ÎNVĂȚĂM CHIMIA FĂRĂ VALENȚĂ

LEARNING CHEMISTRY WITHOUT VALENCE

GUȚANU Vasile, dr. hab., prof. univ.,
Universitatea de Stat din Moldova

GUTSANU Vasile. Doctor Habilitatus., Full Professor,
Moldova State University

ORCID: 0000-0002-0159-415X
e-mail: gutsanu@gmail.com

CZU: 54:373.02
DOI: 10.46727/c.v2.19-20-09-2025.p206-214

Abstract. Chemistry in the pre-university education system cannot exist without chemical formulas and equations. And chemical equations cannot be written correctly if the formula of the substances is not known. Formulas of substances are composed using the concept of VALENCE. However, knowledge of valence allows us to compose formulas for only a few compounds, and only those formed from atoms of two chemical elements. In this paper, instead of valence, it is proposed to use electric charges of atoms or groups of atoms to create formulas of substances. Combining particles with different charges allows the creation of formulas for a multitude of chemical compounds. At first, it is needed to make combinations in a playful manner without naming them. Next, it is proposed to determine the charges of atoms in the formulas of chemical compounds. The knowledge gained from studying the material presented in this work allows students to easily master topics about the chemical properties of the main classes of inorganic substances, redox reactions, electrolytic dissociation theory, and reactions in solutions.
Keywords: valence, electric charges, combinations, formulas, substances.

I. INTRODUCERE

Chimia este un obiect de bază în studierea științelor exacte și naturale. Indiferent de sfera de activitate, omul trebuie să posede un anumit volum de cunoștințe în chimie. Deși produsele chimice sunt utilizate pe larg (uneori excesiv de mult) în activitatea lor, oamenii deseori au o atitudine neprietenoasă față de chimie. Pentru a combate această îngrijorare și a atitudinii negative față de chimie, ONU a proclamat anul 2011 An al CHIMIEI.

Consecințele negative ale chimiei în viața noastră nu sunt cauzate de CHIMIE, dar chiar de OM, de cunoștințile insuficiente în chimie, de

neglijarea anumitor reguli de protecție. (Accidentele rutiere în majoritatea absolută a cazurilor sunt din vina omului, dar nu a vehicului). De aceea noi trebuie să ne îmbogățim cunoștințele în chimie pe tot parcursul vieții.

În sistemul de invățământ preuniversitar, obiectul de studii CHIMIE se predă începând cu clasa a 7-a. În această clacă, începe să se formeze baza cunoștințelor în chimie. Deși CHIMIA este o știință enigmatică, captivantă, mulți elevi însușesc materia cu dificultate. De ce oare? După părerea mea, manualele conțin prea multe informații despre chimie și mai puțină chimie. Aceste informații suplimentare pot fi expuse de către profesor pe parcurs sau discutate la ședințele cercului de chimie. În manuale materia este expusă fragmentar, fără o succesiune logică, uneori postulate cu afirmații greșite sau incorecte. Spre exemplu, în clasa a 7-a se predau temele „Masa moleculară relativă", „Masa molară" fără ca elevii să cunoască formulele celor mai frecvent folosite substanțe chimice. În clasa a 8-a începe însușirea ecuațiilor chimice, care nu poate fi cu succes dacă nu sunt scrise corect formulele substanțelor. În clasa a 7-a, aproape de sfârșitul anului de studii, se predă tema "VALENȚA" pentru a putea scrie corect formulele substanțelor chimice. Însă valența atomilor, este o noțiune absolut neînțeleasă de către elevi. Ea se postulează și se utilizează la alcătuirea formulelor câtorva compuși formați din atomii a doar 2 elemente chimice.

În această lucrare se pune în discuție o alternativă – o chimie fără utilizarea noțiunii de valență. Metoda a fost realizată în practică cu succes. Am predat chimia studenților străini la secția de pregătire. Erau studenți care posedau anumite cunoștințe în chimie, dar erau și studenți (unii veniți de pe front) care practic nu cunoșteau chimia. În 10 luni de studii ei trebuiau să ajungă la nivelul cunoștințelor elevilor clasei a XI-a. Pentru a reuși, am fost nevoit să modific radical conținutul și metoda de predare a cursului de Chimie [1].

II. CHIMIE FĂRĂ VALENȚĂ

1. Valența

Pentru a scrie formulele unor compuși chimici, în clasa a 7-a se predă tema VALENȚA. Noțiune de valență este formulată astfel:

VALENȚA este capacitatea unui atom de a forma compuși chimici cu alți atomi.

Se aduc exemple. Atomul Na are valența I și se scrie astfel, Na^{I}. La fel se scrie și valența altor atomi– K^{I}, Ca^{II}, O^{II}, Cl^{I} și alții. În baza valenței acestor atomi se scriu formulele: NaCl, $CaCl_2$, Na_2O, CaO. La elevi pot apărea întrebări.

1) De ce scriem NaCl dar nu ClNa?

2) De ce scriem $CaCl_2$ dar nu putem scrie $CaNa_2$? Doar Na ca și Cl are aceeași valență.

3) Cum am putea scrie formula unui compus format din atomii a 3 sau 4 elemente?

Este absolut incorect să spui că valența atomului N în compușii N_2O, NO,

N_2O_3, NO_2 și N_2O_5 este respectiv I, II, III, IV și V. Se știe că Atomul N are doar valența III și IV.

Este absolut incorect să atribui valență unui grup de atomi cum ar fi OH^{I}, NO_3^{I}, CO_3^{II} și altele. Chiar în definiție este scris că **VALENȚA este caracteristica unui atom.**

După cum rezultă din cele expuse mai sus, valența practic nu ne permite să scriem corect formulele compușilor chimici.

2. Sarcinile atomilor în compuși ca alternativă a valenței

La începutul anului de studii în clasa a 7-a, după însușirea noțiunii de atom, moleculă, substanțe simple, substanțe compuse, se poate de introdus tema „Sarcinile atomilor în compuși”. Se începe cu următoarele constatări.

1)**Atomul separat și în substanțele simple are sarcina nulă (0):** Na^0, Ca^0, atomii în substanțele simple H_2, O_2, N_2, Cl_2, F_2, Br_2, I_2.

Atomi sau grupe de atomi cu sarcini pozitive în substanțele compuse:

1) **Sarcina 1+**: H^+, Na^+, K^+, Li^+, Ag^+, NH_4^+...

2) **Sarcina 2+** : Ca^{2+}, Cu^{2+},Zn^{2+}, Ba^{2+}, Fe^{2+}...

3) **Sarcina 3+** : Al^{3+}, Cr^{3+}, Fe^{3+}...

Atomi sau grupe de atomi cu sarcini negative în substanțele compuse:

1**) Sarcina 1-** : Cl^-, Br^-, I^-, OH^-, HS^-, HCO_3^-,NO_3^-, HSO_4^-, $H_2PO_4^-$...

2**) Sarcina 2-** : O^{2-}, S^{2-}, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, HPO_4^{2-}...

3) **Sarcina 3-** : PO_4^{3-}...

Profesorul trebuie să explice elevilor că aceste particule cu sarcini electrice nu sunt doar pe hârtie, ci există în realitate în anumite condiții, îndeosebi în soluție. La dizolvarea sării de bucătărie în apă nu avem particule NaCl, dar particule Na^+ și Cl^-. Despre formarea sarcinilor atomilor se va discuta în clasele superioare. (**Pentru profesori**. În unele manuale sarcina ionilor se scrie, spre exemplu Fe^{3+}, iar în reacțiile redox Fe^{+3}. În ambele cazuri este vorba da sarcini electrice și corect se scrie Fe^{3+}. Expresia Fe^{3+} arată că atomul are 3 sarcini electronice).

Câtă informație și posibilități oaferă elevilor datele despre sarcinile atomilor în compuși față de noțiunea VALENȚĂ? Chiar de la prima privire elevii își dau seama că unii atomi pot avea diferte valori ale sarcinii, că nu orice particule se vor combina, ci doar acele cu semne diferite ale sarcinii. La prima etapă profesorii pot să ceară elevilor să memoreze formulele doar a celor 7 substanțe simple. La etapa actuală nu este necesar ca elevii să memoreze atomii și sarcinile lor. Aceasta se va face treptat, pe parcurs. Singura cerință este de a forma combinații cu diferite particule, fără să fie date denumirile substanțelor exprimate de acele combinații. Se va realiza această cerință prin jocuri didactice în cursul a mai multor lecții.

3. Formarea combinațiilor între particule cu sarcini diferite

Molecula (combinația) este electric neutră. Deci în combinația scrisă corect numărul sarcinilor pozitive trebuie să fie același ca și a celor negative.

În combinație se va scrie mai întâi particula cu sarcină pozitivă, apoi cea cu sarcina negativă.

a) Combinații ale particulelor cu sarcina 1+

1) Combinații ale particulelor cu sarcina 1+ și 1-. Exemple:

Combinarea H^+ cu $Cl^- \rightarrow HCl$

Combinarea Na^+ cu $Cl^- \rightarrow NaCl$

Cobinarea H^+ cu $H_2PO_4^- \rightarrow HH_2PO_4 \rightarrow H_3PO_4$

Combinarea NH_4^+ cu $NO_3^- \rightarrow NH_4NO_3$.

(Aici și în următoarele exemple, profesorul propune formarea combinațiilor de diferită complexitate luând în considerare gradul de pregătire a elevilor).

2) Combinații ale particulelor cu sarcina 1+ și 2-. Exemple:

Combinarea H^+ cu $O^{2-} \rightarrow H_2O$

Combinarea Na^+ cu $CO_3^{2-} \rightarrow Na_2CO_3$

Combinarea K^+ cu $HPO_4^{2-} \rightarrow K_2HPO_4$

Combinarea NH_4^+ cu $HPO_4^{2-} \rightarrow (NH_4)_2HPO_4$

De notat că gruparea NH_4^+ se păstrează neschimbată in toate combinațiile (substanțele).

3) Combinații ale particulelor cu sarcina 1+ și 3-. Exemple:

Combinarea K^+ cu $PO_4^{3-} \rightarrow K_3PO_4$

Combinarea NH_4^+ cu $PO_4^{3-} \rightarrow (NH_4)_3PO_4$

b) Combinații ale particulelor cu sarcina 2+

1) Combinații ale particulelor cu sarcina 2+ ș 1-. Exemple:

Combinarea Cu^{2+} cu $Cl^- \rightarrow CuCl_2$

Combinarea Ca^{2+} cu $OH^- \rightarrow Ca(OH)_2$

Combinarea Mg^{2+} cu $HCO_3^- \rightarrow Mg(HCO_3)_2$

Combinarea Fe^{2+} cu $Cl^- \rightarrow FeCl_2$

2) Combinații ale particulelor cu sarcina 2+ ș 2-. Exemple:

Dacă sarcinile particulelor sunt egale, atunci coeficienții în combinații sunt egali cu 1 care nu se scriu în formulă.

Combinarea Cu^{2+} cu $O^2 \rightarrow CuO$

Combinarea Ca^{2+} cu $CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3$

Combinarea Fe^{2+} cu $SO_4^{2-} \rightarrow FeSO_4$

3) Combinații ale particulelor cu sarcina 2+ și 3-. Exemple:

Combinarea Ca^{2+} cu $PO_4^{3-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$

Combinarea Ba^{2+} cu $PO_4^{3-} \rightarrow Ba_3(PO_4)_2$

c) Combinații ale particulelor cu sarcina 3+.

1) Combinații ale particulelor cu sarcina 3+ și 1-. Exemple:

Combinarea Fe^{3+} cu $Cl^- \rightarrow FeCl_3$

Combinarea Fe^{3+} cu $OH^- \rightarrow Fe(OH)_3$

Combinarea Al^{3+} cu $NO_3^- \rightarrow Al(NO_3)_3$

2) Combinații ale particulelor cu sarcina 3+ și 2-. Exemple:

Combinarea Fe^{3+} cu $O^{2-} \rightarrow Fe_2O_3$

Combinarea Fe^{3+} cu $SO_4^{2-} \rightarrow Fe_2(SO_4)_3$

Combinarea Al^{3+} cu $NO_3^- \rightarrow Al(NO_3)_3$

3) Combinații ale particulelor cu sarcina 3+ și 3-. Exemple:

Combinarea Fe^{3+} cu $PO_4^{3-} \rightarrow FePO_4$

Combinarea Al^{3+} cu $PO_4^{3-} \rightarrow AlPO_4$

Capaciatea elevilor de a forma diferite combinații cu particulele cu sarcini electrice se antrenează pe parcursul însușirii temelor cu conținut descriptiv. De la elevi se cere doar formarea combinațiilor, în principal, propuse de profesor.

4. Formarea claselor principale de substanțe

După ce elevii au obținut deprinderi de a forma combinații cu particulele cu

sarcini diferite, li se propune:

1) **Formarea combinațiilor particulelor H^+ cu alte particule. Exemple:**

Combinarea H^+ cu Cl^- → HCl
Combinarea H^+ cu Br^- → HBr
Combinarea H^+ cu S^{2-} → H_2S
Combinarea H^+ cu NO_3^- → HNO_3
Combinarea H^+ cu CO_3^{2--} → H_2CO_3
Combinarea H^+ cu SO_4^{2--} → H_2SO_4
Combinarea H^+ cu PO_4^{3--} → H_3PO_4

Substanțele exprimate cu formulele obținute în rezultatul combinațiilor de mai sus formează o clasă de substanțe cu denumirea **ACIZI**. Denumirea fiecărui acid va fi scrisă pe percurs.

2) **Formarea combinațiilor particulelor O^{2-} cu alte particule. Exemple:**

Combinarea O^{2-} cu Na^+ → Na_2O
Combinarea O^{2-} cu Ca^{2+} → CaO
Combinarea O^{2-} cu Cu^{2+} → CuO
Combinarea O^{2-} cu Zu^{2+} → ZnO
Combinarea O^{2-} cu Mg^{2+} → MgO
Combinarea O^{2-} cu Fe^{2+} → FeO
Combinarea O^{2-} cu Fe^{3+} → Fe_2O_3
Combinarea O^{2-} cu Al^{3+} → Al_2O_3

Substanțele exprimate cu formulele obținute în rezultatul combinațiilor de mai sus formează o clasă de substanțe cu denumirea **OXIZI**. Denumirea fiecărui oxid va fi scrisă pe percurs.

3) **Formarea combinațiilor particulelor OH^- cu alte particule. Exemple:**

Combinarea OH^- cu Na^+ → NaOH
Combinarea OH^- cu Ca^{2+} → $Ca(OH)_2$
Combinarea OH^- cu Cu^{2+} → $CuOH)_2$
Combinarea OH^- cu Zn^{2+} → $Zn(OH)_2$
Combinarea OH^- cu Mg^{2+} → $Mg(OH)_2$

Combinarea OH^- cu $Fe^{2+} \rightarrow Fe(OH)_2$

Combinarea OH^- cu $Fe^{3+} \rightarrow Fe(OH)_3$

Combinarea OH^- cu $Al^{3+} \rightarrow Al(OH)_3$

Substanțele exprimate cu formulele obținute în rezultatul combinațiilor de mai sus formează o clasă de substanțe cu denumirea **HIDROXIZI** sau **BAZE**. Denumirea fiecărui hidroxid va fi scrisă pe percurs.

4) **Formarea combinațiilor cu excepția particulelor H^+, OH^- și O^{2-}.**

Exemple:

Combinarea Na^+ cu $Cl^- \rightarrow NaCl$

Combinarea Na^+ cu $NO_3^- \rightarrow NaNO_3$

Combinarea Ca^{2+} cu $CO_3^{2-} \rightarrow CCO_3$

Combinarea Cu^{2+} cu $SO_4^{2-} \rightarrow CuSO_4$

Combinarea Fe^{2+} cu $Cl^- \rightarrow FeCl_2$

Combinarea Fe^{3+} cu $Cl^- \rightarrow FeCl_3$

Combinarea NH_4^+ cu $PO_4^{3-} \rightarrow (NH_4)_3PO_4$

Combinarea Al^{3+} cu $SO_4^{2-} \rightarrow Al_2(SO_4)_3$

Substanțele exprimate cu formulele obținute în rezultatul combinațiilor de mai sus formează o clasă de substanțe cu denumirea **SĂRURI.**

Formulele și denumirile unor substanțe se vor indica la studierea temelor „Masa moleculară relativă”, „Masa molară” și altele.

5. Determinarea sarcinilor atomilor în compuși.

În temele anterioare au fost alcătuite formule ale substanțelor știind sarcinile electrice ale particulelor. În continuare se propune determinarea sarcinilor atomilor în compuși, dacă se cunoaște formula chimică a lor. Reieșim din afirmația că **în compuși hidrogenul are sarcina 1+ (H^+), iar oxigenul 2- (O^{2-}). În compuși numărul sarcinile pozitive este egal cu numărul sarcinilor negative.**

a) **Sarcinile atomilor în compuși formați din atomii a două elemente. Exemple:**

1) **Sarcinile atomilor în molecula NO**

Deorece sarcina atomului O este 2-, pentru ca molecula să fie neutră sarcina atomului N este 2+: $\mathbf{N^{2+}O^{2-}}$

2) **Sarcinile atomilor în molecula N_2O**

Această moleculă conține 2 sarcini negative (2-), deci și 2 sarcini păzitive care aparțin celor 2 atomi N. Rezultă că unui atom N îi revine o sarcină pozitiv. Prin urmare sarcinile atomilor in moleculă sunt $\mathbf{N^+_2O^{2-}}$.

3) **Sarcinile atomilor în molecula NO_2**

Această moleculă conține 2 atomi O, deci 4 sarcini negative (4-). Prin urmare patru sarcini pozitive revin atomului N. Deci sarcinile atomilor în moleculă sunt $N^{4+}O^{2-}{}_2$.

4) Sarcinile atomilor în molecula N_2O_3

Această moleculă conține 3 atomi O, deci 6 sarcini negative (6-). Prin urmare celor 2 atomi N le revin 6 sarcini pozitive (6+), dar unui atom N îi revin 3 sarcini pozitive. Deci sarcinile atomilor în moleculă sunt $N^{3-}{}_2O^{2-}{}_3$.

5) Sarcinile atomilor în molecula N_2O_5

Această moleculă conține 5 atomi O, deci 10 sarcini negative (10-). Prin urmare 10 sarcini pozitive revin celor 2 atomi N, dar unui atom N îi revine 5 sarcini pozitive. Deci sarcinile atomilor în moleculă sunt $N^{5+}{}_2\,O^{2-}{}_5$.

După cum vedeți aceste 5 substanțe sunt oxizi. Dar cum vom numi acești oxizi pentru ai deosebi?

În denumirea oxizilor, hidroxizilor și sărurilor în care atomul principal are sarcini diferite se indică și sarcina lui cu cifre romane. Exemple:

N_2O - oxid de azot (I),
NO - oxid de azot (II)
N_2O_3 - oxid de azot (III)
NO - oxid de azot (IV)
N_2O_5 - oxid de azot (V)

Alte exemple.

FeO - oxid de fier (II)
Fe_2O_3 - oxid de fier (III)
$FeCl_2$ - clorură de fier (II)
$FeCl_3$ - clorură de fier (III)

b) Sarcinile atomilor în compuși formați din atomii a trei elemente. Exemple:

1) Sarcinile atomilor în molecula HNO_3

Această moleculă conține 3 atomi O, deci conține 6 sarcini negative (6-). Deci grupei de atomi HN îi aparțin 6 sarcini pozitive (6+). O sarcină 1+ aparține atomului H (H^+), deci atomului N îi aparțin 5 sarcini pozitive (5+). Așadar sarcinile atomilor in moleculă sunt $H^+N^{5+}O^{2-}{}_3$

2) Sarcinile atomilor în molecula H_2SO_4

Această moleculă conține 4 atomi O, deci conține 8 sarcini negative (8-). Grupei de atomi H_2S îi aparțin tot 8 sarcini pozitive (8+). Un atom H are o sarcină pozitivă, iar doi atomi H împreună au 2 sarcini pozitive (2+).

Atomului S îi rămân 6 sarcini pozitive (6+). Astfel sarcinile atomilor în moleculă sunt $H^{+}_{2}S^{6+}O^{2-}_{4}$.

Aceste 2 substanțe cunt din **clasa acizilor** și se numesc:

HNO_3 - acid azotic.

H_2SO_4 - acid sulfuric.

Formulele și denumirea substanțelor se vor întroduce treptat pe parcursul anului de studii la studierea temelor „Masa moleculară relativă", „Masa molară" și altele.

De preferință, de exclus din manualul de chimie clasa a 7-a toate temele despre structura atomului și valență, deoarece la etapa actuală ele sunt expuse incorect în esență și nu sunt informative.

După însușirea materiei expusă în această lucrare, elevii mult mai ușor studiază temele „Clasele principale de substanțe anorganice", „Reacții redox", „Teoria disociației electrolitice", „Reacții chimice în soluții" și altele.

Bibliografie:

1. GUȚANU, Vasile. Chimie generală și anorganică. Manual pentru clasele 8-9 ale gimnaziilor și școlilor de cultură generală cu studiere aprofundată a chimiei. Chișinău: Editura Lumina, 1995. ISBN 5-372-01447-4.