

எனவே , கிராஸ் புராடக்டைப் பயன்படுத்துவதைப் பற்றிய விவாதங்களை இன்று தொடரப் போகிறோம். இன்றைய விவாதத்திற்கான தலைப்பு முறுக்கு விசையாகும், மேலும் கோண உந்தம் மற்றும் பாதுகாப்பு இழப்பில் சிறிது நேரம் செலவிடுவோம். எனவே முக்கியமாக இன்று முறுக்குவிசையில் கவனம் செலுத்துவோம். துகள்களின் சுழற்சி இயக்கம் பற்றிய ஆய்வில் அதன் பங்கு நேற்று இரண்டு திசையன்கள்  $a$  மற்றும்  $b$  இடையே குறுக்கு உற்பத்தியை அறிமுகப்படுத்தினோம், மேலும் இந்த திசையன்  $a$  மற்றும்  $b$  ஆகிய இரண்டு திசையன்களுக்கும் செங்குத்தாக இருப்பதைக் காட்டினோம். திசையன்  $a$  மற்றும் vector  $b$  பின்னர் கோண வேகம் அல்லது அதன் அளவு சுழற்சி வேகம்  $ah$  ரேடியல் முடுக்கம் மற்றும் குறுக்கு முடுக்கம் போன்ற பிற கருத்துகளையும் அறிமுகப்படுத்துகிறோம் மேலும் இன்றைய தலைப்பிற்குச் செல்வதற்கு முன் நாங்கள் நேற்று விவாதித்த ஒரு முக்கியமான பிரச்சனையில் சில நிமிடங்கள் அதை மீண்டும் சொல்கிறேன் ஆ அச்ச  $x$  அச்ச இங்கே  $y$  அச்ச இங்கே மற்றும்  $z$  அச்ச இங்கே பின்னர் இவை நிலையான சமன்பாடுகளாகும் ஆல்பா திசையன்  $r$  உடன் கடக்கப்பட்டது ஆல்பா திசையன் அது கோண முடுக்கம் திசையன் அது  $dt$  மூலம்  $d$  ஒமேகா ஆகும், பின்னர் ரேடியல் முடுக்கம் ஒமேகா குறுக்கு ஒமேகா குறுக்கு  $r$  இந்த வெளிப்பாடுகள் நாங்கள் உங்களுக்கு மிகவும் கடுமையான வரையறைகளை வழங்கவில்லை அல்லது மன்னிக்கவும் இதை ஆனால் நாங்கள் ஒருவித ஒப்புமை மூலம் எழுதினோம், இப்போது இவை திடமான இயக்கவியலுக்கான சமன்பாடுகள் எனினும் நீங்கள் ஒரு துகள் ஒரு பரிமாணத்திலும் இரண்டு பரிமாணங்களிலும் துகளின் இயக்கத்தை \* கடினமான இயக்கவியலுக்கான சமன்பாடுகளாக உள்ளன துகள் எங்கும் செல்லலாம் , எனவே இந்த தூரம்  $r$  நீங்கள் ரேடியல் தூரம் என்று அழைத்ததை மாற்றலாம், இதையே நீங்கள் அழைக்கிறீர்கள் தீட்டா திசையன் தீட்டா மன்னிக்கவும், இது ஏற்கனவே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது, இது ஒருமுறை இங்கிருந்து இங்கு சுழலும் தீட்டாவின் திசையாகும், எனவே இரண்டு பரிமாணத் தளத்தில் இரண்டு திசைகள் அடிப்படையில் மூன்று திசைகள் உள்ளன. இரு பரிமாணத் தளம் ஆரத் திசை மற்றும் தீட்டா திசை அல்லது குறுக்கு திசை உங்களிடம் அச்ச உள்ளது இது  $z$  திசையில் உள்ள பலகையில் இருந்து வெளிவருகிறது, எனவே கார்ட்டீசியன் விமானம்  $xy$   $z$  ட்ரையிடல் இருந்து களைப்பாக இருந்து  $xyz$  போல், நீங்கள்  $r$   $\theta$   $z$  ஒரு முக்கோணத்தை உருவாக்குகிறீர்கள் இங்கே சரி, இப்போது அந்த சமன்பாடுகளை வேக வெக்டரில் இருந்து பெறுகிறோம்  $r$  புள்ளி நேரங்கள் இந்த நிலை திசையனிலிருந்து தொடங்கி , நேரத்தைப் பொறுத்து வேறுபடுத்தி, இந்த அளவைப் பெறும் நேரத்தைப் பொறுத்து வேறுபடுத்துகிறீர்கள், இப்போது யூனிட் வெக்டரின் குணகம்  $e_r$  என்பது ரேடியல் வேகம் என்பதை நீங்கள் புரிந்துகொள்கிறீர்கள், அதே சமயம்  $e_\theta$  இன் குணகம்  $ah$  ஆகும் கோணத் திசைவேகம் மற்றும் எப்படியும் இந்த முழுப் பொருளின் அளவு மட்டுமே கோணத் திசைவேகம் இது சுழற்சி வேகம் இதுவே இப்போது முதல் சொல்லாக உள்ளது  $e$  துகள் இந்த இரு பரிமாணத் தளத்தில் எங்கும் செல்லலாம் நான்  $r$  ஐ சரிசெய்தால், அந்த துகள் ஒரு வட்டத்தில் மட்டுமே சுழல வேண்டும் என்று நான் சொன்னால், அதுதான் உடல் ஒரு அச்சில் சுழன்றாலும் திடமான இயக்கவியலில் நடக்கும். பகுதி நிலை இங்கே பின் இது ஒரு வட்டத்தை துடைக்கும் ஆரத் திசையாகும் குணகம் பூஜ்ஜியமாகும், பின்னர் தானாக நீங்கள் இங்கு வருவீர்கள் ஒரு திடமான இயக்கத்திற்கான ஆரத் திசைவேகம் பூஜ்ஜியமாகும் ஒமேகா திசையன் என்பது இந்த ஒமேகா வெக்டரை எப்படி வரையறுப்பீர்கள் ஒமேகா வெக்டரை அதன் அளவு முறைகள் யூனிட் வெக்டராக வரையறுக்கப்படுகிறது இது உங்கள் சுழற்சியின் உணர்வு இவ்வாறு விவரிக்கப்படுகிறது இது இப்போது ஒமேகா கிராஸ் ஆர் ஓம் என்றால் என்ன என்பதைக் கணக்கிட முடியும்  $ga$  கிராஸ்  $r$  என்பது ஒமேகா டைம்ஸ்  $ez$  டைம்ஸ் திசையன்  $r$  என்பது ரேடியல் திசையில் உள்ள யூனிட் வெக்டார், இப்போது இது ஒமேகா டைம்ஸ்  $r$  முறை என்ன  $ez$  cross  $er$  cross  $ez$  cross  $er$   $v$  தீட்டாவாக இருக்கும் நான் ஜே யூனிட் வெக்டர்களை கடப்பது நான் கடக்கிறேன்  $j$  is  $kj$  cross  $k$  என்பது அந்த வகையில் நான் இங்கு வருவேன்  $e_\theta$  இப்போது நீங்கள் இங்கே பார்க்கிறீர்கள் ஆ என்ன சமன்பாடுகள் உள்ளனவோ துகள்\* \* இங்கிருந்து நீங்கள் பெறக்கூடிய முடிவுகள் நீங்கள் ரேடியல் ஒருங்கிணைப்பை சரிசெய்கிறீர்கள், எனவே அது தொடங்குகிறது ஆ நாங்கள் இங்கே என்ன செய்கிறோம் என்பது ஒரு வகையான எங்கள் வழித்தோன்றல்களை இங்கே இந்த சமன்பாடுகளை உறுதிப்படுத்துகிறது, பிறகு நீங்கள் எடுத்துக்கொள்ளுங்கள் .

$dt$  இன் மூலம் நான் முழு வெளிப்பாட்டையும் எழுதுகிறேன் இங்கே நான் துகள்களின் நிலையை இப்போது சரி செய்யப் போவதில்லை , முழு விஷயத்தையும் நான் பெறுகிறேன் மேலும் நான் என்ன பெறப் போகிறேன் என்பதைப் பார்க்கிறேன், மேலும்  $r \cdot e_r$  plus  $r \theta \cdot e_\theta$  தீட்டா இதை வேறுபடுத்தி , ஒரு துகளின் நிலையை ஒருமுறை சரிசெய்த பிறகு,

நான் இங்கு வருவேன், எனவே முடுக்கம் ரேடியல் கூறு மற்றும் தொடுநிலை கூறுகளைக் கொண்டிருப்பது ஆச்சரியம் அதேசமயம் ரேடியல் கூறுகளைக் கொண்டிருக்கும்

. ஒரு திடமான இயக்கத்திற்கு இப்போது நான் அதை இங்கிருந்து பெற முடியும் ஆம் நான் இந்த வெளிப்பாடு உள்ளது, அதற்காக நாங்கள் நேற்று இதைப் பெற்றோம் மற்றும் ஆல்பா கிராஸ்  $r$  என்பது ஆல்பா ஆல்பா திசையன் என்பது கோண முடுக்கம் எனவே தீட்டா இரட்டை புள்ளி முறைகள்  $ez$  முறைகள் எர் இது உங்களுக்கு  $r \theta \dot{e}_z$  இது வெளிப்பாடு வெக்டர் இந்த அளவு மற்றும் ஒமேகா கிராஸ்  $r$  திசையன் நாம் இங்கே ஏற்கனவே கணக்கிட்டுள்ளோம் என்னால் முடியும் அதை இங்கே வையுங்கள் பிறகு நான் இங்கே  $r \theta$  டாட் ஸ்கொயர் டைம்ஸ்  $CR$  ஐப் பெறுவேன், இது நான் நினைப்பது போலவே  $e_z \theta e$  என்பது  $d \theta$  தான் நான் வேறு வழியில் செய்கிறேன் எனவே இங்கே எனக்கு ஒரு மைனஸ் குறி இருக்க வேண்டும், எனவே இந்த வெளிப்பாடு இங்கே என்னிடம் இருப்பதைப் போலவே உள்ளது. ஒரு துகள் இரு பரிமாணங்களில், எனவே இதைப் பற்றி மேலும் தொடருவேன் இன்றைய தலைப்புக்கான இன்றைய தலைப்பு விவாதத்திற்கான முறுக்கு மற்றும் கோண உந்தம் சரி இப்போது அதற்கான உந்துதல் என்ன இப்போது ஒரு துகளை இடமாற்றம் செய்வது எப்படி இங்கே ஒரு துகள் உள்ளது அதை நான் விரும்புகிறேன் நான் அதைச் செய்யக்கூடிய வழியை மட்டும் நகர்த்தவும், ஒரு சக்தி அதன் மீது செயல்பட வேண்டும், எனவே நான் ஒரு சக்தியைப் பயன்படுத்தினால், உடல் இங்கே இருந்தால், அது இங்கிருந்து வேறு நிலைக்குச் செல்கிறது. உடல் மொழிபெயர்க்கப்பட்டுள்ளது எனவே மொழி பெயர்ப்பு இயக்கத்திற்கு சக்தியே பொறுப்பு எனக்கு ஒரு கதவு இருக்கிறது, எனக்கு இது போன்ற ஒரு கதவு இருக்கிறது, இவை அனைத்தும் கீல்கள் இங்கே ஒன்றில் ஒன்று உள்ளது இங்கே ஒன்று உள்ளது, சரி இப்போது நான் இந்த கதவைச் சுழற்ற விரும்பும் போது இந்தக் கதவைச் சுழற்ற வேண்டும் இந்த கதவை நான் சக்தியைப் பயன்படுத்தினால் இங்கே எந்தக் கோணத்தில் இருந்தாலும் கதவு சுழலப் போவதில்லை. இங்குள்ள சாதாரண விசையைப் பயன்படுத்தினால் கதவு சுழலும் ஆனால் இந்த விசையை நான் இங்கு பயன்படுத்தினால் அன்றாட வாழ்க்கையிலிருந்து நம் நடைமுறை ஞானம் நமக்குச் சொல்கிறது ஆ இந்த விளிம்பிற்கு அருகில் பின்னர் சுழற்சி மிகவும் நேர்த்தியானது மற்றும் உற்பத்தி செய்ய எளிதானது சரி இப்போது இது ஒரு சக்தியின் கணம் என்று அழைக்கப்படுகிறது இந்த கருத்து உடலில் ஒரு சக்தி செயல்படுகிறது, பின்னர் ஒரு சுழற்சி விளைவு ஏற்படுகிறது இந்த கருத்து இந்த விளைவு ஒரு விசையின் விசைத் தருணத்தின் கணம் என்று அழைக்கப்படுகிறது அல்லது இது முறுக்குவிசை என்றும் அறியப்படுவதால், அது ஒரு விசையின் பல சமமான பெயர்கள் கணம் அல்லது ஒரு ஜோடியைப் பெற்றுள்ளது அல்லது ஒரு ஜோடியின் மையம் என்ன என்பதைப் பார்ப்போம். அது ஒரு போவில் முடுக்கத்தை உருவாக்க முடியும்  $dy$  இது ஒரு உடலின் முடுக்கத்தை ஏற்படுத்துவதற்குக் காரணமான விசையாகும், இங்கு ஒரு முறுக்குவிசை கோண முடுக்கத்தை ஏற்படுத்தலாம், எனவே இந்த குறிப்பிட்ட ஒரு சாதாரண விசையில் இந்த விசை செயல்படும் போது இந்தக் கதவு இந்த பலகையின் விமானத்தில் உள்ளது என்று சொல்லலாம். அதன் மீது செயல்படும் போது கதவு சுழலும் மற்றும் கதவு சுழலும் போது அது இந்தப் பலகையின் சட்டத்தைப் பொறுத்து ஒரு கோணத்தைத் துடைக்கப் போகிறது, அதனால் அந்த கோணம் எந்த விகிதத்தில் மாறும் மாற்ற விகிதத்தின் மாற்ற விகிதம் என்ன கோணம் முடுக்கத்தை அறிமுகப்படுத்தும் கோணம் மற்றும் இப்போது ஒரு விசையின் கணத்திற்கான வெளிப்பாட்டைப் பெறுவோம் என்னிடம் துகள் உள்ளது இதை நான்  $r r$  திசையன் என்று அழைப்பேன், ஆ இது  $r$  திசையன் என்பது துகள் பின்னர் ஒரு விசை உள்ளது இப்படிச் செயல்படும் ஒரு விசை உள்ளது போல் செயல்படுகிறது இது  $f$  திசையன் நான் உருவாக்க முடியும் இதையும் இப்போது செய்வேன் முறுக்கு அது  $\tau$  முறுக்கு  $\tau$  மூலம் குறிக்கப்படுகிறது, இது நிலை திசையன் மற்றும் அதன் மீது செயல்படும் விசையின் குறுக்கு தயாரிப்பு என வரையறுக்கப்படுவதால் விவரிக்கப்படுகிறது, எனவே ஒரு விஷயம் தெளிவாக உள்ளது, இந்த முறுக்கு முறுக்குவிசையின் திசை இரண்டும் செங்குத்தாக உள்ளது நிலை திசையன் மற்றும் விசை திசையன் மற்றும் வலது மற்றும் அது வலது கையால் கொடுக்கப்பட்டது, இது வலது கை திருகு மூலம் கொடுக்கப்பட்டது இது நாம் இப்போது நிலை வகுப்பில் விவரித்த வலது கை திருகு திசையை நீங்கள் நினைவில் கொள்ள வேண்டும், எனவே வரையறையின்படி இது  $r$  காலங்கள்  $f$  டைம்ஸ் சின் தீட்டா அல்லது  $r$  டைம்ஸ் என்ன எஃப் சின் தீட்டா இது இந்த முழு அளவு எஃப் எனவே நான் இங்கிருந்து ஒரு செங்குத்தாக இறக்கினால் இது நான் செங்குத்தாக இறக்கினால் இது தான் தீட்டா ஆ நான் செய்வேன் இதை அப்படியே எடுத்துக் கொள்ளுங்கள், எனவே இது தீட்டாவாக இருக்கும், எனவே இது எஃப் பாவம்

தீட்டாவாக இருக்கும், நீங்கள் எஃப் செங்குத்து சின் தீட்டா என்று அழைத்தீர்கள், இது காஸ் இது சைன், எனவே இது ஆர் முறைகள் எஃப் செங்குத்தாக எழுதப்பட்டுள்ளது, இது செங்குத்தாக நீங்கள் இது தெரியும் நான் இங்கிருந்து செங்குத்தாக எப்படி விடுகிறேன் என்பதை வேறு விதமாகவும் எழுத முடியும், இது தீட்டா ஆகும், எனவே நான் இங்கிருந்து செங்குத்தாக ஒரு செங்குத்தாக விடும்போது இதை நான்  $r \sin \theta$   $r \sin$  this triangle right angle triangle என்று எழுதலாம்  $r$  எனவே இது  $r \sin \theta$  இதை இரண்டு வழிகளிலும் பார்க்க முடியும், எனவே இது  $r$  செங்குத்து எனவே விசை என்பது தூரம் இது ஆற்றலின் பரிமாணங்களையோ அல்லது வேலை செய்யும் வேலைகளையோ கொண்டுள்ளது அதே சமயம் துகள் ஒரு தூரத்தால் நகரும் போது துகள் ஒரு அளவிடல் அளவாகும்,

துகள்  $dx$  தூரத்தில் ஒரு துகள் நகர்கிறதா என்றால்  $dx$  அதன் மீது செயல்படும் விசை  $f$  என்றால், இதை நகர்த்துவதில் செய்த வேலை  $f \cdot dx$  எல்லையற்ற ஒத்த உரிமை, இருப்பினும் இது ஆற்றலின் பரிமாணங்களைக் கொண்டுள்ளது ஆனால் முறுக்கு முறுக்கு ஆற்றல் பரிமாணங்களையும் கொண்டுள்ளது ஆனால் இது ஒரு திசையன் அளவு, எனவே நீங்கள் நினைவில் கொள்ள வேண்டும் ஒரு ஸ்கேலார் மற்றும் மற்றொரு திசையன் இரண்டு வகுப்புகளில் பார்த்த அதே பரிமாணங்களைக் கொண்ட மற்றொரு திசையன் எடுத்துக்காட்டாக, ஒமேகாவின் கோணத் திசைவேகம் ஒமேகா கோணத் திசைவேகம் ஆ,  $dt$   $d$  தீட்டாவால்  $d$  தீட்டாவின் பரிமாணங்களைப் பெற்றுள்ளது. நேர தலைகீழ் அதிர்வெண் கோண அதிர்வெண் அதாவது கோண அதிர்வெண் என்பது எந்த நேரத்தில் எவ்வளவு கோணத்தை ஸ்வீப் செய்கிறது அளவு ஒரு திசையன் அளவு இது ஒரு அளவுகோல் அளவு. உங்களுக்கு ஒரு எளிய விளக்கத்தை தருகிறேன் நான் உங்களுக்கு ஒரு எளிய விளக்கத்தை தருகிறேன் மேலும் இது போன்ற ஒரு திருகு என்னிடம் உள்ளது என்று வைத்துக்கொள்வோம், நான் அதை சுழற்ற விரும்புகிறேன், நான் அதை சுழற்ற விரும்புகிறேன், இதைப் போன்ற ஒரு ஸ்பேனர் எங்களிடம் உள்ளது நான் வேறு வண்ண சுண்ணாம்பு எடுக்கிறேன் இந்த ஸ்பேனரைக் குறிப்பதற்காக, ஸ்பேனர் இப்போது எப்படி இருக்கும், நான் அதைச் சுழற்ற விரும்பினால், இங்கே ஒரு விசையைப் பயன்படுத்துவேன், இதை நான் சுழற்ற விரும்பினால், இதைப் போல செய்கிறேன் இது எங்களின் அன்றாட அனுபவம் மறுபுறம் அதே விசையை நான் இங்கே பயன்படுத்தினால், இது இப்போது விசையாக இருக்கிறது நான் செய்ய வேண்டியது என்னவென்றால், நான் கணிசமான நீளமுள்ள ஒரு குழாயை ஸ்லைடு செய்ய வேண்டும், அதைச் செய்தால் அதைப் பயன்படுத்தினால் இன்னும் குறைவான விசை போதுமானது, ஏனெனில் அது  $r$  கிராஸ் எஃப் ஆகும், ஏனெனில் நான் அதிகரித்து வருவதால்  $r \tau$   $r$  cross  $f$  க்கு சமமாக இருக்கும் ஒரு நீண்ட கை இன்னும் குறைவான விசை இருந்தால் போதுமானது, எனவே நீங்கள் ஆஹா எப்போது  $d$   $v$  பூஜ்ஜியமாக இருந்தால் சுழற்சி விளைவு பூஜ்ஜியமாக இருந்தால், அந்த விசை பூஜ்ஜியமாக இருந்தால், விசை இல்லை என்றால் நிச்சயமாக உங்களால் சுழற்ற முடியாது மறுபுறம்,  $r$  ஆனது 0 க்கு சமமாக இருந்தால், விசையின் செயல் கோடு தோற்றம் வழியாக செல்கிறது. நடவடிக்கையும் இதனுடன் உள்ளது, அது சரி அல்லது சரியான வழி இல்லை மற்றொன்று இந்த இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள கோணம், அது பூஜ்ஜியம் அல்லது என்பது டிகிரி என்பது சரி, எனவே  $r$  கிராஸ் இது ஒரு திசையன் தயாரிப்பு என்பதை நினைவில் கொள்ள வேண்டும் எனவே  $r$  கிராஸின் பல்வேறு பண்புகளை நாம் மனதில் கொள்ள வேண்டும் பிடி. டெளவின் திசையானது, டெளவின் திசையானது வலது கை விதியின்படி குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இது நேற்றைய  $r$  கிராஸ் எஃப் ஐப் பார்த்தது, எனவே இது ஒன்று  $r$  இது என்றால் நடுவிரல் பலகையிலிருந்து வெளியே வருகிறது  $f$  உண்மையில் இங்கிருந்துதான் இந்தப் பக்கம் இதற்கு செங்குத்தாக பிறகு கட்டைவிரல் நீங்கள் கட்டை விரலைச் சுழற்றும்போது  $r$  முதல்  $f$  வரை சொல்லும் அது முன்னோக்கிச் செல்லும் துகள்  $p$  இங்கே இங்கே  $i$  அச்ச வெளிவருகிறது, நான் அச்சை அமைப்பேன் இது  $x$  அச்ச  $y$  அச்ச எனவே இது ஆஹா இது வெறுமனே துகள் விழுகிறது  $m$   $j$  இது ஒரு துகள் விழுவது நிறை மீ ஈர்ப்பு வீழ்ச்சி மற்றும் வலது எனவே நான் ஒரு புள்ளியை எடுப்பேன் ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக இந்த குறிப்பிட்ட பகுதியில் உள்ள முறுக்கு விசை என்ன என்பதை இங்கே எம்ஜிஐ கணக்கிட வேண்டும். ஒரு பொதுவான புள்ளி எனவே இது  $r$  வெக்டர் இது தீட்டா, அது இப்போது  $d$   $v$  என்றால் என்ன ஆ, இது ஆ ஆவின் ஆரம் எதுவாக இருந்தாலும் இந்த நேரத்தின் விசையின் நேரங்கள் தீட்டாவின் சைன் சைன் இதைப் போலவே இதை நினைவில் கொள்க நாம் எப்போதும் சிறியதை எடுத்துக்கொள்கிறோம் கிராஸ் புராடக்டை நாங்கள் எடுக்கும்போதெல்லாம் இது தீட்டாவாகும் என்று நீங்கள் என்னிடம் கேட்கலாம் ஐயா.  $\tau$  is equal to  $r$  cross  $f$  நேற்றைய தினம் நாம்  $d$  எழுதியதை நினைவில் கொள்க

சொந்த இந்த வரையறை  $ij$  மற்றும்  $k$  இது இந்த ஒருங்கிணைப்பு  $x$  இந்த ஆயத்தொகை கழித்தல்  $y$  இது  $0$  மற்றும்  $mg$  க்கு  $y$  கூறு மட்டுமே உள்ளது, எனவே  $0$  என்பது பூமியின் மையத்தை நோக்கி தரையை நோக்கி நகரும் போது ஒரு நேர்மறையான சக்தியாகும், ஆனால் இது எப்போது நீங்கள் கணக்கிட்டுப் பாருங்கள், இதில் பூஜ்ஜியம் ஜே என்பது பூஜ்ஜியம், மேலும் எஞ்சியிருப்பது  $k$ -ல்  $x$ -ல் எம்ஜே. எனவே இது  $mg$   $x$ -க்குள்  $k$  என்பது தவிர வேறொன்றுமில்லை, என்ன பாவம் தீட்டா ஐயா இது தீட்டா இங்கே பாவம் தீட்டா ஆ என்ன இது எதிரில் உள்ளதா இது அருகாமையில் உள்ளது எனவே இந்த  $x$  ஆல்  $x$  ஆல் சரி சரி இப்போது உம் இது இது  $x$  மன்னிக்கவும் இது  $x$  எனவே இது  $x$  க்கு எதிரே உள்ளது. சைன் தீட்டா  $xx$  ஆல்  $mg$  ஆக சின் தீட்டா ஆக உள்ளது,

அதனால் ஆ  $x$  by  $r$  என்ன நடக்கிறது நான் சில தவறு செய்கிறேன் சரி நான் அதை சரி செய்கிறேன்  $r$   $s$   $mg$  in  $\sin$   $\theta$   $x$  by  $rr$  மற்றும் அனைத்தும் ரத்து செய்யப்படும், அதனால் நான் பெறுவேன்  $xmg$  இங்கே நான் எழுதுவது அளவை மட்டும் இப்படி செய்தால் திசை நான் இந்த திசையன்களை சரியாக எழுதினால் வலது கை கட்டைவிரல் விதியை மீண்டும் சரிசெய்ய வேண்டும் பிறகு தானாகவே திசை வெளிப்படும் அது தார்மீக சரி நீங்கள் அதை எந்த வழியிலும் செய்யலாம் அடுத்த கருத்து ஒரு துகளின் கோண உந்தம் என்பது இப்போது நாம் பேசும் தருணம் ஒரு விசையானது கோண உந்தம் காரணமாக ஏற்படும் தருணத்தைப் பற்றி பேசலாம், எனவே வெகுஜன  $m$  இன் ஒரு துகள் மற்றும் அதன் நிலைப்பாட்டை கருத்தில் கொள்வோம், அது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் திசையன்  $r$  இல் உள்ளது மற்றும் அதன் வேகம்  $p$  மற்றும் அதன் சுற்றுப்பாதை கோணம் உந்தம் ஒரு விசை விசையின் முறுக்கு அல்லது தருணம் இப்போது இதை நேரியல் இயக்கவியல் முறுக்கு அல்லது விசையின் கணம் என்பது விசையின் சுழற்சி அனலாக் என்று பொதுவாகக் கூறப்படும் விசையின் சுழற்சி அனலாக் என்று சொல்லப்படுவது விசை விசையைப் போன்றது. ஒரு உடலை நகர்த்துவதற்குப் பொறுப்பு, மொழிபெயர்ப்பு இயக்கம் உள்ளது இது ஒரு பொருளின் அச்சில் சுழலுவதற்கு முறுக்குவிசை அல்லது ஸ்விங்கிற்கான கதவு போன்றவற்றுக்குப் பொறுப்பாகும். உம் கோண உந்தம் என்பது  $s$   $ah$  இன் சுழற்சி அனலாக் எனவே கோண உந்தம் என்பது ஆம் நேரியல் உந்தத்தின் சுழற்சி அனலாக் ஆம் ஆம் இப்போது நாம் படிப்படியாக பல்வேறு கருத்துக்கள் மற்றும் அவற்றின் கணித வரையறைகள் மூலம் நம்மைச் சித்தப்படுத்திக் கொண்டிருப்பதை நீங்கள் கவனிக்கலாம். மற்றும் சுழற்சி இயக்கவியல் மற்றும் இப்போது நீங்கள் என்னிடம் கேட்கலாம் ஐயா. இந்த இரண்டிற்கும் இடையே, அடுத்த தலைப்புக்கு நாம் விவாதத்திற்குப் போகிறோம், இது மிகவும் எளிமையானது, இடையேயான உறவு மிகவும் எளிமையானது, எனவே  $1$  என்பது  $r$  cross  $p$  க்கு சமம் என்று தொடங்குகிறோம், இது சுற்றுப்பாதை கோண உந்தத்தின் வரையறை, எனவே வேறுபடுத்துவோம் நேரத்தைப் பொறுத்து வேறுபடுத்துங்கள் ஐயா பொதுவாக இது எவ்வாறு நியாயப்படுத்தப்படுகிறது அல்லது துகளின் நிலை மாறாது அது மாறுபடும் அல்லது துகள்களின் உந்தமும் மாற்றத்திற்கு உட்பட்டது, எனவே  $d$  ல்  $dt$  ல் பேசுவதில் அர்த்தம் உள்ளது இதையும் வேறுபடுத்திக் கூட்டி இந்த நிலையானதாக இரு நேரங்கள்  $v$  எனவே அது மறைந்துவிடும், எனவே நியூட்டனின் விதியின் மூலம்  $dt$  மாற்ற விகிதத்தில்  $dp$  என்பது உங்களுக்கு வெறுமனே விட்டுவிடப்படுகிறது விசை எனவே எங்களிடம் ஒரு மிக நேர்த்தியான தொடர்பு உள்ளது  $dt$  ஆல்  $dt$  என்பது  $\tau$  க்கு சமம் என்று நீங்கள் சொல்கிறீர்கள் கோண உந்தம் மாறும் நேர வீதம் கோண உந்தத்தின் நேர விகிதமானது சரிவின் கீழ் முறுக்கு விகிதத்திற்கு சமம் இந்தச் சமன்பாட்டை நீங்கள் இயக்கவியல் என்று ஒன்று மற்றும் இரு பரிமாணத்தில் உள்ள பொது நியூட்டனின் சமன்பாட்டுடன் ஒப்பிடும்போது ஒரே ஒரு துகள் மீது செயல்படுவது போதுமானதாக இல்லை, ஏனெனில் நாங்கள் துகள்களின் அமைப்பைப் படிக்கிறோம் மற்றும் பொதுவாக ஒரு பெரிய திடமான உடல் திடமான உடலைப் பற்றி படிக்கிறோம், எனவே மற்றும் சுற்றுப்பாதை கோண உந்தம் போன்ற பிற அளவுகளைப் பற்றி நீங்கள் அறிமுகப்படுத்தும் துகள்களின் அமைப்புக்கு அது மீண்டும் நியாயமானது இலகுவானது, ஏனெனில்  $1$  ஒரு திசையன் அளவு எனவே திசையன்கள் ஆ,  $1$  ஒன்று  $1$  இரண்டு முதலியவை அல்லது துகள்கள்  $n$  துகள்களின் கோணத் தருணம் என்றால், அதன் மொத்த கோண உந்தம் இதன் மூலம் கொடுக்கப்பட்டால், வில்லி என்றால் என்ன நிலை திசையன்  $i$ th துகள் அந்த குறிப்பிட்ட துகளின் உந்த திசையன் உடன் கடக்கப்பட்டது, எனவே தெளிவுக்காக நான் எழுதுகிறேன் நீங்கள்  $mi$  முறைகள்  $vi$  என்று நினைக்கலாம்

அதனால் மொத்த கோண உந்தம் என்னால் இதை எழுத முடியும் நான் ஏற்கனவே எழுதிய விதம் தான் நான் ஒன்றிலிருந்து இதற்கு ஒடுகிறேன் இதைப் போலவும் எழுதலாம்  $ri$  cross  $pi$  ஒன்றிலிருந்து  $n$  வரை ஒடுவது இது இதுதான் ஆ இது துகள்களின் அமைப்பின் கோண

உந்தத்தின் வரையறை இது எப்படி நியாயப்படுத்தப்பட்ட 1 என்பது ஒரு திசையன் அளவு மற்றும் திசையன்களை நீங்கள் சேர்க்கக்கூடிய ஒரு குறிப்பிட்ட துகள் சக்தி  $f_1 \times f_2 \times f_3 \times$  இல் உள்ளதைப் போலவே நீங்கள் அனைத்தையும் சேர்க்கலாம் மேலும் இந்த அளவு  $d_1$  க்கு  $dt$  என்ன என்பதைப் பற்றி இப்போது பேசுவோம்.  $dt$  மூலம்  $dt$  of summation ஐ ஒன்றுக்கு மேல்  $n_1$  க்கு இது சமம்,  $i$  ah ஒவ்வொரு விதிமுறைகளையும் வேறுபடுத்தி, பின்னர்  $d_1$  என்பதை  $dt$   $\tau$   $y$  மூலம் சேர்க்கலாம், அனைத்து திசையன்களுக்கும் மேலாக ஒரு திசையன் தொகையாகும், எனவே  $ah$  சிலவற்றின் விகிதம் மன்னிக்கவும் மொத்த கோண உந்தத்தின் மாற்றம் என்பது அனைத்து முறுக்குகளின் கூட்டுத்தொகைக்கு சமம் இதை நீங்கள் மூலதன  $t$  மூலதனக் கோபுரம் என்று அழைக்கலாம், மாறாக துகள்களின் அமைப்பில் செயல்படும் மொத்த முறுக்கு இது செயல்படும் மொத்த முறுக்கு ஆகும். துகள்களின் அமைப்பு மற்றும் பிற இப்போது நான் கருதுகிறேன்  $r$   $\tau$   $i$  கருதுங்கள்  $\tau$   $y$  என்றால் என்ன  $a$   $ah$   $a$   $ah$  இது உயரத் துகள் நேரங்களின் நிலை திசையன்  $f_i$  சரியானது எனவே இது நாம் ஏற்கனவே பார்த்த  $r$   $i$  நேரங்களுக்கு சமம் சக்திகள் இரண்டு வகையான சக்திகள் உள்ளன ஒன்று வெளிப்புற சக்திகள் உள்ளன ஈர்ப்பு விசையை நீங்கள் மின் புலம் அல்லது காந்தப் புலம் போன்றவற்றில் வைத்தால், அவை உள் விசைகளாக இருக்கலாம் இந்த உள் விசைகள் செயல் வினை மற்றும் எதிர்வினை வகை போன்றது. மற்ற மூலக்கூறின் காரணமாக இந்த முதல் ஒன்றின் மீது நீங்கள் எதிர்வினையைப் பெறுவீர்கள், எனவே உள் சக்திகள் செயல் எதிர்வினை வகையைச் சேர்ந்தவை, பிறகு இந்த சக்திகள் பங்களிக்காது அவை எதிரெதிர் திசையில் உள்ளன, பின்னர் அவை பங்களிப்பதில்லை, எனவே  $\tau$  உள்புறம்  $\tau$  அகம் நீட்டிக்கப்பட்டுள்ளது என்று கூறலாம், எனவே நான் இப்போது  $d_1$  by  $dt$  சமமாக எழுதலாம், எனவே இது இந்த  $\tau$  வெறும் வெளிப்புறமாக குறைக்கப்பட்டுள்ளது ஏனெனில் உள் சக்திகள் பங்களிக்கப் போவதில்லை அவை செயல் எதிர்வினை வகை நீங்கள்  $\tau$  வெளிப்புற சரி என்று எழுதலாம், இதைப் பார்க்கும்போது மணி அடிக்க வேண்டும்

என எழுத முடியும் மொழிபெயர்ப்பு இயக்கம் சுழலும் இயக்கம் அல்லது வேறுபட்ட இயல்பு இருந்தாலும் மொத்த உந்தத்தின் மாற்றம்  $f$  வெளிப்புற வலதுக்கு சமம் அல்லது இரண்டு நிகழ்வுகளிலும் அடிப்படை ஆளும் சமன்பாடுகள் தொடர்பான குறிப்பிடத்தக்க ஒற்றுமைகளை நீங்கள் காணலாம் மொத்த சுற்றுப்பாதை கோண உந்தத்தின் நேர விகிதத்தின் நேர விகிதம் மிகவும் முக்கியமானது சரி, உங்களிடம் ஒரு வகையான நினைவூட்டல் ஓம் உள்ளது ஒரு புள்ளியைப் பற்றிய துகள்களின் அமைப்பு அல்லது ஒரு கோட்டைப் பற்றிய துகள்கள் அல்லது ஒரு கோடு அல்லது ஒரு கோடு பற்றிய அச்சின் கூட்டுத்தொகைக்கு சமம். சிலவற்றின் கூட்டுத்தொகைக்கு சமம். முக்கியமான வெளிப்புற பேச்சுகள் என்று நீங்கள் கூறக்கூடாது ஏனெனில் உள் சக்திகள் இல்லை வெளிப்புறப் பேச்சுக்கள் எதையும் பங்களிக்கப் போகிறது, அதாவது வெளிப்புற சக்திகள் என்ற வாக்கியத்தை மட்டும் சரியின் கீழ் முடிப்பதால் ஒரு சாபம் உள்ளது, எனவே இப்போது கோண உந்தத்தைப் பாதுகாத்தல் கோண உந்தத்தைப் பாதுகாத்தல் பற்றி பேசுவோம். சரி,  $\tau$  வெளிப்புறமானது பூஜ்ஜியத்திற்குச் சமம் என்றால், பூஜ்ஜியத்தைக் குறிக்கிறது,  $dt$ -ல்  $dt$  என்பது பூஜ்ஜியத்திற்குச் சமம், இது எல் என்பது மாறாது என்பதைக் குறிக்கிறது தொழில்நுட்ப மொழியில் நீங்கள் பயன்படுத்த கற்றுக்கொள்ள வேண்டிய 1 இப்போது பாதுகாக்கப்படுகிறது , அடுத்தது என்ன என்பதை நீங்கள் கேட்கும் இயற்கையான கேள்வி என்ன

.  $s$  உங்களிடம்  $dp$  மூலம்  $dt$  இருந்தால், அதை நீங்கள்  $f$  என அழைக்கிறீர்கள்.  $p$  பாதுகாக்கப்படுகிறது என்று கூறுங்கள் ஆ துகள்களின் அமைப்பில் கூட இது உண்மையாகும் , ஏனெனில் நான் சிறிய  $p$  என்று எழுதினாலும் ஒரு துகளின் உந்தத்தை குறிக்கும் இந்த உறவு முறையின் விஷயத்தில் கூட உண்மையாக இருக்கிறது, காரணம் உந்தம் என்பது ஒரு திசையன் நாம் செய்த மொத்த உந்தத்தை நீங்கள் சேர்க்கலாம் சில நிமிடங்களுக்கு முன்பு துகள்களின் மொத்த உந்தம் வெக்டார்  $p$  ஒன் பிளஸ் வெக்டார்  $p$  இதுயாதி அனைத்திலும் உள்ளது மற்றும் இது சரியானது. முறுக்குவிசைகள் மறைந்துவிட்டன இப்போது நாம் ஒரு எளிய சிக்கலைச் செய்வோம் நாம் ஒரு விளக்கப்படம் செய்வோம், பின்னர் நிலையான வேகத்தில் நகரும் ஒரு துகள் பற்றி இப்போது பார்ப்போம் இது ஒரு நிலையான வேகத்தில் நகரும் ஒரு எடுத்துக்காட்டு துகள் இது இது ஒரு எளிய sys tem மற்றும் துகள் இந்த திசையில் நகர்வதைக் கருத்தில் கொள்வோம் , சில தருணங்களில் துகள் இங்கே எங்காவது இருக்க வேண்டும் துகள்களின்

நிலை திசையன் இது தான் சிஸ்டம் ஒருங்கிணைப்பு அமைப்பின் ஆ தோற்றம் சரி பிறகு நான் இதை ப்ராஜெக்ட் செய்வேன் நான் இதை உருவாக்குவேன் மன்னிக்கவும் இது துகள் இது தீட்டா என்று கண்டிப்பாக பேசவில்லை, எனவே நான் அதை கைவிடுவேன் என்பதை நீங்கள் பார்ப்பீர்கள் இங்கிருந்து செங்குத்தாக, இது r எனவே இது தொடர்புடைய பாவம் தீட்டாவுக்கு எதிரானது, எனவே விளக்கம் இது போன்றது ஒரு துகள் நிலையான வேகத்துடன் நகர்கிறது நிலையான வேகம் v எனவே அதன் v aa நிலையான வேகம் எனவே அதன் வேகம் m ஆக v ஆக உள்ளது மிகவும் எளிமையாக இப்போது நான் கணக்கிட விரும்புகிறேன் l1 சமம் l க்கு சமம் r க்கு சமம் r க்கு vr குறுக்கு p க்கு சமம். இது தான் வரையறையின்படி நம்மிடம் ah r உள்ளது, இது திசையன் r இன் அளவு பின்னர் ah m v இன் சின் தீட்டா மற்றும் சிறிய r சிறிய r என்பது உங்களுக்குத் தெரியும் இந்த அளவு மற்றும் சிறிய v என்பது அளவு இந்த திசையன் மிகவும் நிலையானது அதன் திசைகள் என்ன இது நிலை திசையன் இது ஆ இது நிலைத் திசையின் திசை மற்றும் வேகம் இதனுடன் உள்ளது, எனவே இந்த வலது கை கட்டைவிரல் விதியை நான் எடுக்கும்போது, நான் சிறிய கோண லாம்ப்டாவைப் பார்ப்பேன், எனவே இது ஆ திசை என்ன வெளிவருகிறது அல்லது பக்கத்திற்கு ஆம் பக்கத்தில் p இன் திசையை இங்கே எழுதுவேன் இந்த குறிப்பிட்ட புள்ளியில் பக்க முழு எண் பக்கத்தில் p இன் திசை மற்றும் துகள் நேர்கோட்டில் நகரும் போது நான் என்ன செய்வேன் என்பதை நான் கணக்கிட விரும்புகிறேன் ym என்றால் என்ன, நான் எதை அழைக்க விரும்புகிறேன் இதைத்தான் நான் அழைக்கிறேன் m sine theta என்பது r ஆல் வகுக்கப்படும் om க்கு சமம் என்று வைத்துக் கொள்வோம், இது om ஐ r ஆல் வகுத்ததைக் குறிக்கிறது, எனவே நான் கணக்கிடுகிறேன் மன்னிக்கவும் இது திசையைக் குறிப்பிடவில்லை a this vector this vector என்று எழுதினால் இது சரியல்ல இது திசை சரி சரி, இப்போது நான் இதைப் பற்றி எழுதுவேன் அளவு மட்டுமே நான் எழுதுகிறேன், அதனால் நான் இதைப் பற்றி கவலைப்படத் தேவையில்லை r இன் mv க்குள் oh க்கு ym ஆல் r sin om is r sin theta om is r sin theta எனவே நான் சமம் ஆ ஆர் சைன் தீட்டா ஒரு நிமிடம் கூட்டல் ஐம் ஆர் சைன் தீட்டா ஆம் இந்த ஆர் பாவம் நான் அதை ஆர் சின் தீட்டா என்று எம்வியில் எழுதுவேன் இது ஓம் ஆர் சின் தீட்டா டைம்ஸ் எம்வி இப்போது நாம் செய்துவிட்டோம் காரணம் துகள் நேர் கோட்டில் நகர்கிறது ஆ கோண உந்தத்தின் அளவு என்ன என்பதைக் கணக்கிட்டோம், அதன் அளவு கோண உந்தத்தின் அளவு இந்த குறிப்பிட்ட நீளம், இது ym முறை ah mv வலது, எனவே இது ah sine theta என்பது om by r க்கு சமம். அவ்வாறு செய்தீர்கள் இதிலிருந்து துகள் இங்கே இருக்கிறதா அல்லது துகள் இங்கே இருக்கிறதா அல்லது துகள் இங்கே இருக்கிறதா துகள் இந்த தூரம் இந்த விளம் இந்த தூரம் எப்போதும் இந்த விளம் ஆகும், நீங்கள் சுற்றுப்பாதையின் அளவைக் கணக்கிடும்போது இந்த தூரம் ym ஆகும். கோண உந்தம் தீட்டா அசையும் போது மாறுபடும் ong எவ்வாறாயினும் இது எப்பொழுதும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும் ym ஒன்றே எனவே இது ah ஐ குறிக்கிறது, உடன் ஒரு துகள் ஒரு நிலையான வேகத்துடன் நகர்கிறது என்றால், அதன் சுற்றுப்பாதை கோண உந்தம் ஒரு தோற்றத்தைப் பொறுத்து ஒரு நிலையான இயக்கமாக இருக்கும், எனவே l என்பது ஒரு நிலையான இயக்கமாகும் எனவே dte மூலம் dl க்கு என்ன நடக்கும், எனவே இங்கு முறுக்குவிசை இல்லை என்பதை நீங்கள் பார்க்கலாம் ஆ , இதை வைத்து நான் சுருக்கமாக சொல்லலாம் என்று நினைக்கிறேன் இன்று நாம் ஒரு முறுக்கு மற்றும் கோண உந்தத்தின் வரையறையுடன் தொடங்கினோம், பிறகு என்ன இணைப்பு என்பதைக் காண்பித்தோம் முறுக்கு மற்றும் கோண உந்தத்திற்கு இடையே எந்த நிபந்தனைகளின் கீழ் l பாதுகாக்கப்படுகிறது முறுக்கு விசை பின்னர் குறுக்கு தயாரிப்புகள் முறுக்குகளைக் கணக்கிடும் இந்த குறிப்பிட்ட சிக்கலை உள்ளடக்கிய சூழ்நிலையின் சில எளிய உதாரணங்களைக் கருத்தில் கொண்டோம். அதனால் நீங்கள்