

[संगीत] [टाव्या] ऑप्टिक्सवरील या व्याख्यान मॉड्यूलमध्ये आपले स्वागत आहे मागील लेक्चरमध्ये आम्ही लेक्चर मॉड्यूल आणि सामान्यतः ऑप्टिक्सचा सामान्य परिचय पाहिला आहे आणि मी आज प्रकाशाशास्त्राचा अभ्यास करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या तीन भिन्न दृष्टिकोनांवर थोडक्यात स्पर्श केला आहे. पहिल्या विषयापासून सुरुवात करण्याचा प्रयत्न करू आणि येथे पहिला विषय आहे प्रकाशाचे परावर्तन आणि प्रतिमा तयार करणे आणि प्रकाशाचे प्रतिबिंब आणि प्रतिमा तयार करणे हा दृष्टीकोन किरण प्रकाशिकांपैकी एक आहे ज्याचा मी पहिल्या भागात उल्लेख केला आहे. किरण प्रकाशिकी दृष्टीकोनाने प्रारंभ करा यानंतर लहरी प्रकाशिकी दृष्टीकोन किरण प्रकाशिकी असेल जेथे प्रकाश टाकून दिला जातो प्रकाशाच्या प्रसाराचे वर्णन किरणांच्या प्रसाराच्या दृष्टीने केले जाते आणि किरण हे एकसंध माध्यमातील सरळ रेषेचे मार्ग आहेत या कोर्समध्ये आपण प्रामुख्याने चर्चा करू एकसंध माध्यमांमध्ये एकसंध माध्यमांचा प्रसार जरी एक किंवा दोन उदाहरणे मी नंतर घेऊ शकेन एकसंध माध्यमांची परंतु प्रामुख्याने आम्ही एफ. एकसंध माध्यमांवर लक्ष केंद्रित करणे म्हणजे किरण मार्ग हे सरळ रेषेचे मार्ग आहेत म्हणून ते नियम आणि सूत्रांचे पालन करतात जे आपल्याला भूमितीमध्ये आढळतात आणि म्हणूनच याला भूमितीय ऑप्टिक्स देखील म्हणतात आणि चर्चेचा हा भाग देखील बनतो ज्याला भूमितीय प्रकाशिकी भौमितिक ऑप्टिक्स म्हणून ओळखले जाते. प्रथम परावर्तनाची हानी आठवा म्हणजे आम्हाला माहित आहे की हा एक समतल आरसा आहे. येथे समतल आरशावरील प्रकाशाचा किरण किंवा दोन माध्यमांमधील दोन माध्यमांमधील इंटरफेस अशा प्रकारे परावर्तित केला जातो की परावर्तनाचा कोन समान असतो. घटनेच्या कोनाला येथे ठिपके असलेल्या रेषेतील कोन पृष्ठभागावर सामान्य दर्शवतो म्हणा हा बिंदू p किंवा बिंदू q आहे घटना किरण आणि सामान्य दरम्यानचा कोन घटना किरण आणि दरम्यानचा कोन असे म्हणतात परावर्तित किरण आणि सामान्य हा परावर्तनाचा कोन आहे जो आपण θ_i आणि θ_r आणि θ_i म्हणून दर्शविला आहे म्हणून पहिला बिंदू θ_i समान आहे θ_r म्हणजे घटाचा कोन परावर्तनाच्या कोनाच्या बरोबरीचा आहे दुसरा मुद्दा असा आहे की आता मी तोच आरसा थोड्याशा $3d$ दृश्यात दाखवला आहे आणि घटनेचा कोन हा घटना बिंदू आहे p आणि rp हा घटना किरण आहे आणि ps हा परावर्तित किरण आहे येथे रेषा लंब रेषा आहे आणि $abcd$ जी येथे दर्शविली आहे ती आरशाच्या पृष्ठभागावर लंब आहे आणि आरशाच्या पृष्ठभागावर एक समतल लंब आहे म्हणून दुसरा नियम किंवा परावर्तनाचा दुसरा मुद्दा असा आहे की आपत्कालीन किरण परावर्तित किरण आणि p बिंदूवरील पृष्ठभागावरील सामान्य सर्व एकाच समतल $rpop$ मध्ये आहेत आणि ps समतल $abcd$ मध्ये आहेत हे आता आरशाच्या पृष्ठभागावर लंब आहे येथे एक महत्त्वाचा मुद्दा असा आहे की जर किरण आपला मार्ग उलटायचा असेल, म्हणजे आपत्कालीन किरण असे असायचे तर परावर्तित किरण या बाजूने प्रवास केला असता कारण हा थीटा i असेल आणि हे होईल. θ_r आणि काहीही झाले तरी θ_i θ_r च्या बरोबरीचे आहे म्हणून उलट दिशेने घडणारा किरण या मार्गाने परत येईल किंवा याला किरण मार्गाची उलटक्षमता म्हणतात किरणांची उलटक्षमता येथेही तीच गोष्ट खरी आहे म्हणून ती समान आहे मी जी गोष्ट दाखवली आहे ती विमानात एक क्रॉस सेक्शन प्लेन आहे आणि इथे $3d$ व्ह्यू दिलेला आहे त्यामुळे हे समतल आरशाबद्दल आहे आता आपण गोलाकार आरशातून प्रतिबिंब पाहू या आम्हाला गोलाकार आरशांमध्ये अधिक रस आहे कारण नंतर आपण पाहू की आपण चर्चा करू काही ऑप्टिकल उपकरणे आणि गोलाकार आरसे आणि गोलाकार ऑप्टिकल घटक जसे की लेन्सचा वापर समतल आरशांपेक्षा जास्त प्रमाणात केला जातो आणि म्हणून आम्ही गोलाकार आरशांवर अधिक लक्ष केंद्रित करत आहोत त्यामुळे मागील व्याख्यान आम्ही काही ऑप्टिकल घटकांबद्दल चर्चा केली होती. येथे जे दाखवले आहे ते आरसा आहे हे आरशाचे वरचे दृश्य आहे त्यामुळे आरसे पृष्ठभागावर परावर्तित करणारे येथे आहे वरचे दृश्य त्याचे a $sphe$ आहे $rical$ मिरर हा सामान्यतः एका पृष्ठभागावर परावर्तित आवरण असलेल्या पोकळ काचेच्या गोलाचा एक गोलाकार भाग असतो, म्हणून मी येथे दाखवतो की जेव्हा आपण या गोलाकार आरशासारखा गोलाकार आरसा दाखवतो तेव्हा लक्षात घ्या की हा पोकळ गोलाचा भाग आहे आणि पोकळ गोलाचा भाग आहे. वक्रतेच्या ठराविक त्रिज्येच्या पोकळ गोलाचा वर्तुळाकार विभाग त्यामुळे जर हे केंद्र असेल तर ही वक्रता r ची त्रिज्या आहे म्हणून गोलाकार आरसा एक वर्तुळाकार विभाग आहे हा अर्थातच समतलातील क्रॉस सेक्शन हा गोलाचा एक वर्तुळाकार विभाग आहे त्रिज्या r आणि सामान्यतः एका पृष्ठभागावर चांदीचे लेप असलेल्या पृष्ठभागांसारख्या परावर्तित लेपने लेपित केले जाते जेणेकरून प्रकाशाच्या घटनेवर प्रकाश घटना घडते म्हणून हा लेपित पृष्ठभाग आहे आणि म्हणून ही पृष्ठभाग अपारदर्शक आहे आम्ही याबद्दल आधीच चर्चा केली आहे म्हणून हे अपारदर्शक आहे आणि हे आहे समोरचा पृष्ठभाग परावर्तित करणारा पृष्ठभाग हा परावर्तित पृष्ठभागावर परावर्तित होत आहे त्यामुळे प्रकाशाचा किरण जो येथे घटना आहे तो परावर्तित होईल तेथे कोणतेही प्रसारण नाही दुसरी बाजू नंतर जेव्हा आपण लेन्स बदल पाहू किंवा पृष्ठभाग अपवर्तित करणार आहोत तेव्हा आपल्याला दिसेल की बीमचा एक भाग देखील प्रसारित होईल परंतु सध्या आपण आरशांकडे पाहत आहोत जिथे आपण असे गृहीत धरतो की सर्व प्रकाश परत परावर्तित होतो. गोलाकार आरशातील परावर्तन म्हणजे हे वरचे दृश्य आहे आणि हे बाजूचे दृश्य आहे म्हणून मी म्हटल्याप्रमाणे हा गोलाचा एक विभाग आहे म्हणून तुम्ही पाहू शकता की हा पोकळ गोलाचा एक पोकळ गोलाकार विभाग आहे म्हणून हा तो भाग आहे जिथे परावर्तन होते या प्रदेशातून ठेवा म्हणून हा त्या विभागाच्या मागील बाजूस लेपित भाग आहे आणि हा अर्थातच xy समतल भाग आहे म्हणून हा एक अवतल आरसा आहे आणि बहिर्वक्र आरसा आहे अंतर्गोल आरसा जिथे परावर्तित पृष्ठभाग समोरच्या बाजूला आहे आणि बहिर्वक्र आरसा हा आहे जेथे आतील बाजूने लेपित आहे आम्हाला परावर्तित लेप आहे आणि बहिर्गोल बाजू आहे ती परावर्तित पृष्ठभाग आहे म्हणून गोलाकार आरशातून परावर्तित होणारे प्रतिबिंब आपण प्रथम पाहू या गोलाकार आहे $ical$ मिरर जो वक्रतेच्या त्रिज्याद्वारे दर्शविला जातो आणि आपण गोलाकार समतलातून प्रतिबिंब पाहू शकतो म्हणून मी येथे जे दाखवले आहे ते एका किरणाची घटना आहे एक अनियंत्रित किरण अनियंत्रित किरण म्हणजे एक किरण जो घटना आहे आणि कोणत्याही कोनात काही अनियंत्रित कोन आहे. शब्द जर घटना असेल तर हा बिंदू m येथे असू शकतो ज्या k मध्ये मी एखाद्या बिंदूपासून सुरू केले तर बिंदू m येथे किंवा कुठेही असू शकतो, म्हणूनच अनियंत्रित किरणांचे प्रतिबिंब आपण बिंदूवर प्रथम परावर्तित किरण कसे ठरवू शकतो? घटना m आपण स्पर्शिका काढतो आपण गोलाकार पृष्ठभागावर स्पर्शिका काढतो आणि सामान्य येथे सामान्य पृष्ठभागावर सामान्य होईल आणि परावर्तनाच्या नियमानुसार परावर्तित किरण परावर्तन थीटा r चा कोन थीटाच्या घटनेच्या कोनाइतकाच असला पाहिजे मी त्या बिंदूवर त्यामुळे प्रत्येक बिंदू प्रत्येक स्थानिक बिंदू त्यामुळे जर माझ्याकडे हे पृष्ठभाग म्हणून असेल तर प्रत्येक स्थानिक बिंदू म्हणजे एक किरण यासारखी घटना असू शकते किंवा किरण ही घटना या अरिसारखी घटना असू शकते त्यामुळे ही घटना कोणत्याही प्रकारे असो हा बिंदू m अनियंत्रित आहे तो घटना कोणत्याही प्रकारे असो, नियम असा आहे की या बिंदूवर तुम्ही स्पर्शिका काढा आणि नंतर घटनेच्या त्या बिंदूच्या बिंदूवर एक सामान्य काढा आणि मग आम्हाला माहित आहे की जर हा कोन असेल तर घटनेच्या परावर्तित किरणाने अशा दिशेने जाणे आवश्यक आहे की परावर्तनाचा कोन घटनांच्या कोनाच्या बरोबरीचा असेल, म्हणून हा थीटा i आहे आणि हा कोन येथे आहे, म्हणून मी येथे चिन्हांकित करतो की थीटा आर थीटा परावर्तित आहे म्हणून जर तुमच्याकडे घटना असेल तर याप्रमाणे पुन्हा येथे पृष्ठभागावर स्पर्शिका काढा यावर एक सामान्य काढा आणि नंतर परावर्तनाचा नियम लागू करा म्हणजे घटनेचा कोन परावर्तनाच्या कोनाइतका असतो म्हणून हे अवतल आरशासाठी आहे तेथे मागील बाजू येथे लेपित अवतल आरसा आहे. तुमच्याकडे बहिर्वक्र आरसा अगदी तसाच आहे, जर आपल्याकडे बहिर्वक्र आरसा असेल तर प्रकाशाचा किरण घटना आहे म्हणून तुम्ही स्पर्शिका काढा आणि नंतर सामान्य स्पर्शिकेकडे काढा आणि प्रसंगोपात लक्षात घ्या की सामान्य स्पर्शिकेला पार करेल. वक्रतेचे केंद्र खडबडीत आहे कारण व्याख्येनुसार वर्तुळाच्या त्रिज्येच्या परिघावरील बिंदू असलेल्या परिघाला केंद्राशी जोडणारी कोणतीही रेषा त्या बिंदूसाठी सामान्य असेल म्हणून येथे ती 90 अंश असेल आणि म्हणून ते सामान्य असेल सामान्य शोधण्यासाठी स्पर्शिका काढण्याची गरज नाही आणि सामान्य शोधण्यासाठी तुम्ही फक्त वक्रतेच्या केंद्राला घटनेच्या बिंदूशी जोडता आणि तुमच्याकडे सामान्य पृष्ठभागावर आहे आणि नंतर जर घटना किरण एक कोन थीटा बनवतो तर परावर्तित किरण होईल जेथे थीटा r थीटा i च्या बरोबर आहे अशा दिशेला असू द्या i

त्यामुळे अवतल आरशातून परावर्तन आणि उत्तल आरशातून होणारे परावर्तन हे कोणत्याही अनियंत्रित किरणांचे परावर्तन c हे वक्रता केंद्र आहे p याला भौमितिक केंद्र ध्रुव म्हणतात

त्यामुळे आपल्याकडे एक असू शकते. हा मूळ आकृती येथे पहा म्हणजे हे भौमितिक केंद्र आहे

त्यामुळे हा ध्रुव आहे जो तुम्ही पाहू शकता की तो येथे तळाशी आहे p त्याच ओळीत आहे तो येथे p आहे आणि त्याचे सर्व t . हेम एकाच रेषेत दर्शविले आहेत म्हणून p ला ध्रुव म्हणतात आपण या ध्रुवाचे महत्त्व ध्रुवावरील किरणांच्या घटनेच्या पुढील परावर्तनात पाहू म्हणून ध्रुवावर एक घटना किरण पूर्वीप्रमाणेच सामान्य आहे कारण मध्यभागी जोडणारी रेषा सामान्य आहे परिघावरील कोणत्याही बिंदूची वक्रता त्या बिंदूवर सामान्य असेल आणि म्हणून हा घटनांचा सामान्य कोन θ i असेल तर परावर्तित किरण अशा मार्गाचा अवलंब करेल की परावर्तनाचा कोन थीटा बरोबर असेल की नाही हे लक्षात घ्या अवतल आरसा किंवा बहिर्वक्र आरसा ध्रुवावरील प्रकाश किरण या फॅशनमध्ये प्रतिबिंबित होतील थीटा i is equal to θ r विशेष केस म्हणजे θ i बरोबर 0 म्हणजे जर घटना किरण सामान्य बरोबर असेल तर स्पष्टपणे परावर्तनाचा नियम सांगतो की थीटा r देखील 0 च्या बरोबरीचा असणे आवश्यक आहे दुसऱ्या शब्दात परावर्तित किरण घटना मार्गावर त्याच मार्गावर असेल कारण हे सामान्य आहे म्हणून जेव्हा जेव्हा प्रकाशाचे क्षेत्र घटते तेव्हा ती सामान्य वर असेल तर परावर्तित किरण देखील उत्तरेकडे असतील हे कॉन वॅक्स मिररसाठी देखील खरे आहे आणि म्हणूनच उत्तल आरसा आणि अवतल आरशाच्या दोन्ही प्रकरणांमध्ये सामान्य किरण असे असतील की परावर्तित किरण बाजूच्या बाजूने असतील. सामान्य म्हणून ही रेषा वक्रतेच्या मध्यभागी जोडणारी आहे म्हणून येथे वक्रता केंद्र आहे c आणि ध्रुव p ला मुख्य अक्ष म्हणतात म्हणून याला मुख्य अक्ष म्हणतात मुख्य अक्ष मुख्य अक्ष म्हणून एक किरण जो मुख्य अक्षाच्या बाजूने घटना असेल मुख्य अक्षाच्या विरुद्ध दिशेने परत परावर्तित करा पुढे आपण मुख्य अक्षाला समांतर असलेल्या किरणांचे परावर्तन मानतो, म्हणून येथे मुख्य अक्षाच्या समांतर किरणांचे प्रतिबिंब म्हणून मी जे दाखवले आहे ते कोणत्याही किरणांना किरण समजा जे येथे घटना आहे जो इथे f बिंदू मधून जातो आणि दुसरा समांतर किरण देखील f बिंदू मधून जातो दुसऱ्या शब्दांत मी इथे दाखवलेला कोणताही किरण हा प्रसंग pa आहे मुख्य अक्षाचा रॅलेल f बिंदूमधून जाईल किंवा मी या समतलाकडे पाहिल्यास समांतर किरण समांतर किरण किंवा किरण f बिंदूवर केंद्रित केले जाईल म्हणून हे एक अभिसरण b दर्शविते कृपया लक्षात ठेवा की किरण किरणांचा एक समूह आहे म्हणून आम्ही शेवटच्या व्याख्यानात असे दर्शवले की तुळई हा किरणांचा समूह आहे म्हणून आणि समांतर तुळई एक समांतर तुळई आहे किंवा याला प्रकाश समांतर तुळईचा कोलिमेटेड बीम समांतर बीम देखील म्हणतात फक्त वळणारा बीम आणि समांतर बीम यांच्यात फरक करण्यासाठी व्याख्यान आम्ही पाहिले होते की टॉर्चच्या प्रकाशातून तुम्हाला एक वळवणारा किरण मिळतो म्हणून इथे आमचा टॉर्चचा प्रकाश आहे मग तुमच्याकडे एक वळणारा किरण आहे जो बाहेर येत आहे आणि आम्ही म्हटले की किरणांच्या गुच्छाद्वारे एक तुळई दर्शविली जाऊ शकते, जर समांतर बीम असेल तर ती आरशावर समांतर किरणांची घटना आहे येथे आपण मुख्य अक्षाच्या समांतर समांतर किरणांबद्दल बोलत आहोत कारण मला समांतर किरणांच्या घटना अशा प्रकारे घडू शकतात म्हणून हे p ला तिरकस घटना असलेले समांतर किरण आहेत. $principal\ axis$ म्हणून मी याविषयी आता बोलत नाही आहे आपण याबद्दल थोड्या वेळाने बोलू

त्यामुळे समांतर किरण समांतर किंवा मुख्य अक्षाच्या समांतर किरण, म्हणून मी येथे या चित्रात जे दाखवले आहे ते म्हणजे किरण घटना मुख्य अक्षाच्या समांतर असतात. एका बिंदूवर f ला प्रिन्सिपल फोकस म्हणतात हे आपल्याला एका मिनिटात कसे दिसेल हे आपल्याला कसे कळते म्हणून f ला प्रिन्सिपल फोकस म्हणतात बहिर्वक्र आरशाच्या समांतर किरणांच्या बाबतीत समान समांतर किरणांची घटना वळवली जाईल कारण प्रत्येक किरणाला समाधान द्यावे लागते घटनेच्या बिंदूवर परावर्तनाचा नियम मग निव्वळ परिणाम असा आहे की ते एका वळणा-या तुळईकडे नेतील कारण आपण या प्रकरणात पाहू शकता की समांतर घटना बीम एका बिंदूवर अभिसरण करत होता किंवा फोकस केल्यावर ते पुन्हा वळते आहे. परंतु आपण फोकस फोकस हा एक बिंदू पाहत आहोत जिथे मुख्य अक्षाच्या समांतर घटना समांतर बीम बीम फोकस होईल ज्याला बहिर्वक्र मिररच्या बाबतीत मुख्य फोकस म्हणतात. किंवा समांतर तुळईचा परिणाम परावर्तनानंतर वळवणारा किरण होतो परंतु असे दिसून येते की सर्व किरण येथून सुरू होतात असे दिसते म्हणून हा किरण उदाहरणार्थ येथे हा किरण आहे

त्यामुळे सर्व परावर्तित किरण एका सामान्य बिंदूपासून आलेले दिसतात जे मुख्य आहे उत्तल आरशाचा फोकस अंतर्गोल आरशाचा मुख्य फोकस आरशाच्या समोर असतो तर बहिर्वक्र आरशाचा मुख्य फोकस प्रतिबिंबित पृष्ठभागाच्या मागे असतो आणि आपण समोर आणि मागे याचे परिणाम आणि चिन्ह कन्व्हेन्शन इत्यादींवर चर्चा करू.

त्यामुळे समांतर किरण समतल आरशावर घडतात आता हे तत्त्व त्या व्याख्येवर लक्ष केंद्रित करते जेथे मी म्हटले होते की मुख्य अक्षाच्या समांतर किरण एका बिंदूवर केंद्रित करतात f हे पॅराक्सियल ऍप्रोक्सिमेशन पॅराक्सियल ऍप्रोक्सिमेशन असे म्हणतात त्या अंतर्गत खरे आहे म्हणून पुढे जाण्यापूर्वी मला आवडेल या कोर्समध्ये पॅराक्सियल ऍप्रोक्सिमेशनबद्दल चर्चा करण्यासाठी आम्ही पॅराक्सियल ऍप्रोक्सिमेशन अंतर्गत सर्व भूमितीय फॉर्म्युलेशनचा विचार करू. सराव मध्ये एक अतिशय चांगला अंदाज आहे मी एका मिनिटात चर्चा करेन परंतु प्रथम पॅराक्सियल ऍप्रोक्सिमेशन पॅरा अक्षीय म्हणजे काय तर हा प्रत्यक्षात पॅरा हा ग्रीक शब्द आहे ज्याचा अर्थ जवळील पॅरा अक्षीय जवळ आहे किंवा अक्षाच्या जवळ आहे म्हणून आम्ही ते पाहत आहोत $paraxial\ rays\ paraxial\ rays$ म्हणजे अक्षाच्या जवळ असणारे किरण, म्हणून मी इथे वेगळे काढतो

त्यामुळे येथे आरसा आहे आणि बऱ्याच वेळा मी अवतल आरसा दाखवतो पण सर्व चर्चा बहिर्वक्र आरशासाठी तितक्याच वैध आहेत

त्यामुळे हा प्रमुख अक्ष आहे. मी प्रिन्सिपल अक्ष दाखवला आहे

त्यामुळे किरण जे बनवतात ते मला वेगळा रंग वापरू द्या

त्यामुळे किरण जे याच्या सहाय्याने एक लहान कोन बनवतात

त्यामुळे हा कोन आहे

त्यामुळे हा अर्धे प्रसंग रे आहे

त्यामुळे हा कोन थीटा लहान कोन थीटा लहान लहान लहान कोन आहे लहान हा एक गुणात्मक शब्द आहे

त्यामुळे लहान म्हणजे साधारणपणे आपण 0 ते 5 अंश y 0 ते 5 अंशांपर्यंत कुठेही बोलत आहोत कारण आपण या पॅराक्सियल अंदाजे मधून मुख्य मुद्दा वापरणार आहोत. कधीही आमच्याकडे $\tan\theta$ किंवा $\sin\theta$ असेल हे जवळजवळ थीटाच्या बरोबरीचे आहे आम्ही हे अंदाजे वापरू $\sin\theta$ जवळजवळ समान थीटा लहान थीटासाठी लहान थीटासाठी अर्थातच $radians$ मध्ये θ येथे लहान थीटासाठी हे खूप चांगले अंदाजे आहे θ $\tan\theta$ जवळजवळ थीटाच्या बरोबरीचे आहे आणि $\sin\theta$ जवळजवळ θ च्या बरोबरीचे आहे हे गणित सोपे करते आणि म्हणूनच आपण अनेकदा पॅराक्सियल ऍप्रोक्सिमेशनचा कोर्स करतो

त्यामुळे पॅराक्सियल ऍप्रोक्सिमेशन

त्यामुळे पॅराक्सियल ऍप्रोक्सिमेशन ज्यामध्ये आपण किरणांशी व्यवहार करतो जे एकतर ते असतात. समांतर किरण असू शकतात जेव्हा थीटा शून्य असते तेव्हा ते समांतर असते

त्यामुळे मुख्य अक्षाच्या जवळ असणारे किरण समांतर किरण किंवा किरण असू शकतात जे अक्ष किरणांसह लहान कोन बनवतात जे अक्षाशी खूप लहान कोन बनवतात म्हणून आपण म्हणतो की आम्ही पॅराक्सियल ऍप्रोक्सिमेशनशी व्यवहार करा याला कधीकधी लहान छिद्र अंदाज देखील म्हणतात लहान छिद्र अंदाजे लहान छिद्र अंदाजे याचा अर्थ काय आहे ते मला स्पष्ट करू द्या $perture\ approximation\ approximation$ जर आपण एखाद्या ऑप्टिकल सिस्टीमचा विचार केला तर ऑप्टिकल सिस्टीम ऑप्टिकल सिस्टीम म्हणजे एक यंत्र जे किंवा प्रणाली किंवा व्यवस्था म्हणजे अनेक

ऑप्टिकल घटक असलेली व्यवस्था अर्थातच काही उपकरण तयार करण्यासाठी व्यवस्था, जसे की आपण नंतर चर्चा करू. ऑप्टिकल मायक्रोस्कोपवर चर्चा करा जिथे आपण पाहू की येथे एक लेन्स असेल आणि येथे दुसरी लेन्स असेल आणि ते असतील मी येथे कोणत्याही तपशीलावर चर्चा करत नाही आणि त्यांच्यामध्ये एक विशिष्ट विभक्तता असेल

त्यामुळे हा ऑप्टिकल सिस्टमचा अक्ष आहे. एक लेन्स 1 एक आणि एक लेन्स 1 दोन मला फक्त या लहान छिद्र अंदाजाचा अर्थ काय आहे हे समजावून सांगायचे आहे, जर तुमच्याकडे इनपुट छिद्र असेल तर येथे एक छिद्र आहे, जर माझ्याकडे एपर्चर असेल जे मर्यादित करते जे मर्यादित करते प्रकाश प्रणालीमध्ये प्रवेश करू शकतो, उदाहरणार्थ, या प्रणालीमध्ये प्रकाश प्रवेश करतो म्हणून जर मी एक लहान छिद्र केले आणि प्रकाश प्रवेश केला आणि कदाचित मला ते माहित नसेल मी कोणत्याही मार्गाने प्रवास करत असू शकते मी करत नाही मी फक्त काही किरण दाखवत आहे परंतु जर तुम्ही पहाल की छिद्र खूपच लहान आहे तर फक्त मुख्य अक्षाच्या जवळ असणारे किरण प्रवेश करू शकतात आणि पुढील किरणांचा प्रसार करू शकतात अशा प्रकारे प्रवेश करू शकतात परंतु नंतर तो प्रणालीच्या बाहेर जाऊ शकतो एक किरण जो खोल कोनात प्रवेश करतो तो प्रणालीच्या बाहेर जाईल फक्त अक्षाच्या जवळ असलेले किरण जे लहान कोन बनवतात किंवा अक्षाच्या अगदी जवळ असतात ते पुढील घटकाकडे जातात आणि शेवटी काहीही परिणाम देतात. येथे आउटपुटवर म्हणून एक ऑप्टिकल सिस्टम ज्यामध्ये लहान छिद्र असते ती प्रामुख्याने पॅराक्सियल किरणांशी संबंधित असते आणि लहान छिद्र असलेली ऑप्टिकल प्रणाली प्रामुख्याने पॅराक्सियल किरणांशी संबंधित असते आणि पॅराक्सियल अंदाजे अंतर्गत आम्ही या कोर्समध्ये उर्वरित भूमितीय ऑप्टिक्सबद्दल चर्चा करू, म्हणून मी ते ठेवू आकृती जी मी येथे काढली आहे आणि फक्त पॅराक्सियल अंदाजे आहे म्हणून मी येथे काही किरण दाखवले आहेत

त्यामुळे अरे जो एका लहान कोनातील थीटाला समांतर किरण बनवत आहे परंतु अक्षाच्या अगदी जवळ आहे ते सर्व तुम्ही पाहू शकता की ती आरशावर किती प्रमाणात घडते ते अक्षाच्या अगदी जवळ आहे

त्यामुळे एक लहान छिद्र म्हणजे मी येथे एक छिद्र ठेवले तर मी येथे एक ब्लॉक ठेवला तर असे म्हणू द्या की मी येथे एक ब्लॉक ठेवला आहे ब्लॉक म्हणजे एपर्चर आणि कोणते ब्लॉक किरण दुसऱ्या बाजूने येत असतील तर त्याचा या किरणांवर परिणाम होणार नाही कारण ते पुढे-मागे जात आहेत किंवा मला माहित नाही की ते जे ऑप्टिकल सिस्टमवर अवलंबून आहे त्यावर आपण चर्चा करत आहोत उदाहरणार्थ मी घेतले तर मी दाखवले. मायक्रोस्कोप, उदाहरणार्थ, मागील लेक्चरमध्ये ऑप्टिकल रेझोल्यूशन आहे, मी लेसर दाखवले होते. लेझरमध्ये असे दोन आरसे असलेले ऑप्टिकल रेझोल्यूशन असतात आणि किरण पुढे-मागे जातात आणि किरण पुढे-मागे जातात आणि रेझोल्यूशन करतात

त्यामुळे ते प्रवास करतात. हे लक्षात ठेवा की ही लांबी सामान्यतः 10 सेंटीमीटरच्या क्रमाने काही असू शकते, चला 10 सेमी म्हणू या जर मी हेलियम निऑन लेसर घेतला तर हा 10 सेंटीमीटरचा असू शकतो आणि येथे आरसा 1 च्या क्रमाने असू शकतो. 2 सेंटीमीटर 1 ते 2 सेंटीमीटर पर्यंत आणि हे अंतर 10 20 सेंटीमीटर असू शकते तर आपण पाहू शकतो की कोणताही किरण जो खोल कोन बनवतो आणि जो कोन प्रणालीच्या ऑप्टिक अक्षासह मोठा असेल तो प्रणालीच्या बाहेर जाईल आणि तो दाबणार नाही. आरसा आणि परत येतात म्हणून केवळ अक्षाच्या जवळ असणारे किरण लहान कोन बनवतात तेच या रेझोल्यूशनमध्ये मागे-पुढे जातील याला ऑप्टिकल रेझोल्यूशन म्हणतात ऑप्टिकल रेझोल्यूशन आणि फक्त ऑप्टिकल सिस्टमचे दुसरे उदाहरण देताना ऑप्टिकल रेझोल्यूशन हे उपकरण आहे. दोन आरसे हा गोलाकार आरसा किंवा समतल आरसा असू शकतो आणि असेच काही विशिष्ट पृथक्करणासह आणि सामान्यतः विभक्तीकरण आणि परिमाणे अशी असतात की या उपकरणाच्या आत फक्त अक्षाच्या जवळ असणारे किरण फक्त बाहेर पडतात आणि त्यामुळे आपण आपोआप व्यवहार करतो. पॅराक्सियल किरणांसह आणि हे पॅराक्सियल अंदाजे ऑप्टिक्समधील अनेक घटक आणि उपकरणांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर लागू आहे म्हणून ते पहिल्या अभ्यासक्रमांप्रमाणेच आहे e आपल्यासाठी पॅराक्सियल अंदाजे चर्चा करणे पुरेसे आहे

त्यामुळे लहान छिद्र अंदाजे किंवा पॅराक्सियल अंदाजे लहान छिद्र पॅराक्सियल किरणांकडे नेतील म्हणून पॅराक्सियल किरण अक्षाच्या जवळ जातात आणि तिरकस किरण जे लहान कोनांना कमी करतात ही कोणतीही कठोर सीमा नाही पुन्हा फक्त मी मी म्हणतो की शून्य ते पाच अंशांची श्रेणी सहा अंश पाच पॉइंट पाच अंश असू शकते काही फरक पडत नाही आता मला समस्येकडे परत येऊ द्या जिथे मी म्हणालो की सर्व समांतर किरण जे या बिंदूवर केंद्रित होतात ते f बिंदूवर केंद्रित होतात म्हणून आम्ही म्हणालो आपल्याला हे कसे कळेल की यावर चर्चा करू या, म्हणून मी येथे गोलाकार आरशाची फोकल लांबी या विषयावर चर्चा करत आहे, म्हणून आपण प्रकाशाच्या समांतर किरणांच्या घटनांचा विचार केला आहे आणि घटना m च्या बिंदूवर एक पॅराक्सियल किरण समांतर किरणांचा विचार केला आहे

त्यामुळे परावर्तित किरण पुढे येतील एक दिशा जसे की आपत्कालीन कोन हे वक्रतेचे केंद्र आहे m या बिंदूशी जोडलेले आपल्याला सामान्य देते, हा घटनांचा कोन थीटा i आणि परावर्तन कोन आहे θ i बरोबर θ r आहे आणि या भूमितीमध्ये आपण स्पष्टपणे पाहू शकतो की जर हा θ i असेल जो θ r च्या बरोबर असेल तर हा कोन देखील θ i आहे कारण हा याला समांतर आहे हा मुख्य अक्ष आहे त्यामुळे घटना किरण समांतर आहे प्रिन्सिपल अक्षावर म्हणून हा थीटा आहे i हा थीटा आहे i म्हणून हा कोन दोन थीटा आहे i

त्यामुळे लगेच जर मी m वरून d बिंदूपर्यंत लंब टाकला तर $\tan \theta$ i $\tan \theta$ i समान आहे md by cd by cd आणि $\tan \theta$ i is equal to md by qd paraxial किरणांसाठी m बिंदू p जवळ आहे आपण पाहू शकतो की आपण पॅराक्सियल किरणांबद्दल चर्चा करत आहोत म्हणजे लहान छिद्र अंदाजे हा बिंदू d याच्या अगदी जवळ आहे कारण आपण हे पाहू शकतो. स्पष्टपणे की जर माझ्याकडे येथे मुख्य अक्ष असेल जेव्हा किरण त्याच्या अगदी जवळ असेल आणि येथून लंब सोडला असेल तर हा बिंदू d आहे आणि हा अर्थातच बिंदू p ध्रुव आहे आणि हा घटना किरण आहे आणि हा मुख्य अक्ष आहे मग आरसा मग मी हे वक्रता केंद्र मानल्यास कोणतेही अंतर ccd किंवा cp जवळजवळ समान आहे म्हणजे cd जवळजवळ cp च्या समान आहे आणि त्याचप्रमाणे जर माझ्याकडे बिंदू असेल तर qd आकृतीमध्ये q बिंदू आहे तर qd जवळजवळ समान आहे qp जर m हा बिंदू अक्षाच्या जवळ असेल किंवा आपण पॅराक्सियल किरणांशी व्यवहार करत आहोत तर हे खरे आहे, समजा मला एका किरणाशी सामना करायचा आहे जो येथे घटना आहे अगदी समांतर किरण जो घटना खूप दूर आहे तर मी येथे लंब सोडल्यास d तर cd जवळजवळ cp च्या बरोबरीचे नसते आणि म्हणून जेव्हा जेव्हा आपल्याकडे लहान छिद्र अंदाजे लहान छिद्र अंदाजे असतात तेव्हा m बिंदू p च्या जवळ असतो हा ध्रुवाच्या जवळ असतो आणि म्हणून md हा लंब जो येथे टाकला जातो तो असा आहे की cd जवळजवळ cp च्या समान आहे म्हणून पॅराक्सियल किरणांसाठी बिंदू m pcd च्या जवळ आहे cp च्या r च्या जवळपास आहे वक्रतेची त्रिज्या आहे कारण मी आधीच सांगितले आहे की हे वक्रतेचे केंद्र आहे गोलाकार आरसा गोलाचा भाग आहे आणि cp म्हणजे अंतराला वक्रतेची त्रिज्या म्हणतात त्याचप्रमाणे qd जवळजवळ qp च्या समान आहे पुढे आपण पॅराक्सियल किरणांशी व्यवहार करत आहोत आणि म्हणून $\tan \theta$ i समान आहे θ i आणि $\tan \theta$ i समान आहे दोन θ i हे आपल्याला θ i θ i is equal to md by cd जे cp आहे जे r च्या बरोबर आहे

त्यामुळे θ i is equal to md by r आणि दोन θ i is equal to md by qp याचा अर्थ असा होतो की θ qp समान असेल तर तुम्ही एकाला दुसऱ्याने विभाजित करा तुम्ही पाहू शकता qp समान आहे r ने दोन qp समान आहे r ने दोन r आहे अंतर cp वक्रता qp त्रिज्या समांतर घटना किरण साठी r r बरोबर दोन आहे आता हे qp म्हणजे आपल्याकडे काय आहे मिळाले आहे qp समान आहे r च्या वक्रतेच्या दोन त्रिज्या दिलेल्या आरशासाठी स्थिर आहे आणि म्हणून हे स्थिर आहे याचा अर्थ काय आहे आपण एक समांतर किरण घेतला आहे जेथे m बिंदूवर घटना समांतर किरण असू शकते येथे समांतर किरण असू शकतात येथे घटना असू शकते समांतर किरण येथे घटना असू शकते म्हणजे बिंदू m हा अनियंत्रित आहे आणि बिंदू m किंवा mq किंवा md त्यांपैकी कोणीही अभिव्यक्तीमध्ये दिसत नाही म्हणून तो काय म्हणतो कोणताही समांतर किरण q

मधून जाईल कारण समांतर घटना किरण समांतर घटना किरणासाठी qp अंतर निश्चित केले आहे की नाही येथे आहे किंवा समांतर घटना किरण येथे आहे की हे m आहे की नाही काही फरक पडत नाही तो फक्त असे म्हणतो की तो एका बिंदूतून जाईल जसे की qp समान r by दोन आहे याचा अर्थ कोणताही समांतर किरण q बिंदू q मधून जाईल याला प्रिन्सिपल फोकस म्हणतात आणि f म्हणून नियुक्त केले आहे म्हणून हा बिंदू q सुरुवातीला मी सामान्य बिंदू q घेतला होता पण आता आम्ही दाखवले आहे की सर्व समांतर किरण q बिंदूमधून जातात आणि म्हणून आता मी त्याला f म्हणून संबोधत आहे जो मुख्य फोकस आहे आणि आपण येथे पुढील चित्रात पाहू शकतो की सर्व समांतर किरण या बिंदूमधून जातात q या अंतराला fp म्हणतात फोकल लांबी f या बिंदूपासूनचे अंतर f हे q f सारखेच आहे म्हणून आम्ही हे नियुक्त केले आहे बिंदू q आता f म्हणून सर्व समांतर किरणे त्यातून जातात हे दाखवल्यानंतर म्हणजे समांतर किरणांचा समावेश असलेला एक तुळई f बिंदूवर केंद्रित होईल कारण तो एक अभिसरण करणारा किरण आहे त्यामुळे तो f बिंदूवर केंद्रित होईल आणि म्हणूनच तो आहे प्रिन्सिपल फोकस म्हणतात आणि f द्वारे नियुक्त केलेल्या अंतर fp याला फोकल लेंथ f म्हणतात आणि म्हणून आम्ही जे दाखवले आहे ते आम्ही qp r by 2 दाखवले आहे

त्यामुळे qp fp is equal to f f किंवा आम्ही जे दाखवले आहे ते f समान आहे r to 2 . तर या लहान व्युत्पत्तीमध्ये आपण जे दाखवले आहे त्यात दोन बिंदू आहेत जे आपण दाखवले आहे की सर्व समांतर किरण एका बिंदूवर एकत्रित होतात ज्याला आपण f म्हणतो ज्याला f मुख्य फोकस म्हणतात आणि फोकल लांबी fp दर्शविली आहे r बरोबर 2 बाय 2 जेथे r ही गोलाकार आरशाच्या वक्रतेची त्रिज्या सर्व पॅराक्सियल अंदाजे अंतर्गत असते किंवा जेव्हा आपण लहान छिद्राचा विचार करतो तेव्हा हा संबंध समांतर किरणांच्या घटनेबद्दल आणि pr कडे झुकलेल्या समांतर किरणांबद्दल काय असतो? incipal axis समांतर किरण पण आता ते मुख्य अक्षाच्या समांतर नाहीत ते एका कोनात झुकलेले आहेत ते कसे दिसतील म्हणून कृपया हे पहा म्हणजे समांतर किरण समतल आरशावर घडतात तेव्हा ते परावर्तित होतात आणि ते किरणांच्या समांतर असतात किरण शिल्लक राहतात समांतर कारण सर्व किरण एकमेकांना समांतर राहतात प्रत्येक किरण आपालाचा कोन परावर्तनाच्या कोनाइतका असतो पण तुळई समांतर राहतो, तर जर एक कलते किरण कलते समांतर किरण प्रमुख अक्षाकडे झुकलेले असतील तर ते केंद्रित होतील एका बिंदूकडे पण तो बिंदू q एका समतलावर आहे ज्यामध्ये फोकस आहे जर आपल्याकडे समांतर किरणांची घटना असेल जी मुख्य अक्षाच्या समांतर असतील तर त्यांनी f बिंदूवर लक्ष केंद्रित केले असते परंतु समांतर किरण कोनात झुकलेले असतील तर ते लक्ष केंद्रित करतील एक बिंदू q हा दर्शविला जाऊ शकतो की ते एका बिंदू q वर लक्ष केंद्रित करतील परंतु ते f असलेल्या एका समतलावर आहे आणि त्याला फोकल प्लेन म्हणतात, मी देखील दर्शवले आहे की फोकल प्लेन बहिर्वक्र आरशासाठी संबंधित आकृती येथे आपण याच्या पुराव्याकडे जात नाही परंतु आपण पाहतो की जेव्हा समांतर किरण एका कोनात झुकतात तेव्हा फोकस केलेला बिंदू जिथे केंद्रित असतो किंवा तो बिंदू जिथून येतो तो बिंदू असतो. परावर्तन f बिंदूपासून स्थलांतरित झाल्यानंतर परंतु या पार्श्वभूमीसह फोकल प्लेन नावाच्या समतलावर राहिल्यानंतर आपण आता प्रतिमा तयार करण्याच्या प्रतिमेच्या निर्मितीकडे पुढे जाऊ, प्रतिमा तयार करणे प्रथम आपण पॉइंट ऑब्जेक्टच्या प्रतिमेचा विचार करू जर बिंदू ऑब्जेक्ट असेल तर त्याची प्रतिमा ही बिंदू वस्तू काय आहे ते एक बिंदू स्त्रोत असू शकते हे आपण जे काही पाहतो ते असू शकते उदाहरणार्थ आपण वस्तू पाहतो कारण वस्तू प्रतिबिंबित करतात किंवा प्रकाश विखुरतात जे त्यांच्यावर घडते म्हणून अंधारात उदाहरणार्थ आपण परिपूर्ण अंधारात कोणतीही वस्तू पाहू शकत नाही म्हणून जेव्हा आपण वस्तू पाहतो तेव्हा त्याचा अर्थ असा होतो की वस्तू विखुरत आहे किंवा किरणांना परावर्तित करत आहे जे त्यांच्यावर घडतात आणि ते एक प्रतिमा तयार करतील

त्यामुळे एखाद्या वस्तूची प्रतिमा कोठे असेल हे w आहे टोपी आपल्याला पहायची आहे कारण आपल्याला माहित आहे की सर्व आरशांचा सामान्य वापर म्हणजे समतल आरशासह प्रतिमा पाहणे ज्याचा वापर आपण आपला चेहरा पाहतो त्या आरशात पाहण्यासाठी करतो किंवा जेव्हा आपण ड्रेसिंगसाठी वापरतो किंवा अंतर्गोल आरसा किंवा उत्तल आरसा जो विविध ऍप्लिकेशन्समध्ये वापरला जातो तो एखाद्या वस्तूची प्रतिमा पाहण्यासाठी असतो म्हणून आरशात प्रतिमा कशा तयार होतात आणि प्रतिमेचे स्थान काय आहे आणि कोणत्या प्रकारची प्रतिमा तयार होते हे जाणून घेणे फार महत्वाचे आहे. चर्चेचा पुढचा भाग आणि तिथे आपण समतल मिरर आणि पॉइंट ऑब्जेक्टपासून सुरुवात करू, त्यामुळे इथे o पॉइंट ऑब्जेक्ट आहे

त्यामुळे o पॉइंट ऑब्जेक्ट आहे,

त्यामुळे जर आपल्याला इमेज बनवण्याबद्दल चर्चा करायची असेल तर तिथे सांगू या. येथे एक आरसा आहे म्हणून मी हे येथे काढू आणि नंतर माझ्याकडे आधी काढलेली आकृती असलेली आकृती मी ठेवून, जर ही एक बिंदू वस्तू असेल तर हे किरण क्रमाने देईल जर ते बिंदू स्त्रोत असेल तर ते स्वतःचे देईल किरण पण अन्यथा जर i टी फक्त एक वस्तू आहे मग ती प्रकाशाने प्रकाशित केली जाते, खोलीचा प्रकाश म्हणा किंवा इतर कोणताही प्रकाश म्हणा मग तो परावर्तित होईल किंवा तो सर्व दिशांना प्रकाश पसरवेल म्हणून ही वस्तू सर्व दिशांना प्रकाश देईल जे आपल्याला पहायचे आहे ते हे आहे. आरशात घडणारी किरणे परावर्तनानंतर कोठे जातील आणि कोणत्या प्रकारची प्रतिमा कारण हे एका बिंदूतून येत आहे आणि म्हणून जर किरण पुन्हा एका बिंदूवर एकत्र आले तर त्या बिंदूला प्रतिमा बिंदू म्हटले जाईल,

त्यामुळे आपल्याला हेच हवे आहे. चर्चा करण्यासाठी प्रथम आपण एक समतल आरसा घेतो आणि नंतर आपण गोलाकार आरशांकडे जाऊ आणि आपण येथे बसलेल्या एका बिंदूकडे पाहू आणि कोनात येणारा फक्त एक किरण आणि सामान्यपणे घडणारा एक किरण विचारात घेऊ. मूलभूत नियम ज्याबद्दल आपल्याला माहिती आहे ते म्हणजे जर हा समतल आरसा असेल तर सामान्यतः आरशावर दिसणारा किरण परत परावर्तित होईल आणि जो किरण एका कोनात घडतो तो आरशासाठी सामान्य आहे. s हा प्रसंगाचा कोन θ i आहे मग हे एका कोनात परावर्तित होईल की θ i समान आहे θ r

त्यामुळे हा किरण उलट दिशेने प्रवास करत आहे हा θ या दिशेने प्रवास करत आहे आम्हाला ते कुठेही भेटलेले दिसत नाहीत जर आपण हा किरण मागे घेतला तर आपल्याला दिसेल की या बिंदूपासून हा आपला ऑब्जेक्ट पॉइंट आहे हा इमेज पॉइंट आहे किंवा या बिंदूपासून हे दोन किरण या बिंदूपासून आलेले दिसतात आणि अशा बिंदूला प्रतिमा पॉइंट म्हणतात. ये नाही की किरण तिथून येत नाहीत कारण इथे पलीकडे किरण नाहीये इथे किरण नाहीत इथे किरण फक्त समोरच्या बाजूला आहेत पण जर आपण त्यांना मागून प्रक्षेपित केले तर ते तिथून आलेले दिसतात. पॉइंट i आणि तो इमेज पॉइंट आहे आणि तेच या आकृतीत दाखवले आहे जे मी आधीच काढलेले आकृतीचित्र काढले आहे

त्यामुळे आपण ऑब्जेक्ट पाहतो o येथे घटना किरण सामान्यतः एका घटना असलेल्या किरणांच्या मागे परावर्तित होईल. $ng1e$ येथे परावर्तित होईल म्हणून जर आपण हे मागे घेतले तर ते भूमितीपासून i एका बिंदूला छेदते येथे आपण स्पष्टपणे पाहू शकतो की हा कोन जर हा कोन θ असेल तर घटना कोन θ i असेल तर हा θ i आहे आणि हा आहे θ i आणि हे 90 अंश आहे आणि म्हणून सर्व कोन सारखे आहेत आणि त्यांची येथे एक समान बाजू आहे आणि म्हणून त्रिकोण oab हा त्रिकोण आणि हा त्रिकोण एकरूप त्रिकोण आहेत म्हणजे ob समान आहे ib हे अंतर ib समान आहे याचा अर्थ काय आहे आभासी प्रतिमा ही आभासी प्रतिमा आहे का आभासी प्रतिमा ही प्रतिमा बिंदू आहे म्हणून ही एक आभासी प्रतिमा आहे कारण किरण भौतिकरित्या प्रवास करत नाहीत या दिशेला कोणतेही किरण अस्तित्वात नाहीत असे दिसते की हे किरण आणि किरण परत येत आहेत. या बिंदूपासून परत या i म्हणून या बिंदूला मला आभासी प्रतिमा बिंदू म्हटले जाते म्हणून मी प्रतिमा बिंदू आहे तो एक आभासी प्रतिमा बिंदू आहे तो एक आभासी प्रतिमा बिंदू आहे सामान्यतेचा तोटा न करता आपण हे करू शकतो कोणत्याही कोनात कोणताही किरण $aken$ आपण येथे एक बिंदू a घेतला आहे परंतु बिंदू a येथे देखील असू शकतो हे असू शकते हे एक असू शकते यापैकी कोणतेही एक असू शकते आणि प्रत्येक वेळी आपण हे पाहू की हे एक असते तर आपण पाहतो की हा त्रिकोण होईल हे दोन त्रिकोण एकरूप होतील ते सांगते ob समान आहे जर हा किरण असेल तर हे दोन त्रिकोण एकरूप होतील आणि पुन्हा ते ob is equal to ib देते दुसऱ्या शब्दात बाहेर येणारा प्रत्येक किरण ऑब्जेक्टची अशी आहे की सर्व किरण सर्व

परावर्तित किरण या बिंदूपासून येतात असे दिसते i जो प्रतिमा बिंदू आहे a बिंदू अनियंत्रित आहे म्हणजे तो येथे कुठेही असू शकतो अशा बिंदूपैकी कोणताही असू शकतो आणि म्हणून m आहे व्हर्च्युअल इमेज पॉइंट अशा प्रकारे आपण समतल आरशासमोर पॉइंट ऑब्जेक्टची प्रतिमा शोधू शकतो आपल्याला प्रथम पॉइंट ऑब्जेक्टमध्ये का रस आहे कारण कोणत्याही विस्तारित ऑब्जेक्टला पॉइंट ऑब्जेक्टसच्या संख्येच्या रूपात प्रस्तुत केले जाऊ शकते जे ऑब्जेक्टवर पॉइंट्स आहे द विस्तारित वस्तू विस्तारित वस्तूवरील प्रत्येक बिंदूला स्वतंत्र वस्तू म्हणून मानले जाऊ शकते आणि त्याचे स्थान परावर्तनाच्या भौमितीय नुकसानाचे नियम लागू करून शोधले जाऊ शकते आणि त्यानंतर अर्थातच अपवर्तन आणि आम्ही त्या बिंदूशी संबंधित प्रतिमा शोधू शकतो आणि जेव्हा सर्व प्रतिमा बिंदू दर्शवितो जेव्हा आपल्याला सर्व प्रतिमा बिंदू मिळतात तेव्हा आपल्याला विस्तारित ऑब्जेक्टची एकूण प्रतिमा मिळते म्हणूनच आपण आता पॉइंट ऑब्जेक्टने सुरुवात करतो जर मला गोलाकार आरशातील पॉइंट ऑब्जेक्ट समोरील पॉइंट ऑब्जेक्टमुळे दिसतो. गोलाकार आरसा आणि त्याचा प्रतिमा बिंदू शोधण्याचा प्रयत्न करा मग गोलाकार आरशाच्या बाबतीत बिंदू वस्तूची प्रतिमा पाहू या, तर येथे गोलाकार आरसा हा बिंदू ऑब्जेक्ट o आहे आणि आपण दोन किरणांचा एक किरण मानतो जो मुख्य बाजूने प्रवास करतो. अक्ष आणि आपण आधीच पाहिले आहे की ते त्याच दिशेने परत परावर्तित होईल जे एक किरण या दिशेने प्रसारित होत आहे एक अनियंत्रित दिशा म्हणजे हा बिंदू आहे q येथे देखील असू शकतो ज्या बाबतीत मला o ते q मध्ये सामील व्हावे लागेल म्हणजे तो किरण मार्ग असेल oq तर oq हा किरण मार्ग आहे घटना किरण मार्ग मिररवर तो परावर्तनाच्या नियमाचे पालन करेल आणि प्रतिबिंबित होईल कारण c आहे वक्रतेचे केंद्र c आणि q ला जोडणारी रेषा पृष्ठभागाची सामान्य आहे आणि घटनेचा कोन येथे लहान कोन आणि परावर्तन कोन समान असणे आवश्यक आहे जेणेकरून या रेषेने प्रसारित होणाऱ्या परावर्तित किरणाकडे नेले तर ते दुसऱ्याला छेदते i या बिंदूवर परावर्तित किरण

त्यामुळे छेदनबिंदू हा प्रतिमेचा बिंदू असणे आवश्यक आहे म्हणून येथे पूर्वीचे उदाहरण घेऊन आपण जे दाखवले आहे ते आपण दोन किरणांचा विचार केला आहे आणि या प्रकरणात छेदनबिंदू हा एक आभासी प्रतिमा बिंदू आहे की ते दिसतात. या बिंदूपासून येण्यासाठी छेदनबिंदू हा प्रतिमा बिंदू आहे म्हणून या प्रकरणात प्रतिमा बिंदू हा दोन वास्तविक किरणांच्या छेदनबिंदूचा बिंदू आहे की किरण प्रत्यक्षात येथे प्रवास करतो आणि हा किरण परावर्तित होतो. मुख्य अक्ष येथे पसरतो आणि परावर्तित होतो आणि या रेषेने परत येतो आणि i ज्या बिंदूवर हा किरण पुढे जातो i त्या बिंदूवर दोन परावर्तित किरण एकमेकांना छेदतील जे प्रतिमा बिंदू आहे ही एक वास्तविक प्रतिमा आहे कारण वास्तविक शर्यत आहे वास्तविक शर्यतीचे छेदनबिंदू तर पूर्वीच्या प्रकरणात ते दोन आभासी किरणांचे छेदनबिंदू होते की आरशाच्या दुसऱ्या बाजूला कोणतेही किरण नाहीत परंतु ते त्या बिंदूपासून आलेले दिसतात जे प्रतिमा बिंदू होते

त्यामुळे बिंदू q अनियंत्रित आहे आणि म्हणून ऑब्जेक्ट अंतर आणि प्रतिमा अंतर प्रतिमा अंतर q पेक्षा स्वतंत्र संबंध पूर्ण करेल आम्ही हे दर्शवू की ऑब्जेक्ट अंतर o ते p या बिंदूला p pole op म्हणतात ऑब्जेक्ट अंतर ip याला प्रतिमा अंतर म्हणतात आपण याबद्दल तपशीलवार चर्चा करू आम्ही लवकरच दर्शवू की ऑब्जेक्ट अंतर आणि प्रतिमा अंतर यांचा एक विशिष्ट संबंध आहे जो बिंदू q पासून स्वतंत्र आहे म्हणून बिंदू q हे ऑब्जेक्ट अंतर आणि प्रतिमा d च्या अनियंत्रित आहे. instance q पेक्षा स्वतंत्र असलेल्या नातेसंबंधाचे समाधान करेल आणि म्हणून प्रतिमेचा बिंदू हा असेल हे लक्षात घेता कोणतेही दोन किरण पुरेसे असतील इतर सर्व किरण एकाच बिंदूवर येतील i कारण हा बिंदू जो आपण निवडला आहे तो इतर सर्व किरण अनियंत्रित आहे. म्हणजे इथे कोणता किरण असू शकतो याचा अर्थ इथे बिंदू q निवडत आहे म्हणजे इतर सर्व किरणांद्वारे मला असे म्हणायचे आहे की एक किरण देखील येथे घटना असू शकतो तर बिंदू q येथे असेल म्हणून हा बिंदू q अनियंत्रित आहे आणि आम्ही एक संबंध मिळेल जो q वर अवलंबून नाही आणि म्हणून आम्हाला कोणतेही दोन किरण निवडणे आणि प्रतिमा मिळवणे पुरेसे आहे जर मी बहिर्वक्र आरशात प्रतिमेची निर्मिती पाहिली तर येथे पहिला किरण आहे मुख्य अक्ष जो येथे परावर्तित होतो दुय्यम m येथे घटना होण्यासाठी दुसरा किरण निवडला आहे जो येथे परावर्तनाच्या नियमानुसार परावर्तित होतो आणि हे दोन्ही किरण अशा प्रकारे दिसतात आणि हे किरण अॅपे ar एका कॉमन पॉइंट मधून येणे i जे इमेज पॉइंट आहे आणि या प्रकरणात पुन्हा i एक आभासी इमेज आहे आता आपण पॉइंट ऑब्जेक्टमुळे इमेज मुळे इमेज वर चर्चा केली आहे परंतु सराव मध्ये आपण सराव मध्ये विस्तारित ऑब्जेक्ट्स पाहतो ऑब्जेक्ट्स विस्तारित ऑब्जेक्ट्स आहेत एक्स्टेंडेड ऑब्जेक्ट पॉइंट ऑब्जेक्ट्स ही एक शून्य डायमॅशनल ऑब्जेक्ट आहे परंतु पार्श्वगामी विस्तारित ऑब्जेक्ट आहे उदाहरणार्थ जर m असा बाण घेतला तर हे एक डी ऑब्जेक्ट आहे एक डायमॅशनल ऑब्जेक्ट एक लाइन ऑब्जेक्ट आहे मुळात आपण एक बाण दाखवला आहे परंतु तो मुळात एक आहे रेषा म्हणजे m जर अशी एखादी वस्तू घेतली तर ती एक d ऑब्जेक्ट आहे म्हणजे ही $2d$ ऑब्जेक्ट आहे तर $2d$ ऑब्जेक्ट आहे जर m $3d$ ऑब्जेक्टचा विचार केला तर उदाहरणार्थ m एक क्यूब काढण्याचा प्रयत्न करू या जेणेकरून ऑब्जेक्ट $3d$ ऑब्जेक्ट असेल तर तीन मितीय वस्तू अर्थातच m जे रेखाटले आहे ते नियमित वस्तू आहेत परंतु एखादी अनियंत्रित वस्तू असू शकते जी अनियंत्रित आकाराची वस्तू आहे जी $3d$ ऑब्जेक्ट आहे परंतु अनियंत्रित आकाराची आपण प्रथम काही नियमित वस्तू आणि प्रतिमांवर चर्चा करून चर्चा करतो. i नियमित वस्तूमुळे तयार होणारी पहिली पायरी म्हणजे $1d$ ऑब्जेक्टमुळे प्रतिमा निर्मितीवर चर्चा करणे म्हणजे आपण एका पॉइंट ऑब्जेक्टवर चर्चा केली आहे आता आपण एक रेषीय ऑब्जेक्ट एक रेषीय ऑब्जेक्ट पाहू या म्हणजे येथे अनेक बिंदूंचा समावेश आहे म्हणून प्रत्येक येथे प्रत्येक बिंदूतून बिंदू किरण उत्सर्जित होतात किंवा किरणे बाहेर पडतात, म्हणून जर आपण येथे प्रत्येक बिंदूसाठी संबंधित प्रतिमा बिंदू शोधू शकलो तर आपण प्रतिबिंबानंतर ऑब्जेक्टची प्रतिमा शोधू शकू, म्हणून आपण याच्या निर्मितीवर चर्चा करू. पुढील व्याख्यानात या प्रतिमांची विस्तारित निर्मिती