1. कूलॉम का नियम (Coulomb's Law)

इस नियम के अनुसार, दो स्थिर बिंदु आवेशों के बीच लगने वाला आकर्षण या प्रतिकर्षण बल (F), दोनों आवेशों के परिमाणों (q_1, q_2) के गुणनफल के **समानुपाती** और उनके बीच की दूरी (r) के वर्ग के **व्युत्क्रमानुपाती** होता है।

$$F = k\ \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

2. विद्युत क्षेत्र रेखाओं की दो विशेषताएँ

- ये रेखाएँ हमेशा **धनावेश (Positive charge)** से शुरू होकर **ऋणावेश (Negative charge)** पर समाप्त होती हैं।
- दो विद्युत क्षेत्र रेखाएँ कभी भी एक-दूसरे को **नहीं काटतीं**, क्योंकि कटाव बिंदु पर विद्युत क्षेत्र की दो दिशाएँ संभव नहीं हैं।

3. गॉस प्रमेय (Gauss's Theorem)

गॉस के नियम के अनुसार, किसी बंद पृष्ठ (Closed surface) से गुजरने वाला कुल विद्युत फ्लक्स (ϕ), उस पृष्ठ के भीतर उपस्थित कुल नेट आवेश (q) का $1/\epsilon_0$ गुना होता है।

$$\phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

4. परावैद्युतांक (Dielectric Constant)

किसी माध्यम की विद्युतशीलता (ϵ) और निर्वात या वायु की विद्युतशीलता (ϵ_0) के अनुपात को उस माध्यम का **परावैद्युतांक (K)** कहते हैं। इसे आपेक्षिक विद्युतशीलता (ϵ_r) भी कहा जाता है।

$$K = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

९. विद्युत स्थितिज ऊर्जा (Electrostatic Potential Energy)

आवेशों के किसी निकाय (system) को अनंत से उनकी वर्तमान स्थितियों तक लाकर व्यवस्थित करने में किए गए कुल कार्य को उस निकाय की **विद्युत स्थितिज ऊर्जा** कहते हैं। यह ऊर्जा निकाय के विन्यास (configuration) पर निर्भर करती है।

10. समानांतर पट्टिका संधारित्र में दूसरी प्लेट की भूमिका

समानांतर पट्टिका संधारित्र (parallel plate capacitor) में दूसरी प्लेट की मुख्य भूमिका पहली प्लेट के विद्युत विभव (electric potential) को कम करना है।

- जब दूसरी प्लेट को पहली प्लेट के पास रखा जाता है (और इसे भू-संपर्कित किया जाता है), तो यह पहली प्लेट के विभव को घटा देती है।
- विभव कम होने के कारण, संधारित्र की **धारिता (capacitance)** बढ़ जाती है, जिससे वह अधिक आवेश संचित कर पाता है।

11. समविभवी पृष्ठ (Equipotential Surface)

किसी विद्युत क्षेत्र में स्थित वह पृष्ठ जिसके प्रत्येक बिंदु पर **विद्युत विभव का मान समान** होता है, उसे 'समविभवी पृष्ठ' कहते हैं।

- इसकी मुख्य विशेषता यह है कि इस पृष्ठ पर किसी परीक्षण आवेश को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में किया गया **कार्य शून्य** होता है।

12. बंधित आवेश और मुक्त आवेश में अंतर

- **मुक्त आवेश (Free Charge):** ये वे आवेशित कण (जैसे धातुओं में इलेक्ट्रॉन) होते हैं जो पदार्थ के भीतर स्वतंत्र रूप से गति कर सकते हैं।
- **बंधित आवेश (Bound Charge):** ये आवेश परमाणु या अणु के साथ मजबूती से बंधे होते हैं और बाहरी विद्युत क्षेत्र लगाने पर भी स्वतंत्र रूप से गति नहीं कर सकते (जैसे परावैद्युत या इंसुलेटर में)।

14. प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारक

किसी चालक तार का प्रतिरोध (R) इन कारकों पर निर्भर करता है:

- **तार की लंबाई (l):** प्रतिरोध लंबाई के समानुपाती होता है ($R \propto l$)।
- **अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल (A):** प्रतिरोध क्षेत्रफल के व्युत्क्रमानुपाती होता है ($R \propto 1/A$)।
- **पदार्थ की प्रकृति:** अलग-अलग धातुओं का प्रतिरोध अलग होता है।
- **तापमान:** तापमान बढ़ने पर चालक का प्रतिरोध बढ़ता है।

15. विद्युत शक्ति (Electric Power)

किसी विद्युत परिपथ में विद्युत ऊर्जा के खर्च होने या कार्य करने की दर को **विद्युत शक्ति** कहते हैं।

- **सूत्र:** $P = VI$
  (जहाँ P शक्ति, V वोल्टेज और I विद्युत धारा है। इसके अन्य सूत्र $P = I^2 R$ और $P = \frac{V^2}{R}$ भी हैं।)

प्रश्न 23: बिंदु आवेश के कारण विद्युत विभव का व्यंजक

माना कि एक बिंदु आवेश $+q$ बिंदु O पर स्थित है। हमें इससे r दूरी पर स्थित बिंदु P पर विद्युत विभव (V) ज्ञात करना है।

व्युत्पत्ति:

1. अनंत से एक परीक्षण आवेश $+q_0$ को बिंदु P तक लाने में किया गया कार्य विभव के बराबर होता है।

2. किसी दूरी x पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{x^2}$$

3. आवेश q_0 को अल्प दूरी dx विस्थापित करने में किया गया कार्य:

$$dW = -F \cdot dx = -q_0 E \cdot dx$$

4. कुल कार्य (अनंत से r तक):

$$W = \int_{\infty}^{r} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{x^2} \, dx = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{x} \right]_{\infty}^{r}$$

$$W = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r}$$

5. विद्युत विभव की परिभाषा ($V = W/q_0$) से:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

वैद्युत क्षेत्र में द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा का व्यंजक

जब एक वैद्युत द्विध्रुव (Electric Dipole) जिसका द्विध्रुव आघूर्ण $\vec{p}$ है, एक समान वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ में कोण θ पर रखा जाता है, तो उस पर कार्य करने वाला **बलाघूर्ण (Torque)** निम्न होता है:

$$\tau = pE \sin \theta$$

व्युत्पत्ति (Derivation)

1. **सूक्ष्म कार्य (dW):** द्विध्रुव को क्षेत्र के विरुद्ध एक अत्यंत सूक्ष्म कोण $d\theta$ घुमाने में किया गया कार्य:

2. **कुल कार्य (W):** द्विध्रुव को मानक स्थिति $\theta_1 = 90^\circ$ (जहाँ स्थितिज ऊर्जा शून्य मानी जाती है) से किसी वर्तमान स्थिति θ तक घुमाने में किया गया कुल कार्य ही उसकी स्थितिज ऊर्जा (U) के रूप में संचित होता है:

$$U = \int_{90^\circ}^{\theta} pE \sin\theta \, d\theta$$

$$U = pE[-\cos\theta]_{90^\circ}^{\theta}$$

$$U = -pE(\cos\theta - \cos 90^\circ)$$