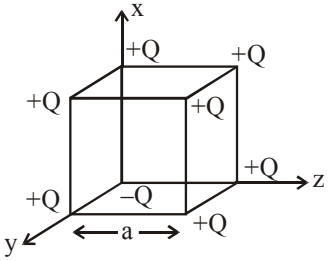
ELECTROSTATICS

1. 'a' भुजा वाली किसी घन के सभी शीर्षों पर +Q आवेश है मूलबिन्दु को छोड़कर जहाँ –Q आवेश स्थित है। इस घन के केन्द्र पर विद्युत क्षेत्र है:



(1) $\frac{-Q}{3\sqrt{3}\,\pi\varepsilon_0 a^2}(\hat{x}+\hat{y}+\hat{z})$

(2) $\frac{-2Q}{3\sqrt{3}\,\pi\varepsilon_0 a^2}(\hat{x}+\hat{y}+\hat{z})$

(3) $\frac{2Q}{3\sqrt{3}\,\pi\varepsilon_0 a^2}(\hat{x}+\hat{y}+\hat{z})$

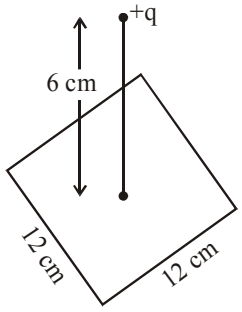
(4) $\frac{Q}{3\sqrt{3}\,\pi\varepsilon_0 a^2}(\hat{x}+\hat{y}+\hat{z})$

2. दो स्थिर इलेक्ट्रॉनों, जिनके बीच की दूरी '2d' है, के बीच इन्हें मिलाने वाली रेखा के मध्यबिन्दु पर तीसरा आवेश प्रोटॉन रखा है। इस प्रोटॉन को किसी लघु दूरी x (x << d) तक दोनों इलेक्ट्रॉनों को मिलाने वाली रेखा के लम्बवत् विस्थापित किया गया है। इसके कारण यह प्रोटॉन सरल आवर्त गति करने लगता है, जिसकी कोणीय आवत्ति होती है: (m = आवेशित कण की संहति)

(1) $\left(\frac{2q^2}{\pi\varepsilon_0 md^3}\right)^{\frac{1}{2}}$ (2) $\left(\frac{\pi\varepsilon_0 md^3}{2q^2}\right)^{\frac{1}{2}}$

(3) $\left(\frac{q^2}{2\pi\varepsilon_0 md^3}\right)^{\frac{1}{2}}$ (4) $\left(\frac{2\pi\varepsilon_0 md^3}{q^2}\right)^{\frac{1}{2}}$

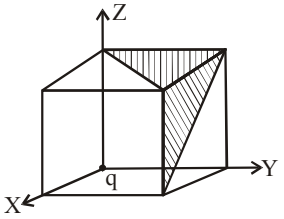
3. आरेख में दर्शाए अनुसार +12 μC का कोई बिन्दु आवेश 12 cm भुजा वाले किसी वर्ग के केन्द्र के ऊर्ध्वाधर ऊपर 6 cm दूरी पर स्थित है। इस वर्ग से गुजरने वाले विद्युत फ्लक्स का परिमाण _____ × 10^3 Nm^2/C होगा।



4. किसी क्षेत्र में विद्युत क्षेत्र को इस प्रकार दर्शाया गया है– $\vec{E}=\left(\frac{3}{5}E_0\hat{i}+\frac{4}{5}E_0\hat{j}\right)\frac{N}{C}$ है। 0.2 m^2 क्षेत्रफल के आयताकार पष्ठ (y–z तल के समान्तर) और 0.3 m^2 के पष्ठ (x–z तल के समान्तर) से गुजरने वाले दिए गये क्षेत्र के फ्लक्स का अनुपात a : b है। यहाँ a = _____ है। [यहाँ $\hat{i},\hat{j}$ और $\hat{k}$ क्रमशः x, y और z-अक्ष के अनुदिश एकांक सदिश है]

5. मरकरी की 512 सर्वसम बूंदों में से प्रत्येक को 2V के विभव तक आवेशित किया गया है। इन सभी बूंदों को मिलाकर एक बड़ी बूंद बनायी गयी है। इस बड़ी बूंद का विभव ____ V है।

6. आरेख में दर्शाए अनुसार कोई आवेश 'q' किसी घन के एक कोने पर स्थित है। विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ के छायांकित क्षेत्र से गुजरने वाला फ्लक्स होगा :



(1) $\frac{q}{4\varepsilon_0}$ (2) $\frac{q}{24\varepsilon_0}$

(3) $\frac{q}{48\varepsilon_0}$ (4) $\frac{q}{8\varepsilon_0}$

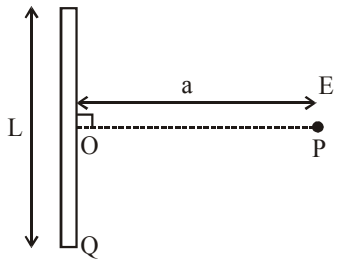
7. दो लघु गोले, जिनमें प्रत्येक का द्रव्यमान 10 mg है, 0.5 m लम्बे धागों द्वारा किसी बिन्दु से निलंबित हैं। समान आवेश द्वारा आवेशित करने पर ये एक दुसरे को 0.20 m दूरी तक प्रतिकर्षित करते हैं। प्रत्येक गोले पर आवेश $\frac{a}{21}\times10^{-8}$ C है। 'a' का मान _____ होगा। [दिया है : g = 10 ms^{-2}]

8. उपेक्षणीय आयतन के दो सर्वसम चालक गोलों पर 2.1 nC और –0.1 nC के आवेश हैं। इस दोनों को सम्पर्क में लाकर फिर 0.5 m की दूरी पर रख दिया गया है। इन दोनों गोलों के बीच स्थिर विद्युत बल _____× 10^{-9} N होगा।

[दिया है : $4\pi\varepsilon_0=\frac{1}{9\times10^9}$ SI मात्रक]

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics

9. आवेश Q द्वारा एकसमान रूप से आवेशित लम्बाई L के किसी पतले तार के लम्ब द्विभाजक पर केन्द्र से दूरी a ($a = \frac{\sqrt{3}}{2}L$) पर स्थित किसी बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र होगाः



(1) $\frac{\sqrt{3}Q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}$ (2) $\frac{Q}{3\pi\varepsilon_0 L^2}$

(3) $\frac{Q}{2\sqrt{3}\pi\varepsilon_0 L^2}$ (4) $\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}$

10. पारे की 27 समान बूदों में प्रत्येक का विभव 10V बनाए रखा गया है। यह सभी गोलीय बूंदें मिलकर एक बड़ी बूंद बनाती हैं। एक छोटी बूंद की तुलना में बड़ी बूंद की स्थितिज ऊर्जा ..... गुनी होगी।

11. नीचे दो कथन दिए गए है :

कथन I : किसी विद्युत द्विध्रुव को किसी खोखले गोले के केन्द्र पर रखा गया है। इसके विद्युत क्षेत्र का गोले से गुजरने वाल फ्लक्स शून्य है परन्तु इस गोले के किसी भी स्थान पर विद्युत क्षेत्र शून्य नहीं है।

कथन II : यदि किसी धातु के ठोस गोले की त्रिज्या R है तथा इस पर कुल आवेश Q है, तो त्रिज्या r (< R) के किसी भी गोलीय पष्ठ के किसी भी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र तो शून्य है, परन्तु त्रिज्या r के बन्द गोलीय पष्ठ से गुजरने वाल विद्युत फ्लक्स शून्य नहीं है।

उपरोक्त कथनों के संदर्भ में नीचे दिए गए विकल्पों में से सबसे उचित उत्तर चुनिए :

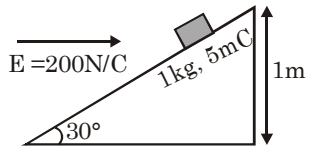
(1) दोनों कथन I और कथन II सही हैं।

(2) कथन I सही है परन्तु कथन II सही नहीं हैं।

(3) दोनों कथन I और कथन II सही नहीं हैं।

(4) कथन I सही नहीं है परन्तु कथन II सही हैं।

12. क्षैतिज से 30° के कोण बनाने वाले किसी आनत तल को 200 $\frac{N}{C}$ के एकसमान क्षैतिज विद्युत क्षेत्र में रखा गया है। आरेख में दर्शाए अनुसार, 1kg द्रव्यमान के किसी पिण्ड को, जिस पर 5 mC आवेश है, विराम की स्थिति से 1m ऊँचाई से इस तल पर सरकाया गया है यदि घर्षण गुणांक 0.2 हैं तो इस पिण्ड को तली तक पहुँचने में लगने वाला समय सेकण्ड होगा। [g = 9.8 m/s², $\sin 30° = \frac{1}{2}$; $\cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2}$]



(1) 0.92 s (2) 0.46 s

(3) 2.3 s (4) 1.3 s

13. मुक्त आकाश में z-अक्ष के अनुदिश स्थित 8 nC/m के एकसमान रेखीय आवेश के प्रभाग में बिन्दु x = 3 m पर पष्ठीय आवेश घनत्व ज्ञात कीजिए।

(1) 0.424 nC m^{-2} (2) 47.88 C/m

(3) 0.07 nC m^{-2} (4) 4.0 nC m^{-2}

14. किसी प्रदेश में विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = \frac{2}{5}E_0\hat{i} + \frac{3}{5}E_0\hat{j}$ है यहाँ $E_0 = 4.0 \times 10^3 \frac{N}{C}$ । Y – Z तल के समान्तर 0.4 m^2 क्षेत्रफल के आयताकार पष्ठ से गुजरने वाला इस क्षेत्र का फ्लक्स _____ Nm^2C^{-1} होगा।

15. मिलिकॉन ऑयल ड्रॉप प्रयोग में, नियत विद्युत क्षेत्र 3.55×10^5 V m^{-1} के अधीन एक तेल की बूंद जिसकी त्रिज्या 2 mm और घनत्व 3g cm^{-3} है, को स्थिर रखा गया है। तेल की बूंद पर उपस्थित अत्यधिक इलेक्ट्रॉनों की संख्या होगी। (माना g = 9.81 m/s²)

(1) 48.8×10^{11} (2) 1.73×10^{10}

(3) 17.3×10^{10} (4) 1.73×10^{12}

16. अनंत बिन्दु आवेशों, जिनमें प्रत्येक पर 1 μC का आवेश है। को y-अक्ष के अनुदिश y = 1 m, 2 m, 4 m, 8 m.....रखा गया है। मूलबिन्दु पर रखे 1C बिन्दु आवेश पर लगने वाला कुल बल $x \times 10^3$ N है। यहाँ x का मान निकटतम पूर्णांक _____ होगा।

[$\frac{1}{4\pi\in_0} = 9 \times 10^9$ Nm^2/C^2 लीजिए।]

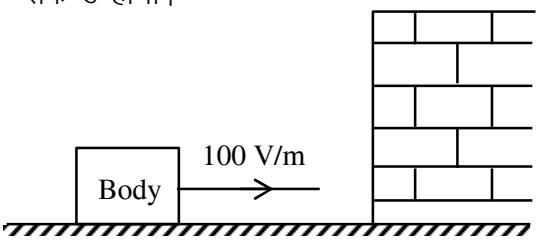
node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics

17. किसी निश्चित आवेश Q को दो भागों q और (Q – q) में विभाजित किया गया है। Q तथा q को किस प्रकार विभाजित किया जाना चाहिए ताकि q और (Q – q) को एक–दूसरे से किसी निश्चित दूरी पर रखे जाने पर ये परस्पर अधिकतम स्थिर विद्युत प्रतिकर्षण बल का अनुभव करे?

(1) $Q = \frac{q}{2}$ (2) $Q = 2q$

(3) $Q = 4q$ (4) $Q = 3q$

18. आरेख में दर्शाए अनुसार 8 μC/g विशिष्ट आवेश का कोई पिण्ड किसी घर्षणहीन तल पर दीवार से 10 cm की दूरी पर रखा है। दीवार की ओर क्षैतिज दिशा में 100 V/m का एकसमान विद्युत क्षेत्र अनुप्रयुक्त किए जाने पर यह पिण्ड दीवार की ओर गति करने लगता है। यदि पिण्ड का दीवार से संघट्ट पूर्णतः प्रत्यास्थ है। जब गति का आवर्तकाल _____ सेकण्ड होगा।



19. किसी विद्युत द्विध्रुव को रैखिक आवेश घनत्व 3.0×10^{-6} C/m के लाईन आवेश के क्षेत्र में x-अक्ष पर रखा गया है। लाइन आवेश z-अक्ष पर रखा है तथा विद्युत द्विध्रुव के धनावेश और ऋणावेश मूलबिन्दु से क्रमशः 10 mm और 12 mm की दूरी पर है। यदि द्विध्रुव पर लगने वाला कुल बल 4 N है, तो द्विध्रुव के धनावेश अथवा ऋणावेश की मात्रा ज्ञात कीजिए –

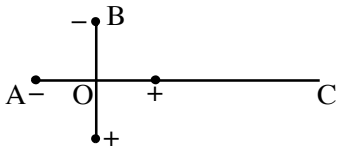
(1) 815.1 nC (2) 8.8 μC

(3) 0.485 mC (4) 4.44 μC

20. मूलबिन्दु पर अवस्थित 2×10^{-9} m^3 के किसी वार्धिक आयतन में परिबद्ध कुल आवेश _____ nC होगा, यदि इसके क्षेत्र का विद्युत फ्लक्स घनत्व $D = e^{-x}\sin y\,\hat{i} - e^{-x}\cos y\,\hat{j} + 2z\hat{k}$ C/m^2 पाया जाता है।

21. द्रव्यमान 1 mg और आवेश q का कोई कण, एक दूसरे से 2 m दूरी पर स्थित दो स्थिर आवेशों जिनमें प्रत्येक का आवेश q है, के मध्यबिन्दु पर स्थित है। यदि मध्य बिन्दु स्थित कण मुक्त आवेश को अपनी साम्य स्थिति से किसी दूरी 'x' (x << 1 m) तक विस्थापित करे, तो यह कण सरल आवर्त गति करने लगता है। इसके दोलन की कोणीय आवत्ति _____ $\times 10^5$ rad/s होगी यदि $q^2 = 10\ C^2$।

22. आरेख में दर्शाए अनुसार दो आदर्श विद्युत द्विध्रुव A और B जिनके द्विध्रुव आघूर्ण क्रमशः p_1 और p_2 हैं किसी तल पर अपने केन्द्रों के साथ O पर स्थित हैं। द्विध्रुव A के अक्ष पर स्थित किसी बिन्दु C पर परिणामी विद्युत क्षेत्र अक्ष से 37° का कोण बनाता है। A और B के द्विध्रुव आघूर्णो का अनुपात $\frac{p_1}{p_2}$ होगा : ($\sin 37° = \frac{3}{5}$ लीजिए)



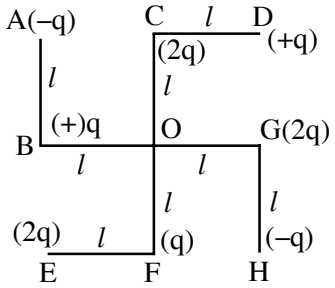
(1) $\frac{3}{8}$ (2) $\frac{3}{2}$ (3) $\frac{2}{3}$ (4) $\frac{4}{3}$

23. दो समान टेनिस बॉलों को, जिनमें प्रत्येक का द्रव्यमान 'm' और आवेश 'q' है को '*l*' लम्बाई के धागों के साथ एक स्थिर बिन्दु से लटकाया गया है। यदि प्रत्येक धागा, ऊर्ध्वाधर से छोटा कोण 'θ' बनाए तो साम्यावस्था में धागों के बीच पथकन का मान होगा :

(1) $x = \left(\frac{q^2 l}{2\pi\varepsilon_0 mg}\right)^{\frac{1}{2}}$ (2) $x = \left(\frac{q^2 l}{2\pi\varepsilon_0 mg}\right)^{\frac{1}{3}}$

(3) $x = \left(\frac{q^2 l^2}{2\pi\varepsilon_0 m^2 g}\right)^{\frac{1}{3}}$ (4) $x = \left(\frac{q^2 l^2}{2\pi\varepsilon_0 m^2 g^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

24. आरेक्ष में दर्शाए गए अनुसार बिन्दु O पर विद्युत क्षेत्र का परिमाण क्या होगा ? आरेख की प्रत्येक भुजा की लम्बाई *l* है तथा प्रत्येक भुजा एक–दूसरे के लम्बवत् है।

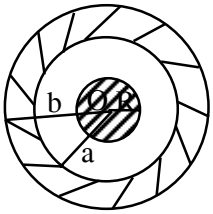


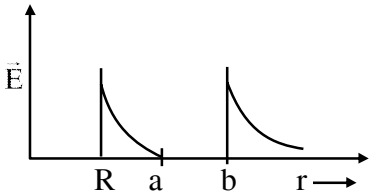
(1) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{l^2}$ (2) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(2l^2)}\left(2\sqrt{2}-1\right)$

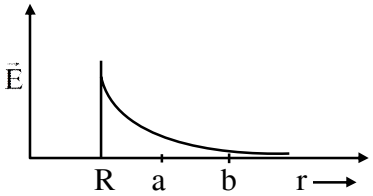
(3) $\frac{q}{4\pi\varepsilon_0(2l)^2}$ (4) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2q}{2l^2}\left(\sqrt{2}\right)$

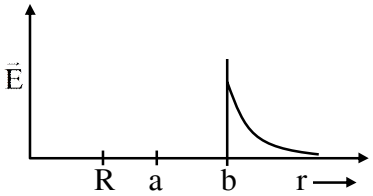
node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics

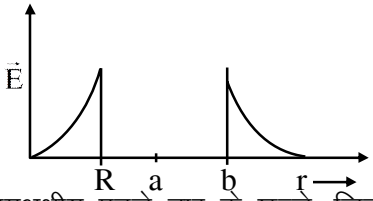
25. चित्रानुसार त्रिज्या R तथा आवेश q का एक ठोस धात्वीय गोला a आन्तरिक त्रिज्या तथा b बाह्य त्रिज्या के गोलीय कोश के अन्दर समकेन्द्रीय रखा है। केन्द्र O से r दूरी के फलन के रूप में विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ का निकटतम विचरण होगा :



(1)


(2)


(3)


(4)


26. दो समअक्षीय पतले तार के छल्ले, जिनमें से प्रत्येक की त्रिज्या 'a' तथा आवेश क्रमशः +Q और–Q है, 's' दूरी पर रखे है। दोनों छल्ले के केन्द्रों के बीच विभवान्तर है –

(1) $\frac{Q}{2\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{a}+\frac{1}{\sqrt{s^2+a^2}}\right]$

(2) $\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{a}+\frac{1}{\sqrt{s^2+a^2}}\right]$

(3) $\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{a}-\frac{1}{\sqrt{s^2+a^2}}\right]$

(4) $\frac{Q}{2\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{a}-\frac{1}{\sqrt{s^2+a^2}}\right]$

27. σ सतह आवेश घनत्व से R त्रिज्या की समानरूप से आवेशित एक चकती x–y तल में रखी है, जिसका केन्द्र मूलबिन्दु पर है। z-अक्ष के अनुदिश मूल बिन्दु से Z दूरी पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात कीजिए।

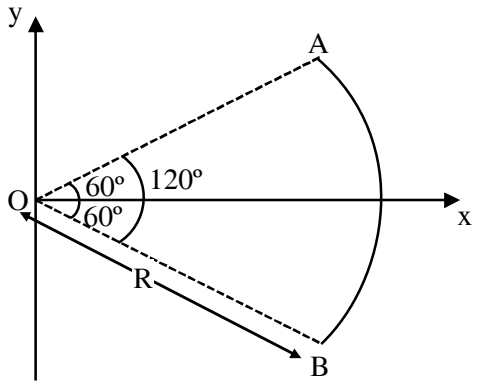
(1) $E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1-\frac{Z}{(Z^2+R^2)^{1/2}}\right)$

(2) $E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1+\frac{Z}{(Z^2+R^2)^{1/2}}\right)$

(3) $E=\frac{2\varepsilon_0}{\sigma}\left(\frac{1}{(Z^2+R^2)^{1/2}}+Z\right)$

(4) $E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\frac{1}{(Z^2+R^2)}+\frac{1}{Z^2}\right)$

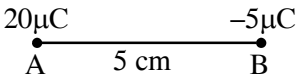
28. चित्रानुसार छड़ AB, 120° पर R त्रिज्या के चाप में मोड़ी जाती है। आवेश (–Q) छड़ AB पर एकसमान रूप से वितरित होता है। वक्रता केन्द्र O पर विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ क्या होगा ?



(1) $\frac{3\sqrt{3}Q}{8\pi\varepsilon_0R^2}\left(\hat{i}\right)$ (2) $\frac{3\sqrt{3}Q}{8\pi^2\varepsilon_0R^2}\left(\hat{i}\right)$

(3) $\frac{3\sqrt{3}Q}{16\pi^2\varepsilon_0R^2}\left(\hat{i}\right)$ (4) $\frac{3\sqrt{3}Q}{8\pi^2\varepsilon_0R^2}\left(-\hat{i}\right)$

29. 20 μC तथा –5 μC आवेशों के दो कण A और B, 5 cm दूरी पर स्थिर रखे जाते है। किस स्थिति पर तीसरा आवेश रखा जाए कि, वह कोई बल अनुभव न करे?



(1) 20 μC आवेश से निकाय के बायीं तरफ 5 cm दूरी पर

(2) –5 μC आवेश से दाहिनी तरफ 5 cm दूरी पर

(3) दोनों आवेशों के बीच –5μC आवेश से 1.25 cm पर

(4) दोनों आवेशों के मध्य बिन्दु पर

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics

30. **असत्य** कथन छाँटिए :

(a) गौसीय सतह में प्रवेश करने वाली विद्युत बल रेखाएं ऋणात्मक फ्लक्स प्रदान करती है।

(b) एक आवेश 'q' एक घन के केन्द्र पर रखा है। सभी फलको से निर्गत फ्लक्स समान होगा।

(c) एक समान विद्युत क्षेत्र में कोई आवेश न रखने वाली बन्द गौसीय सतह से निर्गत परिणामी फ्लक्स शून्य होता है।

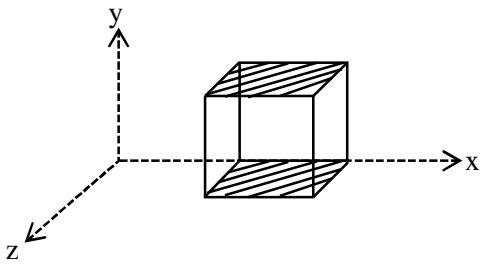
(d) जब विद्युत क्षेत्र गौसीय सतह के समान्तर होती है, तो यह परिमित अशून्य फ्लक्स प्रदान करती है।

नीचे दिए गये विकल्पों में उपयुक्त उत्तर चुनिए :

(1) केवल (c) तथा (d) (2) केवल (b) तथा (d)

(3) केवल (d) (4) केवल (a) तथा (c)

31. एक घन $\vec{E}=150y^2\hat{j}$ के विद्युत क्षेत्र में रखा है। घन की भुजा 0.5 m है तथा यह क्षेत्र में चित्रानुसार रखा है। घन के अन्दर आवेश है :



(1) 3.8×10^{-11} C (2) 8.3×10^{-11} C

(3) 3.8×10^{-12} C (4) 8.3×10^{-12} C

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics

SOLUTION

1. Official Ans. by NTA (2)

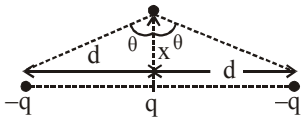
Sol. We can replace –Q charge at origin by +Q and –2Q. Now due to +Q charge at every corner of cube. Electric field at center of cube is zero so now net electric field at center is only due to –2Q charge at origin.

$$\vec{E}=\frac{kq\vec{r}}{r^3}=\frac{1(-2Q)\frac{a}{2}(\hat{x}+\hat{y}+\hat{z})}{4\pi\varepsilon_0\left(\frac{a}{2}\sqrt{3}\right)^3}$$

$$\vec{E}=\frac{-2Q(\hat{x}+\hat{y}+\hat{z})}{3\sqrt{3}\pi a^2\varepsilon_0}$$

2. Official Ans. by NTA (3)

Sol. From the given condition, we have



$$F_{netq}=-\left[2F_{q/q}\cos\theta\right]$$

$$F_{netq}=-2.\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q^2}{\left(\sqrt{d^2+x^2}\right)^2}.\frac{x}{\sqrt{d^2+x^2}}$$

$$=-\frac{q^2}{2\pi\varepsilon_0}\frac{x}{(d^2+x^2)^{3/2}}$$

For $x << d$,

$$F_{net\ q}=-\frac{q^2}{2\pi\varepsilon_0 d^3}x$$

$$\therefore\ a=-\frac{q^2}{2\pi\varepsilon_0.md^3}x$$

Comparing with equation of SHM ($a=-\omega^2x$)

$$\therefore\ \omega=\sqrt{\frac{q^2}{2\pi\varepsilon_0 md^3}}$$

Hence option (3) is correct

3. Official Ans. by NTA (226)

Sol. From symmetry $\phi=\frac{1}{6}\left(\frac{q}{\varepsilon_0}\right)$

$$=\frac{12\times10^{-6}}{6\times8.85\times10^{-12}}=225.98\times10^3\ \frac{Nm^2}{s}$$

$$\simeq226\times10^3\ \frac{Nm^2}{C}$$

4. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $\vec{E}=\left(\frac{3E_0}{5}\hat{i}+\frac{4E_0}{5}\hat{j}\right)\frac{N}{C}$

$A_1 = 0.2\ m^2$ [parallel to y – z plane]

$= \vec{A}_1 = 0.2\ m^2\,\hat{i}$

$A_2 = 0.3\ m^2$ [parallel to x – z plane]

$\vec{A}_2=0.3\,m^2\,\hat{j}$

Now $\phi_a=\left[\frac{3E_0}{5}\hat{i}+\frac{4E_0}{5}\hat{j}\right]\cdot\left[0.2\hat{i}\right]=\frac{3\times0.2}{5}E_0$

& $\phi_b=\left[\frac{3E_0}{5}\hat{i}+\frac{4E_0}{5}\hat{j}\right]\cdot\left[0.3\hat{j}\right]=\frac{4\times0.3}{5}E_0$

Now $\frac{\phi_a}{\phi_b}=\frac{0.6}{1.2}=\frac{1}{2}=\frac{a}{b}$

$\Rightarrow a : b = 1 : 2 \Rightarrow a = 1$

5. Official Ans. by NTA (128)

Sol. $Q = 512q$

$Volume_i = Volume_f$

$512\times\frac{4}{3}\pi r^3=\frac{4}{3}\pi R^3$

$2^9r^3 = R^3$

$R = 8r$

$2=\frac{kq}{r}$

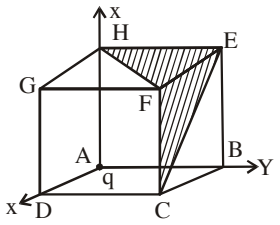
$V=\frac{kQ}{R}=\frac{k\,512\,q}{8r}$

$V = 128.$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics

6. Official Ans. by NTA (2)

Sol.



flux through cube = $\frac{q}{8 \in_0}$

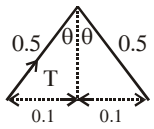
flux through surfaces ABEH, ADGH, ABCD will be zero

ϕ (EFGH) = ϕ (DCFG) = ϕ (EBCF) = $\frac{1}{3}$

$\left(\frac{q}{8 \in_0}\right) = \frac{q}{24 \in_0}$

7. Official Ans. by NTA (20)

Sol.



$T \cos\theta = mg = 10 \times 10^{-6} \times 10 = 10^{-4}$

$T \sin\theta = \frac{9 \times 10^9 \times q^2}{0.04} = F$

$\tan\theta = \frac{0.1}{\sqrt{0.24}} = \frac{F}{mg}$

$q = \frac{2\sqrt{10}}{3\sqrt{\sqrt{24}}} \times 10^{-8}$

$0.95 \times 10^{-8} = \frac{a}{21} \times 10^{-8}$; $a = 20$

8. Official Ans. by NTA (36)

Sol. $q = \frac{(2.1 - 0.1)}{2}$ nC = 1nC

$f = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-18}}{(0.5)^2} = 36 \times 10^{-9}$

9. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $E = \frac{k\lambda}{a}(\sin\theta_1 + \sin\theta_2)$

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{Q}{L} \times \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{3}L}{2}\right)} \times (2\sin\theta)$

$\tan\theta = \frac{L/2}{\frac{\sqrt{3}L}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$\sin\theta = \frac{1}{2}$

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{2Q}{\sqrt{3}L^2} \times \left(2 \times \frac{1}{2}\right)$

$E = \frac{Q}{2\sqrt{3}\pi\varepsilon_0 L^2}$

10. Official Ans. by NTA (243)

Sol. $(27)\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) = \frac{4}{3}\pi R^3$

$R = 3r$

Potential energy of smaller drop :

$U_1 = \frac{3}{5}\frac{kq^2}{r}$

Potential energy of bigger drop :

$U = \frac{3}{5}\frac{kQ^2}{R}$

$U = \frac{3}{5}\frac{k(27q)^2}{R}$

$U = \frac{3}{5}k\frac{(27)(27)q^2}{3r}$

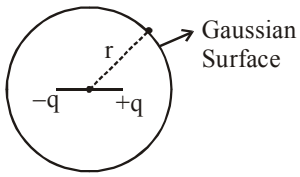
$U = \frac{(27)(27)}{3}\left(\frac{3}{5}\frac{kq^2}{r}\right)$

$U = 243\ U_1$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics

11. Official Ans. by NTA (2)

Sol.

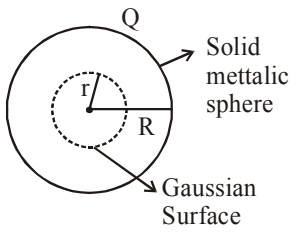


$$\oint \vec{E}.\vec{ds} = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0} = 0 = \phi$$

Flux of $\vec{E}$ through sphere is zero.

But $\oint \vec{E}.\vec{ds} = 0 \Rightarrow \{\vec{E}.\vec{ds} \neq 0\}$ for small section ds only

Statement-2



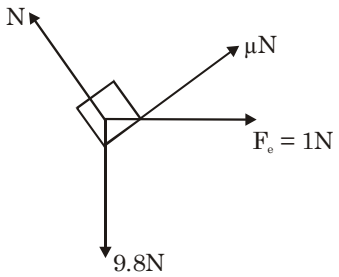
As change encloses within gaussian surface is equal to zero.

$$\phi = \oint \vec{E}.\vec{ds} = 0$$

Option(2) statement-1 correct statement-2 false.

12. Official Ans. by NTA (4)

Sol. FBD



here N = 9.8 cos 30 + 1 sin 30

≈ 9N

so $a = \frac{9.8\sin 30 - 1\cos 30 - \mu N}{1}$

$a = 2.233\ m/s^2$

By $S = ut + \frac{1}{2}at^2$

$= \frac{1}{2}(2.233)t^2$

$\sin 30°$ $\quad t \approx 1.3$ sec

13. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $\frac{2K\lambda}{r} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ (x = 3m)

$$\sigma = 0.424 \times 10^{-9}\ \frac{C}{m^2}$$

14. Official Ans. by NTA (640)

Sol. $\phi = E_x A \Rightarrow \frac{2}{5} \times 4 \times 10^3 \times 0.4 = 640$

15. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $qE = Mg$

$$neE = \rho\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) \times g$$

$n \times 1.6 \times 10^{-19} \times 3.55 \times 10^5$

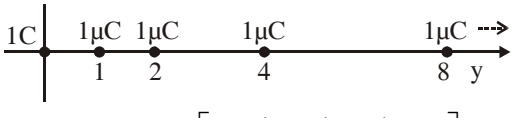
$= 3 \times 10^3 \times \frac{4}{3} \times \pi \times (2 \times 10^{-3})^3 \times 9.81$

$n = 173 \times 10^{(3-9-5+19)}$

$n = 1.73 \times 10^{10}$

16. Official Ans. by NTA (12)

Sol.



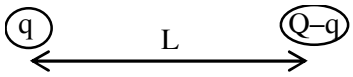
$$F = k(1C)(1\mu C)\left[1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{8^2} + \ldots\right]$$

$$= 9 \times 10^3 \left[\frac{1}{1 - \frac{1}{4}}\right] = 12 \times 10^3 N$$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics

17. Official Ans. by NTA (2)

Sol.



$$F_q = \frac{kq(Q-q)}{L^2} = \frac{k}{L^2}\left(qQ-q^2\right)$$

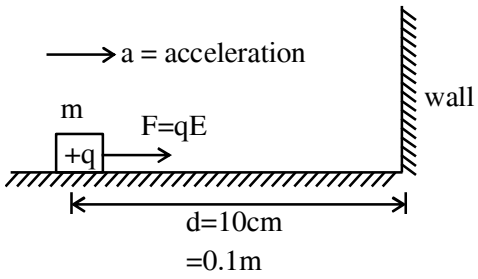
$$\frac{dF}{dq} = 0 \text{ when force is maximum}$$

$$\frac{dF}{dq} = \frac{k}{L^2}[Q-2q] = 0$$

$$\Rightarrow Q - 2q = 0 \Rightarrow Q = 2q$$

18. Official Ans. by NTA (1)

Sol.



F = ma

qE = ma

$$a = \frac{qE}{m}$$

Now $d = \frac{1}{2}at^2$

$$t = \sqrt{\frac{2d}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2d}{\left(\frac{qE}{m}\right)}}$$

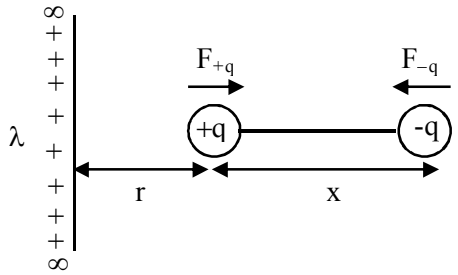
$$t = \sqrt{\frac{2\times 0.1}{\left(\frac{8\times 10^{-6}}{10^{-3}}\right)\times 100}} = \frac{1}{2}$$

$\therefore$ Time period = 2t = 1 sec

Ans. = 1.00

19. Official Ans. by NTA (4)

Sol.



r = 10 mm, x = 2,,

$$\left|\vec{F}_q\right| = \frac{2k\lambda}{r}.q$$

$$\left|\vec{F}_{-q}\right| = \frac{2k\lambda}{r+x}.q$$

$$\Rightarrow \quad \left|\vec{F}_{net}\right| = \frac{2k\lambda q}{r} - \frac{2k\lambda q}{r+x}$$

$$\left|\vec{F}_{net}\right| = \frac{2k\lambda q.x}{r(r+x)}$$

$$4 = \frac{2\times 9\times 10^9 \times 3\times 10^{-6}\times q\times 2mm}{10mm.12mm}$$

$\Rightarrow$ q = 4.44 μC

20. Official Ans. by NTA (4)

Sol. Electric flux density

$$\left(\vec{D}\right) = \frac{charge}{Area}\times\hat{r} = \frac{Q}{4\pi r^2}\hat{r} = \epsilon_0\left(\frac{Q}{4\pi\,\epsilon_0\, r^2}\hat{r}\right)$$

$$\Rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{D}}{\epsilon_0} = \frac{e^{-x}\sin y\hat{i} - e^{-x}\cos y\hat{j} + 2z\hat{k}}{\epsilon_0}$$

Also by Gauss's law

$$\frac{\rho}{\epsilon_0} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right).\vec{E}$$

$$= \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right).\frac{\vec{D}}{\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\partial}{\partial x}\left(e^{-x}\sin y\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(-e^{-x}\cos y\right) + \frac{\partial}{\partial z}(2z)$$

$$\rho = -e^{-x}\sin y + e^{-x}\sin y + 2$$

At origin $\rho = -e^{-0}\sin 0 + e^{-0}\sin 0 + 2$

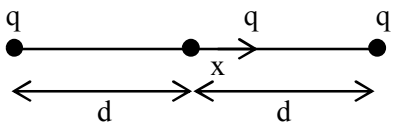
$$\rho = 2C/m^3$$

Charge = ρ × volume $= 2 \times 2 \times 10^{-9} = 4 \times 10^{-9}$

= 4nC

21. Official Ans. by NTA (6000)

Sol.



Net force on free charged particle

$$F = \frac{kq^2}{(d+x)^2} - \frac{kq^2}{(d-x)^2}$$

$$F = -kq^2\left[\frac{4dx}{(d^2-x^2)^2}\right]$$

$$a = -\frac{4kq^2d}{m}\left(\frac{x}{d^4}\right)$$

$$a = -\left(\frac{4kq^2}{md^3}\right)x$$

So, angular frequency

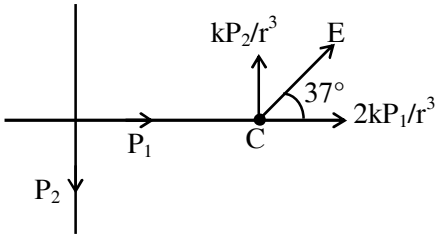
$$\omega = \sqrt{\frac{4kq^2}{md^3}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{4\times9\times10^9\times10}{1\times10^{-6}\times1^3}}$$

$\omega = 6 \times 10^8$ rad/sec

22. Official Ans. by NTA (3)

Sol.

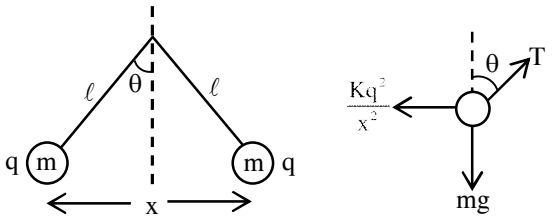


$$\tan 37° = \frac{3}{4} = \frac{\frac{kP_2}{r^3}}{\frac{2kP_1}{r^3}} = \frac{P_2}{2P_1} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{3}{2}; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{2}{3}$$

23. Official Ans. by NTA (2)

Sol.



$T\cos\theta = mg$

$$T\sin\theta = \frac{kq^2}{x^2}$$

$$\tan\theta = \frac{kq^2}{x^2mg}$$

$$\text{as } \tan\theta \approx \sin\theta \approx \frac{x}{2L}$$

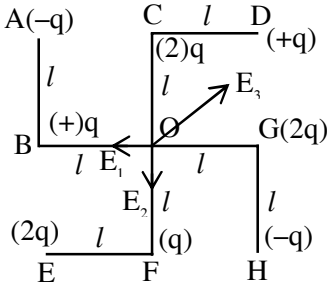
$$\frac{x}{2L} = \frac{Kq^2}{x^2mg}$$

$$x = \left(\frac{q^2L}{2\pi\varepsilon_0 mg}\right)^{1/3}$$

24. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $E_1 = \frac{kq}{\ell^2} = E_2$; $E_3 = \frac{kq}{(\sqrt{2}\ell)^2} = \frac{kq}{2\ell^2}$

$$E = \frac{\sqrt{2}kq}{\ell^2} - \frac{kq}{2\ell^2} = \frac{kq}{2\ell^2}\left(2\sqrt{2}-1\right)$$



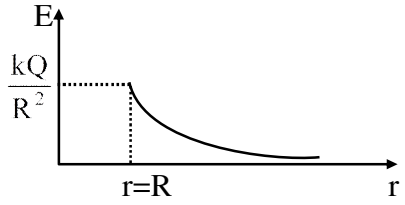
node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics

25. Official Ans. by NTA (1)

Sol. Considering outer spherical shell is non-conducting

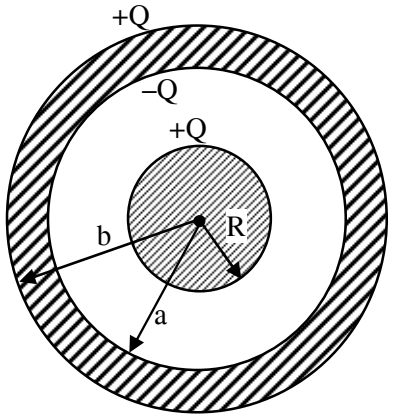
Electric field inside a metal sphere is zero.

$$r < R \Rightarrow E = 0 \; ; \; r > R \Rightarrow E = \frac{kQ}{r^2}$$



Option (2)

Considering outer spherical shell is conducting

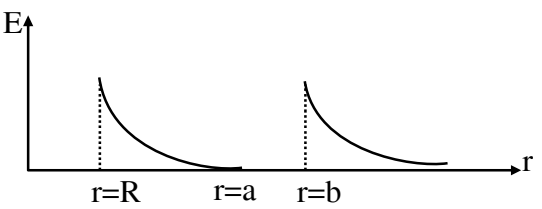


$r < R, E = 0$

$R \le r < a \qquad E = \frac{kQ}{r^2}$

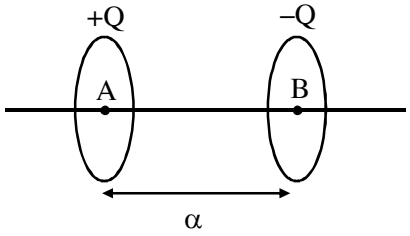
$a \le r < b, \qquad E = 0$

$r \ge b \qquad E = \frac{kQ}{r^2}$



26. Official Ans. by NTA (4)

Sol.



$$V_A = \frac{KQ}{a} - \frac{KQ}{\sqrt{a^2 + s^2}}$$

$$V_B = \frac{-KQ}{a} + \frac{KQ}{\sqrt{a^2 + s^2}}$$

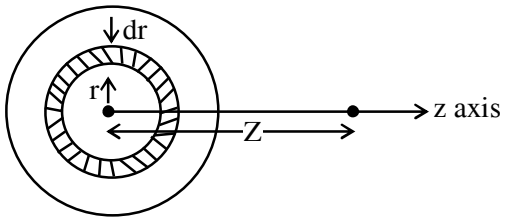
$$V_A - V_B = \frac{2KQ}{a} - \frac{2KQ}{\sqrt{a^2 + s^2}}$$

$$= \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{s^2 + a^2}\right)$$

Ans 4

27. Official Ans. by NTA (1)

Sol. Consider a small ring of radius r and thickness dr on disc.



area of elemental ring on disc

$dA = 2\pi r dr$

charge on this ring $dq = \sigma dA$

$$dEz = \frac{kdqz}{\left(z^2 + r^2\right)^{3/2}}$$

$$E = \int_0^R dE_z = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\left[1 - \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}}\right]$$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics

28. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $\varepsilon = \frac{2k\lambda}{R}\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)(-\hat{i})$

$\lambda = \left(\frac{-Q}{R\theta}\right) = \left(\frac{-Q}{R.\frac{2\pi}{3}}\right)$

$\lambda = \frac{-3Q}{2\pi R}$

$\varepsilon = \frac{2k}{R}.\frac{-3Q}{2\pi R}.\sin(60°)(-\hat{i})$

$\varepsilon = \frac{3\sqrt{3}Q}{8\pi^2 \in_o R^2}(+\hat{i})$

29. Official Ans. by NTA (2)

Sol.

Null point is possible only right side of –5μC

$E_N = +\frac{k(-5\mu C)}{x^2} + \frac{k(20\mu C)}{(5+x)^2} = 0$

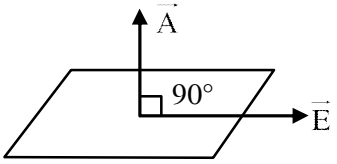
x = 5 cm

$\therefore$ option (2) is correct

30. Official Ans. by NTA (3)

Sol. Since $\phi = \vec{E}.\vec{A} = EA\cos\theta$

$\theta = 90°$ $\therefore \phi = 0$



31. Official Ans. by NTA (2)

Sol. As electric field is in y-direction so electric flux is only due to top and bottom surface

Bottom surface y = 0

$\Rightarrow E = 0 \Rightarrow \phi = 0$

Top surface y = 0.5 m

$\Rightarrow E = 150\,(.5)^2 = \frac{150}{4}$

Now flux $\phi = EA = \frac{150}{4}(.5)^2 = \frac{150}{16}$

By Gauss's law $\phi = \frac{Q_{in}}{\in_0}$

$\frac{150}{16} = \frac{Q_{in}}{\in_0}$

$Q_{in} = \frac{150}{16} \times 8.85 \times 10^{-12} = 8.3 \times 10^{-11}$ C

Option (2)

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Electrostatics