열전도 (10점)

목표: 이중벽 컵의 열전도 계수를 구하고 물의 평형 온도를 추정한다.

준비물

1. 큰 용기.
2. 이중벽 컵(플라스틱 컵 두 개를 포개어 놓은 것).
3. 물을 옮기는 물병.
4. 초시계.
5. 온도계 두 개.
6. 온도계와 용기를 고정하는 받침대.
7. 물(물통에 준비되어 있음).
8. 전기 침수 가열기. **주의**: 가열기가 물에 완전히 잠긴 상태에서만 전원을 연결하거나 끊어라. 전원이 연결되어 있을 때는 **가열기나 물**을 만지지 마라. 온도계와 가열기가 서로 닿지 않게 하여라.

서론

푸리에 법칙에 따르면 시간 간격 Δt 동안 벽을 통과하는 열량 ΔQ는 벽 양쪽의 온도차 ΔT에 비례한다:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = B\,\Delta T \qquad (1),$$

여기서 벽의 열전도 계수 B는 벽의 두께, 모양, 재질 등에 따라 달라진다.

실험 과정

1. 그림과 같이 장치를 설치하여라. 부품 s를 홈 m에 끼워 컵을 고정할 수 있다(사용은 선택 사항).

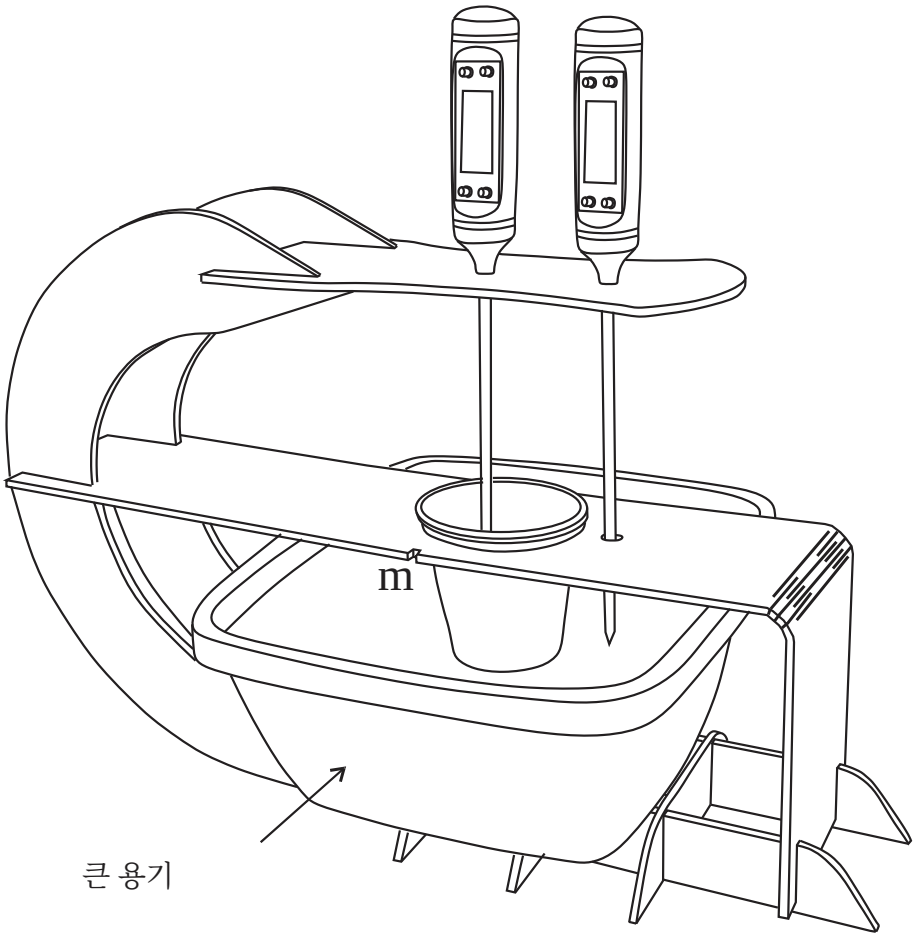
2. 큰 용기에는 뜨거운 물을, 이중벽 컵에는 찬물을 넣어라. 두 수면의 높이가 모두 컵의 눈금과 일치해야 한다. 처음에 뜨거운 물의 온도는 60 °C보다 조금 높고, 컵 속 물의 온도는 가능한 한 낮아야 한다. 컵의 눈금은 물 150 ± 2 ml에 해당한다.

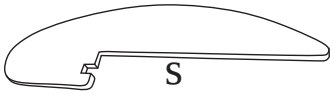
3. 찬물의 온도 T_f와 뜨거운 물의 온도 T_c를 시간 t의 함수로 동시에 측정하여라. 뜨거운 물의 온도가 대략 60 °C에서 50 °C 사이인 동안 측정하여라. *액체를 젓지 마라.*

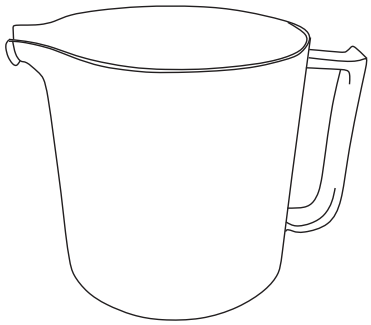
실험 시험

(공식 스페인어판)

E1 - 2






물병

과제

1. 이중벽 컵의 열전달 계수

1.1 [3점] t, T_c, T_f와 그 밖에 필요하다고 생각하는 물리량을 표 1에 기록하여라.

1.2 [2점] t에 따른 T_c와 T_f의 그래프를 그려라(그래프 1).

1.3 [3점] 계수 B와 그 불확도를 구할 수 있는 두 번째 그래프를 그려라(그래프 2). 식 (1)의 모형에는 주변으로의 열전달에 해당하는 상수항을 더해야 한다. 이 상수를 계산할 필요는 없다.

2. 평형 온도

2.1 [1점] 하나의 좌표계에 T_c에 따른 $\Delta T = T_c - T_f$와 T_f에 따른 ΔT의 그래프를 그려라(그래프 3).

2.2 [1점] 그래프 3을 이용해 두 용기의 물이 열평형에 도달할 온도를 추정하여라. 이 항목에서는 불확도를 계산하지 않아도 된다.

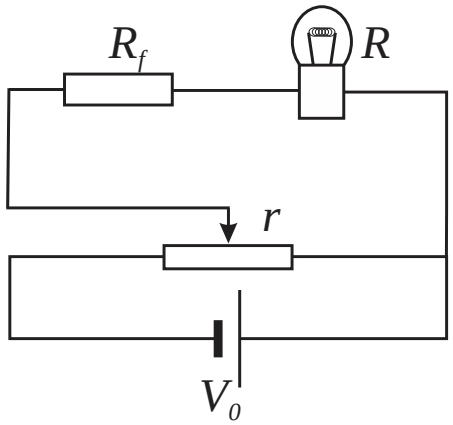
몰 질량	μ	$0.018\ \text{Kg} \cdot \text{mol}^{-1}$
증기압	P_v	$3.17 \times 10^3\ \text{Pa}$
밀도	ρ	$1000\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
산도	pK_a	13.99
비열	c	$4.18 \times 10^3\ \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
열전도율	λ	$0.61\ \text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
굴절률	n	1.33
점성 계수	η	$8.9 \times 10^{-4}\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

열복사

목표: 백열전구 필라멘트의 길이와 지름을 구한다.

준비물

1. 직류 전원 장치(*항상* $V_0 = 6$ V *위치에서 사용한다*).
2. 가변 저항, 전구,
   그림과 같이 연결된 고정 저항 $R_f = 1\ \Omega$이 있는 브레드보드.
3. 멀티미터(*전압계로만 사용하며,*
   저항 또는 전류 측정에 사용하는 것은 금지한다).
4. 드라이버(*가변 저항값을 조절하는 데 사용*).
5. 연결선 세 쌍.



서론

필라멘트는 가느다란 텅스텐 선을 나선 모양으로 감은 것이다. 전류가 흐르면 백열 상태가 되어 빛과 열을 방출한다. 필라멘트의 전기 저항 R은 절대 온도 T에 따라 선형으로 증가한다. 즉,

$$\frac{\Delta R}{\Delta T} = \alpha R_0 \qquad (1),$$

여기서 R_0은 실온에서의 필라멘트 저항이고, $\alpha = 5{,}1\times10^{-3}\ K^{-1}$은 텅스텐 비저항의 온도 계수이다. 20 °C에서 텅스텐의 비저항은 $\rho_0 = 5{,}5\times10^{-8}\ \Omega\cdot\mathrm{m}$이다.

실험 과정과 과제

1. 필라멘트의 특성

가변 저항에서 튀어나온 나사를 돌려 저항값 r을 조절한다. 이 가변 저항의 특성상 나사의 회전에 대한 민감도가 측정 범위에 걸쳐 크게 달라지지만, 고장이 난 것은 아니다.

1.1 브레드보드에서 나오는 전선을 전원 장치에 연결하여 그림의 회로를 구성하여라.

1.2 [2,5점] r을 바꾸며 전구 양단의 전압 V를 측정하여라. 0,030 V에서 0,100 V 사이에서 열 번 이상, 0,100 V에서 5,60 V 사이에서 추가로 열 번 이상 측정하여라. 동시에 회로의 다른 전압도 측정하여, 전구에 흐르는 전류 I, 전기 저항 R, 소비 전력 P를 계산할 수 있게 하여라. 데이터를 표 1에 적어라.

1.3 [0,5점] 전구의 V에 따른 I 특성 곡선을 그려라(그래프 1).

1.4 [0,5점] R에 따른 P의 곡선을 그려라(그래프 2).

2. 실온 부근에서 전구의 저항

실온 부근에서는 온도에 따른 필라멘트의 전기 저항 변화를 무시할 수 있다.

2.1 [1점] 그래프 1을 이용하여 실온 부근의 저항 R_0과 그 불확도를 구하여라.

3. 고온에서 소비 전력과 저항의 관계

고온에서는 필라멘트의 에너지가 주로 복사로 방출된다. 이때 소비 전력은 다음과 같다:

$$P = A\sigma T^4 \qquad (2),$$

여기서 A는 필라멘트의 표면적이며, $\sigma = 5{,}67\times10^{-8}$ $Wm^{-2}K^{-4}$는 슈테판·볼츠만 상수이다.

3.1 [1,5점] 식 (1), (2)로부터 소비 전력 P와 필라멘트 저항 R 사이의 관계식을 구하여라.

3.2 [2점] 3.1에서 구한 관계식을 선형화하여 그래프를 그려라(그래프 3).

4. 필라멘트의 길이와 지름

4.1 [1점] 필라멘트의 길이와 그 불확도를 구하여라.

4.2 [1점] 필라멘트의 지름과 그 불확도를 구하여라.