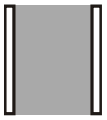
CAPACITOR

1. समानान्तर प्लेटों से बने एक संधारित्र की प्लेटों का क्षेत्रफल A है तथा उनके बीच की दूरी 'd' है। इन प्लेटों क बीच एक परावैद्युत पदार्थ भरा हुआ है जिसका परावैद्युतांक $k(x) = K(1 + \alpha x)$ है। यहाँ पर 'x' किसी एक प्लेट से दूरी है। यदि $(\alpha d) << 1$ हो, तो इस संधारित्र की धारिता का उपयुक्त मान होगा:



(1) $\frac{AK\varepsilon_0}{d}\left(1+\frac{\alpha d}{2}\right)$ (2) $\frac{A\varepsilon_0 K}{d}\left(1+\left(\frac{\alpha d}{2}\right)^2\right)$

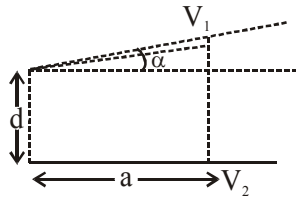
(3) $\frac{A\varepsilon_0 K}{d}\left(1+\frac{\alpha^2 d^2}{2}\right)$ (4) $\frac{AK\varepsilon_0}{d}(1+\alpha d)$

2. 60 pF धारिता के एक संधारित्र को 20 V के स्त्रोत से पूरा आवेशित किया जाता है। तत्तपश्चात् इसे स्त्रोत से हटाकर 60 pF के एक दूसरे अनावेशित संधारित्र से पार्श्व संबंधन (parallel connection) में जोड़ा जाता है। जब आवेश पूरी तरह से दोनों संधारित्रों में वितरित हो जाये तो इस प्रक्रिया में स्थिर वैद्युत ऊर्जा की क्षति nJ में होती है _____।

3. पार्श्व संबंधन से जुड़े दो संधारित्रों C_1 और C_2 की प्रभावी धारिता 10 μF है। जब इन संधारित्रों को अलग-अलग 1V के स्त्रोत से जोड़ा जाता है, तो C_2 में संचित ऊर्जा C_1 में संचित ऊर्जा के 4 गुना होती है। यदि इन संधारित्रों को श्रेणीबद्ध संबंधन में जोड़ा जाये, तो इनकी प्रभावी धारिता होगी :

(1) 3.2 μF (2) 8.4 μF
(3) 1.6 μF (4) 4.2 μF

4. एक संधारित्र दो वर्गाकार प्लेटों (आकार a × a) से बना है। प्लेटों के बीच एक बहुत छोटा कोण 'α' है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। इस संधारित्र की विद्युत धारिता निम्न में से किसके निकटतम होगी ?



(1) $\frac{\varepsilon_0 a^2}{d}\left(1-\frac{3\alpha a}{2d}\right)$

(2) $\frac{\varepsilon_0 a^2}{d}\left(1-\frac{\alpha a}{4d}\right)$

(3) $\frac{\varepsilon_0 a^2}{d}\left(1+\frac{\alpha a}{d}\right)$

(4) $\frac{\varepsilon_0 a^2}{d}\left(1-\frac{\alpha a}{2d}\right)$

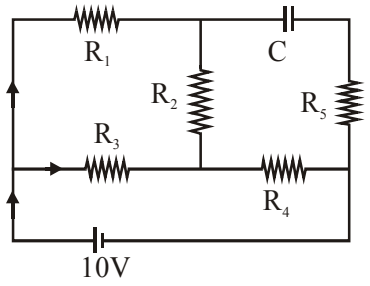
5. एक 5 μF धारिता वाले संधारित्र को 220 V के स्त्रोत से पूर्ण रूप से आवेशित करा जाता है। तत्पश्चात् इसे स्त्रोत से हटाकर एक 2.5 μF अनावेशित धारिता वाले संधारित्र से श्रेणी संबंधन में जोड़ दिया जाता है। यदि आवेश के दोनों संधारित्रों में पुन: वितरित होने पर $\frac{X}{100}$ J ऊर्जा में परिवर्तन हुआ हो तो X का मान निकटतम पूर्णांक में _____ है।

6. एक 10 μF धारिता वाले संधारित्र को 50 V के विभवान्तर से जोड़कर पूरी तरह आवेशित करा जाता है। अब इसे वोल्टता के स्त्रोत से हटाकर एक दूसरे संधारित्र से पार्श्व संबंधन में जोड़ दिया जाता है। यदि अब संधारित्रों में विभवान्तर 20 V हो जाये तो दूसरे संधारित्र की धारिता है -

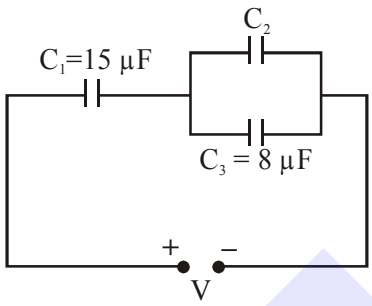
(1) 10 μF (2) 15 μF
(3) 20 μF (4) 30 μF

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Capacitor

7. एक 10 V विद्युत वाहक बल के आदर्श सैल को चित्रानुसार एक परिपथ से जोड़ा गया है। इस परिपथ में प्रत्येक प्रतिरोधक का मान 2 Ω है। इस स्थिति में जब संधारित्र पूर्ण रूप से आवेशित हो जाये तो उसके बीच विभवान्तर (V में) होगा _____.



8. चित्र में दिखाये गये परिपथ में कुल आवेश का मान 750 μC है और संधारित्र C_2 पर वोल्टता 20 V हैं। इस स्थिति में संधारित्र (capacitor) C_2 पर आवेश है:



(1) 590 μC (2) 450 μC
(3) 650 μC (4) 160 μC

9. एक धारिता C के संधारित्र को विभव V_0 से आवेशित करके एक दूसरे $\frac{C}{2}$ धारिता के अनावेशित संधारित्र से समांतर क्रम में जोड़ा जाता है। जब आवेश दोनों संधारित्रों में वितरित हो जाता है, तो इस प्रक्रम में क्षयित ऊर्जा का मान होगा:

(1) $\frac{1}{6}CV_0^2$ (2) $\frac{1}{2}CV_0^2$

(3) $\frac{1}{3}CV_0^2$ (4) $\frac{1}{4}CV_0^2$

10. धारिता C तथा 2C के दो संधारित्रों को क्रमशः V तथा 2V विभवान्तर तक आवेशित किया जाता है। तत्पश्चात इन दोनों को इस तरह समांतर क्रम में जोड़ते हैं कि एक का धनात्मक सिरा दूसरे के ऋणात्मक सिरे से जुड़ जाता है। इस विन्यास की अंतिम ऊर्जा होगी :

(1) $\frac{9}{2}CV^2$

(2) $\frac{25}{6}CV^2$

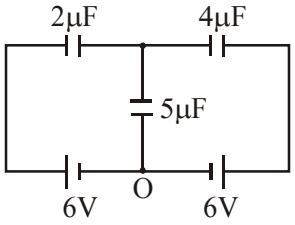
(3) zero

(4) $\frac{3}{2}CV^2$

11. एक समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेट की लम्बाई '*l*' चौड़ाई 'w' और उसके प्लेटों के बीच की दूरी 'd' है। इसको एक विद्युत वाहक बल (emf) V वाली बैटरी से जोड़ा जाता है। उसी मोटाई 'd' और परावैद्युतांक k = 4 के एक परावैद्युत गुटके को संधारित्र की प्लेटों के बीच घुसाया जाता है। प्लेटों के अंदर गुटके को कितना घुसाने पर, संधारित्र में उचित ऊर्जा पहले वाली संचित ऊर्जा की दोगुनी होगी ?

(1) *l* / 4
(2) *l* / 2
(3) *l* / 3
(4) 2*l* / 3

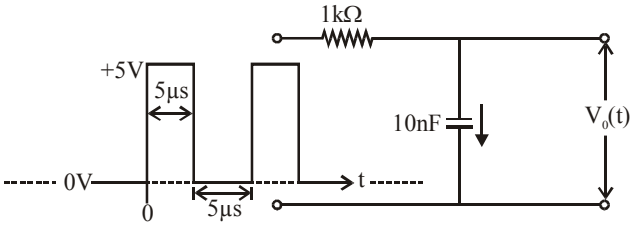
12. दिये गये परिपथ में संधारित्र 5 μF पर आवेश है :

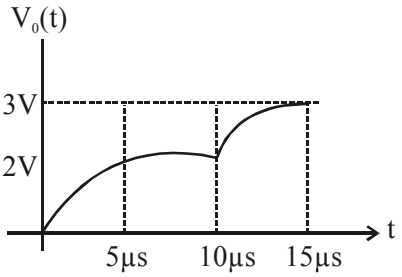


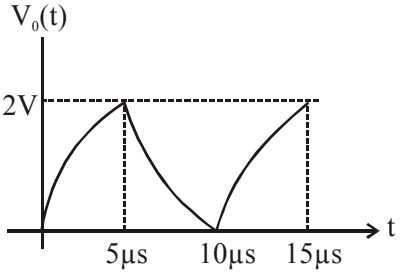
(1) 5.45 μC
(2) 16.36 μC
(3) 10.90 μC
(4) 18.00 μC

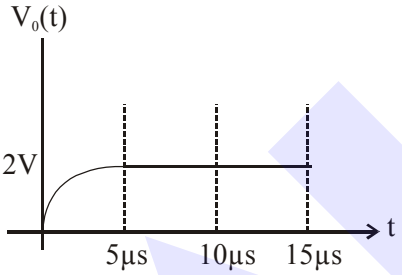
node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Capacitor

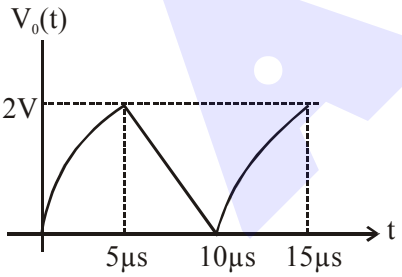
13. दिये गये निवेशित वोल्टेज $V_{in}(t)$ के तरंग के लिये संधारित्र पर निर्गत वोल्टेज $V_0(t)$ के तरंगरुप का सही वर्णन होगा :



(1)


(2)


(3)


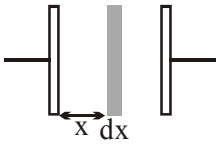
(4)


node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Capacitor

SOLUTION

Sol. As K is variable we take a plate element of Area A and thickness dx at distance x
Capacitance of element

$$dC = \frac{(A)K(1+\alpha x)\varepsilon_0}{dx}$$



Now all such elements are is series so equivalent capacitance

$$\frac{1}{C} = \int \frac{1}{dC} = \int_0^d \frac{dx}{AK\varepsilon_0(1+\alpha x)}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{\alpha AK\varepsilon_0} \ln\left(\frac{1+\alpha d}{1}\right)$$

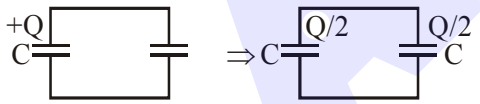
$$= \frac{1}{C} = \frac{1}{\alpha AK\varepsilon_0}\left(\alpha d - \frac{(\alpha d)^2}{2} + \frac{(\alpha d)^3}{3} + ...\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{\alpha d}{\alpha AK\varepsilon_0}\left(1 - \frac{\alpha d}{2} + \frac{(\alpha d)^2}{3} + ...\right)$$

$$\frac{1}{C} = \frac{d}{AK\varepsilon_0}\left(1 - \frac{\alpha d}{2}\right)$$

$$C = \frac{AK\varepsilon_0}{d}\left(1 + \frac{\alpha d}{2}\right)$$

2. NTA Ans. (6)

Sol. 

$\Rightarrow C$ $Q = CV$

$$\Delta Q_L = \frac{Q^2}{2C} - \left[\frac{(Q/2)^2}{2C} \times 2\right] = \frac{Q^2}{4C}$$

$$= \frac{1}{4}CV^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 60 \times 10^{-12} \times 4 \times 10^2$$

$$= 6nJ$$

3. NTA Ans. (3)

Sol. $C_1 + C_2 = 10$ ....(i)

$$\frac{1}{2}C_2V^2 = 4 \times \frac{1}{2}C_1V^2$$

$\therefore$ $C_2 = 4C_1$ ....(ii)

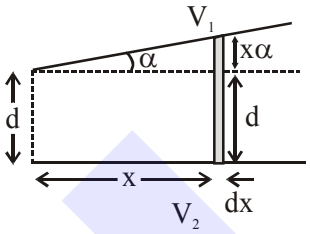
$\therefore$ $C_1 = 2$ & $C_2 = 8$

For series combination

$$C_{eq} = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = 1.6$$

4. NTA Ans. (4)

Sol. Assume small element dx at a distance x from left end



Capacitance for small element dx is

$$dC = \frac{\varepsilon_0 a\, dx}{d + x\alpha}$$

$$C = \int_0^a \frac{\varepsilon_0 a\, dx}{d + x\alpha}$$

$$= \frac{\varepsilon_0 a}{\alpha} \ln\left(\frac{1+\alpha a}{d}\right)\Bigg|_0^a \qquad \left(\ln(1+x) \approx x - \frac{x^2}{2}\right)$$

$$= \frac{\varepsilon_0 a^2}{d}\left(1 - \frac{\alpha a}{2d}\right)$$

5. Official Ans. by NTA (36)
Official Ans. by ALLEN (4 Actual 4.033)

Sol. $u_i = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6}(220)^2$

Final common potential

$$v = \frac{220 \times 5 + 0 \times 2.5}{5 + 2.5} = 220 \times \frac{2}{3}$$

$$u_f = \frac{1}{2}(5 + 2.5) \times 10^{-6}\left(220 \times \frac{2}{3}\right)^2$$

$\Delta u = u_f - u_i$

$\Delta u = -403.33 \times 10^{-4}$

$$\Rightarrow -403.33 \times 10^{-4} = \frac{X}{100}$$

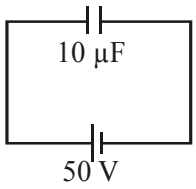
$X = -4.03$

or magnitude or value of X is approximate 4

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Capacitor

6. Official Ans. by NTA (2)

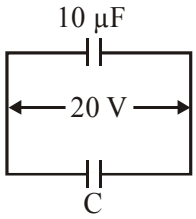
Sol. Initially



- Charge on capacitor 10 μF

Q = CV = (10 μF) (50V)

Q = 500 μC•



- Final Charge on 10 μF capacitor

Q = CV = (10 μF) (20V)

Q = 200 μC

- From charge conservation,

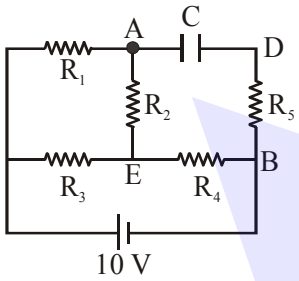
Charge on unknown capacitor

C = 500 μC – 200 μC = 300 μC

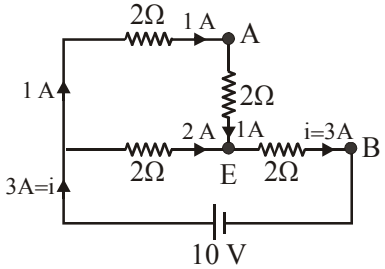
$$\Rightarrow \text{Capacitance (C)} = \frac{Q}{V} = \frac{300\ \mu C}{20\ V} = 15\ \mu F$$

7. Official Ans. by NTA (8.00)

Sol.



- R_1 to $R_5 \rightarrow$ each 2Ω
- Cap. is fully charged
- So no current is there in branch ADB
- Effective circuit of current flow :



$$R_{eq} = \left(\frac{4\times 2}{4+2}\right) + 2$$

$$R_{eq} = \frac{4}{3} + 2 = \frac{10}{3}\Omega$$

$$i = \frac{10}{10/3} = 3A$$

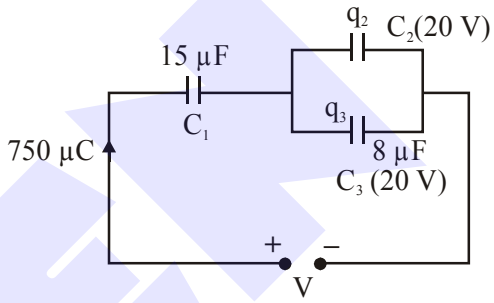
So potential different across AEB

$\Rightarrow 2 \times 1 + 2 \times 3 = 8V$

Hence potential difference across Capacitor = $\Delta V = V_{AEB} = 8V$

8. Official Ans. by NTA (1)

Sol.



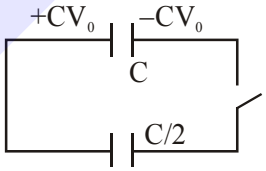
$q_3 = 20 \times 8 = 160\ \mu C$

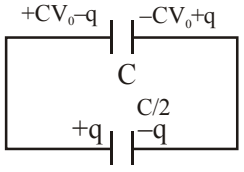
$\therefore\ q_2 = 750–160 = 590\ \mu C$

9. Official Ans. by NTA (4)

Official Ans. by ALLEN (1)

Sol.





$$\frac{CV_0 - q}{C} = \frac{q}{C/2} = \frac{2q}{C}$$

$$V_0 = \frac{3q}{C} \quad \Rightarrow q = \frac{CV_0}{3}$$

$$U_i = \frac{1}{2}CV_0^2$$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Capacitor

$$U_f = \frac{\left(\frac{2CV_0}{3}\right)^2}{2C} + \frac{\left(\frac{CV_0}{3}\right)^2}{2\left(\frac{C}{2}\right)}$$

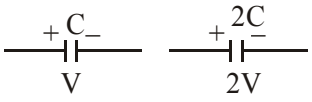
$$= \frac{1}{2}CV_0^2\left[\frac{4}{9}+\frac{2}{9}\right] = \frac{1}{2}CV_0^2\left(\frac{2}{3}\right)$$

$$\text{Heat loss} = \frac{1}{2}CV_0^2 - \left(\frac{2}{3}\right)\left(\frac{1}{2}CV_0^2\right)$$

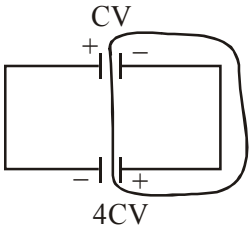
$$= \frac{1}{6}CV_0^2$$

10. Official Ans. by NTA (4)

Sol.



$Q_1 = CV$ $\quad Q_2 = 2C \times 2V = 4CV$



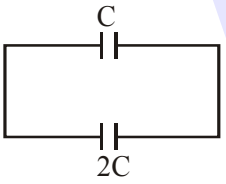
$\Rightarrow$ By conservation of charge

$q_i = q_f$

$Q_1 + Q_2 = q_1 + q_2$

$4CV - CV = (C + 2C)\,V_C$

$$V_C = \frac{3CV}{3C} \Rightarrow V$$

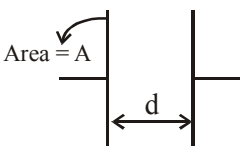


$$\Rightarrow \frac{1}{2}\times(3C)\times V_C^2$$

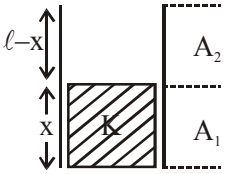
$$= \frac{1}{2} \times 3C \times V^2 = \frac{3}{2}CV^2$$

11. Official Ans. by NTA (3)

Sol.



Before inserting slab



After inserting dielectric slab

$$C_i = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \qquad C_f = C_1 + C_2$$

$$C_i = \frac{\varepsilon_0 \ell w}{d} \qquad C_f = \frac{K\varepsilon_0 A_1}{d} + \frac{\varepsilon_0 A_2}{d}$$

$$C_f = \frac{K\varepsilon_0 wx}{d} + \frac{\varepsilon_0 w(\ell - x)}{d}$$

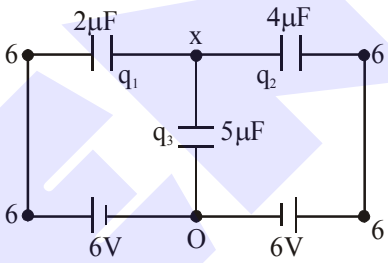
$$C_f = 2C_i \Rightarrow \frac{K\varepsilon_0 wx}{x} + \frac{\varepsilon_0 w(\ell - x)}{d} = \frac{2\varepsilon_0 \ell w}{d}$$

$$4x + \ell - x = 2\ell$$

$$\boxed{x = \frac{\ell}{3}}$$

12. Official Ans. by NTA (2)

Sol.



Let potential of point O $v_0 = 0$

Now, using junction analysis

We can say, $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

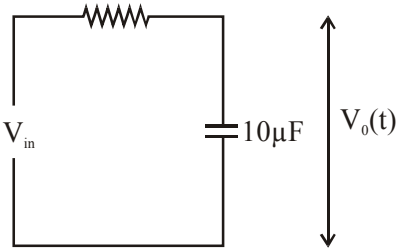
$2(x - 6) + 4(x - 6) + 5(x) = 0$

$$x = \frac{36}{11} \qquad q_3 = \frac{36(5)}{11} = \frac{180}{11}$$

$$q_3 = 16.36\ \mu C$$

13. Official Ans. by NTA (1)

Sol.



$$V_0(t) = V_{in}\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

at t = 5μs

$$V_0(t) = 5\left(1 - e^{-\frac{5\times10^{-6}}{10^3\times10\times10^{-9}}}\right)$$

$= 5\,(1 - e^{-0.5}) = 2V$

Now $V_{in} = 0$ means discharging

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\Capacitor

$V_0(t) = 2e^{-\frac{t}{RC}} = 2e^{-0.5}$

= 1.21 V

Now for next 5 μs

$V_0(t) = 5 - 3.79e^{-\frac{t}{RC}}$

after 5 μs again

$V_0(t)$ = 2.79 Volt ≈ 3V

Most approperiate Ans. (1)

$$U\left(r = \left(\frac{2B}{A}\right)^{1/6}\right) = -\frac{A}{2B/A} + \frac{B}{4B^2/A^2}$$

$$= \frac{-A^2}{2B} + \frac{A^2}{4B} = \frac{-A^2}{4B}$$

ALLEN