국방정보공학과 1학년 2020032306 송민경

일반물리학2 과제#4

Q13. 먼저 가우스 법칙에 의해 $\Phi = \int \vec{E}\cdot d\vec{A} = \vec{E}\cdot\vec{A}$ 이고, 이 때 오른쪽 면에 대한 면적 벡터 $\vec{A}$는 $\vec{A} = (1.40m)^2\hat{j}$ 이다.

(a) 전기장이 $(19.0N/C)\hat{i}$ 라면 오른쪽 면을 통과하는 전기 다발은

$\Phi = (19.0N/C)\hat{i}\cdot(1.40m)^2\hat{j} = 0$ 이다.

(b) 전기장이 $(-2.00N/C)\hat{j}$ 라면 오른쪽 면을 통과하는 전기 다발은

$\Phi = (-2.00N/C)\hat{j}\cdot(1.40m)^2\hat{j} = -3.92N\cdot m^2/C$ 이다.

(c) 전기장이 $(-20.0\hat{i}+4.00\hat{k})N/C$ 라면 오른쪽 면을 통과하는 전기다발은

$\Phi = ((-20.0N/C)\hat{i}+(4.00N/C)\hat{k})\cdot(1.40m)^2\hat{j} = 0$ 이다.

(d) 균일한 전기장이 폐곡면을 통과할 때, 전기장선들이 한쪽 면으로 들어와서 다른쪽 면으로 다시 나가는 경우이기 때문에, 폐곡면을 통과하는 알짜 다발은 0 이다.

(e) 모서리의 길이가 2배가 되더라도 폐곡면이라는 사실은 변하지 않는다. 따라서 알짜 다발은 (d)에 의해 0이다.

$\boxed{(a)\ 0\quad (b)\ -3.92N\cdot m^2/C\quad (c)\ 0\quad (d)\ 0\quad (e)\ 0}$

Q20. 식(23-13)에 의해 균일한 면전하 밀도가 σ인 무한한 부도체의 면전하가 만드는 전기장은 평면에 수직이고, 그 크기는 $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ 이다. 이 때, $\sigma = 2.31\times10^{-22}C/m^2$, $\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}C^2/N\cdot m^2$ 이다.

(a) 두 판의 위에서의 $\vec{E}$는 두 판에 의한 전기장의 합과 같고 그 방향은 +y축 방향이다.

따라서, $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{j} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{j} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{j} = \frac{2.31\times10^{-22}C/m^2}{8.85\times10^{-12}C^2/N\cdot m^2} = 2.61\times10^{-11}\hat{j}\,N/C$ 이다.

(b) 두 판의 사이에서 $\vec{E}$는 모두 바깥을 향하며, 크기가 같고 방향만 다르므로,

$\vec{E} = 0$ 이다.

(c) 두 판의 아래에서 $\vec{E}$는 위에서의 전기장과 크기는 같고 방향만 반대(-y축 방향)이다.

따라서, $\vec{E} = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{j} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{j} = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{j} = -\frac{2.31\times10^{-22}C/m^2}{8.85\times10^{-12}C^2/N\cdot m^2} = -2.61\times10^{-11}\hat{j}\,N/C$ 이다.

$\boxed{(a)\ 2.61\times10^{-11}\hat{j}\,N/C\quad (b)\ 0\quad (c)\ -2.61\times10^{-11}\hat{j}\,N/C}$

Q36. $L = 10.0\,cm = 10.0\,cm \times \frac{1\,m}{100\,cm} = 0.10\,m$ 떨어져 있는 매우 긴 두 평행 도선이 있고, x축 위 어느곳에서 두 선이 만드는 알짜 전기장이 0이 되는지 구하는 문제이다.

먼저, 식 (23-12)에 따라, 균일한 선전하 밀도가 λ인 무한대의 선 전하가 만드는 전기장은 선전하에 수직이고 크기는 $E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$ 이다.

x의 범위를 나누어 생각해보자.

1) 알짜 전기장이 0이 되는 점이 $x \in (-\infty, -\frac{L}{2})$에 있다고 가정하면, 선1이 선2에 비해 선전하밀도의 크기가 큰데, $-\infty$를 향할 수록 선2의 거리는 더욱 멀어져 알짜 전기장이 0이 되는 점은 존재할 수 없다.

2) 알짜 전기장이 0이 되는점이 $x \in (-\frac{L}{2}, \frac{L}{2})$에 있다고 가정하면 선1과 선2는 서로 부호가 다른 전하를 띠어 같은 방향을 향하므로 알짜 전기장이 0인 지점은 존재할 수 없다.

따라서, 알짜 전기장이 0이 되는 지점은 $x \in (\frac{L}{2}, \infty)$에 존재한다.

$\vec{E_1} = \frac{\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0 (x+\frac{L}{2})}\hat{i}$, $\vec{E_2} = \frac{\lambda_2}{2\pi\varepsilon_0 (x-\frac{L}{2})}\hat{i}$ 에서,

$E_{net} = |\vec{E_1} + \vec{E_2}| = E_1 + E_2 = \frac{\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0 (x+\frac{L}{2})} + \frac{\lambda_2}{2\pi\varepsilon_0 (x-\frac{L}{2})} = 0$ 이므로

$\frac{\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0 (x+\frac{L}{2})} = -\frac{\lambda_2}{2\pi\varepsilon_0 (x-\frac{L}{2})}$, $\lambda_1 (x-\frac{L}{2}) = -\lambda_2 (x+\frac{L}{2})$,

$x = \left(\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}\right)\frac{L}{2} = \frac{(+6.0\,\mu C/m) - (-2.0\,\mu C/m)}{(+6.0\,\mu C/m) + (-2.0\,\mu C/m)} \times \frac{0.10\,m}{2} = 0.10\,m$ 이다.

따라서, 알짜 전기장이 0이 되는 지점은 $x = 0.10\,m$ 지점이다.

$\boxed{0.10\,m}$