Unitatea de învăţare: X.7
Electrocinetica – Circuite electrice

„Cum pot fi puşi în mişcare purtătorii de sarcină electrică dintr-un conductor?”

Clasa: **a X-a**.

Numărul orelor/lecţiilor: **6+1**.

Conţinuturi repartizate: 1. Curentul electric; 2. Circuitul electric simplu; 3. Mărimi caracteristice; 4. Instrumente de măsură; 5. Legea lui Ohm (Programa de fizică pentru clasa a X-a/4598/31.08.2004).

Strategie didactică asociată unităţii de învăţare, bazată preponderent pe **investigaţie ştiinţifică**.[1]

Structura unităţii de învăţare:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Sarcini didactice dominante**	**Obiective vizatede în cadrul unităţii de învăţare** (etape ale investigaţiei ştiinţifice)
I. Evocare–Anticipare	**Lecţia 1. Evaluarea iniţială a situaţiei de învăţare**, stabilirea obiectivelor / formarea unei prime reprezentări a situaţiei de rezolvat;	1. **Formularea întrebării de investigat** şi avansarea unor ipoteze (răspunsuri) alternative; **proiectarea investigaţiei**;
II. Explorare–Experimentare	**Lecţia 2. Dezvoltarea strategiilor cognitive** (de abordare a situaţiilor-problemă, a sarcinilor);	2. **Colectarea probelor** necesare testării explicaţiilor posibile, analizarea şi interpretarea informaţiilor, formularea unor concluzii preliminare (parţiale);
III. Reflecţie–Explicare	**Lecţia 3. Elaborarea/enunţarea** noilor cunoştinţe (definiţii, generalizări);	3. **Sinteza datelor** şi propunerea unei explicaţii (generalizări);
IV. Aplicare–Transfer	**Lecţiile 4-5. Sistematizarea şi consolidarea** noilor cunoştinţe;	4. **Includerea altor informaţii**, situaţii, cazuri particulare; **comunicarea** rezultatelor;
	Lecţia 6. Dezvoltarea atitudinilor, a percepţiei valorilor. **Evaluarea rezultatelor învăţării**.	5. **Valorificarea noilor cunoştinţe** (concepte, proceduri, procese şi strategii cognitive; valori şi limite; extinderea sferei noilor cunoştinţe).

Mijloace de învăţământ (alternative): computer cu acces la Internet, videoproiector, fişe de lucru pentru elevi, manuale şi alte resurse cu informaţii vizând tema.

Mijloace de învăţământ (pentru grupe de elevi): surse de curent continuu, instrumente de măsură (voltmetru, ampermetru), rezistoare, conductoare electrice din diferite materiale şi cu lungimi sau secţiuni diferite, conductoare de legătură, întrerupătoare, ac magnetic.

O privire de ansamblu asupra strategiei de cunoaştere: Succesiunea lecţiilor corespunde etapelor *investigaţiei ştiinţifice* declanşate în clasă pentru a răspunde la întrebarea: „*Cum pot fi puşi în mişcare purtătorii de sarcină electrică dintr-un conductor?*”. Strategia abordării problemei este **proactivă**: elevii sunt stimulaţi să descopere noţiunea de curent electric, plecând de la clarificarea noţiunii de purtători de sarcină electrică pentru diferite medii (solide, lichide sau gazoase) şi a celei de tensiune electrică. Pe parcursul lecţiilor, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea existenţei unei mărimi care caracterizează măsura în care un anumit mediu se opune deplasării purtătorilor de sarcină electrică – rezistenţa electrică.

I. Evocare–Anticipare
Ce ştiu sau cred eu despre asta?

Lecţia 1. Formularea întrebării de investigat.

[1]Strategia didactică aferentă fiecărei lecţii va fi completată cu alte metode, procedee şi tehnici de predare-învăţare (tradiţionale sau moderne), selectate de către fiecare profesor în funcţie de diverse variabile ale contextului educaţional

„Ce este curentul electric?"

În această lecţie, au loc următoarele procese: i) identificarea scopului urmărit (găsirea unor răspunsuri la întrebarea de investigat); ii) identificarea procedurilor care trebuie imaginate pentru acesta (controlul variabilelor); iii) proiectarea demersului de rezolvare (stabilirea etapelor, a mijloacelor, anticiparea riscurilor, integrarea constrângerilor care apar).

În acest scop, elevii (***variantă de abordare***):

Activitatea 1 (***Interviul în perechi*** – **10 min**.)

- **evocă** aspecte legate de fenomenul de electrizare a corpurilor, efectele curentului electric (termic, magnetic şi chimic), fenomene electrice observate în atmosferă (descărcările electrice) etc.;
- **precizează** sarcinile electrice (purtătorii de sarcină electrică) care pot fi mobile în diferite substanţe (solide, lichide sau gazoase) şi **se confruntă cu întrebarea** „Cum ar putea fi puse în mişcare aceste sarcini electrice?" (*conflict cognitiv*);

Activitatea 2 (***Investigaţie în grup*** – **20 min**.)

- **definesc** câmpul electric al unei sarcini punctiforme;
- **caracterizează** câmpul electric prin mărimea vectorială intensitate a câmpului electric şi prin mărimea scalară potenţial al câmpului electric într-un punct;
- **scriu** relaţia forţei electrice care acţionează asupra unei sarcini aflate în câmp electric;
- **definesc** curentul electric;
- **clasifică** curenţii electrici;

Activitatea 3 (***Brainstorming în grup*** – **10 min**.)

- **formulează răspunsuri** (ipoteze, explicaţii) la întrebarea de investigat, ca de exemplu: 1. „Purtătorii de sarcină electrică sunt electronii în conductoare metalice, ionii în soluţii electrolitice, respectiv electronii şi ionii în gaze"; 2. „Pentru a se mişca, asupra purtătorilor de sarcină electrică ar trebui să acţioneze o forţă electrică"; 3. „Asupra purtătorilor de sarcină electrică acţionează o forţă electrică dacă aceştia sunt plasaţi într-un câmp electric"; 4. „Curentul electric reprezintă deplasarea ordonată a purtătorilor de sarcină electrică într-un mediu".

Evaluarea de la finalul lecţiei (10 min.)

II. Explorare–Experimentare
Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecţia 2. Colectarea probelor necesare testării explicaţiilor posibile, analizarea şi interpretarea informaţiilor, formularea unor concluzii preliminare.

„Circuitul electric simplu. Măsurări electrice"

În această lecţie, întrebarea este: „Ce reprezintă un circuit electric simplu?" (*conflict cognitiv*). Elevii vor încerca să obţină efecte ale curentului electric legând consumatoare şi generatoare de curent continuu prin intermediul conductoarelor electrice. Folosind aparate de măsură pentru curent continuu, elevii vor încerca să caracterizeze elementele de circuit sau circuitele electrice realizate.

Elevii sunt stimulaţi (***variantă de abordare***):

Activitatea 1 (***Interviul în perechi*** – **15 min**.)

- **să evoce** elementele de circuit cunoscute şi aparatele de măsură utile în acest caz, iar apoi **să deseneze** simbolurile acestora;
- **să reprezinte** un circuit electric simplu folosind simbolurile elementelor de circuit;
- **să măsoare** intensitatea curentului electric în circuitul electric simplu şi **să găsească** o regulă pentru sensul curentului electric ţinând seama de purtătorii de sarcină electrică din conductoarele metalice şi de orientarea polilor sursei din circuit;

Activitatea 2 (***Investigaţie în grup*** **– 15 min**.)

- **să descopere** modalităţile de măsurare a tensiunii electrice la bornele unui element de circuit, respectiv a tensiunii electromotoare a unei surse;
- **să exploreze** dependenţa dintre intensitatea curentului electric printr-un consumator şi tensiunea electrică aplicată acestuia;

Activitatea 3 (***Interviul în grup*** **– 10 min**.)

- **să formuleze** concluzii parţiale sau preliminare, ca de exemplu: „Circuitul electric simplu este format din generator, consumator, întrerupător şi conductoare de legătură"; „Intensitatea curentului electric se măsoară cu ampermetrul legat în serie în circuit"; „Tensiunea electrică la bornele unui consumator se măsoară cu ajutorul voltmetrului conectat în paralel cu acesta"; „Sensul curentului electric în circuitul electric simplu este de la borna plus spre borna minus a sursei prin consumator, adică sens invers sensului de deplasarea a electronilor" etc. şi **să comunice** rezultatele.

Evaluarea de la finalul lecţiei (10 min.)

III. Reflecţie–Explicare
Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3. Sinteza datelor şi propunerea unei explicaţii.

„Bilanţul tensiunilor în circuitul simplu"

În această etapă, întrebarea este: „Cum poate fi dedusă ecuaţia de bilanţ a tensiunilor plecând de la ecuaţia de bilanţ a energiilor în circuitul electric simplu?" (*conflict cognitiv*). elevii, plecând de la sinteza datelor colectate în etapa de *Explorare*, descoperă aspecte comune (sau „constante") ale fenomenelor observate şi disting *pattern*-uri (relaţii existente) între datele colectate.

Astfel, activitatea elevilor este îndrumată către sinteza datelor şi formularea unor generalizări (***variantă de abordare***):

Li se cere elevilor:

Activitatea 1 (***Investigaţie în grup*** **– 20 min**.)

- **să analizeze** definiţia curentului electric şi **să scrie** relaţia de definiţie a intensităţii curentului electric folosind şi proprietatea sarcinii electrice de a fi un multiplu întreg al sarcinii electrice elementare;
- **să definească** curentul continuu staţionar;
- **să exprime** pe baza relaţiei anterioare o definiţie pentru unităţile de măsură amper, respectiv coulomb;
- **să scrie** ecuaţia de bilanţ a energiilor în circuitul electric simplu luând în considerare energia furnizată de generator circuitului, respectiv energiile consumate pe circuitul exterior sursei şi pe circuitul interior;
- **să definească** tensiunile electrice (tensiunea electromotoare, tensiunea la bornele consumatorului şi tensiunea interioară) prin raportul dintre energia electrică corespunzătoare şi sarcină;
- **să exprime** pe baza relaţiei tensiunii o definiţie pentru unitatea de măsură volt;
- **să deducă** ecuaţia de bilanţ a tensiunilor în circuitul electric simplu plecând de la ecuaţia de bilanţ a energiilor;

Activitatea 2 (***Gândiţi, lucraţi în perechi, comunicaţi*** **– 20 min**.)

- **să reprezinte** grafic intensitatea unui curent electric staţionar în funcţie de timp;
- **să observe** legătura dintre valoarea ariei de sub graficul intensităţii şi sarcina electrică transportată prin conductor într-un anumit interval de timp;
- **să extindă** observaţia anterioară la cazul curenţilor continui variabili;
- **să rezolve probleme** de determinare a sarcinii electrice transportate de un curent variabil într-un anumit interval de timp;
- **să determine** valoarea medie într-un anumit interval de timp a unui curent continuu variabil.

Evaluarea de la finalul lecţiei (10 min.)

IV. Aplicare–Transfer
Ce convingeri îmi oferă această informaţie?

Lecţia 4. Includerea altor informaţii, situaţii, cazuri particulare; comunicarea rezultatelor.

„Legea lui Ohm pentru o porţiune de circuit"

În lecţia a patra, atenţia elevilor se va concentra asupra consolidării conceptelor obţinute (relaţia dintre tensiunea aplicată unui consumator şi intensitatea curentului prin acesta) în lumina a noi probe. Este momentul unei „priviri sceptice" asupra conceptelor definite, prin confruntarea cu noi situaţii/probe, pentru a distinge limitele de aplicare a conceptelor definite; de exemplu: studiul experimental al dependenţei dintre tensiunea aplicată unui conductor şi intensitatea curentului electric. Ca urmare, elevii vor fi stimulaţi (***variantă de abordare***):

Activitatea 1 (***Investigaţie în grup*** **– 40 min**.)

- **să realizeze** un circuit electric simplu cu un consumator – bec şi, respectiv, rezistor –, o sursă variabilă de tensiune continuă, ampermetru pentru măsurarea intensităţii curentului prin consumator şi voltmetru conectat pentru măsurarea tensiunii aplicate consumatorului;
- **să modifice** treptat tensiunea aplicată consumatorului şi să înregistreze valorile tensiunii şi intensităţii indicate de aparatele de măsură;
- **să reprezinte grafic** dependenţa intensităţii curentului de tensiunea aplicată consumatorului;
- **să analizeze** graficul obţinut şi să formuleze concluzii cu privire la raportul I/U pentru variaţii nesemnificative ale temperaturii consumatorului;
- **să definească** rezistenţa electrică a consumatorului (a unui dipol pasiv) şi unitatea de măsură a acesteia;
- **să exprime** legea lui Ohm pentru o porţiune de circuit;
- **să compare** caracteristicile curent – tensiune pentru cele două consumatoare și **să facă deosebire** între un rezistor ohmic şi unul neohmic.

Evaluarea de la finalul lecţiei (10 min.)

Lecţia 5. Includerea altor informaţii, situaţii, cazuri particulare; comunicarea rezultatelor.

„Rezistenţa electrică a unui fir metalic"

În lecţia a cincea, atenţia elevilor se va concentra asupra consolidării conceptelor obţinute (parametrii de care depinde rezistenţa unui conductor electric metalic filiform) în lumina a noi probe. Este momentul unei „priviri sceptice" asupra conceptelor definite, prin confruntarea cu noi situaţii/probe, pentru a distinge limitele de aplicare a conceptelor definite; de exemplu: studiul experimental al dependenţei rezistenţei unui conductor de dimensiunile acestuia, de materialul din care este construit şi de temperatură.

Ca urmare, elevii vor fi stimulaţi (***variantă de abordare***):

Activitatea 1 (***Investigaţie în grup*** **– 40 min**.)

- **să realizeze** un circuit electric simplu cu un consumator (vor fi folosite pe rând conductoare din acelaşi material şi de aceeaşi secţiune, dar de lungimi diferite), o sursă variabilă de tensiune continuă, ampermetru pentru măsurarea intensităţii curentului prin consumator şi voltmetru conectat pentru măsurarea tensiunii aplicate consumatorului;
- **să măsoare** intensitatea curentului prin firele metalice de lungimi diferite la aceeaşi tensiune electrică aplicată şi să înregistreze datele într-un tabel;
- **să realizeze** un circuit electric simplu cu un consumator (vor fi folosite pe rând conductoare din acelaşi material şi de aceeaşi lungime, dar de secţiuni diferite), o sursă variabilă de tensiune continuă, ampermetru pentru măsurarea intensităţii curentului prin consumator şi voltmetru conectat pentru măsurarea tensiunii aplicate consumatorului;
- **să măsoare** intensitatea curentului prin firele metalice de secţiuni diferite la aceeaşi tensiune electrică aplicată şi să înregistreze datele într-un tabel;
- **să realizeze** un circuit electric simplu cu un consumator (vor fi folosite pe rând conductoare de aceeaşi secţiune sau lungime, dar din materiale diferite), o sursă variabilă de tensiune continuă, ampermetru pentru măsurarea intensităţii curentului prin consumator şi voltmetru conectat pentru măsurarea tensiunii aplicate consumatorului;
- **să măsoare** intensitatea curentului prin firele metalice din diferite materiale la aceeaşi tensiune electrică aplicată şi să înregistreze datele într-un tabel;
- **să analizeze** şi **să exprime** dependenţa rezistenţei unui conductor metalic de lungime, secţiune şi material, la o temperatură constantă a acestuia;
- **să observe** variaţia intensităţii curentului printr-un fir metalic la aplicarea unei tensiuni electrice care determină o variaţie semnificativă a temperaturii acestuia;
- **să exprime** relaţia de variaţie a rezistivităţii unui conductor cu temperatura.

Evaluarea de la finalul lecţiei (10 min.)

Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 6. Valorificarea noilor cunoştinţe.

„Legea lui Ohm pentru întregul circuit simplu. Scurtcircuitul"

În lecţia a şasea, elevii sunt confruntaţi cu modele de cunoaştere (relaţii conceptuale, scheme procedurale) mai flexibile, mai eficiente, prin testarea, extinderea şi consolidarea explicaţiilor anterioare în situaţii noi. Elevii fac încercări de aplicare a cunoştinţelor însuşite (de exemplu, s-ar putea exprima legea lui Ohm pentru întregul circuit electric simplu?) în situaţii inedite, observând şi analizând reuşitele parţiale ca *reprezentări succesive* ale scopului urmărit. Astfel, elevii deduc legea lui Ohm pentru circuitul simplu plecând de la ecuaţia de bilanţ a tensiunilor pe acest circuit şi legea lui Ohm pentru porţiuni de circuit, scrisă pentru circuitul exterior, respectiv pentru circuitul interior.

Astfel, organizaţi pe grupe, elevii sunt stimulaţi (***variantă de abordare***):

Activitatea 1 (***Gândiţi, lucraţi în perechi, comunicaţi*** **– 30 min**.)

- **să evoce** ecuaţia de bilanţ a tensiunilor în circuitul electric simplu;
- **să scrie** ecuaţiile pentru tensiunea exterioară, respectiv tensiunea interioară folosind legea lui Ohm pentru o porţiune de circuit;
- **să deducă** legea lui Ohm pentru întregul circuit;
- **să deducă** expresia intensităţii curentului de scurtcircuit considerând valoarea zero a rezistenţei exterioare în expresia legii lui Ohm pentru întregul circuit;
- **să deducă** expresiei densităţii de curent folosind relaţia de definiţie a acesteia (j=I/S) şi relaţiile legii lui Ohm pentru o porţiune de circuit cu rezistor (I=U/R), a rezistenţei unui conductor liniar (R=ρ l/S) şi a tensiunii U=E/l;
- **să rezolve** probleme simple folosind legea lui Ohm pentru o porţiune de circuit fără surse sau pentru întregul circuit, relaţia de definiţie a intensităţii curentului electric şi relaţiile tensiunilor electrice;

Activitatea 2 (***Brainstorming în grup*** **– 12 min**.)

- **să deducă** legea lui Ohm pentru o porţiune de circuit cu sursă (pentru un *dipol activ*);

La finalul unităţii de învăţare (**8 min.**) elevii sunt implicaţi în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare evaluării sarcinilor urmărite/ realizate pe parcursul întregii unităţi de învăţare.

În acest scop, pe lângă ***Harta „Ştiu. Vreau să ştiu. Am învăţat"***sau ***"Eseul de 5 minute"***, pot fi folosite şi alte instrumente de evaluare formativă, potrivit inventarului de sugestii de evaluare.

Pentru evaluarea finală (**1 oră**), pot fi folosite o serie de instrumente de evaluare cu caracter sumativ, prezente în inventarul de sugestii de evaluare.

Bibliografie

1. Chiriţă, M., *Fizică. Culegere de probleme pentru clasa a X-a şi Bacalaureat*, Editura Tamar, Bucureşti, 2011;
2. Talpalaru, S. *et al*., *Fizică. Manual pentru clasa a X-a*, Editura Polirom, Iaşi, 2000;
3. Strazzaboschi, Smaranda *et al*., *Fizica, clasa a X-a*, Editura LVS Crepuscul, Ploieşti, 2005;
4. http://escoala.edu.ro/labs/#100;
5. http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/;
6. http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/electricity/;
7. http://phet.colorado.edu/en/simulation/ohms-law;
8. http://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab.

Anexa 1

Competenţele specifice ale programei şcolare pentru clasa a X-a, repartizate pe secvenţele unităţii de învăţare

Secvenţele unităţii de învăţare	**Competenţele specifice ale programei şcolare**
Secvenţa I. Evocare–Anticipare	• Definirea curentului electric şi clasificarea curenţilor; • Explicarea cauzelor curentului electric;
Secvenţa II. Explorare–Experimentare	• Identificarea mărimilor fizice care caracterizează curentul electric staţionar; • Caracterizarea circuitului electric simplu; • Explicarea modului de conectare a ampermetrului şi a voltmetrului în circuit; • Măsurarea intensităţii curentului electric şi a tensiunii electrice;
Secvenţa III. Reflecţie–Explicare	• Exprimarea relaţiilor de definiţie pentru intensitatea curentului electric, respectiv pentru tensiunea electrică; • Distincţia dintre tensiunea electromotoare, tensiunea exterioară şi tensiunea interioară;
Secvenţa IV. Aplicare–Transfer	• Compararea rezultatelor teoretice cu cele experimentale şi interpretarea lor; • Exprimarea legii lui Ohm pentru o porţiune de circuit şi pentru un circuit electric simplu; • Exprimarea rezistenţei electrice a unui conductor metalic liniar; • Exprimarea variaţiei rezistivităţii electrice cu temperatura; • Aplicarea legilor lui Ohm pentru o porţiune de circuit şi pentru întreg circuitul în rezolvarea de probleme.

Anexa 2

Portofoliu de teme propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unităţii de învăţare, sub forme ca:

a. *Construirea unor circuite electrice simple funcţionale*;
b. *Referate ştiinţifice pe tema dată*;
c. *Experimente propuse de elevi*;
d. *Realizarea unui film didactic, după un scenariu propriu.*