

ნათია არაბული

ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების ტოლობების გათანაბრება ნახევარრეაქციების მეთოდით

ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების ტოლობების გათანაბრების ორი მეთოდია ცნობილი:

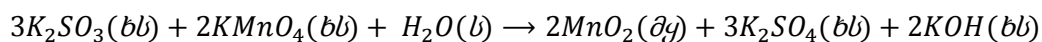
1. ელექტრონული ბალანსის მეთოდი
2. ნახევარრეაქციების, ანუ ელექტრონულ-იონური ბალანსის მეთოდი

წინამდებარე სტატიაში განვიხილავთ ნახევარრეაქციების მეთოდს. იგი ძირითადად იონების მონაწილეობით მიმდინარე რეაქციების ტოლობების გასათანაბრებლად გამოიყენება.

ნახევარრეაქციების მეთოდი განსაკუთრებით აქტუალურია ელექტროქიმიაში. მეთოდის გამოყენებისას უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი:

- სარეაქციო არის ბუნება (მჟავა ან ტუტე არე);
- რეაქციის ტოლობიდან ცალ-ცალკე გამოვყოთ ჟანგვისა და აღდგენის ნახევარრეაქციები;
- მჟავა არეში მიმდინარე რეაქციის ტოლობის გათანაბრება ხდება წყლის მოლეკულებითა და წყალბად-იონებით, ხოლო ტუტე არეში - წყლის მოლეკულებითა და ჰიდროქსიდ-იონებით;
- რეაქციის ტოლობის ორივე მხარეს ატომების რაოდენობა და ჯამური მუხტის სიდიდე ერთმანეთის ტოლი უნდა იყოს;
- აღნიშნული მეთოდი, როგორც წესი, შეკვეცილი იონური ტოლობების გასათანაბრებლად გამოიყენება, რომლებიც შეიცავენ მხოლოდ ჟანგვა-აღდგენის პროცესში მონაწილე ნაწილაკებს, თუმცა შესაძლებელია მოცემული იყოს ქიმიური რეაქციის მოლეკულური ტოლობაც.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გათანაბრებისათვის ამოსავალია ის, თუ როგორ არეში მიმდინარეობს რეაქცია - მჟავა არეში თუ ტუტე არეში. პირველის განმსაზღვრელია H^+ წყალბადის იონები, ხოლო მეორის - OH^- ჰიდროქსიდ-იონები. ამასთან, რეაქციის ტოლობის რომელიმე მხარეს აუცილებლად იქნება წყალი, თუმცა ეს არ ნიშნავს იმას, რომ გვაქვს ნეიტრალური არე, როგორც ამას შეხვედებით ზოგიერთ ადრინდელ ლიტერატურაში. მაგ., ერთ-ერთი ასეთი სახელმძღვანელოს მიხედვით (ხომჩენკო ი.გ., გვ. 277,1987), ქვემოთ მოცემული რეაქცია - კალიუმის სულფიტის დაჟანგვა კალიუმის პერმანგანატით - მიმდინარეობს ნეიტრალურ არეში, თუმცა რეაქციის შედეგად მიიღება კალიუმის ტუტე, ამიტომ ეს რეაქცია, თანამედროვე მიდგომით, ითვლება, რომ მიმდინარეობს ტუტე არეში:



მჟავა არეში მიმდინარე რეაქციის ტოლობის გათანაბრებისას უნდა დავიცვათ შემდეგი წესები:

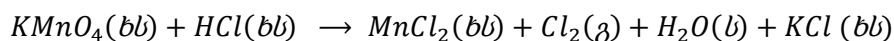
თუ მოცემულია რეაქციის მოლეკულური ტოლობა, უნდა დავწეროთ სრული იონური ტოლობა და ამ ტოლობიდან:

1. გამოვყოთ ჟანგვისა და აღდგენის ნახევარრეაქციები;
2. გავათანაბროთ თითოეული ნახევარრეაქციის ტოლობა. ეს პროცესი შემდეგ ეტაპებს მოიცავს:
 - ა) გავათანაბროთ ელემენტების ატომების რაოდენობა (გარდა წყალბადის და ჟანგბადის ატომებისა);
 - ბ) გავათანაბროთ ჟანგბადის ატომების რაოდენობა წყლის დამატებით;
 - გ) გავათანაბროთ წყალბადის ატომების რაოდენობა H^+ წყალბად-იონების დამატებით;
 - დ) გავათანაბროთ ჯამური მუხტის სიდიდე ელექტრონების დამატებით.
3. გავათანაბროთ თითოეულ ნახევარრეაქციაში შემავალი ელექტრონების რაოდენობა შესაბამის კოეფიციენტებზე გამრავლებით.
4. შევკრიბოთ ორივე ნახევარრეაქცია და გავაბათილოთ ტოლობის ორივე მხარეს არსებული ერთი და იგივე წევრები.
5. დავწეროთ რეაქციის ტოლობა საბოლოო სახით.

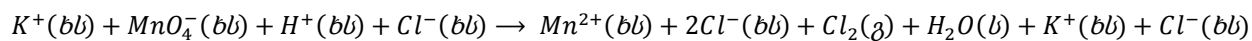
ახლა ეს წესები გამოვიყენოთ კონკრეტული რეაქციების ტოლობების გასათანაბრებლად.

მაგალითი 1

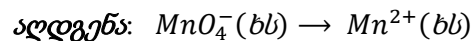
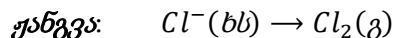
მჟავა არეში მიმდინარე რეაქციის ტოლობის გათანაბრება



დავწეროთ რეაქციის სრული იონური ტოლობა:

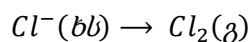


1. ცალ-ცალკე ამოვწეროთ ჟანგვისა და აღდგენის ნახევარრეაქციები:

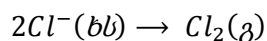


2. ზემოთ მოცემული წესების გათვალისწინებით გავათანაბროთ თითოეული ნახევარრეაქციის ტოლობა ცალ-ცალკე.

განვიხილოთ *ჟანგვის* ნახევარრეაქციის ტოლობის გათანაბრების ეტაპები:

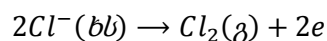


ა) გავათანაბროთ ქლორის ატომების რაოდენობა:

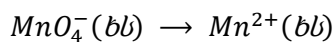


ბ და გ ეტაპებს აქ არ ვიყენებთ წყალბადისა და ჟანგბადის ატომების უქონლობის გამო.

დ) გავათანაბროთ მუხტების სიდიდეები ელექტრონების დამატებით ტოლობის მარჯვენა მხარეს:

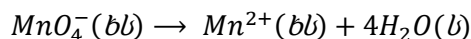


ახლა იგივე გავიმეოროთ *აღდგენის* ნახევარრეაქციისათვის:

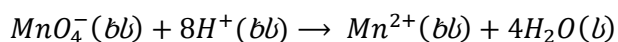


ა) მანგანუმის ატომები უკვე გათანაბრებულია.

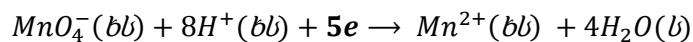
ბ) გავათანაბროთ ჟანგბადის ატომების რაოდენობა წყლის მოლეკულების დამატებით:



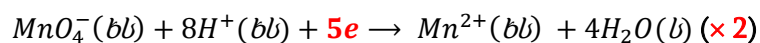
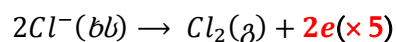
გ) გავათანაბროთ წყალბად-ატომების რაოდენობა წყალბად-იონების დამატებით:



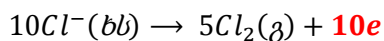
დ) გავათანაბროთ მუხტების სიდიდეები ელექტრონების დამატებით ტოლობის მარცხენა მხარეს:



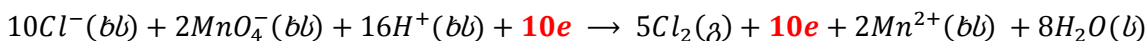
4. ნახევარრეაქციებში მონაწილე ელექტრონების რაოდენობა უნდა იყოს ერთნაირი, რისთვისაც ჟანგვის ნახევარრეაქცია უნდა გავამრავლოთ 5-ზე, აღდგენის კი -2-ზე:



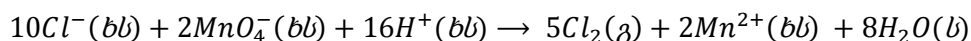
მაშინ მივიღებთ:



5. ახლა შევკრიბოთ ეს ნახევარრეაქციები:



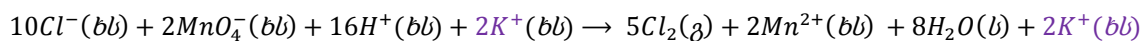
6. ტოლობის ორივე მხარეს ერთნაირი წევრების გაბათილების შემდეგ მივიღებთ:



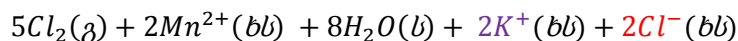
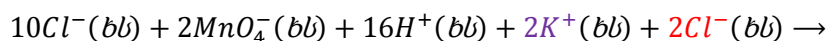
7. სარეაქციო ხსნარში ჟანგვა-აღდგენაში მონაწილე იონებთან ერთად არიან, ე.წ.

„მაყურებელი“ იონები („spectator“ ions, „spectator“ ნიშნავს „მაყურებელს“) - იონები, რომლებიც არ მონაწილეობენ ჟანგვა-აღდგენაში, შესაბამისად, არც ჩანან მე-6 საფეხურზე მიღებულ ტოლობაში, თუმცა საბოლოო მოლეკულურ ტოლობაში აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ, რისთვისაც მხედველობაში უნდა მივიღოთ შემდეგი:

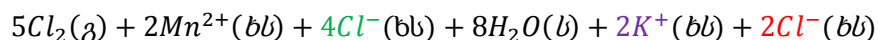
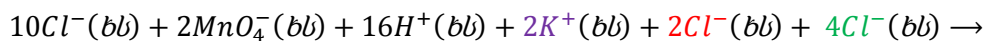
კალიუმის იონების რაოდენობა ტოლია MnO_4^- იონების რაოდენობის. რადგან აღდგენის ნახევარრეაქციაში გვაქვს $2MnO_4^-$, ამიტომ $2K^+$ უნდა დავამატოთ ტოლობის ორივე მხარეს:



$2K^+$ -ს შეესაბამება $2Cl^-$ იონი:

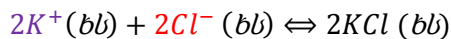
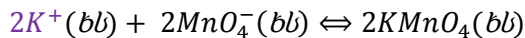
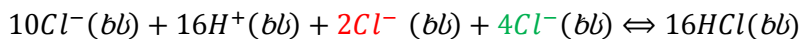


მანგანუმ (II)-ის ქლორიდში ქლორიდ-იონების რაოდენობა 2-ჯერ მეტია მანგანუმ(II)-ის იონების რაოდენობაზე, ანუ $2Mn^{2+} \Leftrightarrow 4Cl^-$. ამის გათვალისწინებით მივიღებთ:

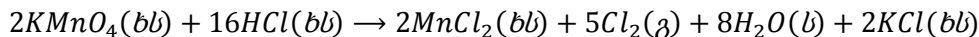


ტოლობა გათანაბრებულია როგორც ატომების რაოდენობის, ისე მუხტის სიდიდის მიხედვით.

ახლა ამ ტოლობაში შემავალი შესაკრებების ჯამი ასე წარმოვადგინოთ:



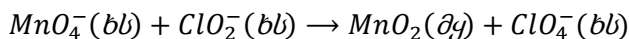
მაშინ რეაქციის სრულ მოლეკულურ ტოლობას ექნება სახე:



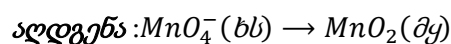
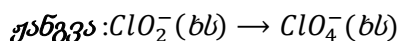
მაგალითი 2

ტუტე არეში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენის რეაქციის ტოლობის გათანაბრება

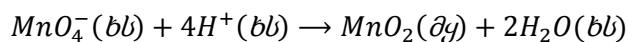
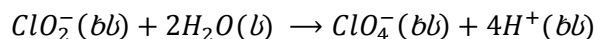
ზემოთ მოყვანილ მაგალითში მოცემული იყო ქიმიური რეაქციის მოლეკულური ტოლობა, თუმცა ნახევარრეაქციების მეთოდის გამოყენებისას ძირითადად წერენ და ათანაბრებენ მხოლოდ შეკვეცილ იონურ ტოლობებს. განვიხილოთ ასეთი ჩანაწერის მაგალითი **ტუტე** რეაქციის მიმდინარე რეაქციისათვის და გავათანაბროთ რეაქციის შეკვეცილი იონური ტოლობა:



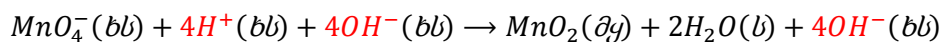
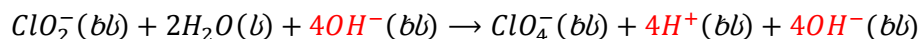
1. ცალ-ცალკე ამოვწეროთ ჟანგვისა და აღდგენის ნახევარრეაქციები:



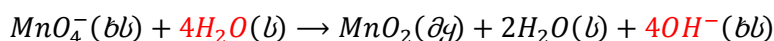
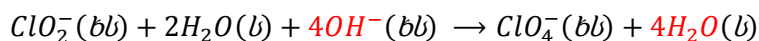
2. თითოეულ ნახევარრეაქციაში გავათანაბროთ ატომების რაოდენობა:



3. ამის შემდეგ ვინაიდან მითითებულია, რომ რეაქცია მიმდინარეობს ტუტე არეში, მჟავა არეში გათანაბრების წესებს აქ ემატება ერთი წესი. კერძოდ, იმისათვის, რომ მჟავა არედან გადავიდეთ ტუტე არეზე, ტოლობის ორივე მხარეს უნდა დავუმატოთ იმდენი OH^- ჰიდროქსიდ-იონი, რამდენიც არის H^+ წყალბად-იონი:

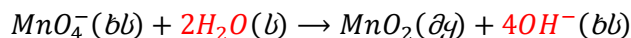
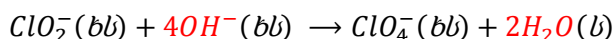


4. $4H^+ + 4OH^- \rightleftharpoons 4H_2O$, ამიტომ:

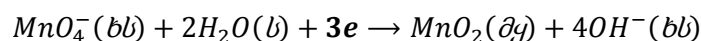
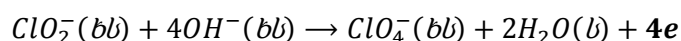


როგორც ვხედავთ, რეაქციის ტოლობაში უკვე გვაქვს არა H^+ იონები, არამედ OH^- იონები.

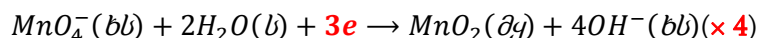
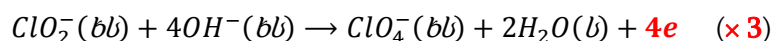
5. ახლა გავაბათილოთ წყლის მოლეკულები ტოლობის ორივე მხარეს:



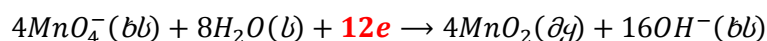
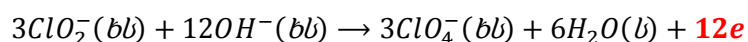
6. ატომების რაოდენობა გათანაბრებულია. ახლა გავათანაბროთ ჯამური მუხტის სიდიდე ელექტრონების დამატებით ტოლობის სათანადო მხარეს:



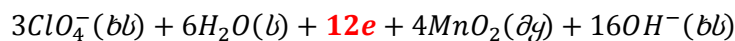
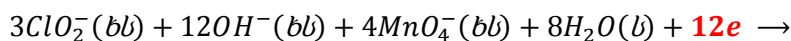
7. გაცემული და შეძენილი ელექტრონების რიცხვის გათანაბრების მიზნით ჟანგვისა და აღდგენის ნახევარრეაქციების ტოლობებში შემავალი წევრების კოეფიციენტები უნდა გავამრავლოთ, შესაბამისად, 3-ზე და 4-ზე:



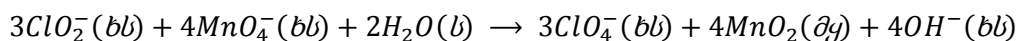
მაშინ მივიღებთ:



8. ახლა შევკრიბოთ ნახევარრეაქციები:



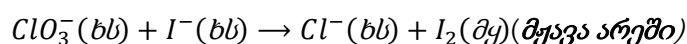
9. ტოლობის ორივე მხარეს არსებული ერთნაირი წევრების (ელექტრონების, წყლის მოლეკულებისა და ჰიდროქსიდ-იონების) გაბათილების შემდეგ მივიღებთ:



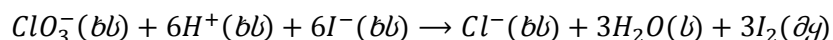
მაგალითები დამოუკიდებელი სამუშაოსათვის

გაათანაბრეთ ქვემოთ მოცემული რეაქციების შეკვეცილი იონური ტოლობები სარეაქციო არის გათვალისწინებით:

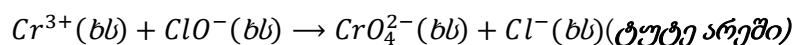
N1



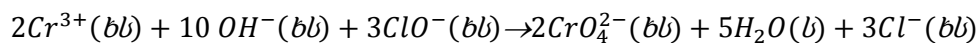
პასუხი



N2



პასუხი



გამოყენებული რესურსები:

1. Antony C. Wilbraham, Dennis D. Staley, Michael S. Matta, Edward L. Waterman, "Chemistry", 5th ed., ISBN 978-0130548474
2. Brown, LeMay, Bursten, Murphy, Woodward, „Chemistry, The Central Science”, 11th, ed., ISBN 978-0136006176
3. Silberberg, "Chemistry, The Molecular Nature of Matter and Change", 5th ed., ISBN 978-0077216504
4. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А., "Начала Химии", т.1, стр.238, ISBN 5-94692-054-5
5. <http://chemteam.info/Redox/Balance-HalfReactions-Acid.html>
6. <http://www.chemteam.info/Redox/Balance-HalfReactions-Base.html>