

PRACTICUM DE LABORATOR LA FIZICĂ

POSTOLACHI Igor, doctor, conferențiar universitar,

<https://orcid.org/0000-0002-1752-5386>

POSTOLACHI Valentina, doctor, conferențiar universitar,

<https://orcid.org/0000-0002-1977-647X>

UST, Catedra fizică teoretică și experimentală

Rezumat. *Utilizarea laboratorului virtual în procesul de învățământ la fizică contribuie la formarea abilităților digitale la elevii din clasele liceale. În articol este prezentată o lucrare practică de laborator la optică, care poate fi realizată în cadrul disciplinei "Fizica" cu ajutorul laboratorului de realitate virtuală "Virtual Physics". Studiul spectrelor liniare de emisie contribuie la formarea concepției științifice la elevii despre natura și structura atomului.*

Cuvinte - cheie: laborator virtual, spectroscop, spectru liniar.

Abstract. *The use of the virtual laboratory in the physics education process contributes to the formation of digital skills in high school students. The article presents a practical laboratory work on optics, which can be done in the discipline "Physics" with the help of the virtual reality laboratory "Virtual Physics". The study of linear emission spectra contributes to the formation of scientific conception in students about the nature and structure of the atom.*

Keywords: virtual laboratory, spectroscopy, linear spectrum.

Utilizarea tehnologiilor moderne în învățământul preuniversitar reprezintă un imperativ al timpului în epoca digitalizării. Curriculumul modernizat prevede "determinarea unor strategii și tehnologii optime de predare-învățare-evaluare axate pe formarea și dezvoltarea competențelor, este prerogativa profesorului de fizică, care își va orienta activitatea, selectând metode și tehnici de predare în funcție de ritmurile de învățare și de particularitățile de vârstă ale elevilor; folosirea eficientă a experimentului fizic, resurselor WEB după posibilități, inclusiv, utilizarea tehnologiilor educaționale moderne (softuri didactice, echipament de laborator digital ș.a.), selectarea unor conținuturi informaționale de ultimă oră, modelarea unor experimente fizice, în special cele greu de realizat în condițiile de laborator din școală sau care prezintă risc pentru sănătate" [1]. De asemenea sunt utile resursele informaționale on-line (lecții, experimente demonstrative, softuri educaționale ș.a.).

Cursul „Fizică. Astronomie”, ca disciplină presupune observarea și perceperea fenomenelor și proceselor din natură. În clasa XII-a la modulul V, „Elemente de fizică a atomului și a nucleului atomic” în unitatea de conținut „Spectre. Tipuri de spectre” elevii se cunosc cu aparatul destinat pentru observarea vizuală a spectrelor emise de diferite corpuri – spectroscop, cu noțiunea de spectru liniar și spectru de bandă [2]. Spectrele liniare a hidrogenului ionizat reprezintă una din

dovezile experimentale a cuantificării energiei atomului. Explicația teoretică însoțită de observarea experimentală a liniilor spectrale de emisie a diferitor elemente chimice reprezintă o motivare suplimentară a elevilor, care se va finaliza cu un rezultat așteptat. Cabinetul școlar de fizică este dotat doar cu un spectroscop școlar, care permite să observăm calitativ procesul de dispersie. Noi propunem o lucrare de laborator, care poate fi realizată cu softul educațional „VirtLab of Physics” [3]. Softul educațional ” VirtLab of Physics” poate fi descărcat și instalat pe calculator.

Tema lucrării: **GRADAREA SPECTROSCOPULUI**

Scopul lucrării:

- 1) Familiarizarea cu structura și principiul de funcționare al spectroscopului UM-2;
- 2) Observarea spectrelor liniare de emisie
- 3) Calibrarea (gradarea) spectroscopului.

Descrierea instalației experimentale și a tehnicii de lucru

Spectroscopia este o ramură a fizicii care se ocupă cu studiul metodelor de obținere a spectrelor, precum și cu măsurarea și interpretarea acestora. Spectrul unei radiații electromagnetice se obține prin descompunerea ei într-un aparat spectral (spectroscop, spectrograf cu prismă sau cu rețea etc) și constă dintr-o succesiune de imagini ale fantei de intrare, formate de diferitele radiații monocromatice ale luminii incidente. Pentru studiul spectrelor, spectroscopia folosește metode vizuale, fotografice și fotoelectrice. În figura 1 este prezentată imaginea spectroscopului YM-2 (UM-2).

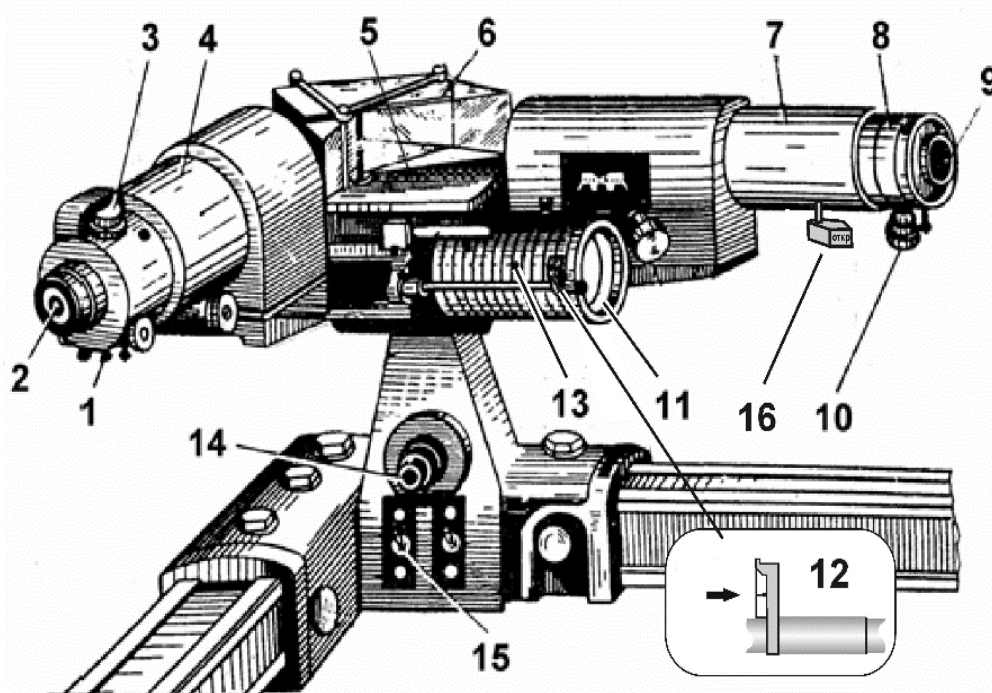


Fig. 1. Imaginea spectrometrului UM-2

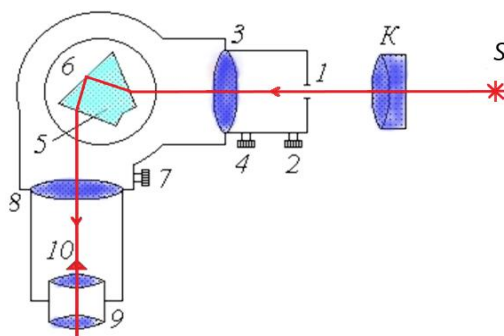


Fig. 2. Schema optică instalației spectrale

- S – sursa de lumină;
- K – condensor;
- 1 - Fanta de intrare;
- 2, 4 – șuruburi micrometrice;
- 3 – obiectiv colimator;
- 5 – prisma complexă;
- 6 – masa rotativă;
- 7 – tambur de numărare;
- 8 – obiectiv;
- 9 – ocular;
- 10 – ac indicator.

Descompunerea luminii naturale într-un spectru poate fi realizată utilizând fie o rețea de difracție ($d \cdot \sin \varphi = n \lambda$), fie, folosind fenomenul de dispersie a luminii prin prismă de sticlă. Spectrele obținute sunt numite spectre de difracție și respectiv dispersie. În această lucrare, se utilizează un dispozitiv optic de înaltă precizie - un monocromator-spectrometru universal UM-2, a cărui schemă principală este prezentată mai sus în fig. 1 și 2. Fascicul de lumină divergent de la sursa (bec) S este colectat de condensorul K și cade pe fanta (diafragma) de intrare 1 a monocromatorului, a cărei lățime este reglată de șurubul micrometric 2. Focalizarea suplimentară a fasciculului se efectuează cu lentila 3 folosind șurubul micrometric 4. Când lumina trece prin prisma complexă de sticlă 5 (prismă lipită din trei prisme triunghiulare) undele de diferite lungimi de undă sunt refractate datorită dispersiei sub unghiuri diferite. Masa rotativă 6, pe care este fixată prisma, poate fi rotită cu ajutorul unui șurub micrometric 7 cu un tambur de numărare. De aceea, diferite regiuni ale spectrului cad în obiectivul 8 și ocularul 9 și, în consecință, în câmpul vizual al observatorului. Obiectivul 8 combină (suprapunerea) în planul său focal a imaginea fantei de intrare și a indicatorului 10. Pentru a determina din tambur o citire corespunzătoare unei anumite linii a spectrului, acesta trebuie să fie aliniat cu indicatorul.



Fig. 3. Câmpul de vedere a ocularului

Spectrele de dispersie, spre deosebire de spectrele de difracție, sunt neliniare: citirea diviziunilor (citirea pe scara N) nu este direct proporțională cu lungimea de undă λ . Prin urmare, spectroscopul are nevoie de o calibrare preliminară. Pentru calibrare se folosește o lampă cu mercur

(deoarece sunt cunoscute lungimile de undă ale liniilor spectrale emise de vaporii de mercur). Observând spectrul mercurului printr-un spectroscop, se determină diviziunile corespunzătoare a liniilor spectrale a mercurului și apoi se trasează un grafic al dependenței numărului de diviziuni N de lungimea de undă λ ($N=f(\lambda)$). Acest grafic de calibrare vă permite apoi să determinați valorile necunoscute ale lungimilor de undă ale spectrului substanței investigate.

Spre deosebire de spectroscop, care ne permite studierea spectrelor prin observare directă, există un alt tip de instrumente spectrale - spectrografe, cu ajutorul cărora se obțin fotografiile ale spectrelor pe fundalul scării instrumentului optic. În fig. 4 sunt prezentate spectrele liniare a hidrogenului, a mercurului și a neonului. Pentru hidrogen este prezentat și spectrul de absorbție pe fundalul spectrului continuu.

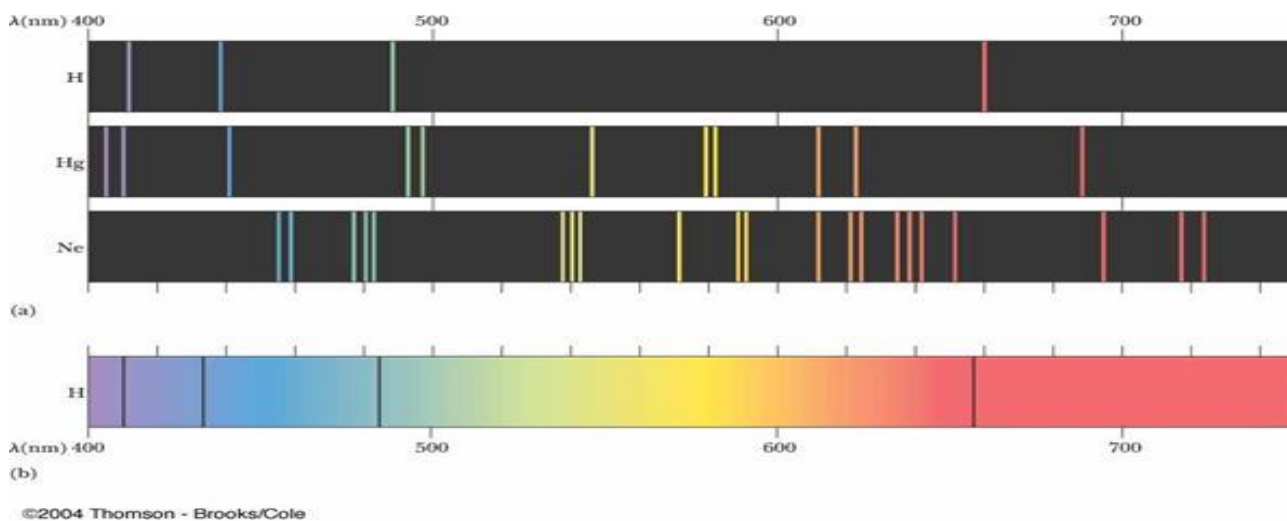


Fig. 4. Spectrele liniare de emisie ale H, Hg, Ne (a) și spectrul de absorbție a H (b) [4]

După cum știți, atomii unei substanțe emit unde electromagnetice în domeniul optic atunci când electronii din păturile exterioare trec de pe niveluri de energie superioare pe cele inferioare. Deoarece la fiecare tranziție specifică energia atomului scade cu o valoare strict definită ΔW , lungimea de undă a fotonului emis în acest caz are și o valoare strict definită.

$$\lambda = \frac{hc}{\varepsilon_{\phi}} = \frac{hc}{\Delta W} \quad 1$$

Prin urmare, spectrul de emisie al unui atom are un caracter liniar, adică este o colecție de benzi de culori individuale (spre deosebire de un spectru continuu, în care culorile trec treptat de la una la alta).

Spectrul celui mai simplu atom, hidrogenul, a fost studiat în detaliu. Lungimea de undă a unui foton emis în timpul tranziției unui electron de pe nivelul k pe nivelul de energie n , este determinată de formula generalizată Balmer:

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right), \quad 2$$

unde R este constanta lui Rydberg. Calculul arată că pentru $n = 1$, lungimile de undă sunt cuprinse între 91 nm și 122 nm, adică în diapazonul ultraviolet; liniile corespunzătoare ale spectrului formează seria Lyman, care este invizibilă pentru ochiul uman. Pentru $n > 2$, lungimile de undă ale fotonilor emiși corespund radiației infraroșii ($\lambda > 820$ nm) și formează seriile Paschen ($n = 3$), Bracket ($n = 4$), Pfund ($n = 5$) etc. Doar atunci când un electronii trec de pe nivelele superioare pe nivelul al doilea ($n=2$), sunt emiși fotonii de lumină vizibilă - seria Balmer. Pentru $n = 2$ în (10.2), transformăm formula lui Balmer în formă:

$$\lambda = \frac{\Lambda}{1 - \frac{4}{k^2}},$$

(3) unde

$$\Lambda = \frac{4}{R}$$

(4)

Mersul lucrării: Calibrarea (gradarea) spectrometrului

1. Familiarizați-vă cu configurarea instalației experimentale fig. 5.
2. Asigurați-vă că lampa S și condensatorul K sunt instalate într-o astfel de poziție încât pata de lumină de la sursă să cadă în centrul fantei de intrare 1 (se recomandă instalarea sursei de lumină la o distanță de 40-50 cm de fanta și condensatorul la aproximativ 10-15 cm de sursă). În acest caz, fanta de intrare trebuie închisă cu un capac special.
3. Asigurați-vă că fisura (slotul) de intrare este setat între 0,02 și 0,05mm.
4. Rotind tamburul 7, vizualizați întregul spectru linear a atomilor de mercur prin ocularul 9. Învățați cum să citiți tamburul N pentru linii separate ale spectrului de emisie.
5. Calibrați spectroscopul în funcție lungimea de undă pentru liniile observate în partea vizibilă a spectrului, enumerate în tabelul 1. Pentru a obține rezultate mai precise, repetați măsurările de trei ori pentru fiecare linie cu o medie ulterioară. Introduceți valorile N1, N2, N3 și N (media a trei valori) în tabelul nr.1.

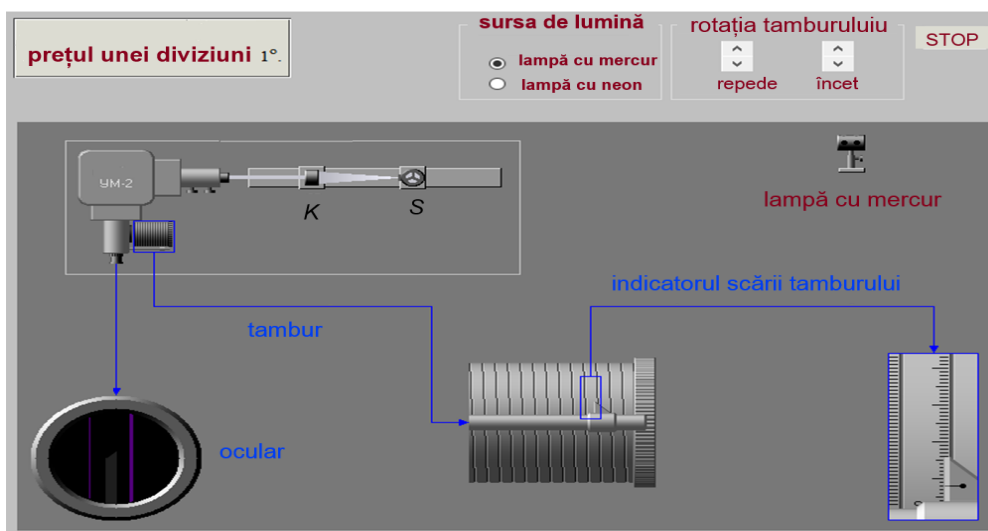
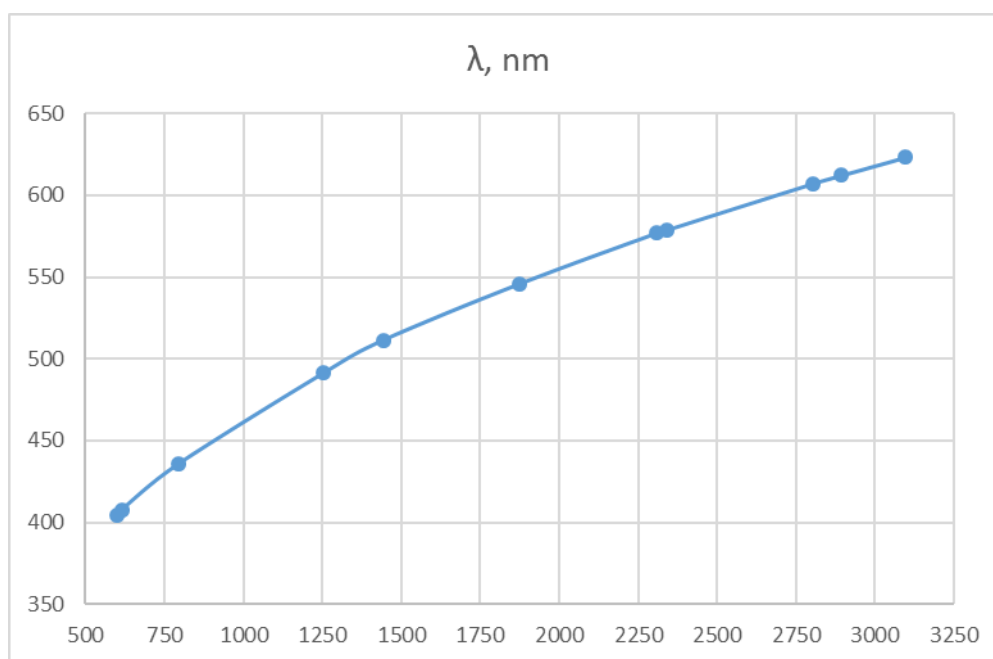


Fig. 5. Calibrarea (gradarea) spectrometrului

Tabelul 1. Corespondența dintre lungimea de undă și numărul de diviziuni a tamburului spectrometrului

Nr.	Culoarea liniei	λ , nm (mercur)	N_1 , (numărul de diviziuni a spectrometrului)	N_2 , (numărul de diviziuni a spectrometrului)	N_3 , (numărul de diviziuni a spectrometrului)	N , (media a numărului de diviziuni a spectrometrului)
1.	Violet 1	404,7	598	600	597	598,3
2.	Violet 2	407,8	615	615	615	615,0
3.	Albastru	435,8	796	794	793	794,3
4.	Verde-Albastru	491,6	1255	1255	1254	1254,6
5.	Verde palid	511,6	1442	1445	1442	1443,0
6.	Verde aprins	546,1	1875	1876	1873	1874,7
7.	Galben 1	577,0	2306	2308	2308	2307,3
8.	Galben 2	579,1	2343	2343	2344	2343,3
9.	Orange 1	607,3	2803	2803	2803	2803,0
10.	Orange 2	612,3	2892	2893	2893	2892,6
11.	Roșu	623,4	3096	3099	3097	3097,3

6. Construim graficul dependenței $N=f(\lambda)$



Concluzii

1. Utilizând laboratorul "Virtual Physics 1.0" am studiat principiul de funcționare a spectrometrului UM-2;

2. Utilizând dependența dintre lungimea de undă a spectrului liniar a vaporilor de mercur și numărul diviziunilor tamburului spectrometrului am calibrat spectrometrul UM-2.

Întrebări de control

1. Descrieți metodele de descompunere a luminii non-monocromatice într-un spectru.
2. Diferențele dintre spectrele de dispersie și difracție.
3. Structura și principiul de funcționare al spectroscopului.
4. Calibrarea spectroscopului: scopul și procedura acestuia.
5. Spectrul de emisie al atomului de hidrogen. Formula lui Balmer. Seriile Lyman, Balmer, Paschen etc.
6. Postulatele lui Bohr. Explicația natura liniară a spectrului folosind regula de cuantificare a orbitei. Deducerea formulei lui Balmer pe baza teoriei lui Bohr. Dezavantaje ale teoriei lui Bohr.

Bibliografie

1. *Fizică Astronomie. Curriculum școlar pentru clasele a X-a – a XII-a.* (Profil real și umanist). Chișinău, 2019.
2. Marinciuc, M.; Rusu, S.; Tiron, Ș.; Nacu, I. *Fizică. Astronomie.* cl. a XII-a. Profil real. Profil umanist. Chișinău: Știința, 2017.
3. <https://www.sunspire.ru/>
4. <https://www.scientia.ro/63-fizica/atomul/388-liniile-spectrale.html>

CZU:004:372.851

UTILIZAREA TEHNOLOGIILOR INFORMAȚIONALE ÎN PREDAREA CURSULUI UNIVERSITAR „ELEMENTE DE TEORIE CALITATIVĂ A ECUAȚIILOR DIFERENȚIALE”

REPEȘCO Vadim, Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. *Înțelegerea conceptelor, noțiunilor din teoria calitativă a ecuațiilor diferențiale și a legăturilor dintre ele necesită un efort cognitiv semnificativ. O parte din aceste noțiuni pot fi reprezentate geometric. De aceea, pentru facilitarea asimilării a noțiunilor noi și pentru a face ca studentul înțeleagă cu adevărat elementele studiate am utilizat unele resurse informaționale ce au fost descrise în acest articol.*

Cuvinte - cheie: *teoria calitativă a ecuațiilor diferențiale, tehnologii informaționale.*

Abstract. *Understanding the concepts and notions in the qualitative theory of differential equations and the connections between them requires a significant cognitive effort. Some of these notions can be represented geometrically. Therefore, to facilitate the assimilation of new notions and to make the student truly understand the elements studied, we used some information technologies that have been described in this article.*