



**ლაბორატორიული პრაქტიკული ფიზიკურ და
კოლოიდურ ქიმიაში**

(მონათესავე სპეციალობების სტუდენტებისათვის.)

ბათუმი, 2017 წ

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი
ქიმიის დეპარტამენტი

**ლაბორატორიული პრაქტიკული ფიზიკურ და
კოლოიდურ ქიმიაში**

(სპეციალობა: ფარმაცია და სასურსათო ტექნოლოგიები)

ლექცია : პროფესორი ირინა ბეჟანიძე

ლაბორატორიული მეცადინეობა: ასისტენტ პროფესორი

თინა ხარებავა

ბათუმი, 2017 წ.

დამხმარე სახელმძღვანელოში აღწერილია ფიზიკური და კოლოიდური ქიმიის 11 ლაბორატორიული სამუშაო. თითოეულ სამუშაოს წამმდგარებული აქვს თეორიული შესავალი, აპარატურის აღწერილობა, გაზომვების ჩატარების მიმდევრობა და მიღებული შედეგების დამუშავება.

სახელმძღვანელო შეიძლება რეკომენდებული იყოს როგორც ლაბორატორიული პრაქტიკუმი, ასევე გამოიყენოს სტუდენტმა თეორიული საკითხების მოსამზადებლად სემინარული მეცადინეობებისათვის .

სახელმძღვანელო განკუთვნილია მონათესავე სპეციალობების სტუდენტებისათვის.

37 გვ., 6ცხ., 6 ლიტ. წყარო.

ISSN 1987-7587

სტამბა - შ.პ.ს „გრაფი“, 2017

წინასიტყვაობა

ფიზიკური ქიმია ამოცანად ისახავს ფიზიკურ და ქიმიურ მოვლენებს შორის არსებული კავშირის გამოვლენას. ამ კავშირის შესწავლის ერთ-ერთი მიზანია ქიმიური პროცესების გამოყენება ადამიანის პრაქტიკულ საქმიანობაში. კოლოიდური ქიმია შეისწავლის დისპერსულ სისტემებს და ზედაპირულ მოვლენებს, წარმოქმნილს ფაზათა გამყოფ საზღვარზე.

ლაბორატორიული სახელმძღვანელო მოიცავს ფიზიკური ქიმიის 7 და კოლოიდური ქიმიის 4 ლაბორატორიულ სამუშაოს ამ დისციპლინების ძირითადი თემების თერმოდინამიკის, წონასწორობის, კინეტიკის, ლიოფილური და ლიოფობური დისპერსიული სისტემების მიღება და თვისებები, ზედაპირული მოვლენები, ადსორბციული წონასწორობა, დისპერსიული სისტემების კვლევის მეთოდები და სხვა.) შესახებ. თითოეული სამუშაოს თან ახლავს თეორიული შესავალი, რაც იძლევა საშუალებას ლაბორატორიული მეცადინეობა ჩატარდეს სხვა სახის მეცადინეობისაგან დამოუკიდებლად. ყოველ სამუშაოში მითითებულია საჭირო რეაქტივები და ხელსაწყოები, მოცემულია აპარატურის აღწერილობა, ექსპერიმენტის ჩატარების თანმიმდევრობა და ანგარიში სამუშაოს შესახებ, სადაც უნდა ჩაიწეროს თითოეული ცდის შედეგი და მიეცეს ახსნა. ლაბორატორიული სამუშაოს აღწერაში თეორიული შესავლის ჩართვა ზრდის სტუდენტების სწავლის პოტენციალს და საშუალებას აძლევს განამტკიცონ თავიანთი ცოდნა ფიზიკური და კოლოიდური ქიმიის ზოგიერთი ფუნდამენტალური საკითხის შესახებ.

სახელმძღვანელო შეიძლება რეკომენდებული იყოს როგორც ლაბორატორიული პრაქტიკუმი, ასევე გამოიყენოს სტუდენტმა თეორიული საკითხების მოსამზადებლად სემინარული მეცადინეობებისათვის .

სახელმძღვანელო განკუთვნილია მონათესავე სპეციალობების სტუდენტებისათვის.

ფიზიკური ქიმია:

1. ლაბორატორიული სამუშაო № 1 : მარილის გახსნის სითბოს განსაზღვრა.....6
2. ლაბორატორიული სამუშაო № 2 : ნეიტრალიზაციის სითბოსა და გამოყენებული მჟავას რაოდენობის განსაზღვრა.....11
3. ლაბორატორიული სამუშაო № 3 : ნახშირის დასველების სითბოს განსაზღვრა.....15
4. ლაბორატორიული სამუშაო № 4 : ბუფერული ნარეგების მომზადება, განზავება და ტევადობის განსაზღვრა.....16
5. ლაბორატორიული სამუშაო № 5: ლითონთა კოროზია წყალში და მარილხსნარებში.....22
6. ლაბორატორიული სამუშაო № 6 : ორგანული გამხსნელების ადსორბცია ნახშირზე.....26
7. ლაბორატორიული სამუშაო № 7: წყლის გაწმენდა კოაგულაციით.....28

კოლოიდური ქიმია:

8. ლაბორატორიული სამუშაო № 8 : ემულსიების მიღება და დაშლა.....30
9. ლაბორატორიული სამუშაო № 9 : საპნის ქაფიანობის განსაზღვრა დროზე დამოკიდებულებით.....31
10. ლაბორატორიული სამუშაო № 10 : ჟელატინის გაჯირჯვების კოეფიციენტის განსაზღვრა ელექტროლიტის სახეობაზე დამოკიდებულებით.....34
11. ჟელატინის გაჯირჯვების ხარისხის განსაზღვრა ხსნარის pH-ზე დამოკიდებულებით.....35

ლიტერატურა.....37

ფიზიკური ქიმია

ლაბორატორიული სამუშაო №1

მარილის გახსნის სითბოს განსაზღვრა

მარილის წყალში გახსნისას, სითბოს შთანთქმება ან გამოიყოფა. სითბურ ეფექტებს ნივთიერებათა ცვლილების დროს, შეისწავლის მეცნიერება თერმოქიმია. თერმოქიმიას საფუძვლად უდევს გ. ი. ჰესის მიერ 1840 წელს აღმოჩენილი კანონი, რომლის თანახმად რეაქციის სითბური ეფექტი დამოკიდებულია მხოლოდ მორეაგირე ნივთიერებათა საწყის და საბოლოო მდგომარეობაზე და არ არის დამოკიდებული იმაზე, თუ რა გზით გადადიან ისინი ერთი მდგომარეობიდან მეორეში.

ამ კანონის დახმარებით შესაძლებელია განისაზღვროს კრისტალოჰიდრატის წარმოქმნის სითბო, თუ განვსაზღვრავთ უწყლო მარილის და კრისტალოჰიდრატის გახსნის სითბოებს და პირველის მნიშვნელობას გამოვაკლებთ მეორეს:

$$Q = Q_{\text{უწყ.}} - Q_{\text{კრისტ}} \quad (1)$$

მარილის წყალში გახსნის დროს ერთდროულად მიმდინარეობს ორი პროცესი:

- ნივთიერების კრისტალური მესრის ღრვევა და მოლეკულის დისოციაცია იონებად. ამ დროს ადგილი აქვს სითბოს შთანთქმას, Q_1 ;
- იონების ჰიდრატაცია. ამ დროს გამოიყოფა სითბოს გარკვეული რაოდენობა, Q_2 .

მარილის გახსნის სითბო ამ ორი პროცესის სითბური ეფექტების ჯამის ტოლია:

$$Q_{\text{გახს.}} = Q_1 + Q_2 \quad (2)$$

ნივთიერებები, რომლებსაც აქვთ მტკიცე კრისტალური მესერი და სუსტად ჰიდრატირებულია, ხსნარში იხსნება სითბოს შთანთქმით, არამტკიცე კრისტალური

მესერის და ხსნარში ძლიერ ჰიდრატირებული ნივთიერებები გაიხსნებან სითბოს გამოყოფით.

ნივთიერების გახსნის სითბო იზრდება გამხსნელის რაოდენობის გაზრდით, რომელიც მოდის 1 მოლ გასახსნელ ნივთიერებაზე. თუ 1 მოლ ნივთიერებაზე მოდის 100-300 მოლი გამხსნელზე მეტი, მაშინ ხსნარის შემდგომი განზავება ძალიან მცირედ მოქმედებს გახსნის სითბოს სიდიდის ცვლილებაზე.

გახსნის სითბო ეწოდება სითბოს რაოდენობას, რომელიც გამოიყოფა ან შთაინთქმება 1 მოლი ნივთიერების გახსნისას ისეთ რაოდენობა გამხსნელში, რომლის შემდგომი დამატება არ ცვლის სითბურ ეფექტს.

სამუშაოს მიზანი.

1. სითბური ეფექტების გაზომვის კალორიმეტრიული მეთოდის გაცნობა.
2. მარილის გახსნის სითბოს განსაზღვრა.
3. უწყლო მარილიდან კრისტალჰიდრატების წარმოქმნის სითბოს განსაზღვრა.

სამუშაოს ესაჭიროება:

- ✓ 0,5 ლ. მოცულობის მინის ჭურჭელი სარეველათი ან დიუარის ჭურჭელი;
- ✓ 0,5 ლ. მოცულობის ჭიქა;
- ✓ ბეკმანის თერმომეტრი;
- ✓ ამპულა მარილისათვის;
- ✓ მინის წკირი;
- ✓ ანალიზური სასწორი;
- ✓ ფაიფურის ჯამი;
- ✓ ტექნიკური სასწორი;
- ✓ ქვიშის საათი 1 წთ.-ანი;
- ✓ KNO_3 ;
- ✓ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$;
- ✓ უწყლო $CuSO_4$.

ხელსაწყო აღწერა. მარილის გახსნის სითბოს განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ კალორიმეტრი. ეს არის 500 მლ. მოცულობის მრგვალძირა კოლბა საცობით. საცობში ჩამაგრებულია თერმომეტრი, სარეველა ხსნარის მორევისათვის და ამპულა მინის წკირით მარილისათვის.

კალორიმეტრის მუდმივას განსაზღვრა. კალორიმეტრში მიმდინარე პროცესის სითბური ეფექტის გამოთვლისათვის, აუცილებელია კალორიმეტრის მუდმივას ცოდნა, ანუ სითბოს იმ რაოდენობისა კალორიებში, რომელიც საჭიროა კალორიმეტრის (თერმომეტრით, სარეველათი, მარილიანი ამპულით და წყლით) 1 °C -ით გაცხელებისათვის. Δt სიდიდით გახურებისათვის საჭირო იქნება:

$$Q = K \cdot \Delta t / m \quad (3)$$

სადაც :

- Q - მარილის გახსნის სითბოა;
- m - მარილის მოლეზის რიცხვი;
- Δt - კალორიმეტრში ნაპოვნი ტემპერატურის ცვლილება;
- K - კალორიმეტრის მუდმივა.

კალორიმეტრის მუდმივა K შეიძლება განისაზღვროს რომელიმე მარილის გახსნის ცნობილი სითბოს, მაგალითად კალიუმის ნიტრატის (KNO_3) გახსნის სითბოს მიხედვით. ამისათვის :

- კალიუმის ნიტრატს (5-7გ) გულმოდგინედ გასრესენ ფაიფურის ჯამში.
- აწონიან 5 გ (0,0505 მოლი) მარილს.
- მრგვალძირა კოლბაში ჩაასხამენ 300 მლ გამოხდილ წყალს (18°C).
- კოლბას დაახურავენ საცობს თერმომეტრით და აკვირდებიან (აფიქსირებენ) ყოველ 30 წამში წყლის ტემპერატურის ცვლილებას გარემოსთან სითბოს თბომიმოცვლის გამო.
- როდესაც 5 წთ-ის განმავლობაში ტემპერატურა უცვლელი იქნება, წყალში ჩაყრიან კალიუმის ნიტრატის (5 გ.) და კოლბის მორევის პირობებში აფიქსირებენ მარილის

გახსნის ტემპერატურის ცვლილებას მარილის სრულ გახსნამდე და საბოლოო ტემპერატურას.

- ვინაიდან კალიუმის ნიტრატის გახსნა მიმდინარეობს სითბოს შთანთქმით, ტემპერატურის ცვლილებას Δt განსაზღვრავენ წყლის (მუდმივი) და კალიუმის ნიტრატის წყალხსნარის საბოლოო ტემპერატურების სხვაობით.

კალორიმეტრის მუდმივას განსაზღვრავენ ფორმულით:

$$K = Q_{\text{გახს.}} \cdot m / \Delta t \quad (4)$$

სადაც: $Q_{\text{გახს.}}$ - მარილის გახსნის ცნობილი სითბოა;

m - მარილის (KNO_3) მოლეზის რიცხვია (0,0505);

Δt - მარილის გახსნის შედეგად კალორიმეტრში განსაზღვრული ტემპერატურის ცვლილებაა.

18 °C-ზე კალიუმის ნიტრატის გახსნის სითბო ტოლია:

$$Q_{\text{გახს.}} = - 8,52 \text{ კკალ/მოლი} \quad (5)$$

სამუშაოს აღწერა. მარილის ჰიდრატაციის სითბოს განსაზღვრისათვის აუცილებელია განვსაზღვროთ 1 მოლი უწყლო მარილისა და მისი კრისტალჰიდრატის გახსნის სითბოები. ცდას ატარებენ კალორიმეტრის მუდმივას განსაზღვრის ანალოგიურად:

- აწონიან 8 გ. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, გამოთვლიან, რამდენია მასში უწყლო მარილის ა (გ.) და წყლის რაოდენობა - ბ(გ).
- მრგვალძირა კოლბაში ასხამენ 300 მლ. გამოხდილ წყალს, ყოველ 30 წამში აფიქსირებენ წყლის ტემპერატურის ცვლილებას მუდმივ ტემპერატურამდე;
- ჩაყრიან 8 გ. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ და აკვირდებიან მარილის გახსნის ტემპერატურის ცვლილებას;
- აფიქსირებენ საბოლოო (მარილის სრული გახსნის) ტემპერატურას, სხვაობით პოულობენ Δt . კრისტალოჰიდრატის ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) გახსნა მიმდინარეობს სითბოს

შთანთქმით და განსაზღვრული კალორიმეტრული მუდმივას - K გათვალისწინებით, გამოითვლება ფორმულით (1).

- 9-10 გ. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ათავსებენ ფაიფურის ჯამში და აცხელებენ მორევის პირობებში თეთრი ფერის უწყლო მარილის მიღებამდე.
- მარილს აცივებენ, აწონიან ა (გ.) - ის რაოდენობით და ატარებენ ცდას ზემოაღნიშნულის ანალოგიურად.
- უწყლო CuSO_4 -ის გახსნა მიმდინარეობს სითბოს გამოყოფით . უწყლო მარილის გახსნის სითბოს ($Q_{\text{უწყლ.}}$) გამოთვლიან ფორმულით (1).

უწყლო მარილიდან კრისტალჰიდრატის წარმოქმნის სითბოს Q -ს გამოთვლიან ფორმულით:

$$Q = Q_{\text{უწყლ.}} - Q_{\text{კრისტ.}} \quad (6)$$

ანგარიში სამუშაოს შესახებ.

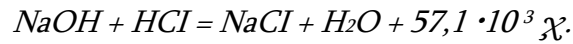
- აიგოს ტემპერატორის დროში ცვლილების გრაფიკი;
- გამოითვალოს კალორიმეტრის მუდმივა და მარილის გახსნის ტემპერატურა;
- გამოითვალოს უწყლო მარილიდან კრისტალჰიდრატის წარმოქმნის სითბო.

ლ ა ბ ო რ ა ტ ო რ ი უ ლ ი ს ა მ უ შ ა ო №2

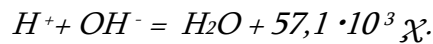
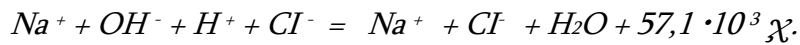
ნეიტრალიზაციის სითბოსა და გამოყენებული მჟავას რაოდენობის განსაზღვრა

ძლიერი მჟავების ძლიერი ტუტით ნეიტრალიზაციის დროს ყოველთვის გამოიყოფა სითბოს ერთი და იგივე რაოდენობა, რომელიც ტოლია $57,1 \cdot 10^3$ ჯ. / 1 გრ-ექვ. მჟავაზე ან ფუძეზე (ნეიტრალიზაციის სითბოს მუდმივობის კანონი).

ელექტროლიტური დისოციაციის თეორიის მიხედვით, ნეიტრალიზაციის სითბოს მუდმივობის კანონი აიხსნება იმით, რომ ნეიტრალიზაციის რეაქცია დაიყვანება წყალბად-იონების ჰიდროქსიდის იონებთან ურთიერთქმედებამდე, რის შედეგად წარმოიქმნება მცირედ დისოცირებული წყლის მოლეკულები. მაგ., მარილმჟავას ნატრიუმის ტუტით ნეიტრალიზაციის რეაქცია:



რომელიც სრული და შეკვეცილი იონური განტოლების სახით ჩაიწერება:



მაშასადამე, მიუხედავად იმისა, რომელი მჟავა და ტუტე იყო აღებული, ნეიტრალიზაცია ყოველთვის დაიყვანება მისი იონებიდან წყლის წარმოქმნამდე. ოთახის ტემპერატურაზე 1 მოლი წყლის წარმოქმნის რეაქცია მისი იონებიდან მიმდინარეობს $57,1 \cdot 10^3$ ჯ. სითბოს გამოყოფით.

სითბოს რაოდენობას, რომელიც გამოიყოფა გრამ-ექვივალენტი მჟავას გრამ-ექვივალენტ ტუტესთან ურთიერთქმედების შედეგად, ეწოდება ნეიტრალიზაციის სითბო.

სუსტი მჟავას ძლიერი ტუტით, ან პირიქით, ძლიერი მჟავას სუსტი ტუტით ნეიტრალიზაციის დროს, სითბური ეფექტი შეიძლება იყოს მეტი ან ნაკლები $57,1 \cdot 10^3$ ჯ. სუსტი მჟავების და ტუტეების დისოციაციის ხარისხი მცირეა და გატიტვრის პროცესს თან ახლავს სუსტი მჟავას (ტუტის) დისოციაცია იონებად.

სხვადასხვა ელექტროლიტების დისოციაციის პროცესს აქვს სხვადასხვა სიდიდის და ნიშნის დისოციაციის სითბური ეფექტი.

დისოციაციის სითბურ ეფექტი ეწოდება სითბოს რაოდენობას, რომელიც გამოიყოფა 1 მოლი ელექტროლიტის იონებად დაშლის დროს (1 მოლის დისოციაცია). ამიტომ, სუსტი

ტუტის ძლიერი მჟავით ნეიტრალიზაციის რეაქციას ან პირიქით, აქვს განსხვავებული ნეიტრალიზაციის სითბური ეფექტი (მეტი ან ნაკლები $57,1 \cdot 10^3$ ჯ). თუ განვსაზღვრავთ სუსტი მჟავას ძლიერი ტუტით ნეიტრალიზაციის სითბურ ეფექტს, ჰესის კანონის საფუძველზე შეიძლება გამოვთვალოთ მოცემული სუსტი მჟავას დისოციაციის სითბო. ცდით განსაზღვრული ნეიტრალიზაციის სითბოს მიხედვით შეიძლება გამოვთვალოთ ნეიტრალიზაციისათვის აღებული მჟავას ან ტუტის რაოდენობა ფორმულით:

$$N = (Q - q) \cdot 1000 / 57.1 \cdot V \quad (1)$$

სადაც : N - მჟავას განსაზღვრული ნორმალობა;

Q - ნეიტრალიზაციის სითბური ეფექტი განსაზღვრული ცდით, კჯ.;

q - ხსნარის განზავების სითბო, კჯ.;

V - აღებული მჟავას მოცულობა (მლ.), რომელიც გამოითვლება მჟავას სიმკვრივიდან ($V = m / \rho$).

სამუშაოს აღწერა.

- ამზადებენ 50 მლ. 10% კალიუმის ტუტის (KOH) ხსნარს.
- ასხამენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბაში, ანზავებენ გამოხდილი წყლით ნიშან-ხაზამდე და ასხამებენ კალორიმეტრში (მრგვალძირა კოლბაში საცობით, რომელშიც მოთავსებულია თერმომეტრი).
- იღებენ 15 მლ მარილმჟავას ხსნარს. ელოდებიან ტუტისა და მჟავას ხსნარების ტემპერატურების გათანაბრებას ოთახის ტემპერატურამდე, რომლის შემდეგ მორევის პირობებში ნელა ასხამენ მჟავას ტუტის ხსნარში. საზღვრავენ ტემპერატურის მატებას Δt ტუტის მჟავათი ნეიტრალიზაციის დროს.

ნეიტრალიზაციის სითბო გამოითვლება ფორმულით:

$$Q = K \Delta t \quad (2)$$

სადაც :

- Q - ნეიტრალიზაციის დროს გამოყოფილი სითბოს საერთო რაოდენობაა;
- K - კალორიმეტრის მუდმივა;
- Δt - ცდის დროს ტემპერატურის მატება.

მჟავას ხსნარის ტუტის ხსნარში ჩასხმისას, გარდა ნეიტრალიზაციის რეაქციისა მიმდინარეობს ასევე ორი პროცესი:

- ✓ მჟავას განზავება ტუტის ხსნარში ჩასხმისას და ტუტის განზავება მჟავას ჩასხმისას (განზავების სითბო);
- ✓ ტუტის განზავება მჟავათი უმნიშვნელოა, რადგანაც ტუტის რაოდენობა გაცილებით აღემატება დამატებული მჟავას რაოდენობას.

პირველი პროცესის სითბური ეფექტი შეიძლება აღწევდეს გამოვლენილი ეფექტის 10%-ს. ზუსტი გაზომვების დროს აუცილებელია ამ ეფექტის ცალკე განსაზღვრა. ასეთ შემთხვევაში მჟავას იმავე რაოდენობას ასხამენ სუფთა წყალში, რომლის მოცულობა ტოლია ტუტის მოცულობისა და საზღვრავენ განზავების სითბოს, რომლის დროსაც ნეიტრალიზაციის ეფექტი გამორიცხულია.

მარილმჟავას განზავებისას გამოიყოფა სითბო, რომლის სიდიდე უნდა გამოირიცხოს ნეიტრალიზაციის სითბოდან.

ნეიტრალიზაციისათვის აღებული მჟავას რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\text{ნორმალობა (ნ)} = (Q - q) 1000 / 57,1 \cdot V \quad (3)$$

სადაც :

- Q - ნეიტრალიზაციის სითბური ეფექტი, კჯ;
- q - მჟავას განზავების სითბო, კჯ;
- V - ცდისათვის აღებული მჟავას რაოდენობა, მლ.
- $57,1$ - ძლიერი მჟავას ძლიერი ტუტით ნეიტრალიზაციის დროს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, კჯ-ში.

მჟავას მოცულობა ტოლია მისი მასის სიმკრივეზე ფარდობისა. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ცდისათვის აღებული მარილმჟავას სიმკრივე მხოლოდ 7-8% მეტია სუფთა წყლის სიმკრივეზე, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ აღებული ხსნარის მოცულობა მისი მასის ტოლია გრამებში, ანუ ხსნარის სიმკრივე წყლის სიმკრივის ტოლია. ამ შემთხვევაში არ არის აუცილებელი განზავების სიბოხს გათვალისწინება და გამოთვლების დროს საერთო ცდომილება არ აღემატება 2-3%-ს.

ანგარიში სამუშაოს შესახებ.

- გამოითვალოს მჟავას ტუტით ნეიტრალიზაციის სიბოხ;
- გამოითვალოს მარილმჟავას ნორმალობა.

ლ ა ბ ო რ ა ტ ო რ ი უ ლ ი ს ა მ უ შ ა ო №3

ნახშირის დასველების სიბოხს განსაზღვრა

ნახშირი წარმოადგენს ერთ-ერთ გავრცელებულ მშანთქმელს. ნახშირის მშთანთქმელობითი უნარი (ადსორბცია) განპირობებულია მისი დიდი ზედაპირით. მშთანთქმელის ხსნარში ჩაშვებისას გამოიყოფა სიბოხ სიბოხის მშთანთქმელის (ადსორბენტის) ზედაპირით ადსორბციის გამო. ეს სიბოხური ეფექტი იწოდება *დასველების სიბოხოდ*.

სამუშაოსათვის საჭიროა:

- ✓ 200 მლ. მოცულობის ორი ჭიქა;
- ✓ ორი თერმომეტრი;
- ✓ ფაიფურის ჯამი;
- ✓ ბენზოლი;
- ✓ ნახშირი.

სამუშაოს მსვლელობა: 200 მლ ჭიქას ავსებენ ნახშირით. შემდეგ ნიმუშს სრულად გადმოყრიან ფაიფურის ჯამში და გასრესენ ფხვნილად. იღებენ ორ 300 მლ მინის ჭიქას. ერთში ჩაყრიან ნახშირის საკვლევ ნიმუშს დაახლოებით იმდენს , რომ შეავსოს ჭიქის მესამედი, მეორე ჭიქაში იმავე რაოდენობით ბენზოლს. თერმომეტრების დახმარებით რწმუნდებიან, რომ ტემპერატურა ორივე ჭიქაში ერთნაერია. დასაშვებია ტემპერატურებს შორის სხვაობა არა უმეტეს 0,3⁰ .

ბენზოლს სწრაფად ასხამენ ნახშირიან ჭიქაში და მუდმივი მორევის პირობებში აკვირდებიან ტემპერატურის მატებას. მასის მორევას შეწყვეტენ, როცა შეწყდება ტემპერატურის მატება.

ნახშირის ხარისხის შესახებ მსჯელობენ საწყის და საბოლოო ტემპერატურების სხვაობით. თუ ტემპერატურის მატებამ შეადგინა 7⁰ და მეტი, მაშინ ნახშირი მაღალი ხარისხისაა; თუ ტემპერატურამ მოიმატა 4-7⁰ ფარგლებში, მაშინ ნახშირი საშუალო ხარისხისაა; თუ ტემპერატურის მატება 3,5⁰ ნაკლებია, მაშინ ნახშირი უხარისხია.

ლ ა ბ ო რ ა ტ ო რ ი უ ლ ი ს ა მ უ შ ა ო №4

ბუფერული ნარევების მომზადება, განზავება და ტევადობის განსაზღვრა

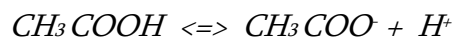
ბუფერული ხსნარები

უმეტესი ფიზიოლოგიური პროცესი მიმდინარეობს მუდმივი pH-ის მქონე არეში. pH-ის ცვლილება იწვევს ფიზიოლოგიური პროცესის დარღვევას ან ზოგჯერ მის შეწყვეტასაც კი. მაგალითად, ორგანიზმის ნორმალური მდგომარეობის დროს სისხლის pH=7,3. სისხლის pH-ის ცვლილება იწვევს ორგანიზმის ლეტალურ შედეგს. სისხლს მუდმივად მიეწოდება ნივთიერებათა ცვლის მჭავაპროდუქტები, მაგრამ მიუხედავად ამისა, მისი pH რჩება მუდმივი. ეს აიხსნება იმით, რომ სისხლი, ისევე როგორც ორგანიზმის სხვა ქსოვილებში, შეიცავს რეგულატორებს, რომლებიც ინარჩუნებენ წყალბად იონების კონცენტრაციის მუდმივობას. ერთ-ერთი ასეთი რეგულატორია - ბუფერული ხსნარები, ანუ ნარევები,

რომლებიც წარმოადგენენ სუსტი მჟავასა და მისი ტუტე მარილის ნარევს, მაგალითად აცეტატური ბუფერი - ძმარმჟავა და მისი მარილი - ნატრიუმის აცეტატი ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$) ან სუსტი ფუძისა და მისი ძლიერი მჟავას მარილი, მაგ. ამონიუმის ბუფერი - ამონიუმის ჰიდროქსიდისა და ამონიუმის ქლორიდის ნარევი ($\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$).

ბუფერული ხსნარები ინარჩუნებენ წყალბად იონების კონცენტრაციის მუდმივობას თითოეული ხსნარის განსაზღვრულ საზღვრებში მცირე რაოდენობა მჟავას ან ტუტის დამატებისას, ასევე ამ ხსნარების განზავებისას.

განვიხილოთ ბუფერული ნარების მოქმედების მექანიზმი ძმარმჟავასა და ნატრიუმის აცეტატის ნარევის მაგალითზე. ძმარმჟავას ხსნარში ადგილი აქვს წონასწორობას:



მოქმედ მასათა კანონის თანახმად:

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad (1)$$

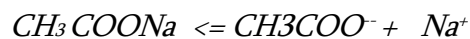
სადაც :

- K - მჟავას ელექტროლიტური დისოციაციის მუდმივაა.

წყალბად იონების კონცენტრაცია გამოითვლება განტოლება (2)-დან:

$$[\text{H}^+] = K \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad (2)$$

ძმარმჟავას ელექტროლიტური დისოციაციის ხარისხი უმნიშვნელოა და ხსნარში ჭარბობს მისი არადისოცირებული მოლეკულების რაოდენობა. ძმარმჟავას ხსნარზე მისი მარილის დამატება, რომელიც წყალხსნარში სრულად დისოცირებულია იონებად



იმდენად ამცირებს ძმარმჟავას ელექტროლიტურ დისოციაციას, რომ არადისოცირებული მოლეკულების კონცენტრაცია პრაქტიკულად უტოლდება მჟავას კონცენტრაციას, რომელიც განისაზღვრება ანალიზური ქიმიის კლასიკური მეთოდებით. მაშინ (2) ფორმულაში ძმარმჟავას კონცენტრაცია - $[CH_3COOH]$ შეიძლება შევცვალოთ მჟავას კონცენტრაციით - $[mჟავა]$. სწორედ ასევე, $[CH_3COO^-]$ იონის კონცენტრაცია ტოლი იქნება [მარილის] კონცენტრაციის, ვინაიდან CH_3COO^- იონები წარმოიქმნებიან პრაქტიკულად მხოლოდ ნატრიუმის აცეტატის CH_3COONa ელექტროლიტური დისოციაციის შედეგად. მაშინ ფორმულის (2) თანახმად მივიღებთ:

$$[H^+] = K \text{ მჟავა} / [\text{მარილის}] \quad (3)$$

მჟავას ელექტროლიტური დისოციაციის კონსტანტა ამ პირობებში მუდმივია, ამიტომ წყალბად იონების კონცენტრაცია განისაზღვრება იმ მჟავასა და მარილის კონცენტრაციების ფარდობით, რომლებიც აღებული იყო ბუფერული ნარევის მოსამზადებლად.

ასეთივე მსჯელობით, სუსტი ფუძისა და ძლიერი მჟავას მარილის შემთხვევაში, მივიღებთ განტოლებას:

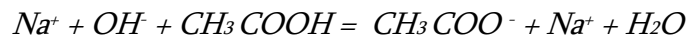
$$[OH^-] = K [\text{ფუძე}] / [\text{მარილის}] \quad (4)$$

განტოლებიდან (3) გამომდინარეობს, რომ ბუფერული ხსნარების წყალბად იონების კონცენტრაცია დამოკიდებულია არა მჟავასა და მარილის კონცენტრაციების აბსოლუტურ მნიშვნელობაზე, არამედ მათ ფარდობაზე, რის გამო ბუფერული ხსნარების განზავებისას წყალბად იონების კონცენტრაცია პრაქტიკულად უცვლელი რჩება.

ბუფერული ნარევი განსხვავებით ხსნარისაგან, რომელიც შეიცავს მხოლოდ მჟავას ან ფუძეს, ძლიერ ამცირებს წყალბად იონების კონცენტრაციის ცვლილების შესაძლებლობას. მაგალითად, თუ ძმარმჟავასა და ნატრიუმის აცეტატის ნარევის დავამატებთ მარილმჟავას, ის შედის მიმოცვლის რეაქციაში ნატრიუმის აცეტატთან, წარმოქმნის ნატრიუმის ქლორიდს და სუსტ ძმარმჟავას :



თუ კი ხსნარს დავამატებთ ტუტეს ის შედის რეაქციაში ძმარმჟავასთან და წარმოიქმნება ნატრიუმის აცეტატი:



ანუ, ორივე მაგალითში წარმოიქმნება ბუფერული ხსნარების შემადგენელი ნაერთები და შესაბამისად შეიცვლება ხსნარის pH.

ბუფერულ ნარევეს გააჩნიათ შემდეგი თვისებები:

- ბუფერული ნარევეს წყალბად იონების კონცენტრაცია არ არის დამოკიდებული განზავებაზე, რაც უშუალოდ გამომდინარეობს (3) განტოლებიდან, რომელშიც შედის მჟავასა და ტუტის კონცენტრაციების არა აბსოლუტური მნიშვნელობები, არამედ მათი ფარდობა;
- ბუფერულ ნარევეზე ძლიერი მჟავას ან ფუძის მცირე რაოდენობის დამატება ძალიან მცირედ (ხსნარის ბუფერული ტევადობის საზღვრებში) ცვლის მასში წყალბად იონების კონცენტრაციას .

სამუშაოს მიზანი. ბუფერული ნარევეს ზოგიერთი თვისებების შესწავლა.

სამუშაოს ესაჭიროება:

- ✓ შტატივი სინჯარებისათვის;
- ✓ შვიდი სინჯარა;
- ✓ 2 ცალი 2 მლ.-იანი პიპეტი;
- ✓ 0,1 N და 1 N CH_3COOH ხსნარები;
- ✓ 0,1 N და 1 N CH_3COONa ხსნარები;
- ✓ 0,1 N და 1 N HCl ხსნარები;
- ✓ 0,1 N $NaOH$ ხსნარი;
- ✓ ფიზიოლოგიური ხსნარი (0,9 % $NaCl$);
- ✓ უნივერსალური ინდიკატორი;
- ✓ ინდიკატორი მეთილნარინჯი.

ბუფერული ნარეგების მომზადება

- შვიდ ერთნაირ სინჯარაში პიპეტით ან ბიურეტით ასხამენ 0,1 ნ მმარმჟავას და 0,1 ნ ნატრიუმის აცეტატის ხსნარებს რაოდენობებით, რომელიც მითითებულია ცხრილში.
- მორევის შემდეგ თითოეულში ამატებენ 3-3 წვეთ უნივერსალურ ინდიკატორს და ისევ მოურევენ.
- ხსნარები შეიფერება სხვადასხვა ფერად. სინჯარებში ხსნარების შეფერილობას ადარებენ უნივერსალური ინდიკატორის ცხრილის ფერებს და პოულობენ ნარევის pH-ს.
- მიღებულ მნიშვნელობებს ჩაიწერენ, გამოთვლიან ყველა ხსნარის pH-ს და ადარებენ ცდით განსაზღვრულს (ცხ. 5 დანართი).

pH-ის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

$$pH = - \lg [H^+] \quad (5)$$

სადაც :

- H^+ - იონების კონცენტრაცია გამოთვლილი ფორმულით (3) .

მჟავას (ტუტის) დისოციაციის კონსტანტა მოცემულია ცხ.8 (დანართი). ცდის შედეგები უნდა ჩაიწეროს ცხრილში (1) .

ცხრილი 1

პარამეტრი	სინჯარის №/№						
	1	2	3	4	5	6	7
მჟავას რაოდენობა, მლ.	9,8	9	8	5	3	1,5	0,2
მარილის რაოდენობა, მლ.	0,2	1,0	2	5	7	8,5	9,8
pH განსაზღვრული ცდით.							
pH გამოთვლილი.							

ბუფერული ნარეგების განზავება

სამ კოლბაში ამზადებენ 10-10 მლ. ბუფერულ ხსნარს მჟავასა და მარილის იმ თანაფარდობით, რომელიც მითითებულია №1 ლაბორატორიული სამუშაოს მეხუთე სინჯარაში (ცხ. 1).

პირველი კოლბის ხსნარს ანზავებენ დისტილირებული წყლით ორჯერ, მეორე კოლბის ხსნარს - სამჯერ, ხოლო მესამე კოლბის ხსნარს არ ანზავებენ. თითოეული კოლბიდან იღებენ 10-10 მლ ხსნარს და უმატებენ 3-3 წვეთ უნივერსალურ ინდიკატორს. სამივე ხსნარის შეფერილობა იქნება ერთნაირი, შესაბამისად, pH განზავებით არ იცვლება.

ბუფერული ნარეგების ტევადობის განსაზღვრა

ბუფერული მოქმედების ზღვარს ეწოდება ბუფერული ტევადობა და ის აღინიშნება B ასოთი. ბუფერული ტევადობის რაოდენობრივი მნიშვნელობა განისაზღვრება ძლიერი მჟავას ან ტუტის გრამ-ექვივალენტის რაოდენობით, რომელიც აუცილებელად უნდა დაემატოს 1 ლ. ბუფერულ ხსნარს, რომ მისი pH შეიცვალოს ერთი ერთეულით:

$$B = \text{გრ.-ექვ.} / \text{pH}_1 - \text{pH}_2 \quad (1)$$

სადაც :

- B - ბუფერული ტევადობა;
- გრ.-ექვ. - მჟავას ან ფუძის გრამ-ექვივალენტის რაოდენობა;
- $\text{pH}_1 - \text{pH}_2 = 1$.

რაც უფრო მაღალია მჟავასა და მარილის კონცენტრაცია ბუფერულ ხსნარში, მით უფრო მაღალია ბუფერული ტევადობა.

სამუშაოს მიზანი : ბუფერული ნარეგების ტევადობის განსაზღვრა.

სამუშაოს ესაჭიროება:

- ✓ ორი ცალი კონუსური კოლბა;
- ✓ 0,15 CH_3COOH და 0,15 CH_3COONa ხსნარები;

- ✓ 0,1 ნ NaOH ხსნარი;
- ✓ უნივერსალური ინდიკატორი;
- ✓ უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდი.

ცდა №1. კონუსურ კოლბაში ამზადებენ ბუფერულ ნარევს 7 მლ 0,1 ნ CH_3COOH და 3 მლ 0,1 ნ CH_3COONa ხსნარებისაგან, ამატებენ 3 წვეთ უნივერსალურ ინდიკატორს და ინდიკატორის ფერადი ცხრილის მიხედვით ადგენენ ბუფერული ნარევის pH-ს, შემდეგ ხსნარს ტიტრავენ 0,1 ნ NaOH ხსნარით შეფერილობის ოდნავ ცვლილებამდე და ჩაწერენ გატიტვრაზე დახარჯული NaOH-ის რაოდენობას.

ცდა №2. ანალოგიურად ამზადებენ სხვა ბუფერულ ნარევს 3 მლ 0,1 ნ CH_3COOH და 7 მლ 0,1 ნ CH_3COONa ხსნარებისაგან, ამატებენ 3 წვეთ უნივერსალურ ინდიკატორს და როგორც პირველ შემთხვევაში ტიტრავენ იმავე NaOH ხსნარით შეფერილობის ოდნავ ცვლილებამდე და ჩაწერენ გატიტვრაზე დახარჯული NaOH რაოდენობას.

ადარებენ პირველი და მეორე გატიტვრის შედეგებს.

ლ ა ბ ო რ ა ტ ო რ ი უ ლ ი ს ა მ უ შ ა ო №5

ლითონთა კოროზია წყალში და მარილხსნარებში

გარე პირობების გავლენით (ჰაერის, სხვადასხვა გაზების, წყლის, ტუტეების, მჟავების, მარილთა ხსნარების მოქმედებით) მეტალები ექვემდებარებიან რღვევას. მეტალების რღვევამ, რომელიც გამოწვეულია მათზე იმ გარემომცველი არეს, რომელშიც ისინი იმყოფებიან, ქიმიური ან ელექტროქიმიური მოქმედების შედეგად, მიიღო კოროზიის სახელწოდება. კოროზიის ერთ-ერთი გავრცელებული მაგალითია - მეტალების დაჟანგვა.

ანსხვავებენ ქიმიურ და ელექტროქიმიურ კოროზიას. ქიმიური კოროზიის დროს მეტალები ექვემდებარებიან სხვადასხვა გაზების, წყლის ორთქლის (მაღალ ტემპერატურაზე), ასევე სითხეების, რომლებიც არ ატარებენ ელექტრულ დენს, მოქმედებას. ელექტროქიმიური კოროზიას ადგილი აქვს სხვადასხვა ელექტროლიტის ხსნარების მოქმედების შედეგად.

მეტალების ზედაპირის ცვლილებას ჰაერზე ხსნიან იმით, რომ მათი ზედაპირი იფარება ოქსიდების თხელი ფენით - მეტალის ჰაერის ჟანგბადთან ურთიერთქმედების პროდუქტით. როგორც წესი, ტემპერატურის მომატებით ეს პროცესი ჩქარდება. თუ მეტალის ზედაპირზე წარმოქმნილი აფსკი მკრივია, როგორც მაგალითად ალუმინის და თუთიის შემთხვევაში, მაშინ ის იცავს მეტალს შემდეგი რღვევისაგან. სხვა მეტალებს, კერძოდ რკინას, ზედაპირული აფსკი აქვს ფოროვანი, ამიტომ ჰაერის ჟანგბადი აღწევს ფორებში და ასეთი აფსკი ვერ იცავს მეტალს შემდგომი რღვევისაგან.

თუ მეტალის ზედაპირი ეხება ელექტროლიტებს, ადგილი აქვს *ელექტროქიმიურ კოროზიას*. ძალიან ძნელია ზღვარის გავლება ქიმიურ და ელექტროქიმიურ კოროზიას შორის. ასე, მაგალითად, გაზები წყლის ფენაში გახსნისას, რომელიც თითქმის ყოველთვის იმყოფება მეტალის ზედაპირზე, ქმნიან პირობებს ელექტროქიმიური კოროზიისათვის. აღსანიშნავია, რომ სხვადასხვა ჩანართვებმა და მინარევებმა მეტალში შეიძლება ითამაშონ ელექტროდების როლი: ერთნი - ანოდისა, სხვები - კათოდისა.

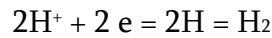
სქემატურად მეტალის გახსნა (კოროზია) შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც ორი პროცესის შედეგი:

- *ანოდურ უბნებზე*: $Me + nH_2O = Me^+ \cdot nH_2O + e$
- *კათოდურ უბნებზე*: $e + K^+ \cdot nH_2O = K + H_2O$

სადაც :

- Me - მეტალის ატომია;
- $Me^+ \cdot nH_2O$ - მეტალის ჰიდრატირებული იონი;
- e - ელექტრონი;
- $K^+ \cdot nH_2O$ - ჰიდრატირებული კათიონი.

თუ მეტალის გახსნა მიმდინარეობს მჟავა ხსნარებში, მაშინ უარყოფითად დამუხტულ კათოდურ უბნებში, ანუ სადაც ელექტრონების სიჭარბეა, მიემართებიან წყალბადის იონები. იქ განიმუხტებიან, წარმოქმნიან წყალბადის ატომებს, რომლებიც შემდეგ ხსნარიდან გამოიყოფებიან გაზის (H₂) ბუშტუკების სახით. ეს პროცესი სქემატურად შეიძლება ჩავწეროთ:



თუ მეტალის გახსნა მიმდინარეობს ჟანგბადის თანაობისას, მაშინ პროცესი შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სქემით:

- ანოდურ უბნებზე : $4 Me + nH_2O = 4 Me^+ + nH_2O + 4e - I$ სქემა;
- კათოდურ უბნებზე : $4e + 2 H_2O + O_2 = 4 OH^- - II$ სქემა.

მაშასადამე, ანოდურ უბნებზე ხსნარში გადადიან მეტალის იონები, ანუ მეტალი იხსნება, ხოლო გამონთავისუფლებული ელექტრონები მიედინებიან კათოდური უბნებისაკენ, აიონიზირებენ ჟანგბადს და წარმოქმნიან ჰიდროქსიდის (OH⁻) იონებს.

კოროზია, რომელიც მიდის I სქემით იწოდება კოროზიად წყალბადის გამოყოფით, ხოლო II სქემით მიმდინარე - კოროზიად ჟანგბადის შთანთქმით, ასეთი კოროზია ხშირად

მიმდინარეობს ჟანგბადით გაჯერებულ წყალხსნარებში.

სამუშაოს მიზანი: ნეიტრალურ არეებში მეტალთა ელექტროქიმიური კოროზიის პროცესის გაცნობა.

სამუშაოსათვის საჭიროა:

- ✓ U -მაგვარი მინის მილი;
- ✓ თუთიისა და რკინის ფირფიტები ზომით 20 x 50 x 2 მმ;
- ✓ მავთული - სპილენძის, თუთიის, რკინის;
- ✓ ფაიფურის ჯამი;
- ✓ 3% ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარი;

- ✓ ფენოლფტალეინის ხსნარი;
- ✓ სისხლის წითელი მარილი $K_3[Fe(CN)_6]$ ხსნარი: 0,2 გ სისხლის წითელი მარილი $K_3[Fe(CN)_6]$ უნდა გაიხსნას 200 მლ წყალში.

სამუშაოს აღწერა: კოროზია წყალში და ნეიტრალურ წყალხსნარებში მიმდინარეობს

- ანოდზე : $4 MeO + n H_2O = 4 Me^+ + nH_2O + 4e^-$;
- კათოდზე : $2 H_2O + O_2 + 4e^- = 4 OH^-$

კათოდურ უბნებზე გროვდება ჰიდროქსილის იონები.

ცდა 1: U -მაგვარ მინის მილში ასხამენ 3% ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარს, მილის ერთ თავში ჩაუშვებენ ახლად გახეხილ (ჟანგის მოსაცილებლად) თუთიის, მეორეში - სპილენძის ფირფიტებს. ორივე ფირფიტას აერთებენ სპილენძის მავთულით. მილის ორივე თავში ამატებენ 2-3 წვეთ ფენოლფტალეინს. 0,5 – 1 სთ. შემდეგ სპილენძის ელექტროდთან (კათოდი) აკვირდებიან ჟოლოსფერი შეფერილობის წარმოქმნას.

ცდა 2: ფაიფურის ჯამში ასხამენ 3% ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარს, რომელსაც უმატებენ 5-6 წვეთ ფენოლფტალეინის ხსნარს. ხსნარში ჩაუშვებენ წინასწარ გახეხილ სპილენძის მავთულს, შემოხვეულს თუთიის მავთულით. 2-3 წთ შემდეგ სპილენძის ზედაპირზე წარმოიქმნება ჟოლოსფერი შეფერილობა, რომელიც მიუთითებს ჰიდროქსილის იონების სიჭარბეზე.

ცდა 3: სპილენძის მავთულის ნაცვლად იღებენ რკინის ლურსმანს და მასზე მჭიდროდ ახვევენ თუთიის მავთულს. ლურსმანის ჩაშვებისას ხსნარში , რომელიც გამოყენებული იყო ცდა 2-ში, ჟოლოსფერი შეფერილობა შეიმჩნევა რკინის ლურსმანზე.

ცდა 4: ორი მეტალის კონტაქტის დროს, კათოდური და ანოდური უბნები რომ აღმოვაჩინოთ, 3% ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარს უმატებენ რამდენიმე წვეთ 0,2გ/200 მლ სისხლის წითელი მარილის $K_3[Fe(CN)_6]$ ხსნარს და რამდენიმე წვეთ (5-6) ფენოლფტალეინს. შემდეგ ხსნარში ჩაუშვებენ სპილენძის მავთულს, რომელზედაც

შემოხვეულია რკინის მავთული. სპილენძზე 2-3 წთ. შემდეგ წარმოიქმნება წითელი შეფერილობა, ხოლო რკინაზე - მუქი ლურჯი.

აქ რკინა - ანოდია; შესაბამისად, ხსნარში გადადიან Fe^{2+} იონები, რომლებიც მოქმედებენ $K_3[Fe(CN)_6]$ - თან, წარმოქმნიან მარილს ტურნბულის ლურჯს $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$.

ლურჯი შეფერილობა მიუთითებს ხსნარში რკინის იონების არსებობაზე მისი ხსნარში გახსნის (კოროზიის) შედეგად, ხოლო ჟოლოსფერი შეფერილობა - ჰიდროქსიდის იონების სიჭარბეზე, რომლებიც წარმოიქმნიან ჟანგბადის აღდგენის შედეგად.

ანგარიში სამუშაოს შესახებ: ჩაიწეროს თითოეული ცდის შედეგი და მიეცეს ახსნა.

კოლოიდური ქიმია

ლაბორატორიული სამუშაო №6

ორგანული გამხსნელების ადსორბცია ნახშირზე

ადსორბცია დამოკიდებულია არა მარტო მშანთქმელის, არამედ ასევე შთანთქმული ნივთიერების ბუნებაზეც. როდესაც ხსნარი შეიცავს არა ერთ, არამედ რამდენიმე ნივთიერებას, მაშინ ისინი მშანთქმელის მიერ ადსორბირდებიან მათი ადსორბციის უნარის შესაბამისად. მაგრამ, თუ დასაწყისში ადსორბირდება ადსორბციულად აქტიური ნივთიერება, და შემდეგ ხსნარში დაამატებენ უფრო ადსორბციულად აქტიურ ნივთიერებას, ადგილი აქვს ამ მეორე ნივთიერების მიერ პირველის გამოდევნას ადსორბენტიდან. ამავდროულად, მშანთქმელის მიერ ადსორბირებული ნივთიერებების თანაფარდობა იქნება ამ ნივთიერებების აქტიურობების შესაბამისი. მაგალითად, მძიმე მეტალთა კათიონები ადსორბირდებიან უკეთ, ვიდრე იმავე ვალენტობის მსუბუქი მეტალების კათიონები.

ადსორბციაზე, ძლიერი ელექტროლიტის ხსნარებიდან, გავლენას ახდენს თავისუფალი იონების რიცხვი და ვალენტობა. ადსორბციას ეწოდება ექვივალენტური, თუ

ადსორბირდება დადებითად და უარყოფითად დამუხტული იონების ერთნაირი რიცხვი. მაგრამ ადსორბცია შეიძლება იყოს *მიმოცვლითი*. მას ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როდესაც ერთი მუხტის ნიშნის მქონე იონი უფრო უკეთ ადსორბირდება, ვიდრე იონი საწინააღმდეგო ნიშნით. ამ შემთხვევაში ელექტრონეიტრალობა მიიღწევა იმით, რომ მშანთქმელიდან ელექტროლიტის ხსნარში გამოიდევენება ექვივალენტური რიცხვი იონებისა, რომლებსაც ისეთივე მუხტის ნიშანი გააჩნიათ, როგორც ადსორბირებულ იონებს.

სამუშაოსათვის საჭიროა:

- ✓ 200-300 მლ. მოცულობის კონუსური კოლბა - 6ც.;
- ✓ 100 მლ. მოცულობის კონუსური კოლბა - 3ც.;
- ✓ 20, 10 მლ. პიპეტები;
- ✓ 0,1 ნ CH₃COOH ხსნარი;
- ✓ აცეტონი;
- ✓ ცხოველური ნახშირი;
- ✓ 5-7 სმ დიამეტრის ძაბრი - 3ც. ;
- ✓ ფილტის ქაღალდი;
- ✓ 0,1 ნ NaOH ხსნარი;
- ✓ 25 მლ. მოცულობის ბიურეტი;
- ✓ ფენოლფტალეინის ხსნარი.

სამ 200-300 მლ კონუსურ კოლბას ნომრავენ და პიპეტით ასხამენ 20-20 მლ 0,1. ნ CH₃COOH ხსნარს. 1 და 2 კოლბაში ასხამენ 20 მლ გამობდილ წყალს, ხოლო 3 კოლბაში 20 მლ აცეტონს. კოლბა 1 საკონტროლოა. 2 და 3 კოლბაში შეაქვთ ზუსტად აწონილი 1,0 გ ცხოველური ნახშირი და თითოეულ კოლბაში სითხეს ანჯღრევენ 5 წთ. განმავლობაში.

სამი პირველი კოლბის უკან დგამენ იმავე ზომის წინასწარ დანომრილ სამ კოლბას ძაბრით და ფილტრის ქაღალდით და მათში ფილტრავენ პირველი რიგის კოლბების შემცველობას (პირველი კოლბიდან პირველში, მეორედან მეორეში და ა.შ.). მოაცილებენ პირველი რიგის კოლბებს და მათ ადგილზე დგამენ სამ პატარა (100 მლ, 1, 2, 3) კოლბას და მათში იმავე

თანმიმდევრობით (პირველიდან პირველში და ა.შ.) პიპეტით გადააქვთ 10-10 მლ. ფილტრატი, მათში ამატებენ 2-2 წვეთ ფენოლფტალეინის ხსნარს და ტიტრავენ 0,1 ნ NaOH ხსნარით ტიტრავენ ძმარმჟავას ხსნარს.

აღნიშნავენ გატიტვრაზე დახარჯული ტუტის მლ. რაოდენობას. დაკვირვების შედეგები შეაქვთ ცხრილში:

ცხრილი

<i>N/N</i>	<i>კოლბების შემცველობა</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>1</i>	<i>აღებული 0,1 ნ ძმარმჟავას რაოდენობა, მლ.</i>	20	20	20
<i>2</i>	<i>დამატებული წყლის რაოდენობა, მლ.</i>	20	20	-
<i>3</i>	<i>დამატებული აცეტონის რაოდენობა, მლ.</i>	-	-	20
<i>4</i>	<i>ხსნარში შეტანილი ნახშირის რაოდენობა, გ.</i>	-	1	1
<i>5</i>	<i>გატიტვრაზე დახარჯული 0,1 ნ ნატრიუმის ტუტის რაოდენობა, მლ.</i>			
<i>6</i>	<i>0,1 ნ ნატრიუმის ტუტის მლ. რაოდენობა, რომელიც პასუხობს ნახშირით ადსორბირებულ მჟავას(სხვაობით პირველ და სხვა კოლბებს შორის).</i>			
<i>7</i>	<i>2 და 3 კოლბაში ადსორბირებული ძმარმჟავას რაოდენობა (100% -ად მიიღება ნატრიუმის ტუტის მლ.რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა ძმარმჟავას გატიტვრაზე 1ლ. კოლბაში).</i>			

ლ ა ბ ო რ ა ტ ო რ ი უ ლ ი ს ა მ უ შ ა ო №7

წყლის გაწმენდა კოაგულაციით

დისპერსიული სისტემების განმასხვავებელ ნიშანთვისებას წარმოადგენს მათი არამდგრადობა, რომელსაც ხშირ შემთხვევაში მივყავართ ნალექის გამოყოფამდე. ამასთანავე ეს ნალექი ინარჩუნებს დისპერსიული ფაზის ქიმიურ შედგენილობას.

ზოლების არამდგრადობის მიზეზი შეიძლება იყოს მათი დისპერსიულობის არამუდმივობა (ცვალებადობა).

პროფ. ნ.პ.პესკოვმა მეცნიერებაში კოლოიდური სისტემების შესახებ შემოიღო ცნებები აგრეგატული და მოლეკულურ - კინეტიკური მდგრადობის შესახებ. აგრეგატული მდგრადობა აიხსნება ერთის მხრივ, კოლოიდური ნაწილაკების ერთნაირი მუხტის არსებობით, რაც ხელს უშლის მათ მიერთებას უფრო მსხვილ აგრეგატებად. მეორე მხრივ - აგრეგატული მდგრადობა შეიძლება აიხსნას იმით, რომ კოლოიდური ნაწილაკების ირგვლივ შეიძლება წარმოიქმნას მათთან მჭიდროდ დაკავშირებული სოლვატური გარსი შემდგარი გამხსნელის მოლეკულებისაგან.

კოლოიდების გადასვლა ჭეშმარიტ ხსნარში გამოწვეულია დისპერსიულობის გაზრდით, მაშინ როცა საწინააღმდეგო პროცესი მიდის მიცელების შეწყვეტის ხარჯზე, რომელსაც მივყავართ კოლოიდური ნაწილაკის ზომის გაზრდამდე. ამ ბოლო მოვლენას ეწოდება *კოაგულაცია*.

ნაწილაკები თავიდან ხდებიან მიკროსკოპში შესამჩნევი, შემდეგ ზრდასთან ერთად ხდებიან იმდენად მსხვილი, რომ გამოიყოფიან ნალექში. გარეგნულად კოაგულაციას თან ახლავს სიმღვრივის წარმოქმნა, კოლოიდური ხსნარის ფერის შეცვლა და ბოლოს, ნალექის წარმოქმნა. სიმძიმის ძალის გავლენით დისპერსიული ფაზის ნალექში გამოყოფის მოვლენას ეწოდება *სედიმენტაცია*.

სამუშაოსათვის საჭიროა:

- ✓ 1ლ. მოცულობის კოლბა;
- ✓ სინჯარა - 6 ც.;
- ✓ რკინის (III) ჰიდროქსიდის ზოლი Fe (OH)₃;
- ✓ თიხა;
- ✓ დაბინძურებული წყალი: 1ლ. სასმელ წყალში აურევენ 0,1 გ თიხას.

სამუშაოს აღწერა. ექვს სინჯარაში ასხამენ 10-10 მლ. მიღებულ მღვრიე წყალს და რკინის (III) ჰიდროქსიდის ზოლის სხვადასხვა რაოდენობებს, რომლებიც მითითებულია ცხრილში. ცხრილში შეაქვთ დაკვირვების შედეგები გარკვეული დროის შუალედების შემდეგ.

ცხრილი

№ სინჯის	რკინის (III) ჰიდროქსიდის ზოლის წვეთების რაოდენობა	დაკვირვების შედეგები დროის შუალედში		
		30 წთ.	1 სთ.	1 სთ. 30 წთ.
1	0			
2	1			
3	2			
4	4			
5	8			
6	16			

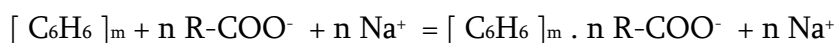
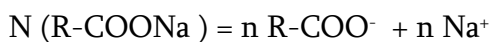
ლაბორატორიული სამუშაო №8

ემულსიების მიღება და დაშლა

(ბენზოლი წყალში და ზეთი წყალში)

ბენზოლის წყალთან შენჯღრევისას წარმოიქმნება ემულსია, რომელიც ჩქარა იშლება ორ შრედ. ემულსიისათვის მდგრადობის მისანიჭებლად აუცილებელია შენჯღრევა ვაწარმოოთ ემულგატორის თანაობისას, მოცემულ შემთხვევაში - საპნის. საპნის ელექტრულად პოლარული მოლეკულები სასაზღვრო შრეში განლაგდებიან მკაცრად, კერძოდ მუხტის მატარებელი პოლარული მოლეკულის ნაწილი ყოველთვის მიმართულია წყლისაკენ. საპნის აგებულება შეიძლება გამოვსახოთ ფორმულით $R-COONa$, რომელშიც R წარმოადგენს ნახშირწყალბადურ რადიკალს. საპნის მოლეკულას პოლარობას ანიჭებს ჯგუფი - $COONa$, რომელსაც აქვს ელექტროლიტური დისოციაციის უნარი: მიიღება $R-COO^-$ და Na^+ იონები.

ბენზოლის წყალთან შენჯღრევისას საპნის მოლეკულები ადსორბირდებიან წვეთების ზედაპირზე და - $COONa$ ჯგუფებით ორიენტირდებიან წყლისაკენ. - $COONa$ ჯგუფიდან გამოეყოფა Na^+ - იონი და წვეტი ხდება დამუხტული, რაც განაპირობებს ემულსიის მდგრადობას. ბენზოლის წყალში ემულსიის ნაწილაკის აგებულება შეიძლება სქემატურად ასე გამოვსახოთ:



ანალოგიურად შეიძლება აიხსნას მდგრადი ემულსიის ზეთი წყალში წარმოქმნა ბურას თანაობისას.

სამუშაოსათვის საჭიროა:

- ✓ 100 მლ. მოცულობის კოლბა;
- ✓ 100 მლ. საზომი კოლბა საცობით;

- ✓ 5 მლ. გრადუირებული პიპეტი;
- ✓ ბენზოლი, C₆H₆;
- ✓ ზეთი;
- ✓ 2% საპნის სპირტხსნარი;
- ✓ კრისტალური ბურა Na₂B₄O₇.

სამუშაოს აღწერა.

ცდა 1. საცობიან ცილინდრში ასხამენ დაახლოებით 50 მლ. წყალს და ამატებენ 10 მლ. ბენზოლს. ენერგიულად ანჯღრევენ, შემდეგ დააყოვნებენ. ემულსია არ წარმოიქმნება და სწრაფად ხდება მისი ორ შრედ დაყოფა. ამის შემდეგ ამატებენ 10 მლ. 2% საპნის ხსნარს და ენერგიულად ანჯღრევენ. წარმოიქმნება ბენზოლის ემულსია.

ცდა2. 4-5 გ ბურას გაცხელებით ხსნიან 95 მლ. გამოხდილ წყალში. მიღებულ ხსნარს ასხამენ საზომ ცილინდრში, ამატებენ 2-3 მლ. ზეთს და კარგად ანჯღრევენ. წარმოიქმნება მდგრადი ემულსია.

ლაბორატორიული სამუშაო №9

საპნის ქაფიანობის განსაზღვრა დროზე დამოკიდებულებით

დისპერსიულ სისტემას, რომელშიც დისპერსიული ფაზა - გაზია, ხოლო დისპერსიული არე - სითხე, ეწოდება ქაფი.

ქაფი - ეს არის გაზის სითხეში კონცენტრირებული ემულსია. ქაფების დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს ის, რომ გაზის ბუშტუკები, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია მათი გამყოფი აფსკით, წარმოქმნიან მთლიან მასას. მისი სტრუქტურა, ისევე, როგორც ემულსიისა, არამდგრადია. ქაფში გაზის ბუშტუკებით შეხებაშია სითხის შედარებით დიდი ზედაპირი, და ვინაიდან სისტემა მიისწრაფის შეამციროს სითხე - ჰაერის გამყოფი ზედაპირი, ქაფი სწრაფად იშლება.

მდგრადი ქაფის (როგორც ემულსიის) მისაღებად აუცილებელია მესამე კომპონენტი - სტაბილიზატორი, რომელიც ამცირებს ზედაპირულ ენერგიას. ასეთი ნივთიერებებია: საპონი, ფენოლი, ცილა და სხვა. ისინი ადსორბირდებიან გაზი - ხსნარის გამყოფ ზედაპირზე, წარმოქმნიან ორიენტირებული მოლეკულების შრეს, რომელსაც გააჩნია მნიშვნელოვანი მექანიკური მდგრადობა.

ქაფის საწყისი მოცულობის ფარდობა ქაფწარმომქნელი ხსნარის მოცულობასთან, რომელიც დაიხარჯა ამ ქაფის წარმოქმნაზე, იწოდება *ქაფის ჯერადობად*. ქაფის ჯერადობა იზრდება ქაფწარმომქნელის კონცენტრაციის გაზრდით. ყველა ქაფი დროთა განმავლობაში იშლება. ქაფის ბუმტების არსებობის დრო იწოდება *ქაფის სიცოცხლის დროდ*.

სამუშაოს მიზნი: ქაფების მიღება და მათი თვისებების შესწავლა

სამუშაოსათვის საჭიროა :

- ✓ 50 – 100 სმ³ მოცულობის მიხეხილ საცობიანი საზომი ცილინდრი;
- ✓ 50 სმ³ მოცულობის ჭიქა;
- ✓ 15-20 მლ დიამეტრის სპილენძის მავთულის რგოლი;
- ✓ თხევადი საპონი.

ცდა 1: 50 – 100 სმ³ მოცულობის მიხეხილ საცობიანი საზომ ცილინდრში ასხამენ 10 მლ წყალს და 1 მლ. თხევად საპონს. 10-15 წმ. განმავლობაში კარგად შეანჯღრევენ, რომლის შეწყვეტის შემდეგ ჩართავენ წამზომს და ერთდროულად გაზომავენ წარმოქმნილი ქაფის მოცულობას. აკვირდებიან მოცულობის ცვლილებას დროში .

შემდეგ ამ ცდას იმეორებენ ხსნარის 2, 4, 8 - ჯერ განზავებისას. მიღებულ შედეგებს ჩაწერენ ცხრილში და აგებენ გრაფიკს:

- წარმოქმნილი ქაფის მაქსიმალური მოცულობის დამოკიდებულება ქაფწარმომქნელის კონცენტრაციისაგან;
- ქაფის მოცულობის ცვლილება დროზე დამოკიდებულებით

ქაფწარმომქნელის კონცენტრაცია							
C ₁		C ₂ = C ₁ /2		C ₃ = C ₁ /4		C ₄ = C ₁ /8	
დრო, წმ	ქაფის მოცულობა, V, სმ ³	დრო, წმ	ქაფის მოცულობა, V, სმ ³	დრო, წმ	ქაფის მოცულობა, V, სმ ³	დრო, წმ	ქაფის მოცულობა, V, სმ ³

ცდა 2: ქაფის სიცოცხლის დრო

ამზადებენ ხსნარებს როგორც ცდა №1-ში . საკვლევ ხსნარს ასხამენ 50 სმ³ მოცულობით და მოურევენ ჭიქაში, შემდეგ მასში ჩაუშვებენ სპილენძის მავთულის რგოლს და ფრთხილად ამოიღებენ სითხიდან და წამზომით აღნიშნავენ დროს ქაფის აფსკის წარმოქმნიდან მის დაშლამდე. თითოეული დამზადებული ხსნარისათვის ცდას იმეორებენ 20-30-ჯერ და გამოთვლიან საშუალო მნიშვნელობას..

ცდის შედეგები გადააქვთ გრაფიკზე , სადაც ორდინატათა ღერძზე გადააქვთ დრო, ხოლო აბსცისათა ღერძზე - ხსნარის კონცენტრაცია.

ანგარიში სამუშაოს შესახებ:

- აიგოს გრაფიკი ქაფის მდგრადობის ხსნარის კონცენტრაციისაგან დამოკიდებულებით (ცხრილის მონაცემების მიხედვით);
- აიგოს გრაფიკი ქაფის მდგრადობის დამოკიდებულება ემულგატორის კონცენტრაციისაგან დამოკიდებულებით

ლ ა ბ ო რ ა ტ ო რ ი უ ლ ი ს ა მ უ შ ა ო №10

ჟელატინის გაჯირჯვების კოეფიციენტის განსაზღვრა ელექტროლიტის სახეობაზე დამოკიდებულებით

სამუშაოსათვის საჭიროა:

- ✓ 15 მლ მოცულობის გრადუირებული მიხეხილ საცობიანი 6 სინჯარა;
- ✓ ხის შტატივი ექვსი სინჯარისათვის;
- ✓ ბიურეტი - 6ც.;
- ✓ მინაზე დასაწერი ფანქარი;
- ✓ მშრალი ჟელატინის ფხვნილი;
- ✓ 15 ხსნარები: CH_3COOK ; K_2SO_4 ; KCl ; KI ; KCN .

სამუშაოს აღწერა. ექვს გრადუირებულ სინჯარას ნომრავენ და თითოეულში ჩაყრიან 1-1 მლ.-დე მშრალ ჟელატინს. სინჯარებს ამაგრებენ შტატივზე, გაზომავენ და ჩაწერენ. ჟელატინის მოცულობას. ბიურეტიდან თითოეულ სინჯარაში ასხამენ 10 მლ ელექტროლიტის ხსნარს (იხ. ცხრილი). 1 სთ. შმდეგ ზომავენ მოცულობის მატებას გაჯირჯვების შემდეგ და გამოთვლიან გაჯირჯვების ხარისხს. მიღებული შედეგები შეაქვთ ცხრილში :

	ელექტროლიტები					
	K_2SO_4	CH_3COOK	KCl	H_2O	KI	KCN
ჟელატინის მოცულობა გაჯირჯვებამდე, V_0						
ჟელატინის მოცულობა გაჯირჯვების შემდეგ, V						
გაჯირჯვების ხარისხი, %						

ლაბორატორიული სამუშაო № 11

ჟელატინის გაჯირჯვების ხარისხის განსაზღვრა ხსნარის pH-ზე დამოკიდებულებით

სამუშაოსათვის საჭიროა:

- ✓ 15 მლ მოცულობის გრადუირებული მიხეხილ საცობიანი 6 სინჯარა;
- ✓ ლაბორატორიული 6 სინჯარა ;
- ✓ ხის შტატივი თორმეტი სინჯარისათვის;
- ✓ სამი ბიურეტი;
- ✓ მინაზე დასაწერი ფანქარი;
- ✓ მშრალი დაქუცმაცებული ჟელატინი;
- ✓ ნხსნარები: 0,1 ნ CH_3COOH ; 0,1 ნ CH_3COONa .

სამუშაოს აღწერა.

ცხრილი

ხსნარის შედგენილობა	№ სინჯარის					
	1	2	3	4	5	6
0,1 ნ CH_3COOH	9	7	5	3	1	-
0,1 ნ CH_3COONa	1	3	5	7	9	-
H_2O , მლ	-	-	-	-	-	10

ცხრილის მიხედვით ამზადებენ ბუფერულ ხსნარებს, განსაზღვრავენ თითოეული ხსნარის pH-ს. გრადუირებულ სინჯარებში ჩაყრიან 1-1 მლ. მშრალ ჟელატინის ფხვნილს, დანომრავენ სინჯარებს, ზუსტად გაზომავენ მოცულობას და შესაბამისი ნომრის სინჯარიდან ჩაასხამენ ბუფერულ ხსნარს. სინჯარების შემცველობას აურევენ, კარგად

შენჯღრევენ და 1 სთ. შემდეგ გაზომავენ მოცულობის მატებას ჟელატინის გაჯირჯვების შედეგად.

გაჯირჯვების ხარისხს გამოთვლიან ფორმულით

$$K_v = (V - V_0) \cdot 100 / V_0$$

სადაც :

- ✓ V_0 - მოცულობაა გაჯირჯვებამდე, სმ³;
- ✓ V - მოცულობა გაჯირჯვების შემდეგ, სმ³.

და ააგებენ ჟელატინის გაჯირჯვების ხარისხის დამოკიდებულების გრაფიკს ხსნარის pH - ისაგან. შედეგები შეაქვთ ცხრილში:

ცხრილი

ხსნარის შედგენილობა	№ სინჯარის					
	1	2	3	4	5	6
0,1 ნ CH ₃ COOH						
0,1 ნ CH ₃ COONa						
H ₂ O, მლ						
ხსნარის pH						
ჯალატინის მოცულობა გაჯირჯვებამდე, V ₀						
ჯალატინის მოცულობა გაჯირჯვების შემდეგ, V						
გაჯირჯვების ხარისხი, %						

ლიტერატურა:

1. გ.ბეზარაშვილი. ფიზიკური ქიმია - 2: ლაბორატორიული პრაქტიკუმი. თბილისი: [გ.გ.], 2016, 67გვ.
2. მ. რუხაძე. კოლოიდური ქიმიის ლაბორატორიული პრაქტიკუმი . თბილისი: [გ.გ.], 2014, 45 გვ.
3. Физическая и коллоидная химия. Практикум: методическое пособие/ под ред. проф. А. П. Беляева. —СПб. : Изд-во СПХФА, 2010.— 240 с.
4. Методические рекомендации и контрольные задания по физической и коллоидной химии для студентов заочного обучения по специальности 060108, Фармация / составители: В. И. Кучук, И. Б. Дмитриева, К. И. Евстратова, Н. А. Купина, Е. Е. Малахова / под ред. В. И. Кучук. —СПб.: Изд-во СПХФА, 2009. — 123 с.
5. Физическая и коллоидная химия. Лабораторный практикум. Учебное пособие» 2017
6. Любименко В.А., Митюк Д.Ю., Фролов В.И., Винокуров В.А. Практикум по курсу "Физическая и коллоидная химия". Издательство: ИЦ РГУ, 2014.