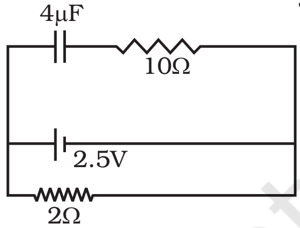
अध्याय 2

स्थिर वैद्युत विभव तथा धारिता

© NCERT not to be republished

बहुविकल्पी प्रश्न I (MCQ I)



चित्र 2.1

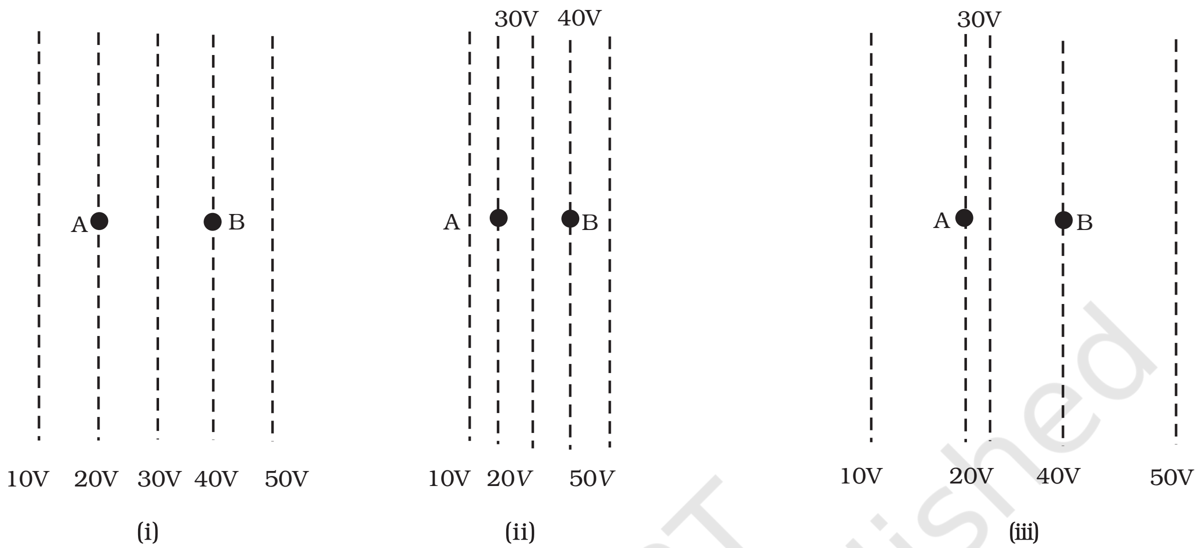
2.1 चित्र 2.1 दर्शाए अनुसार परिपथ में 4 μ F का संधारित्र संयोजित है। बैटरी का आन्तरिक प्रतिरोध 0.5 Ω है। संधारित्र की प्लेटों पर आवेश की मात्रा होगी–

(a) 0
(b) 4 μ C
(c) 16 μ C
(d) 8 μ C

2.2 किसी एकसमान विद्युत क्षेत्र में किसी धनावेशित कण को मुक्त किया जाता है। आवेश की वैद्युत स्थितिज ऊर्जा

(a) नियत रहती है क्योंकि विद्युत क्षेत्र एकसमान है।
(b) बढ़ जाती है क्योंकि आवेश विद्युत क्षेत्र के अनुदिश गति करता है।
(c) घट जाती है क्योंकि आवेश विद्युत क्षेत्र के अनुदिश गति करता है।
(d) घट जाती है क्योंकि आवेश विद्युत क्षेत्र के विपरीत गति करता है।

2.3 चित्र 2.2 में दिक्काल में वितरित कुछ समविभव रेखाएँ दर्शायी गई हैं। कोई आवेशित पिण्ड बिन्दु A से बिन्दु B तक गति करता है



चित्र 2.2

(a) चित्र (i) में किया गया कार्य अधिकतम है।

(b) चित्र (ii) में किया गया कार्य न्यूनतम है।

(c) चित्र (i), चित्र (ii), चित्र (iii) में किया गया कार्य समान है।

(d) चित्र (iii) में किया गया कार्य चित्र (ii) से अधिक है परन्तु चित्र (i) के समान है।

2.4 किसी आवेशित चालक गोले के पृष्ठ पर स्थित वैद्युत विभव 100 V है। इसके संदर्भ में दो प्रकथन दिए गए है:

S_1 : गोले के भीतर किसी बिन्दु पर विद्युत तीव्रता शून्य है।

S_2 : गोले के भीतर किसी बिन्दु पर स्थिर वैद्युत विभव 100 V है।

नीचे दिए गए प्रकथनों में कौन सा सही है?

(a) S_1 सत्य है परन्तु S_2 असत्य है।

(b) S_1 तथा S_2 असत्य है।

(c) S_1 सत्य है, S_2 भी सत्य है तथा प्रकथन S_2 का कारण प्रकथन S_1 है।

(d) S_1 सत्य है, S_2 भी सत्य है परन्तु दोनों प्रकथन एक दूसरे से स्वतंत्र हैं।

2.5 कुछ आवेशों के एक समूह का कुल योग शून्य नहीं है। इससे अधिक दूरी पर बनने वाले समविभव पृष्ठ होंगे

(a) गोले

(b) समतल

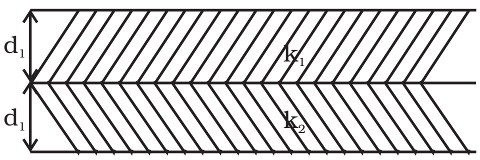
(c) परवलयज

(d) दीर्घवृत्तज

© NCERT not to be republished

23/04/18

2.6 कोई समान्तर पट्टिका संधारित्र दो श्रेणीबद्ध परावैद्युत गुटकों से बना है। इनमें चित्र 2.3 में दर्शाए अनुसार एक गुटके की मोटाई d_1 तथा परावैद्युतांक k_1 तथा दूसरे गुटके की मोटाई d_2 तथा परावैद्युतांक k_2 है। इस व्यवस्था को एक ऐसा परावैद्युत गुटका माना जा सकता है जिसकी मोटाई $d\,(= d_1+d_2)$ तथा प्रभावी परावैद्युतांक k है। तब k का मान है



चित्र 2.3

(a) $\dfrac{k_1 d_1 + k_2 d_2}{d_1 + d_2}$

(b) $\dfrac{k_1 d_1 + k_2 d_2}{k_1 + k_2}$

(c) $\dfrac{k_1 k_2 (d_1 + d_2)}{(k_1 d_2 + k_2 d_1)}$

(d) $\dfrac{2k_1 k_2}{k_1 + k_2}$

बहुविकल्पी प्रश्न II (MCQ II)

2.7 $\hat{\mathbf{z}}$ दिशा में किसी एकसमान विद्युत क्षेत्र पर विचार कीजिए। इस स्थिति में विभव नियत होगा।

(a) समस्त दिक्काल में।

(b) दिए गए z के लिए किसी भी x के लिए।

(c) दिए गए z के लिए किसी भी y के लिए।

(d) दिए गए z के लिए xy तल पर।

2.8 समविभव पृष्ठ

(a) निम्न विद्युत क्षेत्रों के प्रदेशों की तुलना में उच्च विद्युत क्षेत्र के प्रदेशों में अधिक पास होते हैं।

(b) चालक के तीक्ष्ण किनारों के निकट अधिक संकुल होंगे।

(c) उच्च आवेश घनत्वों के प्रदेशों के निकट संकुल होंगे।

(d) सदैव समान दूरी पर होंगे।

2.9 किसी समविभव पृष्ठ के अनुदिश किसी आवेश को A से B तक गति कराने में किया गया कार्य

(a) $-\int_A^B \mathbf{E}.d\mathbf{l}$ के रूप में परिभाषित नहीं किया जा सकता।

© NCERT not to be republished

(b) $-\int_{A}^{B} \mathbf{E}.d\mathbf{l}$ के रूप में परिभाषित किया जाना चाहिए।

(c) शून्य होता है।

(d) शून्येतर हो सकता है।

2.10 नियत विभव के किसी प्रदेश में

(a) विद्युत क्षेत्र एकसमान होता है।

(b) विद्युत क्षेत्र शून्य होता है।

(c) प्रदेश के भीतर कोई आवेश नहीं हो सकता।

(d) यदि आवेश प्रदेश के बाहर स्थित है तो अवश्य परिवर्तित होगा।

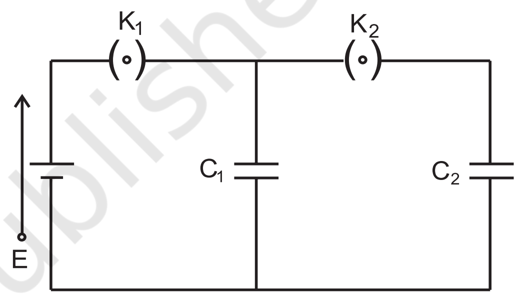
2.11 चित्र 2.4 में दर्शाए गए परिपथ में आरम्भ में कुन्जी K_1 बन्द तथा कुन्जी K_2 खुली है। तत्पश्चात K_1 खोली जाती है तथा K_2 बन्द की जाती है (क्रम महत्वपूर्ण है)। (C_1 तथा C_2 पर क्रमशः आवेश Q_1' तथा Q_2' और वोल्टता V_1 तथा V_2 लीजिए) तब

(a) C_1 पर आवेश इस प्रकार पुनः वितरित हो जाता है कि $V_1 = V_2$ हो।

(b) C_1 पर आवेश इस प्रकार पुनः वितरित हो जाता है कि $Q_1' = Q_2'$ हो।

(c) C_1 पर आवेश इस प्रकार पुनः वितरित हो जाता है कि $C_1V_1 + C_2V_2 = C_1E$

(d) C_1 पर आवेश इस प्रकार पुनः वितरित हो जाता है कि $Q_1' + Q_2' = Q$



चित्र 2.4

2.12 यदि किसी चालक का विभव $V \neq 0$ है तथा उसके पृष्ठ से परे कहीं भी कोई आवेश नहीं है, तब

(a) चालक के पृष्ठ अथवा इसके भीतर आवेश होने चाहिए।

(b) चालक में कहीं भी कोई आवेश नहीं हो सकता।

(c) केवल चालक के पृष्ठ पर ही आवेश होने चाहिए।

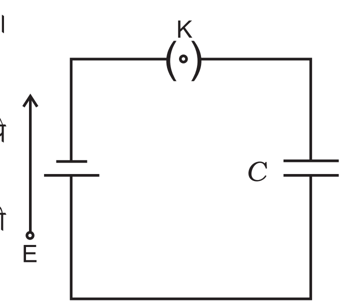
(d) चालक के पृष्ठ के भीतर आवेश अवश्य होने चाहिए।

2.13 चित्र 2.5 में दर्शाए अनुसार कोई समान्तर पट्टिका संधारित्र किसी बैटरी से संयोजित है। दो स्थितियों पर विचार कीजिए।

A: कुंजी K बन्द रखी जाती है तथा संधारित्र की पट्टिकाओं के मध्य दूरी विद्युतरोधी हत्थे की सहायता से बढ़ाई जाती है।

B: कुंजी K खुली है तथा विद्युतरोधी हत्थी द्वारा संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच की दूरी बढ़ाई जाती है।

सही विकल्प (विकल्पों) का चयन कीजिए :



चित्र 2.5

© NCERT not to be republished

(a) A में – Q समान रहता है परन्तु C परिवर्तित होता है।

(b) B में – V समान रहता है परन्तु C परिवर्तित होता है।

(c) A में – V समान रहता है इसलिए Q परिवर्तित होता है।

(d) B में – Q समान रहता है इसलिए V परिवर्तित होता है।

अति लघुउत्तरीय (VSA)

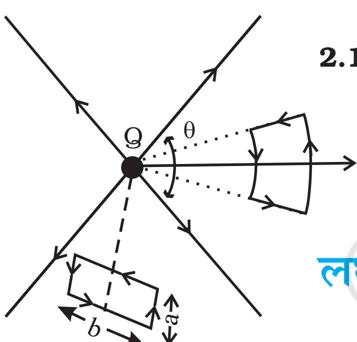
2.14 R_1 तथा R_2 त्रिज्याओं ($R_1 > R_2$) के दो चालक गोलों पर विचार कीजिए। यदि दोनों गोले समान विभव पर हैं तो छोटे गोले की अपेक्षा बड़े गोले पर अधिक आवेश होता है। उल्लेख कीजिए, छोटे गोले का आवेश घनत्व बड़े गोले की तुलना में अधिक होगा अथवा कम?

2.15 मुक्त इलेक्ट्रॉन उच्च विभव के क्षेत्र की ओर गमन करते हैं अथवा निम्न विभव के क्षेत्र की ओर?

2.16 समान आवेश वाले दो निकटवर्ती चालकों के बीच क्या कोई विभवान्तर हो सकता है?

2.17 क्या मुक्त आकाश में विभव फलन अधिकतम अथवा न्यूनतम हो सकता है?

2.18 कोई परीक्षण आवेश q किसी बिन्दु आवेश Q के विद्युत क्षेत्र में दो भिन्न बन्द पथों पर गमन करता है (चित्र 2.6)। पहला पथ विद्युत क्षेत्र की रेखाओं के अनुदिश तथा लम्बवत कोई भाग है। दूसरा पथ एक आयताकार पाश है जिसका क्षेत्रफल पहले पाश के बराबर है। इन दोनों प्रकरणों में किए गए कार्य की तुलना कीजिए।



चित्र 2.6

लघुउत्तरीय (SA)

2.19 सिद्ध कीजिए कि किसी ऐसे बन्द समविभव पृष्ठ, जिसके भीतर कोई आवेश नहीं है, में कोई समविभव आयतन परिबद्ध होना चाहिए।

2.20 किसी संधारित्र की पट्टिकाओं के बीच कोई परावैद्युत है तथा यह संधारित्र किसी दिष्ट स्रोत से संयोजित है। अब बैटरी को हटाया जाता है और फिर परावैद्युत को हटा दिया जाता है। यह उल्लेख कीजिए कि ऐसा करने पर संधारित्र की धारिता उसमें संचित ऊर्जा, विद्युत क्षेत्र, संचित आवेश, तथा वोल्टता में वृद्धि होगी, कमी होगी अथवा नियत रहेगी?

2.21 सिद्ध कीजिए कि, यदि कोई विद्युत रोधित, अनावेशित चालक किसी आवेशित चालक के समीप रखा है, तथा कोई अन्य चालक वहाँ नहीं है, तो अनावेशित पिण्ड का विभव आवेशित वस्तु तथा अनन्त के विभव के मध्यस्थ होना चाहिए।

2.22 R त्रिज्या के छल्ले के अनुदिश एकसमान वितरित आवेश $+Q$ की अक्ष पर किसी बिन्दु आवेश $-q$ की स्थितिज ऊर्जा परिकलित कीजिए। छल्ले के केन्द्र से अक्षीय दूरी z के

© NCERT not to be republished

23/04/18

फलन के रूप में स्थितिज ऊर्जा (P.E.) का ग्राफ खींचिए। ग्राफ को देखकर क्या आप यह बता सकते हैं कि यदि आवेश $-q$ को छल्ले के केन्द्र (अक्ष के अनुदिश) से थोड़ा विस्थापित कर दें तो क्या होगा?

2.23 R त्रिज्या के छल्ले के अनुदिश एकसमान रूप से वितरित आवेश Q के कारण, छल्ले के अक्ष पर विभव परिकलित कीजिए।

दीर्घउत्तरीय (LA)

2.24 किसी r_0 त्रिज्या के अनन्त सिलिण्डर (बेलन) पर आवेश का रैखिक घनत्व λ है। इसके समविभव के लिए समीकरण प्राप्त कीजिए।

2.25 $+q$ तथा $-q$ परिमाण के दो बिन्दु आवेश क्रमशः $(-d/2, 0,0)$ तथा $(d/2, 0,0)$ पर स्थित हैं। उस समविभव पृष्ठ के लिए समीकरण प्राप्त कीजिए जहाँ विभव शून्य है।

2.26 किसी समान्तर पट्टिका संधारित्र में कोई ऐसा परावैद्युत भरा है जिसका आपेक्षिक परावैद्युतांक, अनुप्रयुक्त वोल्टता (U) के साथ $\varepsilon = \alpha U$ के रूप में परिवर्तित होता है, यहाँ $\alpha = 2V^{-1}$ है। इसी प्रकार के एक अन्य संधारित्र, जिसमें कोई परावैद्युत नहीं है, को $U_0 = 78$ V तक आवेशित किया जाता है। इसे फिर परावैद्युत वाले संधारित्र से संयोजित किया जाता है। संधारित्रों पर अन्तिम वोल्टता ज्ञात कीजिए।

2.27 कोई संधारित्र R त्रिज्या की दो वृत्ताकार पट्टिकाओं से बना है और इन पट्टिकाओं के बीच पृथकन $d<<R$ तथा एक दूसरे के ऊपर है। इस संधारित्र को नियत वोल्टता से संयोजित किया जाता है। निचली पट्टिका के केन्द्र पर त्रिज्या $r<<R$ तथा मोटाई $t<<r$ की कोई चालक चक्रिका रखी जाती है। यदि चक्रिका का द्रव्यमान m है तो इसे उठाने के लिए आवश्यक निम्नतम वोल्टता ज्ञात कीजिए।

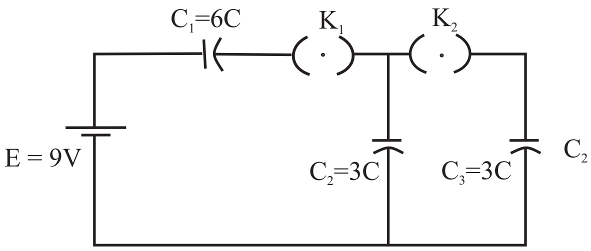
2.28 (a) मूल कणों के क्वार्क मॉडल के अनुसार न्यूट्रॉन एक अपक्वार्क [आवेश $(2/3\, e)$] तथा दो डाउनक्वार्कों [आवेश $(-1/3\, e)$] से मिलकर बना है। मान लीजिए इनका त्रिकोण विन्यास है जिसकी भुजाओं की कोटि 10^{-15} m है। न्यूट्रॉन की स्थिर वैद्युत स्थितिज ऊर्जा परिकलित करके इसकी तुलना इसके द्रव्यमान 939 MeV से कीजिए।

(b) उपरोक्त अभ्यास को दो अप तथा एक डाउन क्वार्क से बने प्रोटॉन के लिए दोहराइए।

2.29 R तथा $2R$ त्रिज्याओं के दो धातु के गोलों के पृष्ठीय आवेश घनत्व σ समान हैं। इन्हें सम्पर्क में लाकर पृथक कर दिया जाता है। इन दोनों पर नए पृष्ठीय आवेश घनत्व क्या होंगे?

© NCERT not to be republished

2.30 चित्र 2.7 में दर्शाए गए परिपथ में आरम्भ में K_1 को बन्द तथा K_2 को खुला रखा गया है। प्रत्येक संधारित्र पर कितना आवेश है?
इसके पश्चात् K_1 को खोला गया तथा K_2 को बन्द किया गया (क्रम महत्त्वपूर्ण है)। अब प्रत्येक संधारित्र पर कितना-कितना आवेश होगा? [$C = 1\ \mu F$]



चित्र 2.7

2.31 R त्रिज्या की चक्रिका के पृष्ठ पर आवेश Q एकसमान रूप से वितरित है। इस आवेश के कारण चक्रिका की अक्ष पर विभव परिकलित कीजिए।

2.32 दो आवेश q_1 तथा q_2 क्रमशः $(0, 0, d)$ तथा $(0, 0, -d)$ पर स्थित हैं। इनके कारण शून्य विभव के बिन्दुओं का बिन्दुपथ ज्ञात कीजिए।

2.33 दो आवेशों जिनमें प्रत्येक $-q$ है के बीच $2d$ का पृथकन है। तीसरा आवेश $+q$ इनके मध्यबिन्दु O पर स्थित है। $-q$ आवेशों के कारण O से लघु दूरी के फलन के रूप में $+q$ की स्थितिज ऊर्जा (P.E.) ज्ञात कीजिए। स्थितिज ऊर्जा (P.E.) तथा दूरी x के बीच ग्राफ खींचिए और यह सुनिश्चित कीजिए कि O पर $+q$ अस्थायी साम्यावस्था में है।

© NCERT not to be republished