனவே முடுக்கம் எப்போதும் விசையின் திசையில் இருக்கும் எனவே எனது முடுக்கமும் தலைகீழ் ரேடியல் இருந்தால் இரண்டும் தலைகீழ் ரேடியல் பி e வெளிப்புற ஆர மையவிலக்கு விசையாக இருந்திருக்கும் ஒரு மையவிலக்கு விசை ஒரு செயலற்ற சக்தி இது ஒரு போலி விசை இது ஒரு உண்மையான சக்தி அல்ல, ஆனால் இங்கே நாம் உண்மையான உடல்களால் உருவாக்கப்பட்ட உண்மையான சக்திகளைப் பற்றி பேசுகிறோம், அது உள்ளோக்கி இருக்கும் ஒரு மையவிலக்கு விசை, எனவே நமக்குத் தெரியும். இது என்ன ஆனால் உள்ளோக்கி என்று நான் சொல்லும் போது நான் திசையை மட்டுமே சரிசெய்வேன், அளவை சரி செய்யவில்லை, தூரத்துடன் அது எவ்வாறு மாறுகிறது என்பதை நான் சரிசெய்வதில்லை, அதனால் எனக்கு என்ன தெரியும், அது விகிதாசாரமானது என்று எனக்குத் தெரியும். இது உள்ளோக்கி உள்ளது என்பதை அறிய, நான் என்ன செய்ய வேண்டும், நான் சுற்றுப்பாதையின் மையத்தை தோற்றத்தில் கண்டேன், இது எனது வட்ட சுற்றுப்பாதை, நான் முப்பரிமாண உருவத்தை எழுத வேண்டிய அவசியமில்லை, இது எனது அலகு திசையன் r பின்னர் என் f மன்னிக்கவும் ஆரம் திசையன் r என் f மைனஸ் r க்கு விகிதாசாரமாக இருந்தால் மட்டுமே அது உள்ளோக்கி இருக்கும் மற்றும் எனது முடுக்கம் மைனஸ் r கூட்டல் r க்கு விகிதாசாரமாக இருக்கும் இது நாம் நினைவில் கொள்ள வேண்டிய ஒன்று எஸ் ஓ நான் இப்போது விசையை எப்படி எழுதுவது, நான் என் சக்தியை இருக்க எழுதுகிறேன், எனவே நான் இங்கே என் உடலைப் பார்க்கிறேன் என்று சொல்லலாம், என் உடலை b இங்கே கண்டறிவது போலவும், ஆரம் f என் எஃப் என்பது விகிதாசாரத்தின் மாறிலி மைனஸ் ஜி தவிர வேறில்லை பின்னர் நான் ஆன் பி மூலம் செலுத்தப்படும் விசையைப் பார்த்து உடலின் ஒரு நிறை என எழுதுவேன், எனவே நான் இதை ஏற்கனவே எழுதியுள்ளேன் எனவே வெக்டார் r ஐ வைப்பேன், பின்னர் அதை அறியப்படாத செயல்பாட்டால் பெருக்குவேன் f of r இது மையவிலக்கு விசையுடன் ஒத்துப்போகிறது, எனவே r என் f இன் r இன் நிலை பூஜ்ஜியத்தை விட அதிகமாக உள்ளது, ஏனெனில் நீங்கள் இந்த ra ஐ அழைக்க விரும்பினால், இந்த rb ஐ அழைக்க விரும்பினால், அடையாளம் ஏற்கனவே நன்கு இடமளிக்கப்பட்டுள்ளது. நீங்கள் rb மைனஸ் ராவை வரையறுத்து அதன் எதிர்மறையை எனது கணினி ஸ்லைடில் எனது ஸ்லைடில் நான் செய்துள்ளேன், ஆனால் இதைப் பற்றி கவலைப்பட வேண்டாம், நாங்கள் கிட்டத்தட்ட சட்டத்தைப் பெற்றுள்ளோம், எனவே நாங்கள் செய்திருப்பது இரண்டாவது விதியைத் தொடர்ந்து மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்துவதாகும். மூன்றாவது விதி கெப்ளேரியன் சட்டம் மற்றும் மையவிலக்கு விசையின் கருத்து, உங்களால் முடிந்தால் இப்போது எப்படியாவது இந்த எஃப் ஆர் பிங்கோவைத் தீர்மானித்தால், நாம் இயக்க விதியைப் பெற்றுள்ளோம், அது என்னவென்றால், நாம் விட்டுவிட்ட ஒரே சட்டம் இயக்கத்தின் மூன்றாவது விதியாகும், எனவே அதைத்தான் இங்கு அழைப்போம், அதுதான் நாம் செய்ய வேண்டும் நாம் செய்ய வேண்டியது என்னவென்றால், மூன்றாவது சட்டத்தைப் பயன்படுத்துவது சரி, எனவே நாம் என்ன செய்யப் போகிறோம், அதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட சார்பு இருப்பதாகக் கருதுவது, இல்லையெனில் அதைக் கண்டுபிடிக்க முடியும், ஆனால் r இன் எஃப் உள்ளது என்று கருதுவது வசதியானது ஒரு குறிப்பிட்ட சார்பு பின்னர் நாம் கெப்ளரின் மூன்றாவது விதி என்ன என்பதைக் கண்டுபிடிப்போம், எனவே எங்கள் பணி f இன் r இன் நிர்ணயம் ஆகும், எனவே f of r என்பது n இன் சக்திக்கு விகிதாசார விகிதாசாரமாகும் என்று கூறுவோம், நிச்சயமாக நியூட்டன் அது 1 க்கு விகிதாசாரமாகும் என்று கூறினார். r சதுரம் n க்கு சமமான மைனஸ் 2 மற்றும் அதுதான் உண்மையில் நான் கெப்ளரின் இரண்டாவது விதிக்குத் திரும்பப் போகிறேன், சமமான பகுதிகளைப் பெற 15 சம இடைவெளிகளை மீண்டும் இதன் மூலம் மீண்டும் மையவிலக்கு விசை தானாகவே சிறிது நேரத்தில் செய்வோம் என்று உத்தரவாதம் அளிக்கிறது. வாதம் என்ன என்பதைப் பார்ப்போம், எனவே நான் உங்களுக்கு அடிப்படையைக் காட்டுகிறேன் நான் மீண்டும் ஸ்லைடில் எழுதியுள்ளேன், பிறகு நான் அதைச் செய்கிறேன், எனவே இங்கே இடது புறம் எனது மையவிலக்கு விசை என் வலது புறம் அறியப்படாத செயல்பாட்டை உள்ளடக்கியது, நான் ஒரு நிலையான ஆரம் கொண்ட சுற்றுப்பாதையைப் பார்க்கிறேன், எனவே அனைத்தும் k இல் உறிஞ்சப்படுகின்றன. நான் எனது மையை ரத்து செய்ய விரும்புகிறேன், கோண வேகத்திற்கும் காலத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை நான் அறிந்துள்ளேன், மேலும் எஃப் இன்

ஆர் ஐ தீர்மானிக்க நான் அதைப் பயன்படுத்தப் போகிறேன், எனவே இது நான் நிரூபிக்கப் போவதன் ஸ்னாப்ஷாட் மற்றும் இதோ போகிறேன் அதை மிக விரிவாகச் செய்ய, நான் அதை எழுதுகிறேன், அதனால் என்னிடம் என்ன இருக்கிறது, என் சக்தி $m \omega r$ ஸ்கொயர் ரிக்கு சமம் என்று நான் ஒரு வட்ட சுற்றுப்பாதையை கருதுகிறேன், ஏனெனில் சம பகுதிகள் 15 சமமான கால இடைவெளிகள் எனது ஒமேகா நிலையானது காலம் நிலையான இரண்டு மற்றும் இந்த அளவு ஒன்றும் இல்லை என்பதை மறந்துவிடாதீர்கள், ஆனால் திசையைப் பற்றி கவலைப்படாமல் அளவை மட்டுமே எழுதுகிறோம், ஏனென்றால் இது ஒரு மையவிலக்கு விசை என்று நான் ஏற்கனவே அறிவித்துவிட்டேன், எனவே இது m மற்றும் இதுதான் மற்ற பொருளின் நிறை நான் உறுதியாக இருக்கிறேன் நீங்கள் கண்டுபிடிக்கலாம், அஜி ஏற்கனவே அதை எழுதியுள்ளார், பின்னர் என்னிடம் என் எஃப் ஆர் உள்ளது, அதைத்தான் நான் எழுத வேண்டும், அவற்றை எவ்வாறு சமன் செய்வது, எனவே இது முடுக்கம் சயாதினமானது என்ற கூற்று இது நான் இந்த வெகுஜனத்தை இணைக்க முடியும் மற்ற பொருளின் மற்றும் g மாறி மாறி k ஆக நாம் ஒரு குறிப்பிட்ட காலகட்டத்தில் இயக்கத்தைப் பார்க்கிறோம், எனவே நம்மிடம் இருப்பது ஒமேகா ஸ்கொயர் r என்பது f இன் சில மாறிலிக்கு சமம் எனவே நாம் இரண்டாவது இயக்க விதி மற்றும் வட்ட சுற்றுப்பாதையை இணைத்துள்ளோம். நான் இப்போது செய்ய வேண்டியது என்னவென்றால், ஒமேகா 2 பைக்கு t க்கு சமம் என்ற உண்மையைப் பயன்படுத்த வேண்டும், எனவே இது என்ன அர்த்தம் ஒமேகா சதுரம் 2π முழு சதுரம் t சதுரத்திற்கு சமம் எனவே நான் என்ன சொல்கிறேன் என்பதை மாற்றுகிறேன் ஒமேகா ஸ்கொயர் r என்பது r இன் f இல் ஒரு மாறிலி என்று நாங்கள் சொல்கிறோம், இது 2π முழு சதுரம் r by t சதுரம் r இன் மாறிலிக்கு சமம் என்று சொல்கிறது எனவே வேறுவிதமாகக் கூறினால் r மூலம் t சதுரம் வேறு சில நிலையான k ப்ரைம் ஆகும். f of r அதைத்தான் நாங்கள் இப்போது கண்டுபிடித்தோம், என்னிடம் உள்ள அனைத்தையும் நீங்கள் என்ன செய்ய வேண்டும் r கனசதுரத்தால் t வர்க்கம் என்பது ஒரு மாறிலி என்று வாதிடுவது, நான் t சதுரத்தில் r ஐக் கொண்டிருக்கிறேன், அதனால் நான் என்ன செய்ய வேண்டும், நான் அதை r சதுரத்தால் பெருக்குவேன், நான் அதை r ஸ்கொயர் ஆல் பெருக்கி அதை நிலையானதாக ஆக்குவேன், ஏனெனில் இந்த அளவு வேறில்லை. r கனசதுரத்தால் t சதுரம் என்றால் t சதுரத்தால் r கனசதுரம் ஒரு மாறிலி r கனசதுரத்தால் t சதுரம் என்பதும் ஒரு மாறிலி, இது ஒன்றும் ஒன்றும் இல்லை பரஸ்பரம் எனவே இதுதான் என்னிடம் உள்ளது, இது r இன் r சதுரத்திற்கு சமமாக இருப்பதைக் குறிக்கிறது. நிலையானது எனவே நாம் அதை பெட்டியில் வைக்க வேண்டும், அதை ஒரு தங்க சட்டத்தில் கட்ட வேண்டும், ஏனென்றால் நாம் கிட்டத்தட்ட நியூட்டனின் விதியை அடையும் விளிம்பில் இருக்கிறோம், எனவே r இன் r க்கு சமமாக r க்கு சமமாக இருந்தால், நாம் என்ன முடிவுக்கு வருவோம் f என்று முடிவு செய்கிறோம் r என்பது 1க்கு மேல் r சதுரத்திற்கு விகிதாசாரமாகும், எனவே நாம் முடிவு செய்வோம், எனவே r இன் f 1 க்கு மேல் r சதுரத்திற்கு விகிதாசாரமாக இருந்தால், விகிதாசாரத்தின் மாறிலி உள்ளது, அவை g இல் உறிஞ்சப்படலாம், எனவே இது எனது ஈர்ப்பு விசையைக் குறிக்கிறது. அளவு வாரியாக, r சதுரத்தின் g மாதிரி தவிர வேறொன்றுமில்லை, இதுவே புதியது டன் எழுதினார், எனவே இப்போது திசையை சரிசெய்வதன் மூலம் இந்த வாதத்தை முடிக்க முடியும், எனவே இது என் உடல் உள்ளது என்பதை சரிசெய்வேன், இங்கே என் உடல் b இங்கே உள்ளது, எனவே இது ra இது rb இது ராப் எனவே திசையன்களை சரியாகக் காட்டுகிறோம் எனவே என்னுடைய எஃப் இது a மற்றும் இது pi என்பது pi மீது செயல்படும் உடல் ஃபா என்பது ராப் ஸ்கொயர் மூலம் மைனஸ் ஜிமாம்ப் ஆகும், அதுதான் நான் யூனிட் வெக்டார் ரீப்பில் உள்ளது, இது இயற்பியலில் மிகவும் பிரபலமான விதியாக இருக்கலாம், இது உலகளாவிய ஈர்ப்பு விதியாகும். நிறை கொண்ட அனைத்து உடல்களுக்கும் தெரியும் அதனால் பூமியின் ஈர்ப்பு விசையில் சுதந்திரமாக விழும் உடல்களைப் பார்க்கும் கலிலியன் விதியுடன் தொடங்கினோம், பின்னர் கிரக இயக்கத்தைப் பார்த்தோம், இப்போது நாம் என்ன செய்யப் போகிறோம் என்பது பூமியின் அளவுகோலில் செல்லுபடியாகும். மற்றும் வான அளவில் செல்லுபடியாகும் அனைத்து நீள அளவீடுகளிலும் செல்லுபடியாகும், இது நிச்சயமாக ஒரு பொதுமைப்படுத்தல் ஒரு வகையான தூண்டல் வாதத்தின் ஒரு அனுமானமாகும், மேலும் இந்த சட்டம் எந்த இரண்டு பாரிய உடல்களுக்கும் இடையில் செல்லுபடியாகும் சரியான சட்டம் என்று நாங்கள் முன்வைப்போம். அவற்றுக்கிடையேயான தூரம் என்னவாக இருந்தாலும், அவற்றின் வெகுஜனத்தைப் பொருட்படுத்தாமல், இது மிக மிக முக்கியமான விஷயம், அதாவது பல்வேறு வெகுஜனங்களின் உடல்களுடன் அனைத்து நீள அளவுகளிலும் புவியீர்ப்பு விதி சரிபார்க்கப்பட்டால் மட்டுமே இந்த சட்டத்தை உருவாக்குவதற்கான இறுதி நியாயம் வரும். இந்த நேரத்தில் நான் உங்களை எச்சரிக்க விரும்புகிறேன், இந்த வாதம் மிகவும் எளிமையானது மற்றும் மிகவும் நம்பத்தகுந்ததாக இருந்தாலும், இது நியூட்டனின் விதியின் வழித்தோன்றல் போல் தெரிகிறது, இது ஒரு வழித்தோன்றல் அல்ல என்பதை நினைவில் கொள்ளுங்கள், இது அனைத்து அடிப்படை சட்டங்களைப் போலவே இந்தச் சட்டமும் ஒரு உந்துதல் மட்டுமே. பெறப்பட முடியாது இது ஒரு அசாதாரணமான முக்கியமான விஷயம், அதனால்தான் இது ஆற்றல் பாதுகாப்பு விதி என்று அழைக்கப்படுகிறது, இது ஒரு அடிப்படை விதியாகும். கூலொம்ப் சட்டத்தைப்

படிக்க, உயிரி அதிர்ச்சி விதி இவை ஆம்பியர் விதியைப் பெற முடியாது, அவற்றைப் பெற முடியாது, அவை அடிப்படையிலே சட்டங்கள் என்று அழைக்கிறோம். மேக்ஸ்வெல்லின் விதிகள் மின் இயக்கவியலின் இழப்பு அதே வழியில் ஈர்ப்பு விதியைப் பெற முடியாது. நாம் அதிர்வுடசாலிகள் என்றால் இயற்கை இந்த சூத்திரத்தை ஏற்றுக்கொள்கிறது, இது ஆய்வகத்திலோ அல்லது வானத்திலோ பல்வேறு நிலைகளில் நிகழும் நிகழ்வுகளைப் பார்த்து சரிபார்ப்போம், இந்த சட்டம் சரியானது என்பதை உறுதிப்படுத்துகிறது, உதாரணமாக நீங்கள் ஒரு விசாரிக்கும் மனம் இருந்தால் நீங்கள் இருக்க வேண்டும். மைக்ரோமீட்டரால் பிரிக்கப்பட்ட இரண்டு உடல்களைப் பார்க்கும்போது, இந்தச் சட்டம் ஒன்றுதான் என்று எனக்கு எப்படித் தெரியும் என்று கேட்க முடியும். அதே மாதிரி நீங்கள் அந்தக் கேள்வியைக் கேட்கலாம். வானியல் அளவிலும் கூட இந்தச் சட்டம் துல்லியமானது என்பதை மிக மிகக் கவனமாக அளவீடுகள் உதாரணமாகச் சொன்னேன் இதைச் செய்யும்போது சுற்றுப்பாதைகள் மூடப்பட்டுள்ளன, ஆனால் சுற்றுப்பாதைகள் மூடப்படவில்லை என்று கருதுகிறோம்,

எனவே நான் ஒரு இயக்கத்தைப் பார்த்தால் எடுத்துக்காட்டாக, கிரகம் சூரியனால் மட்டும் செயல்படவில்லை, மற்ற கிரகங்களால் செயல்படுகிறது, இதன் காரணமாக சுற்றுப்பாதையை மூட வேண்டிய அவசியமில்லை,

எனவே அனைத்து விளைவுகளையும் கணக்கில் எடுத்துக்கொண்டால் என்ன நடக்கும் என்பது ஒரு பெரிய கேள்வி. ஒரு முழுமையான உடன்பாடு அல்லது பொருத்தமின்மை இருக்கிறது, அதனால் நான் வலியுறுத்த முயல்வது என்னவென்றால், இயற்பியல் என்பது ஒரு தொடர்ச்சியான வளர்ச்சியடைந்து வரும் சோதனை விஞ்ஞானமாகும், இதன் மூலம் தத்துவார்த்த கட்டுமானம் அல்லது சூத்திரம் பிடிக்க முயற்சிக்கிறது. பொது சார்பியல் கோட்பாடானது பாதரசத்தின் சுற்றுப்பாதையில் ஒரு சிறிய முரண்பாடு இருப்பதைக் கண்டறிந்தார், அதை நியூட்டனின் விதியால் விளக்க முடியாது, மேலும் அவர் அதை உருவாக்க வேண்டும், அதே வழியில் ஒரு புதிய கோட்பாட்டை உருவாக்க வேண்டும். ஒரு மைக்ரோமீட்டர் அளவுகோல் அல்லது ஒரு மீட்டர் அளவுகோலில் ஈர்ப்பு புலத்தில் மாறுபாடுகள் உள்ளதா என்று ஒரு கேள்வியைக் கேட்க, மக்கள் தாங்கள் உண்மையில் அத்தகைய மாறுபாட்டைக் கண்டுபிடித்ததாகக் கூறும் சந்தர்ப்பங்கள் உள்ளன.

அதிர்வுடவசமாக அந்தக் கூற்றுகள் நிரூபிக்கப்படவில்லை,

எனவே இந்த நீள அளவைச் சுற்றி ஈர்ப்புச் சட்டம் மிகவும் வலுவானதாகத் தோன்றுகிறது. நீங்கள் அசாதாரணமான சிறிய அளவிலான ஈர்ப்பு விசைக்குச் சென்றால், ஒருவேளை அது ஒரு திருத்தத்தைப் பெறலாம், ஆனால் அது விண்மீன் அளவுகளில் ஒரு திருத்தத்தைப் பெறுகிறது. ஈர்ப்பு விசையின் வீச்சு மிகப்பெரியது, ஒரு மீட்டரில் இருந்து நூறாயிரக்கணக்கான கிலோமீட்டர்கள் வரை, நியூட்டன் அதை உலகளாவிய ஈர்ப்பு விதி என்று அழைத்ததில் ஆச்சரியமில்லை,

எனவே நாம் என்ன செய்தோம் என்பது நமக்குத் தெரிந்த அனைத்தையும் பயன்படுத்தி ஒரு சட்டத்தை அமைப்பதே ஆகும். இந்த கட்டத்தில் நியூட்டனின் மேதைகளை நாம் மறந்துவிடக் கூடாது, ஏனென்றால் அவர் மையவிலக்கு விசையைப் பயன்படுத்தி இயக்க விதிகள் மந்தநிலையின் கருத்தை உருவாக்கினார் மற்றும் அவர் ஈர்ப்பு விதியை வகுத்தார், அதனால்தான் நியூட்டன் மனித இனம் இதுவரை கண்டிராத மிகப் பெரிய இயற்பியலாளராகக் கருதப்படுகிறார், இருப்பினும் நாம் செய்ய வேண்டிய ஒரு சிறிய சமரசம் உள்ளது. ஒருமுறை நாங்கள் விண்ணப்பங்களைச் செயல்படுத்தத் தயாராக இருக்கிறோம் என்பதை இன்னும் முடிக்கவில்லை, அது உண்மையில் நம்மைப் பொருத்தவரை ஈர்ப்பு பற்றிய விவாதத்தின் முடிவாக இருக்க வேண்டும், அதனால் நான் செய்ய வேண்டிய சமரசம் என்ன என்பதை நான் பார்க்கிறேன். அதில் ஒரு ஸ்லைடு சரி இது நான் எழுதிய ஃபார்முலேஷன் தான் நான் அதை சற்று வித்தியாசமாக இங்கே எழுதியுள்ளேன் நான் வகுப்பில் a மற்றும் b இடையே உள்ள தூரத்தை ஒரு கனசதுரத்தை வைத்து முழு திசையையும் வைத்துள்ளேன், அதேசமயம் நான் அதை வேலை செய்தபோது ஒரு போட்டேன் அலகு திசையன் இங்கே மற்றும் நான் ஒரு சதுரத்தை வைப்பேன் பொதுவாக அது தலைகீழ் சதுர விதி என்று அழைக்கப்படுகிறது, அதைத்தான் இப்போது சரி செய்துள்ளோம், சமரசம் என்னவென்றால், நான் எழுதும் நிமிடம் f என்பது r சதுரத்தால் மைனஸ் gmm க்கு சமம் என்பது வெக்டார் அடையாளத்தைப் பற்றி கவலைப்பட வேண்டாம். விசையானது தலைகீழ் சதுர தூரத்துடன் விழுகிறது,

எனவே உங்களிடம் மிகப் பெரிய பொருள் பூமி உள்ளது என்றும் ஆப்பிள் பூமியை நோக்கி விழுகிறது என்றும் ஆப்பிள் என்றால் என்ன 3 மீட்டர் 4 மீட்டர் என்றும் பழமொழி உள்ளது என்றும் சொல்லலாம். நான் இன்னும் எழுதுகிறேன் அவளுடைய உருவம் எனக்கு பூமி இருக்கிறது, அங்கே ஒரு மரம் இருக்கிறது, ஒரு ஆப்பிள் விழுகிறது, அதனால் 10 மீட்டர் என்று பேசுகிறோம், அதிகபட்சம் என்று சொல்லலாம், அதாவது 10 மீட்டர் உயரமுள்ள ஆப்பிள் மரத்தை நாம் காணவில்லை, ஆனால் யாரோ போனார்கள் என்று சொல்லலாம். ஒரு கட்டிடத்தின் உச்சியில் கீழே விழுந்தது என்னவென்றால், இந்த முடுக்கம் ஒரு மாறிலி என்று நாம் காண்கிறோம், அது இந்த உயரத்திலிருந்து சுயாதீனமானது, ஆனால் நியூட்டன் அது தூரத்தின் சதுரமாக விழ வேண்டும் என்று கூறுகிறார்,

எனவே நாம் கலிலியன் சட்டத்தை சரிசெய்ய வேண்டும். முடுக்கம் என்பது ஒரு மாறிலி என்று கூறுகிறது, அதனால்தான் ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக நீங்கள் அதை g முடுக்கம் மூலம் தலைகீழ் சதுர தூரத்துடன் குறிக்கிறீர்கள், அது மிகவும் எளிதான விஷயம், அதை உங்களுக்காகச் செய்ய அனுமதிக்கிறேன், பின்னர் மற்ற பயன்பாடுகள் என்னவென்று பார்ப்போம்.

எனவே நாம் என்ன சொல்கிறோம், நான் ஒரு அசாதாரணமான மிகைப்படுத்தப்பட்ட படத்தை வரையப் போகிறேன்,

எனவே எனது பூமியின் மையம் இங்கே உள்ளது ஆரம் r மற்றும் ஒரு பொருள் கதிரியக்கமாக தலைகீழாக விழுகிறது மற்றும் இந்த தூரம் h ஆகும்,

எனவே இந்த எண்ணிக்கை கூட அளவில் இல்லை,

எனவே கொடுக்கப்பட்ட ஏதேனும் நேரம் மொத்த தூரம் r பிளஸ் h இது மொத்த தூரம் இது மிகவும் எளிமையானதாகத் தோன்றுகிறது ஆனால் உண்மையில் இது மிகவும் சிக்கலான கருத்துக்களில் ஒன்றாகும், இந்த பூமியில் உள்ள சிக்கலானது என்ன என்பது ஒரு நீட்டிக்கப்பட்ட பொருள் இது ஒரு பெரிய பொருள் அல்ல, ஆனால் எனது உருவாக்கத்தில் நான் எப்போதும் உடலையும் உடலையும் புள்ளி நிறைகளாகக் காட்டினேன், என்னால் தூரத்தை வரையறுக்க முடிந்தது, இப்போது என் பூமி இங்கே இருந்தால் இன்னொரு படத்தை வரைகிறேன், என் உடல் இங்கே இருந்தால் இந்த தூரத்தை இந்த தூரம் இந்த தூரத்தை இந்த தூரத்தை கணக்கிட வேண்டும் உண்மையில் நாம் செய்ய வேண்டியது என்னவென்றால், இந்த பாரிய சிறிய அலகு அலகுகள் ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் வரும் சக்தியைப் பார்க்க வேண்டும், அதை நாம் கண்டுபிடிக்க முடியும், மேலும் அதைச் செய்வதற்கான இடம் எங்களிடம் இல்லை, எப்படி என்று எனக்குத் தெரியவில்லை அடிப்படையாக ஒருங்கிணைக்க மற்றும் நியூட்டனுக்கு கூட இதை எப்படி செய்வது என்று தெரியவில்லை என்பதை அறிய உங்களுக்கு ஆர்வமாக இருக்கலாம், நியூட்டன் டிஃபரன்ஷியல் கால்குலஸ் ஆர்கிமிடிஸ் இன்டெக்ரல் கால்குலஸை கண்டுபிடித்தார், ஆனால் நியூட்டனுக்கு இந்த ஒருங்கிணைப்பை எப்படி செய்வது என்று தெரியவில்லை நிச்சயமாக இது மிகவும் ஆசையாக இருக்கிறது. பூமி சூரியனைச் சுற்றி வரும்போது ஒரு புள்ளிப் பொருளாக எடுத்துக் கொள்ளலாம் ஆனால் நூறு மீட்டர் உயரத்தில் இருந்து கல் விழும் போது பூமியை புள்ளிப் பொருளாகக் கொள்ள முடியாது என்று நியூட்டன் அதைச் செய்ய முடியாது. ஏறக்குறைய 15 அல்லது 20 ஆண்டுகளாக அவரது காதுகளை வெளியிடவில்லை, ஏனென்றால் வெகுஜனத்தின் கோளப் பரவல் இருக்கும்போதெல்லாம் அனைத்து வெகுஜனமும் மையத்தில் குவிந்துள்ளது என்று அவர் நிரூபிக்க விரும்பினார், எனவே இது மிகவும் முக்கியமான முடிவு என்று நாம் கூறுவது என்ன உங்கள் 12 ஆம் வகுப்பில் நீங்கள் படிக்கும் காஸ் விதி என்று அழைக்கப்படுவதால், இங்கே எங்கோ அமர்ந்திருக்கும் ஒரு பொருளைப் பார்த்தால், இப்போது r ஆரம் கொண்ட ஒரு கோள சீரான கோளப் பரவல் சீரான நிறை அடர்த்தி உள்ளது என்று சொல்லலாம். r கேள்வி என்னவென்றால், r இல் உள்ள விசையானது கோளத்தின் மையத்தில் உள்ள வட்டத்தில் அனைத்து வெகுஜனங்களும் குவிந்திருப்பது போல் உள்ளது, எனவே விசையானது g_{mm} ஆல் r சதுரத்தால் வழங்கப்படுகிறது, அங்கு r என்பது மையத்திலிருந்து தூரம் மற்றும் இது மொத்த நிறை எனவே நாம் என்ன சொல்கிறோம், இது ρ என்று மொத்த கன அளவு $4 \text{ ஆல் } 3 \text{ pi } r^3$ கனசதுர ρ என்பதைத் தவிர வேறு ஒன்றும் இல்லை, உங்களுக்கு ஒரே மாதிரியான நிறை அடர்த்தி கொடுக்கப்பட்டுள்ளது இந்த தொகுதி இந்த பொருளின் நிறை r சிறிய r என்பது கோளத்தின் இந்த மையத்திற்கு இடையே உள்ள தூரம் நீங்கள் இதை நிரூபிக்க வேண்டும் மற்றும் நியூட்டனுக்கு இதை எப்படி நிரூபிப்பது என்று தெரியவில்லை, மேலும் தனக்கென மிக உயர்ந்த தரத்துடன் மிகவும் நேர்மையான நபர் என்பதால் அவர் இதற்கு ஒரு ஆதாரம் கொடுக்கும் வரை முடிவை வெளியிடவில்லை இதைப் பற்றி கவலைப்பட வேண்டாம். ஆனால் பூமியின் மைனஸ் g நிறையை நான் மைனஸ் கூட r கூட்டல் h முழு சதுரம் பற்றி கவலைப்படவில்லை, இது தான் என்னிடம் உள்ளது மற்றும் நாம் என்ன சொல்கிறோம், r ஐ விட h என்பது மிகவும் சிறியது, ஏனென்றால் r என்பது ஆரம் பூமி மற்றும் h என்பது வது மேலே உள்ள உயரம் இ மையம் எனவே இந்த குறிப்பிட்ட புள்ளியில் நாம் என்ன செய்ய வேண்டும் என்பது மிகவும் எளிமையாக இருநாம விரிவாக்கம் செய்ய வேண்டும், நீங்கள் அனைவருக்கும் இருபக்க விரிவாக்கம் தெரிந்திருக்கும், பூஜ்ய வரிசை தோராயமாக, நாங்கள் செய்யக்கூடியது, h So zeroth order approximation ஐ புறக்கணிக்க வேண்டும். h என்பது r எடுத்து h என்பது 0 க்கு மிகவும் குறைவாக உள்ளது, இது h ஆல் r ஐ தோராயமாக 0 க்கு சமமாக எடுத்துக்கொள்வது ஒரு நல்ல கூற்று அல்ல, ஏனெனில் இது மிகவும் சிறிய எண், பின்னர் a என்பது g_{mm} ஆல் r சதுரத்தால் வழங்கப்படுகிறது, அது உங்களுடையதாக இருக்க வேண்டும். புவியீர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் முடுக்கம், எனவே நாம் ஒரு நிலையான முடுக்கத்தை எவ்வாறு பெற முடியும் என்பதை ஏற்கனவே ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு சமரசம் செய்துள்ளோம், மேலும் இது ஒரு வினாடிக்கு 10 மீட்டர் சதுரத்திற்கு 9.8 மீட்டர் சதுரம் என்று உங்களுக்கு வழங்கப்பட்ட எண். வெகுஜனத்தை நீங்கள் அறிந்திருந்தால், ஈர்ப்பு மாறிலியை நீங்கள் அறிந்தால், நீங்கள் வெகுஜனத்தைக் கண்டறியலாம், ஆனால் அதைவிட சிறப்பாகச் செய்ய முடியும், இருநாம விரிவாக்கம் செய்வதன் மூலம் நான் உங்களுக்குச் சொன்னது போல், ஒருவேளை பாவம் என்று விவாதிக்க விரும்புகிறேன். CE இன்னும் சிறிது நேரம் எடுக்கும் மற்றும் நீங்கள் இதுவரை நாங்கள் செய்த அனைத்தையும் மறுபரிசீலனை செய்ய விரும்புகிறீர்கள், இந்த குறிப்பிட்ட புள்ளியில் நிறுத்திவிட்டு, உடல் விழும் விதியுடன் எங்கள் படிப்பை மீண்டும் தொடங்குவோம், பின்னர் செயற்கைக்கோள் இயக்கம் சம்பந்தப்பட்ட பயன்பாடுகளைப் பார்க்கவும். செயற்கை செயற்கைக்கோள்கள் வேகத்தில் இருந்து தப்பிக்கும்