भौतिकी

भाग 2

कक्षा 12 के लिए पाठ्यपुस्तक

© NCERT
not to be republished

12092

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

प्रथम संस्करण

जून 2007 ज्येष्ठ 1929

पुनर्मुद्रण

मार्च 2008 फाल्गुन 1929
मार्च 2009 फाल्गुन 1930
जनवरी 2010 माघ 1931
नवंबर 2010 कार्तिक 1932
जनवरी 2012 माघ 1933
दिसंबर 2012 अग्रहायण 1934
दिसंबर 2013 अग्रहायण 1935
अक्तूबर 2014 कार्तिक 1936
दिसंबर 2015 अग्रहायण 1937
फ़रवरी 2017 माघ 1938
जनवरी 2018 पौष 1939
फ़रवरी 2019 फाल्गुन 1940
जनवरी 2020 पौष 1941
जनवरी 2021 पौष 1942

PD 22T RPS

© *राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, 2007*

₹ ???.00

एन.सी.ई.आर.टी. वाटरमार्क 80 जी.एस.एम. पेपर पर मुद्रित।

प्रकाशन प्रभाग में सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, श्री अरविंद मार्ग, नयी दिल्ली 110 016 द्वारा प्रकाशित तथा .... द्वारा मुद्रित।

ISBN 81-7450-725-6 (भाग-1)
ISBN 81-7450-726-4 (भाग-2)

सर्वाधिकार सुरक्षित

- प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना इस प्रकाशन के किसी भाग को छापना तथा इलेक्ट्रॉनिकी, मशीनी,फ़ोटोप्रतिलिपि, रिकॉर्डिंग अथवा किसी अन्य विधि से पुन: प्रयोग पद्धति द्वारा उसका संग्रहण अथवा प्रसारण वर्जित है।
- इस पुस्तक की बिक्री इस शर्त के साथ की गई है कि प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना यह पुस्तक अपने मूल आवरण अथवा जिल्द के अलावा किसी अन्य प्रकार से व्यापार द्वारा उधारी पर, पुनर्विक्रय या किराए पर न दी जाएगी, न बेची जाएगी।
- इस प्रकाशन का सही मूल्य इस पृष्ठ पर मुद्रित है। रबड़ की मुहर अथवा चिपकाई गई पर्ची (स्टिकर) या किसी अन्य विधि द्वारा अंकित कोई भी संशोधित मूल्य गलत है तथा मान्य नहीं होगा।

एन.सी.ई.आर.टी., प्रकाशन प्रभाग के कार्यालय

एन.सी.ई.आर.टी. कैंपस
श्री अरविंद मार्ग
नयी दिल्ली 110 016 फोन : 011-26562708

108, 100 फीट रोड
हेली एक्सटेंशन, होस्डेकेरे
बनाशंकरी III स्टेज
बेंगलुरु 560 085 फोन : 080-26725740

नवजीवन ट्रस्ट भवन
डाकघर नवजीवन
अहमदाबाद 380 014 फोन : 079-27541446

सी.डब्ल्यू.सी. कैंपस
निकट: धनकल बस स्टॉप पनिहटी
कोलकाता 700 114 फोन : 033-25530454

सी.डब्ल्यू.सी. कॉम्प्लैक्स
मालीगांव
गुवाहाटी 781 021 फोन : 0361-2674869

प्रकाशन सहयोग

अध्यक्ष, प्रकाशन प्रभाग	:	*अनूप कुमार राजपूत*
मुख्य संपादक	:	*श्वेता उप्पल*
मुख्य उत्पादन अधिकारी	:	*अरुण चितकारा*
मुख्य व्यापार प्रबंधक (प्रभारी)	:	*विपिन दिवान*
संपादक	:	*नरेश यादव*
उत्पादन सहायक	:	*??*

आवरण एवं चित्रांकन

श्वेता राव

© NCERT not to be republished

प्रस्तावना

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (2005) सुझाती है कि बच्चों के स्कूली जीवन को बाहर के जीवन से जोड़ा जाना चाहिए। यह सिद्धांत किताबी ज्ञान की उस विरासत के विपरीत है जिसके प्रभाववश हमारी व्यवस्था आज तक स्कूल और घर के बीच अंतराल बनाए हुए है। नयी राष्ट्रीय पाठ्यचर्या पर आधारित पाठ्यक्रम और पाठ्यपुस्तकें इस बुनियादी विचार पर अमल करने का प्रयास हैं। इस प्रयास में हर विषय को एक मज़बूत दीवार से घेर देने और जानकारी को रटा देने की प्रवृत्ति का विरोध शामिल है। आशा है कि ये कदम हमें राष्ट्रीय शिक्षा नीति (1986) में वर्णित बाल-केंद्रित व्यवस्था की दिशा में काफ़ी दूर तक ले जाएँगे।

इस प्रयत्न की सफलता अब इस बात पर निर्भर है कि स्कूलों के प्राचार्य और अध्यापक बच्चों को कल्पनाशील गतिविधियों और सवालों की मदद से सीखने और सीखने के दौरान अपने अनुभवों पर विचार करने का कितना अवसर देते हैं। हमें यह मानना होगा कि यदि जगह, समय और आज़ादी दी जाए तो बच्चे बड़ों द्वारा सौंपी गई सूचना-सामग्री से जुड़कर और जूझकर नए ज्ञान का सृजन करते हैं। शिक्षा के विविध साधनों एवं स्रोतों की अनदेखी किए जाने का प्रमुख कारण पाठ्यपुस्तक को परीक्षा का एकमात्र आधार बनाने की प्रवृत्ति है। सर्जना और पहल को विकसित करने के लिए ज़रूरी है कि हम बच्चों को सीखने की प्रक्रिया में पूरा भागीदार मानें और बनाएँ, उन्हें ज्ञान की निर्धारित खुराक का ग्राहक मानना छोड़ दें।

ये उद्देश्य स्कूल की दैनिक ज़िंदगी और कार्यशैली में काफ़ी फेरबदल की माँग करते हैं। दैनिक समय-सारणी में लचीलापन उतना ही ज़रूरी है जितना वार्षिक कैलेंडर के अमल में चुस्ती, जिससे शिक्षण के लिए नियत दिनों की संख्या हकीकत बन सके। शिक्षण और मूल्यांकन की विधियाँ भी इस बात को तय करेंगी कि यह पाठ्यपुस्तक स्कूल में बच्चों के जीवन को मानसिक दबाव तथा बोरियत की जगह खुशी का अनुभव कराने में कितनी प्रभावी सिद्ध होती है। बोझ की समस्या से निपटने के लिए पाठ्यक्रम निर्माताओं ने विभिन्न चरणों में ज्ञान का पुनर्निर्धारण करते समय बच्चों के मनोविज्ञान एवं अध्यापन के लिए उपलब्ध समय का ध्यान रखने की पहले से अधिक सचेत कोशिश की है। इस कोशिश को और गहराने के यत्न में यह पाठ्यपुस्तक सोच-विचार और विस्मय, छोटे समूहों में बातचीत एवं बहस और हाथ से की जाने वाली गतिविधियों को प्राथमिकता देती है।

एन.सी.ई.आर.टी. इस पुस्तक की रचना के लिए बनाई गई पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति के परिश्रम के लिए कृतज्ञता व्यक्त करती है। परिषद् विज्ञान एवं गणित पाठ्यपुस्तक सलाहकार समिति के अध्यक्ष, प्रोफ़ेसर जे.वी. नार्लीकर और इस पाठ्यपुस्तक के मुख्य सलाहकार, प्रोफ़ेसर ए.डब्ल्यू. जोशी, जिन्होंने इस समिति के कार्य को निर्देशित किया, की विशेष आभारी है। इस पाठ्यपुस्तक के विकास में कई शिक्षकों ने योगदान किया; इस योगदान को संभव बनाने के लिए हम उनके प्राचार्यों के आभारी हैं। हम उन सभी संस्थाओं और संगठनों के प्रति कृतज्ञ हैं जिन्होंने अपने संसाधनों, सामग्री तथा सहयोगियों की मदद लेने में हमें उदारतापूर्वक सहयोग दिया। प्रोफ़ेसर मृणाल मीरी और प्रोफ़ेसर जी.पी. देशपांडे की अध्यक्षता में मानव संसाधन विकास मंत्रालय के अधीन उच्च माध्यमिक शिक्षा विभाग द्वारा गठित निगरानी समिति (मॉनीटरिंग कमेटी) के सदस्यों के अमूल्य समय और सहयोग के लिए हम कृतज्ञ हैं। व्यवस्थागत सुधारों और अपने प्रकाशनों में निरंतर निखार लाने के प्रति समर्पित एन.सी.ई.आर.टी. टिप्पणियों एवं सुझावों का स्वागत करेगी, जिनसे भावी संशोधनों में मदद ली जा सके।

निदेशक

नयी दिल्ली — राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और

20 नवंबर 2006 — प्रशिक्षण परिषद्

© NCERT not to be republished

© NCERT
not to be republished

आमुख

प्रस्तुत पुस्तक को विद्यार्थियों, शिक्षकों तथा जनमानस (जिसकी भूमिका अनदेखी नहीं की जा सकती) को सौंपते हुए मुझे हर्ष हो रहा है। 2006 में प्रकाशित कक्षा 12 की पाठ्यपुस्तक की यह स्वाभाविक अनुक्रम है। यह पुस्तक पूर्व प्रकाशित पाठ्यपुस्तक का एक सुव्यवस्थित रूप भी है। इस पुस्तक से *धारा के ऊष्मीय तथा रासायनिक प्रभाव* का अध्याय हटा दिया गया है। इस विषय को सी.बी.एस.ई. के पाठ्यक्रम से भी हटा दिया गया है। इसी प्रकार *संचार* के अध्याय से काफ़ी विषय-वस्तु कम की गई है। इस अध्याय को आसानी से समझने योग्य रूप में पुनः लिखा गया है।

यद्यपि अधिकांश अन्य अध्याय पिछले संस्करणों पर ही आधारित हैं, फिर भी बहुत से भाग तथा अनुभाग पुनः लिखे गए हैं। देश के विभिन्न भागों के शिक्षकों से मिले अनेक सुझावों ने पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति का मार्गदर्शन किया है।

कक्षा 11 तथा कक्षा 12 दोनों ही कक्षाओं की इन पुस्तकों के निर्माण में महत्त्व दिए जाने वाले बिंदुओं में मूल परिवर्तन किया गया है। दोनों ही पुस्तकों को विद्यार्थियों को बिना यह मानकर प्रेषित किया जा रहा है कि वे भौतिकी का अध्ययन उच्चतर माध्यमिक स्तर से आगे भी करेंगे। यह नया दृष्टिकोण राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (2005) में दिए गए प्रेक्षणों एवं सुझावों के आधार पर प्रेरित है। इसी प्रकार, आज के शैक्षिक घटनाक्रम, जिसमें कोई विद्यार्थी विविध विषयों का कोई भी संयोजन/चयन कर सकता है, हम यह नहीं मान सकते कि भौतिकी का अध्ययन करने वाला विद्यार्थी गणित का अध्ययन भी कर रहा है। अतः भौतिकी की विषय वस्तु को 'एकला चलो' रूप में प्रस्तुत करना ही एक विकल्प है।

कक्षा 11 की पाठ्यपुस्तक की भाँति, कई अध्यायों में कुछ रोचक बॉक्स सामग्री भी सम्मिलित की गई है। ये पढ़ाने अथवा परीक्षा के लिए नहीं है। इन बॉक्सों को पाठ्यपुस्तक में सम्मिलित करने का उद्देश्य पाठकों के ध्यान को आकर्षित करना, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के अन्य क्षेत्रों अथवा दैनिक जीवन में कुछ अनुप्रयोगों को दर्शाना, सरल प्रयोग सुझाना, भौतिकी के विभिन्न क्षेत्रों में अभिधारणाओं में संबंध, एकरसता अथवा नीरसता को तोड़कर पुस्तक को सजीव बनाना है।

पुस्तक के प्रत्येक अध्याय के अंत में सारांश, विचारणीय विषय, अभ्यास तथा अतिरिक्त अभ्यास एवं उदाहरण जैसे विशिष्ट लक्षणों को बनाए रखा गया है। संकल्पनाओं पर आधारित कई अभ्यासों को अध्यायों के अंत में दिए गए अभ्यासों से 'उदाहरण एवं उनके हल' के रूप में पाठ्य सामग्री में स्थानांतरित किया गया है। यह आशा की जाती है कि ऐसा करने से अध्याय में दी गई संकल्पनाएँ अधिक बोधगम्य बन जाएँगी। बहुत से नए उदाहरण तथा अभ्यास जोड़े गए हैं। उन विद्यार्थियों के लिए जो आगे भी भौतिकी का अध्ययन करना चाहते हैं, उनके लिए विचारणीय विषय तथा अतिरिक्त अभ्यास काफ़ी उपयोगी और विचारशील सिद्ध होंगे। *पुस्तक से बाहर के साधन* प्रदान करने तथा *ई-शिक्षा* को प्रोत्साहित करने की दृष्टि से प्रत्येक अध्याय में कुछ प्रासंगिक वेबसाइट के पते *ई-भौतिकी* शीर्षक के अंतर्गत प्रदान किए गए हैं। ये साइटें विद्यार्थियों को कुछ विशिष्ट विषयों पर अतिरिक्त सामग्री तथा अन्योन्य क्रियात्मक निदर्शन/प्रयोग प्रदान करती हैं।

भौतिकी की जटिल संकल्पनाओं की समझ, व्यापक बोध तथा महत्त्व जानना आवश्यक है। विद्यार्थियों को इस प्रकार के प्रश्न पूछना/सीखना चाहिए कि 'हम इसे क्यों तथा कैसे जानें' आदि। व्यापक रूप से वह यह पाएँगे कि भौतिकी तथा विज्ञान के क्षेत्र में लगभग सदैव ही 'क्यों' के प्रश्न का उत्तर नहीं पाया जाता। परंतु यह स्वयं में एक सीखने का अनुभव है, क्या आप ऐसा नहीं समझते! इसके विपरीत, 'कैसे' वाले प्रश्नों के अधिकांश प्राकृतिक परिघटनाओं के प्रकरण में भौतिक विज्ञानियों ने तर्कसंगत व सुविवेचित उत्तर दिए हैं। वास्तव में, यह समझने के पश्चात कि घटनाएँ कैसे होती हैं, बहुत सी परिघटनाओं का उपयोग करके मानव के उपयोग के प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोग विकसित करना संभव हो पाया है।

उदाहरण के लिए, पुस्तक के किसी प्रकथन पर विचार कीजिए, जैसे 'ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन धनावेशित पट्टिका द्वारा आकर्षित होता है' अथवा 'इस प्रयोग में प्रकाश (अथवा इलेक्ट्रॉन) तरंग की भाँति व्यवहार करता है।' आप यह अनुभव करेंगे कि इसके 'क्यों' का उत्तर देना संभव नहीं है। यह प्रश्न 'दर्शनशास्त्र' अथवा 'तत्वमीमांसा' के क्षेत्र के अंतर्गत आता है। परंतु हम 'कैसे' का उत्तर दे सकते हैं, हम आरोपित बल ज्ञात कर सकते हैं, हम फोटॉन (अथवा इलेक्ट्रान) की तरंगदैर्घ्य

माप सकते हैं, हम यह निर्धारित कर सकते हैं कि विभिन्न परिस्थितियों में वस्तुएँ कैसे व्यवहार करती हैं तथा इन परिघटनाओं का उपयोग हम अपने लाभ के लिए उपकरण विकसित करने में कर सकते हैं।

समिति के सदस्यों के साथ उच्चतर माध्यमिक स्तर की इन पुस्तकों के लिए कार्य करने में मुझे प्रसन्नता हुई है। पुस्तक निर्माण समिति, पुनरीक्षण समिति तथा संपादन मंडल में कॉलेज तथा विश्वविद्यालयों के शिक्षक, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थानों के शिक्षक, राष्ट्रीय संस्थानों एवं प्रयोगशालाओं के वैज्ञानिकों के उच्चतर माध्यमिक, साथ-साथ विद्यालयों के शिक्षक सम्मिलित किए गए थे। विभिन्न समितियों में उच्चतर माध्यमिक विद्यालयों के शिक्षकों से प्राप्त सुझावों एवं विवेचनात्मक आलोचना अत्यंत प्रशंसनीय पाए गए। अधिकांश बॉक्स सामग्री किसी न किसी समिति के सदस्य द्वारा विकसित की गई है, परंतु उनमें से तीन मित्रों एवं हितैषियों द्वारा जो इन समितियों के सदस्य नहीं हैं, विकसित की गई हैं। हम अध्याय 3, 4 (भाग 1) तथा अध्याय 9 (भाग 2) की बॉक्स सामग्री का उपयोग करने की अनुमति देने के लिए क्रमशः पुणे के डॉ. पी.एन. सेन, दिल्ली की प्रोफ़ेसर रूपमंजरी घोष तथा मुंबई के डॉ. राजेश वी. खापर्डे का आभार प्रकट करते हैं। हम पुनरीक्षण कार्यशाला तथा संपादन कार्यशाला के प्रतिभागियों के प्रति भी आभार प्रकट करते हैं, जिन्होंने पाठ्यपुस्तक की प्रथम पांडुलिपि पर चर्चा करके परिष्कृत किया। हम प्रोफ़ेसर कृष्ण कुमार, निदेशक एन.सी.ई.आर.टी. के प्रति भी आभार प्रकट करते हैं जिन्होंने विज्ञान शिक्षा में सुधार के राष्ट्रीय प्रयास के एक भाग के रूप में इस पुस्तक को प्रस्तुत करने का कार्यभार हमें सौंपा। मैं एन.सी.ई.आर.टी. के संयुक्त निदेशक प्रोफ़ेसर जी. रवीन्द्रा का भी समय-समय पर सहायता देने के लिए धन्यवाद करता हूँ। प्रोफ़ेसर हुकुम सिंह, अध्यक्ष, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग, एन.सी.ई.आर.टी. भी हमारे इस कार्य में हर संभव सहायता के लिए इच्छुक रहे हैं।

हम अपने सम्मानित प्रयोक्ताओं, विशेषकर विद्यार्थियों एवं शिक्षकों से प्राप्त समीक्षा एवं सुझावों का आदर करते हैं। हम अपने युवा पाठकों की भौतिकी के रोमांचक कार्य क्षेत्र की ओर अग्रसर होने की कामना करते हैं।

ए.डब्ल्यू. जोशी
मुख्य सलाहकार
पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति

© NCERT not to be republished

पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति

अध्यक्ष, विज्ञान और गणित पाठ्यपुस्तकों की सलाहकार समिति

जे.वी. नार्लीकर, *इमेरिटस प्रोफ़ेसर*, अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र– खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी (आई.यू.सी.ए.ए.), गणेशखिंड, पूना विश्वविद्यालय परिसर, पुणे

मुख्य सलाहकार

ए.डब्ल्यू. जोशी, *हॉनरेरी विजिटिंग साइंटिस्ट*, एन.सी.आर.ए., पूना विश्वविद्यालय परिसर, पुणे
(*भूतपूर्व प्रोफ़ेसर*, भौतिकी विभाग, पूना विश्वविद्यालय)

सदस्य

अंजली क्षीरसागर, *रीडर*, भौतिकी विभाग, पूना विश्वविद्यालय, पुणे
अतुल मोदी, *प्रवक्ता (एस.जी.)*, वी.ई.एस. कला, विज्ञान एवं वाणिज्य महाविद्यालय, मुंबई
अनुराधा माथुर, *पी.जी.टी.*, मॉडर्न स्कूल, बसंत विहार, नयी दिल्ली
अलिका खरे, *प्रोफ़ेसर*, भौतिकी विभाग, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, गुवाहाटी
आर. जोशी, *प्रवक्ता (एस.जी.)*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
ए.के. घटक, *इमेरिटस प्रोफ़ेसर*, भौतिकी विभाग, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, नयी दिल्ली
एच.सी. प्रधान, *प्रोफ़ेसर*, होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र, (टी.आई.एफ.आर.), मुंबई
एन. पंचपकेशन, *प्रोफ़ेसर (अवकाशप्राप्त)*, भौतिकी एवं खगोलभौतिकी विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली
एस.एन. प्रभाकर, *पी.जी.टी.*, डी.एम. स्कूल, क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, एन.सी.ई.आर.टी., मैसूर
एस.के. उपाध्याय, *पी.जी.टी.*, जवाहर नवोदय विद्यालय, मुज़फ़्फ़रनगर
एस.के. दाश, *रीडर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
एस. राय चौधरी, *प्रोफ़ेसर*, भौतिकी एवं खगोलभौतिकी विज्ञान, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली
चित्रा गोयल, *पी.जी.टी.*, राजकीय प्रतिभा विकास विद्यालय, त्यागराज नगर, नयी दिल्ली
बी.के. शर्मा, *प्रोफ़ेसर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
विश्वजीत कुलकर्णी, *टीचर (ग्रेड I)*, उच्चतर माध्यमिक अनुभाग, श्रीमती पार्वतीबाई चोगुले महाविद्यालय, मारगो, गोवा
वी.एच. रायबागकर, *रीडर*, नौरोसजी वाडिया महाविद्यालय, पुणे

सदस्य-समन्वयक (अंग्रेज़ी संस्करण)

वी.पी. श्रीवास्तव, *रीडर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

हिंदी अनुवादक

आर.एस. दास, *अवकाशप्राप्त उपप्रधानाचार्य*, बलवंत राय मेहता विद्याभवन सीनियर सेकंडरी स्कूल, नयी दिल्ली
कन्हैया लाल, *अवकाशप्राप्त प्राचार्य*, शिक्षा निदेशालय, राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र, दिल्ली
गगन गुप्त, *रीडर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
जे.पी. अग्रवाल, *अवकाशप्राप्त प्राचार्य*, शिक्षा निदेशालय, राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र, दिल्ली

सदस्य-समन्वयक

गगन गुप्त, *रीडर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

© NCERT not to be republished

मुखावरण

(http://nobelprize.org तथा 2006 में भौतिकी के नोबेल पुरस्कार से रूपांतरित)

विश्व के विकास के विभिन्न चरण

पश्चावरण

(http://www.iter.org तथा
http://www.dae.gov.in से रूपांतरित)

अंतर्राष्ट्रीय तापनाभिकीय प्रायोगिक रिएक्टर (ITER) युक्ति का व्यवच्छेदित दृश्य। आधार पर खड़ा व्यक्ति स्केल दर्शा रहा है।

ITER एक संयुक्त अंतर्राष्ट्रीय अनुसंधान एवं विकास परियोजना है जिसका उद्देश्य संलयन शक्ति की वैज्ञानिक एवं तकनीकी संभाव्यता का निदर्शन करना है।

भारत इस परियोजना के सात पूर्ण भागीदारी राष्ट्रों में से एक है। अन्य भागीदार यूरोपीय संघ (EURATOM द्वारा निरूपित), जापान, चीन गणराज्य, कोरिया गणराज्य, रूस फेडरेशन तथा संयुक्त राज्य अमेरिका हैं। ITER का निर्माण यूरोप में फ्रांस के दक्षिण में कैडारके में किया जाएगा तथा इससे 500 MW की संलयन शक्ति उत्पन्न होगी।

सूर्य तथा तारों की ऊर्जा का स्रोत नाभिकीय संलयन है। पृथ्वी पर संलयन-अनुसंधान का उद्देश्य यह निदर्शित करना है कि इस ऊर्जा स्रोत का उपयोग पर्यावरण हितैषी तथा सुरक्षात्मक रूप से विद्युत उत्पन्न करने में किया जा सकता है तथा संसार की बढ़ती जनसंख्या की आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए इसके प्रचुर ईंधन भंडार (संपदा) उपलब्ध हैं।

भारत की भूमिका को विस्तार से जानने के लिए परमाणु ऊर्जा विभाग (DAE) की उपरिलिखित वेबसाइट में उपलब्ध *Nuclear India*, Vol. 39, No. 11-12, May-June 2006 का संस्करण देखिए।

© NCERT not to be republished

आभार

इस पुस्तक को अंतिम स्वरूप प्रदान करने के लिए आयोजित कार्यशाला में भाग लेने वाले निम्नलिखित प्रतिभागियों की बहुमूल्य टिप्पणियों के लिए परिषद् निम्नलिखित का आभार व्यक्त करती है : आर.ए. गोयल, *अवकाशप्राप्त प्राचार्य*, शिक्षा निदेशालय, दिल्ली; एन.सी. जैन, *पी.जी.टी.*, एस.ए.सी.जी. सर्वोदय विद्यालय नं. 2, लुडलो कैसल, नयी दिल्ली; एस.वी. शर्मा, *प्रवाचक*, क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान (एन.सी.ई.आर.टी.), अजमेर; नीलम सहगल, *पी.जी.टी.*, केंद्रीय विद्यालय, जे.एन.यू. परिसर, नयी दिल्ली; डी.सी. पांडेय, *अवकाशप्राप्त शिक्षा अधिकारी*, शिक्षा निदेशालय, दिल्ली; पी.एन. वार्ष्णेय, *अवकाशप्राप्त प्राचार्य*, शिक्षा निदेशालय, दिल्ली; शशि प्रभा, *प्रवक्ता*, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली।

परिषद् सन् 2017 में पाठ्य के पुनरीक्षण और परिष्करण में अमूल्य योगदान के लिए ए.के. श्रीवास्तव, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली; अरनब सेन, एन.ई.आर.आई.ई., शिलांग; एल.एस. चौहान, आर.आइ.ई. भोपाल; ओ.एन. अवस्थी *(अवकाशप्राप्त)*, आर.आइ.ई., भोपाल; रचना गर्ग, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली; रामन नंबूदरी, आर.आइ.ई., मैसूर; आर.आर. कोइरंग, डी.सी.एस., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली; शशि प्रभा, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली; और एस.वी. शर्मा, आर.आइ.ई., अजमेर का भी आभार व्यक्त करती है।

शैक्षिक व प्रशासनिक सहयोग के लिए परिषद् हुकुम सिंह, *प्रोफ़ेसर* तथा *विभागाध्यक्ष*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली की आभारी है।

परिषद् ए.पी.सी. कार्यालय तथा डी.ई.एस.एम. के प्रशासनिक स्टाफ को उनके सहयोग के लिए आभार प्रकट करती है। परिषद् विजय कंप्यूटर्स का इस पुस्तक की टाइपिंग के लिए आभार व्यक्त करती है। इस पुस्तक में सहयोग के लिए परिषद् मुसर्रत परवीन, अवध किशोर सिंह, अमर सिंह सचान, *कॉपी एडीटर*; रणधीर ठाकुर *प्रूफ़ रीडर*; इन्द्र कुमार, ऋतु शर्मा, *डीटीपी ऑपरेटर*; दीपक कपूर, *कंप्यूटर स्टेशन प्रभारी*, डी.ई.एस.एम. और प्रकाशन विभाग के सहयोग हेतु हार्दिक आभार ज्ञापित करती है।

© NCERT not to be republished

भौतिकी भाग 1 कक्षा 12 की विषय-सूची

प्रस्तावना *iii*
आमुख *ix*

अध्याय 1
वैद्युत आवेश तथा क्षेत्र 1

अध्याय 2
स्थिर वैद्युत विभव तथा धारिता 51

अध्याय 3
विद्युत धारा 93

अध्याय 4
गतिमान आवेश और चुंबकत्व 132

अध्याय 5
चुंबकत्व एवं द्रव्य 173

अध्याय 6
वैद्युतचुंबकीय प्रेरण 204

अध्याय 7
प्रत्यावर्ती धारा 233

अध्याय 8
वैद्युतचुंबकीय तरंगें 269

उत्तर 288

पारिभाषिक शब्दावली 308

© NCERT not to be republished

विषय-सूची

प्रस्तावना *iii*

आमुख *v*

अध्याय 9

किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र

9.1 भूमिका 311
9.2 गोलीय दर्पणों द्वारा प्रकाश का परावर्तन 312
9.3 अपवर्तन 318
9.4 पूर्ण आंतरिक परावर्तन 321
9.5 गोलीय पृष्ठों तथा लेंसों द्वारा अपवर्तन 325
9.6 प्रिज़्म में अपवर्तन 332
9.7 सूर्य के प्रकाश के कारण कुछ प्राकृतिक परिघटनाएँ 334
9.8 प्रकाशिक यंत्र 338

अध्याय 10

तरंग-प्रकाशिकी

10.1 भूमिका 353
10.2 हाइगेंस का सिद्धांत 355
10.3 हाइगेंस सिद्धांत का उपयोग करते हुए समतल तरंगों का अपवर्तन तथा परावर्तन 357
10.4 तरंगों का कला-संबद्ध तथा कला-असंबद्ध योग 362
10.5 प्रकाश तरंगों का व्यतिकरण तथा यंग का प्रयोग 364
10.6 विवर्तन 369
10.7 ध्रुवण 378

अध्याय 11

विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति

11.1 भूमिका 388
11.2 इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन 389
11.3 प्रकाश-विद्युत प्रभाव 390
11.4 प्रकाश-विद्युत प्रभाव का प्रायोगिक अध्ययन 391
11.5 प्रकाश-विद्युत प्रभाव तथा प्रकाश का तरंग सिद्धांत 395
11.6 आइंस्टाइन का प्रकाश-विद्युत समीकरण : विकिरण का ऊर्जा क्वांटम 395

© NCERT not to be republished

11.7 प्रकाश की कणीय प्रकृति : फ़ोटॉन 397
11.8 द्रव्य की तरंग प्रकृति 400
11.9 डेविसन तथा जर्मर प्रयोग 405

अध्याय 12
परमाणु

12.1 भूमिका 416
12.2 एल्फा कण प्रकीर्णन तथा परमाणु का रदरफोर्ड नाभिकीय मॉडल 417
12.3 परमाण्वीय स्पेक्ट्रम 422
12.4 हाइड्रोजन परमाणु का बोर का मॉडल 424
12.5 हाइड्रोजन परमाणु का लाइन स्पेक्ट्रम 430
12.6 बोर के क्वांटमीकरण के द्वितीय अभिगृहीत का दे ब्रॉग्ली द्वारा स्पष्टीकरण 432

अध्याय 13
नाभिक

13.1 भूमिका 440
13.2 परमाणु द्रव्यमान एवं नाभिक की संरचना 440
13.3 नाभिक का साइज़ 443
13.4 द्रव्यमान-ऊर्जा तथा नाभिकीय बंधन-ऊर्जा 444
13.5 नाभिकीय बल 447
13.6 रेडियोऐक्टिवता 448
13.7 नाभिकीय ऊर्जा 453

अध्याय 14
अर्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी– पदार्थ, युक्तियाँ तथा सरल परिपथ

14.1 भूमिका 469
14.2 धातुओं, चालकों तथा अर्धचालकों का वर्गीकरण 470
14.3 नैज अर्धचालक 474
14.4 अपद्रव्यी अर्धचालक 476
14.5 p-n संधि 480
14.6 अर्धचालक डायोड 481
14.7 संधि डायोड का दिष्टकारी के रूप में अनुप्रयोग 485
14.8 विशिष्ट प्रयोजन p-n संधि डायोड 487
14.9 अंकक इलेक्ट्रॉनिकी तथा तर्क (लॉजिक) गेट 492

परिशिष्ट 504
उत्तर 506
ग्रंथ-सूची 524
पारिभाषिक शब्दावली 526
शब्द-सूची 531

© NCERT not to be republished