कण आणि कठोर गतीच्या प्रणालींची विविध उदाहरणे आणि आम्हाला समजले की अशा समस्यांचा अभ्यास करण्यासाठी मध्यवर्ती महत्त्वाची संकल्पना म्हणजे वस्तुमान केंद्र ही संकल्पना आहे, मग काल आम्ही पुढे पुढे गेलो आणि पुढे गेलो आणि आम्ही केंद्राच्या वेगाची संकल्पना मांडली. वस्तुमानाचे त्याचप्रमाणे वस्तुमानाच्या केंद्राचे प्रवेग या दोन संकल्पना मांडल्या गेल्या आणि मग आम्ही ah मल्टी-पार्टिकल सिस्टीमच्या सर्वात सोप्या केसमध्ये दोन कण प्रणालीची चर्चा केली जिथे गती केंद्राच्या गतीमध्ये विभक्त किंवा विभाजित होते. वस्तुमान आणि इतर एक याला सापेक्ष गती म्हणतात किंवा प्रभावी वस्तुमानाची संकल्पना आहे आणि म्हणून आम्ही या दोन कण प्रणालीच्या प्रणालीची एकूण गतीज उर्जा मोजली होती तेव्हा आम्हाला समजले की या दोन कण प्रणालीची ही गतिज ऊर्जा असू शकते. वस्तुमानाच्या केंद्राशी संबंधित आणि घटलेल्या वस्तुमानाशी संबंधित त्यामध्ये विभाजित करा आणि ठीक आहे आणि असे दिसते की कमी वस्तुमान सापेक्ष वेगासह फिरते v एक आणि v दोन मधील ity नंतर काल आम्ही कणांच्या प्रणालींचा अभ्यास करण्यासाठी पुढे गेलो आणि आम्हाला समजले की आम्हाला काही अतिरिक्त संकल्पनांची आवश्यकता आहे जसे की कणांच्या प्रणालींच्या बाबतीत आपण संवेग प्रवेग या संकल्पनेचे सामान्यीकरण कसे करावे म्हणून आम्ही ही कल्पना मांडली. वस्तुमानाच्या केंद्राचा वेग, वस्तुमानाच्या केंद्राचा प्रवेग इत्यादि आम्ही दोन कण प्रणालीचे एक अतिशय मनोरंजक उदाहरण मानले आहे की ते कसे चालते आणि ते असे झाले की या दोन कण प्रणालीची गती समजा मी पाहतो. गतीज उर्जा ही एकूण गतीज उर्जा दोन भागांमध्ये विभागली जाऊ शकते एक वस्तुमानाच्या केंद्राच्या गतिज ऊर्जेशी संबंधित आणि दुसरा कमी वस्तुमानाच्या गतिज उर्जेशी संबंधित कमी वस्तुमानाचा वेग किती आहे तो v दरम्यानचा सापेक्ष वेग आहे एक आणि v दोन हे दोन कणांशी संबंधित वेग आहेत आणि आज आपण या प्रकरणात लक्षात ठेवलेल्या कणांच्या प्रणालींच्या आह रोटेशनल गतीचा अभ्यास करण्यासाठी पुढे जाऊ.

कणांच्या प्रणालींचे ते एकतर शुद्ध भाषांतर असू शकते किंवा ते शुद्ध रोटेशन असू शकते किंवा दोन्ही असू शकते म्हणून आह आम्हाला काय हवे आहे की मी म्हणू शकतो की रोटेशनल गतीला कसे सामोरे जावे आणि आजच्या विषयामध्ये आपण ah वेक्टर उत्पादनाचा विचार करणार आहोत. जेव्हा आपल्याकडे दोन सदिश a आणि b असतात तेव्हा या दोन सदिशांमधील क्रॉस उत्पादन काय असते आपल्याला या वेक्टर उत्पादनांची आणि कोनीय वेगाची आवश्यकता असते जर एखादे शरीर एका अक्षाभोवती फिरत असेल तर त्यावरील प्रत्येक बिंदूचा कोनीय वेग असेल.

या शरीरावरील प्रत्येक बिंदूमध्ये कोनीय प्रवेग देखील असेल,

त्यामुळे आपल्याला हे लक्षात येते की आपण हळूहळू स्वतःला विविध संकल्पनांसह सुसज्ज करत आहोत आणि पद्धतींना कण आणि कठोर गतीच्या प्रणालींना सामोरे जावे लागते आणि ठीक आहे म्हणून हा कोनीय वेग सामान्यपणे ओमेगा वेक्टर आणि कोनीय द्वारे दर्शविला जातो. प्रवेग हे सहसा अल्फा द्वारे दर्शविले जाते हे अगदी प्रमाणित नोटेशन्स आहेत आणि आता आम्हाला थोडेसे करावे लागेल तुम्हाला असे वाटेल की ते गणित आहे परंतु मी प्रतिनिधी ठेवतो तसे तसे नाही. माझ्या लेक्चर्समध्ये जेवताना गणिताला घाबरू नका किमान या स्तरावर तुम्ही जे काही गणित येत आहात ते भौतिक समस्यांचा अभ्यास करण्यासाठी एक साधन म्हणून हाताळा आणि म्हणून प्रथम आपल्याकडे व्हेक्टर उत्पादने असतील अहो त्याआधी मला समजा माझ्याकडे दोन वेक्टर आहेत a आणि b याआधी तुम्हाला या दोन व्हेक्टरमधील डॉट प्रोडक्ट म्हणून ओळखले जाणारे डॉट प्रोडक्ट आणि दोन व्हेक्टर्सचे डॉट प्रॉडक्ट डॉट प्रोडक्ट म्हणून ओळखले गेले असते ज्याला डॉट बी हे a च्या मॉड्यूलसच्या बरोबरीचे असते. व्हेक्टरची लांबी सदिशाच्या लांबीच्या पटीने या दोन व्हेक्टरमधील कोनाच्या b पट आहे आता याचे एक साधे उदाहरण म्हणजे समजा बल एखाद्या कणावर कार्य करत आहे असे समजू या की बल सदिश कणावर कार्य करत आहे .

फोर्स व्हेक्टर मला सांगू द्या आणि नंतर ते थोड्या अंतराने विस्थापनाने हलते ds आपण म्हणू या मग या कणावरील बलाने केलेले कार्य लहान असीम विस्थापन हलवण्यामध्ये आहे f डॉट ds बरोबर तर आपण हा कण चला वरून हलवत आहोत एका विशिष्ट बिंदूला a ते विशिष्ट बिंदू b म्हणा मग कणावरील बलाने केलेले कार्य अविभाज्य आहे f डॉट केलेले ds सह a ते b एकत्रीकरण,

त्यामुळे या गोष्टी तुम्हाला कळल्या असतील आता आम्ही दोन सदिशांमधील बिंदू उत्पादन पाहणार आहोत. एक स्केलर प्रमाण आहे तो स्केलर आहे तो सदिश नाही तो एक संख्या असेल आता आपण दोन सदिशांमधील सदिश गुणाकार कशाला म्हणतात याचा विचार करणार आहोत त्याची व्याख्या अशी केली आहे समजा माझ्याकडे एक सदिश आहे, माझ्याकडे एक सदिश आहे असे माफ करा हा वेक्टर छोटा वेक्टर आहे a हा छोटा वेक्टर आहे b तेथे पहा हा वेक्टर a आणि वेक्टर b ते एकमेकांना लंब नसतात ते काही कोन बनवतात ते लंब असू शकतात सर्वसाधारणपणे आपल्याला ते अशा प्रकारे घेण्याची आवश्यकता नाही म्हणून वेक्टर a मधला कोन आणि व्हेक्टर b थीटा असेल तर या दोन व्हेक्टरमधील क्रॉस उत्पादन दुसर्या वेक्टर c द्वारे दर्शविले जाते जे व्हेक्टर a आणि व्हेक्टर b दोन्हीला लंब आहे म्हणून हा व्हेक्टर या व्हेक्टरने तयार केलेल्या प्लेनला लंब असतो. लहान b म्हणून हे असे दर्शवले आहे आणि आपल्याला त्यास दिशा द्यावी लागेल मी त्यात काय आहे ते समजावून सांगेन आता उजव्या हाताच्या स्क्रूची संकल्पना काय आहे ते मी येथे समजावून सांगेन उजव्या हाताचा स्क्रू म्हणजे काय समजा माझ्याकडे आहे. यासारखा एक स्क्रू ही स्क्रूची टीप आहे म्हणून याला तुम्ही अह स्क्रू कडा म्हणता आणि मग हा अक्ष आहे उजव्या हाताच्या स्क्रूची संकल्पना अशी आहे समजा ही दिशा a ची दिशा दर्शवते आणि मग तुमच्याकडे हे आहे bi ची दिशा हीच गोष्ट दर्शवत आहे प्रत्यक्षात मी स्वतः येथे एक स्क्रू काढू शकलो असतो पण मला आकृती गुंतागुंतीची बनवायची नव्हती जेव्हा तुम्ही a ते b कडे फिरता तेव्हा स्क्रूला पुढे जावे लागते वरच्या दिशेने पुढे जा म्हणजे ही परिस्थिती अशा प्रकारे दर्शविली जाते की उजव्या हाताचा स्क्रू काय आहे ठीक आहे आता आपण असे म्हणूया की हे मधले बोट कोणत्याही दिशेने दर्शवू शकते हे थोडेसे ठीक आहे आणि मग हे व्हेक्टर म्हणजे हे खूप कठीण आहे जणू तुम्हाला हे संपूर्ण पहावे लागेल एनजी हा येथे एक बिंदू आहे आणि तो एका दिशेने निर्देशित करतो हा सदिश थोडासा b आहे

त्यामुळे मी आता तो कसा दुमडतो यावर अवलंबून या दोघांमधील कोन काही थीटा आहे जेव्हा मी एका वरून फिरतो तेव्हा अंगठा स्क्रूच्या प्रगतीच्या गतीची दिशा दर्शवतो. b करण्यासाठी स्क्रूला वरच्या दिशेने पुढे जावे लागेल आणि मला ते पुन्हा करू द्या आणि जेव्हा तुम्ही a वरून b कडे फिरता तेव्हा स्क्रू पुढे जातो यालाच उजव्या हाताचा स्क्रू म्हणतात, तुमच्या खाली डाव्या हाताचा स्क्रू देखील असू शकतो आणि आम्हाला याची काळजी नाही. या मानक नियमावलीचे पालन करेल

त्यामुळे या दोन व्हेक्टरमधील थोडे a आणि थोडे b मधील क्रॉस उत्पादन हे व्हेक्टर a चे मॉड्यूलस मध्ये व्हेक्टर b चे मॉड्यूलस मध्ये

सिन थीटा आहे आणि लक्षात ठेवा की हे रोटेशन हे दिशा दर्शवणारे आहे की त्याचे व्हेक्टर प्रमाण मला सूचित करणे आवश्यक आहे. येथे एक युनिट वेक्टर ठेवा म्हणजे हे युनिट वेक्टर आहे युनिट व्हेक्टर असे आहे की ते उजव्या हाताच्या स्क्रूच्या पद्धतीचे पालन करते आणि ठीक आहे आता हे आहे तुम्ही हा कोन थीटा कसा घ्याल तुम्ही आता हा थीटा कसा घ्याल आह कोनावर अवलंबून आहे दरम्यान en a आणि b theta 180 अंशांपेक्षा कमी असू शकते किंवा theta 180 अंशांपेक्षा जास्त असू शकते हे कन्व्हेन्शन आहे theta घेतले जाते थिटा लहान कोनातून घेतले जाते जे एक ऐंशी अंशापेक्षा कमी आहे ठीक आहे म्हणून जेव्हा दोन रेषा एकमेकांना छेदतात तेव्हा तुमच्याकडे असेल दोन कोन एक थीटा आहे आणि दुसरा विरुद्ध आहे

त्यामुळे तुम्ही कोणता कोन घ्याल यावर अवलंबून आहे तो नेहमी लहान कोन म्हणून घेतला जातो जो 180 अंशांपेक्षा कमी असतो ही आता संकल्पना आहे आह हे व्हेक्टर उत्पादन दोन वेक्टरमधील विविध नियम आहेत. क्षमस्व विविध गुणधर्म विविध गुणधर्म प्रथम एक क्रॉस b हा b क्रॉस सारखा नाही समजा b क्रॉस घेत होता तेव्हा तो b क्रॉस a सारखा नाही जेव्हा तुम्ही b क्रॉस घेता तेव्हा b वरून a कडे फिरत इतर मार्गाने योग्य म्हणून हे आहे वजा b क्रॉस a प्रमाणेच या गोष्टी आहेत ज्या तुम्ही आता परावर्तन अंतर्गत स्वतःला पटवून देऊ शकता म्हणजे मला काय म्हणायचे आहे परावर्तन a वजा a ला जातो आणि सदिश b ला वजा b ला जातो मग ah a क्रॉस b प्रमाणेच वजा b सह क्रॉस केले जाते प्रतिबिंब अंतर्गत n क्रॉस उत्पादन समान राहते ते आता अपरिवर्तनीय राहते ah पासून एक सोपा गुणधर्म म्हणजे तिसरा गुणधर्म म्हणजे क्रॉस a म्हणजे कोन शून्य होण्यापूर्वी शून्य होणार आहे म्हणून कोणत्याही सदिशाचे क्रॉस उत्पादन शून्य आहे आता आपण आलो आहोत. समन्वय प्रणालीचे ah एकक सदिश जर माझ्याकडे येथे असतील तर हे ij k आहे असे म्हणू या यापैकी कोणत्याही दोन सदिशांपैकी प्रत्येकामधील कोन 90 अंश आहे हे एकक वेक्टर आहेत म्हणून तुम्ही याला i jk प्रणाली लक्षात ठेवा काहीवेळा हे एक्स दिशेच्या बाजूने एक्स युनिट व्हेक्टर म्हणून देखील वापरले जाते y दिशेच्या बाजूने एकक व्हेक्टर आणि z दिशेच्या बाजूने एकक वेक्टर असे कन्व्हेन्शन देखील असते

त्यामुळे लोक जेव्हा भिन्न नोटेशन वापरतात तेव्हा तुम्ही गोंधळून जावे म्हणजे तुम्ही i डॉट j काय आहे हे पाहू शकता. i डॉट j घ्या ते आपोआप k होईल म्हणजे ते चक्रीय आहे त्याचप्रमाणे j बिंदू k समान आहे i काय आहे i क्रॉस ii सह क्रॉस केले i काय आहे ते शून्य आहे कोणत्याही सदिशाचे क्रॉस गुण स्वतःच असतात म्हणून तेथे तीन व्हेक्टर आहेत नऊ उत्पादने जेणेकरून तुम्ही वाचू शकता lize की आह त्यापैकी फक्त दोनच समजा तुम्ही j क्रॉस i घेतला तर तुम्ही j क्रॉस i घेतला तर ते निश्चितपणे एकक वेक्टर असेल जे व्हेक्टर j क्रॉस i द्वारे दर्शविलेले वेक्टर दोन्हीच्या दिशेने लंब असेल परंतु तुम्ही क्रॉस पार्ट घेत आहात विरुद्ध दिशा म्हणून या गुणधर्माद्वारे ते उणे k ठीक आहे बरोबर आहे

त्यामुळे हे डॉट उत्पादनांचे विविध गुणधर्म आहेत जे मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातील आता एक सामान्य आह स्मोनिक फॉर्म्युला आहे जेव्हा मी म्हणू की a is equal to axi plus ah sorry ayj अधिक azk आणि व्हेक्टर b हे सर्व कार्टेशियन नोटेशनमध्ये आहेत

त्यामुळे x घटक वेळा i अधिक y घटक वेळा j अधिक z घटक वेळा k नंतर क्रॉस b त्याची गणना केली जाते एक सूत्र आहे हा एक प्रकारचा निमोनिक आहे तो एक निर्धारक ijkax आहे ayazbxbydz तुम्ही गणना कशी करता ते मी तुम्हाला प्रथम सांगणार आहे, तुम्हाला माहित आहे की निर्धारक कोणत्याही पंक्ती किंवा कोणत्याही स्तंभाद्वारे विस्तारित केले जाऊ शकते परंतु हे केवळ एक स्मृतीशास्त्र आहे तुम्ही ते करू शकत नाही येथे तुम्हाला ते नेहमी पहिल्या पंक्तीतून करावे लागेल हा एक प्रकारचा लक्षात ठेवण्याचा मार्ग आहे. एक कार्यपद्धती लक्षात ठेवा मी म्हणून हा स्तंभ सोडा आणि ही पंक्ती सोडा तुम्हाला या निर्धारकासह सोडले जाईल, मग हे काय असेल हे आयडीझ वजा बायज असेल मग वजा जे प्रत्यक्षात तुम्ही आता काय करता ते मी मिटवीन अहो मी येथे काय केले आहे म्हणून मी काढू शकतो मी दुसरा घटक लिहिणार आहे म्हणून मी याला लीड एलिमेंट म्हणून घेईन म्हणून हा स्तंभ मी सोडला पाहिजे आणि नंतर ही पंक्ती मी सोडली पाहिजे जेव्हा मी असे करतो तेव्हा मी एक वजा चिन्ह ठेवतो तेव्हा ही कुऱ्हाड bz मध्ये असेल वजा bx गुणा एक एक म्हणून axbz वजा azbx अधिक नुकसान घटक म्हणून शेवटच्या घटकासाठी मी काय करावे मी हा स्तंभ सोडला पाहिजे आणि हा वाढला पाहिजे तो axby असेल तो axby उणे bxey आहे ठीक आहे तुम्ही गणना कशी करता आणि म्हणून तुम्ही हे केले पाहिजे पुस्तकांमधून अशा विविध समस्या करण्याचा प्रयत्न करा आता मी एक साधे उदाहरण घेईन आणि क्रॉस प्रोडक्टचा एक महत्त्वाचा गुणधर्म स्पष्ट करेन जे आम्ही आधीच सांगितले आहे पण फक्त उदाहरण म्हणून समजा मी दोन आह घेतो मी दोन सदिश घेतो एक सदिश म्हणजे एक सदिश आहे. i अधिक दोन j अधिक तीन k आणि नंतर b सदिश i अनियंत्रितपणे कोणतेही दोन सदिश घेऊ शकतात दोन i अधिक तीन j अधिक चार k कोणतेही दोन सदिश घ्या

त्यामुळे मला क्रॉस b काय आहे हे काढायचे आहे ते खूप सोपे आहे ijk आणि नंतर घटक एक आहे येथे दोन हे तीन आहेत bi चे घटक लिहावेत येथे दोन तीन आणि चार , मला वाटते की हे दोन सदिश एकमेकांना लंब नसतात हे आता i गुणिले i गुणिले चार ते दोन आठ आठ वजा नऊ अधिक वजा j मध्ये चार वजा सहा चार वजा सहा अधिक k एककात असेल. व्हेक्टर k तीन वजा चार मध्ये आहे म्हणजे हे वजा i आहे मग हे अधिक दोन आहे j वजा k हा एक क्रॉस b सदिश आहे आता मी काय करू मी सांगेन जसे मी तुम्हाला सांगतो तेव्हा माझ्याकडे दोन सदिश असतात एक आहे दुसरा b हा आहे ab हा c सदिश बरोबर असणार आहे आणि हा c सदिश आहे कारण c सदिश हा a आणि b दोघांनाही लंब असतो, हीच आमची व्याख्या म्हणते चला तपासूया म्हणजे दोन सदिश लंब असताना मी c डॉट a मोजू. डॉट उत्पादन नाहीसे व्हायला हवे ते योग्य आहे का आपण वजा i अधिक दोन j वजा तपासूया k सह डॉट केलेले i घ्या a

so i अधिक दोन j अधिक तीन k म्हणजे हे उणे एक अधिक चार वजा तीन असेल ते शून्य आहे

त्यामुळे हे स्पष्ट आहे की जेव्हा माझ्याकडे दोन सदिश a आणि b असतील तेव्हा ते कोणतेही कोन बनवतील जेव्हा मी क्रॉस गुणाकार काढतो a येथे b येथे नंतर ते दोन्हीसाठी लंब असेल

त्यामुळे एकतर सदिश सह ठिपके असलेला हा सदिश शून्य आहे हा सदिश b सह ठिपका असलेला सदिश देखील शून्य आहे
त्यामुळे तुम्ही विविध समस्या करून अशा प्रकारची गणना करू शकता.

मानक पाठ्यपुस्तके आणि ठीक आहे, आता आपण हे सदिश उत्पादन का सादर केले सर आता हे आपले जीवन कोनीय वेग आणि

कोनीय कोनीय प्रवेग अभ्यासणे सोपे करते आणि या गोष्टींचा अभ्यास करण्यासाठी हे सदिश उत्पादन एक अतिशय सोयीचे साधन आहे ते आपण ते कसे करू ते पाहू .
लक्षात ठेवा आपण एका कठोर आह कठोर वस्तूच्या गतीचा अभ्यास करणार आहोत
त्यामुळे आपण पाहणार आहोत म्हणून मी एका अक्षाबद्दलच्या कठोर शरीराच्या हालचालीचा विचार करणार आहे मला एक चांगला आकृती काढण्याची आवश्यकता आहे
त्यामुळे माझ्याकडे एक अक्ष आहे म्हणून आपण हे सांगूया अक्ष आहे ज्याबद्दल ते फिरत आहे मग मी विचार करतो आह मी हा वेगळ्या रंगाचा खडू काढेन मी एका मिनिटात ते काय आहे ते समजावून सांगेन मी येथे एका बिंदूचा विचार करणार आहे मी एका बिंदूचा विचार करणार आहे या बिंदूचा विचार करणार आहे मी मला करू देईन हा अक्ष आहे हा x अक्ष आहे माफ करा हा y अक्ष आहे हा x अक्ष आहे हा z अक्ष आहे तर या अक्षाबद्दल हा धनुष्य मूळ आहे या अक्षाबद्दल जेथे कठोर शरीर फिरत आहे मी एक बिंदू p विचारात घेत आहे जे मी येथे करत आहे ठीक आहे आता आपण असे म्हणूया की जसा कठोर शरीर फिरतो तसा हा कण p वर्तुळाच्या टोकावर फिरेल जे मी येथे सूचित केले आहे ते वर्तुळाचे टोक आहे सामान्यतः पाठ्यपुस्तकांमध्ये ते स्लॉट केलेल्या ओळींनी ते दर्शवतात ठीक आहे हे एक विमान आहे या रंगीत वर्तुळाचा किनारा हा प्रत्यक्षात विमानात आहे याप्रमाणे मी या बिंदूला c म्हणेन आता जेव्हा तो थोडा फिरतो तेव्हा तो एका राशीने जातो डेल्टा थीटा कोनीय विस्थापन डेल्टा थीटा आहे
त्यामुळे हा बिंदू p अविभाज्य आहे ah द्वारे जेव्हा कण p वरून p   प्राइमकडे जातो तेव्हा कोनीय विस्थापन डेल्ट होते a theta so delta theta angular displacement
त्यामुळे तुम्हाला या मूलभूत कल्पना तुमच्या मनात अगदी स्पष्टपणे मिळायला हव्यात की हा एक स्थिर अक्ष आहे कृपया लक्षात ठेवा की हा एक स्थिर अक्ष आहे या अक्षाबद्दल हा कठोर शरीर फिरत आहे आणि आता ही संकल्पना आहे. जे सामान्यत: पुस्तकांना त्याची फारशी पर्वा नसते पण मला वाटते की मध्यांतर डेल्टा वर मध्यांतरापेक्षा सरासरी कोनीय वेग सरासरी कोन ज्याला म्हणतात ते आपण लक्षात ठेवले पाहिजे t टाइम डेल्टा t   अनंत चिन्ह वेळ डेल्टा t द पॉइंट p हलतो. p या विशिष्ट स्थितीपासून p प्राइम आणि संबंधित कोनीय विस्थापन डेल्टा थीटा वर जातो आणि लक्षात ठेवा की या सर्व गोष्टी या बोर्डच्या लंब असलेल्या विमानात घडत आहेत, तुम्ही वरून पाहू शकता ठीक आहे हे डेल्टा थीटा द्वारे डेल्टा द्वारे दिले आहे आता तुम्ही घ्या मर्यादा म्हणून डेल्टा थीटा द्वारे डेल्टा टी म्हणून डेल्टा टी म्हणून शून्याकडे झुकत आहे पहा या कॅल्क्युलस संकल्पना या प्रकारच्या समस्या समजून घेण्यासाठी अत्यंत आवश्यक आहेत हे थीटाच्या व्युत्पन्नाने दिलेल्या वेळेच्या संदर्भात आहे. तात्कालिक त्वरित कोनीय वेग ओमेगा म्हणून ओळखला जातो लक्षात ठेवा हा वेग एक सदिश परिमाण आहे म्हणून कोनीय वेग असेल तर ओमेगाची दिशा काय आहे म्हणून काटेकोरपणे सांगायचे तर मी असे लिहावे फक्त मोठेपणा आहे
त्यामुळे ओमेगाची दिशा ठीक आहे ओमेगा असा आहे की होय आता तुम्हाला अंदाज आला असेल की काय होणार आहे कारण एका विमानात फिरत आहे
त्यामुळे ओमेगा दिशा आहे ती अह द्वारे निर्दिष्ट केली जाईल ती उजव्या हाताचा स्क्रू कशामुळे निर्दिष्ट केली जाईल. त्याचा उजव्या हाताचा स्क्रू आह आहे हा किती बरोबर आहे, ही दिशा आहे आणि म्हणून जेव्हा तुम्ही अशा प्रकारे फिरवाल तेव्हा उजव्या हाताचा स्क्रू आत्ता वर पुढे जाईल, आपण आह हा काय संबंध आहे जेथे रेखीय वेग असणार आहे रेखीय वेग असेल येथे हे विशिष्ट बिंदूवर स्पर्शिक असेल p ते विशिष्ट बिंदूवर असेल ते त्याच्याशी स्पर्शिक असेल आता आपल्याला विविध संबंध मिळणे आवश्यक आहे .
मी ते वाढवीन आणि ते येथे काढेन हे सर्वात वरचे दृश्य आहे जेव्हा तुम्ही वरून पहात असता तेव्हा तुम्ही पाहू शकता की ही त्रिज्या आहे असे म्हणूया की मी ही त्रिज्या r म्हणून घेईन आणि माझ्याकडे एक कोन असेल तो या रकमेने जाईल डेल्टा टी हे ds प्रत्यक्षात सामील होत आहे म्हणून r वेळा डेल्टा थीटा म्हणजे काय डेल्टा s
so r मध्ये डेल्टा थीटा द्वारे डेल्टा t आहे डेल्टा s द्वारे डेल्टा टी आता मर्यादा डेल्टा टी वरून शून्य मर्यादा म्हणून डेल्टा टी शून्याकडे झुकत आहे हा संबंध d थिटा d मध्ये d होईल d d d d   च्या बरोबर dt हा रेषीय वेग आहे कारण डेल्टा s हे विस्थापन आहे म्हणून ते v असेल हे प्रमाणिक संबंध आहे r ओमेगा समान आहे v ज्याचा अभ्यास केला जातो तेव्हा आपण विचार करता वर्तुळाच्या बाजूने कणाची हालचाल आणि आत्ता आपण यावर विचार करणे आवश्यक आहे की v हा सदिश कसा आहे ओमेगा हा सदिश वर्तुळासारखा दिसतो कारण आपण बाजूने पाहत आहोत आणि हा स्थिर अक्ष आहे मी एका विशिष्ट बिंदूचा विचार करतो किंवा हा बिंदू आहे c हा p बिंदू आहे म्हणून तो ah असेल ही रेखीय वेगाची दिशा आहे ity ही कोनीय वेगाची दिशा आहे या गोष्टी आम्ही आत्ताच निश्चित केल्या आहेत आह आणि अधिक चांगले , म्हणून मी या बिंदूमध्ये सामील होणार आहे माफ करा , म्हणून हा बिंदू मूळ आहे हा पोझिशन वेक्टर आहे r   याला सामान्यतः किंवा लंब म्हणून ओळखले जाते. हा देखील एक सदिश इथून इथपर्यंत हा एक सदिश आहे मी फक्त परिमाण दर्शवित आहे आणि बरोबर म्हणून आता आपण ओमेगा क्रॉस r समजतो r ओमेगा क्रॉस काय आहे r   ओमेगा क्रॉस ओमेगा इथे आहे r इथे ओमेगा क्रॉस आहे r ओमेगा क्रॉस सारखा आहे ah   oc ah हा व्हेक्टर हा व्हेक्टर अधिक हा वेक्टर सारखा आहे
त्यामुळे oc व्हेक्टर अधिक cp व्हेक्टर म्हणून हे ओमेगा क्रॉस असेल हे वेक्टर उत्पादन वितरणात्मक आहे याचा अर्थ हा क्रॉस यासह हा क्रॉस या ओसीसह ओमेगा ओलांडला आणि cp सह ओमेगा क्रॉस केले हे तुमच्या लक्षात आले आहे ओमेगाची दिशा आणि oc ची दिशा सारखीच आहे म्हणून हे नाहीसे होईल हे शून्य होईल
त्यामुळे आपल्याकडे ओमेगा क्रॉस असेल r   समान ओमेगा क्रॉस cp   आहे पहा ओमेगा क्रॉस cp लंब आहे ओमेगा क्रॉस c p bot ला लंब आहे h ओमेगा आणि cp व्हेक्टर आणि आणि याला लंब असलेला वेक्टर कोणता आहे आणि हा व्हेक्टर आहे ठीक आहे, तर मी हे पुन्हा सांगतो हा ओमेगा क्रॉस सीपी ओमेगा व्हेक्टर आणि सी व्हेक्टरला लंब आहे आता आपल्याकडे आधीपासूनच एक आहे. वेक्टर किंवा वेक्टर दिशा जी या दोन्ही दिशांना लंब आहे जी cp ची दिशा आहे आणि ओमेगा आणि cp लंब असल्याने हे लंब आहे हे लंब आहे म्हणून जेव्हा मी डॉट उत्पादन घेतो तेव्हा माझ्याकडे फक्त सीपीच्या मॉड्यूलसमध्ये ओमेगाचे मॉड्यूलस असेल. काहीही नाही पण cp च्या cp च्या मजबुतीची लांबी ही आहे ज्याला r लंब किंवा लंब म्हणतात म्हणून आपला हा संबंध आहे ओमेगा क्रॉस r

आता v च्या बरोबर आहे म्हणून संबंधासाठी काय आहे जे आपण ओमेगा क्रॉस केले आहे. परिमाणाचा एक सदिश ओमेगा लंबवत असतो आणि वर्तुळाच्या स्पर्शिकेच्या बाजूने असतो
त्यामुळे रेखीय वेग p वर रेखीय वेग v ची परिमाण आणि दिशा समान असते जी आपण पाहिली आहे की रेखीय वेग काय आहे ओमेगाच्या रेषीय वेगाची परिमाण आहे ही गणना आहे जी येथे दर्शविली आहे r ओमेगा आणि रेखीय वेग हा r   आणि ओमेगाला लंब आहे म्हणून आम्ही म्हणतो की ओमेगा क्रॉस व्हेक्टर ओमेगा व्हेक्टर r सह क्रॉस केलेला वेक्टर व्हेक्टरच्या बरोबरीचा आहे आणि हे असू शकत नाही गोष्टींकडे पाहण्याचा अतिशय कठोर मार्ग परंतु भूमिती आपल्याला एक अंतर्दृष्टी देते की आपण काय केले आहे ते म्हणजे मला पुन्हा पुन्हा सांगू द्या प्रथम आपण एका कणाच्या शुद्ध गोलाकार गतीचा विचार करू मग आपण दाखवले की r ओमेगा v च्या बरोबरीचे आहे जे सहसा केले जाते मग आपण विचार करू येथे आपण ओमेगा वेक्टर आणि आर व्हेक्टर असे दोन वेक्टर घेतो आणि क्रॉस उत्पादनाचा विचार करतो आणि जेव्हा आपण असे करतो तेव्हा आपल्या लक्षात येते की हा ओमेगा क्रॉस आर व्हेक्टर ओमेगा क्रॉस सीपी व्हेक्टर सारखाच आहे आणि जेव्हा आपल्याला पाहिजे तेव्हा त्याचे परिमाण हे योग्य नाही तेव्हा मी करू. मला येथे एक पायरी लिहिण्याची गरज आहे, मी ते येथे करेन
त्यामुळे आता ओमेगा क्रॉस सीपी हे ओमेगाच्या बरोबरीचे आहे मला याचे परिमाण हवे आहे हे ओमेगा क्रॉस सीपी वेक्टर आहे हे ओमेगा टाइम्स किंवा लंब सारखे आहे
त्यामुळे ओमेगा क्रॉस वेक्टर लंब आहे ओमेगा आणि व्हेक्टर r या दोन्हींना ओमेगाने दिलेले मोठेपणा लंब आहेत आणि ते बिंदू p वर वर्तुळाच्या स्पर्शिकेच्या दिशेने आहे,
त्यामुळे यावरून आपण ओळखतो की दोन्ही समान असले पाहिजेत आणि लिहू की ओमेगा क्रॉस r हा ओमेगा क्रॉस सारखाच आहे. r ठीक आहे आता आम्ही गोष्टींचा वापर करणार आहोत
त्यामुळे एका स्थिर अक्षाभोवती फिरण्यासाठी ओमेगाची दिशा बदलत नाही जर तुमचा अक्ष स्थिर असेल आणि ओमेगाची दिशा फिरवायची असेल तर ती नेहमी अंगठ्याने सामान्य रोटेशनमध्ये दर्शविली जाईल. ओमेगा पॉईंट टू पॉईंट इत्यादि बदलू शकतो कोनीय प्रवेग पुढील संकल्पना आहे angular axis d omega by dt   मी कोनीय वेग वेक्टर वर जात आहे ते वेळेच्या संदर्भात फरक करा जे अल्फा बरोबर असेल जे दर्शविते की कोनीय प्रवेग साठी आरक्षित आहे आता ठीक आहे आमच्याकडे v समान असेल आमच्याकडे काही महत्त्वाची नाती आहेत जी आम्हाला मिळणार आहेत v ची सुरुवात r ओमेगा बरोबर आहे आम्ही या संबंधांची फार कठोर व्युत्पत्ती करणार नाही परंतु आम्ही सिद्ध करू की मी तुम्हाला देईन u एक युक्तिवाद म्हणून आमच्याकडे v समान आहे r ओमेगा वेळेच्या संदर्भात दोन्ही बाजूंना फरक करत आहे
त्यामुळे वेळेच्या संदर्भात दोन्ही बाजूंना भिन्न करणे म्हणजे आम्हाला dv द्वारे dt काय मिळते dt बरोबर dt गुणा ओमेगा प्लस आणि लक्षात ठेवा कण आहे प्रत्यक्षात यावर पुढे जात आहे म्हणून मला फक्त हा कठोर भाग लिहायचा आहे म्हणून ते काहीही नाही पण हे आहे हे आहे dr by dt आह माफ करा dr द्वारे dt 0 आहे म्हणून मला dt द्वारे r plus d omega ही दुसरी संज्ञा जोडणे आवश्यक आहे.
कठोर शरीरासाठी बदलणार नाही म्हणून ते फक्त r अल्फा d ओमेगा dt अल्फा आहे जेथे अल्फा हे दुसरे काहीही नाही परंतु अल्फा अल्फा कुठे आहे त्याचे परिमाण व्हेक्टर अल्फाचे परिमाण आहे ठीक आहे आता मी प्रवेग म्हणून ओळखले जाणारे प्रमाण विचारात घेतो स्पर्शिक दिशेच्या बाजूने हे तुम्हाला माहीत आहे की रेषीय वेग विशिष्ट बिंदूवर स्पर्शिक वर्तुळ आहे b म्हणून मी dv बद्दल dt बद्दल बोलू शकतो
त्यामुळे dv द्वारे dt समान आहे तेच आहे माझ्याकडे r अल्फा आहे आता मी ते दाखवू शकतो पण आम्ही ते करू ah सूचित करा की हा व्हेक्टर आहे हा व्हेक्टर r बरोबर अल्फा क्रॉस असेल हे मला कसे कळेल सर स्पर्शिका प्रवेग हा अल्फा क्रॉस आहे r आपल्याला जो कोनीय वेग प्राप्त झाला होता तो वेग स्पर्शिक आहे तो ओमेगा क्रॉस r आहे त्याच प्रकारे ati लिहा हे व्हेक्टर अल्फा क्रॉस व्हेक्टर r म्हणून तुम्हाला थोडे पटवून देण्यासाठी आहे आणि आम्ही आता तुम्हाला एक तर्कसंगत देऊ आह, म्हणून मी फक्त असे सूचित करतो की याची तुलना करा कधीकधी तुम्ही साधर्म्य वापरल्यास जीवन सोपे होते परंतु आम्हाला v ओमेगा आहे हे तपासणे आवश्यक आहे. क्रॉस स्टार आता मी दुसरे काहीतरी रेडियल प्रवेग रेडियल प्रवेग असे म्हणेन प्रथम आपण हे मोजू की आपल्याला एका विशिष्ट वर्तुळाच्या गतीवरून कळते, हे प्रवेग v आर ने r काय आहे ओमेगा संपूर्ण वर्ग r बरोबर आहे हे r बरोबर आहे omega times omega right it is better right other way omega times r omega
त्यामुळे मला माहित आहे की हे आहे आह आता analogy द्वारे पुन्हा ar काय आहे कदाचित मी ते इथे लिहीन तुम्हाला vector द्वारे बघता येईल ar is equal to binology omega crossed with ओमेगा काय आहे r omega r omega a खरतर हा परिमाण एक सदिश आहे जो ओमेगा क्रॉस r मधून मिळवला जातो म्हणून तो r व्हेक्टरने ओमेगा ओलांडला आहे ठीक आहे मी पुन्हा एक युक्तिवाद देतो हे मी रेडियल प्रवेग म्हणून ओमेगा वेळा r ओमेगा म्हणून लिहू शकतो या कोनीय वेग आणि स्पर्शिक प्रवेग व्युत्पत्तीसह मी हे हे सदिश प्रमाण म्हणून लिहू शकतो, मी हे ओमेगा क्रॉस ओमेगा क्रॉस आर लॅम्बडा आहे ठीक आहे म्हणून हे स्पर्शिक प्रवेग या दिशेने असेल तर रेडियल प्रवेग या दिशेने आणि उजवीकडे असेल संपूर्ण टाइमरवर अरे ठीक आहे मग ठीक आहे 1340 मिनिटे मी येथे सोयीस्करपणे येऊ शकतो आह आता आपण पुढे जाऊ म्हणजे आता फक्त आपण कठोर गतीशीलतेचा अभ्यास करत आहोत आधी आपण आधीच अभ्यास केला असता तर आपल्याला दोन आयामांमधील कणाच्या गतीची ओळख झाली असती त्यामुळे एक साधा एक कण एखाद्या वस्तूभोवती फिरू शकतो, जसे की सूर्याभोवती ग्रह फिरत असतात,
त्यामुळे आपण त्यासाठी संबंध मिळवू आणि त्यावरून आपण पाहू की एच. हे संबंध खरोखरच कठोर गतीशीलतेशी जुळतात आणि हे अगदी सोपे आहे की आपण लक्ष देणे आवश्यक आहे ठीक आहे, म्हणून आता मी द्विमितीय गतीमध्ये आकारमान कणात फिरणारा कण मानतो ठीक आहे, म्हणून माझ्याकडे येथे x अक्ष आहे मी काही सोयीसाठी घेईन y अक्ष म्हणून हा एक बिंदू आहे ही r दिशा स्थान आहे वेक्टरला r दिशा माहित आहे म्हणून एकक वेक्टर er या बाजूने असे असेल आता मला येथे दोन दिशा अशा असू शकतात आता r च्या बरोबरीचे काय होते ते पाहू या ज्याला वर्तुळाकार ध्रुवीय निर्देशांक म्हणतात ते वापरणार आहे अगदी सोपे म्हणजे x समान आहे

x समन्वय जेव्हा मी येथे लंब टाकतो तेव्हा हे प्रमाण xr cos theta आहे आणि y आहे r sin theta कारण ही theta दिशा cos theta sin आहे थीटा हे अगदी सोपे आहे आणि ठीक आहे आता जर मी या सदिशाचा विचार केला तर या व्हेक्टरची परिमाण 1 आहे फक्त माझ्याकडे x आहे cos theta एकक वेक्टर बरोबर तर y समान आहे sin theta etcetera म्हणून माझ्याकडे असा सदिश आहे. d r by dr समान आहे सदिश गुणांची परिमाण नीट सदिश उजवीकडे आहे त्यामुळे माझ्याकडे हे आहे dr by dt वेळा युनिट वेक्टर r अधिक r times der by dt हे रेडियल दिशेच्या बाजूने एकक वेक्टरचे ah टाइम डेरिव्हेटिव्ह आहे हे बरोबर आहे की मला ते मोजणे आवश्यक आहे आणि हे अगदी सोपे आहे आह हे मला माहित आहे dr by dt म्हणजे dr by dt याला आपण r डॉट म्हणू r बिंदू म्हणजे हा बिंदू प्रथम डेरिव्हेटिव्ह एक व्युत्पन्न घेऊन डेरिव्हेटिव्ह हे पुन्हा एक अतिशय मानक नोटेशन आहे आणि म्हणून हे r आहे डॉट वेळा er हे प्रमाण माझ्याकडे येथे आहे आणि r वेळा dr द्वारे dti dti द्वारे d er ची गणना करावी लागेल म्हणून मला माझे युनिट वेक्टर er माहित आहे जसे मी येथे म्हटल्याप्रमाणे काही नाही तर cos theta times ex this unit vector cos theta आहे यासह times ex एकक सदिश अधिक sin theta times unit phi
त्यामुळे id द्वारे dt of er समान आहे वजा sin theta ex plus cos theta ey theta आता जर तुम्ही हा सदिश पाहिला तर आह एक वेळ व्युत्पन्न आहे मी विसरलो आहे हे cos theta times theta dot असेच इथे लिहावे en मी फरक करतो ah वजा sin theta times theta dot आता हा व्हेक्टर काय आहे या वेक्टरकडे पहा हा सदिश या व्हेक्टरला लंब आहे जर मी er आणि परिणामी व्हेक्टरमध्ये डॉट उत्पादन घेतले तर ते वजा cos theta sin theta 0 गुणा theta बिंदू आहे. plus sin theta cos theta times theta dot
त्यामुळे er आणि नंतर परिणामी व्हेक्टरमधील डॉट उत्पादन शून्य आहे म्हणून हा सदिश e theta ची दिशा आहे हा गोष्टींकडे पाहण्याचा एक मार्ग आहे म्हणून माझ्याकडे येथे आहे ah मी येथे आहे dr by dt माफ करा मी लिहायला विसरलो कोणाच्याही लक्षात आले नाही हे dr by dt is equal to r times dr by dt is theta dot e theta मी ते इथे ठेवीन काही सौंदर्य प्रसाधने मला करायची आहेत जेणेकरून मला जागा मिळवावी लागेल, कृपया लक्षात ठेवा की थीटा डॉट थीटा डॉट काय आहे dt द्वारे कोनीय वेगाचे परिमाण येथे आहे की आपण आता कठोर गतीमध्ये नाही तेव्हा काय होते जेव्हा माझ्याकडे डिस्क असते आणि माझ्याकडे एका विशिष्ट स्थानावर बिंदू असतो ज्याचे स्थान व्हेक्टर r असेल तर या rrr बिंदूचे काय होते ते r बिंदू आहे 0 आहे म्हणून r बिंदू शून्य iw आहे ill have only v is equal to r theta बिंदू हे आहेत हे सर्वसाधारणपणे आपण याला म्हणतो जसे की कठोर शरीरासाठी शून्य असते सर्वसाधारणपणे आपण त्याला म्हणतो हा रेडियल घटक वेळा आहे er अधिक हा आता वेगाचा कोनीय घटक आहे e theta साठी कठोर शरीर r निश्चित आहे कारण आपण एका विशिष्ट बिंदूवर असतो जरी शरीर फिरते तेव्हा हा r बदलणार नाही म्हणून हे कठोर शरीरासाठी शून्य आहे परंतु कठोर शरीराच्या गतीशी आपला महत्त्वाचा संबंध आहे हे शून्य आहे आपल्याकडे फक्त v समान असेल to v हे vv theta e theta च्या बरोबरीचे आहे आणि v theta हे आम्हाला माहित आहे की r ओमेगा आहे तेव्हा काय झाले जेव्हा ah ah r theta डॉट r होय r theta डॉट theta डॉट आहे omega times e theta आता ah हे कठोर शरीरासाठी आहे r बिंदू शून्य आहे म्हणूनच हे नाते येथून येत आहे की ओमेगा आता मी ते वेगळे करीन अहो, मला कालांतराने ती जागा हवी आहे ठीक आहे मग सुरू ठेवा आता मी प्रवेग प्रवेग dv च्या dt च्या बरोबर आहे हे dt ने dt होईल r omega हे d by dtf येथून सुरू होईल r dot er plus r theta dot r theta dot e theta
त्यामुळे हे पहिले असेल मी हे वेगळे करेन त्यांच्याकडे r डबल डॉट er अधिक असेल नंतर मी हा r बिंदू स्थिर ठेवा d द्वारे dt ऑफ er अधिक पुढील dr द्वारे dt theta डॉट e theta अधिक r वेळा केव्हा मी हे वेगळे करतो मला theta डबल डॉट वेळा e theta अधिक ठीक मिळेल म्हणून आमच्याकडे थीटा साठी ही अभिव्यक्ती आहे जरी मी ते लिहिले नाही तरीही ते अगदी स्पष्ट होते वजा sin theta ex plus cos theta ey ok म्हणून हे r दुप्पट आहे डॉट एर ही संज्ञा असेल r डॉट इन d मध्ये d d च्या e r आम्ही आम्ही येथे गणना केली आहे e theta times theta dot अधिक dr by dt is v ah sorry dr by dt is r डॉट theta डॉट e theta युनिट वेक्टर महान सदिश मी विसरलो इथे आणि इथे माझ्याकडे r डबल डॉट किंवा थीटा डबल डॉट ई थीटा अधिक आहे आणि या d चे dt द्वारे e theta च्या dt चा व्युत्पन्न वेळ काय आहे माफ करा जर मी sin theta भेद केला तर मला cos theta ex अधिक वजा पाप मिळेल theta times unit vector y times ah theta dot term लक्षात ठेवा sine हे theta चे कार्य आहे ta हे वेळेचे कार्य आहे म्हणून theta बिंदू हे यावे लागेल हे आम्हाला माहित आहे cos theta ax काय आहे हे वजा चिन्ह काढून टाकल्यास माझ्याकडे cos theta ex plus sin theta ey चे वजा असेल
त्यामुळे माझ्याकडे हा संबंध d by d theta असेल of e theta is equal to is equal to उणे um माझ्याकडे वजा ah असेल वजा theta dot er वजा theta dot vr
त्यामुळे माझ्याकडे येथे उणे थीटा डॉट er आहे
त्यामुळे माझ्याकडे येथे आहे r दुहेरी बिंदू वजा r theta डॉट स्क्वेअर वेळा eri ही संज्ञा एकत्र करत आहे आणि ही संज्ञा आणि नंतर माझ्याकडे येथे अधिक असेल किंवा हे दोन आहे या दोन संज्ञा समान आहेत माझ्याकडे r थीटा डबल डॉट अधिक दोन r डॉट थीटा डॉट असेल ते दोन्ही या दिशेने आहेत उह तुम्हाला तो r दुहेरी बिंदू दिसेल शून्य आहे म्हणून मी याला रेडियल प्रवेग म्हणेन हे रेडियल आहे ah हे arer अधिक a theta e theta आहे
त्यामुळे प्रवेग मध्ये रेडियल घटक तसेच ah theta घटक दोन्ही असतील आता तुम्हाला दिसेल की कठोर शरीरासाठी r निश्चित आहे म्हणून मी करेन कठोर शरीरासाठी किंवा कठोर शरीरावरील कोणत्याही बिंदूसाठी असणे म्हणजे मला काय म्हणायचे आहे i s बॉडी म्हणून माझ्याकडे रेडियल प्रवेग समान असेल वजा r थीटा डॉट स्क्वेअर आणि कोनीय प्रवेग समान असेल हे पुन्हा 0 किंवा थीटा दुहेरी बिंदू असेल

त्यामुळे यावरून हे अगदी स्पष्ट होते की कठोर शरीरावरील कणासाठी काय असते रेडियल वेग नाही परंतु अपघात नाही परंतु रेडियल प्रवेग असेल तर त्वरणासाठी दोन्ही आणि r थीटा घटक असतील ठीक आहे, म्हणून उद्या आपण हे प्रमाण मोजू आणि नंतर ते परिणामांसह जेल आहेत की नाही ते पाहू .
धन्यवाद.