

실험원

1. 실험목적

- 전압이 형성된 수 안에서 전류의 형태에 따른 등전위선의 모양 및 전기장의 방향을 측정하여 전기장의 개념을 이해한다.
- 등전적으로 장이 형성되는 모양을 확립하여 생체 표 우가 생겼을 실제 공간에 무한히 떨어진 전압 및 자장, 중력장 등의 모양을 상상해본다.

2. 실험이론

전위차를 가진 두 전극 사이에는 항상 전압이 존재. 사형전하 양이 이 전압 안에서 힘을 받을 때 그 전에서의 전기장은 $E = F/q$ 로 정의되고, 그 전의 전위차는 단위 전하당 단위거리까지로 정의된다. 전압 내에는 같은 전위를 갖는 선들이 존재하며, 이 점들을 연결하면 2차원에서는 등전위선을 3차원에서는 등전위면을 이룬다. 전기적전이나 등전위면은 전기장 내에 무한히 많이 있다. 하나의 장하가 만들어는 전기장의 전적선은 0이 없는 점을 중심으로 하는 방사선이며, 등전위면은 0을 중심으로 하는 등각면이다. 등전위면 위에서 전하를 이동하는데 필요한 일은 '0'이므로, 그점에 정해진 방향의 전기장의 값은 0이다. 따라서 전기장의 방향은 그면에 수직이다. 전기장이 방향하는 것은 전하가 전위의 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하는 경이므로, 전기적선은 전위의 높은 곳에서 낮은 곳으로 향한다. 따라서 전기장의 방향은 그점에서 전위가 급격히 감소하는 방향이다. 그 방향으로의 미소 변위를 dl 이라 하면, E 와 V 사이의 관계식은 $V = -\int E \cdot dl$ 또는 $E = -\frac{dV}{dl}$ 이다. E 는 등전위선(면)에 수직이며, 같은 등전위면(면)에 수직인 단위벡터이다.

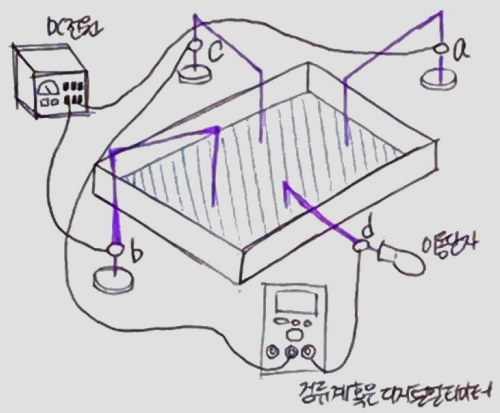
2차원 평면에 대해 실험이론을 생각하자. 어떤 도판의 두 단자를 통해서 전류를 흘려줄 때, 도체판 내에서의 전류의 유선의 방향은 전기장의 방향을 나타낸다. 이유에 수직인 방향에는 전류가 흐르지 않으며 전압도 없다. 이와 같은 점을 90 선이 등전위선이다. 따라서 도체판 사이의 두 점 사이에서 전류가 흐르지 않으면, 이 두점 등전위선 상의 점인 것이다.

3. 실험 장치 및 실험 과정

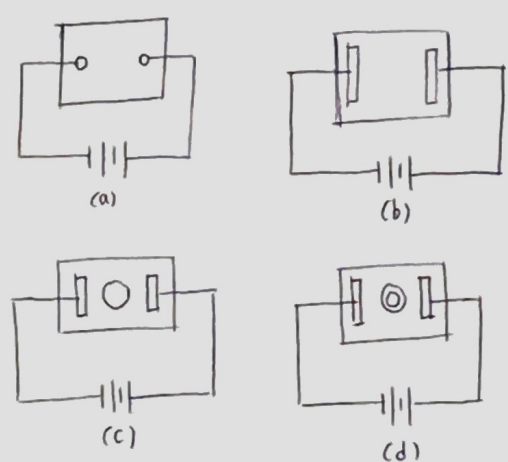
- (1) 실험장비
- 등전위선 장치 세트 (수조판, 고정전극(2개), 고정단자와 이동단자)
 - 전도용액(물)
 - 전류계 (±250μA)
 - DC 전원 장치 (1.5V/2V)
 - 등전위선용 용기
 - 디지털 멀티미터

(2) 실험방법

- ① 수조판 (등전위 장치세트 부품)에 전도용액(물)을 적당히 붓고 고정단자용 유판에 나사의 단자를 돌려 끼운다.
- ② 전원 장치에서 +, - 전극은 고정전극에 연결하고, 수조의 전류값 그림에 맞추어 고정전극 [그림1(a,b)]을 옮겨놓는다.
- ③ 회로를 연결하고 전원장치의 전압을 약 10V 정도 한다.
- ④ 디지털 멀티미터를 고정단자 [그림1(c)]와 이동단자 사이의 전위를 측정할 수 있도록 연결한다.
- ⑤ 고정단자 [그림1(c)]를 고정전극 [그림1(a)] 혹은 (b)의 전압차가 1V가 되는 지점에 위치시킨다
- ⑥ 이동단자 [그림1(b)]를 수조 상에서 이동하며 전류가 흐르지 않는 지점(멀티미터의 전류값이 0인 위치)들을 찾아 등기상에 표시해간다.
- ⑦ 고정단자를 다른 위치에 놓고 고정 단자와 고정 전극의 전압차를 1V까지 1V 단위로 증가하면서 반복하면서 등전위점을 찾는다. 등기상에 등전위선을 그린다.
- ⑧ 고정단자 같은 여러 가지 모양의 고정전극을 이용하여 0~10의 실험결과를 얻는다.



[그림1]



[그림2]

(3) 생형시 유의사항

- 검류계에 최대 표시 전류 이상으로 전류가 흐지 않게 한다.
- 생형장치의 이상유무를 생형전 체크한다.
- 검류계는 아주 약한 전류에 의해 동작하므로 검류계의 단자나 전극의 극에 직접 닿으면 과도한 전류가 흘러 파손될 수 있다.

4. 예비고찰

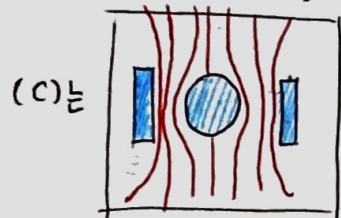
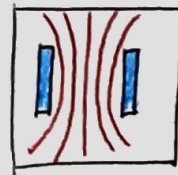
왜 등전위선과 그 직선에 수직인 전기장은 항상 직교하는 것인가?

등전위면에서 움직인 전하의 변위벡터 \vec{r} 과 전하에 작용한 전기력벡터 \vec{F} 가 있다고 하자. 전하가 움직일 때 한 일은 전하에 작용한 힘과 변위사이의 내적의 절반이다. 등전위면에서의 이동으로 일이 0이 된다. \vec{r} 과 \vec{F} 는 크기가 0이 아니므로 일이 0이 되기 위해서는 \vec{r} 과 \vec{F} 사이의 각 θ 가 90° 가 되어 $\cos 90^\circ = 0$ 이 되어야 한다. 따라서 항상 등전위선과 그 직선에 수직인 전기장은 90° (직교)가 되는 것이다.

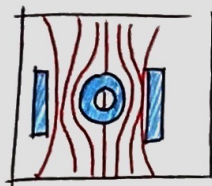
등전위선이 어떻게 그려질지 예상해보면. [그림2]에서의 (a)는



(b)는



(d)는



과 같이 그려질 거라고 생각한다.

이는 확실한 생형의 결과가 아니므로 생형을 통해 확인을 해야한다.

전선에 의한 전기장으로 인해 등전위선이 영향을 받아 오차가 발생할 수 있으므로, 전선을 전극 근처에 놓지 말아야 한다.

생형마다 등전위선을 그는데 오차가 생기므로 같은 조건에서도 생형을 여러번 진행하여 오차가 거의 없는 전극 모양에 대한 등전위선을 그려야한다.

수판에는 왜 물을 부어주는 것인가?

이유는 물은 전하를 잘 흘리고 있어 전류가 통하는 공간의 저항을 낮추기 때문이다. 이 물에 전극을 두고 전압을 걸어주면 전극 사이에 물이 흐르며 전류가 통하게 된다.

5. 참고 문헌

1) 인하대학교 물리학과, 「기초물리학실험II」, 북스힐, 2020

2) 권민정 외 1인, 「대학물리학(북스힐, 2020)」, 제15장.

3) physica.gsu.ac.kr/phtml/electromagnetic/potential/potential2.html