NCERT के पूर्णतया संशोधित नवीनतम् पाठ्यक्रम पर आधारित

संजीव®

भौतिक विज्ञान

कक्षा-12 (भाग-2)

माध्यमिक शिक्षा बोर्ड, राजस्थान के विद्यार्थियों के लिए

शिक्षा विभाग, राजस्थान द्वारा जारी प्रश्न बैंक के समस्त प्रश्न हल सहित यथास्थान दिये गये हैं।

लेखक :

प्रो. जे.एस. सोखी
पूर्व संयुक्त निदेशक कॉलेज शिक्षा,
जयपुर (राजस्थान)

प्रो. सी.एम. सोनी
पूर्व विभागाध्यक्ष, भौतिक शास्त्र विभाग
डी.ए.वी. कॉलेज, अजमेर (राजस्थान)

डॉ. श्याम प्रकाश पारीक
Associate Professor
एस एस जैन सुबोध पीजी कॉलेज, जयपुर

2027

संजीव प्रकाशन
जयपुर-3

मूल्य :
₹ 400/-

- प्रकाशक :

  संजीव प्रकाशन

  धामाणी मार्केट, चौड़ा रास्ता,

  जयपुर-3

  email : sanjeevprakashanjaipur@gmail.com
  website : www.sanjivprakashan.com

- © प्रकाशकाधीन

- **मूल्य : ₹ 400.00**

- लेजर कम्पोजिंग :

  संजीव प्रकाशन (D.T.P. Department), जयपुर

- मुद्रक :

  पंजाबी प्रेस, जयपुर

  ★★★★★★★

❖ इस पुस्तक में त्रुटियों को दूर करने के लिए हर संभव प्रयास किया गया है। किसी भी त्रुटि के पाये जाने पर अथवा किसी भी तरह के सुझाव के लिए आप हमें निम्न पते पर email या पत्र भेजकर सूचित कर सकते हैं—

email : sanjeevprakashanjaipur@gmail.com
पता : प्रकाशन विभाग संजीव प्रकाशन
धामाणी मार्केट, चौड़ा रास्ता, जयपुर

आपके द्वारा भेजे गये सुझावों से अगला संस्करण और बेहतर हो सकेगा।

❖ यद्यपि इस पुस्तक को प्रकाशित करने में सभी सावधानियों का पालन किया गया है तथापि इस पुस्तक में प्रकाशित किसी त्रुटि के प्रति तथा इससे होने वाली किसी भी क्षति के लिए लेखक, प्रकाशक, संपादक तथा मुद्रक किसी भी रूप में जिम्मेदार नहीं हैं।

❖ सभी प्रकार के विवादों का न्यायिक क्षेत्र 'जयपुर' होगा।

भूमिका

भौतिक विज्ञान के उत्तरोत्तर विकास को दृष्टिगत रखकर विद्यार्थियों को अद्यतन विषय-सामग्री प्रदान करने हेतु प्रस्तुत पुस्तक **भौतिक विज्ञान भाग-2** का यह संस्करण राजस्थान बोर्ड द्वारा स्वीकृत **कक्षा 12 के नवीनतम संशोधित NCERT पाठ्यक्रमानुसार** लिखा गया है जिससे कि पाठ्यक्रम में एकरूपता बनी रहे और हमारे राज्य का विद्यार्थी अखिल भारतीय स्तर पर विभिन्न आयुर्विज्ञान एवं तकनीकी संस्थानों द्वारा आयोजित होने वाली प्रतियोगी परीक्षाओं में अपेक्षित सफलता अर्जित कर सके।

प्रस्तुत संस्करण की निम्न विशेषताएँ हैं—

1. विषय-वस्तु की भाषा-शैली को सरल-सहज व पूर्ण रूप से राजस्थान राज्य के अनुरूप रखा गया है जिससे कि विद्यार्थी ज्ञान को आसानी से समाहित कर सकें।
2. विभिन्न गणितीय सूत्रों का समावेश।
3. महत्त्वपूर्ण तथ्यों का समावेश।
4. पुस्तक में आवश्यकतानुसार आंकिक प्रश्न तथा हल सहित उदाहरण, प्रत्येक विषय-वस्तु के साथ दिये गये हैं, जिससे विद्यार्थी भौतिक विज्ञान के सिद्धान्तों के अनुप्रयोगों को आसानी से समझ सकें।
5. NCERT के सभी प्रश्नों का हल पुस्तक के प्रत्येक अध्याय में समायोजित है।
6. प्रत्येक अध्याय के अन्त में **महत्त्वपूर्ण प्रश्न (वस्तुनिष्ठ, रिक्तस्थान, अतिलघूत्तरात्मक, लघूत्तरात्मक, निबन्धात्मक एवं आंकिक) हल सहित दिये गये हैं,** जिससे विद्यार्थी में आत्मविश्वास उत्पन्न हो।
7. प्रत्येक अध्याय के अन्त में **विभिन्न प्रतियोगी परीक्षाओं में पूछे गये बहुविकल्पीय प्रश्नों को भी हल सहित** दिया गया है।
8. इस पुस्तक में **शिक्षा विभाग, राजस्थान** द्वारा जारी **प्रश्न बैंक** के समस्त प्रश्नों को हल सहित यथास्थान दिया गया है, जिससे विद्यार्थियों को बोर्ड परीक्षा में मदद मिलेगी।
9. पुस्तक में एस.आई. (S.I.) मात्रक प्रयुक्त किये गये हैं।

पुस्तक का नवीनतम संशोधित संस्करण नये कलेवर में प्रस्तुत किया जा रहा है। इसमें विषय विशेषज्ञों, शिक्षकों तथा पाठकों से प्राप्त बहुमूल्य सुझावों को भी उचित स्थान दिया गया है।

हमारे द्वारा भरसक प्रयास किया गया है कि यह पुस्तक विद्यार्थियों, अध्यापकों की आवश्यकताओं की पूर्ति करेगी तथा उनके लिए लाभदायक सिद्ध होगी।

हम उन सभी विद्वानों, लेखकों के आभारी हैं जिनसे हमें निरन्तर प्रेरणा एवं मार्गदर्शन प्राप्त होते रहे हैं।

इस पुस्तक के प्रकाशन हेतु हम संजीव प्रकाशन के भी अत्यन्त आभारी हैं जिनके अथक तथा सतत प्रयासों से इस पुस्तक का प्रकाशन हो पाया है।

लेखक अपने परिश्रमपूर्ण प्रयास को तभी सफल मानेंगे जब यह पुस्तक सम्बन्धित छात्रों के लिए अधिक से अधिक लाभदायक सिद्ध होगी। प्रस्तुत पुस्तक को और अधिक उपयोगी बनाने हेतु शिक्षकों एवं पाठकगण के बहुमूल्य सुझावों का सहर्ष स्वागत किया जायेगा। अत: हम उनके आभारी रहेंगे।

लेखक

प्रो. जे. एस. सोखी

प्रो. सी. एम. सोनी

डॉ. श्याम प्रकाश पारीक

विषय-सूची

9. किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र
(Ray Optics and Optical Instruments) 1-79

10. तरंग-प्रकाशिकी
(Wave Optics) 80-118

11. विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति
(Dual Nature of Radiation and Matter) 119-147

12. परमाणु
(Atoms) 148-180

13. नाभिक
(Nuclei) 181-207

14. अर्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी : पदार्थ, युक्तियाँ तथा सरल परिपथ
(Semiconductor Electronics : Materials, Devices and Simple Circuits) 208-245

- **परिशिष्ट** **246-249**

उच्च माध्यमिक परीक्षा, 2026

भौतिक विज्ञान

(Physics)

समय : 3 घण्टे 15 मिनट **पूर्णांक : 56**

परीक्षार्थियों के लिए सामान्य निर्देश :

(1) परीक्षार्थी सर्वप्रथम अपने प्रश्न-पत्र पर नामांक अनिवार्यत: लिखें।
(2) **सभी** प्रश्न हल करने अनिवार्य हैं।
(3) सभी प्रश्नों का उत्तर दी गई उत्तर-पुस्तिका में ही लिखें।
(4) जिन प्रश्नों में आन्तरिक खण्ड हैं, उन सभी के उत्तर एक साथ ही लिखें।
(5) प्रश्न-पत्र के हिन्दी व अंग्रेजी रूपान्तर में किसी प्रकार की त्रुटि/अन्तर/विरोधाभास होने पर हिन्दी भाषा के प्रश्न को ही सही मानें।
(6) प्रश्न का उत्तर लिखने से पूर्व प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।
(7) प्रश्न क्रमांक **14, 15, 16, 17** व **18** में आन्तरिक विकल्प हैं।

खण्ड-अ (Section-A)

1. बहुविकल्पी प्रश्न (i से xviii) : निम्न प्रश्नों के उत्तर का सही विकल्प चयन कर उत्तर-पुस्तिका में लिखिए।

(i) $2\mu C$ तथा $3\mu C$ आवेश के दो गोले वायु में परस्पर 20 cm दूरी पर स्थित हैं। इन गोलों के मध्य कार्यरत् विद्युत बलों के परिमाण का अनुपात होगा- [½]
(अ) 1 : 1 (ब) 2 : 3
(स) 3 : 2 (द) 4 : 9

(ii) रैखिक आवेश घनत्व का SI मात्रक होता है- [½]
(अ) Cm (ब) C/m
(स) m/C (द) Cm^2

(iii) समविभव पृष्ठ तथा विद्युत क्षेत्र रेखाओं के मध्य कोण होता है- [½]
(अ) 180° (ब) 90°
(स) 45° (द) 0°

(iv) निम्न में से परावैद्युत पदार्थ होते हैं- [½]
(अ) चालक (ब) अतिचालक
(स) अर्धचालक (द) अचालक

(v) किसी संचायक बैटरी का विद्युत वाहक बल 10 V एवं आंतरिक प्रतिरोध 0.5Ω है। बैटरी से प्राप्त अधिकतम विद्युत धारा का मान होगा- [½]
(अ) 5 A (ब) 10 A
(स) 20 A (द) 0.05 A

(vi) एक घूर्णन में आवेशित कण द्वारा चुंबकीय क्षेत्र के अनुदिश चली गई दूरी को कहते हैं- [½]
(अ) पिच (चूड़ी अंतराल) (ब) कोणीय आवृत्ति
(स) कुंडलिनी की त्रिज्या (द) कोणीय विस्थापन

(vii) अतिचालक पदार्थ पूर्णत: प्रदर्शित करते हैं- [½]
(अ) लौह चुंबकत्व (ब) अनुचुंबकत्व
(स) प्रति चुंबकत्व (द) प्रबल लौह चुंबकत्व

(viii) 10 स्पोकों वाला साईकिल का एक पहिया पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक के लंबवत् 2 चक्र प्रति सेकण्ड की दर से घूम रहा है। जिससे पहिए की धुरी एवं रिम के मध्य प्रेरित विद्युत वाहक बल 'E' उत्पन्न होता है। यदि स्पोकों की संख्या दुगुनी कर दें, तो प्रेरित विद्युत वाहक बल होगा- [½]
(अ) 4E (ब) 2E
(स) E (द) $\frac{E}{2}$

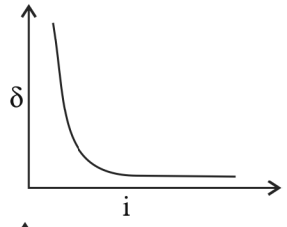
(ix) स्व प्रेरकत्व को कहते हैं- [½]
(अ) विद्युत बल (ब) विद्युत जड़त्व
(स) विद्युत दाब (द) विद्युत ऊर्जा

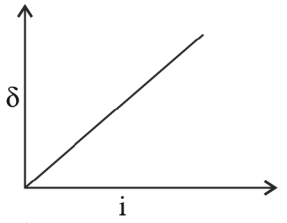
(x) प्रत्यावर्ती धारा के मूल माध्य वर्ग (rms) मान तथा इसके शिखर मान का अनुपात होता है- [½]
(अ) 1 : 1 (ब) 1 : 2
(स) $\sqrt{2}:1$ (द) $1:\sqrt{2}$

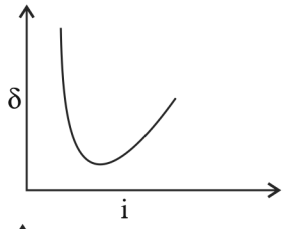
(xi) रिमोट नियंत्रकों में प्रयुक्त विद्युत चुंबकीय तरंग होती है-[½]
(अ) अवरक्त तरंग (ब) सूक्ष्म तरंग
(स) रेडियो तरंग (द) पराबैंगनी तरंग

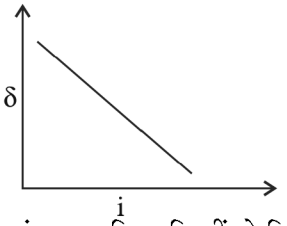
(xii) एक बाल्टी में जल 24 cm ऊँचाई तक भरा हुआ है। यदि जल का अपवर्तनांक $\frac{4}{3}$ हो, तो बाल्टी की तली पर रखी वस्तु की आभासी गहराई होगी- [½]
(अ) 32 cm (ब) 24 cm
(स) 12 cm (द) 18 cm

(xiii) किसी त्रिभुजाकार प्रिज्म के लिए आपतन कोण (i) एवं विचलन कोण (δ) के मध्य ग्राफ होता है- [½]

(अ)


(ब)


(स)


(द)


(xiv) किसी तरंगाग्र पर स्थित किन्हीं दो बिन्दुओं के मध्य कलांतर होता है– [½]

(अ) 0° (ब) 45°
(स) 90° (द) 120°

(xv) चार धातुएँ P, Q, R एवं S के कार्यफलन क्रमशः 2.3 eV, 3.2 eV, 4.25 eV एवं 5.15 eV हैं। इनमें सबसे न्यूनतम देहली आवृत्ति की धातु होगी– [½]

(अ) R (ब) S
(स) Q (द) P

(xvi) गाइगर-मार्सडन प्रकीर्णन प्रयोग में प्रयुक्त रेडियोएक्टिव स्रोत होता है– [½]

(अ) $^{235}_{92}U$ (ब) $^{214}_{83}Bi$
(स) $^{141}_{56}Ba$ (द) $^{89}_{36}Kr$

(xvii) तापनाभिकीय संलयन के लिए आवश्यक ताप होना चाहिए– [½]

(अ) 273 K (ब) 10^8 K
(स) 0 K (द) 10^{-5} K

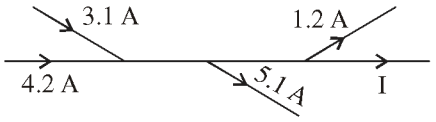
(xviii) यदि कार्बन, सिलिकॉन एवं जर्मेनियम के लिए ऊर्जा बैंड अंतराल क्रमशः E_1, E_2 एवं E_3 हो, तो इनमें सही संबंध होगा– [½]

(अ) $E_1 > E_2 > E_3$ (ब) $E_1 = E_2 = E_3$
(स) $E_1 < E_2 < E_3$ (द) $E_1 > E_2 < E_3$

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए– (i से x)

(i) वह अधिकतम विद्युत क्षेत्र जिसे कोई परावैद्युत माध्यम बिना भंजन के सहन कर सकता है, उस माध्यम की ..... कहलाती है। [½]

(ii) दिए गए विद्युत परिपथ में धारा 'I' का मान ..... A होगा। [½]



(iii) किसी वोल्टमीटर में विक्षेप प्रति एकांक वोल्टता को ..... कहते हैं। [½]

(iv) चुंबकीय क्षेत्र रेखा के किसी बिंदु पर खींची गई स्पर्श रेखा उस बिंदु पर परिणामी ..... की दिशा बताती है। [½]

(v) लेंज का नियम ..... संरक्षण नियम का पालन करता है। [½]

(vi) विस्थापन धारा की अवधारणा ..... नामक वैज्ञानिक ने दी थी। [½]

(vii) 1.52 अपवर्तनांक वाले काँच के एक लेंस को किसी द्रव से भरे खुले बर्तन में डालने से वह अदृश्य हो जाता है। द्रव का अपवर्तनांक ..... होगा। [½]

(viii) जल के पृष्ठ पर किसी समय जल के अणुओं का निस्पंदी रेखाओं पर विस्थापन ..... होता है। [½]

(ix) यदि किसी फोटॉन की तरंगदैर्घ्य आधी कर दी जाए, तो इसकी आवृत्ति ..... हो जाएगी। [½]

(x) 0.10 kg द्रव्यमान की एक वस्तु 10 m/s की चाल से गतिमान है। इससे संबद्ध तरंग की डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्घ्य ..... m होगी। [½]

3. निम्न प्रश्नों के उत्तर एक से दो पंक्ति में दीजिए :

(i) ताँबे के लिए प्रतिरोधकता (ρ) एवं परम ताप (T) के मध्य ग्राफ बनाइए। [1]

(ii) धारा घनत्व को परिभाषित कीजिए। [1]

(iii) यदि चुंबकीय एकल ध्रुवों का अस्तित्व होता तो चुंबकत्व संबंधी गॉस के नियम का समीकरण लिखिए। [1]

(iv) किसी पदार्थ के चुंबकन (M), चुंबकीय तीव्रता (H) तथा चुंबकीय क्षेत्र (B) के मध्य संबंध लिखिए। [1]

(v) विद्युत चुंबकीय प्रेरण किसे कहते हैं? [1]

(vi) एक रेखीय ध्रुवित चुंबकीय तरंग का संचरण चित्र बनाइए। [1]

(vii) प्रकाश के विवर्तन को परिभाषित कीजिए। [1]

(viii) यदि किसी धातु का कार्यफलन 4.5 eV तथा इसके पृष्ठ से उत्सर्जित फोटो (प्रकाशिक) इलेक्ट्रॉन की गतिज

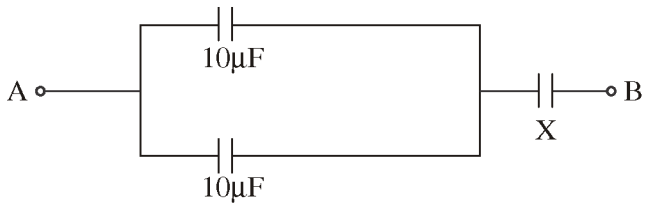
ऊर्जा 1.5 eV हो, तो आपतित प्रकाश के फोटॉन की ऊर्जा ज्ञात कीजिए। [1]

(ix) उत्सर्जन रैखिक स्पेक्ट्रम की परिभाषा लिखिए। [1]

(x) यदि ऑक्सीजन नाभिक $^{16}_{8}O$ की बंधन ऊर्जा 128 MeV हो, तो इसकी प्रति न्यूक्लियॉन बंधन ऊर्जा ज्ञात कीजिए। [1]

खण्ड-ब (Section-B)

4. दिए गए परिपथ में, यदि बिंदु A व B के मध्य तुल्यधारिता 15μF हो, तो संधारित्र X की धारिता ज्ञात कीजिए। [1½]



5. पास-पास रखी दो कुंडलियों का अन्योन्य प्रेरकत्व 2H है। यदि एक कुंडली में 0.1s में विद्युत धारा शून्य से बढ़कर 15A हो जाती है, तो दूसरी कुंडली की फ्लक्स बंधता में परिवर्तन ज्ञात कीजिए। [1½]

6. परिभाषित कीजिए- [1½]
(अ) वाटहीन धारा
(ब) शक्ति गुणांक।

7. पूर्ण आंतरिक परावर्तन को परिभाषित कीजिए। इस पर आधारित कोई एक परिघटना का नाम लिखिए। [1½]

8. हाइगेन्स के तरंग सिद्धांत से प्रकाश के अपवर्तन हेतु स्नैल का नियम व्युत्पन्न कीजिए। [1½]

9. पोलेरॉइड किसे कहते हैं? इसके कोई दो उपयोग लिखिए। [1½]

10. प्रकाश के तरंग सिद्धांत से प्रकाश विद्युत प्रभाव की व्याख्या क्यों नहीं की जा सकती है? कोई दो कारण लिखिए। [1½]

11. डी ब्रोग्ली परिकल्पना से बोर के क्वांटमीकरण के द्वितीय अभिग्रहीत की व्याख्या कीजिए। [1½]

12. परिभाषित कीजिए- [1½]
(अ) समभारिक
(ब) रेडियो एक्टिविटी

13. RC परिपथ में कालांक किसे कहते हैं? संधारित्र फिल्टर के साथ पूर्ण तरंग दिष्टकारी का परिपथ चित्र बनाइए। [1½]

खण्ड-स (Section-C)

14. वैद्युत द्विध्रुव के कारण उसकी अक्ष पर स्थित किसी बिंदु पर विद्युत क्षेत्र का व्यंजक प्राप्त कीजिए। आवश्यक चित्र बनाइए। [2+1=3]

अथवा/OR

गॉस के नियम द्वारा सिद्ध कीजिए कि एक समान आवेशित अनंत समतल चादर के कारण किसी बिंदु पर विद्युत क्षेत्र का मान दूरी पर निर्भर नहीं करता है। आवश्यक चित्र बनाइए। [2+1=3]

15. प्रत्यावर्ती वोल्टता स्रोत के साथ श्रेणीबद्ध LCR परिपथ की प्रतिबाधा का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। [3]

अथवा/OR

ट्रांसफॉर्मर की कुंडलियों में फेरों की संख्या तथा धाराओं के मध्य संबंध स्थापित कीजिए। [3]

16. (i) नैज अर्धचालक तथा अपद्रवी अर्धचालक को परिभाषित कीजिए।

(ii) दाता ऊर्जा स्तर को चित्रित करते हुए ताप T > OK पर n-प्रकार के अर्धचालक का ऊर्जा बैंड आरेख बनाइए। [1+1+1=3]

अथवा/OR

(i) p-n संधि के निर्माण में 'ह्रासी क्षेत्र' एवं 'रोधिका विभव' को परिभाषित कीजिए।

(ii) ग्राही ऊर्जा स्तर को चित्रित करते हुए ताप T > OK पर p-प्रकार के अर्धचालक का ऊर्जा बैंड आरेख बनाइए। [1+1+1=3]

खण्ड-द (Section-D)

17. बायो-सावर्ट नियम का सूत्र सदिश रूप में लिखिए। इस नियम से किसी धारावाही वृत्ताकार पाश के अक्ष पर स्थित किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र का सूत्र प्राप्त कीजिए। आवश्यक चित्र बनाइए। [1+2+1=4]

अथवा/OR

एम्पियर का परिपथीय नियम लिखिए। 'a' त्रिज्या के एक लंबे सीधे तार में स्थाई विद्युत धारा 'I' एक समान रूप से प्रवाहित हो रही है। तार के बाहर 'r' दूरी पर स्थित बिंदु (r > a) पर चुंबकीय क्षेत्र का व्यंजक प्राप्त कीजिए। आवश्यक चित्र बनाइए। [1+2+1=4]

18. लेंस की क्षमता को परिभाषित कीजिए। सिद्ध कीजिए कि किसी गोलीय दर्पण की फोकस दूरी उसकी वक्रता त्रिज्या की आधी होती है। आवश्यक किरण चित्र बनाइए। [1+2+1=4]

अथवा/OR

आवर्धन क्षमता को परिभाषित कीजिए। सरल सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता का सूत्र प्राप्त कीजिए, यदि प्रतिबिंब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी (D) पर बनता है। आवश्यक किरण चित्र बनाइए। [1+2+1=4]

❑❑❑

भौतिक विज्ञान भाग-2 (कक्षा-12)

किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र
(Ray Optics and Optical Instruments)

9 अध्याय

9.1. भूमिका (Introduction)

9.2. प्रकाश का परावर्तन (Reflection of Light)

- **9.2.1.** समतल पर परावर्तन (Reflection at Plane)
- **9.2.2.** प्रकाश परावर्तन के नियम (Laws of Reflection of Light)
- **9.2.3.** समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब (Image in Plane Mirrors)

9.3. गोलीय दर्पणों द्वारा प्रकाश का परावर्तन (Reflection of Light by Spherical Mirrors)

- **9.3.1.** गोलीय दर्पणों के लिए फोकस दूरी तथा वक्रता त्रिज्या में सम्बन्ध (Relation between Focal Length and Radius of Spherical Mirrors)
- **9.3.2.** गोलीय दर्पण से प्रतिबिम्ब का बनना (Images in Spherical Mirror)
- **9.3.3.** दर्पणों की उपयोगिता (Uses of Mirrors)
- **9.3.4.** चिन्ह परिपाटी (Sign Convention)
- **9.3.5.** गोलीय दर्पण के लिए सूत्र, **u, v** व **f** में सम्बन्ध अथवा दर्पण समीकरण (Mirror equation)

9.4. प्रकाश का अपवर्तन (Refraction of Light)

- **9.4.1.** अपवर्तन के नियम (Laws of Refraction)
- **9.4.2.** दैनिक जीवन में अपवर्तन के उदाहरण (Examples of Refraction in Daily Life)

9.5. क्रान्तिक कोण तथा पूर्ण आन्तरिक परावर्तन (Critical Angle and Total Internal Reflection)

- **9.5.1.** प्रकृति में पूर्ण आन्तरिक परावर्तन तथा इसके प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोग (Total Internal Reflection in Nature and its Technological Applications)

9.6. प्रकाश का गोलीय पृष्ठों पर अपवर्तन : लेन्स (Refraction of Light at Spherical Surfaces : Lens)

- **9.6.1.** गोलीय पृष्ठों के लिए चिन्ह परिपाटी (Sign Convention for Spherical Surfaces)
- **9.6.2.** गोलीय अवतल पृष्ठ पर अपवर्तन का सूत्र (Formula of Refraction at Spherical Convex Surface)
- **9.6.3.** गोलीय उत्तल पृष्ठ पर अपवर्तन का सूत्र (Formula of Refraction at Spherical Concave Surface)
- **9.6.4.** पतले लेन्स से अपवर्तन (Refraction by Thin Lens)
- **9.6.5.** लेन्स दूरियों के लिए चिन्ह परिपाटी (Sign Convention for Lens Distances)
- **9.6.6.** लेन्सों से प्रतिबिम्ब का निर्माण (Image Formation by Lenses)
- **9.6.7.** लेन्स के लिए **u, v** व **f** में सम्बन्ध अथवा लेन्स सूत्र (Lens formula)
- **9.6.8.** लेन्स की क्षमता (Power of Lens)
- **9.6.9.** सम्पर्क में रखे पतले लेन्सों का संयोजन (Combination of Two Thin Lenses in Contact)

9.7. प्रिज्म में अपवर्तन (Refraction in a Prism)

9.8. प्रकाशिक यंत्र (Optical Instruments)

- **9.8.1.** सरल सूक्ष्मदर्शी या आवर्धक लेन्स (Simple Microscope or Magnifying Lens)
- **9.8.2.** संयुक्त सूक्ष्मदर्शी (Compound Microscope)
- **9.8.3.** दूरदर्शी (Telescope)

9.1. भूमिका (Introduction)

न्यूटन ने यह माना कि प्रकाश ऊर्जा छोटे-छोटे कणों में संकेन्द्रित होती है, जिन्हें उसने कणिकायें कहा और उसने प्रतिपादित किया कि प्रकाश ऊर्जा इन कणिकाओं में संकेन्द्रित होती है। उसने यह भी कल्पना की कि कणिकायें द्रव्यमान–रहित प्रत्यास्थ कण हैं। प्रकाश की निर्वात में चाल सबसे अधिक होती है जिसका मान $c = 3 \times 10^8$ m/s होता है तथा प्रकाश सरल रेखा में गमन करता है। चूँकि सामान्य वस्तुओं के आकार की तुलना में प्रकाश की तरंगदैर्घ्य काफी कम होती है, अतः प्रकाश तरंग को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक किसी सरल रेखा के अनुदिश गमन करते हुए कहा जा सकता है। इस पथ को प्रकाश किरण कहते हैं और किरणों के समूह को प्रकाश पुंज कहते हैं। हम प्रकाश किरण को एक सीधी रेखा के द्वारा प्रदर्शित करते हैं और उस पर तीर लगाकर उसकी संचरण की दिशा को दर्शाते हैं। इस प्रकार किरण उस दिशा को प्रदर्शित करती है जिसमें प्रकाश ऊर्जा का संचरण होता है, यही किरण प्रकाशिकी का आधार होता है। इस अध्याय में, हम प्रकाश के किरण रूप का उपयोग करते हुए प्रकाश के परावर्तन, अपवर्तन तथा विक्षेपण की परिघटनाओं के बारे में अध्ययन करेंगे। परावर्तन तथा अपवर्तन के मूल नियमों का उपयोग करते हुए हम समतल तथा गोलीय परावर्ती एवं अपवर्ती पृष्ठों द्वारा प्रतिबिम्बों की रचना का विश्लेषण करेंगे। तत्पश्चात् हम मानव नेत्र सहित कुछ महत्त्वपूर्ण प्रकाशिक यंत्रों की रचना एवं कार्यविधि का वर्णन करेंगे।

9.2. प्रकाश का परावर्तन (Reflection of Light)

जब प्रकाश किसी तल पर गिरता है, तो उसका कुछ भाग तल द्वारा अवशोषित हो जाता है और कुछ भाग तल द्वारा दूसरे तल या माध्यम में प्रवेश हो जाता है। कुछ भाग पुनः उसी माध्यम में लौटा दिया जाता है। गिरने वाले प्रकाश का कितना भाग वापस लौटता है, कितना भाग दूसरे माध्यम में चला जाता है तथा कितना भाग तल द्वारा अवशोषित होता है, यह सब तल पर निर्भर करता है। "जब एक प्रकाश किरण किसी माध्यम से चलकर एक परिसीमा (दो माध्यमों को अलग-अलग करने वाली सीमा) पर आपतित होकर उसी माध्यम में वापस आ जाती है तो इस घटना को प्रकाश का परावर्तन कहते हैं।"

स्मरण बिन्दु

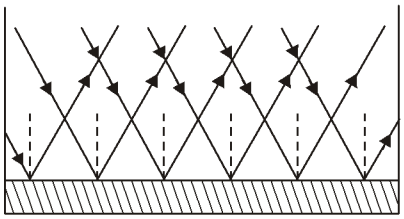
(i) परावर्तन के पश्चात् प्रकाश का वेग, तरंगदैर्घ्य तथा आवृत्ति अपरिवर्तित रहते हैं जबकि तीव्रता तल की प्रकृति के अनुसार परिवर्तित होती रहती है।

(ii) यदि प्रकाश किरण किसी सतह पर अभिलम्बवत् आपतित होती है, तो वह परावर्तन के पश्चात् अपने आपतित वाले पथ पर वापस लौट जाती है।

9.2.1. समतल पर परावर्तन (Reflection at Plane)

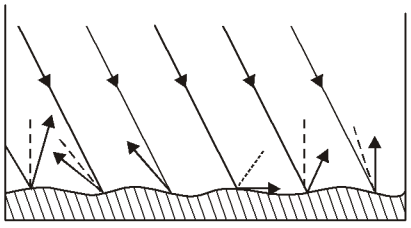
समतल पर प्रकाश परावर्तन के लिए हम समतल व खुरदरे पृष्ठ दोनों पर प्रकाश के परावर्तन की घटना की जानकारी प्राप्त करेंगे।

नियमित परावर्तन (Regular reflection)–जब किसी समतल दर्पण पर सूर्य का प्रकाश या किसी अन्य स्रोत से प्रकाश गिरता है तो सभी परावर्तित किरणें परावर्तन के नियमानुसार एक विशेष दिशा में लौटती हैं। अतः आँख को जब इन परावर्तित किरण के मार्ग में रखते हैं तो दर्पण हमें चमकीला दिखाई देता है परन्तु इसके अतिरिक्त अन्य दिशाओं से देखने पर यह हमें चमकीला कम दिखाई देता है या दिखाई नहीं देता है। इस परावर्तन को नियमित परावर्तन कहते हैं। जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।



चित्र–नियमित परावर्तन

विसरित परावर्तन (Diffused reflection)–जब सूर्य का प्रकाश किसी खुरदरे पृष्ठ पर गिरता है तो यह सभी दिशाओं में फैल जाता है। खुरदरे पृष्ठ द्वारा प्रकाश को समान रूप से चारों ओर फैलाने के प्रभाव को विसरित परावर्तन कहते हैं। अधिकांशतः हम वस्तुओं को विसरित प्रकाश से ही देखते हैं क्योंकि वायुमण्डल में धूल और धुएँ के कण प्रकाश को विसरित करते रहते हैं।



चित्र–विसरित परावर्तन

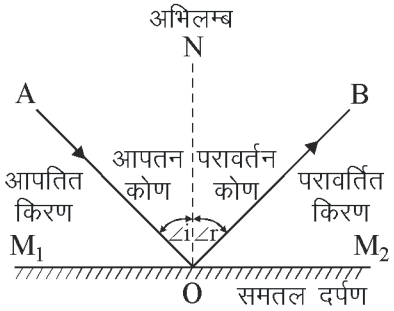
आकाश का नीला रंग होना भी वायुमण्डल के कारण विसरित प्रकाश का प्रभाव ही है जबकि अन्तरिक्ष यात्रियों के पृथ्वी के वायुमण्डल से बाहर निकलने पर आकाश एकदम काला दिखाई देता है।

9.2.2. प्रकाश परावर्तन के नियम (Laws of Reflection of Light)

किसी तल से प्रकाश का परावर्तन निम्नलिखित दो नियमों के अनुसार होता है। इनको परावर्तन के नियम कहते हैं।

(1) आपतित किरण, आपतन बिन्दु पर अभिलम्ब तथा परावर्तित किरण तीनों एक ही तल में होते हैं।

(2) परावर्तन कोण सदैव आपतन कोण के बराबर होता है अर्थात् $\angle r = \angle i$



स्मरण बिन्दु

(i) यदि हम आपतित किरण की दिशा में कोई परिवर्तन करते हैं तो परावर्तित किरण की दिशा में भी परिवर्तन होता है।

(ii) आपतित किरण की दिशा को स्थिर रखते हुए यदि हम दर्पण को उसके तल में ही घुमायें तो भी परावर्तित किरण अपनी दिशा से विचलित नहीं होती है।

(iii) प्रकाश के परावर्तन का नियम किसी भी परावर्तक पृष्ठ, चाहे वह समतल हो या वक्रित हो, के प्रत्येक बिन्दु के लिए वैध है।

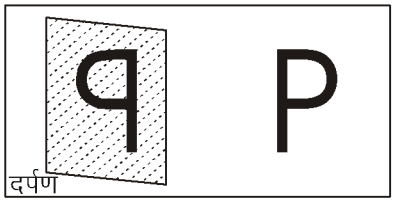
(iv) यदि प्रकाश का परावर्तन सघन माध्यम से होता है, तो कला π से परिवर्तित हो जाती है। इसी को स्टोक नियम भी कहते हैं।

9.2.3. समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब (Image in Plane Mirror)

जब हम दर्पण के सामने किसी वस्तु (बिम्ब) को रखते हैं तो दर्पण में उस वस्तु की आकृति बन जाती है। इस आकृति को वस्तु का 'प्रतिबिम्ब' कहते हैं। इसकी परिभाषा निम्न प्रकार से दी जा सकती है–

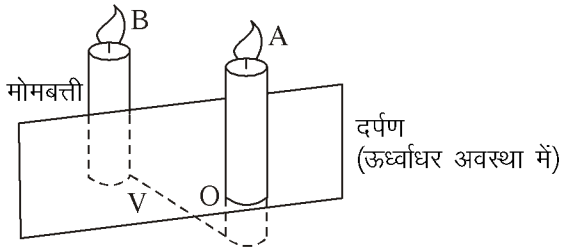
"यदि प्रकाश की किरणें वस्तु के किसी बिन्दु से चलकर परावर्तन के पश्चात् किसी दूसरे बिन्दु पर जाकर मिलती हैं अथवा किसी दूसरे बिन्दु से आती हुई प्रतीत होती हैं तो इस दूसरे बिन्दु को पहले बिन्दु का प्रतिबिम्ब कहते हैं।"

(i) पार्श्व परिवर्तन–समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब का आकार वस्तु (बिम्ब) के आकार के बराबर होता है तथा आकृति भी समान होती है। लेकिन प्रतिबिम्ब की आकृति में एक परिवर्तन आवश्यक होता है। समतल दर्पण में किसी वस्तु के प्रतिबिम्ब में दाईं ओर दिशा में प्रतिवर्ती परिवर्तन को पार्श्व परिवर्तन कहते हैं।



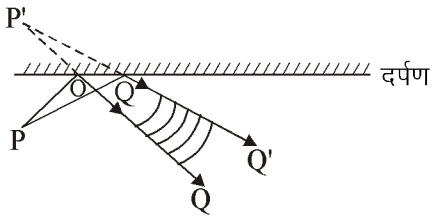
चित्र–पार्श्व परिवर्तन

(ii) प्रतिबिम्ब की स्थिति–समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे ठीक उतनी ही दूरी पर बनता है जितनी दूरी पर दर्पण के सामने वस्तु रखी होती है।



चित्र–प्रतिबिम्ब की स्थिति

(iii) प्रतिबिम्ब की प्रकृति (आभासी)–समतल दर्पण में बना प्रतिबिम्ब सदैव आभासी होता है। आभासी प्रतिबिम्ब को हम किसी भी पर्दे पर प्राप्त नहीं कर सकते हैं, क्योंकि प्रकाश की किरणें प्रतिबिम्ब तक पहुँचने में असमर्थ होती हैं।



चित्र–समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब की प्रकृति (आभासी)

9.3. गोलीय दर्पणों द्वारा प्रकाश का परावर्तन (Reflection of Light by Spherical Mirrors)

यदि किसी खोखले गोले को काटकर उसके किसी भाग के एक तल पर कलई (पॉलिश) कर दी जाए तो इसका दूसरी ओर का तल परावर्तक तल बन जाता है। ऐसे दर्पणों को गोलीय दर्पण कहते हैं। ये दो प्रकार के होते हैं–(i) अवतल दर्पण, (ii) उत्तल दर्पण।

अवतल दर्पण (Concave Mirror)–वह दर्पण होता है जिसमें परावर्तन दबी हुई ओर से होता है अर्थात् गोले के अन्दर की ओर का तल परावर्तक होता है। इसमें कलई गोले के बाहर की ओर की जाती है। जैसा कि चित्र (a) में दिखाया गया है।