

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НЕУТРАЛИЗАЦИОННА ТОПЛИНА

I. Топлинният ефект при неутрализационен процес, отнесен за 1 грам еквивалент от киселината или основата, се нарича **неутрализационна топлина**. При неутрализирането на разредени разтвори на силни киселини и основи процесът се свежда до взаимодействието:



като отделената при взаимодействието топлина е постоянна величина и при  $25^\circ\text{C}$  е приблизително равна на **55 kJ/mol**. При слаби киселини и основи, поради едновременното протичане на процеса дисоциация, неутрализационната топлина не е постоянна величина.

Опитното определяне на топлините на химичните реакции, както и на редица физикохимични процеси, се извършва в калориметри. Топлинните ефекти се изчисляват по основното уравнение на калориметрията:

$$Q = K\Delta T, \text{ където} \quad (1)$$

$Q$  е отделеното по време на протичащия процес количество топлина;

$\Delta T$  е изменението на температурата вследствие на протичащия процес;

$K$  е топлинния капацитет на калориметъра.

II. Калориметричният експеримент се осъществява в два последователни етапа:

1. Определя се топлинният капацитет на калориметъра
2. Определя се топлината, отделена при протичането на изследвания процес

1. Капацитетът  $K$  представлява количеството топлина, необходимо за нагряване на калориметъра като цяло с  $1^\circ\text{C}$ .

$$K = \sum_i m_i c_i \quad (\text{J/K}) \quad (2)$$

$m_i$  е масата на дадена част на калориметъра,  $c_i$  нейната специфична топлоемност. Определянето на  $K$  може да стане по няколко начина в зависимост от точността, която се цели:

- а) за не особено прецизни измервания  $K$  може да се изчисли по формула (2) като се претеглят всички части на калориметъра, а специфичните топлоемности на съответните материали се взимат от таблици.
- б) чрез извършване на процес с известен топлинен ефект, например разтваряне на КС1
- в) най-точният начин за определянето на  $K$  е чрез внасяне на определено количество топлина по електричен път в калориметъра  $Q_{el}$  и определяне на повишението на температурата  $\Delta T_{el}$  вследствие на електрическото нагряване. Този начин се използва в даденото упражнение. Внесената топлина  $Q_{el}$  се изчислява по закона на Джаул - Ленц:

$$Q_{el} = \frac{U^2}{R} t \quad (J) \quad (3)$$

където  $U$  - приложеното напрежение (V);  $R$  - съпротивлението ( $\Omega$ );  $t$  - времето на протичане на електрическия ток (s)

$\Delta T_{el}$  представлява изменението на температурата в резултат на електрическото загряване. Тъй като в хода на всеки калориметричен опит протича и топлообмен с околната среда, то разликата между измерените начална и крайна температури на изследвания процес не отговаря на действителната разлика, дължаща се само на протичането на процеса. Намирането на истинската стойност на  $\Delta T_{el}$  става по графичен метод. Топлинният капацитет се изчислява по формула (1).

2. За определянето на неутрализационната топлина  $Q_n$  се провежда процес на неутрализация. Определя се точната стойност на изменението на температурата в резултат на процеса  $\Delta T_n$  по графичния метод.  $Q_n$  се изчислява по формула (1).

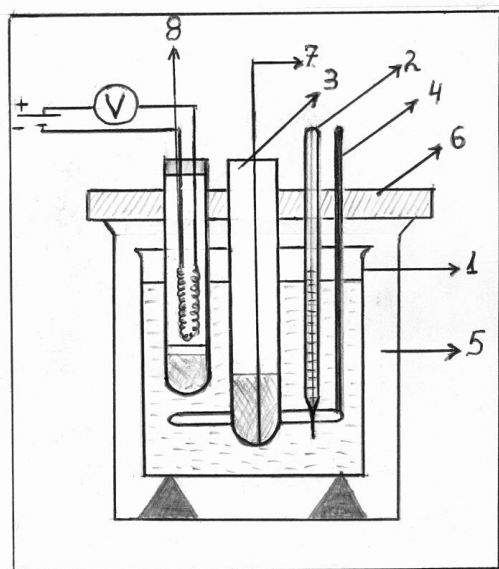
**ЗАДАЧА:** Да се определи стойността на неутрализационната топлина

**НЕОБХОДИМИ УРЕДИ И ПОСОБИЯ:** калориметър (с чаша и капак), термометър, епруветка, пръчка, разтвори 2n NaOH и 2n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, цилиндри

**НАЧИН НА РАБОТА:**

1. В калориметричната чаша се поставя кубче лед и след стопяването му се налива дестилирана вода така, че общият обем да е **250 мл**. Добавят се **25 мл 2n NaOH**. Чашата се поставя в калориметричния съд и се затваря с капака, на който неподвижно е закрепена епруветка с монтирано в нея електрическо съпротивление.
2. В отделна епруветка се наливат **10 мл 2n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** и тя се поставя в калориметъра през съответния отвор в капака, като предварително в нея се поставя стъклената пръчка. Поставя се и термометъра. Свързва се схемата за електрическо нагряване (но не се включва!). С това подготовката на апаратурата приключва.
3. С помощта на бъркалката цялата система се темперира 15 минути за установяване на еднаква температура в целия калориметър. Установената температура трябва да е около **3-4°C** под стайната.

Принципна схема на използвания калориметър - фигура 1.



1. Калориметричен съд
2. Термометър
3. Епруветка
4. Бъркалка
5. Кожух
6. Капак
7. Стъклена пръчка
8. Електрически нагревател

4. Калориметричният опит включва два процеса, по време на които се отделя топлина, както и периоди между тях, когато топлина не се отделя. Затова температурата се измерва и записва през различни интервали от време, а именно:

а) период **1** трае общо **5 минути**, като температурата се мери през **1 минута**. Това е периодът от точка **0** до точка **Е** на **фиг. 2**.

б) в края на 5-тата минута се включва електрическото нагряване. Това е период **2**, по време на който температурата се отчита през **30 секунди**. Загряването продължава докато температурата се повиши с **1°C** (период **Е - D** на **фиг. 2**), след което нагряването се изключва.

в) следва интервал **3** (период **D - А** на **фиг. 2**), който трае **10 минути** и температурата се измерва през **1 минута**. Температурата слабо се изменя през този период.

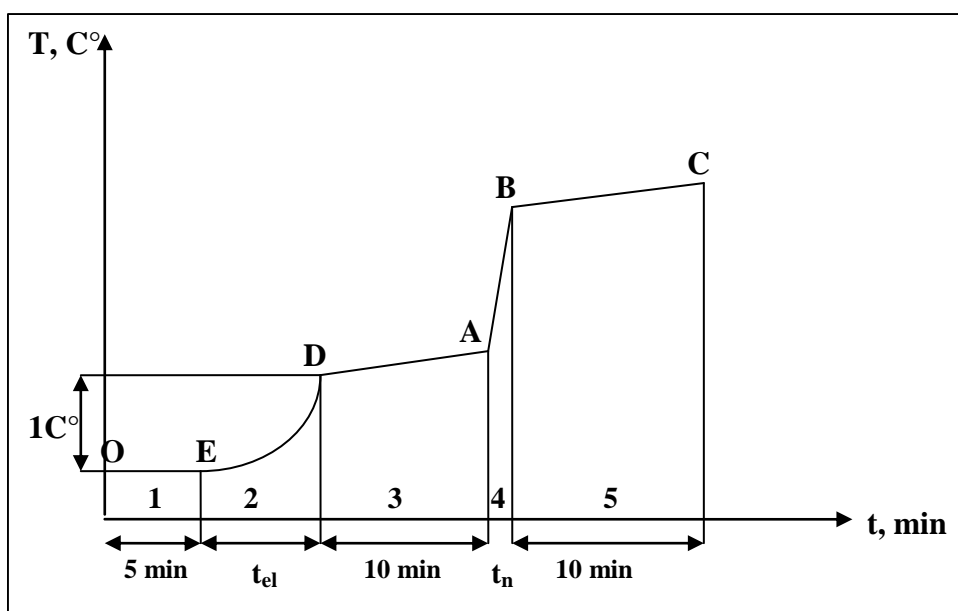
г) в края на интервал **3** епруветката, съдържаща киселината, се повдига и се счупва със стъклената пръчка. Започва процеса на неутрализация - период **А - В** на **фиг. 2**. Температурата се повишава поради отделянето на топлина в резултат на този процес и затова се отчита през **15 секунди!**. Правят се **4** отчитания, т.е. интервал **4** продължава общо **1 минута**.

д) последният интервал (период **В - С** на **фиг. 2**) трае **10 минути**, като

температурата се измерва през **1 минута**. С това приключва целия експеримент.

**По време на целия калориметричен експеримент непрекъснато се темперира с помощта на бъркалката!**

5. Получените стойности на температурата по време на целия опит в различните моменти от време **се записват направо в таблица** (*предварително подготвена*) и след това се нанасят на милиметрова хартия, както е показано на **фигура 2**



### **ОБРАБОТКА НА РЕЗУЛТАТИТЕ И ИЗЧИСЛЕНИЯ:**

1. Прецизно се определят ED и AB, т.е. действителните изменения на температурата в резултат само на процесите, т.е. елиминира се топлинния обмен с околната среда. Използва се графичния метод, обяснен в края на упътването.

2. Внесеното количество топлина  $Q_{el}$  се изчислява по закона на Джаул - Ленц, като напрежението е  $9\text{ V}$ , а съпротивлението -  $14\Omega$ . Изчислява се топлинния капацитет  $K$  на калориметъра.

3. Изчислява се количеството топлина  $Q_n$ , отделено по време на неутрализацията на използваните  $10\text{ ml } 2n\text{ H}_2\text{SO}_4$  (или  $0.02\text{ гр.екв. H}_2\text{SO}_4$ ):

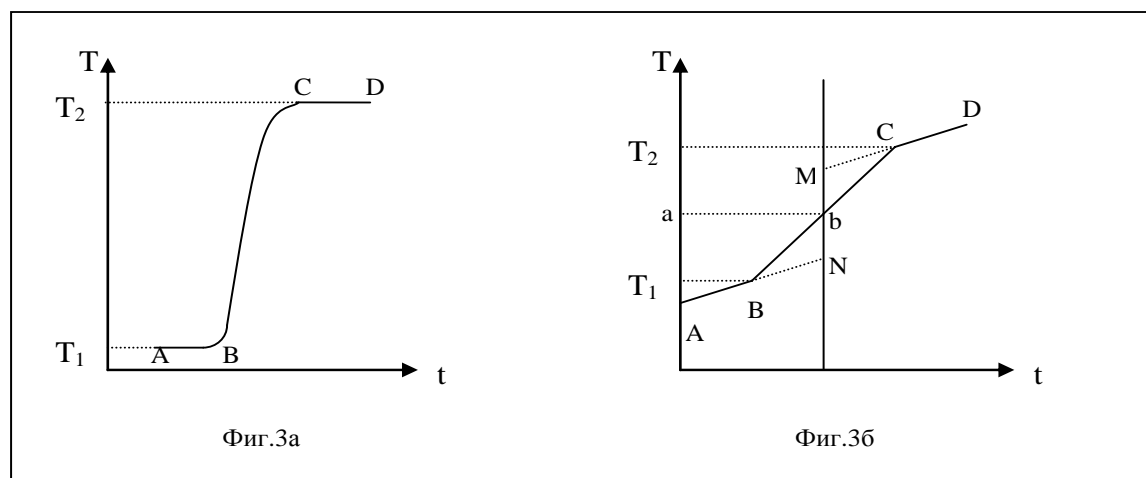
$$Q_n = K \Delta T_n = Q_{el} \frac{\Delta T_n}{\Delta T_{el}}$$

Изчислява се неутрализационната топлина, отнесена за 1 гр.еквивалент.

### ГРАФИЧЕН МЕТОД

В условията на идеална топлинна изолация ходът на калориметричен опит би имал вида на фиг. 3а. Поради липса на топлинен обмен участъците **AB** и **CD**, съответстващи на времето преди и след самия процес, са успоредни на абсцисната ос, а температурното изменение  $\Delta T$ , дължащо се на изследвания процес ще бъде равно на разликата между крайната  $T_2$  и началната  $T_1$  температури:  $\Delta T = T_2 - T_1$ .

В действителност реалният ход на зависимостта поради наличието на топлообмен с околната среда е показан на фиг. 3б.



Тук участъци **AB** и **CD** не са успоредни на абсцисата, а разликата между измерените начална и крайна температури на изследвания процес  $\Delta T = T_2 - T_1$  не се дължи само на протичането на процеса. За да се определи изменението на температурата, неповлияно от топлообмена, линейните участъци **AB** и **CD** се продължават до пресичането им с вертикалната права **MN**. Положението на **MN** се намира като интервалът между  $T_1$  и  $T_2$  върху ординатата се разделя на две равни части и през средната точка **a** се прекарва права, успоредна на абсцисата до пресичането ѝ с кривата на процеса в точка **в**. През точка **в** се прекарва **MN** -

успоредна на ординатата до пресичането ѝ с продълженията на линейните **AB** и **CD** участъци. Полученият отрез **MN** представлява действителната стойност на изменението на температурата, което би съпровождало изследвания процес в условия, изключващи топлообмен с околната среда. По този начин графично се определят действителните стойности на:

а)  $\Delta T_{el}$  - повишението на температурата само в резултат на електрическото загряване.

б)  $\Delta T_n$  - повишението на температурата само в резултат на процеса на неутрализация.