

## Keemia huvipäev 8.klasside õpilastele

### Vee mööduva kareduse määramine

Vee karedust põhjustavad lahustunud kaltsiumi ja magneesiumi soolad. Mööduv karedus on tingitud kaltsiumi ja magneesiumi vesiniksooladest ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ja  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ). Vee keetmisel need soolad lagunevad, tekitades sademe (nn. katlakivi) ja karedus kõrvaldub:

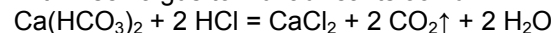


Püsiv karedus on tingitud teistest kaltsiumi ja magneesiumi sooladest (nt. kloriid, sulfaat) ning ei ole keetmisega kõrvaldatav. Mööduva ja püsiva kareduse summa on üldkaredus.

Tiitrimiseks kasutatakse HCl lahust. Bürett loputatakse HCl lahusega ning täidetakse sobiva kõrguseni. Enne tiitrima asumist kontrollitakse, et büreti alumises osas ei ole õhumulle. Lahuse nivoo näit fikseeritakse lahuse meniski alumise ääre järgi.

300 ml-sse Erlenmeyeri kolbi pipeteritakse 100 ml kraanivett ning lisatakse 2 – 3 tilka metüüloranži (indikaator): lahus omandab kollase värvuse. Pipett tuleb eelnevalt sama lahusega loputada. Tiitrimise vältel loksutatakse lahust pidevalt. Tiitritakse seni, kuni ühest tilgast HCl lahusest värvub tiitritav lahus oranžiks. Tiitrimise lõpul lisada HCl lahust aeglaselt, et vältida järeljooksuviga. Märkige üles lahuse nivoo näit tiitrimise lõpul. Tiitrimist korratakse seni, kuni vähemalt kolmes katses kulunud HCl lahuse ruumalad ei erine üle  $0,05 \text{ cm}^3$ . Tulemustest leitakse aritmeetiline keskmine.

Tiitrimise käigus toimuvad reaktsioonid:



ning



Vee mööduvat karedust iseloomustatakse 1 l-s vees lahustunud  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ja  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  millimoolide arvuna. See on arvutatav valemist:

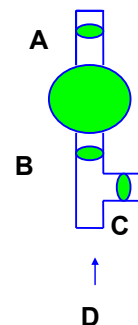
$$X = \frac{1000 \cdot V_{\text{HCl}} \cdot c_{\text{HCl}}}{2 \cdot V_p}$$

kus  $V_{\text{HCl}}$  – 100 ml kraanivee tiitrimiseks kulunud HCl lahuse ruumala (ml)

$c_{\text{HCl}}$  – HCl lahuse molaarne kontsentratsioon

$V_p$  – tiitrimiseks võetud kraanivee ruumala (100 ml)

**Tähelepanu!** Pipetiga vedeliku mõõtmisel peab selle nivoo alumine kaar (menisk) puutuma mõõtekriipsu. Tühjendamisel hoidke pipeti ots vastu kolvi seina ja jätke sellesse asendisse pärast pipeti tühjendamist veel 15 sekundiks. Enne järgnevat lahuse pipeteerimist loputage tiitrimiskolbi paar korda destilleeritud veega. Kui büreti täitmiseks kasutatakse lehitrit, siis eemaldatakse see enne lahuse algnivoo fikseerimist.



### Pipetipumba kasutamine

1. Avame sulguri **A** ja vajutame pumbast õhu välja. Sulguri **A** sulgemisel jääb pumba vaakum.
2. Asetame mahtpipeti avasse **D**.
3. Asetame mahtpipeti mõõtekolvis olevasse lahusesse, avame sulguri **B** ja täidame vaakumi jõul pipeti lahusega. Kui vedeliku nivoo jõuab märgist paar sentimeetrit kõrgemale, sulgeme sulguri **B**. Alles seejärel võtame pipeti kolvist välja.
4. Sulguri **C** ettevaatliku avamise ja sulgemisega laseme vedeliku meniski täpselt kriipsu peale.
5. Asetame pipeti koonilisse kolbi nõnda, et pipett toetuks kolvi seina vastu. Avame sulguri **C** ja laseme vedelikul pipetist välja voolata.  
**Tähelepanu!** Pumba hoidke nii, et vedelik sinna sisse ei pääseks.

## Определение устранимой (карбонатной) жёсткости воды

Жёсткость воды зависит от присутствия в ней растворимых солей кальция и магния. Устраняемая жёсткость воды обусловлена наличием кислых солей кальция ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) и магния ( $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ). При кипячении воды эти соли разлагаются, образуя осадок (т.н. накипь), при этом жёсткость устраняется:

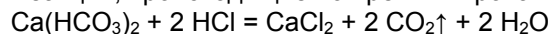


Постоянная жёсткость обусловлена присутствием в воде других растворимых солей кальция и магния (например, хлоридов, сульфатов), она не может быть устранена кипячением. Сумма постоянной и устранимой жёсткости даёт общую жёсткость воды.

Для титрования используется раствор  $\text{HCl}$ . Бюретка ополаскивается раствором  $\text{HCl}$  и заполняется до необходимой высоты. До начала титрования необходимо проверить, нет ли в нижней части бюретки воздушных пузырьков. Показание уровня раствора фиксируется по нижнему краю мениска.

В коническую колбу Эрленмейера объёмом 300 мл пипетируется 100 мл водопроводной воды и добавляется 2-3 капли метилового оранжевого (индикатор), после чего раствор окрашивается в жёлтый. Пипетку необходимо предварительно ополоснуть тем же раствором. При титровании постоянно перемешивайте раствор. Титрование проводится до тех пор, пока от добавления одной капли раствора  $\text{HCl}$  титруемый раствор не станет оранжевым. В конце титрования раствор  $\text{HCl}$  следует добавлять медленно, чтобы не перетитровать. Зафиксируйте уровень раствора в конце титрования. Повторяйте титрование до тех пор, пока минимум в трёх экспериментах разница между израсходованными объёмами раствора  $\text{HCl}$  не будет отличаться больше, чем на 0,05 мл. Найдите среднее арифметическое результатов.

Реакции, происходящие во время титрования:



и



Устраняемую жёсткость воды характеризует количество миллимолей растворимых солей кальция  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и магния  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  в 1 л воды. Она рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{1000 \cdot V_{\text{HCl}} \cdot c_{\text{HCl}}}{2 \cdot V_p},$$

где  $V_{\text{HCl}}$  - объём  $\text{HCl}$ , израсходованный на титрование 100 мл водопроводной воды

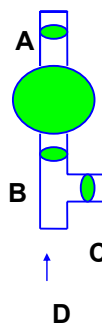
$c_{\text{HCl}}$  - молярная концентрация раствора  $\text{HCl}$

$V_p$  - объём взятой для титрования водопроводной воды (100 мл)

**Внимание!** При измерении объема жидкости пипеткой нижний край мениска должен касаться метки пипетки. При выпускании раствора из пипетки ее конец должен касаться внутренней стенки колбы и после опорожнения пипетки должен оставаться в таком положении еще 15 секунд.

Перед каждым новым пипетированием раствора пару раз ополосните колбу для титрования дистиллированной водой.

Если для заполнения бюретки использовали воронку, то уберите ее до фиксирования уровня жидкости.



Использование насоса для пипетки

1. Откроем зажим **A** и выдавим воздух из насоса. При закрытии зажима **A** в насосе остается вакуум.
  2. Поместите объемную пипетку в отверстие **D**.
  3. Поместите объемную пипетку в раствор, находящийся в мерной колбе, откройте зажим **B** и заполним пипетку раствором с помощью вакуума. Когда уровень жидкости будет на пару сантиметров выше уровня метки, закроем зажим **B**. Только после этого вынем пипетку из колбы.
  4. Осторожно открывая и закрывая зажим **C** доведем мениск уровня раствора до метки.
  5. Поместите пипетку в коническую колбу таким образом, чтобы пипетка касалась стенки колбы. Откроем зажим **C** и дадим жидкости вытечь из пипетки.
- Внимание!** Насос держать таким образом, чтобы жидкость в него не текла.