

실험 12. Faraday의 얼음통 실험

[1] 목적

마찰에 의하여 유도된 정전기의 양과 극성을 Faraday 얼음통(Ice Pail)을 사용하여 측정한다. 이로부터 마찰전기의 특성을 이해한다. 도체들의 전위와 배치에 따라 도체 표면에 분포하는 표면전하의 밀도를 Faraday 얼음통으로 측정하여 정전기유도 현상을 이해한다.

[2] 원리

유리나 플라스틱 막대는 마찰에 의하여 대전된다. 대전된 전하는 양(+)과 음(-)의 두 종류가 있고 같은 종류의 전하 사이에는 서로 미는 힘이 작용하고, 다른 종류의 전하 사이에는 끌어당기는 힘이 작용한다.

그림 12.1 에는 양전하를 띠고 있는 마찰판을 Faraday의 얼음통 안에 넣고 접촉시키지 않은 상황과 접촉시킨 후의 표면전하의 분포를 예시하였다. 이 실험에 사용되는 마찰판은 알루미늄 또는 전도성 플라스틱 원반에 붙어있고 손잡이와는 절연되어 있다. 이 마찰판도 전기를 통하는 물질이기 때문에 Faraday 얼음통의 내부에 접촉시킬 때 마찰판의 정전기(과잉전하)는 도체통으로 이동하게 된다. 정전기가 바깥으로 이동하는 이유는 정전기평형 상태에 있는 도체는 내부의 전기장이 0이어야하고 도체 내의 과잉전하는 도체 표면에 존재해야 하기 때문이다. 그림 12.1(b)에서 마찰판의 정전기가 완전히 방출된다면 마찰판을 얼음통 외부로 꺼냈을 때에도 위의 두 경우에서 안쪽 도체통과 바깥쪽 도체통의 전위차는 달라지지 않아야 한다. 그러나 마찰판의 전기전도도가 충분하지 않으면 마찰판의 정전기가 완전히 방출되지 않을 수 있다.

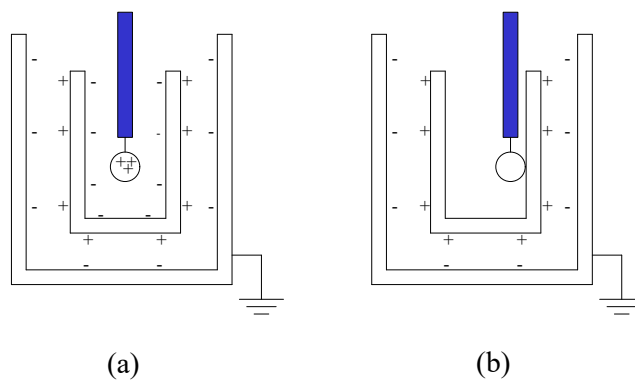


그림 12.1 Faraday 얼음통에 마찰판을 (a) 넣었을 때(비접촉)와 (b) 내부에 접촉시켰을 때의 전하분포

전자기학

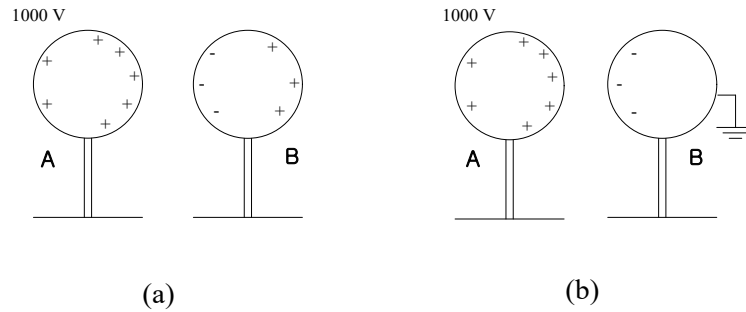


그림 12.2 1000 V 로 대전된 도체구와 마주보고 있는 구에서의 전하분포: (a) 접지하지 않은 경우, (b) 접지한 경우

그림 12.2에는 1000 V로 충전된 구(A)에 가까이 다른 도체구(B)가 있을 때의 전하분포를 보이고 있다. 그림 12.2(b)에서의 접지선을 제거하면 정전기 유도현상을 이용하여 도체구 B를 음전하로 대전시킨 결과가 된다.

[3] 기구 및 장치

전위계, 고전압전원, Faraday 얼음통, 마찰판(백, 청 각 1), 증명판, 도체구 2개, 전선

전위계(Electrometer) 사용상의 주의

1. 전위계는 내부저항(입력저항)이 매우 큰($\sim 10^{14} \Omega$) 전압계이다. 내부저항이 매우 크기 때문에 미세한 전하에 의해 발생하는 전위의 변화를 측정할 수 있다. 보통의 전압계는 $\sim 10^7 \Omega$ 정도의 입력저항을 갖는다.
2. 전위계가 켈 수 있는 최대전압은 100 V이다. 따라서 이보다 높은 전압이 입력단자에 걸리면 입력단에 연결되어 있는 매우 예민한 IC (MOSFET)가 쉽게 파괴된다. 사람들이 건조한 날씨에 옷이나 피부에 묻히고 다니는 정전기는 수천 V의 전압을 초래할 수 있다. 사람의 몸이 갖고 있는 정전기를 없애려면, 접지된 금속단자(수도관, 방열기, 전원의 접지선)를 손으로 잠시 만지면 된다. 따라서 입력 케이블의 ⊕ 단자(붉은색)를 정전기를 제거하지 않은 사람이 손으로 만지면 안된다.
3. 미지의 전압을 측정할 때에는 반드시 전압의 측정영역을 Function 스위치의 최대범위(100 V)에 놓고 측정을 시작해야 한다. 그 후에 차츰 단계를 낮추면서 적당한 측정영역을 찾아서 정밀한 측정값을 얻도록 해야한다.
4. 위의 규칙을 준수하지 않으면 전위계는 쉽게 사용불능이 됨을 주의하여야 한다.

전위계 사용법

1. 입력 케이블의 연결 : 동축선의 한 쪽에 두 개의 악어 클립이 달려있고 다른 쪽에는 BNC 플러그가 있는 케이블을 입력단의 BNC 잭(jack)에 연결한다. 얼음통의 바깥 금속망과 전원의 접지단자를 연결한다.