2022년 2학기 물리학 II

Byeong-woo Han,[1,*] Hui-Jae Lee,[1,†] and 김현철[‡1,§]

[1] *Hadron Theory Group, Department of Physics, Inhā University, Incheon 22212, Republic of Korea*

(Dated: Autumn Semester, 2022)

Mock test 1

1번 풀이 : 쿨롱의 법칙에 의하면 두 전하 간 작용하는 전기력의 크기는

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2} \tag{1}$$

이다.

2번 풀이 :

(1) 전하에는 +전하와 −전하 총 2종류가 있다.

(2) 두 전하 사이에 작용하는 전기력은 두 전하를 잇는 직선 상에서 작용한다.

(3) 쿨롱의 법칙에 의해 전기력은 전하 사이 거리의 제곱에 반비례 한다.

(4) 쿨롱의 법칙에 의해 전기력은 전하량의 곱에 비례한다.

(5) 중첩의 원리에 의해 둘 이상의 전하가 존재할 때 각 전하에 의한 전기력을 합하여 합력을 구할 수 있다.

(6) 전기장 벡터 $\vec{E}$와 전위 V는

$$\vec{E} = -\nabla V \tag{2}$$

이고 전기력은 전기장에 평행하므로 전기력은 등전위선의 접선 방향에 평행하다.

3번 풀이 :

(ㄱ) 도체관 사이 전기장은 x축에 평행하고 −극으로 대전된 도체관을 향한다. 따라서 A에서 B로 전하를 이동시키면 +로 대전된 도체관에 대해 평행하게 멀어지므로 전하의 전기적 위치 에너지가 감소한다. 즉, 전기 위치에너지의 변화량의 부호는 −이다.

(ㄴ) C에서 D로 전하를 이동시키면 +로 대전된 도체관과의 거리가 변하지 않으므로 전하의 전기적 위치 에너지가 변하지 않는다. 즉, 전기 위치에너지의 변화량의 부호는 0이다.

(ㄷ) B에서 D로 전하를 이동시키면 +로 대전된 도체관에 가까워지므로 전하의 전기적 위치 에너지는 증가한다. 즉, 전기 위치에너지의 변화량의 부호는 +이다.

4번 풀이 : 계의 전기 위치에너지는 거리가 무한대인 지점으로부터 전하들을 끌어올 때 필요한 에너지로 정의한다. 아무 전하도 없는 공간에서 전하를 끌어오는데 필요한 에너지는 0이다. 그리고 다른 전하를 또 끌어오는데 필요한 에너지 E_1는

$$E_1 = -\int_{\infty}^{d} k\frac{q^2}{r^2}\,dr = \left(k\frac{q^2}{r}\right)\Bigg|_{\infty}^{d} = k\frac{q^2}{d} \tag{3}$$

---

‡ Office: 5S-436D (면담시간 매주 수요일-16:15∼19:00)
*Electronic address: 12191964@inha.edu
†Electronic address: hjlee6674@inha.edu
§Electronic address: hchkim@inha.ac.kr

이다. 이제 마지막 전하를 끌어오는데 필요한 에너지 E_2를 구해보자. 이미 전하 2개가 있으므로

$$E_2 = -2\int_{\infty}^{d} k\frac{q^2}{r^2}\,dr = 2k\frac{q^2}{d} \tag{4}$$

이고 이 계의 전기 위치에너지 E는 전하들을 끌어오는데 필요한 에너지들의 합이므로

$$E = E_1 + E_2 = 3k\frac{q^2}{d} \tag{5}$$

이다.

5번 풀이 : 가우스 법칙을 수식으로 정리하면

$$\int \vec{E}\cdot d\vec{a} = \frac{q}{\epsilon_0} \tag{6}$$

이다. 좌항은 폐곡면을 지나는 전기선속의 합이고 우항은 폐곡면 내부에 존재하는 총 전하량에 대한 항이다.

6번 풀이 : 전기장의 크기를 구하기 위해 가우스 법칙을 이용하자. 가우스 곡면을 반지름이 r인 구의 표면으로 하면 가우스 곡면 내부 총 전하량 q는 전체 전하량 중 가우스 곡면 내부 부피에 존재하는 전하량에 해당하므로

$$q = Q\frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{\frac{4}{3}\pi R^3} = Q\frac{r^3}{R^3} \tag{7}$$

이고 구 대칭성에 의해 미소 면벡터와 전기장의 방향이 일치한다고 생각할 수 있다.

$$\int \vec{E}\cdot d\vec{a} = \left|\vec{E}\right|\int d\vec{a}. = 4\pi r^2\left|\vec{E}\right| \tag{8}$$

따라서 전기장의 크기 $\left|\vec{E}\right|$는

$$\left|\vec{E}\right| = \frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3} \tag{9}$$

이다.

7번 풀이 : 전기장의 크기는 각 도체 평면에 의한 전기장의 크기의 합이다. 무한히 넓은 도체 평면에 의한 전기장은 거리에 무관하게 일정하므로 도체 평면 1과 2에 의한 전기장은 서로 상쇄된다. 도체 평면 3에 의한 전기장 E는

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \tag{10}$$

이고 이것이 평면 2와 3 사이 영역에서의 전기장의 크기이다.

8번 풀이 : 평행판 축전기에 충전된 전하량을 Q, 축전기 사이 전위차를 V라 하면 전기용량 C는

$$Q = CV,\ \ C = \epsilon_0\frac{A}{d} \tag{11}$$

이다. A는 평행판 축전기의 면적이고 d는 평행판 축전기의 간격이다.

9번 풀이 :

10번 풀이 :

11번 풀이 :

12번 풀이 :

서술형 1번 풀이 :

서술혈 2번 풀이 :

서술흉 3번 풀이 :