Series SHC/1

Code No. कोड नं. **55/1/1**

Roll No.
रोल नं.

Candidates must write the Code on the title page of the answer-book.
विद्यार्थी उत्तर-पुस्तिका में कोड नं. अवश्य लिखे।

- Please check that this question paper contains **12** printed pages.
- Code number given on the right hand side of the question paper should be written on the title page of the answer-book by the candidate.
- Please check that this question paper contains **27** questions.
- **Please write down the serial number of the question before attempting it.**
- कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में मुद्रित पृष्ठ **12** हैं।
- प्रश्न-पत्र में दाहिने हाथ की ओर दिए गए कोड नम्बर को छात्र उत्तर-पुस्तिका के मुख-पृष्ठ पर लिखें।
- कृपया जाँच कर लें कि इस प्रश्न-पत्र में **27** प्रश्न हैं।
- **कृपया प्रश्न का उत्तर लिखना शुरू करने से पहले, प्रश्न का क्रमांक अवश्य लिखें।**

PHYSICS (Theory)

भौतिक विज्ञान (सैद्धान्तिक)

Time allowed : 3 hours] *[Maximum Marks: 70*

निर्धारित समय : 3 घण्टे] *[अधिकतम अंक : 70*

General Instructions :

(i) ***All** questions are compulsory.*

(ii) *There is no overall choice. However, an internal choice has been provided in one question of two marks, one question of three marks and all three questions of five marks. You have to attempt only one of the choice in such questions.*

(iii) *Question numbers **1** to **5** are very short answer type questions, carrying **one** mark each.*

(iv) *Question numbers **6** to **12** are short answer type questions, carrying **two** marks each.*

(v) *Question numbers **13** to **24** are also short answer type questions, carrying **three** marks each.*

(vi) *Questions numbers **25** to **27** are long answer type questions, carrying **five** marks each.*

(vii) *Use of calculators is not permitted. However, you may use log tables, if necessary.*

(viii) *You may use the following values of physical constants wherever necessary:*

$c = 3 \times 10^8 \, ms^{-1}$

$h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T m A^{-1}

$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \, C^2 \, N^{-1} \, m^{-2}$

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \, Nm^2 \, C^{-2}$

Mass of neutron $m_n \cong 1.6 \times 10^{-27}$ kg

Boltzmann's constant $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J K^{-1}

Avogadro's number $N_A = 6.023 \times 10^{23}$ / mole

सामान्य निर्देश :

(i) ***सभी*** *प्रश्न अनिवार्य हैं।*

(ii) *प्रश्न-पत्र में समग्र पर कोई विकल्प नहीं है। फिर भी दो अंकों वाले एक प्रश्न में, तीन अंकों वाले एक प्रश्न में और पाँच अंकों वाले तीनों प्रश्नों में भीतरी चयन विकल्प उपलब्ध है। ऐसे प्रश्नों में आपको दिये गये चयन में से केवल एक प्रश्न ही करना है।*

(iii) *प्रश्न संख्या **1** से **5** अति लघु उत्तर प्रकार के प्रश्न हैं। इनमें प्रत्येक प्रश्न **एक** अंक का है।*

(iv) *प्रश्न संख्या **6** से **12** लघु उत्तर प्रकार के प्रश्न हैं। इनमें प्रत्येक प्रश्न **दो** अंकों का है।*

(v) *प्रश्न संख्या **13** से **24** भी लघु उत्तर प्रकार के प्रश्न हैं। इनमें प्रत्येक प्रश्न **तीन** अंकों का है।*

(vi) *प्रश्न संख्या **25** से **27** दीर्घ उत्तर प्रकार के प्रश्न हैं। इनमें प्रत्येक प्रश्न **पाँच** अंकों का है।*

(vii) *कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति नहीं है। तथापि, आवश्यक हो तो आप लघुगणकीय सारणियों का उपयोग कर सकते है।*

(viii) *जहाँ आवश्यक हो आप निम्नलिखित भौतिक नियतांकों के मानों का उपयोग कर सकते हैं :*

$c = 3 \times 10^8 \, ms^{-1}$

$h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T m A^{-1}

$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \, C^2 \, N^{-1} \, m^{-2}$

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \, Nm^2 \, C^{-2}$

न्यूट्रान का संहति $m_n \cong 1.6 \times 10^{-27}$ kg

बोल्ट्ज़मान नियतांक $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J K^{-1}

आवोगाद्रो की संख्या $N_A = 6.023 \times 10^{23}$ / mole

1. An electron, an alpha-particle and a proton have the same kinetic energy. Which one of these particles has the largest de-Broglie wavelength ? 1

किसी इलेक्ट्रॉन, ऐल्फा-कण तथा प्रोटॉन की गतिज ऊर्जा समान है। इनमें से किस कण की दे-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य अधिकतम है?

2. Why should the material used for making permanent magnets have high coercivity ? 1

स्थायी चुम्बक बनाने में उपयोग होने वाले पदार्थ की उच्च निग्राहिता क्यों होनी चाहिए?

3. The radioactive isotope D decays according to the sequence

$$D \xrightarrow{\beta^-} D_1 \xrightarrow{-\text{particle}} D_2$$

If the mass number and atomic number of D_2 are 176 and 71 respectively, what is (i) the mass number (ii) atomic number of D ? 1

किसी रेडियोऐक्टिव समस्थानिक D का क्षय निम्नलिखित क्रम के अनुसार होता है :

$$D \xrightarrow{\beta^-} D_1 \xrightarrow{\text{ऐल्फा-कण}} D_2$$

यदि D_2 की द्रव्यमान संख्या तथा परमाणु क्रमांक क्रमशः 176 तथा 71 हैं, तो D की (i) द्रव्यमान संख्या (ii) परमाणु क्रमांक क्या हैं?

4. What will be the values of input A and B for the Boolean expression $(\overline{A+B}).(\overline{A.B})=1$? 1

बूलीय व्यंजक $(\overline{A+B}).(\overline{A.B})=1$ के लिए निवेशी A तथा B के मान क्या हैं?

5. Why is frequency modulation perferred over amplitude modulation for transmission of music ? 1

संगीत के प्रसारण के लिए आयाम मादुलन की तुलना में आवृत्ति मादुलन को क्यों अधिक पसन्द किया जाता है?

6. The output of an OR gate is connected to both the inputs of a NAND gate. Draw the logic circuit of this combination of getes and write its truth table. 2

किसी OR गेट के निर्गत को किसी NAND गेट के दोनों निवेशी से संयोजित किया गया है। गेटों के इस संयोजन का तर्क परिपथ खींचिए तथा सत्यमान सारणी लिखिए।

7. Draw a plot of potential energy of a pair of nucleons as a function of their separation. What is the significance of negative potential energy in the graph drawn ? 2

न्यूक्लिऑनों के किसी युगल की स्थितिज ऊर्जा को इनके पृथकन के फलन के रूप में आलेखित कीजिए। खींचे गए ग्रॉफ में ऋणात्मक स्थितिज ऊर्जा का क्या महत्त्व है ?

8. A convex lens of refractive index 1.5 has a focal length of 18 cm in air. Calculate the change in its focal length when it is immersed in water of refractive index $\frac{4}{3}$. 2

1.5 अपवर्तनांक के किसी उत्तल लेंस की वायु में फोकस दूरी 18 सेमी है। इस लेंस को 4/3 अपवर्तनांक के जल में डुबोने पर इसकी फोकस दूरी में होने वाला परिवर्तन परिकलित कीजिए।

9. Distinguish between the terms 'average value' and 'rms value' of an alternating current. The instantaneous current from an a.c. source is $I = 5 \sin (314\, t)$ ampere. What are the average and rms values of the current ? 2

किसी प्रत्यावर्ती धारा के 'औसत मान' तथा 'वर्गमाध्य मूल मान' में भेद कीजिए। किसी a.c. स्रोत से प्राप्त तात्क्षणिक धारा $I = 5 \sin (314\, t)$ ऐम्पियर है। इस धारा के 'औसत मान' तथा 'वर्ग माध्यमूल मान' क्या हैं?

10. Write the relation for the forece $\vec{F}$ acting on a charge carrier q moving with a velocity $\vec{v}$ through a magnetic field $\vec{B}$ in vector notation. Using this relation, deduce the conditions under which this force will be (i) maximum (ii) minimum. 2

चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में वेग $\vec{v}$ से गतिमान किसी आवेश वाहक q पर लगने वाले बल $\vec{F}$ के लिए सदिश संकेतन पद्धति में संबंध लिखिए। इस संबंध का उपयोग उन शर्तों को व्युत्पन्न करने के लिए कीजिए जिनमें यह बल (i) अधिकतम, (ii) न्यूनतम होता है।

11. A cylindrical metallic wire is stretched to increase its length by 5%. Calculate the percentage change in its resistance. 2

धातु के किसी बेलनाकार तार को खींचकर उसकी लम्बाई में 5% वृद्धि की जाती है। इसके प्रतिरोध में प्रतिशत परिवर्तन परिकलित कीजिए।

12. The electric field E due to a point charge at any point near it is defined as $E = \lim_{q \to 0} \frac{F}{q}$ where q is the test charge and F is the force acting on it. What is the physical significance of $\lim_{q \to 0}$ in this expression ? Draw the electric field lines of a point charge Q when (i) Q > 0 and (ii) Q < 0. 2

OR

Define electric flux. Write its S.I. units. A spherical rubber balloon carries a charge that is uniformly distributed over its surface. As the balloon is blown up and increases in size, how does the total electric flux coming out of the surface change ? Give reason.

किसी बिन्दु आवेश के कारण उसके निकट के किसी बिन्दु पर विद्युत् क्षेत्र E को $E = \lim_{q \to 0} \frac{F}{q}$ द्वारा परिभाषित किया जाता है, यहां q परीक्षण आवेश तथा F इस पर कार्यरत बल है। इस व्यंजक में $\lim_{q \to 0}$ का क्या भौतिक महत्त्व है ? किसी बिन्दु आवेश Q का विद्युत् क्षेत्र खींचिए जबकि (i) Q > 0 तथा (ii) Q < 0 है।

अथवा

विद्युत् फ्लक्स की परिभाषा लिखिए। इसका S.I. मात्रक लिखिए। किसी रबड़ के गोल गुब्बारे पर कुछ आवेश है, जो उसके पृष्ठ पर एकसमान रूप से वितरित है। गुब्बारे में वायु भरने पर इसकी आमाप में वृद्धि होती है, तब इसके पृष्ठ से बाहर आने वाले कुल विद्युत् फ्लक्स में क्या परिवर्तन होता है? कारण लिखिए।

13. Deduce an expression for the electric potential due to an electric dipole at any point on its axis. Mention one contrasting feature of electric potential of a dipole at a point as compared to that due to a single charge. 3

किसी बैद्युत द्विध्रुव के कारण इसके अक्ष पर स्थित किसी बिन्दु पर विद्युत् विभव के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। किसी बिन्दु पर वैद्युत द्विध्रुव के कारण विद्युत् विभव तथा उसी बिन्दु पर एकल आवेश के कारण विद्युत् विभव के बीच एक विरोधी लक्षण का उल्लेख कीजिए।

14. A parallel plate capacitor, each with plate area A and separation *d*, is charged to a potential difference V. The battery used to charge it is then disconnected. A dielectric slab of thickness d and dielectric constant K is now placed between the plates. What change, if any, will take place in

(i) charge on the plates

(ii) electric field intensity between the plates

(iii) capacitance of the capacitor.

Justify your answer in each case. 3

एक समान्तर पट्टिका संधारित्र, जिसकी प्रत्येक पट्टिका का क्षेत्रफल A तथा पृथकन d है, को विभवान्तर V तक आवेशित किया जाता है। तत्पश्चात् आवेशित करने वाली बैटरी को हटा लेते हैं तथा पट्टिकाओं के बीच परावैद्युतांक K का d मोटाई का कोई परावैद्युत गुटका रख देते हैं। निम्नलिखित में क्या परिवर्तन (यदि कोई है) होगा :

(i) पट्टिकाओं पर आवेश,

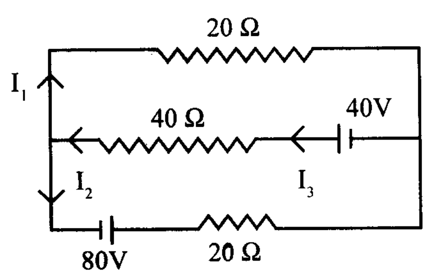
(ii) पट्टिकाओं के बीच विद्युत् क्षेत्र तीव्रता,

(iii) संधारित्र की धारिता

प्रत्येक प्रकरण में अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

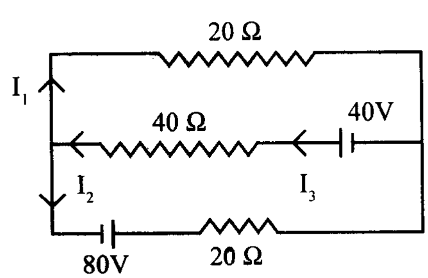
15. State Kirchhoff's rules of current distribution in an electrical network.

Using these rules determine the value of the current I_1 in the electric circuit given below. 3



किसी बैद्युत नेटवर्क में विद्युत् धारा वितरण के किरखोफ के नियम लिखिए।

इन नियमों का नीचे दिए गए विद्युत् परिपथ के लिए उपयोग करके विद्युत् धारा I_1 का मान ज्ञात कीजिए।



16. Write the mathematical relation for the resistivity of a material in terms of relaxation time, number density and mass and charge of charge carriers in it. Explain, using this relation, why the resistivity of a metal increases and that of a semi-conductor decreases with rise in temperature. 3

किसी पदार्थ की प्रतिरोधकता के लिए विश्रांति काल, संख्या घनत्व तथा आवेश वाहकों के द्रव्यमान एवं आवेश के पदों में गणितीय संबंध लिखिए। इस संबंध का उपयोग करके यह स्पष्ट कीजिए कि ताप में वृद्धि होने पर किसी धातु की प्रतिरोधकता क्यों बढ़ जाती है तथा अर्धचालक की प्रतिरोधकता क्यों घट जाती है?

17. Explain with the help of a labelled diagram the underlying principle and working of a step-up transformer. Why cannot such a device be used to step-up d.c. voltage? 3

OR

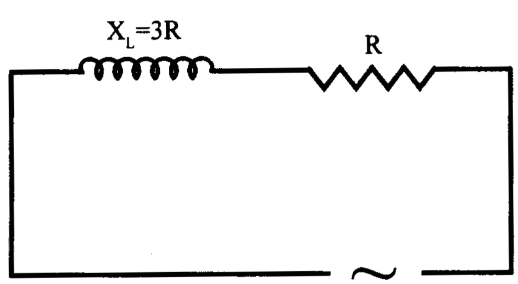
Draw a labelled diagram of an a.c. generator. Explain briefly its principle and working. 3

नामांकित आरेख की सहायता से किसी उच्चायी ट्रांसफॉर्मर का आधारभूत सिद्धान्त तथा कार्यविधि स्पष्ट कीजिए। इस प्रकार की युक्ति का उपयोग d.c. वोल्टता के उच्चयन के लिए क्यों नहीं किया जाता ?

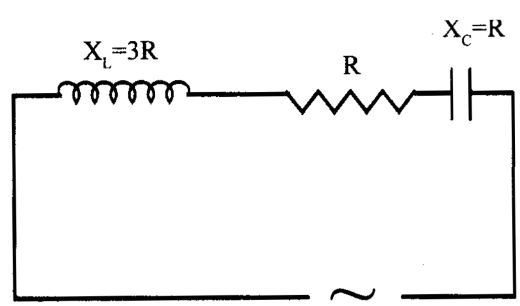
अथवा

किसी a.c. जनित्र का नामांकित आरेख खींचिए। इसका सिद्धान्त तथा कार्यविधि संक्षेप में स्पष्ट कीजिए।

18. Given below are two electric circuits A and B



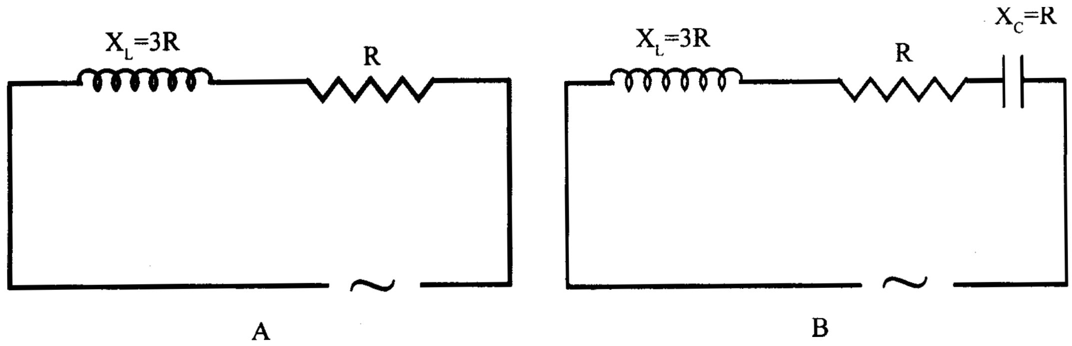
A



B

Calculate the ratio of power factor of the circuit B to the power factor of circuit A. 3

नीचे दो विद्युत् परिपथ A तथा B दर्शाए गए हैं



परिपथ B के शक्ति-गुणांक तथा परिपथ A के शक्ति-गुणांक का अनुपात परिकलित कीजिए।

19. Define the term 'resolving power' of an astronomical telescope. How does it get affected on

(i) increasing the aperture of the objective lens ?

(ii) increasing the wavelength of the light used ?

Justify your answer in each case. 3

खगोलीय दूरबीन की "विभेदन क्षमता" की परिभाषा लिखिए। निम्नलिखित की विभेदन क्षमता पर क्या प्रभाव पड़ता है :

(i) अभिदृश्यक लेंस के द्वारक में वृद्धि

(ii) उपयोग किए जाने वाले प्रकाश की तरंगदैर्घ्य में वृद्धि

प्रत्येक प्रकरण में अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

20. Write any four characteristics of electromagnetic waves. Give two uses each of (i) Radio-waves (ii) Micro-waves. 3

विद्युत् चुम्बकीय तरंगों के कोई चार अभिलक्षण लिखिए। निम्नलिखित में प्रत्येक के दो-दो उपयोग लिखिए (i) रेडियो तरंगे, (ii) सूक्ष्म तरंगे।

21. In a plot of photoelectric current versus anode potential, how does

(i) the saturation current vary with anode potential for incident radiations of different frequencies but same intensity ?

(ii) the stopping potential vary for incident radiations of different intensities but same frequency ?

(iii) photoelectric current vary for different intensities but same frequency of incident radiations ?

Justify your answer in each case. 3

प्रकाश-विद्युत् धारा तथा ऐनोड विभव के बीच खींचे गए ग्रॉफ में

(i) समान तीव्रता परन्तु विभिन्न आवृत्ति के आपतित विकिरणों के लिए ऐनोड विभव के साथ संतृप्त धारा में किस प्रकार परिवर्तन होता है ?

(ii) समान आवृत्ति परन्तु विभिन्न तीव्रता के आपतित विकिरणों के लिए निरोधी विभव किस प्रकार परिवर्तित होता है?

(iii) आपतित विकिरणों की समान आवृत्ति परन्तु विभिन्न तीव्रताओं के लिए प्रकाश-विद्युत् धारा में किस प्रकार परिवर्तन होता है?

प्रत्येक प्रकरण में अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

22. Calculate the amount of energy released during the α-decay of ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

Given : 1. atomic mass of ${}^{238}_{92}U = 238.05079\ u$

2. atomic mass of ${}^{234}_{90}Th = 234.04363\ u$

3. atomic mass of ${}^{4}_{2}He = 4.00260\ u$

$$1\ u = 931.5\ MeV / c$$

Is this decay spontaneous ? Give reason. 3

निम्नलिखित α–क्षय में मुक्त हुई ऊर्जा का परिमाण परिकलित कीजिए :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

दिया गया है : 1. $^{238}_{92}U$ का परमाणु द्रव्यमान $= 238.05079$ u

2. $^{234}_{90}Th$ का परमाणु द्रव्यमान $= 234.04363$ u

3. $^{4}_{2}He$ का परमाणु द्रव्यमान $= 4.00260$ u

$1 \text{ u} = 931.5 \text{ MeV}/c^2$.

क्या यह क्षय स्वतः होता है? कारण लिखिए।

23. What is a digital signal ? Explain the function of modem in data communication. Write two advantages of digital communication. 3

अंकीय संकेत क्या होता है? आंकड़ों के संचार में मॉडेम का क्या महत्त्व है? अंकीय संचार के दो लाभ लिखिए।

24. Explain, with the help of a schematic diagram, the principle and working of a Light Emitting Diode. What criterion is kept in mind while choosing the semi-conductor material for such a device ? Write any two advantages of Light Emitting Diode over conventional incandescent lamps. 3

व्यवस्था आरेख की सहायता से किसी प्रकाश-उत्सर्जक डायोड का सिद्धान्त तथा कार्यविधि स्पष्ट कीजिए। इस प्रकार की युक्ति के लिए अर्धचालक पदार्थ का चयन करते समय किस मापदण्ड को ध्यान में रखा जाता है? परम्परागत तापदीप्त लैम्पों की तुलना में प्रकाश-उत्सर्जक डायोड के कोई दो लाभ लिखिए।

25. Draw a labelled diagram of a moving coil galvanometer. State the principle on which it works.

Deduce an expression for the torque acting on a rectangular current carrying loop kept in a uniform magnetic field. Write two factors on which the current sensitivity of a moving coil galvanometer depend. 5

OR

State Biot-Savart law. Use it to derive an expression for the magnetic field at the centre of a circular loop of radius R carrying a steady current I. Sketch the magnetic field lines for such a current carrying loop. 5

चल कुण्डली गैल्वनोमीटर का नामांकित आरेख खींचिए। इसके कार्य करने का सिद्धान्त लिखिए।

एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखे किसी आयताकार धारावाही लूप पर कार्य करने वाले बल आघूर्ण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। किसी चल कुण्डली गैल्वनोमीटर की धारा सुग्राहिता को प्रभावित करने वाले दो कारक लिखिए।

अथवा

बायो-सावर्ट नियम लिखिए। इस नियम का उपयोग करके R त्रिज्या के किसी वृत्ताकार लूप, जिससे 1 स्थायी धारा प्रवाहित हो रही है, के केन्द्र पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। इस प्रकार के धारावाही लूप की चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएं खींचिए।

26. What are coherent sources ? Why are coherent sources required to produce interference of light ? Give an example of interference of light in everyday life.

In Young's double slit experiment, the two slits are 0.03 cm apart and the screen is placed at a distance of 1.5 m away from the slits. The distance between the central bright fringe and fourth bright fringe is 1 cm. Calculate the wavelength of light used. 5

OR

State the condition under which the phenomenon of diffraction of light takes place. Derive an expression for the width of the central maximum due to diffraction of light at a single slit.

A slit of width '*a*' is illuminated by a monochromatic light of wavelength 700 nm at normal incidence. Calculate the value of '*a*' for position of

(i) first minimum at an angle of diffraction of 30°.

(ii) first maximum at an angle of diffraction of 30°. 5

कला सम्बद्ध स्रोत क्या होते हैं? प्रकाश के व्यतिकरण के लिए कला सम्बद्ध स्रोत की आवश्यकता क्यों पड़ती है? दैनिक जीवन में प्रकाश के व्यतिकरण का एक उदाहरण लिखिए।

यंग के द्विझिरी प्रयोग में दो झिरियों के बीच की दूरी 0.03 सेमी है तथा पर्दा झिरियों से 1.5 मी दूरी पर स्थित है। केन्द्रीय दीप्त फ्रिंज की दूरी 1 सेमी है। उपयोग किए जाने वाले प्रकाश की तरंगदैर्घ्य परिकलित कीजिए।

अथवा

प्रकाश के विवर्तन की परिघटना के लिए आवश्यक शर्त लिखिए। किसी एकल झिरी पर प्रकाश के विवर्तन के कारण बने केन्द्रीय उच्चिष्ठ की चौड़ाई के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

चौड़ाई a की कोई झिरी 700 nm तरंगदैर्घ्य के एकवर्णी प्रकाश द्वारा अभिलम्बवत् आयतन पर प्रदीप्त की गयी है। निम्नलिखित स्थितियों के लिए 'a' का मान परिकलित कीजिए :

(i) 30° के विवर्तन कोण का पहला निम्निष्ठ।

(ii) 30° के विवर्तन कोण का पहला उच्चिष्ठ।

27. State the principle of working of p-n diode as a rectifier. Explain, with the help of a circuit diagram, the use of p-n diode as a full wave rectifier. Draw a sketch of the input and output waveforms. 5

OR

Draw the symbolic representation of a (i) p-n-p, (ii) n-p-n transistor. Why is the base region of transistor thin and lightly doped ? With proper circuit diagram, show the biasing of a p-n-p transistor in common base configuration. Explain the movement of charge carriers through different parts of the transistor in such a configuration and show that $I_E = I_C + I_B$. 5

p-n डायोड के दिष्टकारी की भांति कार्य करने का सिद्धान्त लिखिए। विद्युत् परिपथ आरेख की सहायता से p-n डायोड का पूर्ण तरंग दिष्टकारी के रूप में उपयोग स्पष्ट कीजिए। निवेशी तथा निर्गत तरंग रूपों को ग्रॉफ खींचकर दर्शाइए।

अथवा

(i) p-n-p तथा (ii) n-p-n ट्रांजिस्टर का प्रतीकात्मक निरूपण खींचिए। ट्रांजिस्टर का आधार क्षेत्र पतला तथा हल्के तौर पर अपमिश्रित (मादित) क्यों होता है? उचित परिपथ आरेख की सहायता से उभयनिष्ठ आधार विन्यास में किसी p-n-p ट्रांजिस्टर का बायसन दर्शाइए। इस प्रकार के विन्यास में ट्रांजिस्टर के विभिन्न भागों में आवेश वाहकों की गति स्पष्ट कीजिए तथा यह दर्शाइए कि $I_E = I_C + I_B$.