346(FW)

2024

भौतिक विज्ञान

समय : तीन घण्टे 15 मिनट] [पूर्णांक : 70

नोट : प्रारम्भ के 15 मिनट परीक्षार्थियों को प्रश्नपत्र पढ़ने के लिए निर्धारित हैं ।

Note : First 15 minutes are allotted for the candidates to read the question paper.

निर्देश :

i) **सभी** प्रश्न अनिवार्य हैं।

ii) इस प्रश्नपत्र में 5 खण्ड हैं : खण्ड **'अ'**, खण्ड **'ब'**, खण्ड **'स'**, खण्ड **'द'** तथा खण्ड **'य'**।

iii) खण्ड **'अ'** बहुविकल्पीय है तथा प्रत्येक **प्रश्न** 1 अंक का है।

iv) खण्ड **'ब'** अति लघु उत्तरीय है तथा प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।

v) खण्ड **'स'** लघु उत्तरीय I प्रकार के हैं तथा प्रत्येक प्रश्न 2 अंक के हैं।

vi) खण्ड **'द'** लघु उत्तरीय II प्रकार के हैं तथा प्रत्येक प्रश्न 3 अंक के हैं।

vii) खण्ड **'य'** विस्तृत उत्तरीय है, प्रत्येक प्रश्न 5 अंक के हैं। इस खण्ड के चारों प्रश्नों में आन्तरिक विकल्प का चयन प्रदान किया गया है। ऐसे प्रश्नों में आपको दिए गए चयनों में से केवल एक प्रश्न ही करना है।

viii) प्रश्नपत्र में प्रयुक्त प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं।

Instructions :

i) *All* questions are compulsory.

ii) This question paper has 5 sections : Section *A*, Section *B*, Section *C*, Section *D* and Section *E*.

iii) Section *A* is of multiple choice type and each question carries 1 mark.

iv) Section *B* is of very short answer type and each question carries 1 mark.

v) Section *C* is of short answer type-I and each carries 2 marks.

vi) Section *D* is of short answer type-II and each carries 3 marks.

vii) Section *E* is of long answer type. Each question carries 5 marks. In all four questions of this section with internal choices have been given. You have to do only one question from the choices given in the question.

viii) The symbols used in the question paper have usual meaning.

खण्ड - अ

Section - A

1. क) चुम्बकीय क्षेत्र का मात्रक होता है

i) न्यूटन × मीटर$^{-1}$ × एम्पियर$^{-1}$ ii) न्यूटन × मीटर$^{-2}$ × एम्पियर$^{-2}$

iii) न्यूटन × मीटर$^{-2}$ × एम्पियर$^{-1}$ iv) न्यूटन × मीटर$^{-1}$ × एम्पियर$^{-2}$ 1

ख) यदि नाभिक $_{13}Al^{27}$ की त्रिज्या 3·6 फर्मी हो तब नाभिक $_{52}Te^{125}$ की त्रिज्या है

i) 8 फर्मी ii) 6 फर्मी

iii) 5 फर्मी iv) 4 फर्मी 1

ग) आइनस्टीन के प्रकाश वैद्युत समीकरण में निम्नलिखित किस संरक्षण के नियम का पालन होता है ?

i) आवेश ii) द्रव्यमान

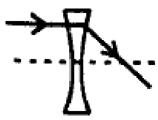
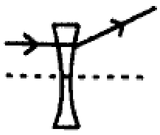
iii) संवेग iv) ऊर्जा 1

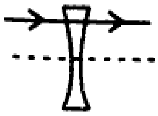
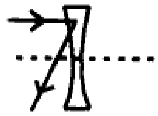
घ) यदि किसी *L-C-R* परिपेथ में V_L, V_R, V_C तथा V_O क्रमशः प्रेरकत्व, प्रतिरोध, संधारित्र तथा स्रोत में लगे *ac* वोल्टमीटर के पाठ्यांक हों, तब

i) $V_O = V_L + V_R + V_C$ ii) $V_O = (V_L \sim V_C) + V_R$

iii) $V_O^2 = V_L^2 + V_R^2 + V_C^2$ iv) $V_O^2 = (V_L \sim V_C)^2 + V_R^2$ 1

ङ) निम्न में से कौन-सा किरण आरेख सही है, जहाँ n_1 माध्यम का तथा n_2 लेन्स के पदार्थ का अपवर्तनांक हैं $(n_1 > n_2)$?

i)  ii) 

iii)  iv)  1

च) समान पदार्थ के दो ठोस घनों की भुजाएँ क्रमशः *l* तथा 3*l* हैं। इनके प्रतिरोधों का अनुपात होगा

i) 3 : 1 ii) 1 : 3

iii) 9 : 1 iv) 1 : 1 1

1. a) The unit of magnetic field is

i) newton × metre^{-1} × ampere^{-1}

ii) newton × metre^{-2} × ampere^{-2}

iii) newton × metre^{-2} × ampere^{-1}

iv) newton × metre^{-1} × ampere^{-2} 1

b) If the radius of the nucleus $_{13}Al^{27}$ is 3·6 fermi, then the radius of the nucleus of $_{52}Te^{125}$ is

i) 8 fermi ii) 6 fermi

iii) 5 fermi iv) 4 fermi 1

c) Which of the following laws of conservation holds in Einstein's photoelectric equation ?

i) Charge ii) Mass

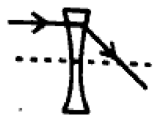
iii) Momentum iv) Energy 1

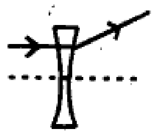
d) If V_L, V_R, V_C and V_O are readings of *ac* voltmeter across the inductor, resistor, capacitor and the source respectively in a certain *L-C-R* circuit, then

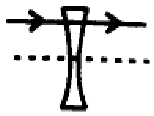
i) $V_O = V_L + V_R + V_C$ ii) $V_O = (V_L \sim V_C) + V_R$

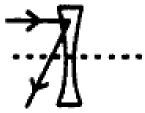
iii) $V_O^2 = V_L^2 + V_R^2 + V_C^2$ iv) $V_O^2 = (V_L \sim V_C)^2 + V_R^2$ 1

e) Which of the following ray diagrams is correct, when n_1 is the refractive index of the medium and n_2 is of the lens material $(n_1 > n_2)$?

i) 

ii) 

iii) 

iv)  1

f) The sides of two solid cubes of the same material are l and $3l$ respectively. The ratio of their resistances will be

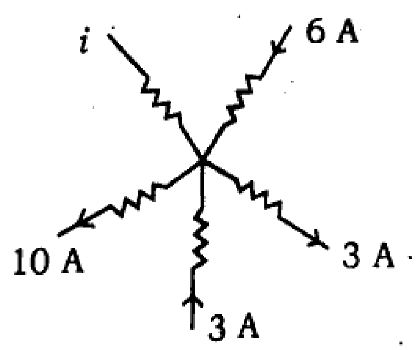
i) 3 : 1 ii) 1 : 3

iii) 9 : 1 iv) 1 : 1 1

खण्ड - ब

Section - B

2. क) दिए गए परिपथ में धारा i का मान क्या है ? 1



ख) लेन्स का नियम क्या है ? 1

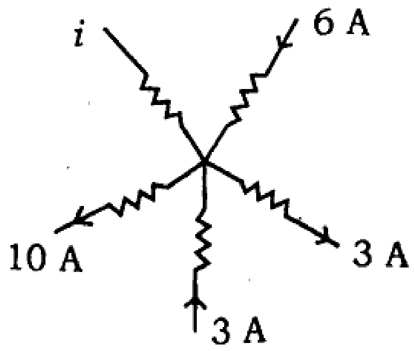
ग) p-n सन्धि में अवक्षय परत से क्या तात्पर्य है ? 1

घ) $\sqrt{3}$ अपवर्तनांक वाले माध्यम में अपवर्तन कोण ज्ञात कीजिए, जबकि आपतन कोण 60° है। 1

ङ) निर्वात में एक वैद्युत-चुम्बकीय तरंग के चुम्बकीय क्षेत्र का आयाम $B_0 = 510$ नैनोटेस्ला (nT) है। तरंग के वैद्युत क्षेत्र का आयाम क्या है ? 1

च) अनुचुम्बकीय तथा लौहचुम्बकीय पदार्थों में क्या मुख्य अन्तर है ? 1

2. a) What is the magnitude of the current i in the given circuit ? 1



b) What is Lenz's law ? 1

c) What is meant by depletion layer in p-n junction ? 1

d) Find out the angle of refraction in a medium of refractive index $\sqrt{3}$, when angle of incidence is 60°. 1

e) The amplitude of magnetic field of an electromagnetic wave in vacuum is $B_0 = 510$ nanotesla (nT). What is the amplitude of the electric field of the wave ? 1

f) What is the main difference between paramagnetic and ferromagnetic substances ? 1

खण्ड - स

Section - C

3. क) ठोसों में ऊर्जा बैण्ड की व्याख्या कीजिए। 2

ख) रदरफोर्ड के एल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग के निष्कर्ष बताइए। 2

ग) यदि प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन की संगत दी ब्रोगली तरंगदैर्घ्य समान प्राप्त हों, तब दोनों में से किसकी गतिज ऊर्जा अधिक होगी ? 2

घ) एक बैटरी से 4 ओम प्रतिरोध तार में धारा प्रवाहित की जाती है। उसी बैटरी से एक अन्य 9 ओम प्रतिरोध में धारा प्रवाहित करने पर बैटरी का आन्तरिक प्रतिरोध ज्ञात कीजिए जबकि दोनों तारों में धारा समान समय में समान ऊष्मा उत्पन्न करती है। 2

3. a) Explain the energy bands in solids. 2

b) State the conclusions of Rutherford's α-particle scattering experiment. 2

c) If the corresponding de Broglie wavelengths of proton and neutron are obtained as same, then which of the two will have greater kinetic energy ? 2

d) A current is passed in a wire of 4 Ω resistance by a battery. Find out internal resistance of the battery, when current is passed in another 9 Ω resistor by the same battery ; while same heat is produced during the same time in both the wires. 2

खण्ड - द

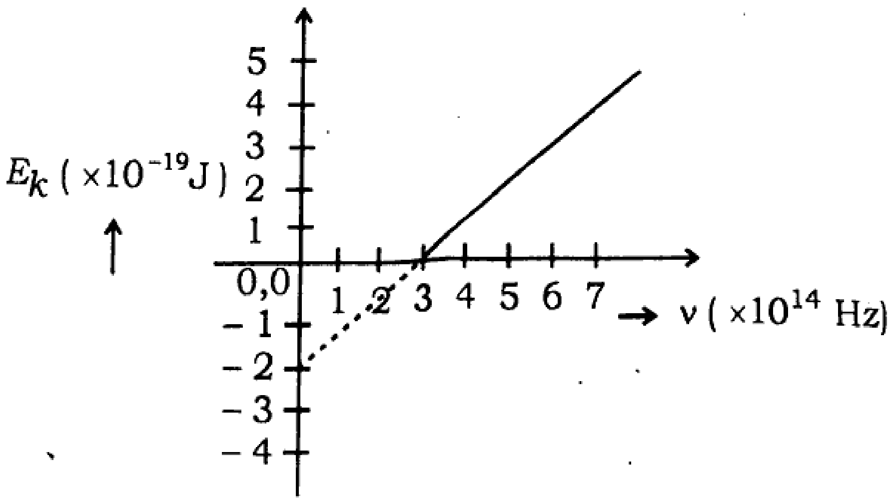
Section - D

4. क) आवेश Q को r तथा R ($R > r$) त्रिज्याओं के दो सकेन्द्रित खोखले गोलों पर इस प्रकार से वितरित किया जाता है ताकि उनके आवेश के पृष्ठ घनत्व बराबर हों। उनके उभयनिष्ठ केन्द्र पर वैद्युत विभव ज्ञात कीजिए। 3

ख) वैद्युत चुम्बकीय तरंगें क्या हैं ? इन तरंगों के दो अभिलक्षणों की व्याख्या कीजिए। 3

ग) बायो-सेवर्ट नियम क्या है ? इसकी सहायता से एक बामावर्ती धारावाही लूप की अक्ष पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का सूत्र तथा दिशा प्राप्त कीजिए। 3

घ) प्रकाश वैद्युत प्रभाव के प्रयोग में उत्सर्जित फोटो इलेक्ट्रॉन की अधिकतम गतिज ऊर्जा (E_k) तथा आपतित प्रकाश की आवृत्ति (ν) के बीच ग्राफ प्रदर्शित है ।



ज्ञात कीजिए : i) देहली आवृत्ति

ii) कार्य फलन (eV में)

iii) प्लांक नियतांक। 3

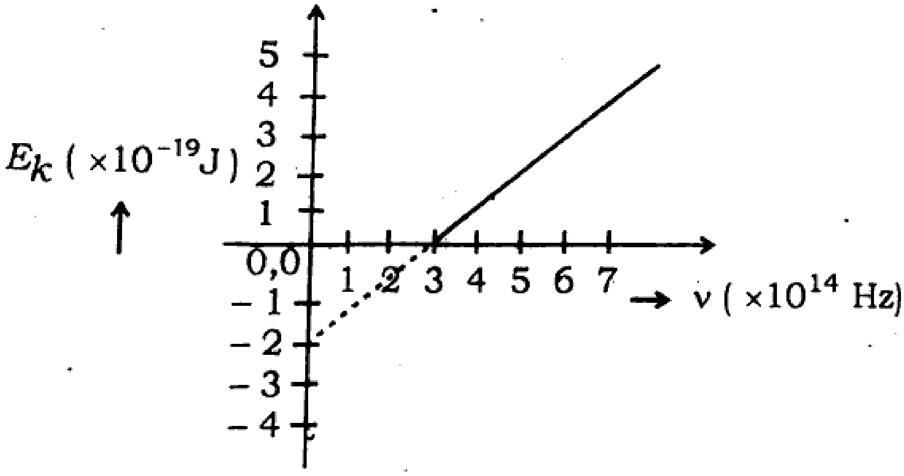
ङ) अन्योन्य प्रेरण गुणांक की परिभाषा दीजिए। यदि किसी प्राथमिक कुण्डली में धारा, $i = 10\sin(100\pi t)$ एम्पीयर प्रवाहित होने पर इसके समीप स्थित द्वितीयक कुण्डली में अधिकतम प्रेरित वैद्युत वाहक बल 5π वोल्ट है, तब इन कुण्डलियों के मध्य अन्योन्य प्रेरण गुणांक का मान क्या होता है ? 3

4. a) A charge Q is distributed over two concentric hollow spheres of radii r and R ($R > r$) such that their surface charge densities are equal. Find the electric potential at their common centre. 3

b) What are electromagnetic waves ? Explain two characteristics of these waves. 3

c) What is Biot-Savart law ? Obtain the formula and direction for the intensity of magnetic field on the axis of an anti-clockwise current carrying loop with its help. 3

d) A graph is shown between the maximum kinetic energy (E_k) of emitted photoelectrons and frequency (ν) of the incident light in an experiment of photoelectric effect.

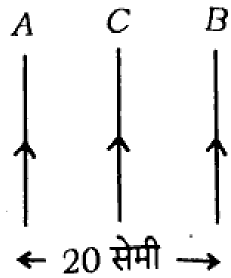


Find out :
i) Threshold frequency
ii) Work function (in eV)
iii) Planck's constant. 3

e) Define coefficient of mutual inductor. If a current, $i = 10\sin(100\pi t)$ A is flowing in a primary coil, then maximum induced electromotive force in the secondary coil placed near it is 5π volt. What is the coefficient of mutual induction between these coils ? 3

5. क) एक अवतल दर्पण द्वारा किसी वस्तु का 4 गुना बड़ा वास्तविक प्रतिबिम्ब बनता है। वस्तु को दर्पण से 3 सेमी दूर ले जाने पर उसका आवर्धन 3 गुना हो जाता है। दर्पण की वक्रता त्रिज्या ज्ञात कीजिए। 3

ख) चित्रानुसार दो लम्बे समान्तर तारों A व B में क्रमशः 10 एम्पीयर तथा 20 एम्पीयर की धारायें प्रवाहित की जाती हैं। इन दोनों तारों के ठीक बीच में 15 सेमी लम्बे तार C जिसमें 5 एम्पीयर की धारा प्रवाहित की जाये तब तार C पर कितना बल कार्य करेगा ? 3



अथवा

ट्रान्सफार्मर के परिणमन अनुपात से क्या तात्पर्य है ? एक अपचयी ट्रान्सफ़ार्मर संचरण लाईन की वोल्टता को 2200 वोल्ट से 220 वोल्ट में परिवर्तित करता है। प्राथमिक कुण्डली में 5000 फेरें हैं। ट्रान्सफार्मर की दक्षता 90% तथा निर्गत शक्ति 8 किलोवाट है। गणना कीजिए :

i) द्वितीयक कुण्डली में फेरों की संख्या

ii) निवेशित शक्ति। 3

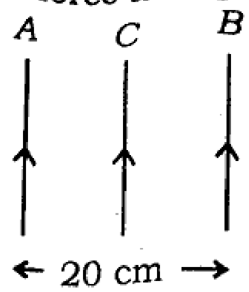
ग) समतल ध्रुवित प्रकाश क्या है ? अपवर्तन द्वारा ध्रुवित प्रकाश कैसे प्राप्त करते हैं ? पोलेरायड के उपयोग बताइए। 3

घ) किसी सेल के आन्तरिक प्रतिरोध का सूत्र E, V तथा R के पदों में प्राप्त कीजिए, जहाँ E, V तथा R क्रमशः सेल का वैद्युत वाहक बल, बाह्य प्रतिरोध के सिरों के बीच विभवान्तर तथा बाह्य प्रतिरोध हैं। 3

ङ) चल कुण्डली गैल्वेनोमीटर की धारा-सुग्राहिता से आप क्या समझते हैं ? एक गैल्वेनोमीटर का प्रतिरोध 50 ओम है। पूर्ण स्केल विक्षेप के लिए धारा का मान 0·05 एम्पीयर है। इसे 5 एम्पीयर परास के एमीटर में बदलने के लिए कितनी लम्बाई के तार की आवश्यकता होगी ? (तार का परिच्छेद क्षेत्रफल $= 2 \cdot 7 \times 10^{-6}$ मीटर^2 तथा तार के पदार्थ का विशिष्ट प्रतिरोध $= 5 \cdot 0 \times 10^{-7}$ ओम $\times$ मीटर) 3

5. a) A concave mirror forms real image 4 times the size of an object. The magnification is 3 times by moving the object 3 cm away from the mirror. Find out the radius of curvature of the mirror. 3

b) Currents of 10 A and 20 A are passed in two long parallel wires *A* and *B*, as shown in the figure. A wire *C* of 15 cm length is placed just in between these two wires, in which 5 A of current is passed. Then what will be the force acting on the wire *C* ? 3



OR

What is meant by the transformation ratio of a transformer ? In a step-down transformer, the transmission line voltage of 2200 volt is changed to 220 volt. Number of turns in primary coil is 5000. The efficiency of transformer is 90% and output power is 8 kW. Calculate :

i) Number of turns in secondary coil

ii) Input power. 3

c) What is plane polarised light ? How is polarised light obtained by refraction ? State the uses of polaroid. 3

d) Obtain the formula for the internal resistance of a cell in terms of *E*, *V* and *R*, where *E*, *V* and *R* are the electromotive force of the cell, potential difference across the external resistance and external resistance respectively. 3

e) What do you mean by the current sensitivity of a moving coil galvanometer ? Resistance of a galvanometer is 50 Ω and for full scale deflection, current is 0·05 A. What would be the required length of a wire in order to convert it into an ammeter of 5 A range ? (Area of cross-section of wire $= 2\cdot7\times10^{-6}$ m ^{2} and specific resistance of the wire material $= 5\cdot0\times10^{-7}$ $\Omega\times$ m) 3

खण्ड - य

Section - E

6. *p-n* सन्धि डायोड के अग्र अभिनत विन्यास की क्रिया समझाइए। अग्र वोल्टेज तथा अग्र धारा के बीच ग्राफ बनाकर नी वोल्टेज (knee voltage) दिखाइए। 5

अथवा

p-n सन्धि डायोड के उत्क्रम अभिनत विन्यास की क्रिया समझाइए। उत्क्रम वोल्टेज तथा उत्क्रम धारा के बीच ग्राफ बनाकर भंजक वोल्टता दिखाइए। 5

6. Explain the working of forward biased configuration of a p-n junction diode. Draw by making a graph between forward voltage and forward current, show the knee voltage. 5

OR

Explain the working of reverse biased configuration of a p-n junction diode. Drawing a graph between reverse voltage and reverse current, show the breakdown voltage. 5

7. बोर के क्वान्टम सिद्धान्त की सहायता से यह दिखाइए कि n वीं कक्षा में परिक्रमण करते हुए किसी इलेक्ट्रॉन का कक्षा की परिधि $n\lambda$ के बराबर होती है। λ इलेक्ट्रॉन की दी ब्रोगली तरंगदैर्घ्य है। हाइड्रोजन परमाणु में $n = 1$ तथा $n = 3$ ऊर्जा स्तरों के बीच उत्सर्जन तथा अवशोषण वर्णक्रम रेखाओं को प्रदर्शित कीजिए। 5

अथवा

बन्धन ऊर्जा से आप क्या समझते हैं ? $_8O^{16}$ का परमाणु द्रव्यमान = 16·00000 amu है। इसकी प्रति न्यूक्लीऑन बन्धन ऊर्जा ज्ञात कीजिए। दिया है :

इलेक्ट्रटॉन का द्रव्यमान = 0·00055 amu

प्रोटॉन का द्रव्यमान = 1·007593 amu

न्यूट्रॉन का द्रव्यमान = 1·008982 amu

1 amu = 931 MeV 5

7. Show that the circumference of the orbit of an electron revolving in the n-th orbit, is equal to $n\lambda$ with the help of Bohr's quantum theory. λ is de Broglie wavelength of the electron. Show the emission and absorption spectral lines between energy levels $n = 1$ and $n = 3$ of hydrogen atom. 5

OR

What do you mean by binding energy ? Atomic mass of $_8O^{16}$ = 16·00000 amu. Find out its binding energy per nucleon.

Given :

mass of electron = 0·00055 amu

mass of proton = 1·007593 amu

mass of neutron = 1·008982 amu

1 amu = 931 MeV 5

8. प्रकाश के व्यतिकरण तथा विवर्तन में विभेद कीजिए। एकल झिर्री से प्रकाश के विवर्तन की घटना को गुणात्मक रूप से समझाइए। 6000 Å तरंगदैर्घ्य का प्रकाश 3×10^{-4} सेमी चौड़ाई की झिर्री पर अबिलम्बवत् आपतित होता है। केन्द्रीय उच्चिष्ठ की कोणीय चौड़ाई ज्ञात कीजिए। 5

अथवा

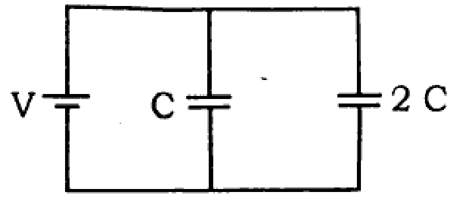
परावर्ती दूरदर्शी का किरण आरेख बनाइये। एक खगोलीय दूरदर्शी की आवर्धन क्षमता 5 है तथा इसके अभिदृश्यक तथा नेत्रिका लेंसों के बीच की दूरी 36 सेमी है। यदि अन्तिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बन रहा हो तब दोनों लेंसों की फोकस दूरियाँ ज्ञात कीजिए। 5

8. Differentiate between interference and diffraction of light. Explain qualitatively the diffraction phenomenon of light by a single slit. Light of 6000 Å wavelength is incident normally on the single slit of width 3×10^{-4} cm. Find out the angular width of central maxima. 5

OR

Draw a ray diagram of reflecting telescope. The magnifying power of an astronomical telescope is 5 and distance between the objective and eye-piece lenses is 36 cm. If the final image is formed at infinity, then find out focal lengths of the two lenses. 5

9. *C* तथा 2*C* धारिता वाले दो समान्तर प्लेट संधारित्र चित्रानुसार *V* विभवान्तर वाली बैटरी से जोड़े जाते हैं। यदि बैटरी को हटा दें तथा *C* धारिता वाले संधारित्र की प्लेटों के बीच पूर्ण रूप से *K* परावैद्युतांक का पदार्थ भर दें तब ज्ञात कीजिए :



i) संयोजन की कुल धारिता

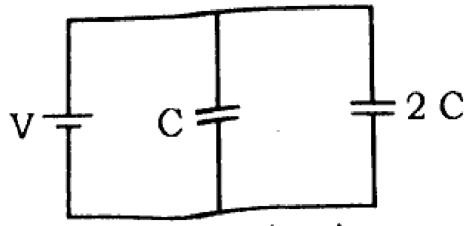
ii) संयोजन के बीच अन्तिम विभवान्तर

iii) संयोजन पर कुल संचित ऊर्जा। 5

अथवा

वैद्युत फ्लक्स की परिभाषा दीजिए तथा उसका मात्रक बताइए। गाउस के नियम की सहायता से एक समान आवेशित पतले गोलीय खोल के बाहर वैद्युत-क्षेत्र की तीव्रता का सूत्र स्थापित कीजिए। 5

9. Two parallel plate capacitors of capacitances *C* and 2*C* are joined with a battery of voltage difference *V* as shown in the figure. If the battery is removed and the space between the plates of the capacitor of capacitance *C* is completely filled with a material of dielectric constant *K*, then find out



i) total capacitance of the combination

ii) final voltage difference across the combination

iii) total energy stored in the combination. 5

OR

Define electric flux and state its unit. Derive the formula for the intensity of electric field outside a uniformly charged thin spherical shell with the help of Gauss' law. 5

भौतिक नियतांक

इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m_e) = $9\cdot1 \times 10^{-31}$ किग्रा

इलेक्ट्रॉन पर आवेश = $1\cdot6 \times 10^{-19}$ कूलॉम

प्लांक नियतांक (h) = $6\cdot6 \times 10^{-34}$ जूल-सेकण्ड

प्रकाश की निर्वात में चाल (c) = 3×10^{8} मी/से

$\frac{1}{4\pi \epsilon_0} = 9 \times 10^{9}$ Nm^2/C^2

1 eV = $1\cdot6 \times 10^{-19}$ जूल

रिडबर्ग नियतांक (R) = $1\cdot097 \times 10^{7}$ मीटर$^{-1}$

निर्वात की वैद्युतशीलता (ϵ_0) = $8\cdot85 \times 10^{-12}$ C^2/N-m^2

Physical constants :

Mass of electron (m_e) = $9\cdot1 \times 10^{-31}$ kg

Charge on electron = $1\cdot6 \times 10^{-19}$ coulomb

Planck's constant (h) = $6\cdot6 \times 10^{-34}$ J-s

Speed of light in vacuum (c) = 3×10^{8} m/s

$\frac{1}{4\pi \epsilon_0} = 9 \times 10^{9}$ Nm^2/C^2

1 eV = $1\cdot6 \times 10^{-19}$ joule

Rydberg constant (R) = $1\cdot097 \times 10^{7}$ m^{-1}

Permittivity of free space (ϵ_0) = $8\cdot85 \times 10^{-12}$ C^2/N-m^2