

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Олимпиада по физика, Национален кръг, Плевен, 1 май 2010 г.

Експериментална задача.

■ Теория

◆ Термисторът (термосъпротивление, терморезистор) е полупроводниково съпротивление, чиято големина се изменя в зависимост от температурата. Теоретичната зависимост на съпротивлението на термистор от температурата е

$$R(T) = Ae^{B/T} = Ae^{\frac{E_a}{2kT}} \quad (1)$$

където A и B са характерни константи, T е абсолютната температура, k е константата на Болцман, а E_a - характерна за материала енергия (активационна енергия).

Количествена характеристика на чувствителността на термистора към изменението на температурата е температурният коефициент на съпротивление

$$\alpha_t = \frac{1}{R} \frac{\Delta R}{\Delta T} = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT} \quad (2)$$

където $\Delta R/R$ е относителното изменение на съпротивлението при (малка) промяна на температурата ΔT . От (1) и (2) следва

$$\alpha_t = -\frac{B}{T^2} \quad (3)$$

◆ Разтварянето на твърдо вещество в разтворител може да е ендотермичен или екзотермичен процес в зависимост от изменението на вътрешната енергия на системата при този процес. Специфичната топлина на разтваряне на дадено вещество е количеството топлина, което се поглъща или отделя при разтваряне на единица маса, а моларната топлина на разтваряне - количеството топлина, което се поглъща или отделя при разтваряне на 1 мол.

■ Уреди и материали

• Калориметър	– 1 бр.
• Термометър	– 1 бр.
• Мерителен цилиндър	– 1 бр.
• Бехерова чаша	– 1 бр.
• Бъркалка	– 1 бр.
• Терморезистор	– 1 бр.
• Регулируемо захранване	– 1 бр.
• Мултицет	– 2 бр.
• Проводници	– 2 бр.
• Съд за отпадъци	– 1 бр.
• Шишенце с 5.00 g амониев нитрат NH_4NO_3	– 4 бр.
• Предпазни очила	– 1 бр.
• Милиметрова хартия	– 1 бр.
• Вода (1.5 l)	– 1 бр.
• Таблица на Менделеев	– 1 бр.

■ Справочни данни

◆ Константа на Болцман: $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ◆ Заряд на електрона: $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ◆ Число на Авогадро: $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ◆ Атомна единица за маса: $1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ◆ Специфичен топлинен капацитет на водата: $c = 4190 \text{ J/kg.K}$ ◆ Топлинен капацитет на калориметъра: $C_c = 37 \text{ J/K}$.

■ Указания

♦ При използване на термистора в зад. 1 фиксирайте термистора в калориметъра с помощта на гумената тапа много внимателно, както е показано на фигурата отдясно. ♦ Използвайте внимателно бъркалката на калориметъра (нагоре-надолу), като внимавате да не закачите нагревателите. ♦ Изключвайте приборите, които не използвате в момента. ♦ Считайте специфичния топлинен капацитет на разтвор амониев нитрат за същият като този на водата.



♦ При провеждане на експериментите използвайте предпазните очила. ♦ Не включвайте нагревателите, ако не са потопени във вода.

■ Задачи

1. Определете температурната зависимост на съпротивлението на термистор в достатъчно широк температурен интервал (**крайна температура не повече от 60°C**) **[13 т. общо за зад. 1 и зад. 2]**
 - 1.1. Планирайте предварително този експеримент, за да имате разумно време на провеждане му и добра точност. За целта подберете подходящ нагревател на калориметъра (**напрежение 12V, максимално допустим ток 1.0 A**), количество вода, разположение на термистора и термометъра и т.н. Предварително оценете времето, необходимо за измерване в определения от Вас температурен интервал. Опишете кратко, но достатъчно пълно начина, по който сте извършили измерването, различните параметри (съпротивление на нагревателя, количество вода и т.н.), мерките, които сте взели за постигане на добра точност. **[1 т.]**

Указания: Използвайте единият от мултицетите за контрол на напрежението, подадено на нагревателите на калориметъра. То трябва да съответства на избраното от вас напрежение на панела с точност $\pm 0.7V$!

- 1.2. Представете данните таблично и графично **[1 т.]** Оценете грешките на единичното измерване. **[0.5 т.]**
 - 1.3. Представете данните в подходящи променливи, така че зависимостта между тях да е права линия. **[2 т.]**
2. Използвайте данните от т. 1:
 - 2.1. Определете константите А и В, фигуриращи във формула (1) **[4 т.]**. Оценете грешките **[0.5 т.]**.
 - 2.2. Определете активационната енергия E_a (в eV) **[1 т.]** и оценете абсолютната и относителна грешка на резултата **[0.5 т.]**.
 - 2.3. Определете температурния коефициент на съпротивлението на термистора при 20°C **[2 т.]**. Оценете грешката **[0.5 т.]**.
3. Изследвайте процеса на разтваряне на амониев нитрат (NH_4NO_3) във вода. **[7 т. общо за зад. 3]**

Указания: За измерване на температурата оттук нататък **използвайте само термистора** и резултатите от т. 1 и 2. Работете с открит калориметър, без да го затваряте с капака с нагревателите.

- 3.1. Направете предварителен експеримент, за да оцените типа на процеса, порядъка на измерваните величини и да планирате оптимално (напр. количеството вода, оптимална начална температура и т.н.) по-прецизен експеримент. Опишете кратко наблюденията и изводите си и посочете типа на процеса (ендо- или екзотермичен) **[0.5 т.]**
 - 3.2. Направете по-прецизен експеримент за определяне на топлината на разтваряне на амониев нитрат във вода. Опишете кратко, но достатъчно пълно така планирания и проведен експеримент. Определете топлината на разтваряне **[4 т.]** за използваните количества амониев нитрат и разтворител (посочете ги).
 - 3.3. Определете специфичната и моларна топлина на разтваряне на амониев нитрат (NH_4NO_3) във вода. Представете резултата в единици kJ/kg **[1 т.]** и kJ/mol **[1 т.]**. Оценете съответните грешки **[0.5 т.]**.