Ch 1 · Electric Charges & Fields
अध्याय 1 · विद्युत आवेश तथा क्षेत्र

Class 12 Physics · CGBSE 2027 · Question Bank with Solutions / प्रश्न बैंक हल सहित

50 Objective · 20 Short · 5 Long

A. Objective Questions / वस्तुनिष्ठ प्रश्न (50 × 1 mark)

1. SI unit of electric charge is —

विद्युत आवेश का SI मात्रक है —

(a) Ampere / ऐम्पियर (b) Coulomb / कूलॉम

(c) Volt / वोल्ट (d) Farad / फैरड

Ans/उत्तर: (b) Coulomb / कूलॉम

2. Charge on an electron is —

इलेक्ट्रॉन पर आवेश होता है —

(a) $+1.6 \times 10^{-19}$ C (b) -1.6×10^{-19} C

(c) 9.1×10^{-31} C (d) -1.6×10^{19} C

Ans/उत्तर: (b) -1.6×10^{-19} C

3. Number of electrons in 1 coulomb of charge is —

1 कूलॉम आवेश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या है —

(a) 6.25×10^{18} (b) 1.6×10^{19}

(c) 6.25×10^{19} (d) 1.6×10^{-19}

Ans/उत्तर: (a) 6.25×10^{18}

4. In $q = ne$, n is —

$q = ne$ में n होता है —

(a) any real number / कोई भी वास्तविक संख्या (b) an integer / पूर्णांक

(c) a fraction / भिन्न (d) irrational / अपरिमेय

Ans/उत्तर: (b) an integer / पूर्णांक

5. A glass rod rubbed with silk acquires —

रेशम से रगड़ी गई काँच की छड़ प्राप्त करती है —

(a) positive charge / धन आवेश (b) negative charge / ऋण आवेश

(c) no charge / कोई आवेश नहीं (d) both / दोनों

Ans/उत्तरः (a) positive charge / धन आवेश

6. When a body is given negative charge, its mass —

किसी वस्तु को ऋण आवेशित करने पर उसका द्रव्यमान —

(a) increases / बढ़ता है (b) decreases / घटता है

(c) remains same / अपरिवर्तित (d) becomes zero / शून्य

Ans/उत्तरः (a) increases / बढ़ता है

7. Charging by friction involves transfer of —

घर्षण द्वारा आवेशन में स्थानांतरण होता है —

(a) protons / प्रोटॉन (b) neutrons / न्यूट्रॉन

(c) electrons / इलेक्ट्रॉन (d) positrons / पॉज़िट्रॉन

Ans/उत्तरः (c) electrons / इलेक्ट्रॉन

8. Value of ε_0 (permittivity of free space) is —

ε_0 (मुक्त आकाश की विद्युतशीलता) का मान है —

(a) $8.85 \times 10^{-12}\ C^2\ N^{-1}\ m^{-2}$ (b) $9 \times 10^9\ N\ m^2\ C^{-2}$

(c) $8.85 \times 10^{12}\ C^2\ N^{-1}\ m^{-2}$ (d) $1.6 \times 10^{-19}\ C$

Ans/उत्तरः (a) $8.85 \times 10^{-12}\ C^2\ N^{-1}\ m^{-2}$

9. Coulomb force between two point charges varies as —

दो बिंदु आवेशों के बीच कूलॉम बल किसके अनुसार बदलता है —

(a) r (b) $1/r$

(c) $1/r^2$ (d) r^2

Ans/उत्तरः (c) $1/r^2$

10. If distance between two charges is doubled, force becomes —

दो आवेशों के बीच दूरी दोगुनी करने पर बल हो जाता है —

(a) $2F$ (b) $F/2$

(c) $4F$ (d) $F/4$

Ans/उत्तरः (d) $F/4$

11. If both charges are doubled at same distance, force becomes —

समान दूरी पर दोनों आवेश दोगुने करने पर बल हो जाता है —

(a) F (b) 2F

(c) 4F (d) F/4

Ans/उत्तरः (c) 4F

12. In a medium of dielectric constant K, Coulomb force becomes —

K परावैद्युतांक वाले माध्यम में कूलॉम बल हो जाता है —

(a) KF (b) F/K

(c) K^2F (d) F/K^2

Ans/उत्तरः (b) F/K

13. Dielectric constant of water is about —

जल का परावैद्युतांक लगभग है —

(a) 1 (b) 8

(c) 80 (d) ∞

Ans/उत्तरः (c) 80

14. Dielectric constant of vacuum is —

निर्वात का परावैद्युतांक है —

(a) 0 (b) 1

(c) ∞ (d) 8.85

Ans/उत्तरः (b) 1

15. Coulomb force is —

कूलॉम बल है —

(a) central and conservative / केंद्रीय व संरक्षी (b) non-central / अकेंद्रीय

(c) non-conservative / असंरक्षी (d) always attractive / सदैव आकर्षी

Ans/उत्तरः (a) central and conservative / केंद्रीय व संरक्षी

16. Dimensional formula of ε_0 is —

ε_0 का विमीय सूत्र है —

(a) $M^{-1}L^{-3}T^4A^2$ (b) $ML^3T^{-4}A^{-2}$

(c) $M^{-1}L^{-2}T^4A^2$ (d) MLT^{-2}

Ans/उत्तरः (a) $M^{-1}L^{-3}T^4A^2$

17. SI unit of electric field intensity is —

विद्युत क्षेत्र की तीव्रता का SI मात्रक है —

(a) N/C (b) C/N

(c) N·C (d) J·C

Ans/उत्तरः (a) N/C

18. Electric field is a —

विद्युत क्षेत्र एक —

(a) scalar / अदिश (b) vector / सदिश

(c) tensor / टेंसर (d) none / कोई नहीं

Ans/उत्तरः (b) vector / सदिश

19. Electric field of a point charge varies as —

बिंदु आवेश का विद्युत क्षेत्र किसके अनुसार बदलता है —

(a) $1/r$ (b) $1/r^2$

(c) $1/r^3$ (d) r

Ans/उत्तरः (b) $1/r^2$

20. Force on charge q in electric field E is —

विद्युत क्षेत्र E में आवेश q पर बल है —

(a) qE (b) E/q

(c) q/E (d) qE^2

Ans/उत्तरः (a) qE

21. Electric field lines start from —

विद्युत क्षेत्र रेखाएँ प्रारंभ होती हैं —

(a) negative charge / ऋण आवेश (b) positive charge / धन आवेश

(c) anywhere / कहीं से भी (d) neutral body / उदासीन वस्तु

Ans/उत्तरः (b) positive charge / धन आवेश

22. Electrostatic field lines —

स्थिरवैद्युत क्षेत्र रेखाएँ —

(a) form closed loops / बंद लूप बनाती हैं

(b) never form closed loops / कभी बंद लूप नहीं बनातीं

(c) may intersect / काट सकती हैं

(d) are always circular / सदैव वृत्ताकार

Ans/उत्तरः (b) never form closed loops / कभी बंद लूप नहीं बनातीं

23. Field lines of a uniform electric field are —

एकसमान विद्युत क्षेत्र की रेखाएँ होती हैं —

(a) parallel and equidistant / समांतर व समदूरस्थ

(b) radial / त्रिज्य

(c) circular / वृत्ताकार

(d) converging / अभिसारी

Ans/उत्तरः (a) parallel and equidistant / समांतर व समदूरस्थ

24. Where field lines are crowded, the field is —

जहाँ क्षेत्र रेखाएँ सघन हों, वहाँ क्षेत्र —

(a) weak / दुर्बल

(b) strong / प्रबल

(c) zero / शून्य

(d) uniform / एकसमान

Ans/उत्तरः (b) strong / प्रबल

25. Electrostatic field inside a charged conductor is —

आवेशित चालक के अंदर स्थिरवैद्युत क्षेत्र होता है —

(a) maximum / अधिकतम

(b) zero / शून्य

(c) infinite / अनंत

(d) depends on shape / आकार पर निर्भर

Ans/उत्तरः (b) zero / शून्य

26. Electric field just outside a charged conductor is —

आवेशित चालक के ठीक बाहर विद्युत क्षेत्र है —

(a) σ/ε_0

(b) $\sigma/2\varepsilon_0$

(c) $2\sigma/\varepsilon_0$

(d) zero / शून्य

Ans/उत्तरः (a) σ/ε_0

27. SI unit of electric dipole moment is —

विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण का SI मात्रक है —

(a) C m (b) C/m

(c) N m (d) C m^2

Ans/उत्तरः (a) C m

28. Direction of dipole moment is —

द्विध्रुव आघूर्ण की दिशा होती है —

(a) +q to −q / +q से −q (b) −q to +q / −q से +q

(c) perpendicular to axis / अक्ष के लंबवत (d) no direction / कोई दिशा नहीं

Ans/उत्तरः (b) −q to +q / −q से +q

29. Net charge on an electric dipole is —

विद्युत द्विध्रुव पर कुल आवेश है —

(a) 2q (b) q

(c) zero / शून्य (d) −q

Ans/उत्तरः (c) zero / शून्य

30. Torque on a dipole in field E is —

क्षेत्र E में द्विध्रुव पर बल आघूर्ण है —

(a) $\vec{p} \cdot \vec{E}$ (b) $\vec{p} \times \vec{E}$

(c) $\vec{E} \times \vec{p}$ (d) pE

Ans/उत्तरः (b) $\vec{p} \times \vec{E}$

31. Torque on a dipole is maximum when angle θ is —

द्विध्रुव पर बल आघूर्ण अधिकतम होता है जब θ है —

(a) 0° (b) 45°

(c) 90° (d) 180°

Ans/उत्तरः (c) 90°

32. A dipole in uniform field is in stable equilibrium at θ = —

एकसमान क्षेत्र में द्विध्रुव स्थायी संतुलन में होता है जब θ = —

(a) 0° (b) 90°

(c) 180° (d) 45°

Ans/उत्तरः (a) 0°

33. A dipole in a non-uniform field experiences —

असमान क्षेत्र में द्विध्रुव अनुभव करता है —

(a) only torque / केवल बल आघूर्ण (b) only force / केवल बल

(c) force and torque / बल व बल आघूर्ण दोनों (d) neither / कोई नहीं

Ans/उत्तरः (c) force and torque / बल व बल आघूर्ण दोनों

34. Ratio of axial to equatorial field of a short dipole (same r) is —

लघु द्विध्रुव के अक्षीय व निरक्षीय क्षेत्र का अनुपात (समान r) है —

(a) 1 : 1 (b) 1 : 2

(c) 2 : 1 (d) 4 : 1

Ans/उत्तरः (c) 2 : 1

35. Equatorial field of a dipole is directed —

द्विध्रुव का निरक्षीय क्षेत्र होता है —

(a) along $\vec{p}$ / $\vec{p}$ की दिशा में (b) opposite to $\vec{p}$ / $\vec{p}$ के विपरीत

(c) perpendicular to $\vec{p}$ / $\vec{p}$ के लंबवत (d) at 45° to $\vec{p}$

Ans/उत्तरः (b) opposite to $\vec{p}$ / $\vec{p}$ के विपरीत

36. SI unit of electric flux is —

विद्युत फ्लक्स का SI मात्रक है —

(a) $N\ m^2\ C^{-1}$ (b) $N\ C^{-1}$

(c) $C\ m^{-2}$ (d) $N\ m\ C^{-1}$

Ans/उत्तरः (a) $N\ m^2\ C^{-1}$

37. Electric flux is a —

विद्युत फ्लक्स एक —

(a) vector / सदिश (b) scalar / अदिश

(c) tensor / टेंसर (d) constant / नियतांक

Ans/उत्तरः (b) scalar / अदिश

38. According to Gauss's law, total flux Φ = —

गाउस के नियम के अनुसार कुल फ्लक्स Φ = —

(a) $q\varepsilon_0$ (b) q/ε_0

(c) ε_0/q (d) $q/4\pi\varepsilon_0$

Ans/उत्तरः (b) q/ε_0

39. Flux through a closed surface enclosing an electric dipole is —

विद्युत द्विध्रुव को घेरने वाले बंद पृष्ठ से फ्लक्स है —

(a) q/ε_0 (b) $2q/\varepsilon_0$

(c) zero / शून्य (d) infinite / अनंत

Ans/उत्तर: (c) zero / शून्य

40. Charge q at centre of a cube: flux through one face is —

घन के केंद्र पर आवेश q: एक फलक से फ्लक्स है —

(a) q/ε_0 (b) $q/6\varepsilon_0$

(c) $q/8\varepsilon_0$ (d) $6q/\varepsilon_0$

Ans/उत्तर: (b) $q/6\varepsilon_0$

41. Charge q at a corner of a cube: flux through the cube is —

घन के कोने पर आवेश q: घन से फ्लक्स है —

(a) q/ε_0 (b) $q/6\varepsilon_0$

(c) $q/8\varepsilon_0$ (d) $q/24\varepsilon_0$

Ans/उत्तर: (c) $q/8\varepsilon_0$

42. If radius of Gaussian sphere around a charge is doubled, flux —

आवेश के चारों ओर गाउसीय गोले की त्रिज्या दोगुनी करने पर फ्लक्स —

(a) doubles / दोगुना (b) halves / आधा

(c) remains same / अपरिवर्तित (d) becomes 4 times / चार गुना

Ans/उत्तर: (c) remains same / अपरिवर्तित

43. Field due to an infinite line charge is —

अनंत रेखीय आवेश के कारण क्षेत्र है —

(a) $\lambda/2\pi\varepsilon_0 r$ (b) $\lambda/4\pi\varepsilon_0 r^2$

(c) λ/ε_0 (d) $\lambda/2\varepsilon_0$

Ans/उत्तर: (a) $\lambda/2\pi\varepsilon_0 r$

44. Field due to an infinite plane sheet of charge is —

अनंत समतल आवेशित चादर के कारण क्षेत्र है —

(a) σ/ε_0 (b) $\sigma/2\varepsilon_0$

(c) $2\sigma/\varepsilon_0$ (d) $\sigma/4\varepsilon_0$

Ans/उत्तर: (b) $\sigma/2\varepsilon_0$

45. Field between two oppositely charged parallel plates is —

विपरीत आवेशित दो समांतर प्लेटों के बीच क्षेत्र है —

(a) σ/ε_0 (b) $\sigma/2\varepsilon_0$

(c) zero / शून्य (d) $2\sigma/\varepsilon_0$

Ans/उत्तरः (a) σ/ε_0

46. Field inside a uniformly charged thin spherical shell is —

एकसमान आवेशित पतले गोलीय कोश के अंदर क्षेत्र है —

(a) $q/4\pi\varepsilon_0 R^2$ (b) zero / शून्य

(c) infinite / अनंत (d) $q/4\pi\varepsilon_0 r^2$

Ans/उत्तरः (b) zero / शून्य

47. SI unit of linear charge density λ is —

रेखीय आवेश घनत्व λ का SI मात्रक है —

(a) C/m (b) C/m^2

(c) C/m^3 (d) C m

Ans/उत्तरः (a) C/m

48. SI unit of surface charge density σ is —

पृष्ठ आवेश घनत्व σ का SI मात्रक है —

(a) C/m (b) C/m^2

(c) C/m^3 (d) $C\ m^2$

Ans/उत्तरः (b) C/m^2

49. Electrostatic shielding is based on the fact that —

स्थिरवैद्युत परिरक्षण इस तथ्य पर आधारित है कि —

(a) field inside a conductor cavity is zero / चालक की गुहा में क्षेत्र शून्य (b) charge is quantized / आवेश क्वांटीकृत है

(c) charge is conserved / आवेश संरक्षित है (d) field lines are continuous / क्षेत्र रेखाएँ सतत हैं

Ans/उत्तरः (a) field inside a conductor cavity is zero / चालक की गुहा में क्षेत्र शून्य

S0. A gold leaf electroscope is used to —

स्वर्ण पत्र विद्युतदर्शी का उपयोग होता है —

(a) detect charge / आवेश की उपस्थिति ज्ञात करने में (b) measure current / धारा मापने में

(c) measure resistance / प्रतिरोध मापने में (d) store charge / आवेश संग्रह में

Ans/उत्तर: (a) detect charge / आवेश की उपस्थिति ज्ञात करने में

B. Short Answer Questions / लघु उत्तरीय प्रश्न (20 × 2–3 marks)

Q1. What is electric charge? Write its three basic properties. [2]

विद्युत आवेश क्या है? इसके तीन मूल गुण लिखिए।

Charge is the property of matter due to which it produces and experiences electric force. / पदार्थ का वह गुण जिसके कारण वह विद्युत बल उत्पन्न व अनुभव करता है।

- **Additivity** – total charge is algebraic sum. / **योज्यता** – कुल आवेश बीजगणितीय योग।
- **Conservation** – total charge of isolated system is constant. / **संरक्षण** – विलगित निकाय का कुल आवेश नियत।
- **Quantization** – $q = \pm ne$. / **क्वांटीकरण**

Q2. Distinguish between conductors and insulators. [2]

चालक और विद्युतरोधी में अंतर लिखिए।

- Conductors have free electrons and allow charge to flow (metals, human body). / चालकों में मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं, आवेश प्रवाहित होता है (धातुएँ, मानव शरीर)।
- Insulators have no free electrons; charge stays where placed (glass, rubber, plastic). / विद्युतरोधियों में मुक्त इलेक्ट्रॉन नहीं; आवेश वहीं रहता है (काँच, रबर, प्लास्टिक)।

Q3. Explain charging of a metal sphere by induction. [3]

प्रेरण द्वारा धातु के गोले को आवेशित करना समझाइए।

1. Bring a negatively charged rod near a neutral sphere: electrons are pushed to the far side. / ऋण आवेशित छड़ को उदासीन गोले के पास लाएँ: इलेक्ट्रॉन दूर वाले भाग में चले जाते हैं।
2. Earth the sphere: the electrons flow to the ground. / गोले को भू-संपर्कित करें: इलेक्ट्रॉन पृथ्वी में चले जाते हैं।
3. Remove the earthing, then the rod: the sphere is left positively charged, spread uniformly. / भू-संपर्क हटाएँ, फिर छड़ हटाएँ: गोला धन आवेशित रह जाता है।

Q4. State Coulomb's law. Define one coulomb. [2]

कूलॉम का नियम लिखिए। एक कूलॉम की परिभाषा दीजिए।

$F = (1/4\pi\varepsilon_0)\, q_1 q_2 / r^2$

1 C is the charge which, placed 1 m from an equal charge in vacuum, repels it with a force of 9×10^9 N. / 1 C वह आवेश है जो निर्वात में समान आवेश से 1 m दूर रखने पर उसे 9×10^9 N बल से प्रतिकर्षित करे।

Q5. Define dielectric constant (relative permittivity) in terms of force. [2]

बल के पदों में परावैद्युतांक (आपेक्षिक विद्युतशीलता) की परिभाषा दीजिए।

Ratio of force between two charges in vacuum to the force between the same charges at the same distance in the medium. / निर्वात में दो आवेशों के बीच बल तथा उसी दूरी पर माध्यम में बल का अनुपात।

$K = F_{vacuum} / F_{medium} = \varepsilon / \varepsilon_0$ *(unitless / मात्रकहीन)*

Q6. State the principle of superposition of electric forces. [2]

विद्युत बलों के अध्यारोपण का सिद्धांत लिखिए।

Net force on a charge due to many charges is the vector sum of the individual forces, each acting as if the others were absent. / अनेक आवेशों के कारण किसी आवेश पर परिणामी बल सभी व्यक्तिगत बलों का सदिश योग होता है।

$\vec{F} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \ldots + \vec{F}_{1n}$

Q7. Define electric field intensity. Write the field due to a point charge. [2]

विद्युत क्षेत्र की तीव्रता की परिभाषा दीजिए। बिंदु आवेश के कारण क्षेत्र लिखिए।

Force experienced by a unit positive test charge at that point: $\vec{E} = \vec{F} / q_0$, *unit N/C. / उस बिंदु पर एकांक धन परीक्षण आवेश पर लगने वाला बल।*

$E = (1/4\pi\varepsilon_0)\, q / r^2$

Q8. Write four properties of electric field lines. [2]

विद्युत क्षेत्र रेखाओं के चार गुण लिखिए।

- *Start on +ve, end on −ve charge. / धन से निकलकर ऋण पर समाप्त।*
- *Never intersect. / कभी नहीं काटतीं।*
- *No closed loops. / बंद लूप नहीं बनातीं।*
- *Crowded lines = strong field; normal to conductor surface. / सघन रेखाएँ = प्रबल क्षेत्र; चालक के पृष्ठ के लंबवत।*

Q9. Why do two field lines never cross? Why don't they form closed loops? [2]

दो क्षेत्र रेखाएँ क्यों नहीं काटतीं? वे बंद लूप क्यों नहीं बनातीं?

At a crossing point the field would have two directions, which is impossible. / काट बिंदु पर क्षेत्र की दो दिशाएँ होंगी, जो असंभव है।

Electrostatic field is conservative; lines begin on +ve and end on −ve charges. / स्थिरवैद्युत क्षेत्र संरक्षी है; रेखाएँ धन से शुरू होकर ऋण पर समाप्त होती हैं।

Q10. What is an electric dipole? Define dipole moment with examples. [2]

विद्युत द्विध्रुव क्या है? उदाहरण सहित द्विध्रुव आघूर्ण की परिभाषा दीजिए।

Two equal and opposite charges separated by a small distance 2a. / अल्प दूरी 2a पर स्थित दो समान व विपरीत आवेश।

$p = q \times 2a$, direction $-q \to +q$, unit C m. Examples / उदाहरण: H_2O, HCl, NH_3 molecules.

Q11. Derive torque on an electric dipole in a uniform electric field. [3]

एकसमान विद्युत क्षेत्र में द्विध्रुव पर बल आघूर्ण का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

Forces qE on $+q$ and $-qE$ on $-q$; net force = 0 but they form a couple. / $+q$ पर qE तथा $-q$ पर $-qE$; परिणामी बल शून्य, परंतु बल-युग्म।

$\tau = qE \times 2a \sin\theta \Rightarrow \tau = pE\sin\theta$, $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$

Max at 90°, zero at 0° and 180°. / 90° पर अधिकतम, 0° व 180° पर शून्य।

Q12. Define electric flux. Write its SI unit. [2]

विद्युत फ्लक्स की परिभाषा दीजिए। SI मात्रक लिखिए।

Number of field lines passing normally through a surface: / किसी पृष्ठ से अभिलंबवत गुजरने वाली क्षेत्र रेखाओं की संख्या:

$\Phi = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA\cos\theta$, unit $N\ m^2\ C^{-1}$ (scalar / अदिश)

Q13. State Gauss's law. What is the flux through a closed surface containing a dipole? [2]

गाउस का नियम लिखिए। द्विध्रुव को घेरने वाले बंद पृष्ठ से फ्लक्स कितना होगा?

Total flux through a closed surface = (net enclosed charge)/ε_0: $\oint \vec{E}\cdot d\vec{A} = q / \varepsilon_0$ / बंद पृष्ठ से कुल फ्लक्स = घिरा कुल आवेश / ε_0

Dipole: net charge = $+q - q = 0$, so flux = **zero**. / द्विध्रुव का कुल आवेश शून्य, अतः फ्लक्स शून्य।

Q14. What is electrostatic shielding? Give one application. [2]

स्थिरवैद्युत परिरक्षण क्या है? एक अनुप्रयोग दीजिए।

Field inside a cavity of a conductor is zero, so the region is protected from outside fields. / चालक की गुहा में क्षेत्र शून्य होता है, अतः वह क्षेत्र बाहरी विद्युत क्षेत्र से सुरक्षित रहता है।

Application: sitting inside a car during lightning is safe; sensitive instruments are kept in metal boxes. / आकाशीय बिजली के समय कार के अंदर बैठना सुरक्षित है।

Q15. Numerical: Find force between +2 μC and +8 μC placed 0.3 m apart in air. [3]

आंकिक: वायु में 0.3 m दूर +2 μC तथा +8 μC आवेशों के बीच बल ज्ञात कीजिए।

$F = 9\times10^{9} \times (2\times10^{-6})(8\times10^{-6}) / (0.3)^2 = 0.144 / 0.09$

$F = 1.6$ N (repulsive / प्रतिकर्षी)

Q16. Numerical: A 2 μC charge is at the centre of a cube of side 9 cm. Find flux through the cube and one face. [3]

आंकिक: 9 cm भुजा वाले घन के केंद्र पर 2 μC आवेश है। घन से तथा एक फलक से फ्लक्स ज्ञात कीजिए।

$\Phi = q/\varepsilon_0 = 2\times10^{-6} / 8.85\times10^{-12} = 2.26 \times 10^{5}$ N m² C⁻¹

One face / एक फलक: $\Phi/6 = 3.77 \times 10^{4}$ N m² C⁻¹

Side length is not needed. / भुजा की आवश्यकता नहीं।

Q17. Numerical: Charges ±10 μC are 5 mm apart. Find dipole moment and torque in a field of 2 × 10⁵ N/C at 30°. [3]

आंकिक: ±10 μC आवेश 5 mm दूर हैं। द्विध्रुव आघूर्ण तथा 2 × 10⁵ N/C क्षेत्र में 30° पर बल आघूर्ण ज्ञात कीजिए।

$p = q \times 2a = 10\times10^{-6} \times 5\times10^{-3} = 5 \times 10^{-8}$ C m

$\tau = pE \sin\theta = 5\times10^{-8} \times 2\times10^{5} \times \frac{1}{2} = 5 \times 10^{-3}$ N m

Q18. Numerical: Find force and acceleration of an electron in a field of 2 × 10⁴ N/C. ($m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg) [3]

आंकिक: 2 × 10⁴ N/C क्षेत्र में इलेक्ट्रॉन पर बल तथा त्वरण ज्ञात कीजिए। ($m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg)

$F = eE = 1.6\times10^{-19} \times 2\times10^{4} = 3.2 \times 10^{-15}$ N

$a = F/m = 3.2\times10^{-15} / 9.1\times10^{-31} = 3.52 \times 10^{15}$ m/s² (opposite to E / E के विपरीत)

Q19. Numerical: How many electrons must be removed from a body to give it a charge of +3.2 × 10⁻⁷ C? [2]

आंकिक: किसी वस्तु को +3.2 × 10⁻⁷ C आवेश देने के लिए कितने इलेक्ट्रॉन निकालने होंगे?

$n = q/e = 3.2\times10^{-7} / 1.6\times10^{-19} =$ **2×10^{12} electrons / इलेक्ट्रॉन**

Q20. Numerical: Find the field at 10 cm from an infinite line charge of λ = 2 μC/m. [2]

आंकिक: λ = 2 μC/m वाले अनंत रेखीय आवेश से 10 cm दूरी पर क्षेत्र ज्ञात कीजिए।

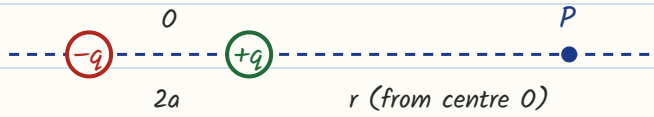
$E = \lambda / 2\pi\varepsilon_0 r = 2 \times 9\times10^{9} \times 2\times10^{-6} / 0.1$

$E = 3.6 \times 10^{5}$ N/C

C. Long Answer Questions / दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (5 × 4 marks)

Q1. Derive an expression for the electric field at a point on the axial line of an electric dipole. [4]

विद्युत द्विध्रुव की अक्षीय रेखा पर स्थित बिंदु पर विद्युत क्षेत्र का व्यंजक प्राप्त कीजिए।



Distance of P from $-q$ = $(r + a)$, from $+q$ = $(r - a)$. / P की $-q$ से दूरी $(r + a)$, $+q$ से $(r - a)$।

$E_+ = kq/(r - a)^2$ (away from $+q$), $E_- = kq/(r + a)^2$ (towards $-q$)

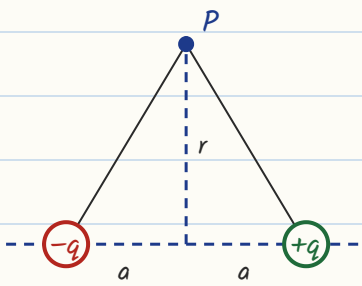
Net / परिणामी: $E = kq[1/(r - a)^2 - 1/(r + a)^2] = kq \cdot 4ar / (r^2 - a^2)^2$

$E = (1/4\pi\varepsilon_0) \cdot 2pr / (r^2 - a^2)^2$ $(p = 2aq)$

For short dipole $r \gg a$ / लघु द्विध्रुव के लिए: **$E_{axial} = (1/4\pi\varepsilon_0) \cdot 2p / r^3$** along $\vec{p}$ / $\vec{p}$ की दिशा में।

Q2. Derive an expression for the electric field at a point on the equatorial line of an electric dipole. [4]

विद्युत द्विध्रुव की निरक्षीय रेखा पर स्थित बिंदु पर विद्युत क्षेत्र का व्यंजक प्राप्त कीजिए।



Distance of P from each charge = $\sqrt{(r^2 + a^2)}$; $E_+ = E_- = kq / (r^2 + a^2)$. / प्रत्येक आवेश से दूरी $\sqrt{(r^2 + a^2)}$; दोनों क्षेत्र समान।

Components perpendicular to axis cancel; parallel components add. / अक्ष के लंबवत घटक निरस्त, समांतर घटक जुड़ते हैं।

$E = 2E_+ \cos\theta, \quad \cos\theta = a / \sqrt{(r^2 + a^2)}$

$E = (1/4\pi\varepsilon_0) \cdot 2qa / (r^2 + a^2)^{(3/2)} = (1/4\pi\varepsilon_0) \cdot p / (r^2 + a^2)^{(3/2)}$

For $r \gg a$: $E_{eq} = (1/4\pi\varepsilon_0) \cdot p / r^3$, opposite to $\vec{p}$ / $\vec{p}$ के विपरीत।

$E_{axial} = 2 \times E_{equatorial}$

Q3. State Gauss's law. Using it, find the electric field due to an infinitely long straight uniformly charged wire. [4]

गाउस का नियम लिखिए। इसकी सहायता से अनंत लंबाई के एकसमान आवेशित सीधे तार के कारण विद्युत क्षेत्र ज्ञात कीजिए।

Gauss's law / गाउस का नियम: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = q_{enclosed} / \varepsilon_0$

Let λ = linear charge density. Take a cylindrical Gaussian surface of radius r and length l, coaxial with the wire. / λ = रेखीय आवेश घनत्व; तार के समाक्षीय r त्रिज्या व l लंबाई का बेलनाकार गाउसीय पृष्ठ लें।

Flat ends: $E \perp dA$, flux = 0. Curved surface: $\Phi = E \cdot 2\pi rl$. / सपाट सिरों से फ्लक्स शून्य; वक्र पृष्ठ से $E \cdot 2\pi rl$.

Charge enclosed = $\lambda l \Rightarrow E \cdot 2\pi rl = \lambda l / \varepsilon_0$

$E = \lambda / (2\pi\varepsilon_0 r)$ directed radially; $E \propto 1/r$ / त्रिज्य दिशा में।

Q4. Using Gauss's law, find the field due to an infinite plane sheet of charge. Hence find the field between two oppositely charged parallel plates. [4]

गाउस के नियम से अनंत समतल आवेशित चादर के कारण क्षेत्र ज्ञात कीजिए। इससे विपरीत आवेशित दो समांतर प्लेटों के बीच क्षेत्र ज्ञात कीजिए।

Let σ = surface charge density. Take a cylinder of cross-section A passing through the sheet. / σ = पृष्ठ आवेश घनत्व; चादर को पार करता A अनुप्रस्थ काट का बेलन लें।

Curved surface: flux = 0. Two flat ends: $\Phi = EA + EA = 2EA$. / वक्र पृष्ठ से शून्य; दोनों सिरों से $2EA$.

Charge enclosed $= \sigma A \Rightarrow 2EA = \sigma A / \varepsilon_0 \Rightarrow$ $\boxed{E = \sigma / 2\varepsilon_0}$ (independent of distance / दूरी से स्वतंत्र)

Two plates ($+\sigma$ and $-\sigma$) / दो प्लेटें:

- Between plates fields add: $\sigma/2\varepsilon_0 + \sigma/2\varepsilon_0 \Rightarrow$ $\boxed{E = \sigma / \varepsilon_0}$ / प्लेटों के बीच क्षेत्र जुड़ते हैं।
- Outside plates fields cancel: $E = 0$. / प्लेटों के बाहर क्षेत्र शून्य।

Q5. Using Gauss's law, find the electric field due to a uniformly charged thin spherical shell at points outside, on and inside it. Draw the E–r graph. [4]

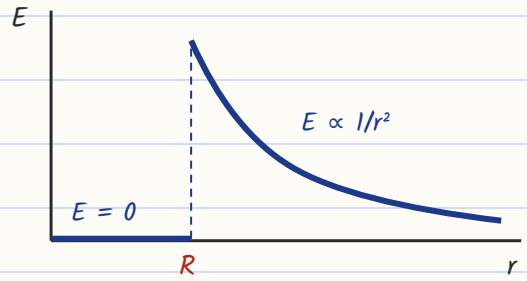
गाउस के नियम से एकसमान आवेशित पतले गोलीय कोश के बाहर, पृष्ठ पर तथा अंदर के बिंदुओं पर विद्युत क्षेत्र ज्ञात कीजिए। E–r ग्राफ बनाइए।

Shell: radius R, charge q. Take a concentric spherical Gaussian surface of radius r. / कोश: त्रिज्या R, आवेश q; r त्रिज्या का संकेंद्री गोलीय गाउसीय पृष्ठ लें।

(i) Outside, $r > R$ / बाहर: $E \cdot 4\pi r^2 = q/\varepsilon_0 \Rightarrow$ $\boxed{E = q / 4\pi\varepsilon_0 r^2}$ (as if all charge at centre / मानो सारा आवेश केंद्र पर हो)

(ii) On surface, $r = R$ / पृष्ठ पर: $\boxed{E = q / 4\pi\varepsilon_0 R^2}$ (maximum / अधिकतम)

(iii) Inside, $r < R$ / अंदर: enclosed charge $= 0 \Rightarrow$ $\boxed{E = 0}$



★ Exam tip / परीक्षा सुझाव: Torque on dipole, axial & equatorial field, and Gauss's law applications (wire, sheet, shell) are the most repeated derivations. Always draw a labelled diagram. / हर व्युत्पत्ति के साथ नामांकित चित्र अवश्य बनाएँ।