

CZU 53 (072. 3)

ROLUL ANALOGIEI ÎN STUDIAREA PROCESELOR OSCILATORII

Cheptea Virgil, Băncilă Simion

Se arată că rolul analogiei constă în stabilirea elementului comun pentru mai multe fenomene, fapt ce permite unificarea metodelor de studiere și instruire, metodelor de descriere și interpretare a fenomenelor. Se precută trei teme: "Oscilațiile electromagnetice", "Curentul electric în diferite medii" și "Curentul electric alternativ".

Показывается роль аналогии при нахождении того общего, что характеризует несколько физических явлений, а это позволяет унифицировать методы изучения и преподавания, методы описания и интерпретации физических явлений. Рассматриваются три темы: «Электромагнитные колебания», «Электрический ток в различных средах» и «Переменный ток».

It is shown that the role of analogy consists in the finding of the common that is characteristic of more phenomena, a fact that allows to unify the methods of learning and teaching, the methods of description and interpretation of phenomena. Three topics are being considered: Electromagnetic Oscillation, The Electric Current in Different Surroundings and The Alternating Current.

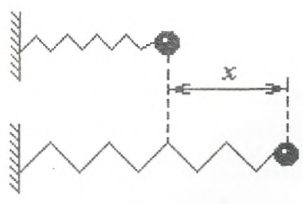
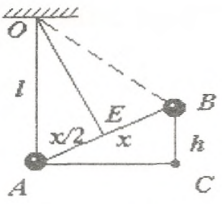
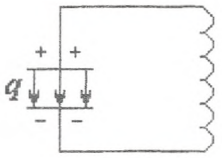
Mișcările oscilatorii reprezintă una din cele mai răspândite mișcări din natură. Mai mult de 60 % din mișcările din lumea înconjurătoare sînt mișcări care se repetă. Studiarea lor reprezintă o cheie eficace în cunoașterea legilor naturii. Specificul materiei de studiu necesită o largă utilizare a analogiei care permite dezvoltarea intuiției elevilor. De exemplu, după stabilirea faptului că lumina este o undă electromagnetică, elevii nu numai că ajung la concluzia că pentru aceste unde trebuie să se observe fenomenele de interferență și difracție, dar pot propune și scheme concrete pentru observarea acestor fenomene; sau după analogia cu radiația dipolului electric, elevii fac concluzia că și atomii substanței, care radiază energie, de asemenea trebuie, priviți ca niște oscilatori.

Totodată, trebuie să se țină cont de faptul că analogia nu poate fi baza formării unor noi noțiuni fizice, nu trebuie să ducă la simplificarea conținutului lor. Rolul analogiei în acest caz constă în găsirea aceluși comun, asemănător, care este caracteristic pentru mai multe fenomene, fapt care ar permite de unificat metodele de studiere și instruire, metodele de descriere și interpretare a fenomenelor fizice, de utilizare a lor în practică [1].

Una din modalitățile de utilizare a analogiei o reprezintă materialul ilustrativ – desene, tabele, diagrame, grafice care contribuie la sistematizarea și generalizarea cunoștințelor elevilor. La baza analogiei ca mijloc de cunoaștere se află compararea. De exemplu, oscilațiile și undele electromagnetice se referă la temele studiarea cărora prezintă anumite greutăți pentru elevi. Pentru a ușura studiarea acestui material, este necesară folosirea pe larg a legăturii dintre mărimile fizice, care caracterizează oscilațiile mecanice și cele electromagnetice, care sînt asemănătoare celor mecanice, adică de utilizat analogii electromecanice. Deși oscilațiile mecanice și electromagnetice se descriu de legi asemănătoare (tabl.1), trebuie să explicăm elevilor că caracterul unitar al proceselor oscilatorii nu înseamnă că și natura lor este unică. Fiecare analogie în descrierea oscilațiilor electromagnetice trebuie să fie motivată, iar concluziile făcute trebuie să fie confirmate experimental și argumentate teoretic.

La studiarea circuitului oscilant poate fi folosită analogia dintre oscilațiile electrice, oscilațiile pendulului cu arc și a pendulului matematic [2, 3] (fig. 1.). Aici trebuie să se explice ca pentru circuitul oscilant o mărime analogică energiei mecanice potențiale, este energia cîmpului electric (a condensatorului), iar energia cinetică, cauzată de mișcarea corpului, trebuie comparată cu energia cîmpului magnetic, a bobinei. Următorul pas constă în stabilirea analogiei transformărilor energetice în condensator și pendul (tabl. 2).

Ecuția mișcării oscilatorii

Pendul cu arc	Pendul matematic	Contur oscilant
 <p style="text-align: center;">$W_t = const$</p>	 <p style="text-align: center;">$W_t = const$</p>	 <p style="text-align: center;">$W_t = const$</p>
$W_t' = (const)' = 0$	$W_t' = (const)' = 0$	$W_t' = (const)' = 0$
$\left(\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}\right)' = 0$	$\left(\frac{mv^2}{2} + mg\frac{x^2}{2l}\right)' = 0$	$\left(\frac{LI^2}{2} + \frac{q^2}{2C}\right)' = 0$
$m\upsilon\upsilon' = -kxx'$	$m\upsilon\upsilon' = -\frac{mg}{l}xx'$	$LI\upsilon' = -\frac{1}{C}qq'$
$x' = \upsilon$	$x' = \upsilon$	$q' = I$
$m\upsilon' = -kx$	$m\upsilon' = -\frac{mg}{l}x$	$LI' = -\frac{1}{C}q$
$\upsilon' = -\frac{k}{m}x$	$\upsilon' = -\frac{g}{l}x$	$I' = -\frac{1}{LC}q$
$\upsilon' = x''$	$\upsilon' = x''$	$I' = q''$
$x'' = -\frac{k}{m}x$	$x'' = -\frac{g}{l}x$	$q'' = -\frac{1}{LC}q$
fie $\frac{k}{m} = \omega^2$	fie $\frac{g}{l} = \omega^2$	fie $\frac{1}{LC} = \omega^2$
$x'' = -\omega^2 x$	$x'' = -\omega^2 x$	$q'' = -\omega^2 q$
Diferite tipuri de oscilații se descriu de ecuații care au o formă asemănătoare:		
$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC}$

La pendulul cu arc, purtător de energie potențială este arcul deformat, iar purtător de energie cinetică – corpul oscilant. În circuitul oscilant, respectiv, avem – condensatorul încărcat și bobina parcursă de curent.

Din compararea relațiilor prezentate în tabl.1, se ajunge la concluzia că analogul masei m este inductanța bobinei L ; analogul vitezei este intensitatea curentului electric; analogul deplasării x este sarcina electrică q ; analogul coeficientului k este mărimea inversă capacității electrice $-1/C$.

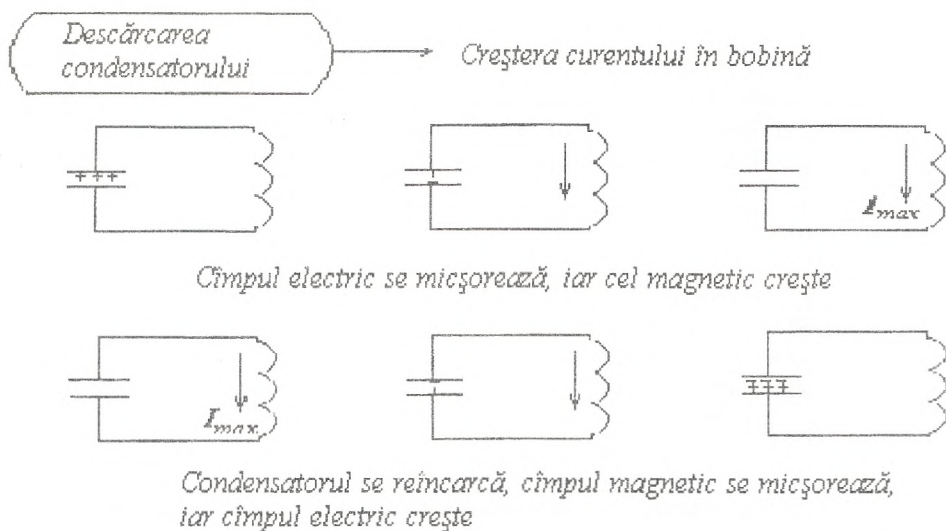
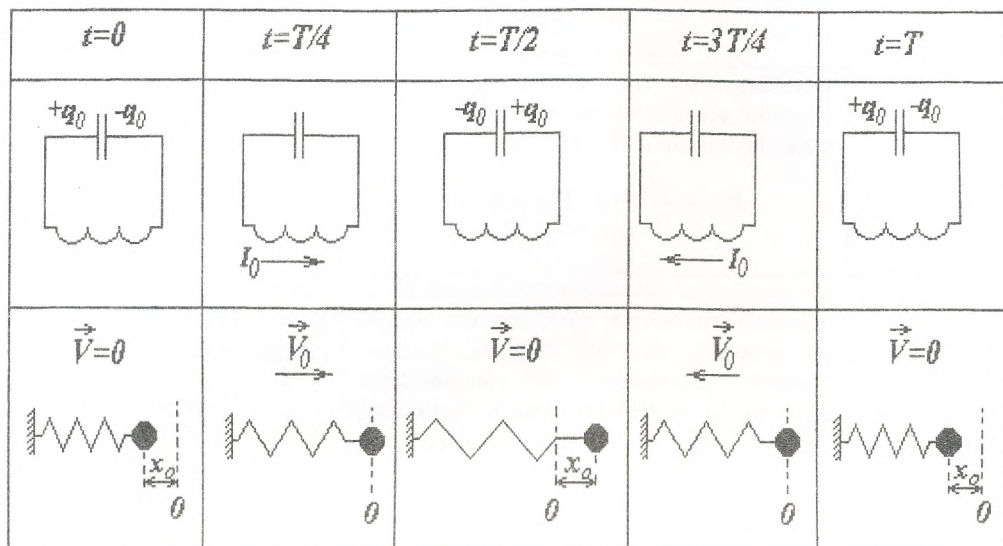


Fig. 1. Procesele oscilației în circuitul oscilant și pendulul cu arc

Comparînd oscilațiile electrice și a pendulului cu arc, trebuie să-i ferim pe elevi de analogia directă: electronii de pe o armătură a condensatorului după un interval de timp $t = T/2$ pot trece pe cealaltă armătură, tot așa cum pendulul trece dintr-o extremă în alta. O așa interpretare ar fi greșită, deoarece viteza mișcării orientate a electronilor constituie doar ~ 1 mm/s și deplasarea lor în direcția cîmpului este foarte mică. În acest caz, mai potrivită ar fi analogia cu oscilațiile apei în vasele comunicante, unde fiecare particulă efectuează oscilații în jurul unei poziții oarecare de echilibru.

Tabl. 2 poate fi folosit și pentru evaluarea cunoștințelor elevilor, dacă în el ar lipsi lămuririle respective, lăsînd numai formulele și propunînd elevilor, de sine stătător, să descrie procesele fizice.

Pentru a activa interesul elevilor față de obiect, pentru a ușura și sistematiza materialul studiat într-un compartiment întreg, pentru compararea proprietăților fizice, pot fi folosite așa zisele tabele-fișe. În particular, la lecția de recapitulare pe compartimentul "Curentul electric în diferite medii" se propun tabl. 3 și fig. 2 [4].

Tabelul 2

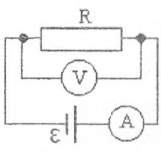
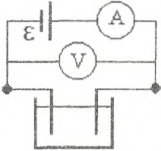
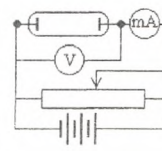
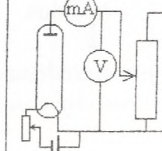
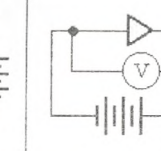
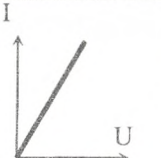
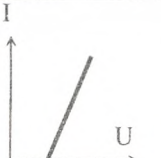
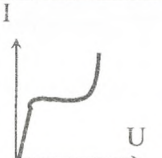
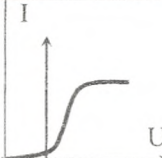
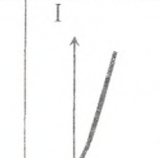
Transformările de energie

Timpul	Conturul oscilant	Pendulul cu arc
$t = 0$	Condensatorul are sarcina q_0 , energia câmpului electric W_e este maximală, energia câmpului magnetic W_m este zero. $W_e = \frac{q_0^2}{2C}; \quad W_m = 0$	Deplasarea x_0 a corpului de la poziția de echilibru este maximală; energia potențială W_p este maximală, energia cinetică W_c este zero. $W_p = \frac{kx_0^2}{2}; \quad W_c = 0$
$\frac{T}{4} > t > 0$	La conectare, condensatorul începe să se descarce prin bobină; apare curentul electric și, respectiv, un câmp magnetic variabil. Datorită fenomenului de autoinducție, intensitatea curentului crește monoton; energia câmpului electric se transformă în energia câmpului magnetic. $W_e \rightarrow W_m$	Corpul începe să se miște, viteza lui crește treptat. Energia potențială se transformă în energie cinetică. $W_p \rightarrow W_c$
$t = \frac{T}{4}$	Condensatorul s-a descărcat, intensitatea curentului I_0 este maximală, energia câmpului electric este egală cu zero, energia câmpului magnetic este maximală. $W_e = 0; \quad W_m = \frac{LI_0^2}{2}$	La trecerea prin poziția de echilibru, viteza v_0 și energia cinetică a corpului sunt maximale, energia potențială este zero. $W_p = 0; \quad W_c = \frac{mv_0^2}{2}$
$\frac{T}{2} > t > \frac{T}{4}$	Datorită fenomenului de autoinducție, intensitatea curentului se micșorează monoton, condensatorul începe să se reîncarce. $W_e \leftarrow W_m$	Corpul, atingând poziția de echilibru, continuă să se miște după inerție micșorarea treptată a vitezei. $W_p \leftarrow W_c$
$t = \frac{T}{2}$	Condensatorul s-a reîncărcat; intensitatea curentului electric în circuit este zero. $W_e = \frac{q_0^2}{2C}; \quad W_m = 0$	Arcul este întins maximal; viteza corpului este egală cu zero. $W_p = \frac{kx_0^2}{2}; \quad W_c = 0$
$\frac{3T}{4} > t > \frac{T}{2}$	Condensatorul începe din nou să se descarce; curentul electric are direcție opusă cazului doi, intensitatea curentului electric treptat va crește. $W_e \rightarrow W_m$	Corpul începe mișcarea în direcție opusă viteza lui treptat se mărește. $W_p \rightarrow W_c$
$t = \frac{3T}{4}$	Condensatorul s-a descărcat complet, intensitatea curentului electric I_0 în circuit este maximală. $W_e = 0; \quad W_m = \frac{LI_0^2}{2}$	Corpul trece prin poziția de echilibru, viteza lui este maximală. $W_p = 0; \quad W_c = \frac{mv_0^2}{2}$
$T > t > \frac{3T}{4}$	Datorită fenomenului de autoinducție, curentul electric continuă să-și păstreze aceeași direcție, condensatorul începe să se încarce. $W_e \rightarrow W_m$	Corpul își continuă mișcarea după inerție. $W_p \rightarrow W_c$
$t = T$	Condensatorul este iarăși încărcat, curentul	Deplasarea corpului este maximală, v

<p>în circuit lipsește, conturul oscilant a revenit la starea inițială.</p> $W_e = \frac{q_0^2}{2C}; \quad W_m = 0$	<p>este zero și corpul își revine la starea inițială.</p> $W_p = \frac{kx_0^2}{2}; \quad W_c = 0$
---	---

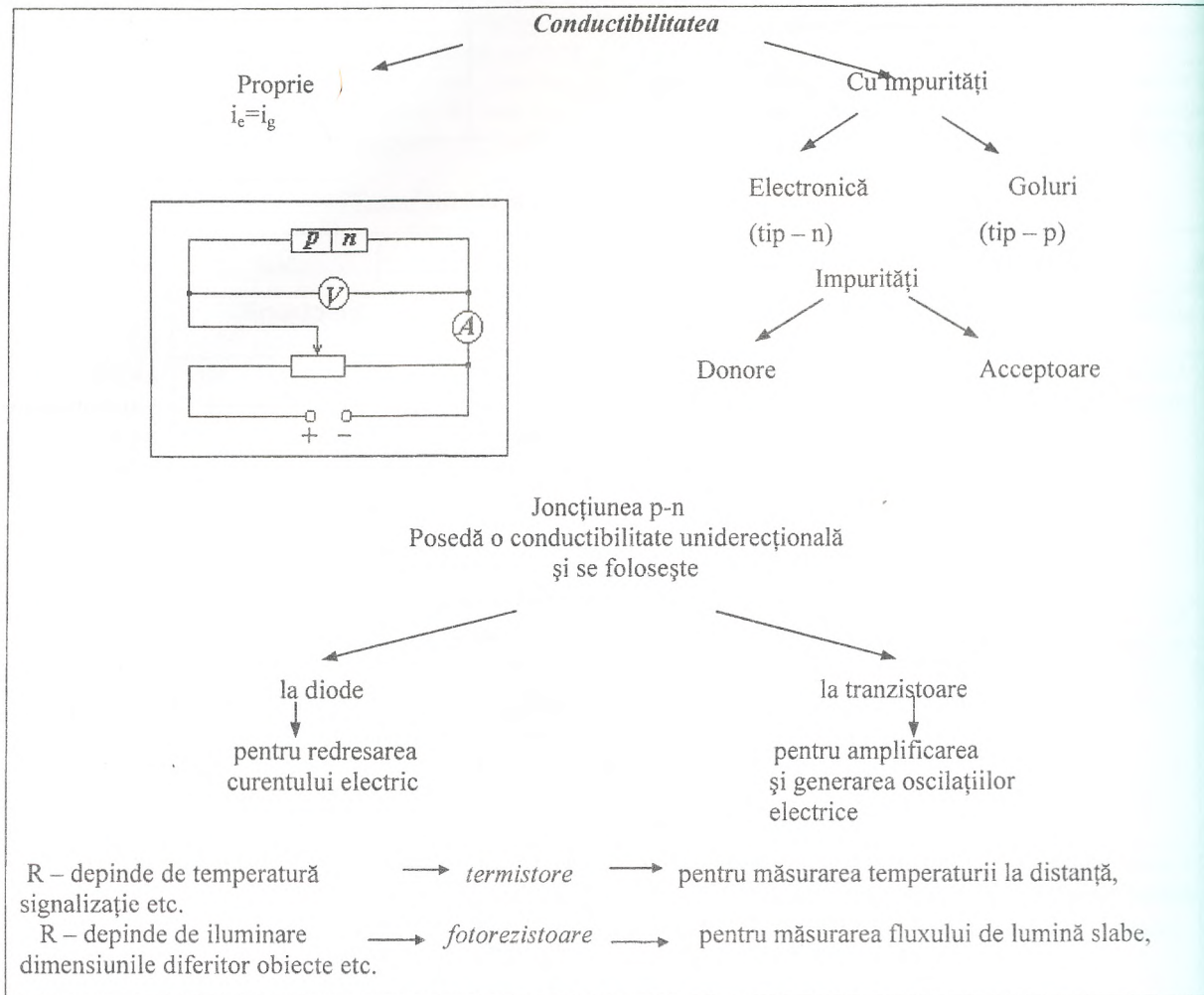
Tabelul 3

Curentul electric în diferite medii

Nr	Întrebare	Metale	Soluții și electroliții	Gaze	Vid	Semiconductoare
1	Purtătorii de curent	Electronii	Ionii	Ionii și electronii	Electronii	Electronii și golurile
2	Cauza apariției acestor purtători	Există în metale	Disociația electrolică	Ionizarea prin șoc, încălzirea, radiația	Emisia termoelectronică de pe catod	Există în unele semiconductoare, datorită măririi temperaturii și iluminării, datorită impurităților donore
3	Se respectă legea lui Ohm?	da	da	nu	nu	nu
						
4	Caracteristica voltamperică.					
5	Aplicații	Bobinele electromagnetelor, aparate de uz casnic, de încălzire, transmiterea curentului electric la distanță.	Curățirea metalelor, obținerea aluminiului, cuprului, acoperirea corpurilor cu straturi de protecție sau care conduc curentul electric.	Sudarea și tăierea metalelor, becurile incandescente, reclame etc.	Oscilografe, televiziune etc.	Diode, tranzistoare, fotoreleuri, tehnica electronică etc.

Menționăm că în diagramele, tabelele-fișe folosite mai sus pot fi incluse un set de întrebări și probleme care permit ca elevii să facă propuneri, să-și manifeste și dezvolte inițiativa, fiind discuțiilor pe tema concretă un caracter creator.

Pentru a forma la elevi noțiuni despre proprietățile curentului alternativ și despre mărimile care îl caracterizează este important de comparat acțiunile curentului alternativ și ale celui continuu (tabl. 4) [5 -7]. Majoritatea acțiunilor curentului alternativ și continuu sînt diferite, numai acțiunile termice sînt identice (într-un timp îndelungat). Această concluzie se folosește la formarea noțiunii de valoare eficace a intensității curentului alternativ.



la diode

↓

pentru redresarea
curentului electric

la tranzistoare

↓

pentru amplificarea
și generarea oscilațiilor
electrice

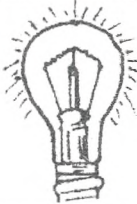



R – depinde de temperatură
→ *termistore* → pentru măsurarea temperaturii la distanță,
sigналаție etc.

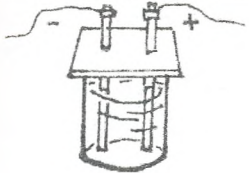
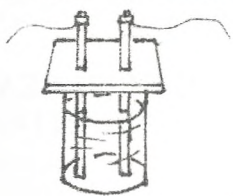
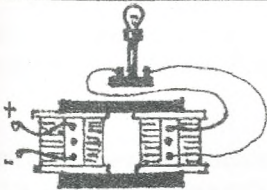
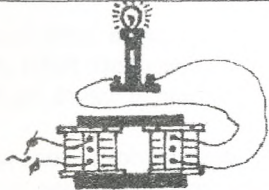
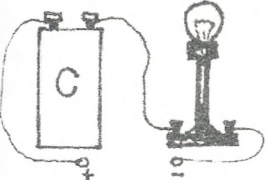
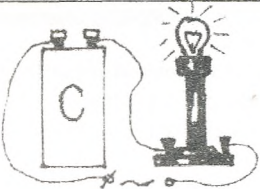




R – depinde de iluminare
→ *fotorezistoare* → pentru măsurarea fluxului de lumină slabe,
dimensiunile diferitor obiecte etc.

Fig. 2. Curentul electric în semiconductoare

Tabelul

Acțiunile curentului alternativ și continuu

Curent continuu	Compararea acțiunilor curentului continuu și variabil	Curent Variabil
	<p>Acțiunile termice sînt identice: incandescența filamentului unui bec electric poate fi provocată atît de curentul alternativ, cît și de cel continuu.</p>	
<p>Fe</p>  <p>Cu</p> <p>+</p>	<p>Acțiunile electromagnetice nu sînt identice: bobina cu miez de fer atrage inelele de fer și nu atrage pe cele de cupru. La utilizarea curentului alternativ inelele "atîrnă" în aer.</p>	

	<p>A acțiunile chimice ale curentului nu sînt identice: la electroliza soluției de sulfat de cupru, curentul continuu provoacă depunerea cuprului pe anod; la trecerea prin aceeași soluție a curentului alternativ, depunerea cuprului e neînsemnată.</p>	
	<p>Transformatorul nu funcționează cu curent continuu, ci cu curent alternativ.</p>	
	<p>Condensatorul nu permite trecerea curentului continuu, însă permite trecerea curentului alternativ.</p>	
	<p>La lampa cu neon, conectată într-un circuit de curent continuu, luminează un singur electrod, la curent alternativ ambii electrozi pe rînd.</p>	
	<p>În arc electric, alimentat cu curent continuu, arde mai repede electrodul, conectat la polul pozitiv al sursei de curent. În cazul curentului alternativ, ambii electrozi ard concomitent.</p>	

Bibliografie

1. Орехов В. П. Колебания и волны в курсе физики средней школы. - М.: Просвещение, 1977. - 175 с.
2. Тихомирова С. А. Аналогии при изучении колебательных и волновых процессов // Физика в школе. - 2000. - № 3. - С. 34 – 36.
3. Демиденко Г. З. Наглядные конспекты // Физика в школе. - 2000. - № 7. - С. 39.
4. Болотова Н. Ф. Несложные игры для вечера по электричеству // Физика в школе. - 2000. - № 8. - С. 57 – 59.
5. Пинский А. А. Изучение переменного тока в курсе физики средней школы. - М.: Изд-во Академии пед. наук, 1958. - 97 с.
6. Metodica predării fizicii în clasele a 8-10. – Chișinău: Lumina, 1983. – P. II. - 363 p.
7. Ванев А. А., Дубицкая З. Г., Яринина Е. Ф. Преподавание физики в 10 классе: Пособие для учителей. - М.: Просвещение, 1978. - 162 с.

Prezentat la 16.04.2004