11. విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు

ముఖ్య విషయాలు

- అంతరాళంలో పరస్పరం లంబంగా విద్యుత్ మరియు అయస్కాంతక్షేత్ర సదిశలు మారి విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు జనిస్తాయని మాక్స్‌వెల్ భావించాడు. ఇవి అంతరాళంలో ఎలాంటి యానకం అవసరం లేకుండా ప్రయాణిస్తాయి. ఈ తరంగాలను విద్యుదయస్కాంత తరంగాలని అంటారు.
- విద్యుదయస్కాంత తరంగ సిద్ధాంతము ప్రకారము కాలంతో మార్పు చెందే అయస్కాంత విద్యుత్ క్షేత్రాలు పరస్పరం లంబంగా చర్య జరుపుకుంటూ నిరంతరం ముందుకు సాగిపోతాయి. యానకములో కాంతి వేగము $V = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}}$
- విద్యుత్ సదిశ $\vec{E}$ వలన దృష్టి జ్ఞానము కలుగును
- విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు : త్వరణం చెందుతున్న విద్యుదావేశాల వల్ల విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు ఏర్పడును పరస్పరం లంబంగా ఉన్న విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్ర సదిశలు తరంగ ప్రసరణ దిశకు లంబంగా ఉంటాయి. ఈ తిర్యక్ తరంగాలు యానకంలో కాంతి వేగంతో ప్రయాణిస్తాయి.
- విద్యుత్ క్షేత్ర, అయస్కాంత క్షేత్ర సదిశలను $E = E_0 \sin\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)$ మరియు $B = B_0 \sin\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)$ లతో సూచిస్తారు.

  మరియు $E_0 = B_0 C$
- విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ప్రసారశక్తి

  పాయింటింగ్ సదిశ $(\vec{P}) = \frac{1}{\mu_0}(\vec{E} \times \vec{B})$
- విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం తరంగ దైర్ఘ్యాల ఆరోహణ క్రమంలో

  1) γ - కిరణాలు, 2) X - కిరణాలు, 3) అతి నీలలోహిత కిరణాలు 4) దృశ్య కాంతి 5) పరారుణ కిరణాలు 6) మైక్రో తరంగాలు మరియు 7) రేడియో తరంగాలు.

www.sakshieducation.com

అతిస్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. **$X-$ కిరణాల సగటు తరంగదైర్ఘ్యం ఎంత?**

జ: $X-$ కిరణాల తరంగదైర్ఘ్యం అవధి 10^{-8} m నుండి 10^{-12} m .సగటు తరంగదైర్ఘ్యం .సుమారు 10^{-10} m.

2. **పరారుణ కిరణాల ఒక ఉపయోగాన్ని తెలపండి.**

జ: 1) ఉపగ్రహాల ద్వారా సైనిక రహస్యాలను కనుగొనడంలోను, ఒక ప్రదేశంలో గల అడవులు, పంటల విస్తీర్ణం నిర్ణయించడంలోను పరారుణ కిరణాలను వాడతారు.

2) భూమి హరితగృహ ప్రభావం వల్ల వేడెక్కటానికి కారణం పరారుణ కిరణాలు.

3. **విద్యుదాయస్కాంత వికిరణ తరంగదైర్ఘ్యాన్ని రెట్టింపు చేస్తే ఫోటాన్ శక్తి ఎలా మారుతుంది?**

జ: ఫోటాన్ శక్తి $E = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda}$

కావున తరంగదైర్ఘ్యం λ రెట్టింపు చేస్తే విద్యుదయస్కాంత వికిరణం శక్తి సగమవుతుంది.

4. **విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ఉత్పత్తి సూత్రం ఏమిటి?**

జ: విద్యుత్ ఆవేశాలను త్వరణం చెందించడం ద్వారా విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను ఉత్పత్తి చేస్తారు.

5. **శూన్యంలో పరారుణ కిరణాల, అతినీలలోహిత కిరణాల వడుల నిష్పత్తి ఎంత?**

జ: పరారుణ కిరణాలు మరియు అతినీలలోహిత కిరణాల వేగాల నిష్పత్తి 1:1

6. **స్వేచ్ఛాంతరాళంలో ఒక విద్యుదయస్కాంత తరంగానికి, విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్రాల డోలన పరిమితుల మధ్య సంబంధం ఏమిటి?**

జ: అయస్కాంత క్షేత్ర కంపనపరిమితి $B_0 = \frac{\text{విద్యుత్ క్షేత్ర కంపన పరిమితి } E_0}{\text{కాంతివేగము } c}$

$$\therefore B_0 = \frac{E_0}{C_0}$$

7. **సూక్ష్మ (మైక్రో) తరంగాల అనువర్తనాలేమిటి?**

జ: 1) వీటి తరంగదైర్ఘ్యం తక్కువ. వీటిని రాడార్‌లలో వాడతారు.

2) సూక్ష్మ తరంగాలకు గల మైక్రోవేవ్ ఓవెన్‌లలో వాడతారు.

8. **రాడార్‌లలో సూక్ష్మ తరంగాలను ఉపయోగించడానికి కారణం ఏమిటి?**

జ: సూక్ష్మ తరంగాలకు గల తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం వల్ల వీటిని రాడార్ పరికరంలో వాడతారు.

9. **పరారుణ కిరణాల రెండు ఉపయోగాలను ఇవ్వండి.**

జ: 1) ఉపగ్రహాల ద్వారా సైనిక రహస్యాలను కనుగొనడంలోను, ఒక ప్రదేశంలో గల అడవులు, పంటల విస్తీర్ణం నిర్ణయించడంలోను పరారుణ కిరణాలను వాడతారు.

2) భూమి హరితగృహ ప్రభావం వల్ల వేడెక్కటానికి కారణం పరారుణ కిరణాలు.

10. **ఒక కెపాసిటర్‌ను ఆవేశితం చేయడానికి $0.6A$ విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పంపితే ప్లేట్ల మధ్యలో స్థానభ్రంశ విద్యుత్ ప్రవాహం ఎంత?**

జ: స్థానభ్రంశ విద్యుత్ ప్రవాహము $i_d = i_c = 0.6A$

www.sakshieducation.com

స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. **ఒక విద్యుదయస్కాంత తరంగం ఏమి కలిగి ఉంటుంది? శూన్యంలో దాని వేగం ఏయే అంశాల పై ఆధారపడి ఉంటుంది?**

జ: మాక్స్‌వెల్ విద్యుదయస్కాంత తరంగ సిద్ధాంతము ప్రకారము కాలంతో మార్పు చెందే విద్యుత్ మరియు అయస్కాంతక్షేత్ర సదిశలు పరస్పరం లంబంగా చర్య జరుపుకుంటూ నిరంతరం ముందుకు సాగిపోతాయి. ఇవి అంతరాళంలో ఎలాంటి యానకం అవసరం లేకుండా ప్రయాణిస్తాయి. వీటిని విద్యుదయస్కాంత తరంగాలని అంటారు.

త్వరణం చెందుతున్న విద్యుదవేశాల వల్ల విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు ఏర్పడును పరస్పరం లంబంగా ఉన్న విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్ర సదిశలు తరంగ ప్రసరణ దిశకు లంబంగా ఉంటాయి.

మాక్స్‌వెల్ భావన ప్రకారం విద్యుదయస్కాంత తరంగాలలో విద్యుత్ మరియు అయస్కాంతక్షేత్ర సదిశలు పరస్పరం లంబంగా సైన్ వక్రంగా మారుతూ, తరంగ ప్రసార దిశకు లంబంగా ఉంటాయి. అందువల్ల విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు తిర్యక్ స్వభావాన్ని కలిగి ఉంటాయి.ఈ తిర్యక్ తరంగాలు యానకంలో కాంతి వేగంతో ($3\times10^8 m/s$) ప్రయాణిస్తాయి.

విద్యుత్ క్షత్రం $\overline{E} = E_{\max}\cos(kx-\omega t)$

అయస్కాంత క్షేత్రం $\overline{B} = B_{\max}\cos(kx-\omega t)$

ఇందు K ప్రసార స్థిరాంకం $\left(K=\frac{2\pi}{\lambda}\right)$

విద్యుదయస్కాంత తరంగాల వేగము:

విద్యుదయస్కాంత తరంగాల వేగం $C=\frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$

1) శూన్య యానకం యొక్క ప్రవేశ్యశీలత (μ_0) 2) శూన్యయానకం యొక్క పెర్మిటివిటీ (ε_0) పై ఆధారపడును.

2. **హరితగృహ ప్రభావం అంటే ఏమిటి? భూఉపరితల ఉష్ణోగ్రత వరంగా దాని పాత్ర ఏమిటి?**

హరిత గృహ ప్రభావం :

వాతావరణంలోని CO_2, CH_4, N_2, క్లోరోఫ్లోరో కార్బన్ వంటి వాయువులు భూమి వెలువరించిన వికిరణాలను బంధించడం వల్ల భూమి యొక్క ఉష్ణోగ్రతలు పెరుగుటను హరిత గృహప్రభావం అంటారు.

సూర్యుడి నుండి వచ్చే వికిరణము వాతావరణంలోకి ప్రవేశించి, భూమి పై వస్తువులను వేడెక్కిస్తుంది. వాటి నుండి పరారుణ కిరణాలు ఉద్గారమవుతాయి. ఈ కిరణాలు భూమి ఉపరితలం నుండి పరావర్తనం చెంది, భూవాతావరణంలో బంధించండి, భూమి ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది.కార్బన్ డయాక్సైడ్ పొరలు మరియు తక్కువ ఎత్తులో ఉండే మేఘాలు భూవాతావరణం నుండి పరారుణ కిరణాలు తప్పించుకుపోకుండా అడ్డుకుంటాయి. రోజురోజుకు వాతావరణంలో కార్బన్‌డయాక్సైడ్ పెరిగి, వాతావరణంలో పరారుణ కిరణాలు అధికంగా బంధించబడతాయి.కాబట్టి రోజు రోజుకు భూఉపరితల ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది.

www.sakshieducation.com

దీర్ఘ సమాధాన ప్రశ్నలు

1. విద్యుదయస్కాంత తరంగాల అవిష్కరణ సంబంధిత చరిత్రను క్లుప్తంగా తెలపండి.

జ: 1) ఫారడే తన ప్రయోగాల ద్వారా విద్యుదయస్కాంత ప్రేరణను అధ్యయనం చేసినప్పుడు కాలంతో పాటు అయస్కాంతక్షేత్రం మారినప్పుడు, విద్యుత్క్షేత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది.

2) 1865 వ సంవత్సరంలో మాక్స్‌వెల్ తన సైద్ధాంతిక అధ్యయనం ప్రకారం, కాలంతో పాటు మారే విద్యుత్ క్షేత్రం, అయస్కాంత క్షేత్రన్ని ఏర్పరుస్తుంది.

3) అయస్కాంత క్షేత్ర జనకం పర్యవసానంగా ప్రవహం ఏర్పడును.

4) దీనర్థం కాలంతో పాటు మారే విద్యుత్ (లేదా) అయస్కాంతక్షేత్రాలు మరొక క్షేత్రాన్ని ఏర్పరుస్తాయి.

5) మాక్స్‌వెల్ భావన ప్రకారం అంతరాళంలో పరస్పరం లంబంగా మారే విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్రాల సదిశల వల్ల విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు జనిస్తాయి.

6) ఈ విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అంతరాళంలో ఎలాంటి యానకం అవసరం లేకుండా ప్రయాణిస్తాయి.

7) విద్యుత్ మరియు అయస్కాంతక్షేత్రాలు రెండూ అంతరాళం మరియు కాలంతో మారేటప్పుడు ఒకే పౌనఃపున్యాలను కలిగి ఉంటాయి.

8) విద్యుత్ క్షత్రం $\overline{E} = E_{\max}\cos(kx - \omega t)$

అయస్కాంత క్షేత్రం $\overline{B} = B_{\max}\cos(kx - \omega t)$

ఇందు K ప్రసార స్థిరాంకం $\left(K = \dfrac{2\pi}{\lambda}\right)$

9) విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు శూన్యంలో కాంతి వేగంతో ($3\times 10^8\, m/s$) ప్రయాణిస్తాయి.

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}} = 3\times 10^8\, m/s$$

ఇందు $\mu_0 = 4\pi\times 10^{-7}\, H/m =$ శూన్యయానకం యొక్క ప్రవేశ్యశీలత

$\varepsilon_0 = 8.85\times 10^{-12}\, C^2N^{-1}m^{-2}$ = శూన్యయానకం యొక్క పెర్మిటివిటీ.

10) యానకంలో విద్యుదయస్కాంత తరంగాల వేగము $v = \dfrac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$

11) మాక్స్‌వెల్ భావన ప్రకారం విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు తిర్యక్ స్వభావాన్ని కలిగి ఉంటాయి.

12) విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ప్రసారశక్తి

పాయింటింగ్ సదిశ $(\vec{P}) = \dfrac{1}{\mu_0}(\vec{E}\times\vec{B})$

12) శూన్యంలో విద్యుత్ క్షేత్ర సదిశ $\vec{E}$ మరియు అయస్కాంతక్షేత్ర సదిశల మధ్య సంబంధం $C = \dfrac{E_0}{B_0}$

13) విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్రాలలో అపవర్తనం చెందవు.

14) విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు పరావర్తనం, వక్రీభవనం, వ్యతికరణం, వివర్తనం మరియు ధ్రువణం చెందుతాయి.

15) విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అధ్యారోపణ నియమాన్ని పాటిస్తాయి.

16) విద్యుదయస్కాంత తరంగాల సగటు విద్యుత్‌శక్తి సాంద్రత

$$U_{\text{సగటు}} = U_E + U_B$$

$$U_{\text{సగటు}} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0}$$

$$U_{\text{సగటు}} = 2U_E = 2U_B$$

www.sakshieducation.com

17) విద్యుదయస్కాంత తరంగాల తీవ్రత సగటు శక్తి సాంద్రత మీద ఆధారపడును.

$$I = \frac{1}{2}\varepsilon_0 C E_0^2$$

13) విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ద్రవ్యవేగం వల్ల వికిరణ పీడనం కలుగుతుంది.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{I}{A}\frac{dp}{dt} = \frac{\text{తీవ్రత } (I)}{C}$$

2. విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ఆరు అభిలక్షనాలను తెలపండి. హరితగృహ ప్రభావం అంటే ఏమిటి?

జ: విద్యుదయస్కాంత తరంగాలఅభిలక్షణాలు:

1) విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ప్రసరణకు ఎలాంటి యానకం అవసరం లేదు. ఇవి శూన్యంలో మరియు యానకంలో ప్రసరిస్తాయి.

2) శూన్యంలో (లేదా) స్వేచ్ఛా అంతరాళంలో విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు వేగం

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} = 3\times10^8 m/s$$

3) యానకంలో విద్యుదస్కాంత తరంగాల వేగం $v = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$

4) విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు తిర్యక్ స్వభావాన్ని కలిగి ఉండును.

విద్యుత్ క్షేత్ర సదిశ $\vec{E}$ మరియు అయస్కాంతక్షేత్ర సదిశ $\vec{B}$ లు పరస్పరం లంబంగా ఉండి, తరంగ ప్రసారదిశకు లంబంగా ఉంటాయి.

5) విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అంతరాళంలో స్వయంగా నిలకడ విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత డోలనాలు కలిగి ఉంటాయి.

6) విద్యుదయస్కాంత తరంగాల ప్రసారశక్తి

పాయింటింగ్ సదిశ $(\vec{P}) = \frac{1}{\mu_0}(\vec{E}\times\vec{B})$

7) శూన్యంలో విద్యుత్ క్షేత్ర సదిశ $\vec{E}$ మరియు అయస్కాంతక్షేత్ర సదిశల మధ్య సంబంధం $C = \frac{E_0}{B_0}$

8) విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు విద్యుత్ మరియు అయస్కాంత క్షేత్రాలలో అపవర్తనం చెందవు.

9) విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు పరావర్తనం, వక్రీభవనం, వ్యతికరణం, వివర్తనం మరియు ధ్రువణం చెందుతాయి.

10) విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అధ్యారోపణ నియమాన్ని పాటిస్తాయి.

హరిత గృహ ప్రభావం :

వాతావరణంలోని CO_2, CH_4, N_2, క్లోరోఫ్లోరో కార్బన్ వంటి వాయువులు భూమి వెలువరించిన వికిరణాలను బంధించడం వల్ల భూమి యొక్క ఉష్ణోగ్రతలు పెరుగుటను హరిత గృహప్రభావం అంటారు.

సూర్యుడి నుండి వచ్చే వికిరణము వాతావరణంలోకి ప్రవేశించి, భూమి పై వస్తువులను వేడెక్కిస్తుంది. వాటి నుండి పరారుణ కిరణాలు ఉద్గారమవుతాయి. ఈ కిరణాలు భూమి ఉపరితలం నుండి పరావర్తనం చెంది, భూవాతావరణంలో బంధించండి, భూమి ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది.కార్బన్ డయాక్సైడ్ పొరలు మరియు తక్కువ ఎత్తులో ఉండే మేఘాలు భూవాతావరణం నుండి పరారుణ కిరణాలు తప్పించుకుపోకుండా అడ్డుకుంటాయి. రోజురోజుకు వాతావరణంలో కార్బన్‌డయాక్సైడ్ పెరిగి, వాతావరణంలో పరారుణ కిరణాలు అధికంగా బంధించబడతాయి.కాబట్టి రోజు రోజుకు భూఉపరితల ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది.

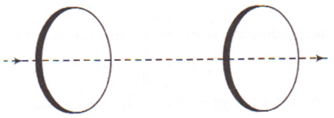
www.sakshieducation.com

అభ్యాసాలు

1. ఒక కెపాసిటర్ వృత్తాకార ప్లేట్ల వ్యాసార్థం $12cm$. వాటి మధ్య దూరం $5cm$. ఒక బాహ్య జనకం ద్వారా ఈ కెపాసిటర్‌ను ఆవేశితం చేస్తున్నారు. ఆవేశితం చేయడానికి $0.15A$ స్థిర విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పంపారు.
ఎ) కెపాసిటర్ కెపాసిటెన్స్ లెక్కించండి; ప్లేట్ల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం రేటును కనుక్కోండి
బి) ప్లేట్ల మధ్య స్థానభ్రంశ విద్యుత్ ప్రవాహం లెక్కించండి.
సి) కెపాసిటర్ ప్రతి ప్లేటు వద్ద కిర్కాఫ్ మొదటి నియమం (సంధి నియమం) చెల్లుబాటు అవుతుందా? వివరించండి

జ: $+r = 12cm = 0.12m;\ d = 5cm = 0.05m$

$I = 0.15A;\ \varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12} C^2N^{-1}m^{-2}$



ఎ) రెండు పలకల మధ్య కెపాసిటీ

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

$A =$ ఒక్కొక్క పలక వైశాల్యము $= \pi r^2$

$$\therefore C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} = \frac{\varepsilon_0 \pi r^2}{d} = \frac{8.85\times10^{-12}\times\pi\times(0.12)^2}{0.05} = 8.0032\times10^{-32}F = 80.032pF$$

ఒక్కొక్క పలక పై ఆవేశము $q = CV$

$$\frac{dq}{dt} = C\frac{dV}{dt}$$

కానీ $\frac{dq}{dt} =$ విద్యుత్ ప్రవాహం (I)

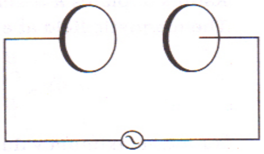
$$\therefore \frac{dV}{dt} = \frac{I}{C} \Rightarrow \frac{0.15}{80.032\times10^{-12}} = 1.87\times10^9 V/s$$

$\therefore$ పలకల మధ్య పొటెన్షియల్ భేదం $1.87\times10^9 V/s$

బి) స్థానభ్రంశ విద్యుత్ ప్రవాహం $i_d = 0.15A$

సి) కిర్కాఫ్ మొదటి నియమం ప్రతి పలక దగ్గర వర్తిస్తుంది. స్థానభ్రంశ విద్యుత్ మరియు వహన విద్యుత్‌ల మొత్తం లెక్కించాలి.

2. వ్యాసార్థం $R = 6.0cm$ వృత్తాకార ప్లేట్లతో చేసిన సమాంతర ప్లేట్ల కెపాసిటర్ కెపాసిటెన్స్ $C = 100pF$ ఈ కెపాసిటర్‌ను (కోణీయ) పౌనఃపున్యం $300 rad s^{-1}$ తో గల ఒక $230V$ ల ac జనకంతో సంధానం చేశారు.



ఎ) వహన విద్యుత్ ప్రవాహ rms విలువ ఎంత?
బి) వహన విద్యుత్ ప్రవాహ విలువ స్థానభ్రంశ విద్యుత్ ప్రవాహానికి సమానమా?
సి) ప్లేట్ల మధ్యలో అక్షం నుంచి $3.0cm$ వద్ద B పరిమాణం కనుక్కోండి.

జ: $R = 6.0cm = 0.06m;\ V = 230V$

$C = 100pF = 100\times10^{-12}F$

$\omega = 300 rad\, s^{-1}$

ఎ) వహన విద్యుత్ ప్రవాహం Rms విలువ, $I = \dfrac{V}{X_c}$

X_C = కెపాసిటివ్ ప్రతిరోధం $X_C = \dfrac{1}{\omega C}$

$\therefore I = V \times \omega C = 230 \times 100 \times 10^{-12} = 6.9 \times 10^{-6} A = 6.9 \mu A$

$\therefore$ వహన విద్యుత్ ప్రవాహము $= 6.9 \mu A$

బి) వహన విద్యుత్ ప్రవాహం మరియు స్థానభ్రంశ విద్యుత్ ప్రవాహములు సమానం

సి) $B = \dfrac{\mu_0 r}{2\pi R^2} I_0$

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

$I_0 = \sqrt{2} I$

$R = 3.0 cm = 0.03 m$

$$\therefore B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0.03 \times \sqrt{2} \times 6.9 \times 10^{-6}}{2\pi \times (0.06)^2} = 1.63 \times 10^{-11} T$$

3. $10^{-10} m$ తరంగదైర్ఘ్యం గల $X-$కిరణాలకూ, $6800 A^0$ తరంగదైర్ఘ్యం గల ఎరుపు కాంతికీ, $500 m$ తరంగదైర్ఘ్యం గల రేడియో తరంగాలకూ సమానమైన భౌతికరాశి ఏది?

జ: శూన్యంలో అన్ని తరంగ దైర్ఘ్యాలకు కాంతి వేగము సమానం $(3 \times 10^8 m/s)$.

4. ఒక సమతల విద్యుదయస్కాంత తరంగం శూన్యంలో $z-$దిశలో ప్రయాణిస్తున్నది. దాని విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్ర సదిశల దిశల గురించి ఏమి చెప్పగలరు? తరంగ పౌనఃపున్యం $30 MHz$ అయితే దాని తరంగదైర్ఘ్యం ఎంత?

జ: విద్యుదయస్కాంత తరంగం $z-$దిశలో ప్రయాణిస్తే విద్యుత్ క్షేత్రము (E) మరియు అయస్కాంత క్షేత్రము (B) లు $x-y$ సమతలంలో పరస్పర లంబదిశగా ఉంటాయి.

$\upsilon = 30 MHz = 30 \times 10^6 s^{-1}$; $c = 3 \times 10^8 m/s$

$$\lambda = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8}{30 \times 10^6} = 10 m$$

5. ఒక రేడియో $7.5 MHz$ నుండి $12 MHz$ వ్యాప్తి గల బ్యాండ్‌లో ఏ ప్రసార కేంద్రంతో అయినా శృతి కాగలదు. ఈ బ్యాండ్‌కు అనురూపమైన తరంగదైర్ఘ్యం బ్యాండ్ ఏమిటి?

జ: కనీస పౌనఃపున్యం $\upsilon_1 = 7.5 MHz = 7.5 \times 10^6 Hz$

గరిష్ఠ పౌనఃపున్యం $\upsilon_2 = 12 MHz = 12 \times 10^6 Hz$; కాంతి వేగము $c = 3 \times 10^8 m/s$

λ మరియు υ ల మధ్య సంబంధం $\lambda = \dfrac{c}{v}$

$$\therefore \lambda_1 = \frac{3 \times 10^8}{7.5 \times 10^6} = 40 m \quad \text{మరియు} \quad \lambda_2 = \frac{c}{\upsilon_2} = \frac{3 \times 10^8}{12 \times 10^6} = 25 m$$

ఇచ్చిన రేడియో తరంగదైర్ఘ్య బ్యాండ్ $40 m$ నుంచి $25 m$

www.sakshieducation.com

6. ఒక విద్యుదావేశిత కణం తన మాధ్యమిక (సమతాస్థితి) బిందువు వరంగా $10^9 Hz$ పౌనఃపున్యంతో డోలనం చేస్తున్నది. ఈ డోలకం వల్ల ఉత్పత్తి అయిన విద్యుదయస్కాంత తరంగాల పౌనఃపున్యం ఎంత?

జ: డోలకం ఉత్పత్తి చేసిన విద్యుదయస్కాంత తరంగం పౌనఃపున్యము, సగటు స్థానం ఆధారంగా చేస్తున్న డోలనాల పౌనఃపున్యము సమానం.

7. శూన్యంలో ఒక హరాత్మక విద్యుదయస్కాంత తరంగ అయస్కాంత క్షేత్ర భాగం (అంశ) డోలన పరిమితి $B_0 = 510nT$. ఈ తరంగ విద్యుత్ క్షేత్ర భాగం (అంశ) డోలన పరిమితి ఎంత?

జ: $B_0 = 510nT = 510\times10^{-9}T$; $c = 3\times10^8 m/s$

$E = cB_0 = 3\times10^8\times510\times10^{-9} = 153N/C$

కావున విద్యుత్ క్షేత్ర భాగం (అంశ) డోలన పరిమితి $= 153N/C$

8. ఒక విద్యుదయస్కాంత తరంగ విద్యుత్ క్షేత్ర పరిమాణం $E_0 = 120N/C$ అనీ, దాని పౌనఃపున్యము $v = 50.0MHz$. అనీ భావించండి. ఎ) B_0, ω, k, λ లనూ, బి) E, B లకు సమాసాలను కనుక్కోండి.

జ: $E_0 = 120N/C$; $\upsilon = 50.0MHz = 50\times10^6 Hz$

$c = 3\times10^8 m/s$

ఎ) $B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{120}{3\times10^8} = 4\times10^{-7}T = 400nT$

$\omega = 2\pi\upsilon = 2\pi\times50\times10^6 = 3.14\times10^8 rad/s$

వ్యాపన స్థిరాంకం $k = \frac{\omega}{c} = \frac{3.14\times10^8}{3\times10^8} = 1.05rad/m$

$\lambda = \frac{c}{\upsilon} = \frac{3\times10^8}{50\times10^6} = 6.0m$

బి) ఇచ్చిన తరంగం $x-$ధన దిశలో ప్రసారం అవుతుంటే విద్యుత్ సదిశలు $y-$అక్షం వెంబడి, అయస్కాంత సదిశలు $z-$అక్షం నుండి వెంబడి ఉంటాయి.

$\vec{E} = E_0\sin(kx-\omega t)\hat{j} = 120\sin\left[1.05x - 3.14\times10^8 t\right]\hat{j}$

$\vec{B} = B_0\sin(kx-\omega t)\bar{k} = (4\times10^{-7})\sin\left[1.05x - 3.14\times10^8 t\right]\bar{k}$

9. విద్యుదయస్కాంత తరంగ వర్ణపటంలోని వివిధ భాగాల పారిభాషిక పదాలను పాఠంలో పేర్కొన్నారు. $E = hv$ సూత్రాన్ని ఉపయోగించి (వికిరణ శక్తి క్వాంటంకు: ఫోటాన్) ఫోటాన్ శక్తిని eV ప్రమాణాలలో, వివిధ విద్యుదయస్కాంత వర్ణపట భాగాలకు కనుక్కోండి. మీరు పొందిన ఫోటాన్ శక్తుల వివిధ స్కేళ్ళు (మానాలు) ఏ (విధంగా) విద్యుదయస్కాంత వికిరణ జనకాలకు సంబంధించినవో తెలపండి.

జ: $E = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda}$

$E = h\nu$

$$= \frac{hc}{\lambda} = \frac{12400\,A^0}{\lambda \text{ in } A^0}eV$$

(i) γ - కిరణాలు $\lambda = 10^{-12}m = 10^{-2}A^0$

$\therefore E = \frac{12400}{10^{-2}}eV = 12.4\times10^5 eV$

www.sakshieducation.com

(ii) X - కిరణాలు $\lambda = 10^{-10}m = 1A^0$

$$\therefore E = \frac{12400}{1} eV = 12.4 \times 10^3 eV$$

(iii) దృశ్య కాంతి, $\lambda = 10^{-6} m = 10^4 A^0$

$$\therefore E = \frac{12400}{10^4} eV = 124 \times 10^2 \times 10^{-4} = 12.4 \times 10^{-1} eV$$

(iv పరారుణ కిరణాలు $\lambda = 10^{-5} m = 10^5 A^0$

$$E = \frac{12400}{10^5} ev = 12.4 \times 10^{-2} eV$$

(v) మైక్రో తరంగాలు $\lambda = 10^{-2} m = 10^8 A^0$

$$E = \frac{12400}{10^8 A^0} eV = 12.4 \times 10^{-5} eV$$

10. ఒక సమతల విద్యుదయస్కాంత తరంగంలో విద్యుత్ క్షేత్రం జ్యా వక్రీయంగా $2.0 \times 10^{10} Hz$ పౌనఃపున్యంతో డోలనం చేస్తున్నది, డోలన పరిమితి $48 Vm^{-1}$

ఎ) తరంగం తరంగదైర్ఘ్యం ఎంత?

బి) డోలనం చేసే అయస్కాంత క్షేత్ర డోలన పరిమితి ఎంత?

సి) E క్షేత్ర శక్తిసాంద్రత, B క్షేత్ర నగటు శక్తిసాంద్రతకు సమానం అని చూపండి $[c = 3 \times 10^8 ms^{-1}]$

జ: $\upsilon = 2.0 \times 10^{10} Hz$, $E_0 = 48 Vm^{-1}$, $c = 3 \times 10^8 m/s$

ఎ) $\lambda = \frac{c}{\upsilon} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^{10}} = 0.015 m$

బి) $B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{48}{3 \times 10^8} = 1.6 \times 10^{-7} T$

సి) $U_E = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2$

$$U_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2$$

E మరియు B ల మధ్య సంబంధం $E = cB$

ఇందు, $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$

$$\therefore E = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} B$$

(లేదా) $E^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \mu_0} B^2$ (లేదా) $\varepsilon_0 E^2 = \frac{B^2}{\mu_0}$ $\frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$

$\therefore$ విద్యుత్ క్షేత్రంలో నిలవ ఉన్న శక్తి $U_E =$ అయస్కాంత క్షేత్రంలో నిలవ ఉన్న శక్తి U_m

www.sakshieducation.com