

बिहार बोर्ड कक्षा 10वीं | Bihar Board Class 10

विज्ञान — भौतिकी (Science — Physics)

मानव नेत्र तथा रंगीन संसार

Detailed Chapter Notes



 Human Eye

 Defects of Vision

 Ray Diagrams

 Prism & Dispersion

 Atmospheric Refraction

 Scattering of Light

 MCQs & Exam Revision

विषय-सूची (Table of Contents)

1. मानव नेत्र का परिचय (Introduction to Human Eye)	3	17. वायुमंडलीय अपवर्तन (Atmospheric Refraction)	18
2. मानव नेत्र की संरचना (Structure of Human Eye)	4	18. तारों का टिमटिमाना (Twinkling of Stars)	18
3. मानव नेत्र का कार्य (Working of Human Eye)	6	19. ग्रहों का टिमटिमाना (Why Planets Don't Twinkle)	19
4. समंजन क्षमता (Power of Accommodation)	6	20. सूर्योदय पहले और सूर्यास्त देर से	20
5. निकट बिंदु और दूर बिंदु (Near Point & Far Point)	8	21. प्रकाश का प्रकीर्णन (Scattering of Light)	21
6. दृष्टि दोष — परिचय (Defects of Vision — Overview)	8	22. टिंडल प्रभाव (Tyndall Effect)	21
7. निकट दृष्टिदोष — Myopia	9	23. आकाश नीला क्यों दिखाई देता है?	22
8. दूर दृष्टिदोष — Hypermetropia	10	24. सूर्य लाल क्यों दिखाई देता है?	23
9. जरा-दूरदृष्टिता — Presbyopia	11	25. लाल रंग का महत्व (Significance of Red Colour)	23
10. द्विफोकसी लेंस (Bifocal Lens)	12	26. Important Phenomena Revision Table	24
11. तीनों दृष्टि दोषों की तुलना (Comparison Table)	13	27. Important Definitions	24
12. प्रिज्म (Prism)	14	28. Important Figures Revision Section	25
13. प्रिज्म से प्रकाश का अपवर्तन (Refraction through Prism)	14	29. Exam-Oriented Questions	29
14. प्रकाश का विक्षेपण (Dispersion of Light)	15	30. MCQs (बहुविकल्पीय प्रश्न)	32
15. स्पेक्ट्रम (Spectrum)	16	31. One-Line Revision	34
16. इंद्रधनुष (Rainbow)	17	32. Common Exam Mistakes	34
		33. Final Quick Revision Sheet	35

अध्याय परिचय (Chapter Introduction)

यह अध्याय दो बड़े भागों में बँटा है। पहले भाग में हम **मानव नेत्र (Human Eye)** की संरचना, इसके कार्य करने की प्रक्रिया, तथा इससे जुड़े **दृष्टि दोषों (Defects of Vision)** — जैसे निकट दृष्टिदोष, दूर दृष्टिदोष तथा जरा-दूरदृष्टिता — के बारे में पढ़ेंगे, और यह भी समझेंगे कि इन्हें उचित लेंस द्वारा कैसे ठीक किया जाता है।

दूसरे भाग में हम **रंगीन संसार (Colourful World)** से जुड़ी घटनाओं को समझेंगे — जैसे प्रिज्म द्वारा श्वेत प्रकाश का सात रंगों में विभाजन (विक्षेपण), इंद्रधनुष का बनना, वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण तारों का टिमटिमाना तथा सूर्योदय/सूर्यास्त का समय बदलना, और प्रकाश के प्रकीर्णन के कारण आकाश का नीला तथा सूर्य का लाल दिखाई देना।

इस अध्याय में हम सीखेंगे

- मानव नेत्र कैसे कार्य करता है और इसमें प्रतिबिंब कैसे बनता है?
- दृष्टि दोष क्यों होते हैं और उन्हें कैसे ठीक किया जाता है?
- रंगीन संसार कैसे दिखाई देता है — प्रिज्म, विक्षेपण और स्पेक्ट्रम क्या हैं?
- वायुमंडल में प्रकाश के कारण कौन-कौन सी रोचक घटनाएँ होती हैं?

SECTION 1 — मानव नेत्र का परिचय (Introduction to Human Eye)

1.1 मानव नेत्र क्या है?

परिभाषा

मानव नेत्र (Human Eye) एक अत्यंत संवेदनशील **प्राकृतिक प्रकाशिक यंत्र (Optical Instrument)** है, जो हमें अपने चारों ओर की वस्तुओं को देखने में सक्षम बनाता है। यह प्रकाश को ग्रहण करता है, उसे अपवर्तित करता है तथा रेटिना पर एक वास्तविक व उल्टा प्रतिबिंब बनाता है, जिसकी जानकारी मस्तिष्क तक भेजी जाती है।

1.2 मानव नेत्र का मुख्य कार्य

मानव नेत्र का मुख्य कार्य है — बाहरी वस्तुओं से आने वाले प्रकाश को ग्रहण करना, उसे अपवर्तित (refract) करके रेटिना पर केंद्रित करना, और इस प्रकार बने प्रतिबिंब की जानकारी को दृष्टि तंत्रिका (Optic Nerve) के माध्यम से मस्तिष्क तक पहुँचाना, जहाँ यह जानकारी संसाधित होकर हमें वस्तु का सीधा व स्पष्ट अनुभव कराती है।

1.3 आँख में प्रतिबिंब कैसे बनता है? — Step-by-Step प्रक्रिया

दृष्टि की प्रक्रिया (Flow of Vision)

वस्तु → प्रकाश → कॉर्निया → पुतली → नेत्र लेंस → रेटिना → दृष्टि तंत्रिका → मस्तिष्क

Flow of Vision: Object to Brain



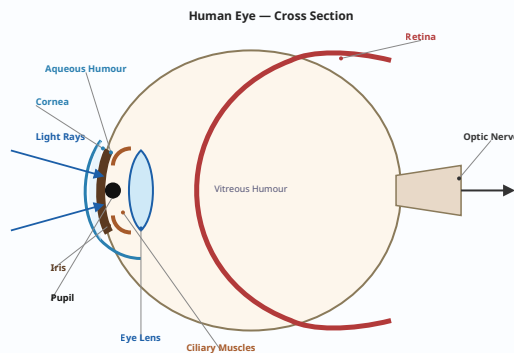
चित्र 1.1 — वस्तु से मस्तिष्क तक दृष्टि की प्रक्रिया का प्रवाह चित्र (Flow Diagram)

सबसे पहले वस्तु से प्रकाश चलकर आँख की **कॉर्निया** पर पड़ता है, जहाँ अधिकांश अपवर्तन होता है। इसके बाद प्रकाश **पुतली** से होकर गुजरता है, फिर **नेत्र लेंस** इसे और अधिक अपवर्तित करके **रेटिना** पर एक वास्तविक व उल्टा प्रतिबिंब बनाता है। रेटिना की प्रकाश-संवेदी कोशिकाएँ इस प्रतिबिंब को विद्युत संकेतों (electrical signals) में बदल देती हैं, जो **दृष्टि तंत्रिका** के माध्यम से **मस्तिष्क** तक पहुँचती हैं। मस्तिष्क इन संकेतों का विश्लेषण करके हमें वस्तु का सीधा प्रतिबिंब अनुभव कराता है।

परीक्षा में याद रखें

- रेटिना पर बनने वाला प्रतिबिंब सदैव **वास्तविक व उल्टा** होता है, परंतु मस्तिष्क इसे सीधा अनुभव कराता है।
- आँख का अधिकांश अपवर्तन **कॉर्निया** पर होता है, न कि नेत्र लेंस पर।

SECTION 2 — मानव नेत्र की संरचना (Structure of Human Eye)



चित्र 2.1 — मानव नेत्र की अनुप्रस्थ काट (Cross-Section) — सभी प्रमुख भाग लेबल सहित

ऊपर दिए गए चित्र में मानव नेत्र के सभी प्रमुख भाग दिखाए गए हैं। प्रकाश सबसे पहले कॉर्निया से होकर प्रवेश करता है, फिर पुतली, नेत्र लेंस से गुजरते हुए रेटिना पर प्रतिबिंब बनाता है। नीचे प्रत्येक भाग को विस्तार से समझाया गया है।

2.1 कॉर्निया (Cornea)

क्या है: आँख के सबसे आगे स्थित एक पतली, पारदर्शी तथा उभरी हुई झिल्ली।

कार्य: यह प्रकाश को आँख में प्रवेश कराती है।

भूमिका: आँख में होने वाले **कुल अपवर्तन का अधिकांश भाग (लगभग 80%) कॉर्निया पर ही होता है**, क्योंकि यह पहली तथा सबसे अधिक वक्रित सतह है जिससे प्रकाश गुजरता है।

2.2 आइरिस (Iris)

क्या है: कॉर्निया के पीछे स्थित एक गहरे रंग की पेशीय (muscular) संरचना, जो आँख को उसका रंग (जैसे काला, भूरा, नीला) प्रदान करती है।

कार्य: यह पुतली के आकार को नियंत्रित करती है, जिससे आँख में प्रवेश करने वाले प्रकाश की मात्रा नियंत्रित होती है।

2.3 पुतली (Pupil)

क्या है: आइरिस के मध्य स्थित एक छोटा गोल छिद्र, जिससे होकर प्रकाश आँख के भीतर प्रवेश करता है।

तेज प्रकाश में: पुतली सिकुड़ जाती (छोटी हो जाती) है, ताकि कम प्रकाश भीतर जाए।

कम प्रकाश में: पुतली फैल जाती (बड़ी हो जाती) है, ताकि अधिक प्रकाश भीतर जा सके।

2.4 नेत्र लेंस (Eye Lens)

प्रकार: यह एक उत्तल लेंस (Convex Lens) जैसा लचीला, पारदर्शी संरचना है।

कार्य: यह प्रकाश को अपवर्तित करके रेटिना पर सूक्ष्म समायोजन (fine adjustment) करता है।

भूमिका: नेत्र लेंस अपनी **वक्रता (curvature) तथा फोकस दूरी को बदल सकता है** — इसी गुण के कारण हम पास व दूर दोनों की वस्तुओं को स्पष्ट देख पाते हैं (इसे समंजन कहते हैं, जिसे Section 4 में विस्तार से पढ़ेंगे)।

2.5 सिलियरी मांसपेशियाँ (Ciliary Muscles)

कार्य: यह मांसपेशियाँ नेत्र लेंस को चारों ओर से पकड़े रहती हैं।

भूमिका (Accommodation में): ये सिकुड़कर या शिथिल होकर नेत्र लेंस की वक्रता (और इसलिए फोकस दूरी) को बदलती हैं, जिससे आँख अलग-अलग दूरी की वस्तुओं पर फोकस कर पाती है।

2.6 रेटिना (Retina)

क्या है: आँख की सबसे भीतरी परत, जो प्रकाश-संवेदी कोशिकाओं (light-sensitive cells) से बनी होती है।

image कहाँ बनती है: यहीं पर वस्तु का वास्तविक व उल्टा प्रतिबिंब बनता है।

Light-sensitive cells: रेटिना में दो प्रकार की कोशिकाएँ होती हैं — **छड़ (rods)**, जो कम प्रकाश में देखने में सहायक हैं, और **शंकु (cones)**, जो रंगों को पहचानने में सहायक हैं।

2.7 दृष्टि तंत्रिका (Optic Nerve)

कार्य: रेटिना पर बने प्रतिबिंब की विद्युत संकेतों (electrical signals) के रूप में जानकारी को रेटिना से मस्तिष्क तक पहुँचाना।

2.8 Aqueous Humour (जलीय द्रव)

कॉर्निया तथा नेत्र लेंस के बीच भरा एक पारदर्शी द्रव, जो कॉर्निया को पोषण देता है तथा आँख के अगले भाग का आकार बनाए रखता है।

2.9 Vitreous Humour (काचाभ द्रव)

नेत्र लेंस तथा रेटिना के बीच भरा एक गाढ़ा, पारदर्शी जेल जैसा द्रव, जो नेत्रगोलक (eyeball) के आकार को बनाए रखता है तथा प्रकाश को रेटिना तक पहुँचने देता है।

परीक्षा में याद रखें

- कॉर्निया पर सबसे अधिक अपवर्तन होता है; नेत्र लेंस केवल सूक्ष्म समायोजन करता है।
- आइरिस पुतली के आकार को नियंत्रित करती है, न कि स्वयं प्रकाश की मात्रा को सीधे नियंत्रित करती है।
- रेटिना पर प्रतिबिंब वास्तविक व उल्टा बनता है, जिसे मस्तिष्क सीधा समझता है।

SECTION 3 — मानव नेत्र का कार्य (Working of Human Eye)

आइए अब step-by-step समझें कि आँख किसी वस्तु को कैसे देखती है:

1. **Light enters eye:** वस्तु से परावर्तित होकर प्रकाश आँख की ओर आता है।
2. **Cornea:** प्रकाश सबसे पहले कॉर्निया से होकर प्रवेश करता है, जहाँ अधिकांश अपवर्तन होता है।
3. **Pupil:** प्रकाश पुतली से होकर गुजरता है (आइरिस द्वारा नियंत्रित मात्रा में)।
4. **Eye lens:** नेत्र लेंस प्रकाश को अतिरिक्त रूप से अपवर्तित करता है।
5. **Refraction:** कॉर्निया व नेत्र लेंस दोनों मिलकर प्रकाश को इस प्रकार अपवर्तित करते हैं कि वह ठीक रेटिना पर केंद्रित हो जाए।
6. **Retina:** रेटिना पर वस्तु का एक **वास्तविक और उल्टा प्रतिबिंब (Real and Inverted Image)** बनता है।
7. **Optic nerve:** रेटिना की प्रकाश-संवेदी कोशिकाएँ इस प्रतिबिंब को विद्युत संकेतों में बदलकर दृष्टि तंत्रिका के माध्यम से भेजती हैं।
8. **Brain interpretation:** मस्तिष्क इन संकेतों का विश्लेषण करता है और हमें वस्तु का **सीधा तथा स्पष्ट अनुभव** कराता है।

यद्यपि रेटिना पर बनने वाला प्रतिबिंब उल्टा होता है, फिर भी हमें वस्तुएँ सीधी दिखाई देती हैं क्योंकि हमारा मस्तिष्क वर्षों के अनुभव से इस उल्टे प्रतिबिंब की व्याख्या सीधे रूप में करना सीख चुका है।

परीक्षा में याद रखें

आँख का कार्य पूरी तरह से **अपवर्तन (Refraction)** के सिद्धांत पर आधारित है, न कि परावर्तन (Reflection) पर।

SECTION 4 — समंजन क्षमता (Power of Accommodation)

परिभाषा

आँख की वह क्षमता, जिसके द्वारा वह **नेत्र लेंस की फोकस दूरी को समायोजित (adjust)** करके अलग-अलग दूरी (पास व दूर) पर स्थित वस्तुओं को रेटिना पर स्पष्ट रूप से फोकस कर पाती है, **समंजन क्षमता (Power of Accommodation)** कहलाती है।

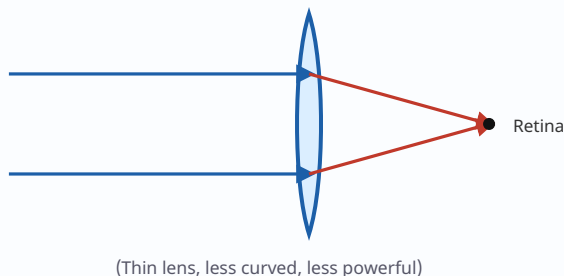
4.1 Ciliary Muscles की भूमिका

समंजन की पूरी प्रक्रिया **सिलियरी मांसपेशियों (Ciliary Muscles)** द्वारा नियंत्रित होती है, जो नेत्र लेंस की वक्रता (curvature) को बदलकर उसकी फोकस दूरी को समायोजित करती हैं।

4.2 दूर की वस्तु देखने पर क्या होता है?

जब हम किसी **दूर** की वस्तु को देखते हैं, तो सिलियरी मांसपेशियाँ **शिथिल (relaxed)** हो जाती हैं। इससे नेत्र लेंस **पतला** हो जाता है, उसकी वक्रता कम हो जाती है और फोकस दूरी **बढ़ जाती है**।

Distant object: Ciliary muscles relaxed -> lens thin

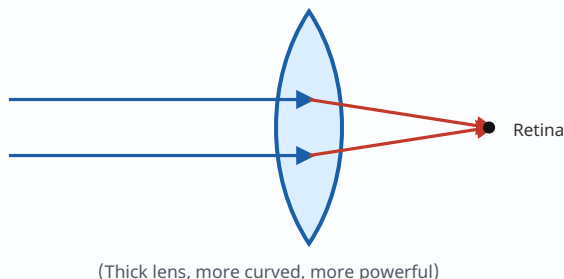


चित्र 4.1 — दूर की वस्तु के लिए समंजन: लेंस पतला व कम शक्तिशाली

4.3 पास की वस्तु देखने पर क्या होता है?

जब हम किसी **पास** की वस्तु को देखते हैं, तो सिलियरी मांसपेशियाँ **सिकुड़ (contract)** जाती हैं। इससे नेत्र लेंस **मोटा** हो जाता है, उसकी वक्रता बढ़ जाती है और फोकस दूरी **घट जाती है**।

Near object: Ciliary muscles contract -> lens thick



चित्र 4.2 — पास की वस्तु के लिए समंजन: लेंस मोटा व अधिक शक्तिशाली

परीक्षा में याद रखें

- दूर की वस्तु → मांसपेशियाँ शिथिल → लेंस पतला → फोकस दूरी अधिक।
- पास की वस्तु → मांसपेशियाँ सिकुड़ी → लेंस मोटा → फोकस दूरी कम।
- सामान्य आँख की समंजन क्षमता की भी एक सीमा होती है — इसीलिए निकट बिंदु से पास या दूर बिंदु से दूर की वस्तु स्पष्ट नहीं दिखती।

SECTION 5 — निकट बिंदु और दूर बिंदु (Near Point & Far Point)

5.1 निकट बिंदु (Near Point)

परिभाषा

वह न्यूनतम दूरी, जिस पर रखी वस्तु को आँख बिना किसी तनाव (strain) के सबसे स्पष्ट रूप से देख सकती है, **निकट बिंदु** कहलाती है।

सामान्य आँख के लिए मान: लगभग 25 cm

5.2 दूर बिंदु (Far Point)

परिभाषा

वह अधिकतम दूरी, जहाँ तक स्थित वस्तु को आँख स्पष्ट रूप से देख सकती है, **दूर बिंदु** कहलाती है।

सामान्य आँख के लिए मान: अनंत (Infinity)

5.3 स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी (Least Distance of Distinct Vision)

परिभाषा

वह न्यूनतम दूरी, जिस पर वस्तु रखने पर सामान्य आँख को बिना किसी तनाव के सबसे स्पष्ट प्रतिबिंब प्राप्त होता है, **स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी** कहलाती है। यह निकट बिंदु के बराबर ही होती है।

सामान्य मान (D) = 25 cm

महत्वपूर्ण तथ्य (Important Fact Box)

सामान्य आँख: निकट बिंदु = 25 cm; दूर बिंदु = अनंत (∞)

यह मान प्रत्येक व्यक्ति के लिए थोड़ा भिन्न हो सकता है, परंतु परीक्षा के लिए 25 cm को ही "सामान्य" (Normal) मान माना जाता है।

परीक्षा में याद रखें

- निकट बिंदु और "स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी" — दोनों एक ही राशि (25 cm) को दर्शाते हैं।
- उम्र बढ़ने के साथ निकट बिंदु की दूरी बढ़ती जाती है (यही जरा-दूरदृष्टिता का कारण है — Section 9 देखें)।

SECTION 6 — दृष्टि दोष (Defects of Vision)

यद्यपि सामान्य आँख 25 cm से अनंत तक की वस्तुओं को स्पष्ट देख सकती है, कई बार आँख की समंजन क्षमता में कमी या नेत्रगोलक (eyeball) की लंबाई में परिवर्तन के कारण दृष्टि दोष उत्पन्न हो जाते हैं। इस section में हम तीन प्रमुख दृष्टि दोषों का overview देखेंगे, जिन्हें अगले sections में विस्तार से पढ़ेंगे।

दृष्टि दोष	पूरा नाम	संक्षिप्त समस्या	सुधार
निकट दृष्टिदोष	Myopia (Short-sightedness)	दूर की वस्तु स्पष्ट नहीं दिखती	अवतल लेंस (Concave Lens)
दूर दृष्टिदोष	Hypermetropia (Long-sightedness)	पास की वस्तु स्पष्ट नहीं दिखती	उत्तल लेंस (Convex Lens)
जरा-दूरदृष्टिता	Presbyopia	उम्र के साथ समंजन क्षमता घटना	उत्तल लेंस / द्विफोकसी लेंस

इन तीनों दोषों को समझने के लिए यह जानना आवश्यक है कि सामान्य आँख में प्रतिबिंब ठीक रेटिना पर बनता है। जब यह प्रतिबिंब रेटिना से पहले या रेटिना के पीछे बनने लगता है, तभी दृष्टि दोष उत्पन्न होता है।

SECTION 7 — निकट दृष्टिदोष (Myopia)

परिभाषा

वह दृष्टि दोष, जिसमें व्यक्ति पास की वस्तुओं को स्पष्ट देख सकता है परंतु दूर की वस्तुएँ धुंधली दिखाई देती हैं, निकट दृष्टिदोष (Myopia) या Short-sightedness कहलाता है।

7.1 लक्षण (Symptoms)

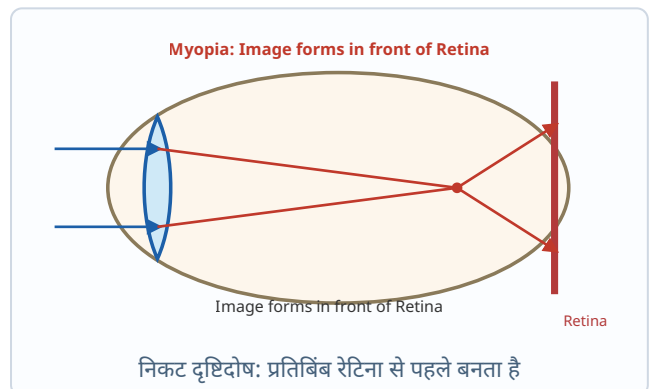
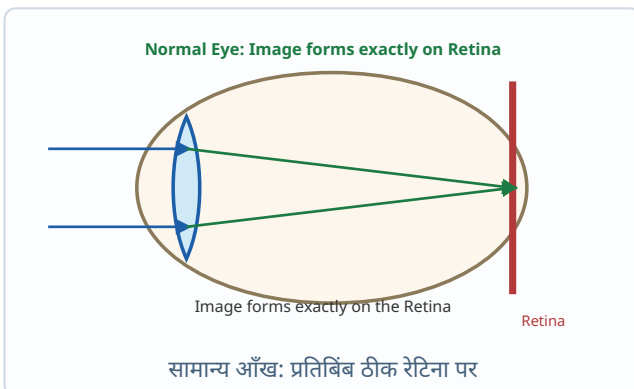
- दूर की वस्तुएँ (जैसे ब्लैकबोर्ड, सड़क के साइनबोर्ड) धुंधली दिखाई देती हैं।
- पास की वस्तुएँ (जैसे किताब पढ़ना) सामान्य रूप से स्पष्ट दिखती हैं।

7.2 कारण (Causes)

- नेत्रगोलक का लंबा होना (Elongation of Eyeball): आँख की लंबाई सामान्य से अधिक हो जाती है।
- नेत्र लेंस की अभिसारी शक्ति (Converging Power) का अत्यधिक बढ़ जाना।

7.3 प्रतिबिंब निर्माण — समस्या क्या है?

इन कारणों से दूर की वस्तु से आने वाली समांतर किरणें नेत्र लेंस द्वारा अपवर्तित होकर रेटिना से पहले ही एक बिंदु पर केंद्रित हो जाती हैं, जिससे रेटिना पर धुंधला प्रतिबिंब बनता है।

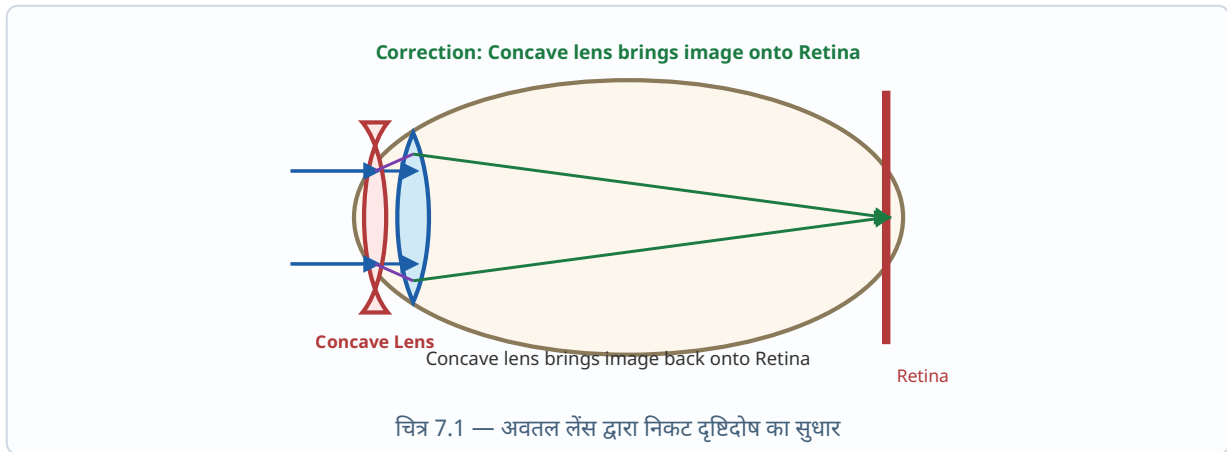


7.4 सुधार (Correction)

सुधार विधि

उपयुक्त फोकस दूरी का अवतल लेंस (Concave Lens)

अवतल लेंस समांतर किरणों को आँख में प्रवेश करने से पहले थोड़ा फैला (diverge) देता है, जिससे नेत्र लेंस द्वारा अपवर्तन के बाद प्रतिबिंब ठीक रेटिना पर बनता है।



परीक्षा में याद रखें

- Myopia में प्रतिबिंब **रेटिना से पहले** बनता है।
- सुधार के लिए सदैव **अवतल लेंस (ऋणात्मक फोकस दूरी)** का प्रयोग होता है।
- Myopia का कारण नेत्रगोलक का लंबा होना या लेंस की अभिसारी शक्ति का बढ़ना है।

SECTION 8 — दूर दृष्टिदोष (Hypermetropia)

परिभाषा

वह दृष्टि दोष, जिसमें व्यक्ति **दूर की वस्तुओं को स्पष्ट देख सकता है परंतु पास की वस्तुएँ धुंधली दिखाई देती हैं**, दूर दृष्टिदोष (**Hypermetropia**) या Long-sightedness कहलाता है।

8.1 लक्षण (Symptoms)

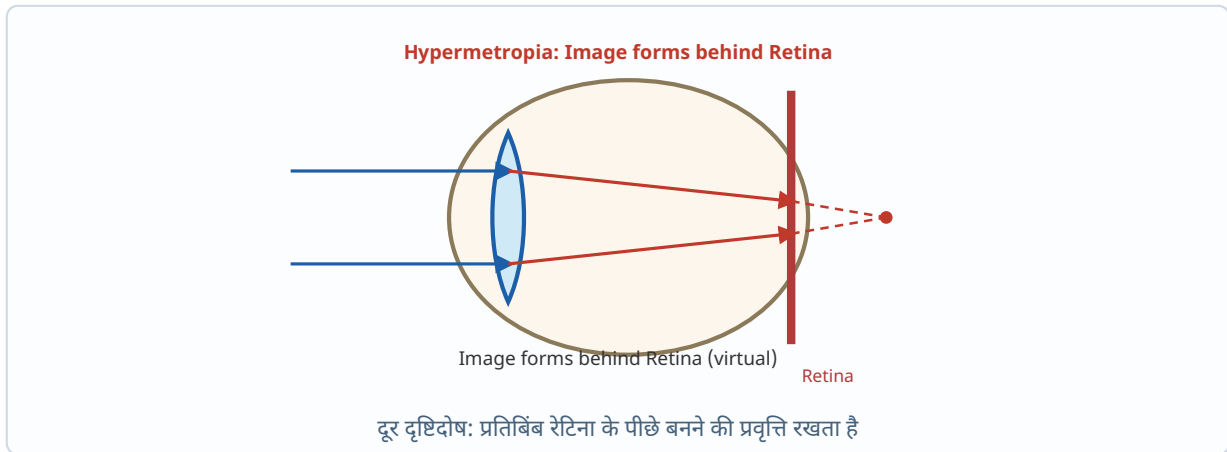
- पास की वस्तुएँ (जैसे किताब पढ़ना) धुंधली दिखाई देती हैं।
- दूर की वस्तुएँ सामान्य रूप से स्पष्ट दिखती हैं।

8.2 कारण (Causes)

- नेत्रगोलक का छोटा होना (Eyeball being too short)।
- नेत्र लेंस की फोकस दूरी का बहुत अधिक हो जाना (Lens power कम होना)।

8.3 प्रतिबिंब निर्माण — समस्या क्या है?

इन कारणों से पास की वस्तु से आने वाली किरणें नेत्र लेंस द्वारा अपवर्तन के बाद **रेटिना के पीछे केंद्रित होने की कोशिश करती हैं** (जो वास्तव में असंभव है, इसलिए रेटिना पर धुंधला प्रतिबिंब बनता है)।

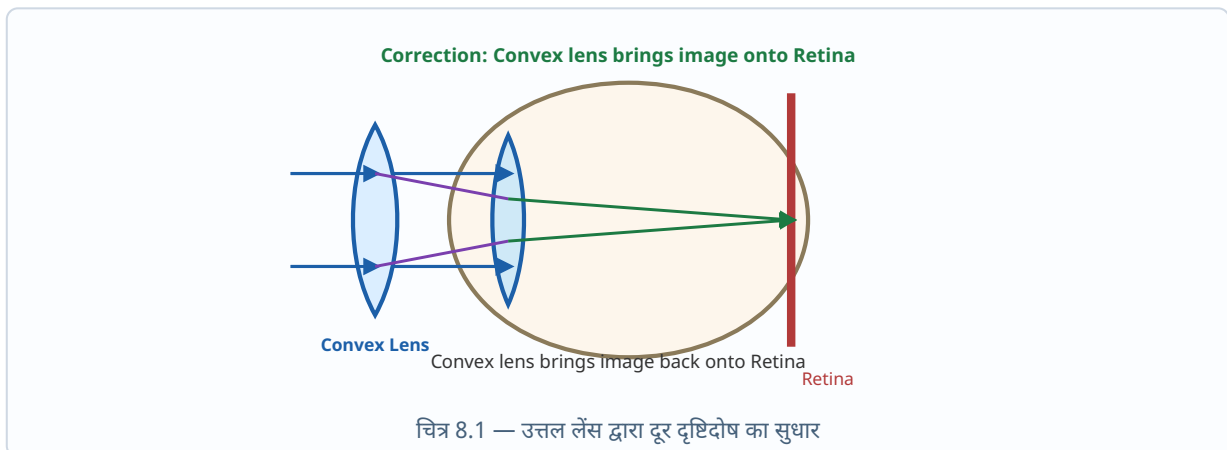


8.4 सुधार (Correction)

सुधार विधि

उपयुक्त फोकस दूरी का उत्तल लेंस (Convex Lens)

उत्तल लेंस आँख में प्रवेश करने से पहले ही किरणों को कुछ हद तक अभिसरित (converge) कर देता है, जिससे नेत्र लेंस द्वारा अतिरिक्त अपवर्तन के बाद प्रतिबिंब ठीक रेटिना पर बन जाता है।



परीक्षा में याद रखें

- Hypermetropia में प्रतिबिंब **रेटिना के पीछे** बनने की प्रवृत्ति रखता है।
- सुधार के लिए सदैव **उत्तल लेंस (धनात्मक फोकस दूरी)** का प्रयोग होता है।
- Hypermetropia का कारण नेत्रगोलक का छोटा होना या लेंस की क्षमता का कम होना है।

SECTION 9 — जरा-दूरदृष्टिता (Presbyopia)

परिभाषा

उम्र बढ़ने के साथ आँख की समंजन क्षमता (Power of Accommodation) धीरे-धीरे कम होते जाने के कारण उत्पन्न दृष्टि दोष **जरा-दूरदृष्टिता (Presbyopia)** कहलाता है।

9.1 Age-related Changes

- सामान्यतः 40 वर्ष की आयु के बाद यह दोष उत्पन्न होने लगता है।
- **सिलियरी मांसपेशियाँ (Ciliary Muscles) कमजोर पड़ जाती हैं** और नेत्र लेंस अपनी प्राकृतिक लचीलापन (flexibility) खो देता है।

9.2 Loss of Lens Flexibility

चूँकि नेत्र लेंस अपनी लचीलापन खो देता है, इसलिए यह पास की वस्तु देखने के लिए आवश्यक मोटा आकार नहीं ले पाता। परिणामस्वरूप **समंजन क्षमता घट जाती है और निकट बिंदु की दूरी सामान्य 25 cm से बढ़कर अधिक हो जाती है** — अर्थात् व्यक्ति को पास की वस्तु देखने में कठिनाई होती है।

9.3 सुधार (Correction)

- **उत्तल लेंस (Convex Lens):** यदि व्यक्ति को केवल पास देखने में कठिनाई हो।
- **द्विफोकसी लेंस (Bifocal Lens):** यदि व्यक्ति को Myopia तथा Presbyopia दोनों एक साथ हों (यानी दूर व पास दोनों देखने में कठिनाई हो)।

परीक्षा में याद रखें

- Presbyopia उम्र बढ़ने से जुड़ा दोष है, न कि नेत्रगोलक की लंबाई से।
- कभी-कभी किसी व्यक्ति में Myopia तथा Presbyopia दोनों एक साथ हो सकते हैं — तब द्विफोकसी लेंस का उपयोग किया जाता है।

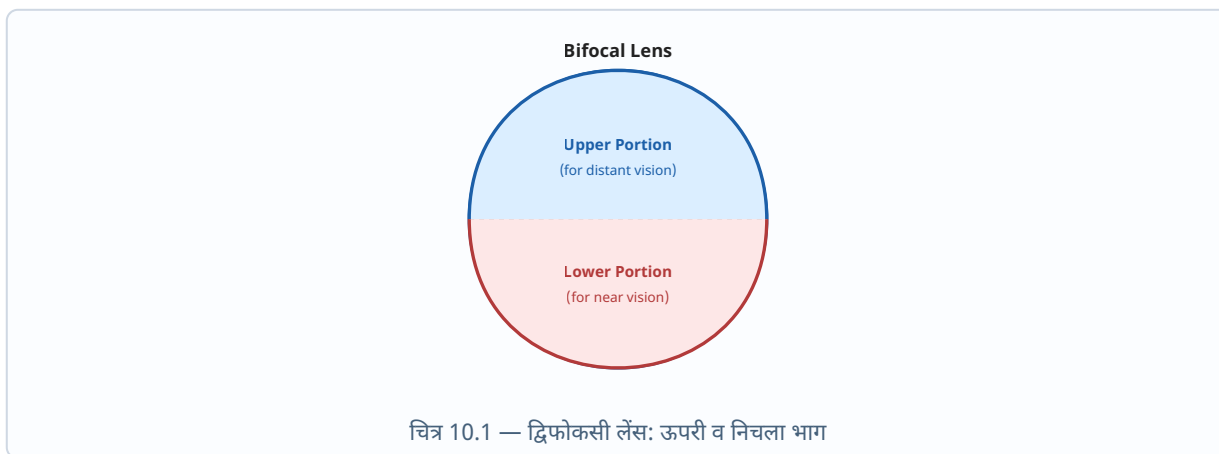
SECTION 10 — द्विफोकसी लेंस (Bifocal Lens)

परिभाषा

वह लेंस, जिसमें **दो अलग-अलग फोकस दूरी वाले भाग** एक ही फ्रेम में जोड़े जाते हैं — एक भाग दूर देखने के लिए तथा दूसरा भाग पास देखने के लिए — **द्विफोकसी लेंस (Bifocal Lens)** कहलाता है।

10.1 आवश्यकता कब होती है?

जब किसी व्यक्ति को **Myopia (या Hypermetropia) के साथ-साथ Presbyopia भी हो** — अर्थात् उसे दूर और पास दोनों की वस्तुएँ देखने में कठिनाई हो — तब उसे अलग-अलग चश्मे बार-बार बदलने की बजाय एक ही चश्मे में द्विफोकसी लेंस का उपयोग करने की सलाह दी जाती है।



10.2 ऊपरी भाग (Upper Portion)

सामान्यतः **अवतल लेंस (Concave)** से बना होता है (यदि Myopia भी हो) — **दूर दृष्टि (Distant Vision)** के लिए उपयोग होता है।

10.3 निचला भाग (Lower Portion)

उत्तल लेंस (Convex) से बना होता है — **निकट दृष्टि (Near Vision)** के लिए उपयोग होता है (Presbyopia के सुधार हेतु)।

आधुनिक समय में इसके स्थान पर **Progressive Lenses** का भी उपयोग किया जाता है, जिनमें फोकस दूरी क्रमिक रूप से (gradually) बदलती है, बिना किसी स्पष्ट विभाजन रेखा के — परंतु Bihar Board पाठ्यक्रम के लिए द्विफोकसी लेंस (bifocal lens) की मूल अवधारणा ही महत्वपूर्ण है।

SECTION 11 — तीनों दृष्टि दोषों की तुलना

दृष्टि दोष	मुख्य समस्या	प्रमुख कारण	प्रतिबिंब की स्थिति	सुधार
Myopia (निकट दृष्टिदोष)	दूर की वस्तु स्पष्ट नहीं	आँख की लंबाई बढ़ना / अभिसारी शक्ति में वृद्धि	Retina के आगे (पहले)	Concave Lens
Hypermetropia (दूर दृष्टिदोष)	पास की वस्तु स्पष्ट नहीं	आँख छोटी होना / अभिसारी शक्ति कम होना	Retina के पीछे	Convex Lens
Presbyopia (जरा-दूरदृष्टिता)	पास की वस्तु देखने में कठिनाई (उम्र के साथ)	उम्र के साथ समंजन क्षमता कम होना	समंजन क्षमता की कमी	Convex Lens / Bifocal Lens

परीक्षा में याद रखें — Quick Trick

- "M" से Myopia — "M" से Minus (Concave, ऋणात्मक फोकस दूरी)।
- "H" से Hypermetropia — "H" से "High/Plus" (Convex, धनात्मक फोकस दूरी)।
- Presbyopia केवल उम्र से संबंधित है, आँख की बनावट से नहीं।

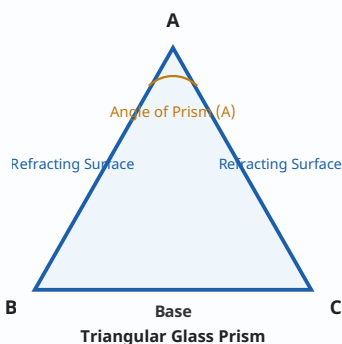
SECTION 12 — प्रिज्म (Prism)

परिभाषा

प्रिज्म एक **पारदर्शी (transparent) माध्यम** से बनी वस्तु है, जो **दो समतल तथा तिरछी (inclined) अपवर्तक सतहों** से घिरी होती है, जो एक कोण पर मिलती हैं। सामान्यतः प्रिज्म काँच का बना त्रिकोणीय आकार का होता है।

12.1 प्रिज्म की संरचना

भाग	अर्थ
Refracting Surfaces	वे दो झुकी हुई सतहें, जिनसे होकर प्रकाश अपवर्तित होता है
Base	प्रिज्म का आधार (तीसरी भुजा)
Angle of Prism (A)	दोनों अपवर्तक सतहों के बीच का कोण



चित्र 12.1 — त्रिकोणीय काँच प्रिज्म: A, B, C, Base तथा Angle of Prism दर्शाते हुए

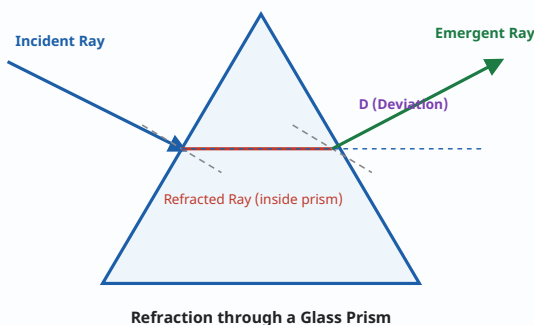
परीक्षा में याद रखें

प्रिज्म की दोनों अपवर्तक सतहें आपस में समांतर नहीं होतीं (जैसा कि आयताकार स्लेब में होता है) — इसी कारण प्रिज्म से गुजरने वाला प्रकाश एक कोण से विचलित (deviate) हो जाता है तथा वर्णों में विभक्त हो जाता है।

SECTION 13 — प्रिज्म से प्रकाश का अपवर्तन

जब प्रकाश की किरण प्रिज्म से गुजरती है, तो यह **दो बार अपवर्तित** होती है — पहली बार प्रिज्म में प्रवेश करते समय, और दूसरी बार प्रिज्म से बाहर निकलते समय।

पद	अर्थ
Incident Ray	प्रिज्म की पहली सतह पर पड़ने वाली मूल किरण
First Refraction	प्रिज्म में प्रवेश करते समय किरण अभिलंब की ओर मुड़ती है
Inside Prism	किरण प्रिज्म के भीतर सीधी रेखा में चलती है
Second Refraction	प्रिज्म से बाहर निकलते समय किरण अभिलंब से दूर मुड़ती है
Emergent Ray	प्रिज्म से बाहर निकलने वाली अंतिम किरण
Deviation (D)	आपतित किरण की मूल दिशा तथा निर्गत किरण की दिशा के बीच का कोण



चित्र 13.1 — प्रिज्म से अपवर्तन: दो बार अपवर्तन तथा विचलन कोण (D)

महत्वपूर्ण बिंदु

आयताकार काँच स्लैब के विपरीत, प्रिज्म की दोनों अपवर्तक सतहें समांतर नहीं होतीं, इसलिए यहाँ **निर्गत किरण आपतित किरण के समांतर नहीं होती** — यह एक निश्चित कोण (D) से विचलित हो जाती है।

परीक्षा में याद रखें

- प्रिज्म में प्रकाश दो बार अपवर्तित होता है।
- पहली सतह पर किरण अभिलंब की ओर मुड़ती है; दूसरी सतह पर अभिलंब से दूर मुड़ती है।
- प्रिज्म से निर्गत किरण, आपतित किरण से एक कोण D पर विचलित होती है (समांतर नहीं होती)।

SECTION 14 — प्रकाश का विक्षेपण (Dispersion of Light)

परिभाषा

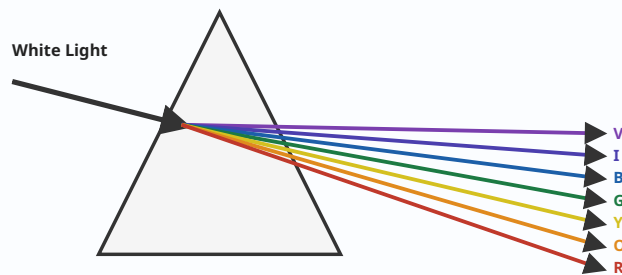
जब श्वेत प्रकाश (White Light) किसी प्रिज्म से होकर गुजरता है, तो यह अपने **सात घटक रंगों में विभाजित** हो जाता है। इस परिघटना को **प्रकाश का विक्षेपण (Dispersion of Light)** कहते हैं।

14.1 विक्षेपण क्यों होता है?

श्वेत प्रकाश वास्तव में सात अलग-अलग रंगों के प्रकाश का मिश्रण है, और प्रत्येक रंग की **तरंगदैर्घ्य (wavelength) अलग-अलग** होती है। चूँकि किसी माध्यम का अपवर्तनांक तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करता है, इसलिए प्रत्येक रंग अलग-अलग कोण से अपवर्तित (मुड़ता) होता है — बैंगनी रंग सबसे अधिक तथा लाल रंग सबसे कम मुड़ता है। इसी कारण प्रिज्म से गुजरने के बाद सभी रंग अलग-अलग हो जाते हैं और एक पट्टी (स्पेक्ट्रम) के रूप में दिखाई देते हैं।

14.2 VIBGYOR — सात रंग

संकेत	English	हिंदी नाम
V	Violet	बैंगनी
I	Indigo	जामुनी/नील
B	Blue	नीला
G	Green	हरा
Y	Yellow	पीला
O	Orange	नारंगी
R	Red	लाल



Dispersion of White Light through Prism (VIBGYOR)

चित्र 14.1 — श्वेत प्रकाश का प्रिज्म द्वारा विक्षेपण (VIBGYOR स्पेक्ट्रम)

परीक्षा में याद रखें

- विक्षेपण का क्रम याद रखने के लिए "VIBGYOR" शब्द याद रखें।
- बैंगनी (Violet) सबसे अधिक तथा लाल (Red) सबसे कम विचलित (deviate) होता है।
- विक्षेपण, तरंगदैर्घ्य के अनुसार अपवर्तनांक में अंतर के कारण होता है।

SECTION 15 — स्पेक्ट्रम (Spectrum)

परिभाषा

श्वेत प्रकाश के विक्षेपण से प्राप्त सात रंगों की पट्टी को **स्पेक्ट्रम (Spectrum)** कहते हैं।

15.1 दृश्य स्पेक्ट्रम (Visible Spectrum)

मानव आँख जिन तरंगदैर्घ्यों के प्रकाश को देख सकती है, उसे **दृश्य स्पेक्ट्रम** कहते हैं। यह लगभग 400 nm (बैंगनी) से 700 nm (लाल) तक फैला होता है, जिसमें सात रंग (VIBGYOR) सम्मिलित हैं।

15.2 लाल तथा बैंगनी रंग की तुलना

आधार	लाल (Red)	बैंगनी (Violet)
तरंगदैर्घ्य (Wavelength)	सबसे अधिक	सबसे कम
विचलन (Deviation)	सबसे कम	सबसे अधिक
अपवर्तनांक	सबसे कम	सबसे अधिक
प्रकीर्णन (Scattering)	सबसे कम	सबसे अधिक

तरंगदैर्घ्य जितनी अधिक होगी, प्रकाश उतना ही कम मुड़ेगा (कम विचलित होगा) तथा उतना ही कम प्रकीर्णित होगा। यही कारण है कि लाल रंग लंबी दूरी तक स्पष्ट दिखाई देता है (Section 25 में विस्तार से पढ़ेंगे)।

परीक्षा में याद रखें

दृश्य स्पेक्ट्रम में तरंगदैर्घ्य का क्रम: बैंगनी (सबसे कम) → ... → लाल (सबसे अधिक)।

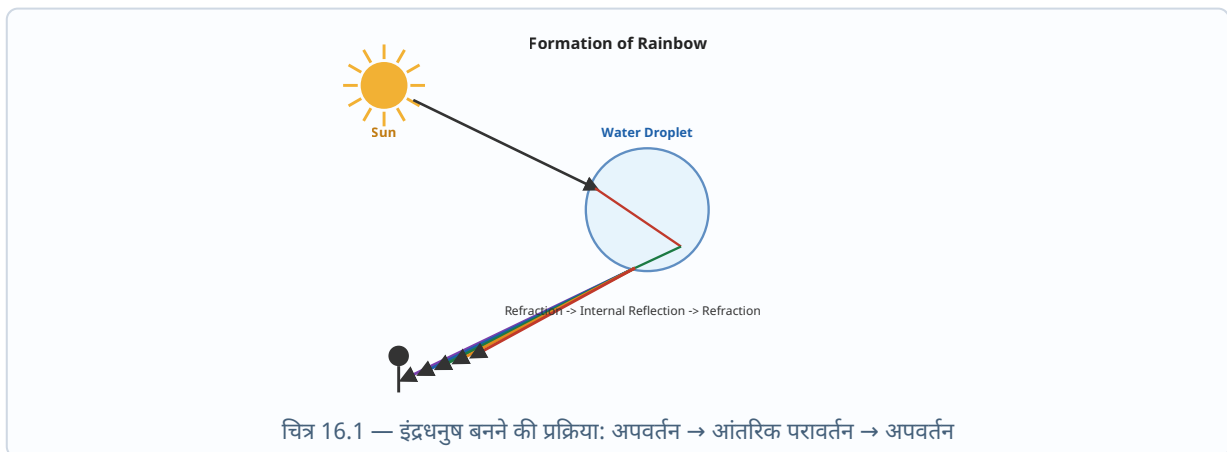
SECTION 16 — इंद्रधनुष (Rainbow)

परिभाषा

इंद्रधनुष एक प्राकृतिक स्पेक्ट्रम है, जो वर्षा के बाद आकाश में वायुमंडल में उपस्थित जल की बूंदों (water droplets) द्वारा सूर्य के प्रकाश के विक्षेपण, अपवर्तन तथा आंतरिक परावर्तन के कारण बनता है।

16.1 इंद्रधनुष बनने की प्रक्रिया

- Sunlight enters water droplet:** सूर्य का प्रकाश वायुमंडल में लटकी जल की बूंद में प्रवेश करता है।
- Refraction:** प्रवेश करते समय प्रकाश अपवर्तित होकर अपने घटक रंगों में विभाजित होने लगता है (विक्षेपण प्रारंभ)।
- Dispersion:** प्रत्येक रंग बूंद के भीतर अलग-अलग कोण पर मुड़ता है।
- Internal Reflection:** बूंद के भीतरी पृष्ठ पर प्रकाश का पूर्ण आंतरिक परावर्तन होता है (यह बूंद की दूसरी सतह से टकराकर वापस लौटता है)।
- Refraction on emergence:** बूंद से बाहर निकलते समय प्रकाश पुनः अपवर्तित होता है, जिससे रंगों का विभाजन और स्पष्ट हो जाता है।



संक्षेप में

इंद्रधनुष का निर्माण तीन प्रकाशिक परिघटनाओं के संयोजन से होता है: **अपवर्तन (Refraction) + विक्षेपण (Dispersion) + पूर्ण आंतरिक परावर्तन (Total Internal Reflection) + पुनः अपवर्तन।**

परीक्षा में याद रखें

- इंद्रधनुष देखने के लिए प्रेक्षक की पीठ सूर्य की ओर तथा मुख वर्षा वाले क्षेत्र की ओर होना चाहिए।
- इंद्रधनुष के लिए तीनों घटनाएँ आवश्यक हैं: अपवर्तन, विक्षेपण तथा आंतरिक परावर्तन — केवल विक्षेपण कहना अधूरा उत्तर है (यह Section 32 की एक सामान्य गलती है)।

SECTION 17 — वायुमंडलीय अपवर्तन (Atmospheric Refraction)**परिभाषा**

पृथ्वी के वायुमंडल के कारण प्रकाश के मार्ग में होने वाले क्रमिक (gradual) अपवर्तन को **वायुमंडलीय अपवर्तन (Atmospheric Refraction)** कहते हैं।

17.1 Atmosphere की अलग-अलग परतें (Layers)

पृथ्वी का वायुमंडल एक समान (uniform) माध्यम नहीं है। यह अनेक परतों से बना है, जिनका **प्रकाशिक घनत्व (Optical Density) ऊँचाई के साथ बदलता रहता है** — पृथ्वी की सतह के निकट वायु सघन (denser) होती है तथा ऊँचाई बढ़ने के साथ यह विरल (rarer) होती जाती है।

17.2 Density Variation और Light Path Bending

चूँकि प्रकाश विरल माध्यम से सघन माध्यम में जाते समय लगातार अभिलंब की ओर मुड़ता रहता है, इसलिए अंतरिक्ष से आने वाला प्रकाश जब वायुमंडल की विभिन्न परतों से गुजरता है, तो यह **धीरे-धीरे व निरंतर (continuously) मुड़ता** जाता है — सीधी रेखा में नहीं, बल्कि एक वक्र (curved) पथ में।

17.3 Apparent Position (आभासी स्थिति)

इस निरंतर मुड़ने के कारण किसी खगोलीय पिंड (जैसे तारा या सूर्य) की **आभासी स्थिति (Apparent Position)** उसकी **वास्तविक स्थिति (Actual Position)** से थोड़ी भिन्न (सामान्यतः थोड़ी ऊपर) दिखाई देती है।

परीक्षा में याद रखें

वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण ही तारों का टिमटिमाना (Section 18), सूर्योदय का जल्दी व सूर्यास्त का देर से होना (Section 20) जैसी घटनाएँ होती हैं।

SECTION 18 — तारों का टिमटिमाना (Twinkling of Stars)**18.1 तारा एक बिंदु स्रोत (Point Source) के रूप में**

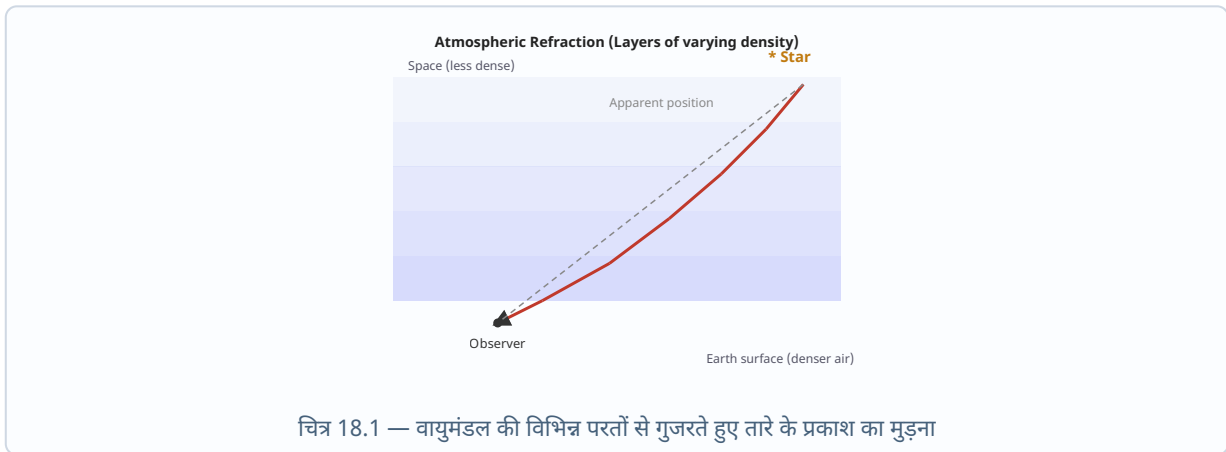
तारे पृथ्वी से इतनी अधिक दूरी पर स्थित हैं कि वे एक **बिंदु स्रोत (Point Source of Light)** की तरह व्यवहार करते हैं।

18.2 Atmospheric Layers तथा Continuous Refraction

तारों का प्रकाश पृथ्वी के वायुमंडल की अनेक परतों से होकर गुजरता है। ये परतें लगातार गतिशील रहती हैं और इनका घनत्व भी लगातार बदलता रहता है (वायु के तापमान व दाब में परिवर्तन के कारण)। इस कारण तारों से आने वाला प्रकाश निरंतर अलग-अलग मात्रा में अपवर्तित होता रहता है।

18.3 Apparent Position तथा Brightness में परिवर्तन

चूँकि अपवर्तन की मात्रा लगातार बदलती रहती है, इसलिए तारे की **आभासी स्थिति भी लगातार थोड़ी-थोड़ी बदलती रहती है**, और उससे आने वाले प्रकाश की मात्रा (brightness) भी घटती-बढ़ती रहती है। इसी कारण तारा कभी अधिक चमकीला तथा कभी कम चमकीला दिखाई देता है — जिसे हम **"टिमटिमाना" (Twinkling)** कहते हैं।



महत्वपूर्ण प्रश्न — तारे टिमटिमाते क्यों हैं?

उत्तर: तारे पृथ्वी से बहुत दूर होने के कारण बिंदु स्रोत की तरह व्यवहार करते हैं। उनका प्रकाश पृथ्वी के वायुमंडल की निरंतर बदलती हुई परतों से होकर गुजरता है, जिनका घनत्व बार-बार बदलता रहता है। इस कारण तारों की आभासी स्थिति व उनसे प्राप्त प्रकाश की मात्रा में बार-बार परिवर्तन होता रहता है, जिससे तारे कभी चमकीले तो कभी धुंधले दिखाई देते हैं — इसी परिघटना को तारों का टिमटिमाना कहते हैं।

परीक्षा में याद रखें

तारों का टिमटिमाना **वायुमंडलीय अपवर्तन** के कारण होता है, **प्रकीर्णन (Scattering)** के कारण नहीं — यह एक बहुत सामान्य गलती है (Section 32 देखें)।

SECTION 19 — ग्रहों का टिमटिमाना (Why Planets Don't Twinkle)

यद्यपि ग्रह भी वायुमंडलीय अपवर्तन से प्रभावित होते हैं, फिर भी वे तारों की तरह दिखने योग्य रूप से टिमटिमाते नहीं हैं। इसके कारण को समझें:

कारण

- **Planets are relatively extended sources:** ग्रह तारों की तुलना में पृथ्वी से बहुत निकट होते हैं, इसलिए वे एक बिंदु स्रोत के बजाय अनेक बिंदु-स्रोतों के समूह (extended source) की तरह व्यवहार करते हैं।
- **Different parts contribute light:** ग्रह के धरातल के अलग-अलग भागों से आने वाला प्रकाश अलग-अलग मात्रा में अपवर्तित होता है।
- **Atmospheric effects average out:** चूँकि अनेक बिंदुओं से प्रकाश आ रहा होता है, इसलिए उनके अपवर्तन में हुए उतार-चढ़ाव का औसत (average) निकल आता है, जिससे कुल मिलाकर brightness में परिवर्तन नगण्य (negligible) हो जाता है।

इसीलिए ग्रह सामान्यतः स्थिर तथा साफ प्रकाश के साथ चमकते हुए दिखाई देते हैं, न कि टिमटिमाते हुए।

आधार	तारे (Stars)	ग्रह (Planets)
दूरी	पृथ्वी से अत्यधिक दूर	अपेक्षाकृत निकट
स्रोत का प्रकार	बिंदु स्रोत (Point Source)	विस्तारित स्रोत (Extended Source)
टिमटिमाना	टिमटिमाते हैं	सामान्यतः नहीं टिमटिमाते
कारण	अपवर्तन में उतार-चढ़ाव सीधे दिखता है	अनेक बिंदुओं का औसत प्रभाव, परिवर्तन नगण्य

परीक्षा में याद रखें

ग्रहों का न टिमटिमाना, इस बात का प्रमाण है कि वे तारों की अपेक्षा पृथ्वी के अधिक निकट हैं तथा विस्तारित स्रोत हैं।

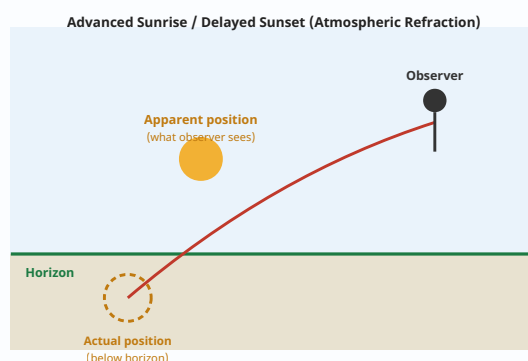
SECTION 20 — सूर्योदय पहले और सूर्यास्त देर से

परिघटना

वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण सूर्य वास्तविक सूर्योदय से लगभग 2 मिनट पहले दिखाई देने लगता है, तथा वास्तविक सूर्यास्त के लगभग 2 मिनट बाद तक दिखाई देता रहता है। इस प्रकार दिन की अवधि वास्तविक अवधि से लगभग 4 मिनट अधिक प्रतीत होती है।

20.1 व्याख्या (Explanation)

जब सूर्य क्षितिज (horizon) के ठीक नीचे होता है, तब भी उससे आने वाला प्रकाश वायुमंडल की विभिन्न परतों से अपवर्तित होकर मुड़ता हुआ प्रेक्षक (observer) की आँख तक पहुँच जाता है। चूँकि अपवर्तन के कारण प्रकाश किरण नीचे की ओर मुड़ती है, इसलिए सूर्य की आभासी स्थिति वास्तविक स्थिति से ऊपर दिखाई देती है।



चित्र 20.1 — वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण सूर्य की आभासी स्थिति वास्तविक स्थिति से ऊपर दिखाई देना

20.2 परिणाम

- **Sunrise (सूर्योदय):** सूर्य वास्तव में क्षितिज के नीचे होते हुए भी, अपवर्तन के कारण पहले ही दिखाई देने लगता है — अतः सूर्योदय वास्तविक समय से **पहले** होता प्रतीत होता है।
- **Sunset (सूर्यास्त):** सूर्य वास्तव में क्षितिज के नीचे जा चुकने के बाद भी, अपवर्तन के कारण कुछ समय तक दिखाई देता रहता है — अतः सूर्यास्त वास्तविक समय से **देर से** होता प्रतीत होता है।

परीक्षा में याद रखें

इस घटना का मूल कारण **वायुमंडलीय अपवर्तन** ही है — सूर्य की आभासी स्थिति सदैव वास्तविक स्थिति से ऊपर (क्षितिज की दिशा में अधिक निकट) दिखाई देती है।

SECTION 21 — प्रकाश का प्रकीर्णन (Scattering of Light)

परिभाषा

जब प्रकाश किसी माध्यम में उपस्थित छोटे-छोटे कणों (जैसे धूल के कण, गैस के अणु, जल की बूँदें) से टकराकर विभिन्न दिशाओं में बिखर जाता है, तो इस परिघटना को **प्रकाश का प्रकीर्णन (Scattering of Light)** कहते हैं।

21.1 Light के Particles से Interaction

वायुमंडल में उपस्थित सूक्ष्म कण (nitrogen, oxygen के अणु आदि) श्वेत प्रकाश के संपर्क में आने पर उसे विभिन्न दिशाओं में प्रकीर्णित कर देते हैं।

21.2 अलग-अलग रंगों का अलग-अलग प्रकीर्णन

नियम (Rayleigh's Scattering के अनुसार)

प्रकीर्णन की मात्रा तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करती है — **तरंगदैर्घ्य जितनी कम होगी, प्रकीर्णन उतना ही अधिक होगा।** चूँकि नीले रंग की तरंगदैर्घ्य लाल रंग की तुलना में कम होती है, इसलिए **नीला रंग लाल रंग की तुलना में अधिक प्रकीर्णित होता है।**

परीक्षा में याद रखें

प्रकीर्णन की मात्रा तरंगदैर्घ्य के व्युत्क्रमानुपाती (inversely proportional) होती है — यही सिद्धांत आकाश के नीले दिखने (Section 23) तथा सूर्य के लाल दिखने (Section 24) दोनों की व्याख्या करता है।

SECTION 22 — टिंडल प्रभाव (Tyndall Effect)

परिभाषा

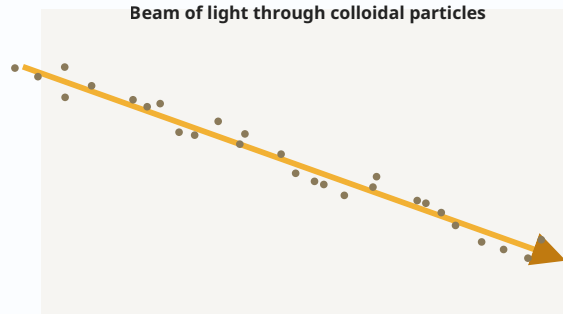
जब प्रकाश किसी **कोलॉइडी कणों (Colloidal Particles)** से युक्त माध्यम से गुजरता है, तो यह उन कणों से प्रकीर्णित होकर अपने मार्ग को दृश्यमान (visible) बना देता है। इस परिघटना को **टिंडल प्रभाव (Tyndall Effect)** कहते हैं।

22.1 आवश्यक शर्तें (Conditions)

- माध्यम में कोलॉइडी आकार (1 nm से 1000 nm के बीच) के कण उपस्थित होने चाहिए।
- कणों का आकार प्रकाश की तरंगदैर्घ्य के तुलनीय (comparable) होना चाहिए।

22.2 उदाहरण (Examples)

- धूल भरे कमरे में खिड़की के छिद्र से आती सूर्य की किरण का मार्ग दिखाई देना।
- कोहरे (Fog) में वाहनों की हेडलाइट्स की किरणें स्पष्ट दिखाई देना।
- घने पेड़ों के बीच से छनकर आती सूर्य की किरणें दिखाई देना।
- धुएँ (Smoke) से भरे वातावरण में प्रकाश किरण का मार्ग दिखना।



(Tyndall Effect: path of light becomes visible)

चित्र 22.1 — टिंडल प्रभाव: कोलॉइडी कणों से प्रकाश के प्रकीर्णन के कारण प्रकाश-पथ दिखाई देना

परीक्षा में याद रखें

टिंडल प्रभाव केवल कोलॉइडी विलयन/मिश्रण में ही दिखाई देता है, सामान्य (true) विलयन में नहीं — क्योंकि सामान्य विलयन के कणों का आकार प्रकाश को प्रकीर्णित करने के लिए बहुत छोटा होता है।

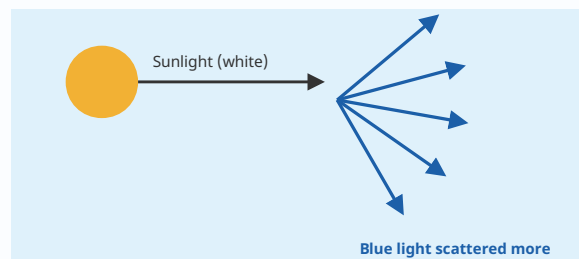
SECTION 23 — आकाश नीला क्यों दिखाई देता है?

महत्वपूर्ण exam-oriented प्रश्न

प्रश्न: स्वच्छ आकाश नीला क्यों दिखाई देता है?

सूर्य से आने वाला श्वेत प्रकाश (White Sunlight) वास्तव में सात रंगों का मिश्रण है। जब यह प्रकाश पृथ्वी के वायुमंडल में उपस्थित सूक्ष्म कणों (nitrogen, oxygen के अणु) से टकराता है, तो **प्रकीर्णन (Scattering)** की परिघटना होती है।

चूँकि **नीले रंग की तरंगदैर्घ्य कम होती है**, इसलिए यह लाल रंग की तुलना में कहीं अधिक प्रकीर्णित होता है। यह प्रकीर्णित नीला प्रकाश वायुमंडल में चारों दिशाओं में फैल जाता है और हमारी आँखों तक पहुँचता है।



Observer looks up -> sees blue sky

चित्र 23.1 — वायुमंडलीय कणों द्वारा नीले प्रकाश का अधिक प्रकीर्णन

जब हम आकाश की ओर देखते हैं (सूर्य की सीधी दिशा में नहीं), तो हमें यही प्रकीर्णित नीला प्रकाश दिखाई देता है — इसीलिए **मानव आँख को आकाश नीला प्रतीत होता है**।

यद्यपि बैंगनी रंग की तरंगदैर्घ्य नीले रंग से भी कम है (और सैद्धांतिक रूप से इसे अधिक प्रकीर्णित होना चाहिए), फिर भी आकाश नीला दिखता है, बैंगनी नहीं — क्योंकि (i) सूर्य के प्रकाश में बैंगनी रंग की मात्रा नीले रंग से कम होती है, और (ii) मानव आँख नीले रंग के प्रति बैंगनी रंग से अधिक संवेदनशील (sensitive) है।

परीक्षा में याद रखें

आकाश नीला दिखने का कारण **प्रकीर्णन (Scattering)** है, अपवर्तन या परावर्तन नहीं।

SECTION 24 — सूर्योदय व सूर्यास्त के समय सूर्य लाल क्यों दिखाई देता है?

महत्वपूर्ण exam-oriented प्रश्न

प्रश्न: सूर्योदय व सूर्यास्त के समय सूर्य लाल/नारंगी क्यों दिखाई देता है, जबकि दोपहर में सफेद?

24.1 Long Atmospheric Path

सूर्योदय व सूर्यास्त के समय सूर्य क्षितिज के बहुत निकट होता है, इसलिए उसके प्रकाश को हम तक पहुँचने के लिए वायुमंडल की **बहुत लंबी दूरी (long path)** तय करनी पड़ती है — दोपहर के समय की तुलना में कहीं अधिक।

24.2 Short Wavelength Scattering

इस लंबे मार्ग में नीले, बैंगनी जैसे **कम तरंगदैर्घ्य वाले रंग लगभग पूरी तरह प्रकीर्णित होकर मार्ग से हट जाते हैं** (बिखरकर अन्य दिशाओं में चले जाते हैं)।

24.3 Red/Orange Light Reaching Observer

चूँकि **लाल तथा नारंगी रंग की तरंगदैर्घ्य अधिक होती है**, वे सबसे कम प्रकीर्णित होते हैं और सीधे मार्ग से गुजरकर हमारी आँखों तक पहुँच जाते हैं।

परिणाम

इसीलिए सूर्योदय व सूर्यास्त के समय हमें **सूर्य लाल या नारंगी** दिखाई देता है, जबकि दोपहर में (जब सूर्य का प्रकाश कम दूरी तय करता है) यह सफेद/पीला दिखाई देता है।

परीक्षा में याद रखें

सूर्योदय/सूर्यास्त पर सूर्य लाल दिखने का कारण भी **प्रकीर्णन (Scattering)** ही है — लंबे वायुमंडलीय मार्ग के कारण नीला प्रकाश हट जाता है और केवल लाल/नारंगी प्रकाश बचता है।

SECTION 25 — लाल रंग का महत्व (Significance of Red Colour)

कारण

चूँकि **लाल रंग की तरंगदैर्घ्य सबसे अधिक होती है**, यह वायुमंडलीय कणों द्वारा **सबसे कम प्रकीर्णित** होता है। इस कारण लाल रंग का प्रकाश धुंध, कोहरे या धूल भरे वातावरण में भी लंबी दूरी तय करके स्पष्ट रूप से दिखाई दे सकता है।

25.1 Better Visibility Over Long Distances

चूँकि लाल रंग कम प्रकीर्णित व कम अवशोषित होता है, यह कोहरे या धुंध में भी दूर से दिखाई दे सकता है — इसी कारण इसे **चेतावनी और सिग्नल (warning/signal) के रंग** के रूप में उपयोग किया जाता है।

25.2 उपयोग

उपयोग	कारण
यातायात सिग्नल (Traffic Signal) — रुकने का संकेत	लाल रंग दूर से तथा खराब मौसम में भी स्पष्ट दिखता है
खतरे के संकेत (Danger Signals)	तुरंत ध्यान आकर्षित करने तथा दूर से दिखने के लिए
वाहनों की पिछली बत्ती (Rear/Brake Lights)	पीछे आ रहे वाहन को दूर से चेतावनी देने हेतु

परीक्षा में याद रखें

लाल रंग का चयन खतरे के संकेतों के लिए इसलिए किया जाता है क्योंकि इसकी तरंगदैर्घ्य अधिक होने से यह सबसे कम प्रकीर्णित होता है और दूर से भी स्पष्ट दिखाई देता है।

SECTION 26 — Important Phenomena Revision Table

घटना	मुख्य कारण
आकाश नीला दिखाई देना	प्रकाश का प्रकीर्णन (Scattering) — नीला रंग सबसे अधिक प्रकीर्णित
तारे टिमटिमाते हैं	वायुमंडलीय अपवर्तन (निरंतर बदलती परतों के कारण)
ग्रह सामान्यतः नहीं टिमटिमाते	Extended Source Effect — प्रभावों का औसत निकल जाना
सूर्योदय पहले होना	वायुमंडलीय अपवर्तन — आभासी स्थिति ऊपर दिखना
सूर्यास्त देर से होना	वायुमंडलीय अपवर्तन — आभासी स्थिति ऊपर दिखना
सूर्य लाल दिखना (उदय/अस्त)	प्रकीर्णन — लंबे मार्ग में नीला प्रकाश हट जाना
इंद्रधनुष बनना	अपवर्तन + विक्षेपण + पूर्ण आंतरिक परावर्तन
Tyndall Effect	कोलॉइडी कणों द्वारा प्रकाश का प्रकीर्णन

यह table परीक्षा से ठीक पहले सबसे तेज़ revision के लिए बहुत उपयोगी है — हर घटना और उसके कारण को जोड़ियों में याद रखें।

SECTION 27 — Important Definitions

मानव नेत्र (Human Eye): एक प्राकृतिक प्रकाशिक यंत्र जो प्रकाश को अपवर्तित कर रेटिना पर प्रतिबिंब बनाता है, जिससे हम वस्तुओं को देख पाते हैं।

Accommodation (समंजन क्षमता): आँख की वह क्षमता जिससे वह नेत्र लेंस की फोकस दूरी बदलकर पास व दूर दोनों की वस्तुओं पर फोकस कर पाती है।

Near Point (निकट बिंदु): वह न्यूनतम दूरी जिस पर वस्तु को आँख बिना तनाव के स्पष्ट देख सकती है (सामान्य आँख के लिए 25 cm)।

Far Point (दूर बिंदु): वह अधिकतम दूरी जहाँ तक वस्तु को आँख स्पष्ट देख सकती है (सामान्य आँख के लिए अनंत)।

Myopia (निकट दृष्टिदोष): वह दृष्टि दोष जिसमें दूर की वस्तु स्पष्ट नहीं दिखती, प्रतिबिंब रेटिना से पहले बनता है; सुधार अवतल लेंस से होता है।

Hypermetropia (दूर दृष्टिदोष): वह दृष्टि दोष जिसमें पास की वस्तु स्पष्ट नहीं दिखती, प्रतिबिंब रेटिना के पीछे बनने की प्रवृत्ति रखता है; सुधार उत्तल लेंस से होता है।

Presbyopia (जरा-दूरदृष्टिता): उम्र बढ़ने के साथ समंजन क्षमता घटने से उत्पन्न दृष्टि दोष; सुधार उत्तल/द्विफोकसी लेंस से होता है।

Bifocal Lens (द्विफोकसी लेंस): दो अलग-अलग फोकस दूरी वाले भागों (ऊपर दूर दृष्टि, नीचे निकट दृष्टि हेतु) से बना लेंस।

Prism (प्रिज्म): दो तिरछी अपवर्तक सतहों से घिरा पारदर्शी माध्यम, जो प्रकाश को दो बार अपवर्तित करता है।

Dispersion (विक्षेपण): श्वेत प्रकाश का प्रिज्म द्वारा अपने सात घटक रंगों (VIBGYOR) में विभाजित होना।

Spectrum (स्पेक्ट्रम): विक्षेपण से प्राप्त सात रंगों की क्रमबद्ध पट्टी।

Atmospheric Refraction (वायुमंडलीय अपवर्तन): वायुमंडल की परतों के बदलते घनत्व के कारण प्रकाश के मार्ग में होने वाला क्रमिक अपवर्तन।

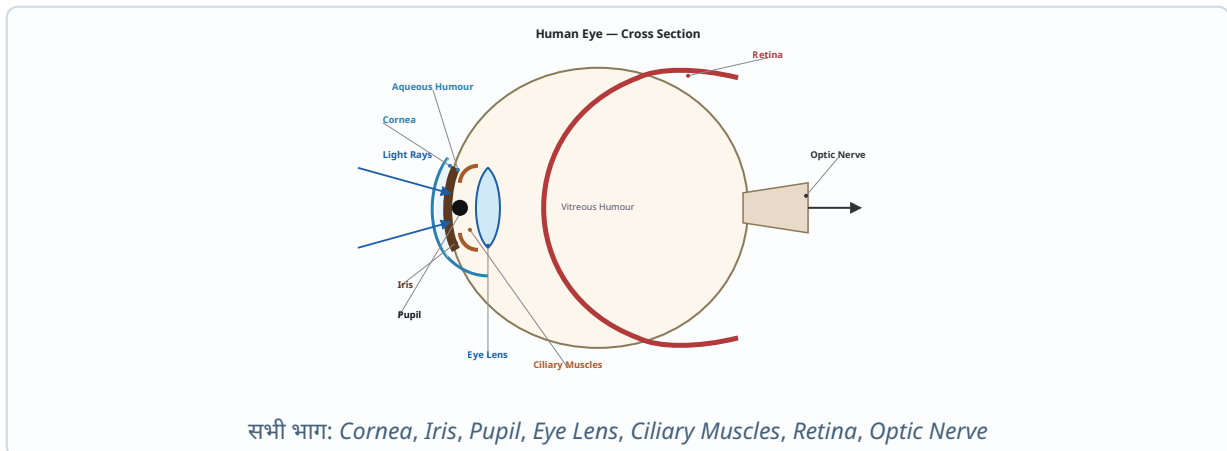
Scattering (प्रकीर्णन): प्रकाश का वायुमंडल में उपस्थित सूक्ष्म कणों से टकराकर विभिन्न दिशाओं में बिखरना।

Tyndall Effect (टिंडल प्रभाव): कोलॉइड कणों से युक्त माध्यम से गुजरते समय प्रकाश के मार्ग का दृश्यमान (visible) हो जाना।

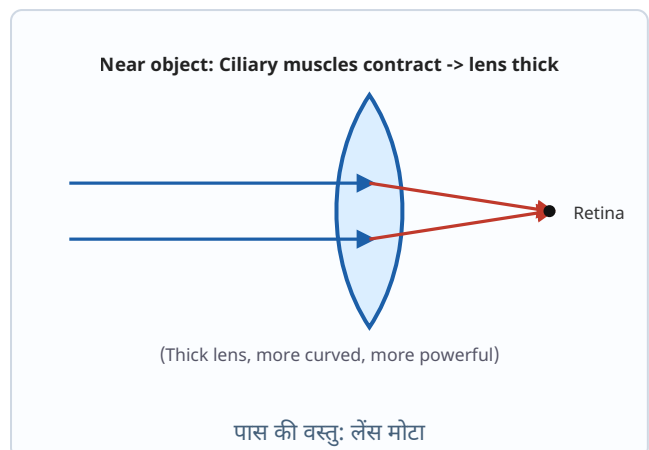
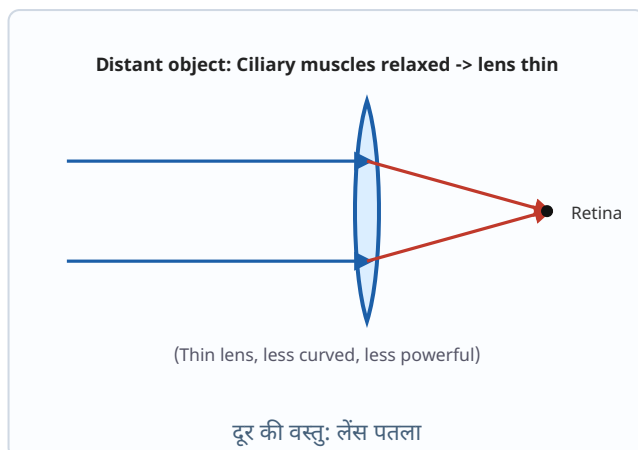
SECTION 28 — Important Figures Revision Section

यह section परीक्षा से पहले सभी महत्वपूर्ण diagrams को एक ही स्थान पर compact रूप में दोहराने के लिए है।

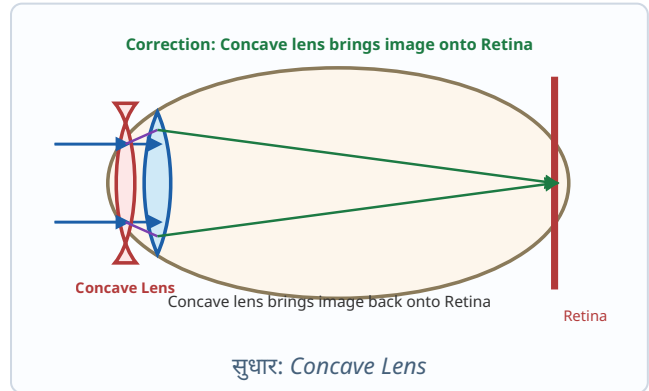
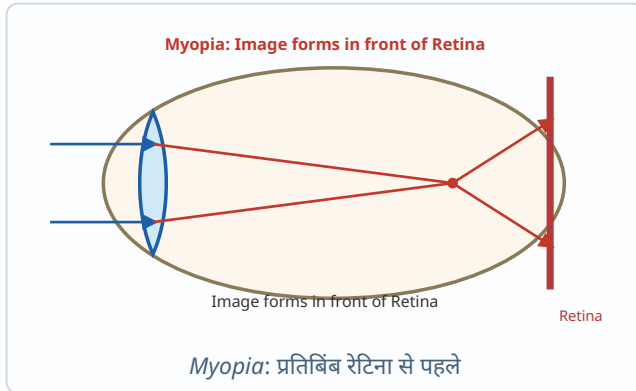
1. Human Eye — Cross Section



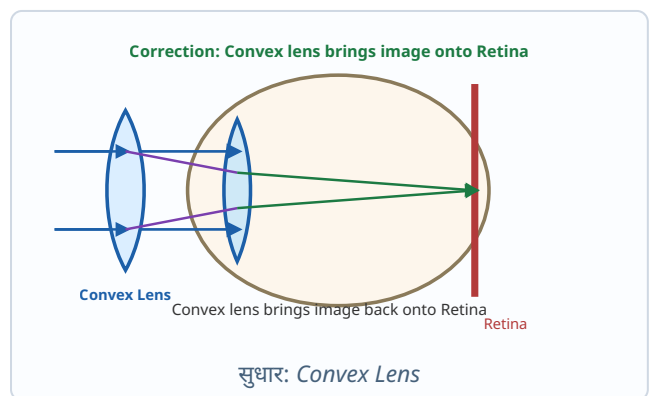
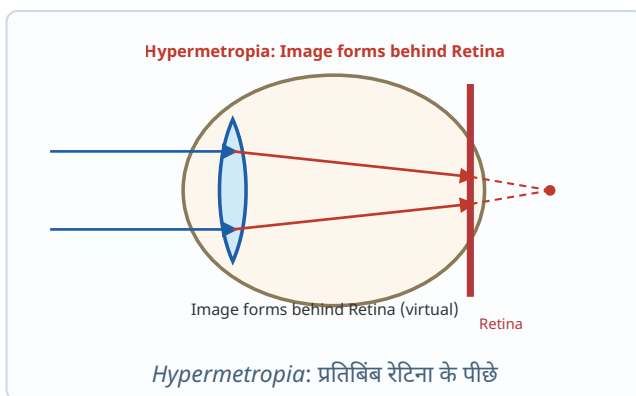
2. Accommodation — दूर व पास की वस्तु



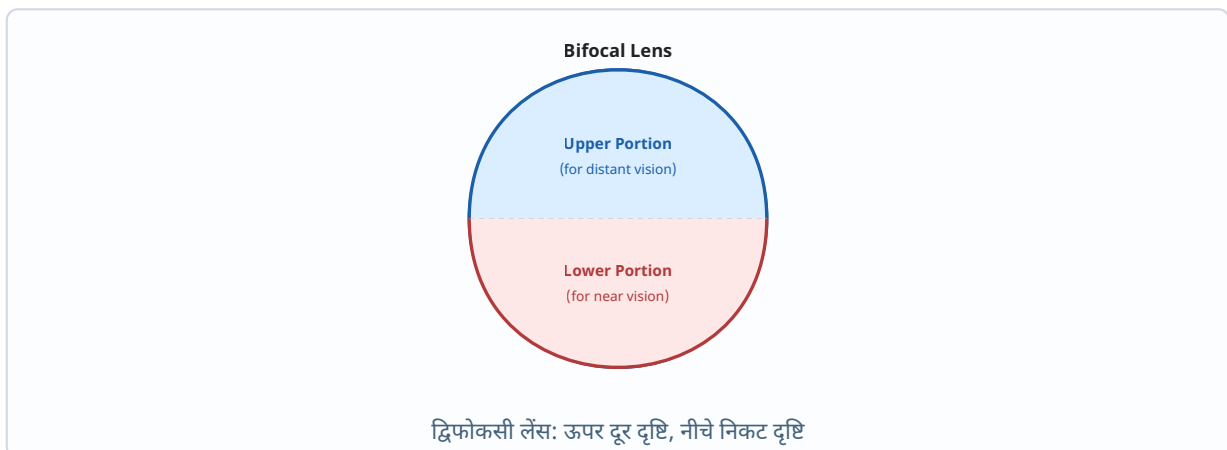
3-4. Myopia तथा उसका सुधार



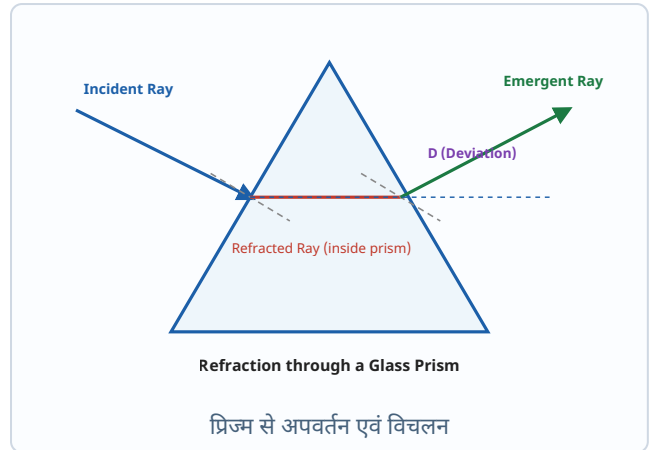
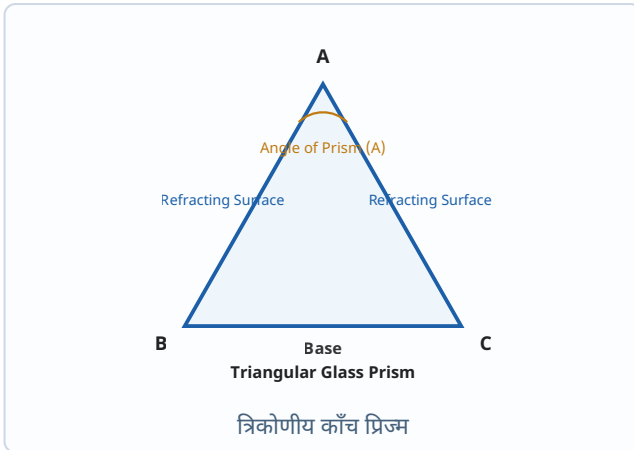
5-6. Hypermetropia तथा उसका सुधार



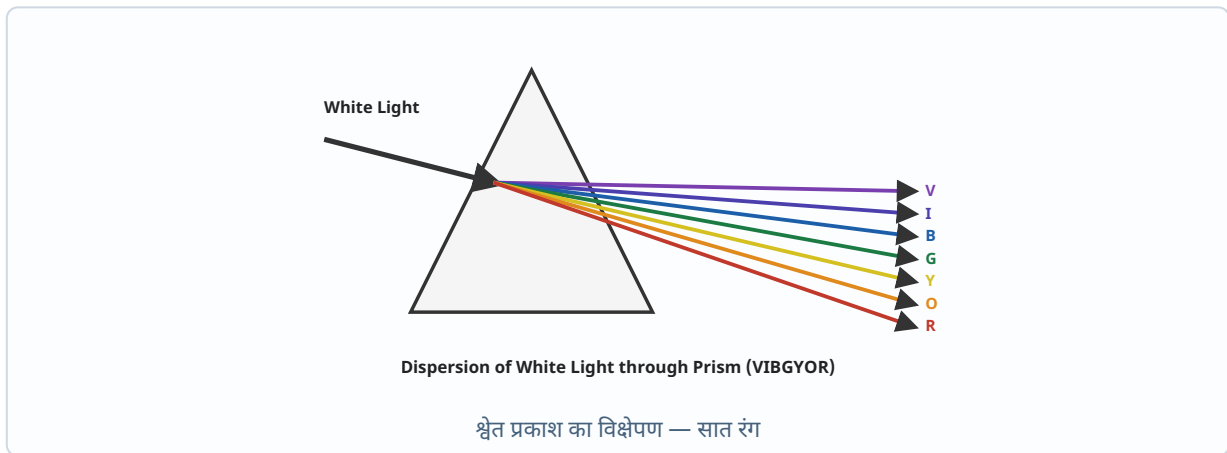
7. Presbyopia (देखें Section 9) तथा 8. Bifocal Lens



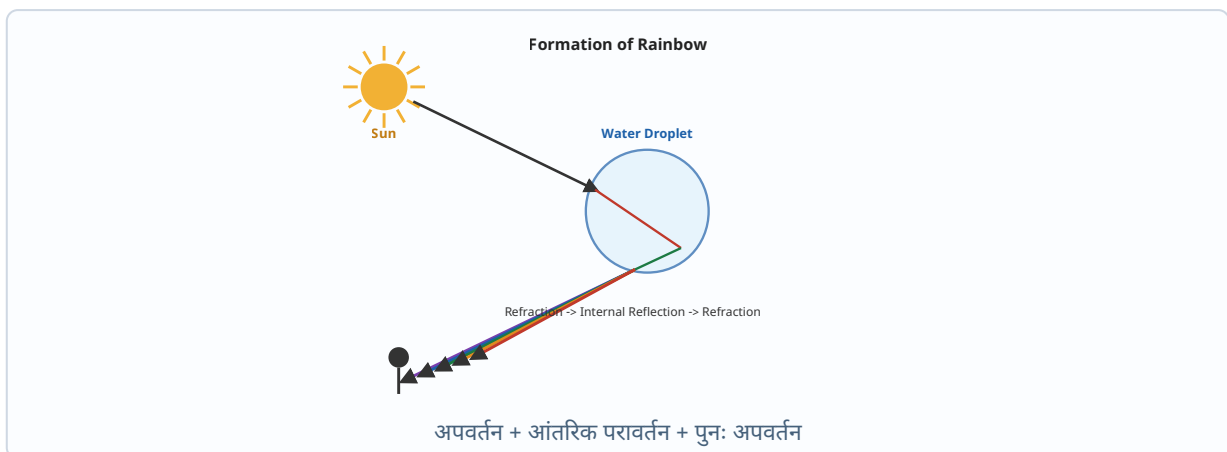
9. प्रिज्म तथा 10. प्रिज्म से अपवर्तन



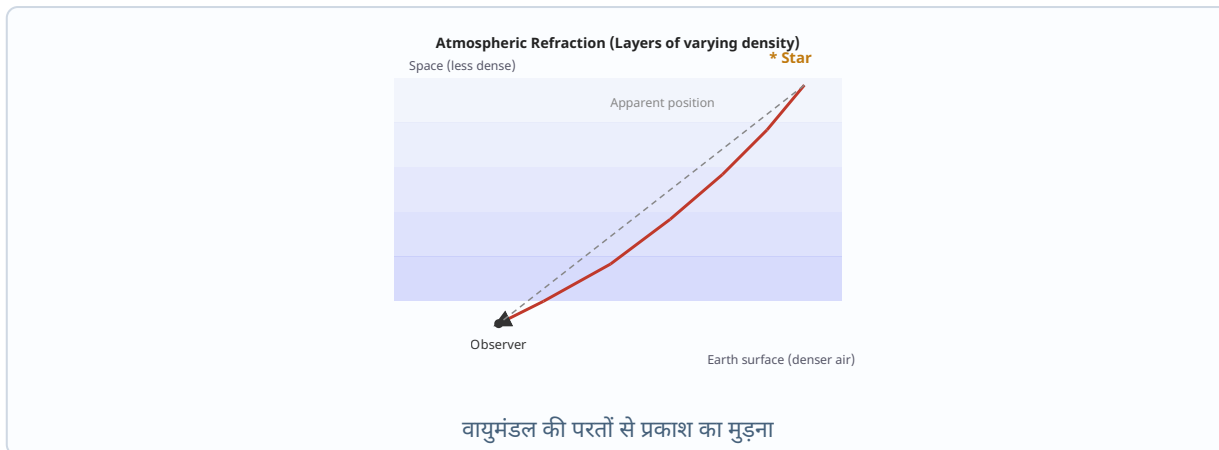
11. विक्षेपण तथा 12. स्पेक्ट्रम (VIBGYOR)



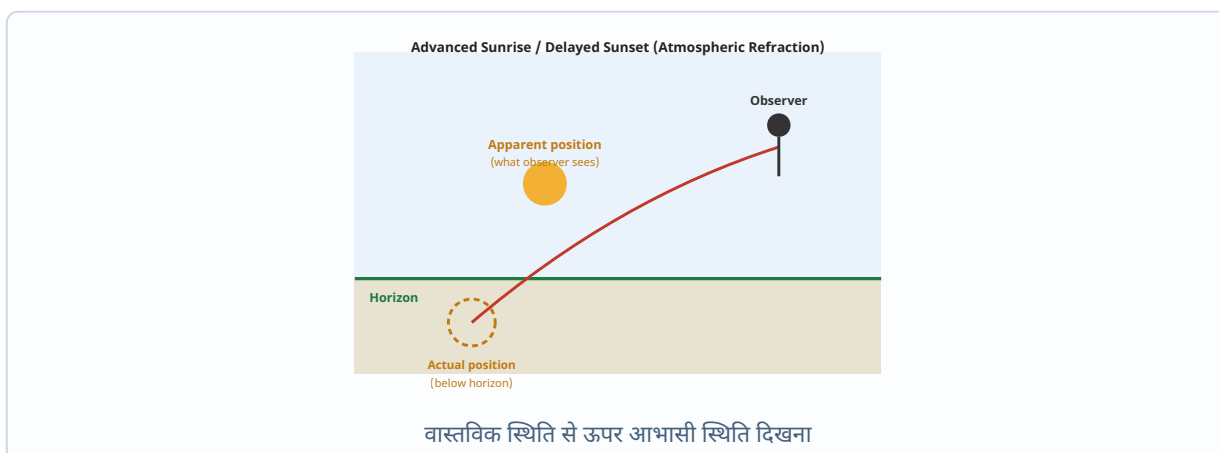
13. इंद्रधनुष का बनना



14-15. वायुमंडलीय अपवर्तन तथा तारों का टिमटिमाना



16. सूर्योदय/सूर्यास्त — आभासी स्थिति



17. टिंडल प्रभाव तथा 18. प्रकीर्णन/नीला आकाश

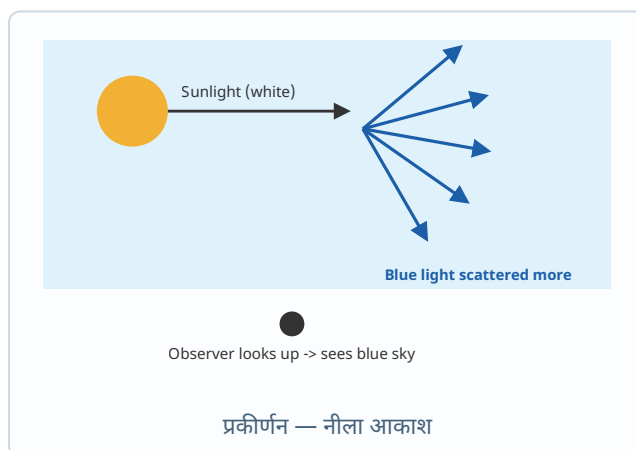
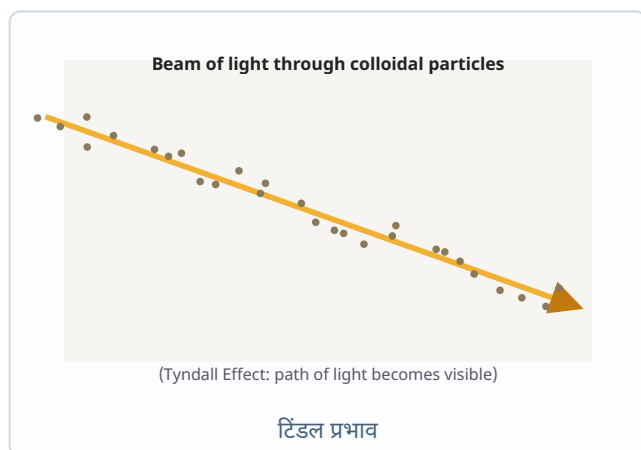


Diagram बनाते समय ध्यान रखें

- हर diagram में सही दिशा में arrows तथा सही स्थान पर labels बनाएं।
- Myopia में प्रतिबिंब रेटिना से पहले, Hypermetropia में रेटिना के पीछे — यह कभी न बदलें।
- प्रिज्म व स्लैब के diagram में अंतर स्पष्ट रखें — प्रिज्म में निर्गत किरण विचलित होती है, स्लैब में समांतर।

SECTION 29 — Exam-Oriented Questions

29.1 अति लघु उत्तरीय प्रश्न (Very Short Answer Questions)

1. सामान्य आँख का निकट बिंदु कितना होता है?

उत्तर: लगभग 25 cm।

2. सामान्य आँख का दूर बिंदु कितना होता है?

उत्तर: अनंत (Infinity)।

3. Myopia के सुधार के लिए किस लेंस का प्रयोग होता है?

उत्तर: अवतल लेंस (Concave Lens)।

4. Hypermetropia के सुधार के लिए किस लेंस का प्रयोग होता है?

उत्तर: उत्तल लेंस (Convex Lens)।

5. रेटिना पर बनने वाला प्रतिबिंब कैसा होता है?

उत्तर: वास्तविक व उल्टा (Real and Inverted)।

6. आँख का कौन-सा भाग प्रकाश की मात्रा को नियंत्रित करता है?

उत्तर: आइरिस (Iris), पुतली के आकार को बदलकर।

7. आँख में सबसे अधिक अपवर्तन कहाँ होता है?

उत्तर: कॉर्निया (Cornea) पर।

8. समंजन क्षमता के लिए कौन-सी मांसपेशियाँ उत्तरदायी हैं?

उत्तर: सिलियरी मांसपेशियाँ (Ciliary Muscles)।

9. प्रिज्म से गुजरने पर श्वेत प्रकाश किस परिघटना से गुजरता है?

उत्तर: विक्षेपण (Dispersion)।

10. VIBGYOR में कौन-सा रंग सबसे कम मुड़ता है?

उत्तर: लाल (Red)।

11. VIBGYOR में कौन-सा रंग सबसे अधिक मुड़ता है?

उत्तर: बैंगनी (Violet)।

12. इंद्रधनुष बनने में कौन-कौन सी तीन परिघटनाएँ शामिल हैं?

उत्तर: अपवर्तन, विक्षेपण तथा पूर्ण आंतरिक परावर्तन।

13. तारे टिमटिमाते क्यों दिखाई देते हैं?

उत्तर: वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण।

14. ग्रह सामान्यतः क्यों नहीं टिमटिमाते?

उत्तर: क्योंकि वे विस्तारित स्रोत (Extended Source) हैं, प्रभावों का औसत निकल आता है।

15. आकाश नीला क्यों दिखाई देता है?

उत्तर: प्रकाश के प्रकीर्णन के कारण, नीला रंग सबसे अधिक प्रकीर्णित होता है।

16. सूर्योदय/सूर्यास्त पर सूर्य लाल क्यों दिखता है?

उत्तर: लंबे वायुमंडलीय मार्ग में नीला प्रकाश प्रकीर्णित हो जाता है, केवल लाल प्रकाश शेष रहता है।

17. टिंडल प्रभाव किन कणों के कारण होता है?

उत्तर: कोलॉइडी कणों (Colloidal Particles) के कारण।

18. द्विफोकसी लेंस के ऊपरी भाग में कौन-सा लेंस होता है?

उत्तर: अवतल लेंस (दूर दृष्टि हेतु)।

19. द्विफोकसी लेंस के निचले भाग में कौन-सा लेंस होता है?

उत्तर: उत्तल लेंस (निकट दृष्टि हेतु)।

20. यातायात सिग्नल में रुकने के लिए लाल रंग ही क्यों चुना जाता है?

उत्तर: क्योंकि लाल रंग सबसे कम प्रकीर्णित होता है और दूर से भी स्पष्ट दिखता है।

29.2 लघु उत्तरीय प्रश्न (Short Answer Questions)

1. समंजन क्षमता (Power of Accommodation) की परिभाषा दें।

उत्तर: आँख की वह क्षमता जिसके द्वारा वह सिलियरी मांसपेशियों की सहायता से नेत्र लेंस की फोकस दूरी को समायोजित करके पास व दूर दोनों की वस्तुओं पर स्पष्ट रूप से फोकस कर पाती है, समंजन क्षमता कहलाती है।

2. Myopia के दो कारण बताएं।

उत्तर: (i) नेत्रगोलक का सामान्य से लंबा हो जाना, (ii) नेत्र लेंस की अभिसारी शक्ति का अत्यधिक बढ़ जाना।

3. Hypermetropia के दो कारण बताएं।

उत्तर: (i) नेत्रगोलक का सामान्य से छोटा हो जाना, (ii) नेत्र लेंस की फोकस दूरी का बढ़ जाना (क्षमता कम होना)।

4. Presbyopia, Myopia से किस प्रकार भिन्न है?

उत्तर: Myopia नेत्रगोलक की लंबाई या लेंस शक्ति में परिवर्तन से होता है और किसी भी उम्र में हो सकता है, जबकि Presbyopia केवल उम्र बढ़ने के साथ समंजन क्षमता घटने से होता है (सामान्यतः 40 वर्ष के बाद)।

5. प्रिज्म तथा आयताकार काँच स्लैब में मुख्य अंतर क्या है?

उत्तर: स्लैब की दोनों सतहें समांतर होती हैं, इसलिए निर्गत किरण आपतित किरण के समांतर होती है। प्रिज्म की सतहें झुकी व असमांतर होती हैं, इसलिए निर्गत किरण एक कोण (D) से विचलित होती है और श्वेत प्रकाश का विक्षेपण भी होता है।

6. विक्षेपण क्यों होता है, संक्षेप में समझाएं।

उत्तर: श्वेत प्रकाश में उपस्थित विभिन्न रंगों की तरंगदैर्घ्य भिन्न-भिन्न होती है, और अपवर्तनांक तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करता है, इसलिए प्रत्येक रंग अलग-अलग कोण से मुड़ता है और अलग हो जाता है।

7. इंद्रधनुष देखने के लिए प्रेक्षक की स्थिति कैसी होनी चाहिए?

उत्तर: प्रेक्षक की पीठ सूर्य की ओर तथा मुख वर्षा वाले क्षेत्र (जल की बूँदों) की ओर होना चाहिए।

8. तारों तथा ग्रहों के टिमटिमाने में अंतर स्पष्ट करें।

उत्तर: तारे बिंदु स्रोत होने के कारण टिमटिमाते हैं क्योंकि वायुमंडलीय अपवर्तन में उतार-चढ़ाव सीधे प्रभावित करता है। ग्रह विस्तारित स्रोत होने के कारण सामान्यतः नहीं टिमटिमाते क्योंकि विभिन्न बिंदुओं से आने वाले प्रभावों का औसत निकल आता है।

9. सूर्योदय व सूर्यास्त के समय दिन की अवधि वास्तविक अवधि से अधिक क्यों लगती है?

उत्तर: वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण सूर्य वास्तविक सूर्योदय से लगभग 2 मिनट पहले दिखने लगता है तथा वास्तविक सूर्यास्त के लगभग 2 मिनट बाद तक दिखाई देता है, जिससे दिन लगभग 4 मिनट अधिक लंबा प्रतीत होता है।

10. टिंडल प्रभाव के दो उदाहरण देते हुए समझाएं।

उत्तर: (i) कोहरे में वाहन की हेडलाइट की किरणें स्पष्ट दिखना, (ii) धूल भरे कमरे में खिड़की से आती सूर्य किरण का मार्ग दिखना — दोनों में कोलॉइडी कणों द्वारा प्रकाश के प्रकीर्णन से प्रकाश-पथ दृश्य हो जाता है।

11. नीला रंग लाल रंग की तुलना में अधिक क्यों प्रकीर्णित होता है?

उत्तर: क्योंकि नीले रंग की तरंगदैर्घ्य लाल रंग की तुलना में कम होती है, और प्रकीर्णन तरंगदैर्घ्य के व्युत्क्रमानुपाती होता है — तरंगदैर्घ्य जितनी कम, प्रकीर्णन उतना अधिक।

12. आँख के किन्हीं तीन भागों के नाम व कार्य लिखें।

उत्तर: (i) कॉर्निया — प्रकाश का प्रवेश व अधिकांश अपवर्तन, (ii) आइरिस — पुतली के आकार को नियंत्रित करना, (iii) रेटिना — प्रतिबिंब बनना व विद्युत संकेतों में रूपांतरण।

13. Aqueous Humour तथा Vitreous Humour में अंतर बताएं।

उत्तर: Aqueous Humour कॉर्निया व नेत्र लेंस के बीच स्थित पतला द्रव है जो कॉर्निया को पोषण देता है; Vitreous Humour नेत्र लेंस व रेटिना के बीच स्थित गाढ़ा जेल जैसा द्रव है जो नेत्रगोलक का आकार बनाए रखता है।

14. स्पेक्ट्रम में लाल तथा बैंगनी रंग की तरंगदैर्घ्य की तुलना करें।

उत्तर: लाल रंग की तरंगदैर्घ्य सबसे अधिक होती है, जबकि बैंगनी रंग की तरंगदैर्घ्य सबसे कम होती है। इसी कारण बैंगनी सबसे अधिक तथा लाल सबसे कम विचलित/प्रकीर्णित होता है।

15. प्रिज्म में कोण विचलन (Angle of Deviation) क्या है?

उत्तर: आपतित किरण की मूल दिशा तथा निर्गत किरण की दिशा के बीच बनने वाला कोण, कोण विचलन (D) कहलाता है, जो प्रिज्म से गुजरने पर प्रकाश की दिशा में हुए कुल परिवर्तन को दर्शाता है।

29.3 दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (Long Answer Questions)

1. मानव नेत्र की संरचना का वर्णन करते हुए एक labelled चित्र बनाएं तथा प्रत्येक भाग का कार्य समझाएं।

संकेत: Section 2 का उपयोग करें (कॉर्निया से लेकर Vitreous Humour तक सभी भाग)।

2. समंजन क्षमता क्या है? दूर व पास की वस्तु देखते समय आँख में होने वाले परिवर्तनों को चित्र सहित समझाएं।

संकेत: Section 4 के दोनों diagrams का प्रयोग करें।

3. निकट दृष्टिदोष (Myopia) क्या है? इसके कारण, प्रतिबिंब निर्माण तथा सुधार को चित्र सहित विस्तार से समझाएं।

संकेत: Section 7 का पूर्ण उपयोग करें।

4. दूर दृष्टिदोष (Hypermetropia) क्या है? इसके कारण, प्रतिबिंब निर्माण तथा सुधार को चित्र सहित विस्तार से समझाएं।

संकेत: Section 8 का पूर्ण उपयोग करें।

5. प्रिज्म से होकर प्रकाश के अपवर्तन की प्रक्रिया को समझाते हुए सिद्ध करें कि प्रिज्म से विक्षेपण क्यों होता है।

संकेत: Section 13 व 14 को मिलाकर उत्तर लिखें।

6. इंद्रधनुष कैसे बनता है? पूरी प्रक्रिया को चरणबद्ध तरीके से एक उपयुक्त चित्र सहित समझाएं।

संकेत: Section 16 का पूर्ण उपयोग करें।

7. वायुमंडलीय अपवर्तन क्या है? इसके कारण होने वाली किन्हीं तीन घटनाओं को विस्तार से समझाएं।

संकेत: Section 17, 18, 20 को जोड़ें — टिमटिमाना, सूर्योदय/सूर्यास्त।

8. प्रकाश के प्रकीर्णन की व्याख्या करते हुए समझाएं कि आकाश नीला तथा सूर्य (उदय/अस्त के समय) लाल क्यों दिखाई देता है।

संकेत: Section 21, 23, 24 को जोड़कर उत्तर तैयार करें।

9. तीनों दृष्टि दोषों (Myopia, Hypermetropia, Presbyopia) की तुलना करते हुए उनके कारण व सुधार सहित विस्तृत विवरण दें।

संकेत: Section 7, 8, 9, 11 का प्रयोग करें।

10. टिडल प्रभाव क्या है? यह किन परिस्थितियों में होता है तथा इसके व्यावहारिक उदाहरण देते हुए समझाएं।

संकेत: Section 22 का पूर्ण उपयोग करें।

29.4 Diagram-based Questions

1. मानव नेत्र का labelled चित्र बनाएं। (देखें चित्र 2.1)

2. दूर व पास की वस्तु देखते समय नेत्र लेंस में होने वाले परिवर्तन को दो चित्रों द्वारा दिखाएं। (देखें चित्र 4.1, 4.2)

3. Myopic आँख में प्रतिबिंब निर्माण को चित्र द्वारा दिखाएं। (देखें Section 7)

4. अवतल लेंस द्वारा Myopia के सुधार को चित्र द्वारा दिखाएं। (देखें चित्र 7.1)

5. उत्तल लेंस द्वारा Hypermetropia के सुधार को चित्र द्वारा दिखाएं। (देखें चित्र 8.1)

6. प्रिज्म से अपवर्तन को दर्शाने वाला labelled किरण आरेख बनाएं। (देखें चित्र 13.1)

7. श्वेत प्रकाश के विक्षेपण को दर्शाने वाला चित्र बनाएं (VIBGYOR सहित)। (देखें चित्र 14.1)
8. इंद्रधनुष बनने की प्रक्रिया को चित्र द्वारा समझाएं। (देखें चित्र 16.1)
9. तारों के टिमटिमाने का कारण दर्शाने वाला चित्र बनाएं। (देखें चित्र 18.1)
10. आकाश के नीले दिखने के कारण को स्पष्ट करने वाला चित्र बनाएं। (देखें चित्र 23.1)

SECTION 30 — बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQs)

1. सामान्य आँख का निकट बिंदु लगभग कितना होता है?
☐ (A) 10 cm ☐ (B) 15 cm ☐ (C) 25 cm ☐ (D) 50 cm
2. सामान्य आँख का दूर बिंदु होता है—
☐ (A) 25 cm ☐ (B) 50 cm ☐ (C) 1 मीटर ☐ (D) अनंत
3. Myopia के सुधार के लिए किस लेंस का प्रयोग होता है?
☐ (A) उत्तल लेंस ☐ (B) अवतल लेंस ☐ (C) बेलनाकार लेंस ☐ (D) द्विफोकसी लेंस केवल
4. Hypermetropia के सुधार के लिए किस लेंस का प्रयोग होता है?
☐ (A) अवतल लेंस ☐ (B) उत्तल लेंस ☐ (C) समतल लेंस ☐ (D) कोई लेंस नहीं
5. Myopia में प्रतिबिंब कहाँ बनता है?
☐ (A) रेटिना पर ☐ (B) रेटिना से पहले ☐ (C) रेटिना के पीछे ☐ (D) कॉर्निया पर
6. Hypermetropia में प्रतिबिंब कहाँ बनने की प्रवृत्ति रखता है?
☐ (A) रेटिना पर ☐ (B) रेटिना से पहले ☐ (C) रेटिना के पीछे ☐ (D) आइरिस पर
7. आँख में सबसे अधिक अपवर्तन कहाँ होता है?
☐ (A) नेत्र लेंस पर ☐ (B) कॉर्निया पर ☐ (C) रेटिना पर ☐ (D) पुतली पर
8. पुतली के आकार को कौन नियंत्रित करता है?
☐ (A) रेटिना ☐ (B) आइरिस ☐ (C) कॉर्निया ☐ (D) सिलियरी मांसपेशियाँ
9. समंजन क्षमता के लिए कौन उत्तरदायी है?
☐ (A) आइरिस ☐ (B) रेटिना ☐ (C) सिलियरी मांसपेशियाँ ☐ (D) कॉर्निया
10. रेटिना पर बनने वाला प्रतिबिंब होता है—
☐ (A) आभासी व सीधा ☐ (B) वास्तविक व सीधा ☐ (C) वास्तविक व उल्टा ☐ (D) आभासी व उल्टा
11. Presbyopia किस कारण से होता है?
☐ (A) नेत्रगोलक का लंबा होना ☐ (B) उम्र के साथ समंजन क्षमता घटना ☐ (C) आइरिस की खराबी ☐ (D) कॉर्निया का मोटा होना
12. Presbyopia का सुधार किससे होता है?
☐ (A) केवल अवतल लेंस से ☐ (B) उत्तल/द्विफोकसी लेंस से ☐ (C) सर्जरी से ही ☐ (D) कोई सुधार संभव नहीं
13. द्विफोकसी लेंस के ऊपरी भाग में सामान्यतः कौन-सा लेंस होता है?
☐ (A) उत्तल ☐ (B) अवतल ☐ (C) समतल ☐ (D) बेलनाकार
14. द्विफोकसी लेंस के निचले भाग में कौन-सा लेंस होता है?
☐ (A) अवतल ☐ (B) उत्तल ☐ (C) समतल ☐ (D) कोई नहीं
15. प्रिज्म में प्रकाश कितनी बार अपवर्तित होता है?
☐ (A) एक बार ☐ (B) दो बार ☐ (C) तीन बार ☐ (D) चार बार

16. प्रिज्म से निर्गत किरण आपतित किरण के सापेक्ष कैसी होती है?

- ☐ (A) समांतर ☐ (B) एक कोण से विचलित ☐ (C) लंबवत ☐ (D) विपरीत

17. VIBGYOR में सबसे अधिक विचलित होने वाला रंग कौन-सा है?

- ☐ (A) लाल ☐ (B) बैंगनी ☐ (C) पीला ☐ (D) हरा

18. VIBGYOR में सबसे कम विचलित होने वाला रंग कौन-सा है?

- ☐ (A) बैंगनी ☐ (B) नीला ☐ (C) लाल ☐ (D) जामुनी

19. श्वेत प्रकाश का सात रंगों में विभाजन कहलाता है—

- ☐ (A) परावर्तन ☐ (B) अपवर्तन ☐ (C) विक्षेपण ☐ (D) प्रकीर्णन

20. इंद्रधनुष बनने में कौन-सी घटनाएँ शामिल हैं?

- ☐ (A) केवल विक्षेपण ☐ (B) अपवर्तन+विक्षेपण+आंतरिक परावर्तन ☐ (C) केवल परावर्तन ☐ (D) केवल प्रकीर्णन

21. तारों के टिमटिमाने का कारण है—

- ☐ (A) प्रकीर्णन ☐ (B) वायुमंडलीय अपवर्तन ☐ (C) परावर्तन ☐ (D) विक्षेपण

22. ग्रह सामान्यतः नहीं टिमटिमाते क्योंकि—

- ☐ (A) वे बिंदु स्रोत हैं ☐ (B) वे विस्तारित स्रोत हैं ☐ (C) वे प्रकाश उत्पन्न करते हैं ☐ (D) वे बहुत दूर हैं

23. सूर्योदय वास्तविक समय से पहले क्यों दिखता है?

- ☐ (A) प्रकीर्णन के कारण ☐ (B) वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण ☐ (C) पृथ्वी के घूर्णन के कारण ☐ (D) कोई कारण नहीं

24. आकाश नीला क्यों दिखता है?

- ☐ (A) नीला रंग सबसे कम प्रकीर्णित होता है ☐ (B) नीला रंग सबसे अधिक प्रकीर्णित होता है ☐ (C) आकाश में नीली गैस है ☐ (D) अपवर्तन के कारण

25. सूर्योदय/सूर्यास्त के समय सूर्य लाल क्यों दिखता है?

- ☐ (A) नीला प्रकाश लंबे मार्ग में प्रकीर्णित हो जाता है ☐ (B) लाल रंग अधिक अपवर्तित होता है ☐ (C) सूर्य वास्तव में लाल है ☐ (D) कोई कारण नहीं

26. टिंडल प्रभाव किसके कारण होता है?

- ☐ (A) सामान्य विलयन के कणों से ☐ (B) कोलॉइडी कणों से ☐ (C) गैसों की अनुपस्थिति से ☐ (D) तापमान परिवर्तन से

27. यातायात सिग्नल में रुकने के लिए किस रंग का प्रयोग होता है?

- ☐ (A) हरा ☐ (B) पीला ☐ (C) लाल ☐ (D) नीला

28. लाल रंग को सिग्नल हेतु चुनने का कारण है—

- ☐ (A) यह सबसे अधिक प्रकीर्णित होता है ☐ (B) यह सबसे कम प्रकीर्णित होता है ☐ (C) यह सबसे सस्ता रंग है ☐ (D) इसका कोई विशेष कारण नहीं

29. Aqueous Humour कहाँ स्थित होता है?

- ☐ (A) कॉर्निया व नेत्र लेंस के बीच ☐ (B) नेत्र लेंस व रेटिना के बीच ☐ (C) रेटिना के पीछे ☐ (D) आइरिस के आगे

30. Vitreous Humour कहाँ स्थित होता है?

- ☐ (A) कॉर्निया व नेत्र लेंस के बीच ☐ (B) नेत्र लेंस व रेटिना के बीच ☐ (C) आइरिस में ☐ (D) पुतली में

Answer Key

1. C	4. B	7. B	10. C	13. B
2. D	5. B	8. B	11. B	14. B
3. B	6. C	9. C	12. B	15. B

16. B	19. C	22. B	25. A	28. B
17. B	20. B	23. B	26. B	29. A
18. C	21. B	24. B	27. C	30. B

SECTION 31 — One-Line Revision

- सामान्य आँख का निकट बिंदु = 25 cm।
- सामान्य आँख का दूर बिंदु = अनंत।
- Myopia → सुधार: अवतल लेंस (Concave)।
- Hypermetropia → सुधार: उत्तल लेंस (Convex)।
- Presbyopia → सुधार: उत्तल/द्विफोकसी लेंस।
- Myopia में प्रतिबिंब रेटिना से पहले बनता है।
- Hypermetropia में प्रतिबिंब रेटिना के पीछे बनने की प्रवृत्ति रखता है।
- आँख में सबसे अधिक अपवर्तन कॉर्निया पर होता है।
- रेटिना पर प्रतिबिंब वास्तविक व उल्टा बनता है।
- समंजन क्षमता के लिए सिलियरी मांसपेशियाँ उत्तरदायी हैं।
- पुतली का आकार आइरिस नियंत्रित करती है।
- द्विफोकसी लेंस: ऊपर अवतल, नीचे उत्तल।
- प्रिज्म में प्रकाश दो बार अपवर्तित होता है।
- प्रिज्म से निर्गत किरण, आपतित किरण से विचलित होती है (समांतर नहीं)।
- White light → सात रंग (VIBGYOR)।
- बैंगनी रंग सबसे अधिक तथा लाल रंग सबसे कम विचलित होता है।
- Rainbow → Refraction + Dispersion + Internal Reflection।
- तारों का टिमटिमाना → वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण।
- ग्रह सामान्यतः नहीं टिमटिमाते (extended source प्रभाव)।
- सूर्योदय वास्तविक समय से पहले होता है (अपवर्तन के कारण)।
- सूर्यास्त वास्तविक समय से देर से होता है (अपवर्तन के कारण)।
- दिन की अवधि वास्तविक अवधि से ~4 मिनट अधिक प्रतीत होती है।
- आकाश नीला → प्रकाश के प्रकीर्णन के कारण।
- सूर्य लाल (उदय/अस्त) → नीले प्रकाश का प्रकीर्णन हो जाना।
- प्रकीर्णन तरंगदैर्घ्य के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
- टिंडल प्रभाव → कोलॉइड कणों द्वारा प्रकीर्णन।
- लाल रंग सबसे कम प्रकीर्णित होता है — सिग्नल हेतु उपयुक्त।
- Aqueous Humour: कॉर्निया व लेंस के बीच।
- Vitreous Humour: लेंस व रेटिना के बीच।
- स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी = 25 cm (निकट बिंदु के बराबर)।

SECTION 32 — Common Exam Mistakes

विद्यार्थियों द्वारा की जाने वाली सामान्य गलतियाँ

- **Myopia में Convex lens लिखना** — सही उत्तर सदैव Concave (अवतल) लेंस है।
- **Hypermetropia में Concave lens लिखना** — सही उत्तर सदैव Convex (उत्तल) लेंस है।
- **Rainbow को केवल "Dispersion" कहना** — सही उत्तर में अपवर्तन (Refraction), विक्षेपण (Dispersion) तथा पूर्ण आंतरिक परावर्तन (Total Internal Reflection) — तीनों का उल्लेख आवश्यक है।
- **तारों के टिमटिमाने का कारण "Scattering" (प्रकीर्णन) लिखना** — सही कारण वायुमंडलीय अपवर्तन (Atmospheric Refraction) है।
- **Near Point का मान गलत लिखना** (जैसे 20 cm या 30 cm) — सही मान सदैव **25 cm** है।
- **Diagram में rays की direction गलत बनाना** — जैसे Myopia के diagram में प्रतिबिंब को रेटिना के पीछे दिखाना (यह Hypermetropia का लक्षण है)।
- **Presbyopia को केवल Myopia जैसा समझना** — Presbyopia उम्र के साथ समंजन क्षमता घटने से होता है, यह नेत्रगोलक की लंबाई से सीधे संबंधित नहीं है।
- **आकाश के नीले रंग व सूर्य के लाल रंग दोनों का कारण "Dispersion" (विक्षेपण) लिखना** — सही कारण प्रकीर्णन (Scattering) है, विक्षेपण नहीं।
- **प्रिज्म व आयताकार स्लेब को एक समान समझना** — प्रिज्म में निर्गत किरण विचलित होती है, जबकि स्लेब में यह समांतर रहती है।
- **लेंस सूत्र व दर्पण सूत्र को मिलाना** — यह अध्याय इनसे सीधे संबंधित नहीं है, परंतु correction lens के प्रकार (उत्तल/अवतल) को सही ढंग से पहचानना आवश्यक है।

SECTION 33 — Final Quick Revision Sheet

Human Eye — Parts + Functions:

- Cornea — प्रकाश प्रवेश, सर्वाधिक अपवर्तन
- Iris — पुतली का आकार नियंत्रण
- Pupil — प्रकाश प्रवेश द्वार
- Eye Lens — सूक्ष्म समायोजन (समंजन)
- Ciliary Muscles — लेंस की वक्रता नियंत्रण
- Retina — प्रतिबिंब निर्माण स्थल
- Optic Nerve — संकेत मस्तिष्क तक भेजना

Accommodation:

दूर वस्तु → मांसपेशियाँ शिथिल → लेंस पतला।
पास वस्तु → मांसपेशियाँ सिकुड़ी → लेंस मोटा।

Vision Defects:

Myopia — दूर धुंधला, प्रतिबिंब रेटिना से पहले, सुधार: Concave।
Hypermetropia — पास धुंधला, प्रतिबिंब रेटिना के पीछे, सुधार: Convex।
Presbyopia — उम्रजनित, सुधार: Convex/Bifocal।

Near/Far Point:

Near Point = 25 cm; Far Point = अनंत।

Prism:

दो अपवर्तक सतहें, दो बार अपवर्तन, निर्गत किरण विचलित (D कोण से)।

Dispersion — VIBGYOR:

Violet, Indigo, Blue, Green, Yellow, Orange, Red।
बैंगनी सर्वाधिक मुड़े, लाल सबसे कम मुड़े।

Rainbow:

Refraction + Dispersion + Internal Reflection + Refraction।

Atmospheric Refraction:

Twinkling of stars, Advanced sunrise, Delayed sunset
— सभी इसी के कारण।

Scattering:

नीला आकाश — नीला प्रकाश अधिक प्रकीर्णित।
लाल सूर्य (उदय/अस्त) — नीला प्रकाश रास्ते में प्रकीर्णित हो जाता है।

Tyndall Effect:

कोलॉइड कणों से प्रकाश प्रकीर्णन — प्रकाश पथ दृश्यमान होना।
उदाहरण: कोहरे में हेडलाइट, धूल भरे कमरे में सूर्य किरण।

परीक्षा टिप्स:

- Myopia=Concave, Hypermetropia=Convex — कभी न बदलें।
- Twinkling का कारण Refraction है, Scattering नहीं।
- Blue sky/Red sunset का कारण Scattering है, Dispersion नहीं।
- Rainbow में तीनों घटनाएँ (Refraction+Dispersion+TIR) लिखें।