실험 시험

2025년 1월 15일

먼저 이것을 읽으시오:

1. 실험 시험은 문제 하나로 이루어져 있다. 이 시험의 시간은 3시간이다.
2. 제공된 펜만 사용하시오.
3. 수치 계산에는 프로그램 기능이 없는 자신의 계산기를 사용할 수 있다. 계산기가 없으면 올림피아드 주최 측에 요청하시오.
4. ***답안용지와 여분의 종이***가 제공된다. 여분의 종이는 풀이의 초안을 쓰는 데 사용할 수 있지만, 채점하지 않는다. 채점받을 최종 풀이는 ***답안용지***에 써야 한다. 글은 되도록 적게 쓰고, 주로 식, 수치, 그림, 그래프를 사용하시오.
5. ***답안용지***의 앞면만 사용하시오**.** 테두리 안쪽에만 쓰시오.
6. 각 용지 위쪽의 칸에 국가(***Country***), 학생 코드(***Student Code***), 문제 번호(***Question Number***), 각 용지의 일련번호(***Page Number***), 사용한 ***답안용지***의 총 매수(***Total Number of Pages***)를 적으시오. 채점받고 싶지 않은 메모에 빈 ***답안용지***를 사용했다면, 그 용지 전체에 큰 X 표시를 하고 번호를 매길 때 포함하지 마시오.
7. 시험이 끝나면 문제마다 모든 용지를 다음 순서로 정리하시오.
   - 사용한 ***답안용지***(순서대로)
   - 채점받고 싶지 않은 용지
   - 사용하지 않은 용지
   - 인쇄된 문제지

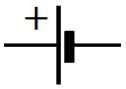
   용지를 봉투에 넣고 모든 것을 책상 위에 두시오. 어떤 종이나 장비도 시험실 밖으로 가져갈 수 없다.

갈바니 전지

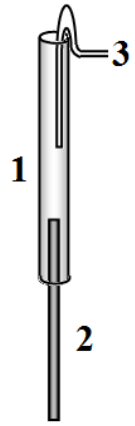
이 실험에서는 공업용 전지와 직접 만든 전지, 두 갈바니 전지의 특성을 조사해야 한다.

실험 장비.

1. 갈바니 전지 “Camelion” 1.5 V. 전지에는 도선이 납땜되어 있다. 회로에서는 보통의 기호로 나타낸다.



2. 직접 만든 갈바니 전지. 플라스틱 관 1로 이루어져 있으며, 관의 아래쪽에는 첫 번째 전극인 철 막대 2가 있다. 막대는 받침대 역할도 한다. 막대의 아래쪽 끝은 점토 조각으로 덮개 겸 받침대에 고정되어 있다(그림에는 나타내지 않음). 관의 위쪽에는 두 번째 전극 역할을 하는 구리 도선 3 한 조각이 들어 있다. 관은 시트르산 용액으로 채워져 있다. 필요하면 주사기를 사용하여 용액을 더 넣거나 바꿀 수 있다.





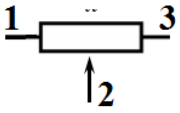
회로에서 이 전지는 다음과 같이 나타낸다. 양극은 구리 전극이다.

주의.

- 용액을 바꾼 뒤(또는 더 넣기만 한 뒤에도) 전지를 적어도 5분 동안 그대로 두어야 한다;
- 전지는 언제나 수직으로 세워 두어야 한다;
- 도선을 전지의 전극에 연결하고, 측정하는 동안에는 되도록 전극을 건드리지 마라. 이것은 특히 위쪽의 구리 전극에서 중요하다. 구리 전극이 조금만 움직여도 측정값이 달라지므로, **구리 전극에는 도선을 하나만 연결하여라**.

3. 멀티미터. 멀티미터를 저항계 모드로 사용하여 저항기의 저항을 측정할 수 있다. 갈바니 전지가 들어 있는 회로에서 측정할 때에는 멀티미터를 전압 측정 모드로만 사용하여라. 전압계는 음극이 “Com” 단자에 연결되었을 때 양(+)의 전압 값을 보여 준다. 멀티미터 사용에 관한 추가 설명은 따로 제공된다.

4. 20 kΩ 가변 저항기(전위차계). 그림은 전위차계의 단자를 나타낸다. 장치의 단자 배치는 그림에 나타낸 것과 같다.



5. 저항이 각각 약 1 Ω인 고정 저항기 5개를 이은 사슬(정확한 저항값은 직접 측정해야 한다).

6. 저항이 10 kΩ인 고정 저항기.

7. 연결 도선.

주의.

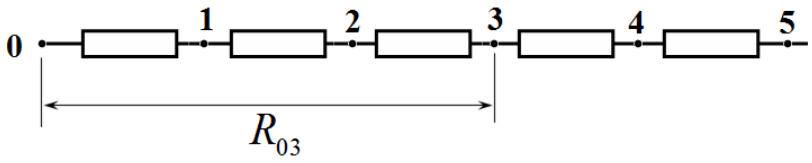
- 도선의 끝은 피복이 벗겨져 있어서 “꼬는” 방법으로 서로 연결할 수 있다;
- 도선 두 개에는 악어 클립이 달려 있다. 측정하는 동안 연결을 바꾸어야 하는 곳에 이 도선을 사용하여라;

- 명심하여라: 전기 공학은 접촉의 과학이므로 모든 도선을 조심스럽게 연결하여라;
- 전기 회로를 꾸미는 데 시간을 아끼지 마라: 모든 소자는 공중에 매달지 말고 탁자 위에 두어야 한다. 측정하는 동안 소자를 되도록 움직이지 마라(연결이 끊어질 수 있다). 멀티미터의 리드선(프로브)은 회로의 소자에 연결하고 손으로 잡고 있지 마라. 측정하는 동안 바꾸어 연결해야 하는 접점에는 악어 클립을 사용하여라.

8. 시트르산 용액이 든 유리컵. 사용한 용액을 담을 유리컵. 직접 만든 갈바니 전지의 관을 채우는 주사기. 냅킨. 관에서 못을 빼지 마라. 용액을 바꿀 때에는 관 속의 액체를 유리컵에 "털어" 내어라. 냅킨을 사용하여 작업 공간을 깨끗하게 유지하여라.

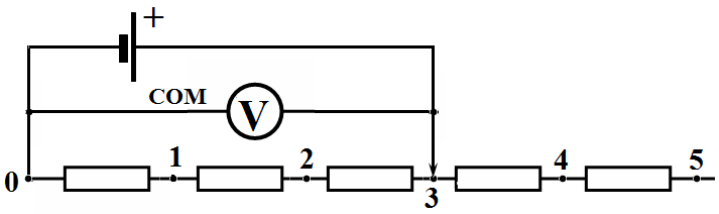
9. 스톱워치.

제1부. 갈바니 전지 "Camelion"의 특성.



1.1 멀티미터를 저항계 모드로 사용하여 저항기 사슬의 저항을 측정하여라: 접점 "0"과 차례로 "1", "2", … "5"에 연결했을 때의 저항이다(이 저항들을 R_{01}, R_{02}, R_{03}, …로 나타낸다).

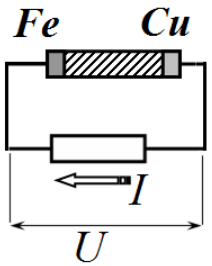
오른쪽 그림에 나타낸 회로를 사용하여라.
주의! 측정하는 동안에만 전원을 연결하여라. 측정은 빠르게 하고, 저항기가 뜨거워지지 않게 하여라!



1.2 갈바니 전지를 연결하는 점의 번호 $k = 1, 2, \ldots$에 따라 외부 회로에 걸리는 전압 U_k가 어떻게 달라지는지 측정하여라.
1.3 측정 결과로부터 회로에 흐르는 전류 I_k를 계산할 수 있는 식을 써라. I_k의 값을 계산하여라. 외부 회로에 걸리는 전압을 전류에 대해 나타낸 그래프 $U(I)$를 그려라.
1.4 이론적인 관계 $U(I)$의 식을 써라. 얻은 실험 자료를 이용하여 갈바니 전지의 기전력 ε과 내부 저항의 값을 계산하여라. 구한 값의 오차를 추정하여라.

제2부. 직접 만든 갈바니 전지.

이 부분의 실험에서는 직접 만든 갈바니 전지에 대해 비슷한 조사를 해야 한다.



2.1 외부 회로에 걸리는 전압이 회로에 흐르는 전류에 따라 어떻게 달라지는지, 곧 $U(I)$를 측정할 수 있는 전기 회로를 제안하여라. 측정할 때 사용하는 모든 소자를 밝혀라. 어떤 양을 측정하는지 밝혀라. 사용하는 계산식을 써라.

주의.
- 멀티미터는 전압 측정 모드로만 사용하여라;

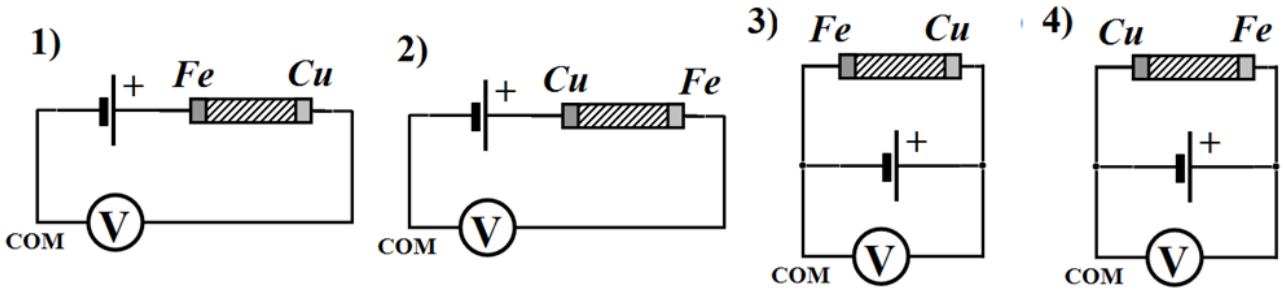
- 측정하는 동안 일부 접점의 연결을 자주 바꾸어야 할 수도 있다. 이렇게 바꾸는 횟수가 되도록 적게 하여라;

- 전지의 구리 전극에는 도선을 하나만 연결하고, 측정하는 동안 건드리지 마라;
- 연결을 바꿀 때에는 반드시 악어 클립이 달린 도선을 사용하여라;
- 측정하는 동안 멀티미터의 측정값이 일정해질 때까지 기다려라. 수십 초가 걸릴 수도 있다(시간을 재는 데 스톱워치를 사용할 수 있다).

2.2 외부 회로에 걸리는 전압이 회로에 흐르는 전류에 따라 어떻게 달라지는지, 곧 $U(I)$를 측정하여라. 얻은 관계를 그래프로 그려라.
2.3 얻은 자료를 이용하여 직접 만든 갈바니 전지의 기전력 ε과 내부 저항을 계산하여라. 구한 값의 오차를 추정하여라.

제3부. 갈바니 전지의 연결.

아래 그림은 두 갈바니 전지를 연결하는 가능한 방법을 나타낸다.

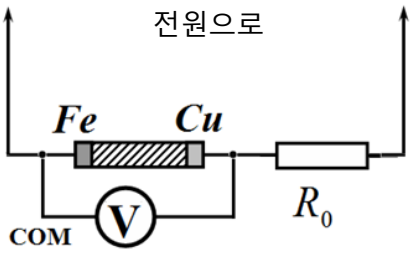


3.1 두 전지를 연결하는 네 가지 방법에 대해 전체 기전력을 측정하여라.
3.2 갈바니 전지를 연결하는 네 가지 방법에 대해 전체 기전력의 이론값을 계산하여라.

제4부. 갈바니 전지의 전류-전압 특성.

이 부분에서는 오차를 계산하지 않아도 된다.

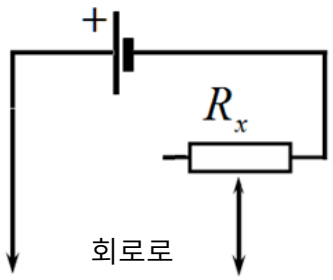
이 부분에서는 외부 전원으로 전류를 흘려 줄 때 직접 만든 갈바니 전지의 특성을 조사해야 한다.



갈바니 전지에 걸리는 전압이 전류의 세기에 따라 어떻게 달라지는지 구해야 한다. 이를 위해 오른쪽 회로를 사용하여라. 갈바니 전지에 흐르는 전류를 측정하는 데 저항기 $R_0 = 10\,\text{k}\Omega$을 사용하여라.

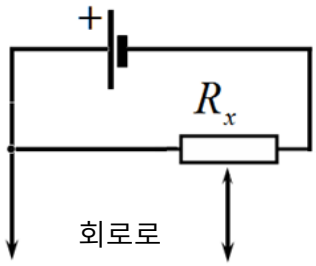
조절할 수 있는 전원 회로 두 가지를 사용하여라. 전류의 크기가 가장 큰 값에서 측정을 시작하여, 가변 저항기로 전류를 점차 단조롭게 줄여 나가라. 서두르지 말고, 측정할 때마다 멀티미터의 측정값이 안정될 때까지 기다려라.

먼저 오른쪽의 가변 저항기 회로에 따라 전원을 연결하여 측정하여라. 전원(“Camelion” 전지)을 두 가지 극성으로 연결하여 측정하여라.



4.1 갈바니 전지에 걸리는 전압이 전지에 흐르는 전류의 세기에 따라 어떻게 달라지는지 측정하여라. 얻은 관계를 그래프로 그려라.
4.2 얻은 관계에서 선형 구간을 골라라. 각 구간에 맞춤 직선을 긋고, 그 직선의 매개변수를 구하여라. 고른 선형 구간마다 직접 만든 갈바니 전지의 기전력과 내부 저항의 값을 적어라.

이제 오른쪽의 전위차계 회로에 따라 전원을 연결하여 비슷한 측정을 하여라. 전원(“Camelion” 전지)을 두 가지 극성으로 연결하여 측정하여라.



4.3 갈바니 전지에 걸리는 전압이 전지에 흐르는 전류의 세기에 따라 어떻게 달라지는지 측정하여라. 얻은 관계를 그래프로 그려라.
4.4 얻은 관계에서 선형 구간을 골라라. 각 구간에 맞춤 직선을 긋고, 그 직선의 매개변수를 구하여라. 고른 선형 구간마다 직접 만든 갈바니 전지의 기전력과 내부 저항의 값을 적어라.