Printed Pages – 14+2=16 Roll No. : .....

# 3000A03AT015

## B. Tech. (First & Second Semester) Examination, Nov.-Dec. 2025

### (NEP Scheme)

### ENGINEERING PHYSICS (Circuit)

***Time Allowed : Three hours***

***Maximum Marks : 100***

***Minimum Pass Marks : 35***

**नोट :** *सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। प्रत्येक इकाई का भाग (a) अनिवाय है इसके 4 अंक हैं। (b), (c) और (d) में से किन्हीं* **दो** *प्रश्नों को हल करें, प्रत्येक भाग के 8 अंक हैं।*

***Note** : All questions are compulsory. Part (a) of each unit is compulsory and carries 4 marks. Attempt any* **two** *parts from (b), (c) and (d) and carries 8 marks each.*

### इकाई-I

### Unit-I

### (Semiconductors)

1. (a) ठोस पदार्थों में ऊर्जा बैंड के निर्माण की व्याख्या कीजिए। पूर्णतः भरे हुए बैंडों में स्थित इलेक्ट्रॉन विद्युत चालकता में योगदान क्यों नहीं करते हैं? 4

Explain the formation of energy bands in solids. Why do electrons in completely filled bands not contribute to electrical conduction?

(b) (i) अर्धचालक में आंतरिक वाहक सांद्रता के व्यंजक का व्युत्पादन कीजिए। सिद्ध कीजिए कि 5

$$n_i = \sqrt{N_c N_v}\exp\left(-E_g/2kT\right)$$

Derive the expression for intrinsic carrier concentration in a semiconductor. Show that :

$$n_i = \sqrt{N_c N_v}\exp\left(-E_g/2kT\right)$$

(ii) तापमान के परिवर्तन के साथ $n$-प्रकार अर्धचालकों में फर्मी स्तर की स्थिति की व्याख्या कीजिए। 3

Explain the position of Fermi level in $n$-type semiconductors with temperature variation.

(c) (i) अर्धचालकों में ड्रिफ्ट धारा घनत्व तथा विसरण (डिफ्यूजन) धारा घनत्व के व्यंजक का व्युत्पादन कीजिए। कुल धारा घनत्व का समीकरण प्राप्त किया। 5





Derive the expression for drift current density and diffusion current density in semiconductors. Show the total current density equation.

(ii) $n$-प्रकार एवं $p$-प्रकार अर्धचालकों में आवेश तटस्थता (charge neutrality) की शर्त की व्याख्या कीजिए। 3

Explain the charge neutrality condition in $n$-type and $p$-type semiconductors.

(d) हल कीजिए—

Solve :

(i) 300 K पर सिलिकॉन को $10^{17}$ दाता/सेमी$^3$ से डोप किया गया है। अन्तर्जात फर्मी स्तर के सापेक्ष फर्मी स्तर की स्थिति ज्ञात कीजिए।

(दिया गया : $n_i = 1{\cdot}5\times10^{10}$/सेमी$^3$, kT/e = 0·026 V) 4

Silicon is doped with $10^{17}$ donors/cm$^3$ at 300 K. Calculate the position of Fermi level with respect to the intrinsic Fermi level.

(Given : $n_i = 1{\cdot}5\times10^{10}$/cm$^3$, kT/e = 0·026 V)

(ii) 300 K पर अंतर्जात जर्मेनियम के लिए वाहक सांद्रता $2{\cdot}5\times10^{19}$/मी$^3$ है। यदि $\mu_n$ = 0·39 सेमी$^2$/

वोल्ट.सेकण्ड तथा $\mu_p = 0{\cdot}19$ सेमी²/वोल्ट.सेकण्ड हो, तो चालकता और प्रतिरोधकता की गणना कीजिए। 4

For intrinsic germanium at 300 K, the carrier concentration is $2{\cdot}5\times10^{19}/m^3$. If $\mu_n = 0{\cdot}39\ m^2/V.s$ and $\mu_p = 0{\cdot}19\ m^2/V.s$, calculate the conductivity and resistivity.

## इकाई-II

## Unit-II

## (Semiconductors Diode)

2. (a) ऊर्जा बैंड आरेखों की सहायता से p-n जंक्शन के अग्रवर्ती (Forward) तथा प्रतिवर्ती (Reverse) बायस की व्याख्या कीजिए। कट-इन वोल्टेज क्या है? 4

Explain forward and reverse biasing of a p-n junction with energy band diagrams. What is cut-in voltage?

(b) (i) p-n जंक्शन में अंतर्निर्मित विभव (Built-in potential) का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। सिद्ध कीजिए कि

$$V_0 = (kT/e)\ln\left(N_A N_D / n_i^2\right)$$ 5





Derive the expression for built-in potential in a p-n junction. Show that

$$V_0 = (kT/e)\ln\left(N_A N_D / n_i^2\right)$$

(ii) p-n जंक्शन डायोड की V-I विशेषताओं का आरेख बनाइये एवं व्याख्या कीजिए। 3

Draw and explain the V-I characteristics of a p-n junction diode.

(c) (i) सौर सेल के कार्य सिद्धान्त को स्वच्छ आरेख सहित समझाइये। खुला परिपथ वोल्टेज, लघु परिपथ धारा, फिल फैक्टर तथा दक्षता को परिभाषित कीजिए। 5

Explain the working principle of a solar cell with a neat diagram. Define open-circuit voltage, short-circuit current, fill factor, and efficiency.

(ii) LED क्या है? LED में प्रकाश उत्सर्जन की प्रक्रिया की व्याख्या कीजिए। 3

What is an LED? Explain the mechanism of light emission in an LED.

(d) हल कीजिए—

Solve :

(i) 300 K पर एक सिलिकॉन p-n जंक्शन के लिए $N_A = 10^{16}$/सेमी$^3$ तथा $N_D = 10^{15}$/सेमी$^3$ है। अंतर्निर्मित विभव अवरोध की गणना कीजिए।

(दिया गया : $n_i = 1{\cdot}5\times10^{10}$/सेमी$^3$, kT/e = 0·026 V) 4

A silicon p-n junction at 300 K has $N_A = 10^{16}$/cm$^3$ and $N_D = 10^{15}$/cm$^3$. Calculate the built-in potential barrier.

(Given : $n_i = 1{\cdot}5\times10^{10}$/cm$^3$, kT/e = 0·026 V)

(ii) एक LED 650 nm तरंगदैर्ध्य का प्रकाश उत्सर्जित करता है। ऊर्जा बैंड गैप तथा LED को संचालित करने हेतु आवश्यक न्यूनतम वोल्टेज की गणना कीजिए। 4

(दिया गया : $h = 6{\cdot}63\times10^{-34}$ J.s, $c = 3\times10^8$ m/s, $e = 1{\cdot}6\times10^{-19}$ C)

An LED emits light of wavelength 650 nm. Calculate the energy band gap and minimum voltage required to operate the LED.

(Given : $h = 6{\cdot}63\times10^{-34}$ J.s, $c = 3\times10^8$ m/s, $e = 1{\cdot}6\times10^{-19}$ C)





## इकाई-III

## Unit-III

## (Wave Optics)

**3.** (a) तरंगों के अध्यारोपण (Superposition) के सिद्धान्त को कथन एवं व्याख्या सहित समझाइये। प्रकाश के स्थायी व्यतिकरण के लिए आवश्यक शर्तें क्या हैं? 4

State and explain the principle of superposition of waves. What are the essential conditions for sustained interference of light?

(b) (i) परावर्तित प्रकाश में न्यूटन के वलयों के व्यास का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। सिद्ध कीजिए कि अंधकारमय वलयों के लिए $D_n^2 = 4n\lambda R$। 5

Derive the expression for the diameter of Newton's rings in reflected light. Show that $D_n^2 = 4n\lambda R$ for dark rings.

(ii) द्वि-प्रिज्म की सहायता से पतली पारदर्शी शीट की मोटाई निर्धारित करने की विधि समझाइये। 3

Explain how bi-prism can be used to determine the thickness of a thin transparent sheet.

(c) (i) एकल स्लिट पर फ्राउनहोफर विवर्तन की व्याख्या कीजिए। तीव्रता वितरण का व्यंजक $I = I_0\left(\sin^2\alpha/\alpha^2\right)$ व्युत्पन्न कीजिए, जहाँ $\alpha = (\pi a \sin\theta)/\lambda$ है। 5

Explain Fraunhofer diffraction at a single slit. Derive the intensity distribution $I = I_0\left(\sin^2\alpha/\alpha^2\right)$, where $\alpha = (\pi a \sin\theta)/\lambda$.

(ii) विवर्तन ग्रेटिंग की विभेदन शक्ति का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। सिद्ध कीजिए कि $R = nN$ 3

Derive the expression for resolving power of a diffraction grating. Show that $R = nN$.

(d) हल कीजिए—

Solve :

(i) 1·4 अपवर्तनांक की पच्चराकार (Wedge-shaped) फिल्म को 5800 Å तरंगदैर्ध्य के प्रकाश से प्रकाशित किया जाता है। यदि प्रति सेमी 10 धारियाँ प्राप्त होती हैं, तो पच्चर कोण की गणना कीजिए। 4

A wedge-shaped film of refractive index 1·4 is illuminated by light of wavelength 5800 Å. If 10





fringes per cm are observed, calculate the angle of the wedge.

(ii) 6000 Å तरंगदैर्ध्य का प्रकाश 0·2 mm चौड़ाई की स्लिट पर अभिलम्बवत् आपतित होता है। स्क्रीन 2 m दूरी पर रखी गई है। केन्द्रीय अधिकतम का कोणीय चौड़ाई तथा दोनों ओर प्रथम न्यूनतमों के बीच की दूरी ज्ञात कीजिए। 4

Light of wavelength 6000 Å is incident normally on a slit of width 0·2 mm. A screen is placed 2 m away. Calculate the angular width of the central maximum and the distance between the first minima on either side.

## इकाई-IV
## Unit-IV

### (Lasers and Fibre Optics)

4. (a) जनसंख्या उत्क्रमण (Population Inversion) की अवधारणा समझाइये। लेजर क्रिया के लिए यह क्यों आवश्यक है तथा इसे कैसे प्राप्त किया जाता है? 4

Explain the concept of population inversion. Why is it necessary for laser action and how is it achieved?

(b) (i) ऊर्जा स्तर आरेख सहित Nd : YAG लेजर की संरचना एवं कार्यप्रणाली का वर्णन कीजिए। इसके लाभ लिखिए। 5

Describe the construction and working of Nd : YAG laser with energy level diagram. What are its advantages.

(ii) ऑप्टिकल फाइबर के स्वीकरण कोण का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। सिद्ध कीजिए कि

$$NA = \sqrt{\left(n_1^2 - n_2^2\right)}$$ 3

Derive the expression for acceptance angle of a optical fiber. Show that

$$NA = \sqrt{\left(n_1^2 - n_2^2\right)}$$

(c) (i) अपवर्तनांक प्रोफाइल के आधार पर ऑप्टिकल फाइबरों का वर्गीकरण कीजिए एवं आरेख सहित समझाइये। 5

Classify optical fibers based on refractive index profile and explain with diagrams.

(ii) ऑप्टिकल फाइबरों में होने वाले विभिन्न प्रकार के हानियों की व्याख्या कीजिए। 3





Explain different types of losses (attenuation) in optical fibers.

(d) हल कीजिए—

Solve :

(i) एक ऑप्टिकल फाइबर का कोर व्यास 60 μm है तथा $n_1 = 1{\cdot}47$ और $n_2 = 1{\cdot}45$ हैं। $\lambda = 0{\cdot}85\,\mu m$ पर V-नम्बर एवं संचरित होने वाले मोड़ों की संख्या ज्ञात कीजिए। 4

An optical fiber has a core diameter of 60 μm, $n_1 = 1{\cdot}47$, and $n_2 = 1{\cdot}45$. Calculate the V-number at $\lambda = 0{\cdot}85\,\mu m$ and the number of modes that can propagate.

(ii) एक ऑप्टिकल फाइबर का क्षीणन 0·5 dB/km है। यदि इनपुट शक्ति 200 μW हो, तो 15 km के बाद आउटपुट शक्ति की गणना कीजिए। 4

An optical fiber has an attenuation of 0·5 dB/km. If the input power is 200 μW, calculate the output power after 15 km.

## इकाई-V

## Unit-V

### (Dielectrics and Electron Ballistics)

5. (a) डाइइलेक्ट्रिक्स में गाउस का नियम कथन एवं प्रमाण सहित लिखिए। 4

State and prove Gauss's law in dielectrics.

(b) (i) विस्थापन सदिश D, विद्युत क्षेत्र E तथा ध्रुवण P के बीच सम्बन्ध व्युत्पन्न कीजिए। सिद्ध कीजिए कि $D = \varepsilon_0 E + P$ डाइइलेक्ट्रिक स्थिरांक एवं संवेदनशीलता के बीच सम्बन्ध स्थापित कीजिए। 5

Derive the relation between displacement vector D, electric field E, and polarization. P. Show that $D = \varepsilon_0 E + P$. Establish the relationship between dielectric constant and susceptibility.

(ii) उपयुक्त आरेख सहित ध्रुवण की आवृत्ति निर्भरता की व्याख्या कीजिए। 3

Explain the frequency dependence of polarization with a suitable diagram.





(c) (i) बैनब्रिज द्रव्यमान स्पेक्ट्रोग्राफ की संरचना एवं कार्यप्रणाली का स्वच्छ आरेख सहित वर्णन कीजिए। 5

Describe the construction and working of Bainbridge mass spectrograph with a neat diagram.

(ii) अनुप्रस्थ विद्युत क्षेत्र में इलेक्ट्रॉन के विक्षेपण का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। सिद्ध कीजिए कि 3

$$y = \left(eEx^2\right)/\left(2mv_0^2\right)$$

Derive the expression for deflection of an electron in a transverse electric field. Show that

$$y = \left(eEx^2\right)/\left(2mv_0^2\right)$$

(d) हल कीजिए—

Solve :

(i) किसी डाइइलेक्ट्रिक की विद्युत संवेदनशीलता 3·5 है। उसका डाइइलेक्ट्रिक स्थिरांक एवं सापेक्ष पारगम्यता ज्ञात कीजिए। यदि $E = 10^4$ V/m हो, तो ध्रुवण की गणना कीजिए। 4

$$\left(\varepsilon_0 = 8{\cdot}85 \times 10^{-12}\ \text{F/m}\right)$$

The electric susceptibility of a dielectric is 3·5. Calculate its dielectric constant and relative permittivity. If $E = 10^4$ V/m, find the polarization.

$$\left(\varepsilon_0 = 8{\cdot}85 \times 10^{-12}\ \text{F/m}\right)$$

(ii) $10^6$ m/s वेग से चलता हुआ एक इलेक्ट्रॉन, अपने वेग के लम्बवत् $10^{-3}$ T चुम्बकीय क्षेत्र में प्रवेश करता है। वृत्ताकार पथ की त्रिज्या तथा परिक्रमण आवृत्ति ज्ञात कीजिए। 4

An electron moving with velocity $10^6$ m/s enters a magnetic field of $10^{-3}$ T perpendicular to its motion. Calculate the radius of circular path and frequency of revolution.