

[https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4\(2\).06](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4(2).06)
UDC 546:[378.147:004]



ORGANIZATION OF THE ONLINE LABORATORY PRACTICUM AT INORGANIC AND ANALYTICAL CHEMISTRY - A POSSIBLE SOLUTION FOR PANDEMIC SITUATION

Iurie Subotin ^{1*}, ORCID ID : 0000-0002-5570-4713,
Raisa Druță ¹, ORCID ID : 0000-0001-5301-6055,
Zinaida Chiosa ²

¹Technical University of Moldova, Stefan cel Mare 168, Chisinau, Republic of Moldova

²Liceum "Da Vinci", Constantin Stamati, 10, Chisinau, Republic of Moldova

*Corresponding author: Iurie Subotin, iurie.subotin@ftmia.utm.md

Received: 04. 17. 2021

Accepted: 05. 18. 2021

Abstract. The article analyzes the possible methods for performing laboratory work in chemistry during a situation of lockdown or pandemic. Laboratory practice is one of the main ways to learn the basics of science. The results of the experiments performed by the students stimulate their thinking, lead them to discussions and lead them to draw conclusions. All this leads to the optimization of the learning process. The use of very simple tools often helps in learning, facilitating the assimilation of the material. If the transfer of knowledge is not done correctly initially, then the subsequent understanding of the material will be more difficult to achieve. In the absence of a strong connection with previously studied topics it will be more difficult for students to think. Students begin to believe that science is difficult to understand, interest is often lost, and knowledge gained during the theoretical course may lose its value. People are naturally curious and always on the lookout, and the lab is a good place to satisfy that curiosity. In the laboratory, students have the opportunity to test their theoretical knowledge, which structures thinking and increases interest in science.

Keywords: *education, chemical experiment, inorganic chemistry, virtual laboratory, video sequence.*

Rezumat. În articol sunt analizate metodele posibile pentru efectuarea lucrărilor de laborator la chimie în timpul unei situații de blocare sau pandemii. Practica de laborator este una dintre principalele modalități de a învăța elementele de bază ale științelor. Rezultatele experimentelor realizate de elevi le stimulează gândirea, conduc la discuții și îi determină să facă concluzii. Toate acestea conduc la optimizarea procesului de învățare. Utilizarea instrumentelor foarte simple ajută adesea la învățare, facilitând asimilarea materialului. Dacă transferul de cunoștințe nu se face corect inițial, atunci înțelegerea ulterioară a materialului va fi mai dificil de realizat. În absența unei legături puternice cu subiectele studiate anterior va fi mai dificil pentru studenți să gândească. Elevii încep să

creadă că știința este greu de înțeles, deseori interesul este pierdut, iar cunoștințele acumulate în timpul cursului teoretic și-ar putea pierde valoarea. Oamenii sunt curioși în mod natural și sunt mereu în căutare, iar laboratorul este un loc bun pentru a satisface această curiozitate. În laborator studenții au posibilitatea de a-și testa cunoștințele teoretice, care structurează gândirea și crește interesul pentru știință.

Cuvinte cheie: *educație, experiment chimic, chimia anorganică, laborator virtual, secvență video.*

Introducere

Procesul instructiv-educativ la disciplina chimie este orientat spre formarea la studenți a unui șir de competențe specifice, precum: a dobândi cunoștințe fundamentale, abilități și valori din domeniul chimiei; a investiga experimental substanțele și procesele chimice; a utiliza inofensiv substanțele chimice; a rezolva probleme/situații-problemă.

Experimentul chimic este o componentă indispensabilă în predarea chimiei și reprezintă o metodă extrem de importantă în stabilirea unei legături temeinice dintre teorie și practică, transformând astfel cunoștințele obținute în convingeri și abilități cognitive. În programa liceală și în programa universitară un rol esențial este rezervat experimentului chimic, în procesul realizării căruia elevii și studenții obțin niște aptitudini de a observa, analiza, propune concluzii, de mânăuire cu utilajul și reagenții chimici.

Experimentul chimic permite familiarizarea nu numai cu fenomenele cercetate, dar și cu metodele științifice ale chimiei; sporește atractivitatea disciplinei; formează niște deprinderi și aptitudini practice. În procesul realizării experiențelor studenții însușesc mai temeinic și profund conținuturile disciplinei, obținând deprinderi de lucru sine stătător. Realizând experimentul și notând rezultatele transformărilor chimice observate, studentul se încredințează că procesele chimice pot fi dirijate și se supun unor legități, cunoașterea cărora conduce la confirmarea teoriei în practică, o aplicabilitate clară în activitatea practică.

Metodele de învățare a chimiei în procesul de instruire sunt integrate, din care cauză se analizează utilizarea eficientă a corelării diferitor metode, care sunt determinate de obiectivul didactic, conținutul temei, particularitățile de vârstă, nivelul de pregătire a grupei și alți factori [1, 2]. Un factor determinant în formarea competențelor specifice la chimie este transformarea cunoștințelor teoretice în convingeri praxiologice stabile. Prin experiențele demonstrative de laborator și lucrările practice, organizate atât în cadrul cursurilor, cât și a activităților extra-didactice se creează condițiile necesare pentru formarea la studenți a competenței de investigare teoretică și experimentală [3]. Investigarea experimentală a proprietăților și obținerii substanțelor chimice, studierea acțiunii unor procese chimice asupra omului și mediului relevă necesitatea de a asigura securitatea personală și socială și de a promova modul sănătos de viață. Ca urmare efectuarea experiențelor de laborator și a lucrărilor practice conform instrucțiunilor propuse și respectarea regulilor de securitate asigură suportul pentru utilizarea inofensivă a substanțelor în diverse situații cotidiene.

Rezultate și discuții

Organizarea activităților educaționale în formatul online cu aplicarea tehnologiilor informaționale pentru ultima perioadă nu prezintă o noutate și deja este un mijloc obișnuit de organizare a procesului instructiv-educativ, în special în perioada pandemiei Covid-19 [4]. Însă dacă organizarea și realizarea orelor de curs și seminare nu prezintă dificultăți

majore, atunci efectuarea lucrărilor de laborator de studenți în varianta online cauzează un șir de întrebări la modul de realizare, eficiența activității, crearea deprinderilor practice, etc.

În opinia autorilor, evident, efectuarea online a lucrărilor de laborator la disciplina chimie nu este o soluție echivalentă cu prezența fizică a studenților în laborator. Efectuarea online a lucrărilor de laborator este posibilă pe 2 căi:

- ✓ aplicarea laboratoarelor virtuale [5]
- ✓ utilizarea secvențelor video ale experiențelor corespunzătoare.

Prin intermediul experimentelor virtuale este posibil de a descrie orice situații din viața reală, indiferent de gradul de complexitate și de pericol al acestora. Deoarece sunt simulate pe calculator, procesele pot fi repetate până când sunt înțelese pe deplin. Resursele digitale cuprinse de laboratoarele virtuale sunt atractive și ușor de utilizat de studenți transformând astfel activitatea practică într-o activitate unică și plăcută. În domeniul analizat pot fi evidențiate un șir de portaluri ce permit realizarea experimentului chimic virtual, fie în limba engleză, română, rusă [6 - 11].

Avantajele unui experiment chimic virtual sunt: siguranța, posibilitatea unei activități individuale; perspective ale educației chimice incluzive; posibilitatea efectuării unui experiment în absența fizică a echipamentelor complexe, reactivi inaccesibili, capacitatea de a efectua rapid o serie de experimente cu valori diferite ale parametrilor de intrare; reducerea timpului pentru exersarea abilităților, dobândirea abilității de observare, interpretare a datelor; în același timp, există situații în care utilizarea unui laborator virtual este singura modalitate posibilă efectuarea unui experiment chimic.

Desigur, există unele dezavantaje ale experimentului chimic virtual. Principala este lipsa contactului direct cu instrumentele și echipamentele și, cel mai important, cu obiectul cercetării chimice - o substanță cu un set complex de caracteristici și proprietăți pe care nimeni nu le poate reproduce cel mai perfect model de computer. Evident, combinația optimă va fi utilizarea laboratoarelor naturale și virtuale în procesul educațional, luând în considerare avantajele și dezavantajele lor inerente.

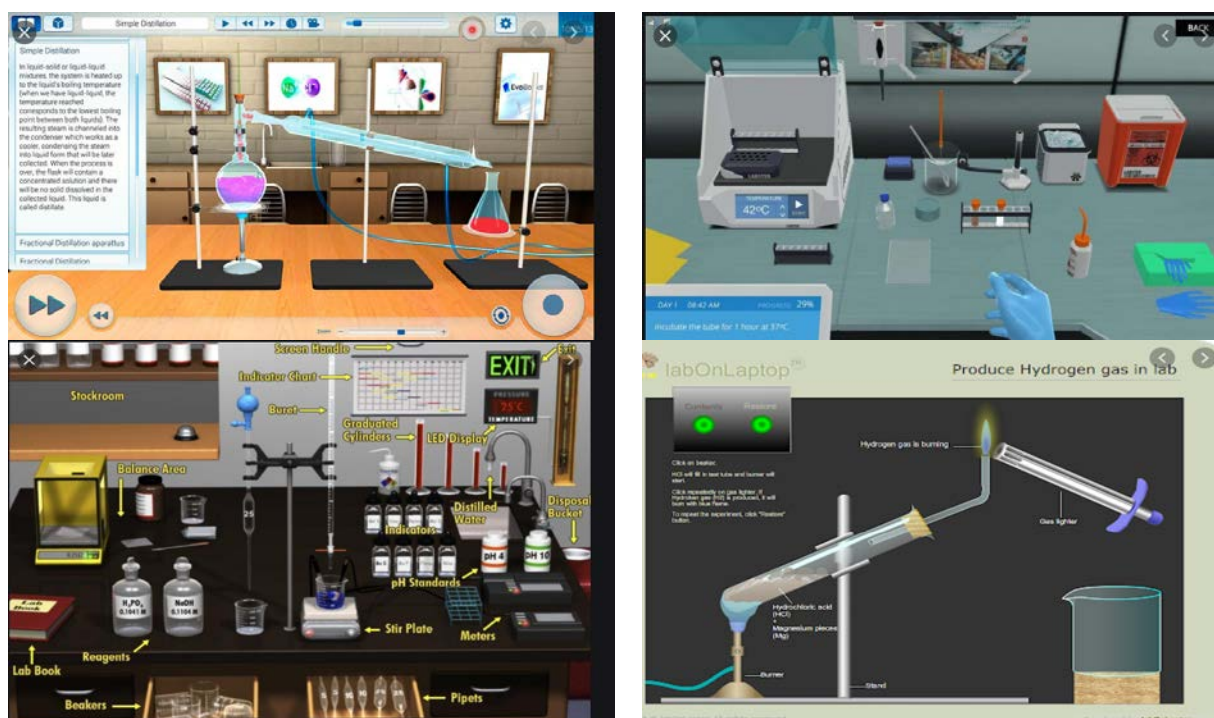


Figura 1. Mostre de ustensile și reagenți propuse de laboratorul virtual.

Unul din neajunsuri constă în lipsa vizualizării reale a rezultatelor experimentale (culoarea soluției, precipitatului, gazului eliminat, formarea precipitatului, etc).

O altă posibilitate de efectuare online a lucrărilor de laborator constă fie în utilizarea secvențelor video deja filmate (youtube.com), fie filmarea lor de cadrele didactice. Drept exemplu se propune modalitatea de realizare a lucrării de laborator la chimia anorganică „Reacții de schimb ionic”, care se efectuează de studenții de la toate specialitățile UTM.

Lucrarea practică este formată din 9 experiențe:

1. *Obținerea sărurilor insolubile*
 - a. Obținerea iodurii de plumb (II)
 - b. Obținerea sulfatului de bariu
 - c. Obținerea sulfurii de cupru (II)
2. *Obținerea unui acid insolubil*
3. *Obținerea unui produs de reacție gazos*
 - a. Obținerea oxidului de carbon (IV)
 - b. Obținerea amoniacului
4. *Obținerea bazelor insolubile*
 - a. Obținerea hidroxidului de fier (III)
 - b. Obținerea hidroxidului de cupru (II)
 - c. Obținerea hidroxidului de aluminiu

Pentru realizarea eficientă a lucrării studenților se oferă (pe email) descrierea lucrării de laborator, întrebări pentru pregătire sinestătătoare, template-ul lucrării. Template-ul conține denumirea lucrării; scopul lucrării, utilaje, ustensile și reagenții utilizați, grupa, numele studentului necesită a fi completate de student.

..... Octombrie, 2020	DEPARTAMENTUL OENOLOGIE ȘI CHIMIE
Disciplina CHIMIA ANORGANICĂ Grupa _____	Numele, prenumele studentului _____ Verificat profesor _____
Lucrare practică Tema „Reacții de schimb ionic”	
Scopul: Utilaje și reactivi:	
Efectuarea lucrării	

Figura 2. Aspectul lucrării de laborator.

Ulterior studentul face cunoștință cu modul de efectuare a fiecărei experiențe, observă spațiile libere necesare pentru plasarea imaginilor din secvența video vizionată, observații, concluzii:

La dispoziția studenților se pune un set de secvențe video. Studenții privesc secvența video ce corespunde experienței [12], selectează imaginile necesare pentru plasare în tabelul respectiv (figura 3), atent privesc rezultatele experimentului și notează observațiile și concluziile. Rezultatele obținute pot avea forma:

Experiența 1. Obținerea sărurilor insolubile**a. Obținerea iodurii de plumb (II)**

Vizionați secvența video nr.1.

Turnați într-o eprubetă 1-2 ml soluție nitrat de plumb (II) și 1-2 ml soluție iodură de potasiu. Observați ce se întâmplă. Notați ecuația reacției în formă moleculară și ionică:

..... EM

..... EIC

..... EIR

Imaginea până la reacție	Imaginea după reacție

Observație

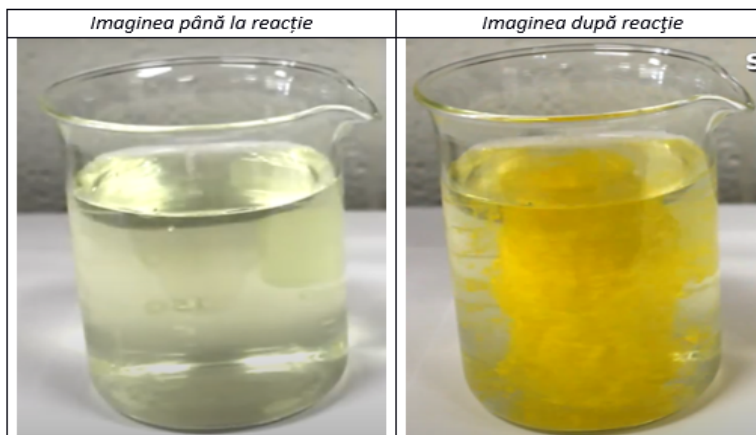
Concluzie

Figura 3. Aspectul necompletat a experienței nr. 1a.

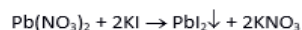
Experiența 1. Obținerea sărurilor insolubile**a. Obținerea iodurii de plumb (II)**

Vizionați secvența video nr.1.

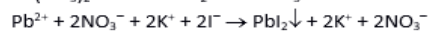
Turnați într-o eprubetă 1-2 ml soluție nitrat de plumb (II) și 1-2 ml soluție iodură de potasiu. Observați ce se întâmplă. Notați ecuația reacției în formă moleculară și ionică:



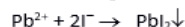
Ecuția reacției:



EM



EIC



EIR

Observație: În rezultatul reacției s-a format un precipitat de culoare galbenă.

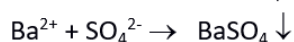
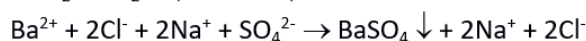
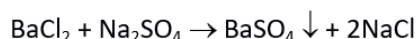
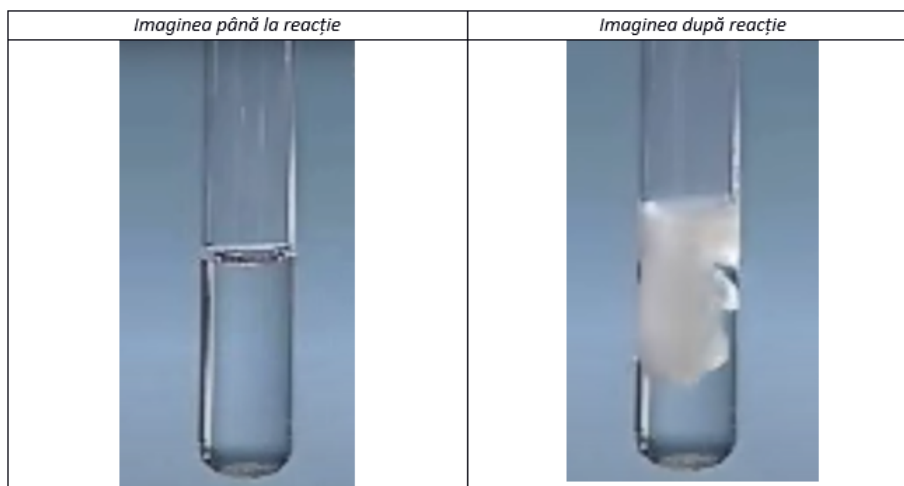
Concluzie: Reacția a decurs între ionul Pb^{2+} și I^- .

Figura 3. Aspectul completat a experienței nr. 1a.

Analog, se procedează și în experiența 1b – „Obținerea sulfatului de bariu”. Studenții accesează secvența video indicată de profesor în instrucțiune [13] și efectuează toate etapele propuse anterior.

b. Obținerea sulfatului de bariu

Turnați într-o eprubetă 1-2 ml soluție clorură de bariu și 1-2 ml soluție sulfat de sodiu. Notați ecuația reacției în formă moleculară și ionică:

**EM****EIC****EIR**

Observație: În rezultatul reacției s-a format un precipitat de culoare albă.

Concluzie: Reacția a decurs între ionul Ba^{2+} și SO_4^{2-} .

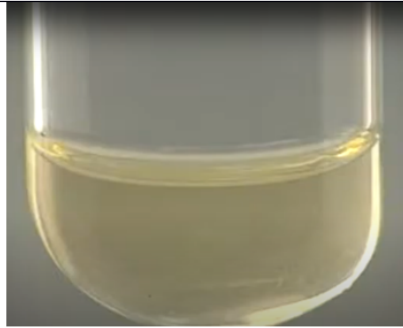
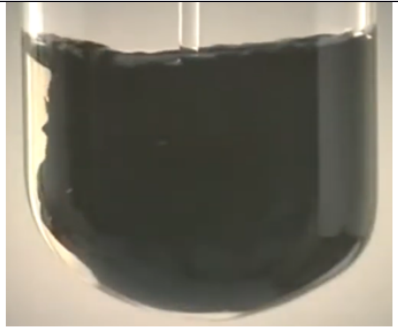
Figura 4. Aspectul completat a experienței nr. 1b.

În experiența 1c se demonstrează formarea unei sulfuri insolubile [14]. Toate etapele din experiență sunt identice cu cele anterioare:

..... Octombrie, 2020
DEPARTAMENTUL OENOLOGIE ȘI CHIMIE

c. Obținerea sulfurii de fier (II)

Turnați într-o eprubetă 1-2 ml soluție clorură de fier (II) și 1-2 ml soluție sulfură de sodiu. Notați ecuația reacției în formă moleculară și ionică:

Imaginea până la reacție	Imaginea după reacție
	

$$\text{FeCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} \downarrow + 2\text{NaCl}$$

$$\text{Fe}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{FeS} \downarrow + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$$

$$\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{FeS} \downarrow$$

EM
EIC
EIR

Observație: În rezultatul reacției s-a format un precipitat de culoare neagră.

Concluzie: Reacția a decurs între ionul Fe^{2+} și S^{2-} .

Figura 4. Aspectul completat a experienței nr. 1c.

..... septembrie, 2020		DEPARTAMENTUL OENOLOGIE ȘI CHIMIE	
Disciplina CHIMIA ANALITICĂ		Numele, prenumele studentului _____	
Grupa TPA-201		Verificat profesor _____	

Lucrare practică

Tema „Determinarea concentrației de acizi prin metoda de titrare”

Scopul: Determinarea concentrației soluției HCl prin metoda de titrare

Utilaje și reactivi: Baloane cotate, pahare chimice, biuretă pentru titrare, soluție titrată NaOH, fenolftaleină, apă distilată

Modul de efectuare

Proba primită de la profesor o cu un conținut necunoscut de acid (HCl, H₂SO₄, CH₃COOH) am transferat cantitativ soluția obținută cu ajutorul unei pâlnii într-un balon cota de 100 ml și am adus până la cotă cu apă distilată. Cu ajutorul unei pipete am transferat într-un balon cota pentru titrare 10 ml de acid, am adăugat 2-3 picături de indicator (tipul indicatorului se selectează în funcție de acidul titrat).

Am umplut biureta pentru titrare cu soluția de lucru de NaOH sau KOH și am titrat soluția de acid până la apariția unei colorații slabe, dar stabile timp de 30 sec. Titarea am executat cel puțin de 3 ori până la obținerea unor rezultate ce variază nu mai mult de 0,1 ml.

Prepararea soluției HCl



Procesul de titrare



Calculul conținutului de acid

Volumul KOH obținut la titrare:		
V ₁ = 4,7 ml		C _N (KOH) = 1,0125 mol/l
V ₂ = 4,7 ml		
V ₃ = 4,8 ml	V _{med.} = 4,73 ml	

Titru soluției KOH:

$$T_{\left(\frac{KOH}{HCl}\right)} = \frac{C_n(HCl) \cdot ME(HCl)}{1000} = \frac{1,0125 \cdot 36,5}{1000} = 0,0369 \text{ g/cm}^3$$

Determinăm masa de acid:

$$m(HCl) = T\left(\frac{KOH}{HCl}\right) \cdot V_{med.(KOH)} \cdot \frac{100}{10} = 0,0369 \cdot 4,73 \cdot \frac{100}{10} = 1,7453 \text{ g.}$$

Concluzie: În rezultatul efectuării lucrării de laborator am făcut cunoștință cu metoda de titrate acido-bazică și am determinat masa acidului clorhidric în proba propusă.

Figura 5. Aspectul completat al lucrării de laborator „Determinarea concentrației de acizi prin metoda de titrare”.

Analog se efectuează și restul experiențelor. Pentru aceasta studenții utilizează link-urile indicate [15, 16, 17, 18, 19, 20].

În final, studentul completează varianta electronica a lucrării de laborator și o transmite pe email profesorului. Profesorul verifică corectitudinea lucrării și în discuția online cu studentul asupra lucrării stabilește nota.

Analog pot fi realizate și alte lucrări de laborator atât la disciplina Chimia anorganică, atât și alte discipline: Chimia analitică, Chimia organică, Chimia fizică.

Un alt exemplu – lucrarea de laborator la disciplina Chimia analitică „Determinarea concentrației de acizi prin metoda de titrare”. Analog, ce propune template-ul lucrării, studenții vizionează secvența video [21, 22] și prezintă lucrarea profesorului.

Concluzii

În rezultatul analizei bibliografiei și propriilor cercetări considerăm că executarea lucrărilor de laborator în varianta online este posibilă prin aplicarea metodelor digitale moderne. Executarea lucrărilor poate fi realizată atât prin aplicarea laboratoarelor virtuale, cât și prin vizionarea și analiza atentă a secvențelor video corespunzătoare. Evident, modalitatea online de efectuare a lucrărilor de laborator la chimie nu poate înlocui executarea fizică a acestora, însă în condițiile pandemiei și absenței studenților la ore modalitatea poate utilizată fie pentru studenții tuturor profilurilor, fie pentru studenții la care disciplina chimia nu este de profil.

References

1. Fatu S. Didactica chimiei, Bucuresti, 2007.
2. Cozma D. G., Pui A. Elemente de didactica chimiei, Iasi, Ed. Spiru Haret, 2003.
3. Subotin C., Revenco M., Subotin Iu. Experimentul demonstrativ-distractiv la chimie. Chișinău, Ed. Lumina. 2003.
4. Arroio A. The value of education in the context of Covid-19 pandemic / A. Arroio // Problems of Education in the 21st Century. – 2020. – V. 78(3). – P. 309-313.
5. Subotin Iu., Druță R. Chemical experiment and its importance in teaching chemistry. Journal of Social Sciences, Vol. II, no. 1 (2019), pp. 21-26.

Surse online:

6. Virtual Chemistry Laboratory Merlot II: <https://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=89055> [accesat 14.04.2021]
7. Virtual Chemistry: <http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/> [accesat 14.04.2021]
8. Virtual Labs: <http://www.vlab.co.in> [accesat 14.04.2021].
9. <http://mmlab.ru/products/chemlab/chemlab.shtml>. [accesat 14.04.2021]
10. VirtualLab (<http://www.virtulab.net>) [accesat 14.04.2021]
11. <http://chemcollective.org/vlabs> [accesat 14.04.2021]
12. <https://www.youtube.com/watch?v=diW7q7RFJBM&t=44s> [accesat 14.04.2021]
13. <https://www.youtube.com/watch?v=ymBbvSpT5RQ> [accesat 14.04.2021]
14. https://www.youtube.com/watch?v=4ph78d_Xpol [accesat 14.04.2021]
15. <https://www.youtube.com/watch?v=3MnKt2X05Pc> [accesat 14.04.2021]
16. https://www.youtube.com/watch?v=_D3Ctx-kwwY [accesat 14.04.2021]
17. <https://www.youtube.com/watch?v=LUEakMDNRsM> [accesat 14.04.2021]
18. <https://www.youtube.com/watch?v=u4gmsggY5d8> [accesat 14.04.2021]
19. <https://www.youtube.com/watch?v=FlvinJkn9Tg> [accesat 14.04.2021]
20. <https://www.youtube.com/watch?v=XSfuKRjpULY> [accesat 14.04.2021]
21. <https://www.youtube.com/watch?v=gSauVhYtVIU&t=73s> [accesat 14.04.2021]
22. <https://www.youtube.com/watch?v=QGAPGubARAM> [accesat 14.04.2021]