

등전위선 측정

1. 실험 목적

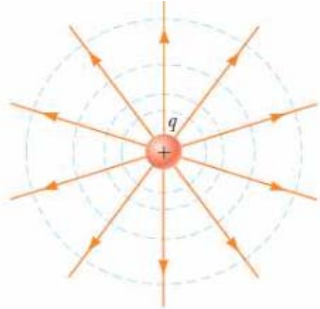
등전위선을 실험적으로 관찰하고 이해한다.

2. 이론

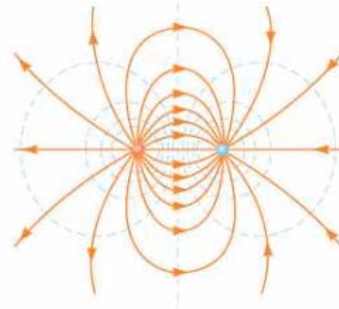
전위차를 가진 두 전극 사이에는 항상 전기장이 존재한다. 전하량 Q 의 대전입자가 전기장

내에서 전기력 F 를 받을 때, 그 지점에서의 전기장은 $E = \frac{F}{Q}$ 로 정의된다. 한편 그 점의 전위 V 는 단위 전하당 전기적 위치에너지로 정의된다. 중력장에서의 위치에너지나 전기장의 위치에너지나 같은 개념이다. 그 에너지만큼 외부에 일을 할 수 있는 상태에 놓이게 된다. 전위는 단위 전하당으로 표시된 위치에너지이다.

전기장 내에는 같은 전위를 갖는 점들이 존재한다. 이 점들을 연결하면 3차원에서는 등전위면, 2차원에서는 등전위선이 만들어진다. 전기력선과 마찬가지로 등전위면은 전기장 내에서 무수히 많이 그릴 수 있다. 하나의 점 전하 Q 가 만드는 전기장의 전기력선은 Q 가 있는 점을 중심으로 방사선 모양이며[그림 1] 등전위면은 점 전하 Q 를 중심으로 하는 동심구면이 된다. $+Q$ 의 점 전하와 $-Q$ 의 점 전하가 공간에 놓여있을 때는 [그림 2]와 같이 전기력선과 등전위면을 그릴 수 있다.



[그림 1] 하나의 점전하에 의한 전기력선과 등전위면



[그림 2] 크기는 같고, 부호가 반대인 두 점전하에 의한 전기력선과 등전위면

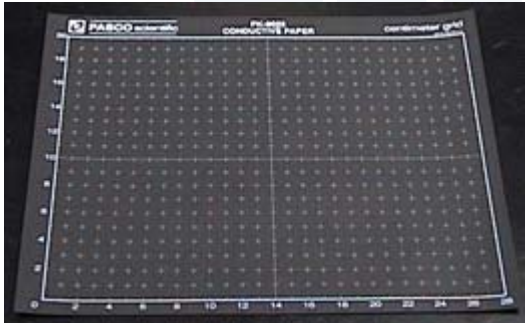




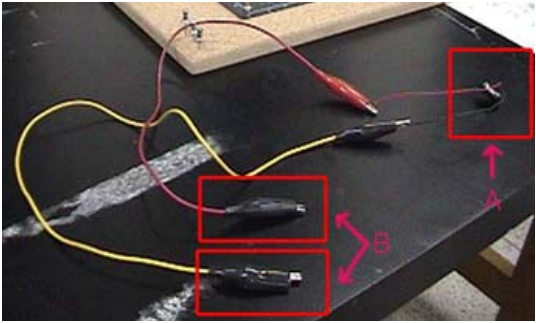
등전위면 위에서는 전하를 이동시키는데 필요한 일은 0이므로(위치에너지의 변화가 없으므로), 그 면에 접한 방향에는 전기장의 값이 없다. 따라서 전기장의 방향은 그 면에 수직이다. 전기장(즉, 전기력)이 일을 한다는 것은 (+) 점 전하가 전위의 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동해가는 경우이므로 전기력선은 전위의 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동해간다. 따라서 전기장의 방향은 그 점에서 전위 V 가 가장 급격히 감소하는 방향이며, 그 방향으로의 미소 변위를 $d\ell$ 이라고 하면 E 와 V 사이의 관계식은

$$V = -\int E \cdot dl \quad \text{또는} \quad E = -\frac{dV}{dl_n}$$

이다. 따라서 전기장 E 는 등전위선(면)에 수직이 된다. 여기서 n 은 등전위선(면)에 수직인 단위 벡터이다.

편의상 2차원 평면에 대해서 실험적인 이론을 생각해 보자. 즉, 어느 도체판의 두 단자를 통해서 전류를 흘릴 때, 도체판 내에서의 전류의 유선의 방향은 전기장의 방향을 나타낸다. 이 유선에 수직인 방향에는 전류가 흐르지 않으므로 전위차도 없다. 이와 같은 점들을 이은 선은 등전위선이 된다. 따라서 도체판상의 두 점 사이에서 전류가 흐르지 않는다면, 이 두 점은 등전위선 위에 있는 점들이다.

3. 실험 장치

	
<p>[1] Conductive Paper</p>	<p>[2] 코르크판</p>
	
<p>[3] 고정 핀 , [4] Silver Paste</p>	<p>[5] 직류전원장치</p>
	
<p>[6] 멀티미터</p>	<p>[7] 전선</p>

- [1] **Conductive Paper** : 종이 자체에 탄소가 포함되어 있어서 전도성을 띤다
- [2] **코르크판** : Conductive Paper를 고정시키는 바닥판
- [3] **고정 핀** : 코르크판에 Conductive Paper를 고정시킬 때와 전극을 만들 때 사용
- [4] **Silver Paste** : 은(Silver)을 휘발성 물질에 녹인 접착제의 일종
 - ** 뚜껑을 열고 닫을 때 재빨리 하지 않으면 휘발성 물질이 날라가서 Silver가 굳는다.
 - 그러므로 사용 후 바로 뚜껑을 닫아 두어야 한다.
- [5] **직류전원장치** : 회로에 전원을 공급하는 (전압을 유지시켜주는) 장치.
 - ** 모든 다이얼을 0(zero)의 위치로 맞춘 뒤 전선을 연결한다. 스위치를 켜 후 서서히 전압과 전류를 조정해야 한다.
- [6] **멀티미터** : 두 점 사이의 전압(전위차의 크기)를 측정하는데 사용한다.
- [7] **전선** : AC/DC 어댑터와 Conductive Paper를 연결할 때 사용한다. A부분에 AC/DC 어댑터를 연결하고 B부분은 Conductive Paper에 꽂아 둔 고정 핀에 연결한다.



서울시립대학교
UNIVERSITY OF SEOUL

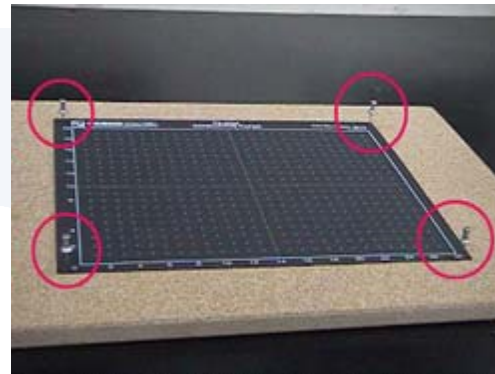
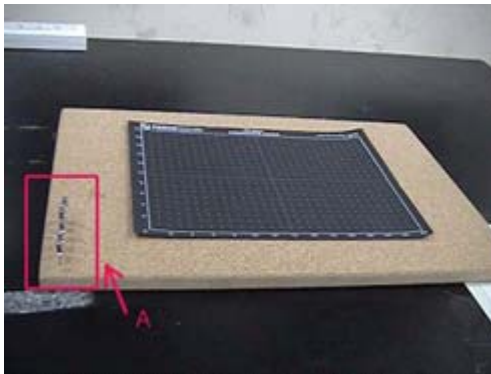
4. 실험 방법

※ 주의사항

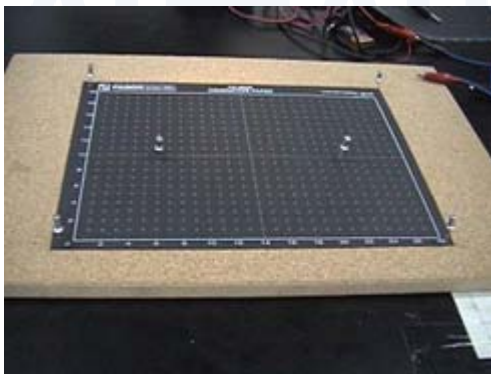
1. Silver Paste는 휘발성이 매우 강하므로 먼저 핀을 꽂은 다음에 Silver Paste를 사용한 뒤 신속히 뚜껑을 닫습니다. Silver Paste가 굳으면 다른 학생들이 실험을 할 수 없게 되므로 빠른 시간내에 사용 후 꼭 뚜껑을 닫아둡니다.
2. 실험이 끝난 후 직류전원장치 및 멀티미터의 전원을 반드시 끄기 바랍니다.

4.1. 실험 절차

- 1) 먼저 Conductive Paper를 코르크판 위에 올려 놓은 후 옆의 A부분에 있는 핀을 Paper의 네 모서리에 꽂아서 고정시킨다.



- 2) 전극의 역할을 할 Pin 2개를 적당히 거리를 두고 꽂아준다.
- 3) Silver Paste 속 은(Silver)이 바닥에 가라 앉았을 수 있으므로, 천천히 좌우로 10초 정도 흔들어서 준다.



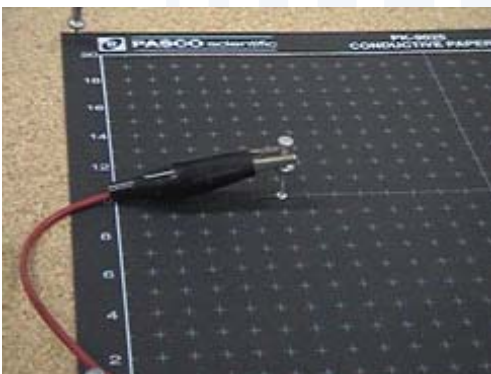
- 4) 이수시개를 이용해 전극(Pin)과 Conductive Paper 주변에 Silver Paste 발라서 고정시킨다.

** 접촉저항을 줄여 전류가 잘 흐르도록 충분히 꼼꼼히 발라준다.

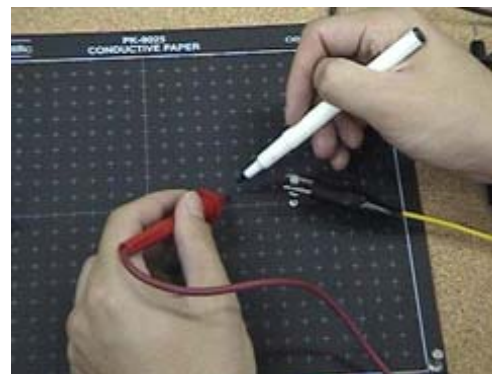
- 5) Silver Paste를 바른 후 휘발성 물질이 증발할때까지 5~10분 정도 기다린다.



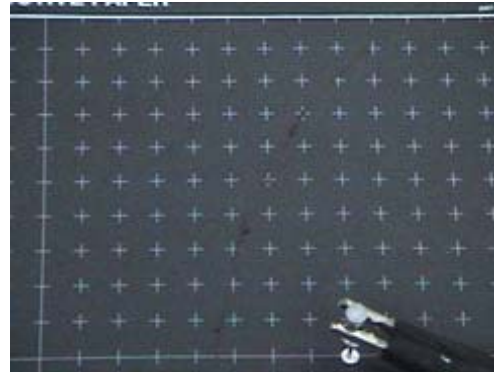
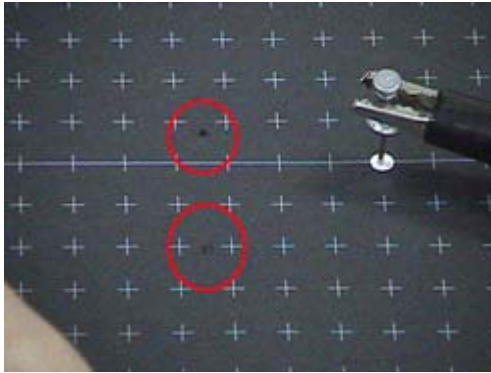
- 6) 직류전원장치 +, -단자에 두 전선을 연결한 후 파워를 켜다.
 ** current와 coarse 단자를 조심스럽게 돌려 최대 9V를 넘기지 않도록 한다.
 ** current와 coarse 단자가 서로 닿으면 쇼트가 되므로 서로 닿지 않게 유의한다.
- 7) 전압을 측정하기 위해서 멀티미터의 전원 켜고, 직류 (DC) 전압 측정할 수 있도록 설정한다.
- 8) 멀티미터의 probe단자 두 개중 하나를 아래 사진처럼 전극에 대고 나머지 하나를 Conductive Paper에 댄다. 만약, 전원장치로 9V를 인가했을 때, 멀티미터에 표시되는 전압을 읽고, 적당한 값(예를 들어 1V, 2V...8V 등)으로 나누어 구간을 정해 전압이 같은 점을 찾는다.



- 9) 예시로 아래 사진에서 전압계에 나타나는 점이 3V라고 할 때, 먼저 그 점에 아래 사진처럼 표시를 한다.

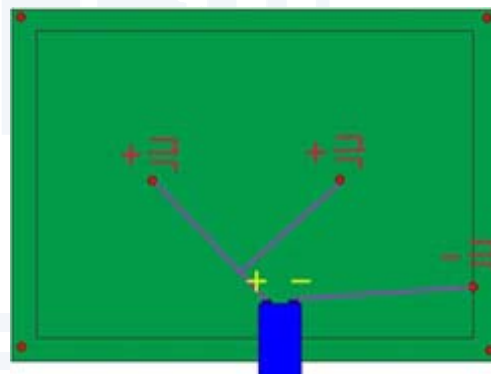
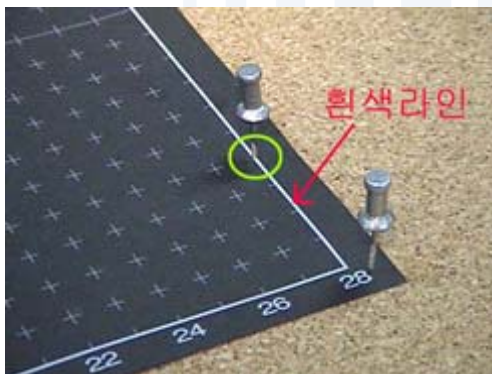


- 10) 앞에서 선택한 전압이 같은 점을 찾아서 찾은 점들을 선으로 이어준다.
- 11) 반대쪽 전극(Pin)에도 똑같은 방법으로 멀티미터의 단자를 대고 나머지 하나의 Probe로 전압이 같은 점을 찾아 선으로 이어준다.



- 12) 새 Conductive Paper에 전극(Pin)을 세 개를 꽂아서 위와 같은 방법으로 실험을 반복한다.

** 이 때 전극(Pin) 두 개는 첫 번째 실험과 동일하게 꽂아주고, 나머지 전극(Pin) 한 개는 Conductive Paper의 흰 색 라인 위에 꽂아 준다.



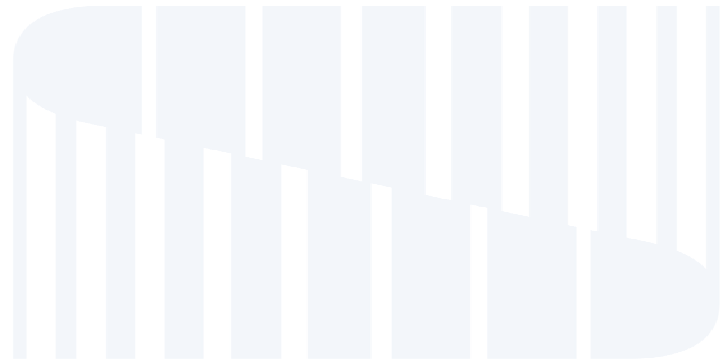
UNIVERSITY OF SEOUL

5. 측정 결과

학과/분반		실험 일시	
실험 조		작성자	

Conductive Paper에 등전위선을 그린 후 결과보고서를 제출할 때 조원 중 한 명이 대표로 리포트에 첨부하십시오.

(분필로 등전위선을 꼼꼼하게 그리고, 전위와 +, - 등의 부호도 표시하십시오)



서울시립대학교
UNIVERSITY OF SEOUL

6. 고찰 사항

※ 고찰 사항의 질문에 답하는 것이 보고서의 전부가 아닙니다. 여기에 있는 질문은 단지 보고서를 작성할 때 도움을 주기 위한 것입니다.

- (1) Conductive Paper에 전극이 하나만 연결된다면, 즉 (+)극이나 (-)극 하나만 연결된다면 등전위선을 찾을 수 있는가? 없다면 그 이유는 무엇인가?

- (2) 두 개의 전극 사이에 적당한 전위차를 만든 다음 전선으로 두 개의 전극을 연결해준다면 등전위선을 관찰할 수 있는가? 없다면 그 이유는 무엇인가?

- (3) 등전위선이 가장 밀집한 곳은 어떤 곳인가? 그리고 그 이유는 무엇이라고 생각하는가?

서울시립대학교
UNIVERSITY OF SEOUL