

실험 문제

이 실험 문제는 두 가지 관련 부분으로 구성되어 있습니다.

1부

45°C - 65°C 온도 범위에서 알루미늄의 비열을 측정합니다.

0)

이 부분에서는 다음 장비만 사용할 수 있습니다:



1. 온도계용 구멍이 있는 뚜껑이 있는 플라스틱 컵입니다;
2. 정확도 0.1°C의 디지털 온도계; 상단 디스플레이에는 **센서(10)**의 온도가 표시되고 하단 디스플레이에는 실내 온도가 표시됩니다. 최대/최소 버튼을 누르지 마세요: 최대/최소 버튼을 누르면 현재, 최대, 최소값 사이의 판독값이 변경됩니다. 수온이 70°C를 초과하면 온도계에 "H"가 표시되어 해당 범위를 벗어났음을 나타냅니다. **경고: 온도계를 액체 질소의 온도를 측정하는 데 사용하지 마세요! 온도계는 파트 1에서만 사용할 수 있습니다.**
3. 구멍이 뚫린 알루미늄 실린더입니다;
4. 1g 정확도의 전자 저울; 저울이 평평한 표면에 놓여 있는지 확인하세요. 저울/영점 버튼은 켜기/끄기 역할을 하며 저울의 영점 판독값을 설정합니다. 다른 버튼은 누르지 마세요. 참고: 저울은 일정 시간이 지나면 자동으로 꺼지므로 다시 켜서 저울의 영점 수치를 재설정해야 합니다. 저울의 상단에 있는

는 저울이 자동으로 꺼지는 것을 방지하기 위해 약 50초마다 저울을 조정합니다.

5. 디지털 타이머; 왼쪽 버튼을 누르면 타이머가 시계 모드에서 스톱워치 모드로 전환됩니다. 스톱워치 모드에서 가운데 버튼은 중지/시작, 오른쪽 버튼은 재설정 역할을 합니다.
6. 뜨거운 물이 담긴 듀어 플라스크;
7. 사용한 물을 담은 병입니다;
8. 플로팅(그래프) 용지(2페이지);
9. 실 조각.

알루미늄의 비열 측정 결과는 실험 문제의 2부에서 사용됩니다.

알루미늄의 비열은 두 실험 곡선의 통해 결정해야 합니다:

- 1) 알루미늄 실린더가 없는 플라스틱 컵에 담긴 뜨거운 물의 냉각 곡선(첫 번째 실험);
- 2) 알루미늄 실린더를 담은 플라스틱 컵에 담긴 뜨거운 물의 냉각 곡선(두 번째 실험);

물의 비열은 $c_w = 4.20 \text{ kJ/(kg K)}$ 입니다.

물의 밀도 $\rho = 1.00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

알루미늄 밀도 $\rho_{Al} = 2.70 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

경고: 뜨거운 물은 매우 조심하세요. $T > 50^\circ\text{C}$ 의 물은 화상을 입을 수 있다는 점을 기억하세요. 이 부분에 액체 질소를 사용하지 마세요!

작업

1a) [1점] 알루미늄 비열 c_{Al} 에 대한 식을 이론적으로 도출하시오.

실험적으로 측정 된 양 조건 : 첫 번째 온수의 질량 $m_{(1)}$

실험, 질량 $m_{(2)}$ 두 번째 실험의 온수, 질량 m 의

알루미늄 실린더와 열용량의 비율 $K = C_1 / C_2$, 여기서 $C_{(1)}$ 은 다음과 같습니다.

는 첫 번째 실험에서 물의 열용량, $C_{(2)}$ 는 두 번째 실험에서 물과 알루미늄 실린더의 열용량을 합한 값입니다.

파트 1b) 및 1c)에서는 K 를 결정하기 위해 측정을 수행합니다. 파트 1b) 및 1c)는 뚜껑을 닫은 상태에서 수행해야 합니다. 이 경우 컵의 내용물과 환경의 열 교환은 온도 차이에 선형적으로 의존한다고 가정합니다. 선형성 계수는 컵의 물 수준에 따라서만 달라집니다.

컵. 알루미늄 실린더가 1c) 부분의 물에 완전히 잠겨 있는지 확인합니다. 컵의 열 용량은 무시해도 됩니다.

1b) [1.5점] 첫 번째 실험을 수행하십시오 - 45° 에서 65°C 까지의 온도 범위에서 물의 온도 T_1 와 시간 t 사이의 관계를 조사하고 측정 표를 제공하십시오. T_1 의 값을 답안지에 적으십시오.

1c) [1.5점] 두 번째 실험을 수행하십시오 - 45° 에서 65°C 까지의 온도 범위에서 알루미늄 실린더 T_2 와 시간 t 사이의 물의 온도 관계를 조사하고 측정 표를 제공하십시오. T_2 와 m 의 값을 답안지에 적으십시오.

1d) [4점] 그래프를 사용하여 열용량 $K = C_1 / C_2$ 의 비율을 구하십시오.

불확실성 ΔK 를 구합니다. 답지에 K 와 ΔK 의 값을 적습니다.

1e) [2점] c_{Al} 의 수치를 결정하고 다음의 불확실성을 추정하십시오.

측정 Δc_{Al} . 답안지에 c_{Al} 와 Δc_{Al} 의 값을 적습니다.

파트 2

액체 질소의 비증발 잠열을 측정합니다.

(10점)

이 부분에서는 다음 장비를 사용할 수 있습니다:

알루미늄의 비열과 온도에 대한 임의 단위의 비열은 그림 1에 나와 있습니다. 파트 1의 45°C-65°C 온도 범위에서 비열 측정 결과를 사용하여 이 곡선을 절대 단위로 정규화합니다.

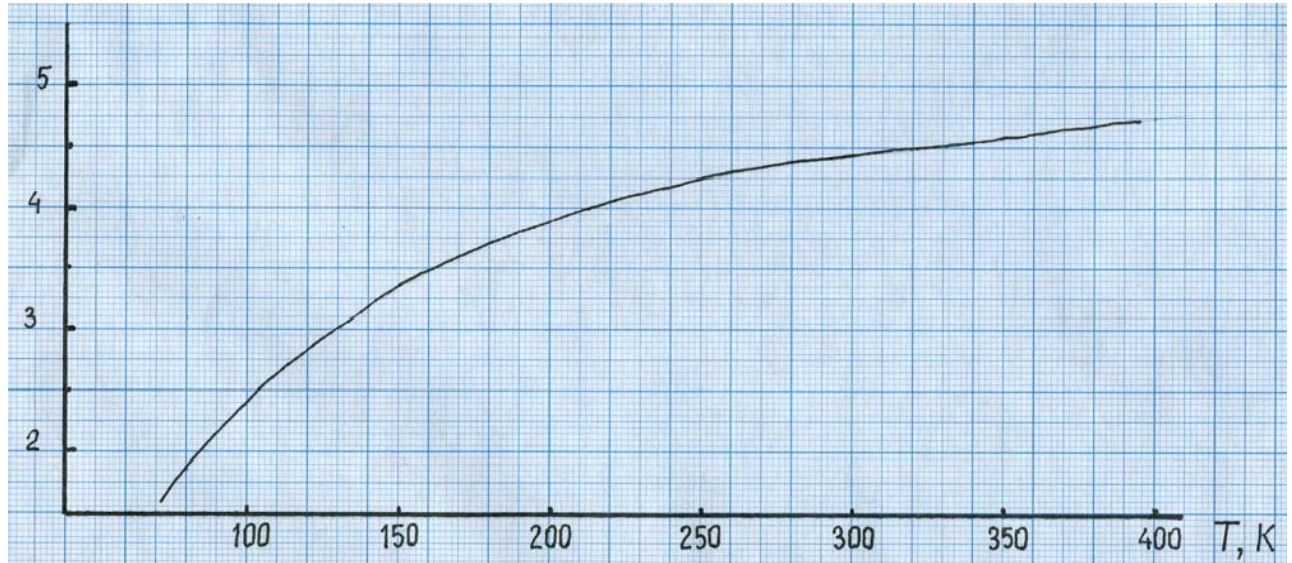


그림 1. 알루미늄의 비열(임의 단위)과 온도 사이의 관계.

경고:

- 1) 액체 질소의 온도는 $T_N = -196^{(o)}\text{C}$ 입니다. 동상을 예방하려면 질소나 질소와 접촉한 물건을 만지지 마세요. 장신구, 손목시계 등 개인 금속 소지품은 멀리 보관하세요.
- 2) 질소에 관련 없는 물품을 넣지 마세요;
- 3) 알루미늄 실린더를 액체 질소에 넣을 때는 분출하거나 흘리지 않도록 주의하세요.

작업

- 2a) [3점] 뚜껑이 닫힌 스티로폼 컵에서 질소의 증발 속도를 측정하고, 알루미늄 실린더가 냉각되는 동안 증발된 질소의 질량을 측정하십시오(알루미늄 실린더는 컵에 구멍을 뚫어 넣는다).

다음과 같은 방법으로 진행하세요. 저울 위에 스티로폼을 놓고 액체 질소 약 250g을 붓고 5분 정도 기다린 다음 측정을 시작합니다. 일정량의 질소가 증발한 후 알루미늄 실린더를 컵에 담으면 격렬하게 끓게 됩니다. 알루미늄 실린더가 질소 온도로 냉각되면 증발이 진정됩니다. 추가 질소가 증발할 때까지 약 5분 동안 이 방식으로 측정을 계속해야 합니다. 전체 동안 프로세스 저울의 판독값을 기록합니다. $M(t)$ 를 시간의 함수로 표시합니다.

어떤 경우에도 액체 질소에 잠긴 알루미늄 실린더를 만져서는 안 됩니다.

보고서에서 $M(t)$ 와 $m_{(N)}(t)$ 의 표를 제공하며, 여기서 $m_{(N)}(t)$ 는 증발된 질소의 질량입니다.

2b) [1점] 2a)의 $M(t)$ 의 측정 결과를 사용하여, 다음의 그래프를 그리십시오.

증발된 질소 m_N 의 질량 대 시간 t . 그래프는 다음을 보여줘야 합니다.

알루미늄을 담그기 전과 후, 질소를 격렬하게 끓이는 세 단계의 공정이 모두 진행됩니다.

2c) [3.0점] 그래프에서 질량을 구하십시오.

m_N^{est} 증발된 질소의 질량

알루미늄 실린더와의 열 교환으로 인해 실온에서 액체 질소 온도로 냉각되기 때문입니다. 이를 위해서는 환경과의 열 교환을 고려해야 합니다.

컵을 알루미늄 냉각 전, 도중, 후에 측정합니다. 다음 값을 적습니다.

m_N^{Al}

와 그 불확실성 Δm^{Al} 을 답안지에 표시합니다.

2] [0.5점] $45^\circ\text{C} \sim 65^\circ\text{C}$ 의 온도 범위에서 알루미늄의 비열을 측정한 결과를 이용하여 (파트 1) 알루미늄의 비열과 온도 사이의 관계 그래프를 임의의 단위에서 절대 단위로 정규화하십시오. 답안지에 임의 단위에서 절대 단위로 변환하는 계수 θ 의 값을 적으십시오:

$$c_{\text{Al}}(J/(kg \cdot K)) = \theta \cdot c_{\text{Al}}(\text{arb. units})$$

2e) [2.5점] 알루미늄 실린더의 냉각으로 증발된 질소의 질량 측정 결과와 비열과 온도의 관계를 정규화한 그래프를 이용하여 질소의 비증발 잠열 λ 을 구하십시오. λ 의 값과 그 불확실성을 쓰십시오.

답안지에 $\Delta\lambda$ 를 입력합니다.

행운을 빌며 멋진 모습을 보여주세요!