Question Type-01: কুলম্বের সূত্রের ব্যবহার

➲ **Formula & Concept:**

➢ কুলম্বের সূত্র: (i) $F_o = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{d^2}$ (শূন্যস্থানে) (ii) $F_m = \frac{1}{4\pi\epsilon}\frac{q_1q_2}{d^2}$ (অন্য কোন মাধ্যমে) $\Rightarrow F_m = \frac{1}{4\pi\,\epsilon_r\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{d^2}$ (iii) $\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \frac{F_0}{F_m}$ ➢ F_0 = শূন্যস্থানে q_1, q_2 চার্জের মধ্যে বল ➢ F_m = অন্য মাধ্যমে q_1, q_2 চার্জের মধ্যে বল	F = কুলম্ব বল q_1, q_2 = বিন্দু আধান d = আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব ϵ_0= শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা ϵ_r = আপেক্ষিক ভেদনযোগ্যতা বা পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক (ϵ_r এর পরিবর্তে অনেক ক্ষেত্রে k ব্যবহৃত হয়)	F = N (নিউটন) $\epsilon_0 = C^2N^{-1}m^{-2}$ ϵ_r = এককবিহীন

01. Two charges $Q_1 = 2.4 \times 10^{-10}$C and $Q_2 = 9.2 \times 10^{-10}$ C are near each other, and charge Q_1 exerts a force F_1 on Q_2. How does F_1 change if the distance between Q_1 and Q_2 is increased by a factor of 4? **[IUT'20-21]**

(a) Decreases by a factor of F (b) Increases by a factor of 16
(c) Decreases by a factor of 16 (d) Increases by a factor of 4

Solution: (c); Here, $F_1 = C.\frac{Q_1\times Q_2}{d^2}$ Now, $F_1' = C \times \frac{Q_1\times Q_2}{(4d)^2} = \frac{1}{16}C \times \frac{Q_1\times Q_2}{d^2} = \frac{1}{16}F$

Hence, it decreases by a factor of 16

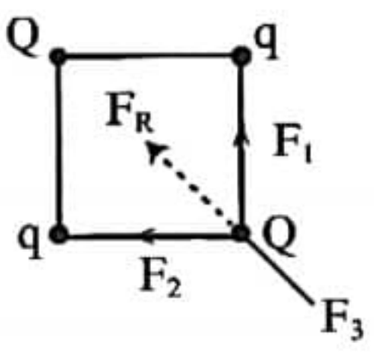
02. A charge Q is placed at each of the opposite corners of a square. A charge q is placed at each of the other two corners. If the net electrical force on Q is zero, then $\frac{Q}{q}$ equals **[IUT'19-20]**

(a) 1 (b) $-\frac{1}{\sqrt{2}}$ (c) $-2\sqrt{2}$ (d) -1

Solution: (c); Force between $q - Q$; $F_1 = F_2 = c.\frac{q.Q}{l^2}$

$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2.F_1F_2\cos 90^\circ} = \sqrt{2F_1^2 + 0} = \sqrt{2}F_1 \therefore F_3 = c.\frac{Q^2}{(\sqrt{2}l)^2}$

Now, $F_R + F_3 = 0 \Rightarrow F_R = -F_3 \Rightarrow \sqrt{2}.c.\frac{q.Q}{l^2} = -c.\frac{Q^2}{2l^2} \Rightarrow \boxed{\frac{Q}{q} = -2\sqrt{2}}$ **(Ans.)**



03. A total charge of 7.5×10^{-6} C is distributed on two different small metal spheres. When the spheres are 6.0 cm apart, they feel a repulsive force of 20.0 N. How much charge is in each sphere? **[IUT'18-19]**

(a) 7.21 μC, 0.29 μC (b) 3.5 μC, 4.0 μC (c) 6.21 μC, 1.29 μC (d) 2.55 μC, 4.95 μC

Solution: (c); Let, the charges are q, $(7.5 \times 10^{-6} - q)$

$\therefore F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{q(7.5\times10^{-6}-q)}{r^2} \Rightarrow 20 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q(7.5\times10^{-6}-q)}{(0.06)^2} \Rightarrow q = 1.29\ \mu C \therefore$ Charges are: 1.29 μC, 6.21 μC.

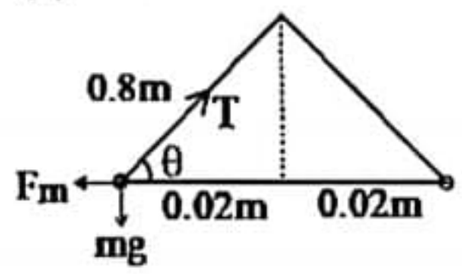
04. দুইটি শোলা বলের প্রত্যেকটির ওজন 10^{-3} kg এবং 0.8 m দৈর্ঘ্যের সিল্কের সুতার মাধ্যমে একই বিন্দু থেকে ঝুলানো হয়েছে। এরা সমভাবে চার্জিত এবং একে অন্যকে 0.04 m দূরে বিকর্ষণ করে। প্রতি বলে চার্জের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[KUET'17-18]**

(a) 5.6×10^{-9} C (b) 6.53×10^{-9} C (c) 6.6×10^{-9} C (d) 3.14×10^{-9} C (e) 8×10^{-9} C

সমাধান: **(c);** $T\sin\theta = mg$; $T\cos\theta = F_m \therefore \tan\theta = \frac{mg}{F_m}$

$\cos\theta = \frac{0.02}{0.8} \therefore \tan\theta = \frac{\sqrt{0.8^2-0.02^2}}{0.02}$

$r = 0.04\ m \Rightarrow F_m = \frac{mg}{\tan\theta} \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{q^2}{r^2} = \frac{mg}{\tan\theta} \therefore q = 6.6 \times 10^{-9}$ C



05. A small object has charge Q. Charge q is removed from it and placed on a second small object. The two objects are placed 1 m apart. For the force that each object exerts on the other to be a maximum, q should be- **[IUT'17-18]**

(a) 2Q (b) Q (c) $\frac{Q}{2}$ (d) $\frac{Q}{4}$

Solution: (c); $F = \frac{k(Q-q)\times q}{1} \Rightarrow F = k[Qq - q^2]$

for F_{max}; $\frac{dF}{dq} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dq}\{k(Qq - q^2)\} = 0 \Rightarrow k(Q - 2q) = 0 \Rightarrow Q = 2q \Rightarrow q = \frac{Q}{2}$ **(Ans.)**

06. 0.15 gm ভরের একটি শোলার বলে -6.68×10^{-9} C আধান দেওয়া আছে। $+6.54 \times 10^{-9}$ C আধান যুক্ত একটি বস্তু কত উপরে থেকে শোলার বলকে শূন্যে স্থির অবস্থায় রাখতে পারবে? **[KUET'16-17]**

(a) 2.0 cm (b) 1.64 cm (c) 1.58 cm (d) 1.5 cm (e) 1.48 cm

সমাধান: (b); $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1 q_2}{x^2} = mg \Rightarrow 9 \times 10^9 \times \frac{(6.68\times10^{-9})(6.54\times10^{-9})}{x^2} = 0.15 \times 10^{-3} \times 9.8$

$\Rightarrow x = 1.64 \times 10^{-2} m = 1.64$ cm

07. Three particles are placed in a line. The left has a charge of -67 μC, the middle $+45$ μC and the right -83 μC. The middle is 72 cm from each of the others. What is force on the middle particle? **[IUT'14-15]**

(a) 12 N (b) 22 N (c) 16 N (d) 13.0 N

Solution: (d); $F = F_1 - F_2 = \frac{9\times10^9}{0.72^2} \times (83 \times 10^{-6} - 67 \times 10^{-6}) \times 45 \times 10^{-6} = 12.5$ N

Which is closed to 13.0 N

08. বায়ুতে 1 C এর দুইটি আধান পরস্পর থেকে 1 km ব্যবধানে অবস্থিত হলে এদের মধ্যে ক্রিয়ারত বল কত হবে? **[RUET'10-11]**

(a) 9×10^3 Nm^2C^{-2} (b) 9×10^3 N (c) 9×10^4 N (d) 9×10^9 N (e) 9×10^{-3} N

সমাধান: (b); $F = 9 \times 10^9 \times \frac{1\times1}{(1\times10^3)^2} = 9 \times 10^3$N

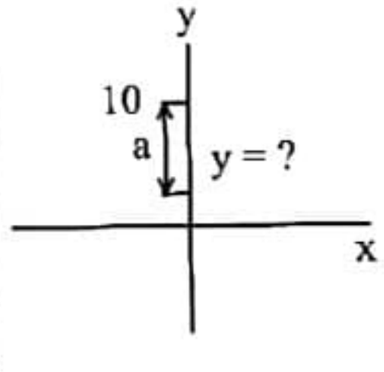
09. পৃথিবী পৃষ্ঠের সন্নিকটে বায়ুশূন্য স্থানে y অক্ষের, $y = 10$ m বিন্দুতে একটি ইলেকট্রন অবস্থিত। y অক্ষের কোন বিন্দুতে প্রথম ইলেকট্রনের সাপেক্ষে দ্বিতীয় ইলেকট্রন রাখলে, তাদের মধ্যস্থিত স্থিরবিদ্যুতীয় বল, প্রথম ইলেকট্রনের উপর ক্রিয়াশীল মাধ্যাকর্ষণ বলের ভারসাম্য রক্ষা করবে? [$g = 9.8$ ms^{-2}] **[BUET'18-19]**

সমাধান: $F_e = F_g \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q^2}{a^2} = m_e g$

$\Rightarrow a^2 = \frac{9\times10^9\times(1.6\times10^{-19})^2}{9.11\times10^{-31}\times9.8} = 25.8$ m^2

$a = 5.08$ m

$\therefore y = 10 - 5.08 = 4.92$ m **(Ans.)**



Question Type-02: তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য

➲ **Formula & Concept:**

➢ তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য, $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ $[\vec{F} = q\vec{E}]$; বিন্দু চার্জ Q এর জন্য সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্রঃ $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{Q}{r^2}, \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{Q}{r^3}\vec{r}$	r = যে বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্র নির্ণয় করতে হবে, বিন্দু চার্জ হতে সেই বিন্দুর দূরত্ব। $\vec{r}$ = যে বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্র নির্ণয় করতে হবে, বিন্দু চার্জ হতে সেই বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর। E এর এককঃ $NC^{-1} = Vm^{-1}$

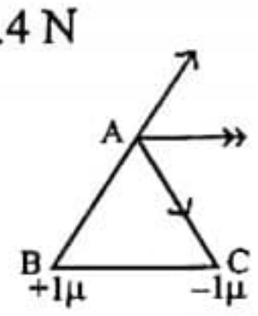
01. 1.6×10^{-6} C এবং 2.8×10^{-6} C চার্জের দুটি বিন্দু চার্জ পরস্পর হতে 12 cm দূরে অবস্থিত। 1.6×10^{-6} C থেকে সংযোগ সরলরেখার কোন বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য শূন্য হবে? **[KUET'18-19]**

(a) 4.37 cm (b) 0.21 m (c) 0.068 m (d) 5.17 cm (e) 7.2 cm

সমাধানঃ (d); $\frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(12-x)^2} \Rightarrow \frac{12-x}{x} = \sqrt{\frac{2.8\times10^{-6}}{1.6\times10^{-6}}} \Rightarrow x = 5.166$cm

02. Two charges of $+1\ \mu C$ and $-1\mu C$ are placed at the corners of the base of an equilateral triangle. The length of a side of the triangle is 0.7 m. Find the electric field intensity at the apex of the triangle. $[k = 9 \times 10^9\ Nm^2c^{-2}]$

(a) 36.8 kN (b) 28.4 kN (c) 18.4 kN (d) 18.4 N **[IUT'17-18]**



Solution: (d); For, $+1\ \mu C$; $E_1 = \frac{kq_1}{d^2} = \frac{9\times10^9\times1\times10^{-9}}{0.7^2} = 18.36\ N$

So, $E^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \times \cos\theta$

$= 18.36^2 + 18.36^2 + 2 \times 18.36 \times 18.36 \times \cos120°J \Rightarrow E = 18.36\ N$ **(Ans.)**

03. 1টি সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে 50cm ব্যবধানে অবস্থিত দু'টি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 200V হলে তড়িৎ প্রাবল্য হবে- **[BUTEX'13-14]**

(a) $850\ Vm^{-1}$ (b) $1000\ Vm^{-1}$ (c) $800\ Vm^{-1}$ (d) $400\ Vm^{-1}$

সমাধান: **(d);** $E = \frac{V}{d} = 400\frac{V}{m}$

04. বজ্রপাতের সময় 30 C চার্জ 1.0×10^8 V বিভব পার্থক্যের মধ্যে 2.0×10^{-2}s সময়ে নিঃসরিত হয়। ঐ বজ্রনিনাদের সাথে অবমুক্ত শক্তির পরিমাণ হল- **[BUET'12-13]**

(a) 1.5×10^{11} J (b) 3.0×10^9 J (c) 6.0×10^7 J (d) 3.3×10^6 J

সমাধান: **(b);** $E = qV = 30 \times 1 \times 10^8 = 3 \times 10^9$ J

05. কত তড়িৎ প্রাবল্যের ক্ষেত্রে একটি ইলেক্ট্রন তার ওজনের সমান বল অনুভব করবে? **[SUST'12-13]**

(a) $5.57 \times 10^{-11}\ NC^{-1}$ (b) $4.67 \times 10^{-12}\ NC^{-1}$

(c) $6.51 \times 10^{-12}\ NC^{-1}$ (d) $5.57 \times 10^{-11}\ NC^{-2}$ (e) $5.57 \times 10^{-10}\ NC^{-2}$

Solution: (a); এক্ষেত্রে, $mg = qE\ \therefore E = \frac{mg}{q} = \frac{9.1\times10^{-31}\times9.8}{1.6\times10^{-19}} = 5.57 \times 10^{-11}\ NC^{-1}$

06. 2×10^{-5} C চার্জ থেকে 20 cm দূরত্বে তড়িৎ প্রাবল্য- **[BUTEX'11-12]**

(a) $4.5 \times 10^6\ NC^{-1}$ (b) $3.5 \times 10^5\ NC^{-1}$ (c) $3.5 \times 10^6\ NC^{-1}$ (d) $4.5 \times 10^5\ NC^{-1}$

সমাধান: **(a);** $E = 9 \times 10^9 \times \frac{q}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2\times10^{-5}}{(0.2)^2} = 4.5 \times 10^6 NC^{-1}$

07. R ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি সুষম চার্জিত ফাঁপা সিলিন্ডারের ভিতরে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের মান হবে- **[BUET'10-11]**

(a) অসীম (b) শূন্য (c) R এর সমানুপাতিক (d) R^2 এর সমানুপাতিক

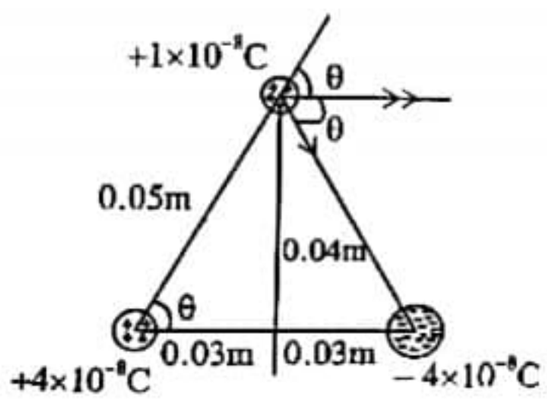
সমাধান: **(b);** যে কোন পরিবাহীর অভ্যন্তরে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের মান শূন্য।

08. 20 সে.মি. ব্যাসার্ধের একটি পরিবাহী গোলকের তল সুষমভাবে 3 মাইক্রো-কুলম্ব আধানে আহিত। গোলকের পৃষ্ঠে এবং কেন্দ্র থেকে 30 সে.মি. দূরে কোনে বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর। **[KUET'19-20]**

সমাধান: গোলকের পৃষ্ঠে তড়িৎ প্রাবল্য, $E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3\times10^{-6}}{(20\times10^{-2})^2} = 6.75 \times 10^5\ NC^{-1}$

কেন্দ্র থেকে 30cm দূরে তড়িৎ প্রাবল্য, $E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3\times10^{-6}}{(30\times10^{-2})^2} = 3 \times 10^5\ NC^{-1}$ **(Ans.)**

09. 4.0×10^{-8}C মানের ক্ষুদ্র সমান ও বিপরীত জাতীয় আধান 6.0 cm ব্যবধানে A ও B বিন্দুতে অবস্থিত। আধানদ্বয়ের সংযোগ সরল রেখা AB এর লম্ব সমদ্বিখন্ডকের উপর 4.0 cm দূরে p বিন্দুতে স্থাপিত 1.0×10^{-8}C আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর। $\left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 Nm^2c^{-2}\right]$ **[BUET'13-14]**



সমাধান: $R^2 = F^2 + F^2 + 2F^2\cos2\theta$

$\Rightarrow R^2 = 2F^2(1 + \cos2\theta) \Rightarrow R^2 = 2F^2.\ 2\cos^2\frac{2\theta}{2}$

$\Rightarrow R = 2F\cos\theta = 2 \times \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{(4\times10^{-8}\times1\times10^{-8})}{(0.05)^2} \times \frac{0.03}{0.05}$

$= \frac{6}{5} \times 9 \times 10^9 \times \frac{(4\times10^{-16})}{(0.05)^2} N = 1.728 \times 10^{-3} N$

Question Type-03: বিভব

➲ **Formula & Concept:**

➢ তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে +1C চার্জ অসীম থেকে আনতে বাইরের এজেন্ট কর্তৃক কৃত কাজই ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব।

➢ তড়িৎ বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{d}$ [q = উৎস, যার কারণে তড়িৎ ক্ষেত্র তৈরী হয়। d = চার্জ থেকে বিন্দুর দূরত্ব]

তড়িৎ বিভবের একক (JC^{-1}) আর তড়িৎ বিভবশক্তির একক (J)।

➢ তড়িৎ বিভবশক্তি = চার্জ × তড়িৎ বিভব $\therefore U = q' \times V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qq'}{d}$ (J)

➢ একাধিক চার্জ দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ বিভব প্রত্যেকটি চার্জের জন্য ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভবের সমষ্টির সমান।

$V_{total} = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_n$

➢ পরিবাহীর অভ্যন্তরে কোন বিন্দুর বিভব এর পৃষ্ঠের বিভবের সমান।

➢ সুষম গোলকের ক্ষেত্রে বিভব: $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$ যখন, $r \geq R$ [R =ব্যাসার্ধ] এবং $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{R}$ যখন, $r < R$

01. An electron is released from the rest at one point in a uniform electric field and moves a distance of 10 cm in 10^{-1}s. What is the voltage between the two points? **[IUT'17-18]**

(a) 11.375 pV (b) 1.1375 kV (c) 11375 V (d) 11.375 V

Solution: (a) ; $s = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2} = 20\ ms^{-2}$

$E = \frac{ma}{q} = 1.1375 \times 10^{-10}$; $V = Ed = 1.1375 \times 10^{-11}$ V **(Ans.)**

02. 0.02 m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট 64 টি গোলাকার ফোঁটাকে একত্রিত করে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত করা হল। যদি প্রতি ফোঁটায় 1 C চার্জ বিদ্যমান থাকে, তবে বড় ফোঁটার বিভব কত হবে? **[KUET'14-15]**

(a) 7.2×10^8 V (b) 8.4×10^9 V (c) 7.19×10^{12} V

(d) 7.08×10^{11} V (e) 8.19×10^{10} V

সমাধান: **(c)**; $R = \sqrt[3]{N}r \Rightarrow R = \sqrt[3]{64} \times 0.02 = 0.08$ m; $V_{big} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{64q}{R} = 9 \times 10^9 \times \frac{64\times1}{.08} = 7.19 \times 10^{12}$ V

03. দুটি চার্জিত সংযুক্ত বস্তুর মধ্যে চার্জ প্রবাহিত হতে থাকে যতক্ষণ না তাদের- **[Ans: b] [BUTEX'14-15]**

(a) চার্জ সমান হয় (b) বিভব সমান হয় (c) ধারকত্ব সমান হয় (d) সঞ্চিত শক্তি সমান হয়

04. a বাহু বিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের কৌণিক বিন্দু A, B, C ও D তে যথাক্রমে চারটি চার্জ +q, +q, –q ও –q স্থাপন করা হল। উহার কেন্দ্র O বিন্দুতে বৈদ্যুতিক বিভবের মান হবে- **[BUET'13-14]**

(a) $\frac{1}{4\pi\epsilon_o}\frac{q}{a}$ (b) $\frac{1}{4\pi\epsilon_o}\frac{2q}{a}$ (c) $\frac{1}{4\pi\epsilon_o}\frac{4q}{a}$ (d) 0

সমাধান: **(d)**; $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}(q + q - q - q) = 0$ V

05. একটি বজ্রমেঘের দু'টি অংশের বিভব পার্থক্য যদি 10^8V হয়, তবে 20 কুলম্ব চার্জ অতিক্রমণের ফলে কি পরিমাণ শক্তি পরিত্যক্ত হবে?

(a) 1.25×10^{28} J (b) 3.2×10^{10} J (c) 2×10^9 J (d) 3.2×10^{-10} J **[BUET'11-12]**

সমাধান: **(c)**; $W = VQ = 20 \times 10^8 = 2 \times 10^9$J

06. Two 10 C charge is placed on the surface of a sphere with radius 10 cm. Find the potential at the Centre.

(a) 1.8×10^{12} V (b) 2.8×10^{12} V (c) 1.3×10^{12} V (d) 3.8×10^{12} V **[IUT'11-12]**

Solution: (a); $V = 9 \times 10^9 \times \frac{10\times2}{10\times10^{-2}} = 1.8 \times 10^{12}$ V

07. একটি তড়িৎ ক্ষেত্রের দুইটি বিন্দু A এবং B এর মধ্যে 10 V বিভব পার্থক্য বিদ্যমান। কি পরিমাণ চার্জকে A থেকে B বিন্দুতে সরাতে 2.0×10^{-2} J কাজ করতে হবে? **[BUET'10-11]**

(a) 5.0×10^2 C (b) 5.0×10^{-2} C (c) 2.0×10^{-1} C (d) 2.0×10^{-3} C

সমাধান: **(d)**; $W = qV \Rightarrow q = \frac{W}{V} = \frac{2\times10^{-2}}{10}$ C $= 2 \times 10^{-3}$C

08. 1 μC চার্জকে অপর একটি +10 μC চার্জের চারপাশে $\frac{20}{\pi}$ m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে ঘোরানো হল। +10 μC চার্জটি বৃত্তের কেন্দ্রে অবস্থান করলে কাজের পরিমাণ হবে- **[BUET'10-11]**

(a) 0 (b) 4×10^{-9} J (c) 4×10^{-6} J (d) 4×10^{-5} J

সমাধান: (a); এখানে Force ও displacement লম্ব।

09. The electric potential at the surface of an atomic nucleus (z = 50) of radius 9.0×10^{-13} cm is- **[IUT'10-11]**

(a) 9 V (b) 60 V (c) 9×10^5 V (d) 8×10^6 V

Solution: (d); $V = 9 \times 10^9 \cdot \frac{q}{r} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{50 \times 1.6 \times 10^{-19}}{(9 \times 10^{-13} \times 10^{-2})} = 8 \times 10^6$ V

10. একটি ধারকের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 5 mm হলে এর মধ্যে রাখা 10 টি ইলেকট্রন বহনকারী একটি তেলের ফোটার ভারসাম্য রক্ষা করতে কত বিভব প্রয়োগ করতে হবে তা নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, তেলের ফোটার ভর 3×10^{-16} kg. **[BUET'19-20]**

সমাধান: $mg = qE \Rightarrow 3 \times 10^{-16} \times 9.8 = 10 \times 1.6 \times 10^{-19} \times E \therefore E = 1837.5\ NC^{-1}$

$V = Ed = (1837.5 \times 5 \times 10^{-3})V = 9.1875$ V

11. প্রতিটি 220 V এ চার্জিত সমআকারের আটটি ছোট গোলাকার ফোঁটাকে মিলিত করে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত করা হল। বড় ফোঁটার বিভব কত হবে? **[BUET'14-15, 11-12]**

সমাধান: ধরি, প্রতিটি গোলকের চার্জ Q; এখন, $8 \times \left(\frac{4}{3}\pi\right) r^3 = \left(\frac{4}{3}\pi\right) R^3; R = 2r$ ..... (i)

আমরা জানি, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} \times \frac{q}{r}$

বড় ফোটার বিভব V′ এবং প্রতিটি ছোট ফোটার বিভব V হলে, $\frac{V'}{V} = \frac{q'}{q} \times \left(\frac{r}{R}\right) = \frac{8q}{q} \times \left(\frac{r}{2r}\right) = \frac{8}{2} = 4$

$\therefore v' = 4v = 4 \times 220\ V = 880\ V$ **(Ans.)**

12. 3×10^{-10} আধানযুক্ত একটি গোলাকার তেলের ফোঁটার তলের বিভব 500 V . যদি এরকম দুটি ফোঁটা মিলে একটি গোলাকার ফোঁটার সৃষ্টি হয়, তাহলে উক্ত ফোঁটার তলের বিভব কত হবে? [$\epsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$] **[BUET'08-09]**

সমাধান: $C_1 = 4\pi\ \epsilon_0\ r_1,\ v_1 = 500V,\ q_1 = 3 \times 10^{-10}$ C.

2 টা ফোঁটার আয়তন বড় ফোঁটার আয়তনের সমান

$\therefore \frac{4}{3}\pi R^3 = 2 \times \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow R = \sqrt[3]{2}r = 1.2599\ r$

$\therefore C = 4\pi\ \epsilon_0\ R, Q = 2q_1$ (Charge double হয়ে যাবে)

$\therefore V = \frac{Q}{C} = \frac{2 \times 3 \times 10^{-10}}{4 \times 3.1416 \times 8.854 \times 10^{-12} \times 5.3926 \times 10^{-3} \times 1.2599} = 793.71$ V

$C_1 = \frac{q_1}{v_1} = 6 \times 10^{-13}$ Farad

$\therefore r_1 = \frac{C_1}{4\pi\ \epsilon_0} = 5.3926$ mm

Alternate: $V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1} = 500$ V

$\therefore V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{2q_1}{\sqrt[3]{2}r_1}$

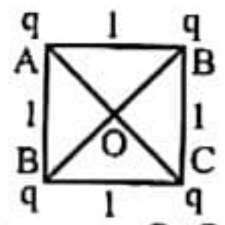
$= 2^{\frac{2}{3}} \times V_1 = 2^{\frac{2}{3}} \times 500V = 793.7$ V

২ ফোঁটার আয়তন = বড় ফোঁটার আয়তন

$\Rightarrow 2 \times \frac{4}{3}\pi r_1^3 = \frac{4}{3}\pi r_2^3 \therefore r_2 = \sqrt[3]{2}r_1$

বড় ফোঁটার চার্জ $q_2 = 2q_1$

13. 1.0 m বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের প্রতিটি কোণায় 5×10^{-9} C চার্জ স্থাপন করা হলো, বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভব নির্ণয় কর। **[RUET'07-08]**



সমাধান: O থেকে প্রতিটি কোণার দূরত্ব, $r = \frac{\sqrt{1^2+1^2}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ m

$\therefore$ বিভবের মান, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{q}{r} + \frac{q}{r} + \frac{q}{r} + \frac{q}{r}\right) = \frac{4q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{q}{\pi\epsilon_0 r} = 254.206$ volt

14. 20 μC বিশিষ্ট একটি চার্জ বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র তৈরী করে। চার্জটি থেকে 10 cm এবং 5 cm দূরত্বে দুটি বিন্দুর অবস্থান। একটি বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে একটি ইলেকট্রন নিতে কাজের পরিমাণ বের কর। **[BUET'06-07]**

সমাধান: আমরা জানি, $W = q\ (v_2 - v_1) = q\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)$

$= 20 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19}\left(\frac{1}{0.05} - \frac{1}{0.1}\right) = 2.88 \times 10^{-13}$ J

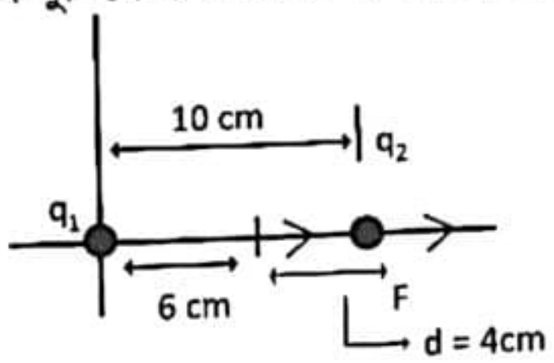
এখানে, $q = 20 \times 10^{-6}$ C

$Q = 1.6 \times 10^{-19}$

$r_1 = 10$ cm $= 0.1$ m

$r_2 = 5$ cm $= 0.05$ m

15. 12 μC এবং 8 μC দুটি বিন্দু চার্জ পরস্পর থেকে 10 সে. মি. দূরে অবাস্থত। চাজ দুাটকে 6 সে. মি. ব্যবধানে নিয়ে আসতে কতটুকু কাজ করতে হবে। চার্জ দুটি শূন্যে অবস্থিত। **[CUET'05-06]**

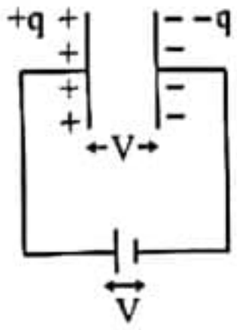


সমাধান: $W = q_2(v_2 - v_1) = 8 \times 10^{-6} \times \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)$

$= 8 \times 10^{-6} \times 12 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^9 \left(\frac{1}{0.06} - \frac{1}{0.1}\right) = 5.76\,\text{J}$ **(Ans.)**

Question Type-04: তড়িৎ ধারক ও ধারকত্ব

➲ Formula & Concept:

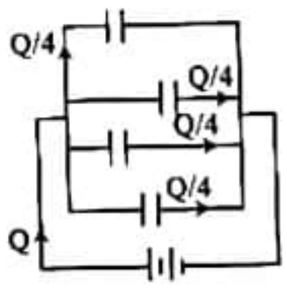


- যদি একটি ধারকের উভয়পাতের মধ্যে V বিভব পার্থক্য প্রয়োগে উভয় পাতে জমা হওয়া চার্জের পরিমাণ q হয়, তবে ধারকটির ধারকত্ব, $C = \frac{q}{V}$।
- যদি প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ V পরিবর্তন করা হয়, জমা হওয়া চার্জের পরিমাণ q পরিবর্তন হবে, ধারকত্ব C পরিবর্তন হবে না।
- $C_1, C_2, C_3, \ldots\ldots\ldots, C_n$ ধারকত্বের n সংখ্যক ধারক সমান্তরালে যুক্ত থাকলে, তুল্য ধারকত্ব, $C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n$
- সমান্তরাল সমবায়ে ধারকসমূহের বিভব পার্থক্য একই থাকে।
- শ্রেণিতে যুক্ত থাকলে, তুল্য ধারকত্ব, $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}$
- শ্রেণি সমবায়ে ধারকসমূহের চার্জ একই থাকে।

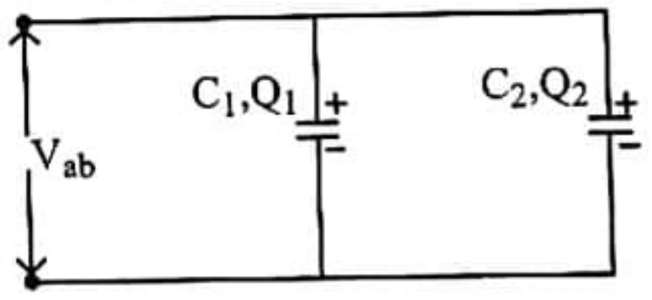
01. Four identical capacitors are connected in parallel to a battery. If a total charge of Q flows from the battery, how much charge does each capacitor carry? **[IUT'20-21]**

(a) $\frac{Q}{4}$ (b) Q (c) 4 Q (d) 16 Q

Solution: (a); Here, current flow equally separates as 4 capacitors are identical.



02. In the figure, $C_1 = 6\,\mu\text{F}, C_2 = 3\,\mu\text{F}$ and $V_{ab} = 18$ V. What is the value of equivalent capacitance? **[IUT'17-18]**



(a) 9 mF (b) 9 μF (c) 0.9 mF (d) 9 F

Solution: (b); $C_{eq} = C_1 + C_2 = (6 + 3)\mu\text{F} = 9\mu\text{F}$ **(Ans.)**

03. তিনটি ধারকের ধারকত্ব যথাক্রমে 2 μF, 3 μF ও 6 μF। এদেরকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে তুল্য ধারকত্ব কত হবে? **[Ans: d][RUET'14-15]**

(a) 0.5 μF (b) 2 μF
(c) 3 μF (d) 1 μF (e) None

04. A 2.2μF capacitor is first charged so that the electric potential difference is 6.0 V. How much additional charge is needed to increase the electric potential difference to 15.0 V? **[IUT'14-15]**

(a) 18.7 μC (b) 19.4 μC (c) 18.8 μC (d) 19.8 μC

Solution: (d); $Q = CV = 2.2\mu \times 6 = 13.2 \times 10^{-6}\ C\ ;\ Q' = CV' = 2.2 \times 15 = 33 \times 10^{-6}\ C$

$\therefore \Delta Q = Q' - Q = 19.8 \times 10^{-6} C = 19.8\ \mu C$

05. 4μF এর 4টি ধারক সিরিজে সংযোগ করা হলো। তাদের সমতুল্য ধারকত্ব কত? **[RUET'13-14]**

(a) 1 μF (b) 2 μF (c) 4 μF (d) 16 μF (e) None

সমাধান: (a) ; $\frac{1}{C_S} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \therefore C_S = 1\ \mu F.$

06. তিনটি ধারকের শ্রেণিবদ্ধ বিন্যাসের মোট ধারকত্ব 1 μF । দুই ধারকের মান যথাক্রমে 2 μF ও 3 μF হলে তৃতীয়টির মান কত?

(a) 7 μF (b) 6 μF (c) 8 μF (d) 4 μF (e) 5 μF **[KUET'11-12]**

সমাধান: **(b);** $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{C} = \frac{1}{1} \Rightarrow C = 6\mu F$

07. There capacitors 3 μF, 3 μF and 1 μF are connected in series and supplied with a 12 V source. What is the total charge stored? **[IUT'11-12]**

(a) 11.5 μC (b) 6.55 μC (c) 5.5 μC (d) 12 μC

Solution: (সঠিক উত্তর নেই); $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{1} \Rightarrow C_{eq} = \frac{3}{5}\ \mu F\ \therefore Q = C_{eq} \times 12 = \frac{3}{5} \times 12 = 7.2\ \mu C$

08. তিনটি ধারকের ধারকত্ব যথাক্রমে 5 μF, 10 μF এবং 1 μF, এদের প্রথম ও তৃতীয়টিকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করে দ্বিতীয়টির সাথে সমান্তরালে সংযুক্ত করা হলে তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর। **[BUET'04-05, BUTEX'00-01]**

সমাধান: ১ম ও ৩য় ধারকের তুল্য ধারকত্ব C_{13} হলে $C_{13} = \frac{5\times1}{5+1} = \frac{5}{6}\mu F$

$\therefore$ মোট তুল্য ধারকত্ব, $C_{123} = \left(\frac{5}{6} + 10\right)\mu F = 10.83\ \mu F$ **(Ans.)**

09. 12 μF এবং 24 μF ধারকত্বের দুইটি ধারক শ্রেণিবদ্ধভাবে সংযুক্ত করলে ধারকত্ব কত হবে? এদের দুই প্রান্তে 40 V এর একটি ব্যাটারীর সাথে সংযুক্ত করলে এটি কত চার্জ গ্রহণ করবে? একটি 100 Ω রোধক উক্ত ধারক দুইটির সাথে শ্রেণি সংযোগ করলে গৃহীত চার্জের কি পরিবর্তন হবে? **[KUET'03-04]**

সমাধান: $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_s = \frac{C_1C_2}{C_1+C_2} = \frac{12\times24}{12+24} = 8\ \mu F$ **(Ans.)**

$C = \frac{Q}{V} \therefore Q = CV = 3.2 \times 10^{-4}\ C$; এদের সাথে শ্রেণিতে রোধ যুক্ত থাকায় গৃহীত চার্জে কোন পরিবর্তন আসবে না।

Question Type-05: সমান্তরাল পাত ধারক

➲ **Formula & Concept:**

ধারক বিভিন্ন রকমের হতে পারে, তার মধ্যে এক প্রকার হলো সমান্তরাল পাত ধারক। সমান্তরাল পাত ধারকে দুটি সমান্তরাল পরিবাহী পাত নির্দিষ্ট দূরত্বে রাখা থাকে এবং পাতদ্বয়ের মধ্যে কোনো একটি মাধ্যম থাকে। এই ধারকের ধারকত্ব নির্ণয়ের সূত্র, $C = \frac{\epsilon_0 KA}{d}$; যেখানে, ϵ_0= শূন্য মাধ্যমের ভেদ্যতা; K = পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক (পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের); A = কার্যকরী ক্ষেত্রফল এবং d = সমান্তরাল পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব।

♦ সূত্রসমূহঃ সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব,

➢ $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ ➢ $C = \frac{Q}{V}$ ➢ ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবক, $k = \frac{C \rightarrow \text{যে কোনো মাধ্যমে}}{C_0 \rightarrow \text{শূন্য মাধ্যমে}}$

01. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল $1.56 \times 10^6\ mm^2$ এবং পাতদ্বয় পরস্পর হতে 2 cm দূরে অবস্থিত। যদি পাতদ্বয়ের বিভব পার্থক্য 66 V হয়, তবে প্রত্যেকটি পাতে চার্জের পরিমাণ কত? **[KUET'15-16]**

(a) 3.98×10^{-8} C (b) 4.56×10^{-8} C (c) 6.906×10^{-10} F (d) 6.64×10^{-10} F (e) 4.7×10^{-8} C

সমাধান: (b); $C = \frac{\epsilon_o A}{d}, C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = CV = \frac{\epsilon A}{d} V = 4.56 \times 10^{-8}$ C

$[A = 1.56 \times 10^6\ mm^2 = 1.56\ m^2,\ d = 2\ cm = 0.02\ m]$

02. সমান্তরাল পাত ধারকের দুই পাতের মধ্যে ডাইইলেকট্রিক দ্বারা পূর্ণ করায় ধারকত্ব 5 μF থেকে বেড়ে 60 μF হয়। ডাইইলেকট্রিক (পরাবৈদ্যুতিক) ধ্রুবকের মান হবে- **[BUET'13-14]**

(a) 65 (b) 55 (c) 12 (d) 10

সমাধান: (c) ; $C \propto K;\ So, K = \frac{60}{5} = 12$

03. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাতের পৃষ্ঠক্ষেত্রফল $1.4\ m^2$ এবং বায়ু মাধ্যমে পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 3 cm। ইহার ধারকত্ব নির্ণয় কর। **[KUET'13-14]**

(a) 4.1×10^{-6} μF (b) 4.132×10^{-4} μF (c) 4×10^{-4} F (d) 6.42×10^{-4} μF (e) 4.4×10^{-6} F

সমাধান: (b); এখানে, $\epsilon_o = 8.854 \times 10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$; $A = 1.4\ m^2$; $d = 3 \times 10^{-2}$ m

আমরা জানি, $C = \frac{\epsilon_o A}{d} = 4.132 \times 10^{-4}$ μF

04. বায়ুপূর্ণ সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব 1 pF। পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করে পাত দুটির মধ্যবর্তী স্থান সম্পূর্ণরূপে মোম পরামাধ্যম দিয়ে পূর্ণ করা হল। ফলে ধারকত্ব 2 pF হয়। মোমের ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক হল- **[BUET'12-13]**

(a) 0.25 (b) 0.50 (c) 2.0 (d) 4.0

সমাধান: (d); $C_1 = \frac{\epsilon_o A}{d}; C_2 = \frac{k\epsilon_o A}{2d}; C_1 = 1$ pF; $C_2 = 2$ pF $\therefore C_2 = 2C_1 \Rightarrow \frac{k\epsilon_o A}{2d} = \frac{2\epsilon_o A}{d} \Rightarrow k = 4$

05. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের মধ্যে একটি ডাইইলেকট্রিক পদার্থ স্থাপন করায় ধারকের সঞ্চিত শক্তি পাঁচ গুণ বৃদ্ধি পায়। পদার্থটির ডাইইলেকট্রিক ধ্রুবক হবে- **[BUET'10-11]**

(a) 5 (b) 25 (c) $\frac{1}{5}$ (d) $\frac{1}{25}$

সমাধান: (a); $E = \frac{1}{2}CV^2$ এবং $C = \frac{\epsilon A}{d}$ এখানে, Voltage constant বলে, $E \propto C$ আবার, A ও d Constant $E \propto \epsilon$ [$\because C \propto \epsilon$]

$\therefore \frac{E_2}{E_1} = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_2} = K \therefore K = \frac{5E_1}{E_1} = 5$

$E_1 = \frac{1}{2}CV^2; Q = CV; C' = KC; V' = \frac{Q}{C'} = \frac{V}{K}$

$\therefore E_2 = \frac{1}{2}.KC.\frac{V^2}{K^2} = \frac{1}{2}.\frac{1}{K}.CV^2;\ \frac{5}{2}.CV^2 = \frac{1}{2}.\frac{CV^2}{K};\ K = \frac{1}{5}$

06. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাত দুটি বৃত্তাকার। পাত দুটির প্রত্যেকটির ব্যাসার্ধ 8×10^{-2} m এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 2×10^{-3} m। ধারকটিতে 100 ভোল্ট বিভব প্রয়োগ করলে পাত দুইটিতে কি পরিমাণ চার্জ জমা হবে নির্ণয় কর। **[KUET'10-11]**

(a) 8.9×10^{-3}C (b) 8.9×10^{-9}C (c) 6.9×10^{-3}C (d) 9.8×10^{-9}C (e) 9.8×10^{-6}C

সমাধান: (b); $Q = CV; C = \frac{A\epsilon_o}{d}; A = \pi r^2 \therefore Q = V \times \frac{A\epsilon_o}{d} = 8.9 \times 10^{-9}$C

07. একটি বায়ুপূর্ণ সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব 8×10^{-12} F। যদি ধারকটি 6 পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি মাধ্যম দ্বারা পূর্ণ করে পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কমিয়ে অর্ধেক করা হয়, তাহলে ধারকটির ধারকত্ব কত হবে? **[BUTEX'20-21]**

সমাধান: আমরা জানি, k পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকবিশিষ্ট মাধ্যমে সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব, $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$।

বায়ু মাধ্যমে, $k = 1 \therefore C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = 8 \times 10^{-12}$ F ; অন্যদিকে, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, $k = 6$; দূরত্ব, $d' = \frac{d}{2}$

$\therefore$ ধারকত্ব, $C' = \frac{\epsilon_0 kA}{d'} = \frac{\epsilon_0 \times 6 \times A}{\frac{d}{2}} = 12 \times \frac{\epsilon_0 A}{d} = 12 \times 8 \times 10^{-12}\ F = 96 \times 10^{-12}$ F $\therefore$ নির্ণেয় ধারকত্ব 96×10^{-12} F

08. Dielectric পদার্থ কিভাবে ধারকের ধারকত্ব বৃদ্ধি করে? **[BUTEX'18-19]**

সমাধান: আমরা জানি, ধারকত্ব $c = \frac{\epsilon A}{d} = \frac{\epsilon_0 Ak}{d} \because c \propto k$

ডাই-ইলেকট্রিক পদার্থের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক k এর মান বেশি তাই ধারকের ধারকত্ব বৃদ্ধি পায়।

09. ১ নং চিত্রে V_1, V_2, V_3 ভোল্টেজের মান নির্ণয় কর এবং সংশ্লিষ্ট ক্যাপাসিটরের চার্জ নির্ণয় কর। **[CUET'07-08]**

সমাধান: চিত্র হতে, $V_1 = 10\ V$

$\therefore Q_1 = C_1V_1 = 10 \times 6 \times 10^{-6}C = 6 \times 10^{-5}\ C$ **(Ans.)**

C_2 ও C_3-এর তুল্যধারকত্ব $= \frac{6\times12}{6+12} = 4\ \mu F$

$\therefore C_2$ ও C_3 এর প্রতিটিতে চার্জ $= 4 \times 10^{-6} \times 10 = 4 \times 10^{-5}\ C$ **(Ans.)**

আবার, $V_2 = \frac{4\times10^{-5}}{6\times10^{-6}} = 6.667\ V$ ও $V_3 = \frac{4\times10^{-5}}{12\times10^{-6}} = 3.333\ V$ **(Ans.)**

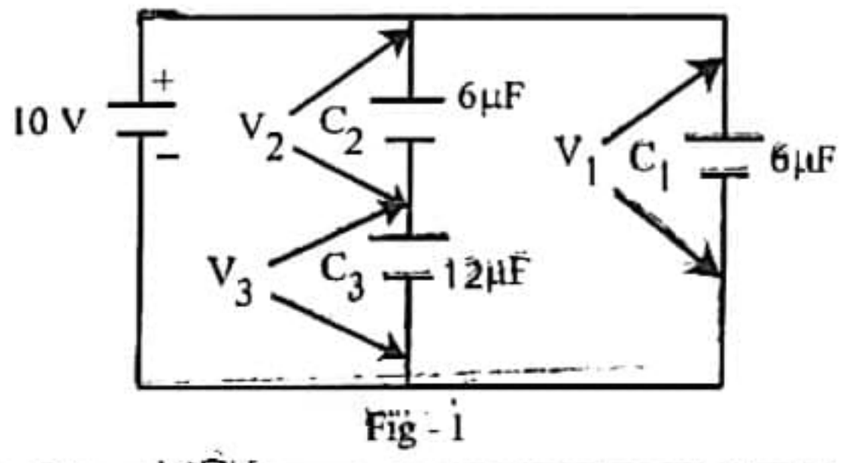


Fig - 1

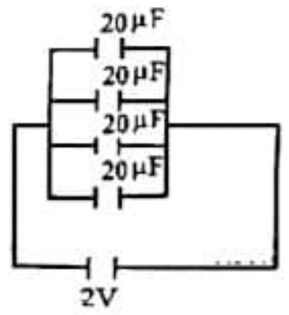
10. চারটি ধারক, যার প্রত্যেকটির ধারকত্ব 20 μF সমান্তরাল সমন্বয়ে রাখা হয়েছে। 2 V ব্যাটারীর সঙ্গে একে সংযুক্ত করে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হল। কত চার্জ এই ধারকগুলোতে জমা হবে? **[BUET'01-02]**

সমাধান: প্রতিটি ধারকের দুপ্রান্তে বিভব পার্থক্য হবে 2 V

এখন, $Q_1 = C_1V = 20 \times 10^{-6} \times 2 = 4 \times 10^{-5}\ C$

অনুরূপভাবে, $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 4 \times 10^{-5}C$

সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হলে এই চার্জ ধারকগুলোতে জমা হবে।



11. 0.05 mm পুরু-কাগজকে পরাবিদ্যুৎ (dielectric) হিসাবে ব্যবহার করে 1 μF ধারকত্বের একটি সমান্তরাল পাত ধারক তৈরি করা হল। এ জন্য 0.2m ব্যাসের কয়টি গোলাকার ধাতব চাকতির প্রয়োজন হবে তা বের কর। **[BUTEX'00-01]**

(কাগজের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক $= 4, \epsilon_o = 8.9 \times 10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$)

সমাধান: দেওয়া আছে, $C = 1\ \mu F = 10^{-6}\ F$

$r = \frac{1}{2} \times 0.2\ m = 0.1\ m$

$\epsilon = \epsilon_o \times k = 4\ \epsilon_o$

$d = 0.05\ mm = 5 \times 10^{-5}$

ধরি, x টি চাকতি দরকার

$C = \frac{A\epsilon}{d} \Rightarrow 10^{-6} = \frac{(x-1)\times\pi\times r^2\times4\times8.9\times10^{-12}}{5\times10^{-5}}$

$\therefore x = 45.7 \Rightarrow x \approx 46$

অর্থাৎ, 46 টি চাকতির দরকার। **(Ans.)**

বিকল্প: এখানে, interleaved capacitor তৈরি করতে হবে।

n সংখ্যক পাতের ধারকত্ব, $C = \frac{\epsilon A}{d}(n-1)$

$\Rightarrow 1 \times 10^{-6}F = \frac{4\times8.9\times10^{-12}\times\pi\times(0.1)^2}{0.05\times10^{-3}}(n-1)$

$\Rightarrow n - 1 = 44.7 \therefore n = 45.7 \approx 46$

$\therefore$ 46 টি চাকতির দরকার।

7 টি পাতের সমন্বয় গঠিত 6 টি সমান্তরাল ধারকের অনুরূপ interleaved capacitor।

Type-06: ধারকে সঞ্চিত শক্তি

➲ **Formula & Concept:**

ধারকে সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$

ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল $= A$ এবং পাতদ্বয়ের দূরত্ব $= d$

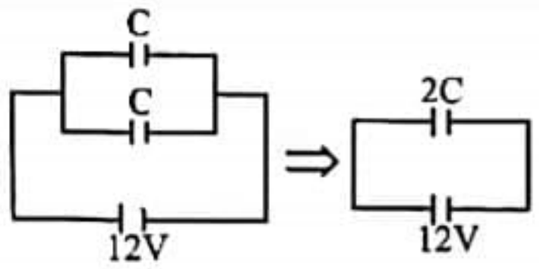
$\therefore$ ধারকের আয়তন $= Ad$

$\therefore$ ধারকের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $U_v = \frac{\text{মোট শক্তি}}{\text{আয়তন}}$

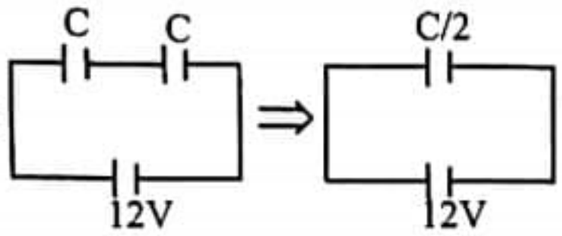
$\Rightarrow U_v = \frac{U}{Ad} = U_v = \frac{1}{2}\epsilon E^2; V = Ed$ [যেখানে, E হল ধারকের তড়িৎ প্রবাল্য]

01. Two identical capacitors are arranged in a circuit. What is the ratio of the energy stored when the capacitors are in series and when they are in parallel with 12 V DC source? **[IUT'18-19]**

(a) $\frac{1}{4}$ (b) $\frac{1}{2}$ (c) 1 (d) 2

Solution: (a); In Parallel: 

$U_1 = \frac{1}{2}(2C) \times 12^2$

In Series: 

$U_2 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{c}{2}\right) \times 12^2$

$\therefore U_2/U_1 = \frac{\frac{1}{2}(C/2)\times 12^2}{\frac{1}{2}(2C)\times 12^2} = \frac{1}{4}$**(Ans.)**

02. Two parallel circular plates of radius 0.08 m are placed in air. The distance between the plates is 0.002 m and are kept at a potential difference of 100 V. What is electrical energy stored in the system? **[IUT'16-17]**

(a) 0.263 J (b) 0.235 J (c) 0.214 J (d) 0.278 J

Solution: (No correct answer); $c = \frac{\epsilon_o A}{d} = 8.9 \times 10^{-11} F; W = \frac{1}{2}CV^2 = 4.45 \times 10^{-7} = 0.445\ \mu J$

03. m kg ভর এবং Q কুলম্ব চার্জ বিশিষ্ট একটি ধনাত্মক চার্জ কণা স্থিরাবস্থা হতে V volt বিভব পার্থক্যে চালিত হয়। J এককে এর গতিশক্তি হলো- **[BUTEX'14-15]**

(a) QV (b) mQV (c) $\frac{mQ}{V}$ (d) $\frac{m}{QV}$

সমাধান: (a); গতিশক্তি = কৃতকাজ = $W = VQ$

04. Two 10 μF capacitor are connected in parallel and the combination is fed by a 12 V battery. What is the energy stored in the capacitors? **[IUT'14-15]**

(a) 1.35 mJ (b) 1.10 mJ (c) 1.44 mJ (d) 1.56 mJ

Solution: (c); $C_{eq} = 2 \times 10\mu F\ \therefore E = \frac{1}{2}C_{eq}V^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 \times 10^{-6} \times 12^2 = 1.44\ mJ$

05. 4μF একটি ধারককে 9 volts ব্যাটারী দ্বারা আহিত করলে এতে কি পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত হবে? **[BUTEX'11-12, BUET'08-09]**

(a) 1.62×10^{-4} Joule (b) 1.8×10^{-5} Joule (c) 36×10^{-5} Joule (d) 8.1×10^{-5} Joule

সমাধান: (a); $U = \frac{1}{2}CV^2 = 1.62 \times 10^{-4}\ J$

06. If the charge on a capacitor is increased by 2 C, the energy stored in it increases by 21%. What is the original charge of the capacitor? **[IUT'08-09]**

(a) 10 C (b) 20 C (c) 30 C (d) 40 C

Solution: (b); $U = \frac{\frac{1}{2}Q^2}{C} \ldots\ldots\ldots (i); U(1.21) = \frac{1}{2}\frac{(Q+2)^2}{C} \ldots\ldots\ldots (ii)$

$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{(Q+2)^2}{Q^2} = 1.21 \Rightarrow \frac{Q+2}{Q} = 1.1 \Rightarrow 1 + \frac{2}{Q} = 1.1 \Rightarrow \frac{2}{Q} = 0.1\ \therefore Q = 20\ C$

07. একটি 100 pF ধারকত্বের ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর যখন (i) ধারকটিকে 4 kV বিভব পার্থক্য প্রদান করা হয় এবং (ii) ধারকের প্রতিটি পাতের চার্জ 60 nC.

[BUET'20-21]

সমাধান: (i) সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 10^{-12} \times (4 \times 10^3)^2 J = 8 \times 10^{-4}\ J$

(ii) সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}.\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(60 \times 10^{-9})^2}{100 \times 10^{-12}} J = 1.8 \times 10^{-5}\ J$

08. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল $0.05\ m^2$। পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যম শূন্য; এদের মধ্যে দূরত্ব 0.0015 m এবং বিভব পার্থক্য 50 V হলে (a) ধারকের ধারকত্ব, (b) পাত দুটির মধ্যে সঞ্চিত শক্তি এবং (c) ধারকের একক আয়তনের সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। [$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ Fm^{-1}$]

[BUET'18-19]

সমাধান: (a); $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = 2.95 \times 10^{-10}\ F$

$A = 0.05\ m^2$

$d = 0.0015\ m$

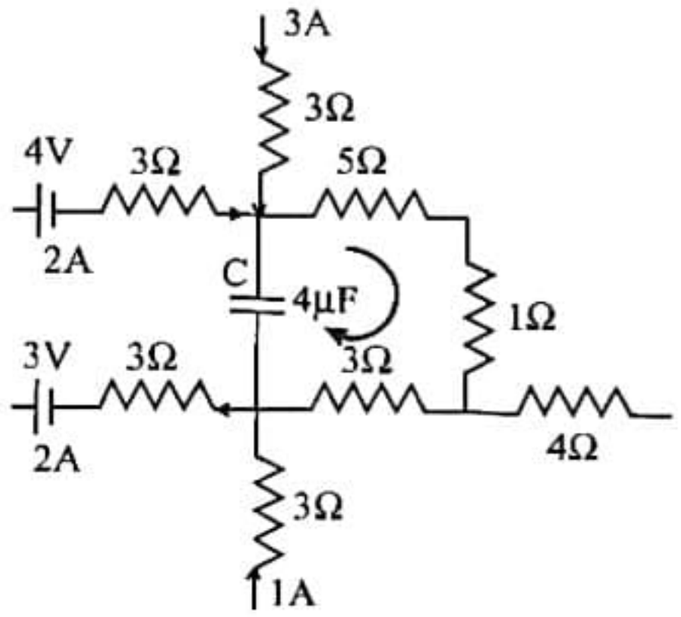
$V = 50\ V$

(b) $W = \frac{1}{2}CV^2 = 3.69 \times 10^{-7}\ J$

(c) একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি $= \frac{W}{Ad} = 4.92 \times 10^{-3}\ J$

09. চিত্রে প্রদর্শিত বৈদ্যুতিক বর্তনীর অংশটুকু সাম্যবস্থায় রয়েছে এবং রোধগুলোর মধ্যে ডিসি কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে। ধারক $C = 4\mu F$ এর মধ্যে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর।

[BUET'18-19]



সমাধান: নোড 'A' তে $I_{5\Omega} = 3 + 2 = 5\ A$

[বি:দ্র: ধারকে কোন তড়িৎ প্রবাহ হবে না]

নোড 'B' তে $2A = I_{3\Omega} + 1\ A$

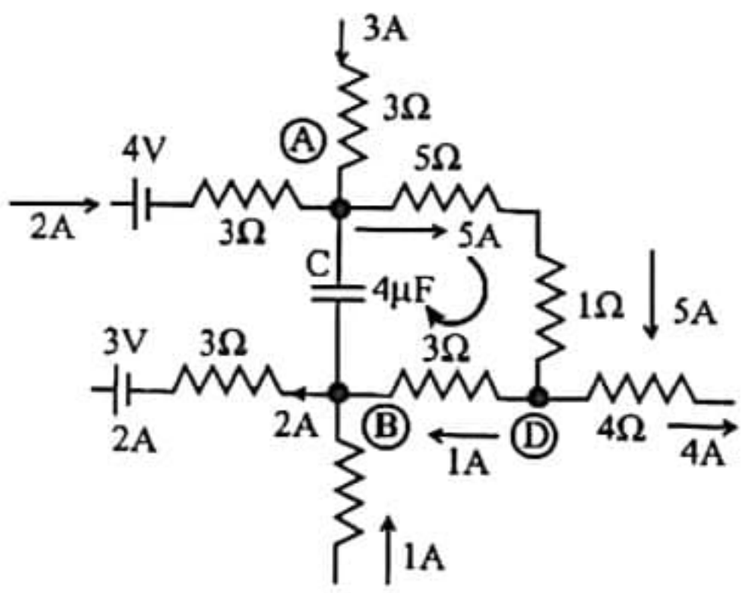
$\Rightarrow I_{3\Omega} = 1\ A \Rightarrow I_{DB} = 1\ A$

$V_{AB} = V_{5\Omega} + V_{1\Omega} + V_{3\Omega} = (5 + 1) \times 5 + 3 \times 1$

$V_{AB} = 33\ V$

$E = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times 33^2$

$= 2.178 \times 10^{-3} J$ **(Ans.)**



10. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল $200\ cm^2$ এবং বায়ুতে পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4 cm হলে এর (i) ধারকত্ব নির্ণয় কর। (ii) যদি ধারকটি 500 V বৈদ্যুতিক উৎসের সাথে সংযোগ করা হয়, তবে ধারকে কত শক্তি সঞ্চিত হবে?

সমাধান: $A = 200\ cm^2 = 200 \times 10^{-4}\ m = 0.02\ m^2$

[BUET'17-18]

$d = 0.4\ cm = 0.4 \times 10^{-2}\ m = 4 \times 10^{-3} m;\ V = 500\ V$

(i) ধারকত্ব $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.84 \times 10^{-12} \times 0.02}{4 \times 10^{-3}} = 4.43 \times 10^{-11}\ F$

(ii) $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 4.43 \times 10^{-11} \times 500 \times 500 = 5.53 \times 10^{-6}\ J$ **(Ans.)**

11. ∠μf ধারকত্বাবাশষ্ট একাট ধারককে চার্জিত করার পর একটি পরিবাহী তার দ্বারা এটিকে চার্জ মুক্ত করা হল। ধারকে সঞ্চিত সমস্ত শক্তিই তারটিকে উত্তপ্ত করতে খরচ হল। এই শক্তির পরিমাণ 214.3 ক্যালরি হলে, কত ভোল্টে ধারকটিকে চার্জিত করা হয়েছিল? **[BUET'13-14]**

সমাধান: $Q = U = \frac{1}{2}CV^2 \ \therefore 214.3 \times 4.2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times V^2$

$\therefore V = \boxed{30000.99\ V}$

12. বায়ু মাধ্যমে 50000 Vm^{-1} সুষম বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে দুটি বৃত্তাকার পাত 0.002 m দূরত্বে সমান্তরাল অবস্থায় আছে। প্রতিটি পাতের ব্যাসার্ধ 0.08 m. গঠিত ধারকটিতে মোট সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। **[BUET'10-11]**

সমাধান: $C = \frac{\epsilon_o A}{d} = 8.901 \times 10^{-11} F$

এখন, $V = Ed \Rightarrow V = 50000 \times 0.002\ V \Rightarrow V = 100\ V$

শক্তি, $U = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow U = 4.45 \times 10^{-7}\ J$

13. চারটি 4 μF এর ধারককে 100 V ব্যাটারির সহিত (ক) সমান্তরাল সংযোগ দিলে কি পরিমাণ বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চিত হবে? (খ) সিরিজ সংযোগ দিলে কি পরিমাণ বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চিত হবে? **[RUET'03-04]**

সমাধান: (ক) $C_p = (4 + 4 + 4 + 4) = 16\ \mu F = 16 \times 10^{-6}\ F$

সঞ্চিত শক্তি $U = \frac{1}{2}C_pV^2 = \frac{1}{2} \times 16 \times 10^{-6} \times 100^2 = 8 \times 10^{-2}\ J$ **(Ans.)**

(খ) $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{4}{4} = 1 \Rightarrow C_s = 1\mu F = 1 \times 10^{-6} F$

সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}C_sV^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-6} \times 10^4 = 5 \times 10^{-3}$ Joule **(Ans.)**

14. 3 μF ও 6 μF ধারকত্বের দুটি ধারককে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করে বর্তনীর দুই প্রান্তে 12 V এর একাট ব্যাটারি সংযোগ দেয়া হলো-

(i) বর্তনীর মোট ধারকত্ব কত? **[BUET'00-01]**

(ii) প্রত্যেকটি ধারকের বিভব পার্থক্য কত?

(iii) প্রত্যেক ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত?

সমাধান: $C_1 = 3\ \mu F = 3 \times 10^{-6}\ F, C_2 = 6\ \mu F = 6 \times 10^{-6}\ F. V = 12\ V$

(i) মোট ধারকত্ব C_s হলে, $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C_s} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$

$\Rightarrow C_s = 2\mu F = 2 \times 10^{-6}\ F$

(ii) $q = C_sV = 2 \times 10^{-6} \times 12 = 24 \times 10^{-6}\ C;$

$V_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{24 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-6}} = 8V; V_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{24 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-6}} = 4\ V$

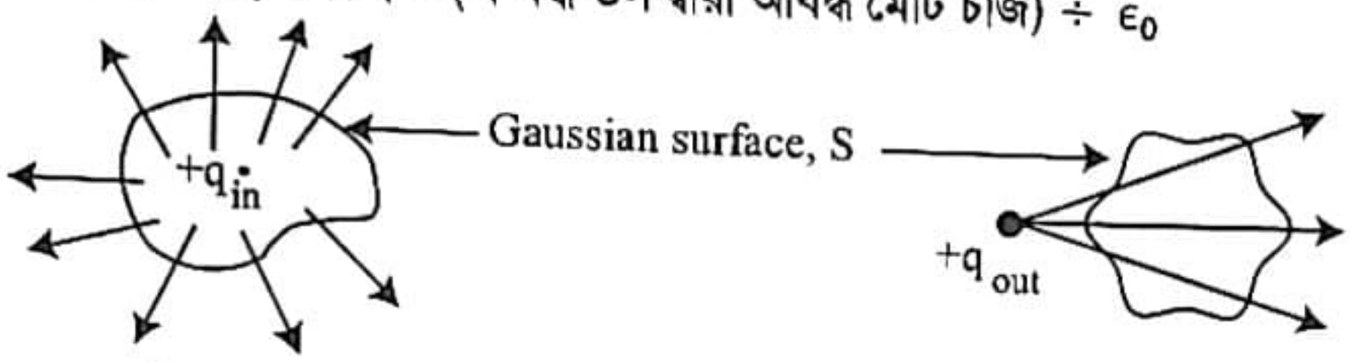
(iii) ১ম ধারকে সঞ্চিত শক্তি, $E_1 = \frac{1}{2}C_1V_1^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-6} \times 8^2 = 9.6 \times 10^{-5}\ J$

২য় ধারকে সঞ্চিত শক্তি, $E_2 = \frac{1}{2}C_2V_2^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \times 4^2 = 4.8 \times 10^{-5}\ J$

Question Type-07: গাউসের সূত্র

➲ **Formula & Concept:**

♦ কোন বদ্ধ তল অতিক্রমকারী নীট তড়িৎ ফ্লাক্স = (ঐ বদ্ধ তল দ্বারা আবদ্ধ মোট চার্জ) ÷ ϵ_0



চিত্র-1 চিত্র-2

➢ চিত্র-1: এর Gaussian Surface এর জন্য নীট অতিক্রমকারী তড়িৎ ফ্লাক্স, $\Phi_E = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$।

➢ চিত্র-2: এর Gaussian Surface এর জন্য নীট অতিক্রমকারী তড়িৎ ফ্লাক্স, $\Phi_E = 0$।

♦ গাউসের সূত্রঃ $\oint \vec{E}.d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$

01. A physics instructor is anteroom charges an electrostatic generator to 25 μC, then carries it into the lecture hall. The net electric flux in $N.m^2C^{-1}$ through the lecture hall wall is- **[IUT'17-18]**

(a) 0 (b) 25×10^{-6} (c) 2.2×10^5 (d) 2.8×10^6

Solution: (d); $\varphi = \frac{q}{\epsilon_0} = \frac{25\times10^{-6}}{8.85\times10^{-12}} = 2.8 \times 10^6$

Question Type-08: বিবিধ

01. 1 coulomb চার্জ কতটি ইলেকট্রনের সমান? **[BUTEX'16-17]**

(a) 300×10^8 (b) 9×10^9 (c) 6.25×10^{18} (d) 6.03×10^{-34}

সমাধান: (c); 1 টি ইলেকট্রনের চার্জ $= 1.6 \times 10^{-19}$ C $\therefore$ 1 coulomb $= \frac{1}{1.6\times10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$ সংখ্যক ইলেক্ট্রনের চার্জ।

02. ধনাত্মক চার্জে চার্জিত ধাতব গোলক M কে অচার্জিত গোলক N এর সংস্পর্শে আনা হল। তার ফলে- **[BUET'12-13]**

(a) উভয় গোলক ধনাত্মক চার্জে চার্জিত

(b) গোলক M ধনাত্মক চার্জে চার্জিত এবং গোলক ঋণাত্মক N চার্জে চার্জিত

(c) গোলক M ধনাত্মক চার্জে চার্জিত এবং গোলক N চার্জ নিরপেক্ষ

(d) গোলক M চার্জ নিরপেক্ষ এবং গোলক N ধনাত্মক চার্জে চার্জিত

সমাধান: (a); উভয় গোলকই ধনাত্মক চার্জযুক্ত।

03. একটি সাবানের বুদবুদকে চার্জ দেয়া হল। এর ব্যাসার্ধ- **[BUTEX'12-13]**

(a) কমবে (b) বাড়বে (c) পরিবর্তন হবে না (d) কোনটিই নয়

সমাধান: (b); চার্জগুলো পরস্পর বিকর্ষণ করে সরে যেতে চাইবে ফলে ব্যাসার্ধ বেড়ে যায়।

04. একটি চার্জিত বস্তুকে অগ্নি-শিখার উপর ধরে রাখলে তা অচার্জিত হয়। কারণ- **[Ans:a] [BUET'11-12]**

(a) অগ্নি-শিখার উত্তপ্ত গ্যাস আয়নিত হয় বলে

(b) উত্তপ্ত করা হলে বস্তুটি পরিবাহীতে রূপান্তরিত হয় বলে

(c) বস্তুটি অগ্নি-শিখার বিপরীত চার্জে চার্জিত হয় বলে

(d) উত্তপ্ত গ্যাস বস্তুটিকে আঘাত করে এবং এর চার্জ অপসারণ করে বলে