

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
CONSILIUL NAȚIONAL PENTRU CURRICULUM

CURRICULUM ȘCOLAR

pentru

FIZICĂ

CLASA a IX-a

ALTERNATIVA EDUCAȚIONALĂ WALDORF

Aprobat prin Ordin al Ministrului
nr. /

București
2000

NOTĂ DE PREZENTARE

În cadrul modificărilor structurale ce au avut loc în ultimii ani în țara noastră s-a evidențiat și necesitatea reconstrucției învățământului românesc pe baze noi. Ca o componentă a acestui proces social, în ansamblul sistemului de valori a fost promovată și pedagogia Waldorf, ca alternativă educațională.

Prezenta programă ține cont atât de *Curriculumul școlar pentru clasele IX – XII* elaborat de Consiliul Național pentru Curriculum, cât și de recomandările de programă pentru Școlile Waldorf.

Abordarea disciplinei „Fizică” în liceu are în vedere înțelegerea atât a legilor naturii - pornind de la fenomenele fizice și de la teoriile științifice corespunzătoare - cât și a aplicării/implicării acestora în cadrul civilizației umane. Curriculum-ul de fizică vizează în același timp relația cu celelalte științe ale naturii. Totodată se urmărește crearea unui cadru pedagogic adecvat, în așa fel ca elevii - printr-o autoevaluare realistă - să-și poată descoperi și valorifica propriile disponibilități intelectuale și afective, să-și dezvolte o personalitate autonomă și creativă în scopul unei integrări sociale și profesionale optime.

Scopurile de mai sus pot fi atinse printr-o judicioasă elaborare a demersului pedagogic la care, pe scurt, s-ar putea lua drept motto un principiu enunțat de întemeietorul pedagogiei Waldorf, Rudolf Steiner: „Dacă undeva în univers apare un proces, la acesta trebuie să deosebim: cursul lui exterior (în spațiu și timp) și legitatea lui interioară”. Demersul epistemologic care poate fi astfel procesualizat permite accesul profund la realitatea lumii fizice prin intercorelarea a doi factori de bază: experimentul și valorificarea cognitivă a rezultatului experimental. Se impune deci o abordare exemplară a fenomenelor fizice și o evidențiere a aspectelor calitative și cantitative ale acestora, urmărindu-se a se dezvolta la elevi: a) atitudinea de a privi din punct de vedere cauzal lumea și b) un mod de gândire calitativă, capabilă să integreze omul în relația lui cu lumea (natura/societatea).

Programa își propune să nu îngrădească libertatea profesorului de a alege sau organiza activitățile de învățare. Acesta are libertatea de a:

- schimba ordinea parcurgerii temelor în cadrul unui capitol sau a capitolelor între ele;
- prezenta într-o formă utilă (fără o tratare exhaustivă) elementele suport de matematică;
- realiza în cadrul orelor de CDS un studiu aprofundat al programei școlare prin rezolvare de probleme și/sau studiu experimental.

Programa are următoarele componente:

- Notă de prezentare
- Obiective cadru
- Obiective de referință și activități de învățare
- Lista lucrărilor de laborator opționale
- Sugestii metodologice
- Bibliografie

OBIECTIVE CADRU

1. Cunoașterea și înțelegerea termenilor și a conceptelor specifice domeniului fizicii.
2. Dezvoltarea capacității de explorare/investigare a realității și de experimentare prin folosirea unor instrumente și proceduri proprii fizicii.
3. Dezvoltarea capacităților de analiză și de rezolvare de probleme utilizând competențele cognitive dobândite prin studiul fizicii.
4. Dezvoltarea capacității de comunicare, utilizând limbajul specific fizicii.
5. Formarea unor valori și atitudini referitoare la impactul fizicii asupra naturii și societății, ținând cont și de dezvoltarea istorică a fizicii și de biografia unor personalități care au contribuit la dezvoltarea acesteia.

OBIECTIVE DE REFERINȚĂ ȘI ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

1. Cunoașterea și înțelegerea termenilor și a conceptelor specifice domeniului fizicii.

OBIECTIVE DE REFERINȚĂ

La sfârșitul clasei a IX-a elevii vor fi capabili:

1.1 să observe și să descrie sisteme termodinamice, sisteme electrice și electromagnetice întâlnite în viața cotidiană.

1.2 să recunoască fenomene termice, electrice și electromagnetice și să definească mărimile lor caracteristice.

SUGESTII DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

Pe parcursul clasei a IX-a se recomandă următoarele activități:

- identificarea caracteristicilor definatorii ale sistemelor termodinamice, electrice și electromagnetice (mecanisme, construcții, vehicule etc.);

- vizionarea de filme, diapozitive etc.;

- discutarea unor fenomene: vacuum, mișcare termică, interacțiuni termice și electromagnetice;

- identificarea și descrierea unor mărimi fizice: căldură, temperatură, presiune, lucru mecanic, energie internă, intensitate a curentului electric, tensiune electrică, tensiune electromotoare, rezistență electrică;

- stabilirea diferențelor dintre gazele reale și modelul gazului ideal;

- studierea comparativă a circuitelor electrice ideale și reale.

2. Dezvoltarea capacităților de explorare / investigare a lumii fizice și de experimentare prin folosirea unor instrumente și proceduri proprii fizicii.

OBIECTIVE DE REFERINȚĂ

La sfârșitul clasei a IX-a, elevii vor fi capabili:

2.1 să descrie, în desfășurarea lor, experimentele care pun în evidență fenomene termice, electrice și electromagnetice și aparatura experimentală folosită.

2.2 să utilizeze corect și în siguranță aparatura de laborator.

2.3 să utilizeze unele modalități simple de prelucrare a datelor rezultate din experimentele efectuate.

2.4 să identifice aplicații ale experimentelor discutate sau efectuate.

SUGESTII DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

Pe parcursul clasei a IX-a se recomandă următoarele activități:

- efectuarea experimentelor care pun în evidență vacuum-ul (semisferele de Magdeburg, clopotul de vid), fierberea la sub și suprapresiune, turbina de vapori, efecte ale curentului electric, microfonul cu cărbune, releul și soneria electrică, generatorul electric, circuitul simplu telefonic.

- observarea funcționării unor motoare termice pe baza unor modele.

- utilizarea unor instrumente de măsură și control (termometru, manometru, ampermetru, voltmetru).

- realizarea unor măsurări fizice (dependența presiune-temperatură la oala lui Papin, verificarea legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit).

-realizarea unor tabele și reprezentări grafice și interpretarea acestora.

-discutarea factorilor de eroare în interpretarea datelor și aprecierea influenței lor.

-estimarea ordinului de mărime al rezultatelor măsurătorilor fizice.

-discutarea dezvoltării istorice a mașinii cu vapori și a motoarelor termice.

-prezentarea principiilor de bază a funcționării unor aparate electrice de măsură.

-discutarea unor tehnici de comunicație.

3. Dezvoltarea capacităților de analiză și de rezolvare de probleme utilizând competențele cognitive dobândite prin studiul fizicii.

OBIECTIVE DE REFERINȚĂ

La sfârșitul clasei a IX-a, elevii vor fi capabili:

3.1 să rezolve probleme specifice, utilizând modelarea fizică și matematică a fenomenelor studiate.

3.2 să rezolve analitic sau literal probleme legate de temele studiate.

3.3 să realizeze transferul de cunoștințe din alte domenii și să le aplice în studiul fenomenelor termodinamice și electromagnetice.

SUGESTII DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

Pe parcursul clasei a IX-a se recomandă următoarele activități:

- calcularea unor mărimi termodinamice și electrice, folosind ecuațiile și legile studiate;

- calcularea energiei electrice consumate în gospodărie;

- folosirea unor algoritmi de rezolvare a diferite tipuri de probleme;

- efectuarea unor exerciții de transformare a unităților de măsură;

- interpretarea rezultatelor unei probleme, din punct de vedere fizic;

- utilizarea cunoștințelor specifice altor științe pentru înțelegerea unor fenomene fizice (mișcare termică, echilibru termic, transformările gazelor, generarea electricității, tensiunea electromotoare, fenomene de inducție electromagnetică);

- elaborarea unui referat propriu pe baza tematicii studiate.

4. Dezvoltarea capacităților de comunicare utilizând limbajul specific fizicii.

OBIECTIVE DE REFERINȚĂ

La sfârșitul clasei a IX-a, elevii vor fi capabili:

4.1 să formuleze corect și sugestiv observațiile și concluziile științifice ale experimentelor de termodinamică și electrotehnică.

4.2 să-și asume roluri diferite în activități de grup.

SUGESTII DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

Pe parcursul clasei a IX-a se recomandă următoarele activități:

- utilizarea corectă și creativă a caietului de epocă;

- utilizarea elementelor multimedia (desene, fotografii, publicații) în prezentarea rezultatelor;

- consultarea unor surse de informații din domeniile conexe (chimie, biologie etc.);

- proiectarea și realizarea unor experimente în cadrul unui grup;

- realizarea, susținerea și dezbaterăa unor proiecte (referate).

5. Formarea unor valori și atitudini referitoare la impactul fizicii asupra naturii și societății, ținând cont și de dezvoltarea istorică a fizicii și de biografia unor personalități care au contribuit la dezvoltarea acesteia.

OBIECTIVE DE REFERINȚĂ

La sfârșitul clasei a IX-a, elevii vor fi capabili:

5.1 să comenteze consecințele aplicării fenomenelor studiate asupra realității cotidiene.

5.2 să argumenteze, de pe poziții diferite, necesitatea intervenției în mediul natural și social a diferitelor tipuri de tehnologii din domeniul termodinamic și electrotehnic.

5.3 să cunoască aportul unor mari personalități la dezvoltarea termodinamicii și electrotehnicii.

SUGESTII DE ACTIVITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

Pe parcursul clasei a IX-a se recomandă următoarele activități:

- discutarea impactului aplicațiilor unor teorii fizice;

- discutarea normelor de protecție individuală și a mediului;

- discutarea impactului social al dezvoltării mașinilor termice și a dezvoltării tehnicilor de comunicație;

- realizarea unor anchete și acțiuni de documentare privind efectele folosirii pe scară industrială a unor fenomene fizice;

- utilizarea unor surse de informare variate în selectarea elementelor biografice esențiale activității unor fizicieni (Papin, Watt, Faraday, Edison, Siemens).

CONȚINUTURILE ÎNVĂȚĂRII

1. Noțiuni termodinamice

Mărimi fizice termodinamice (căldură, temperatură, presiune)
Vacuum și presiune atmosferică

2. Termotehnica

Fenomene termice (fierberea la supra și subpresiune)
Dezvoltarea istorică a mașinii cu vapori (Papin, Newcomen și Watt)
Motoare termice (Otto, Diesel, Stirling)
Elemente biografice (Papin și Watt)

3. Modelul gazului ideal

Sistem termodinamic. Exemple. Gaz ideal
Transformări particulare (izotermă, izobară, izocoră)
Ecuații de stare (termică și calorică)

4. Principiile termodinamicii

Lucrul mecanic în termodinamică. Aplicații la transformările simple ale gazului perfect
Energia internă. Căldura
Coeficienți calorici
Principiul I. Aplicații (frigiderul și pompa de căldură)

5. Electricitate

Circuit electric. Mărimi fizice electrice
Legea lui Ohm. Aplicații (microfonul cu cărbune)
Rețele electrice. Legile lui Kirchhoff
Rezistența electrică. Cuplarea rezistoarelor
Energia și puterea electrică

6. Electrotehnică

Efectele curentului electric
Inducția electromagnetică
Aplicații ale curentului electric (transformatorul, motorul și generatorul electric, microfonul dinamic)
Tehnici de comunicație.
Elemente biografice (Faraday, Siemens etc.)

LUCRĂRI DE LABORATOR OPȚIONALE

Semisferele din Magdeburg.
Clopotul de vid.
Oala lui Papin.
Fierberea la subpresiune.
Mașina simplă cu aburi a lui Papin.
Observarea funcționării unui motor termic pe baza unui model.
Principalele efecte ale curentului electric (experiment sintetic)
Efectul fiziologic al curentului electric.
Măsurarea rezistenței electrice a unui rezistor.
Verificarea legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit.
Microfonul cu cărbune.
Experimente de evidențiere a fenomenului de inducție electromagnetică.
Transformatorul.
Generatorul electric.
Microfonul dinamic.
Circuit simplu telefonic.

SUGESTII METODOLOGICE

Ținând cont de specificul activității de predare în școala Waldorf trebuie precizat că fizica este o disciplină care aparține *învățământului principal*, iar ca formă didactică predarea se va efectua în *epoci* de trei sau patru săptămâni, profesorul având la dispoziție și un număr de ore de specialitate în funcție de planul de epoci și de orarul clasei respective.

Se recomandă ca demersul pentru fiecare unitate de conținut să țină cont de următoarele etape:

- a) Se va porni de la experiment, acesta fiind efectuat către sfârșitul orei de învățământ principal. Elevii își trec în *caietul de notițe* elementele esențiale.
- b) Elevii vor avea - printre altele - ca temă pentru acasă redarea în *caietul de epocă*, sub formă de text și imagine, întreaga secvență din procesul de învățământ referitoare la experimentul respectiv. Descrierea experimentului trebuie să fie exactă, nuanțată și cât mai completă. Ea va conține: denumirea materialelor/obiectelor utilizate, montajul experimental, desfășurarea experimentului și rezultatele obținute. De la caz la caz se poate cere deja și prezentarea unei explicații științifice.
- c) În zilele următoare are loc discutarea/evaluarea rezultatelor experimentale, corelarea/ordonarea cognitivă a fenomenelor și descoperirea legităților. Pentru exprimarea legităților se apelează tot mai mult, pe parcursul epocii și de la an la an, la formulări matematice.

Deși aspectul de interdisciplinaritate joacă un rol important, ca un principiu de bază se va avea în vedere ca disciplina „Fizică“ să nu-și piardă identitatea devenind un apendice al orelor de matematică, filozofie, sau educație tehnologică. Se va evita deci tratarea nefenomenologică: exclusiv -matematică sub formă de formule sau modele, numai pe bază de definiții și axiome abstracte, sau exclusiv tehnică. Se va căuta o îmbinare armonioasă a modelării fizice și matematice cu demersul fenomenologic pe baza experimentelor prezentate.

Prezentarea conținuturilor va insera dezvoltarea real istorică din domeniul respectiv.

Evaluarea elevilor se va face prin cerințele exersate la orele de fizică și prin teme date acestora pentru dobândirea respectivei competențe după precizarea duratei și a baremului de notare. Pot fi evaluate capacitățile elevului de:

- a descrie în mod exact și cât mai complet fenomenele din experimentele prezentate;
- a defini sau a recunoaște fenomene fizice, mărimi fizice, unități de măsură, legi, principii;
- a descrie legi sau relații, indicând semnificațiile termenilor sau simbolurilor folosite;
- a recunoaște și a caracteriza fenomene și sisteme întâlnite în cotidian;
- a reprezenta sau descrie (grafice, diagrame, dispozitive, modele, circuite, scheme bloc, metode experimentale, aplicații ale legilor sau consecințele fenomenelor);
- a enumera caracteristicile unui model;
- a găsi corespondențe între două coloane care conțin termeni din fizică;
- a rezolva analitic (literal sau numeric) probleme cu grade scăzute sau medii de dificultate;
- a recunoaște "adevărat/fals" în afirmații sau termenii lipsă din spațiile lacunare ale itemilor;
- a analiza idealizările, neglijarile sau domeniul de aplicare al unui model;
- a formula ipoteze sau concluzii legate de studiul unor fenomene;
- a prezenta un referat pe baza temelor studiate;
- a estima ordinul de mărime sau limitele naturale ale unor mărimi fizice;
- a analiza și a răspunde la cerințe de genul: explicarea unui proces sau a unui fenomen, funcționarea unui dispozitiv, precizarea rolului unui instrument sau aparat de măsură, a condițiilor necesare pentru evoluția unui proces, realizarea de transferuri prin analogie a unor raționamente, compararea sau clasificarea unor fenomene, mișcări sau interacțiuni după diferite criterii alese, verificarea bilanțului energetic într-un proces fizic specificat, etc.

BIBLIOGRAFIE

- 1) Curriculum școlar pentru clasele IX-XII elaborat de Consiliul Național pentru Curriculum
- 2) Manuale de fizică aprobate de M.E.N.
- 3) Rawson, Martyn ș.a. The Educational Tasks and Content of The Steiner Waldorf Curriculum, Steiner Schools Fellowship Publications, 2000
- 4) Richter, Tobias ș.a. Sarcina pedagogică și obiectivele de învățământ ale unei școli libere Waldorf, - lucrare în curs de editare în limba română.
- 5) Paxino, Gheorghe ș.a. *Metodica predării fizicii la clasele 9 – 12 Îndrumar pentru clasele Waldorf.* (Material în curs de elaborare)
- 6) Steiner, Rudolf *Impulsuri ale Științei Spirituale pentru dezvoltarea fizicii* (Primul curs de științe naturale: Electromagnetism, optică), Arhetip, București 1997
- 7) Steiner, Rudolf *Impulsuri ale Științei Spirituale pentru dezvoltarea fizicii* (Al doilea curs de științe naturale: Termodinamică), - lucrare în curs de editare în limba română.
- 8) Wagenschein, Martin *Die pädagogische Dimension der Physik* Westermann, Braunschweig, 1976
- 9) Stockmeyer, E.A.K. *Zur Methodik des Physikunterrichts*, Stuttgart 1992
- 10) Baravalle, von Hermann *Physik als reine Phänomenologie*, vol. I, II, Verlag Freies Geistesleben Stuttgart, 1996

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
CONSILIUL NAȚIONAL PENTRU CURRICULUM

CURRICULUM ȘCOLAR

pentru

FIZICĂ

CLASELE a X-a – a XI-a

ALTERNATIVA EDUCAȚIONALĂ WALDORF

Aprobat prin Ordin al Ministrului
nr. /

București

2000

NOTĂ DE PREZENTARE

În cadrul modificărilor structurale ce au avut loc în ultimii ani în țara noastră s-a evidențiat și necesitatea reconstrucției învățământului românesc pe baze noi. Ca o componentă a acestui proces social, în ansamblul sistemului de valori a fost promovată și pedagogia Waldorf, ca alternativă educațională.

Prezenta programă ține cont atât de *Curriculumul școlar pentru clasele IX – XI* elaborat de Consiliul Național pentru Curriculum, cât și de recomandările de programă pentru Școlile Waldorf.

Abordarea disciplinei „Fizică” în liceu are în vedere înțelegerea atât a legilor naturii - pornind de la fenomenele fizice și de la teoriile științifice corespunzătoare - cât și a aplicării/implicării acestora în cadrul civilizației umane. Curriculum-ul de fizică vizează în același timp relația cu celelalte științe ale naturii. Totodată se urmărește crearea unui cadru pedagogic adecvat, în așa fel ca elevii - printr-o autoevaluare realistă - să-și poată descoperi și valorifica propriile disponibilități intelectuale și afective, să-și dezvolte o personalitate autonomă și creativă în scopul realizării unei integrări sociale și profesionale optime.

Scopurile de mai sus pot fi atinse printr-o judicioasă elaborare a demersului pedagogic la care, pe scurt, s-ar putea lua drept motto un principiu enunțat de întemeietorul pedagogiei Waldorf, Rudolf Steiner: „Dacă undeva în univers apare un proces, la acesta trebuie să deosebim: cursul lui exterior (în spațiu și timp) și legitatea lui interioară”. Demersul epistemologic care rezultă de aici poate fi astfel procesualizat pentru a permite accesul profund la realitatea lumii fizice prin intercorelarea a doi factori de bază: experimentul și valorificarea cognitivă a rezultatului experimental. Se impune deci o abordare exemplară a fenomenelor fizice și o evidențiere a aspectelor calitative și cantitative ale acestora, urmărindu-se a se dezvolta la elevi: a) atitudinea de a privi din punct de vedere cauzal lumea și b) un mod de gândire calitativă, capabilă să integreze omul în relația lui cu lumea (natura/societatea).

Prin aceasta se are în vedere formarea intelectuală și socială a tinerilor articulând două elemente constitutive: pe de o parte o cultură comună la care au acces toți elevii, iar pe de altă parte conținuturi opționale care să determine *parcursul individual de învățare* potrivit aspirațiilor elevului. Parcursul individualizat poate determina atât o creștere a randamentului școlar al elevului cât și o apropiere de necesitățile sociale și economice. Aceasta are ca punct de plecare referințe culturale comune, indicând concepte esențiale, problematica, temele și alte lucruri indispensabile formării intelectuale a elevilor. În acest context, programa furnizează o bază adecvată de coordonare intradisciplinară și totodată apropierea interdisciplinară și pluridisciplinară.

Programa își propune să nu îngreșească libertatea profesorului de a alege sau organiza activitățile de învățare adecvate formării competențelor. În condițiile realizării acestor competențe și a parcurgerii integrale a conținutului obligatoriu profesorul are libertatea de a:

- schimba ordinea parcurgerii temelor în cadrul unui capitol sau a capitolelor între ele;
- prezenta într-o formă utilă (fără o tratare exhaustivă) elementele suport de matematică;
- realiza în cadrul orelor de CDS un studiu aprofundat al programei școlare prin rezolvare de probleme și/sau studiu experimental;
- aborda în cadrul orelor de CDS temele cu asterisc din programă sau studiul aprofundat al acestora prin rezolvare de probleme și / sau studiu experimental.

Programa are următoarele componente:

- Notă de prezentare
- Valori și atitudini
- Competențe generale
- Competențe specifice și conținuturile corelate cu acestea
- Lista lucrărilor de laborator opționale
- Sugestii metodologice
- Bibliografie

VALORI ȘI ATITUDINI

Obiectivele acestui Curriculum de Fizică includ, pe lângă cunoștințe și deprinderi teoretice și practice de investigare, de modelare, selectare și structurare a informațiilor dobândite și o serie de valori și atitudini precum:

- curiozitatea pentru simularea și modelarea fenomenelor naturale prin experimente,
- dezvoltarea capacității de a privi din punct de vedere cauzal lumea,
- înțelegerea corectă a raportului dintre om și forțele naturii,
- respectul față de natură/cosmos și grija față de mediu,
- interesul pentru argumentarea rațională,
- interesul pentru modul de dezvoltare a ideilor și teoriilor în științele naturii
- dezvoltarea toleranței față de opiniile exprimate de alții,
- înțelegere față de evoluția istorică și interes față de noile deschideri din domeniul științei,
- interesul față de informația tehnologică, științifică și din mediul natural,

În scopul formării acestor atitudini, vor fi valorificate cunoștințe asupra fenomenele fizice studiate și relațiile dintre acestea, precum și modificările produse mediului ca urmare a intervenției tehnologiilor dezvoltate.

COMPETENȚE GENERALE

- 1. Explorarea și experimentarea dirijată a unor fenomene și procese fizice**
- 2. Definirea și recunoașterea conceptelor specifice fizicii**
- 3. Rezolvarea de probleme cu caracter teoretic și aplicativ**
- 4. Cunoașterea trăsăturilor principale ale dezvoltării istorice a fizicii și a biografiei unor mari fizicieni sau personalități care au contribuit la dezvoltarea fizicii**
- 5. Explicarea fenomenelor fizice într-un limbaj specific prin modelare și abstractizare**
- 6. Realizarea unor transferuri și integrarea cunoștințelor și metodelor de lucru specifice fizicii în scopul aplicării lor în științele naturii și în tehnologii precum și al înțelegerii unor aspecte ale vieții cotidiene.**

CLASA a X-a

Competențe specifice

- 1 Observarea și descrierea mișcării unor sisteme mecanice întâlnite în viața cotidiană.
- 3 Verificarea legii a III-a a lui Kepler pentru o serie de date astronomice tabelate.
- 4 Prezentarea unor modele cosmologice geo și heliocentrice și a unor elemente comparative a biografiilor unor astronomi și fizicieni.
 - 5.1 Explicarea mișcării corpurilor cerești pe bază de modele helio și geocentrice.
 - 5.2 Definirea terminologiei astronomice specifice utile explicării fenomenelor studiate.
 - 6.1 Particularizarea mișcării corpurilor cerești pentru Sistemul nostru Solar.
 - 1 Extragerea de informații utile studiului mișcării din situații experimentale variate.
 - 2.1 Identificarea unor fenomene mecanice și definirea mărimilor (scalare și/sau vectoriale) caracteristice acestora - viteză, accelerație).
 - 2.2 Definirea mărimilor fizice vectoriale și compunerea vectorilor prin metoda geometrică.
 - 3 Aplicarea relațiilor între mărimile fizice definite în studiul mișcării în situații simple.
 - 5 Modelarea mișcării rectilinii și uniforme și a altor tipuri de mișcări și explicarea lor utilizând un limbaj fizic adecvat

Unități de conținut

- 1 Cinematică cerească**

Modele cosmologice în decursul istoriei.

Sistemul heliocentric al lui Copernic.

Contribuțiile lui Tycho Brahe și Galilei la dezvoltarea sistemului heliocentric.

Kepler și legile mișcării corpurilor cerești.

Mișcările Lunii și Soarelui. Eclipsele.
- 2 Mișcarea și repausul**

Sistem de referință. Punct material.

Viteză. Accelerație.

Vectori (mărimi fizice vectoriale).

Compunerea vectorilor.

Mișcare rectilie uniformă.

Mișcare rectilie uniform variată.

Studiul căderii libere a corpurilor

1.1 Explorarea și experimentarea caracteristicilor acțiunii uneia sau a mai multor forțe.

1.2 Observarea unor fenomene și procese fizice care evidențiază acțiunea unor tipuri de forțe din natură și efectul static al forțelor.

2 Recunoașterea și definirea unor noțiuni legate de echilibrul corpurilor (forțe, moment al forței, cuplu de forțe) și efectul static al forței.

3 Utilizarea unor relații privind echilibrul static al sistemelor mecanice în rezolvarea unor probleme simple

4 Cunoașterea contribuțiilor unor mari personalități la dezvoltarea mecanicii statice.

5 Transferarea cunoștințelor privind echilibrul static al corpurilor în explicarea unor structuri în natură și tehnică

1.1 Explorarea și experimentarea caracteristicilor acțiunii uneia sau a mai multor forțe.

1.2 Observarea unor fenomene și procese fizice care evidențiază efectul dinamic al forțelor.

2 Recunoașterea și definirea unor noțiuni legate de dinamica corpurilor (principii, mărimi și unități de măsură specifice).

3 Aplicarea relațiilor între mărimile fizice care caracterizează mișcarea punctului material sub acțiunea unor tipuri de forțe în rezolvarea unor probleme cu caracter teoretic sau aplicativ.

4 Cunoașterea contribuțiilor lui Newton la dezvoltarea dinamicii clasice.

6 Transferarea cunoștințelor privind dinamica corpurilor în tehnică.

3 Statică

Sisteme de forțe (paralele sau concurente).
Principiul suprapunerii forțelor.

Efectul static al forței. Forța elastică.

Momentul forței. Cuplu de forțe.

Condiții de echilibru.

Forțe de tracțiune și compresiune cu exemple din natură și aplicații tehnice.

Mari personalități din istoria fizicii (Aristotel, Leonardo da Vinci, Galilei).

4 Dinamică

Principiul fundamental al dinamicii (II).

Principiul acțiunii și reacțiunii (III).

Principiul inerției (I).

Forța de greutate. Legea atracției universale. Newton.

Forța de frecare.

Mișcarea circulară uniformă.

Forța centrifugă. Aplicații.

1 Observarea unor fenomene și procese fizice care evidențiază diferite tipuri de energie.

2 Definierea unor mărimi fizice (lucru mecanic, putere, energie, frecvență, amplitudine, perioadă) și a unor legi de conservare.

3 Aplicarea legilor de conservare în rezolvarea unor probleme simple.

5 Descrierea unor realități fizice legate de noțiunile studiate utilizând un limbajul fizic adecvat.

6 Transferarea cunoștințelor legate de tipurile de energie și legile de conservare în natură și tehnică.

2.1 Definierea unor mărimi fizice caracteristice dinamicii fluidelor (debit masic, debit volumic).

2.2 Utilizarea unor mărimi mecanice (energie cinetică, energie potențială, lucru mecanic, presiune) în stabilirea ecuației lui Bernoulli.

3 Aplicarea ecuațiilor hidrodinamice în rezolvarea unor probleme simple cu caracter teoretic și aplicativ.

6 Identificarea unor aplicații practice ale ecuației hidrodinamicii (pulverizator, sonda de presiune, tub Pitot etc.).

1 Compararea datelor experimentale și stabilirea unor relații între mărimi fizice caracteristice mișcării oscilatorii armonice

3.1 Deducerea unor relații caracteristice oscilatorului liniar armonic

3.2 Utilizarea relațiilor între mărimile fizice care caracterizează mișcarea oscilatorului liniar armonic în rezolvarea unor probleme simple.

5 Teoreme de variație și legi de conservare în mecanică

Lucrul mecanic (mărimă de proces).
Puterea.

Energia cinetică, potențială și totală.

Legea conservării energiei. Pendulul matematic. Pendulul gravitațional.

Legea conservării impulsului.

6 Dinamica fluidelor

Curgere laminară.

Ecuația de continuitate (debit masic, debit volumic).

Ecuația lui Bernoulli. Aplicații.

7 Oscilații mecanice

Oscilatorul liniar armonic.

Energia oscilatorului liniar armonic

LUCRĂRI DE LABORATOR OPȚIONALE

Măsurarea vitezei medii a unui mobil.
Verificarea legii mișcării rectilinii uniforme.
Verificarea legilor mișcării rectilinii uniform accelerate.
Verificarea mișcării unui corp pe planul înclinat.
Verificarea mișcării unui corp în cazul căderii libere.
Observarea mișcării în cazul aruncării pe orizontală.
Observarea mișcării circulare uniforme.
Măsurarea acțiunii unei forțe. Compunerea forțelor paralele.
Echilibrul static a trei forțe. Compunerea forțelor paralele.
Determinarea centrului de greutate al unei plăci poligonale.
Măsurători privind forțele de frecare de alunecare și de rostogolire.
Experiment pentru evidențierea comportării inerțiale a masei.
Observarea forțelor centripetă și centrifugă.
Experiment pentru determinarea principiului fundamental al dinamicii.
Măsurarea lucrului mecanic efectuat la mișcarea unui corp sub acțiunea unei forțe.
Determinarea perioadei de oscilație a pendulului gravitațional.
Determinarea perioadei de oscilație a pendulului elastic.

CLASA A XI-A

COMPETENȚE SPECIFICE

- 1 Evidențierea caracteristicilor câmpului electric sau al unor dispozitive prin intermediul unor experimente.
- 2 Identificarea noțiunilor și mărimilor fizice specifice câmpului electric (forțele electrice, intensitatea și potențialul câmpului electric, lucrul mecanic efectuat de forțele câmpului electric asupra unei sarcini punctiforme, capacitatea electrică).
 - 3.1 Stabilirea unor corelații între mărimile caracteristice ale câmpului electric și utilizarea acestora în rezolvarea de probleme.
 - 3.2 Aplicarea relațiilor privind sarcina electrică și intensitatea câmpului electric în rezolvarea unor probleme legate de studiul capacității electrice, energia câmpului electric și deplasarea particulelor încărcate electric în câmp electric uniform.
- 4 Cunoașterea contribuțiilor unor mari personalități la dezvoltarea electrostaticii
- 6 Realizarea de conexiuni între fenomene electrostatice din mediu și noțiunile studiate.
 - 1 Verificarea experimentală a primei legi a electrolizei, a legii lui Faraday, și urmărirea descărcărilor electrice în gaze rarefiate.
 - 2 Identificarea și definirea mărimilor fizice caracteristice studiului conducției electrice în diferite medii.
 - 3 Aplicarea legii lui Faraday în rezolvarea unor probleme simple privind fenomenele de electroliză.
 - 5.1 Aplicarea legilor și a noțiunilor studiate în determinarea principiilor de funcționare ale unor dispozitive și tehnologii.
 - 5.2 Diferențierea între modelele de electron și ion.

UNITĂȚI DE CONȚINUT

1 Electrostatică

- Legea lui Coulomb.
- Intensitatea câmpului electric.
Potențialul electric.
- Momente din istoria electrostaticii (Coulomb și Faraday).
- Dielectrici.
- Capacitatea electrică. Condensatorul
- Conectarea condensatoarelor
- Energia câmpului electric.
- Mișcarea particulelor încărcate electric în câmp electric.

2 Electrocinetică

- Conductivitatea electrică în solide, lichide și gaze.
- Electroliza. Legea lui Faraday.
Aplicații.
- Descărcarea electrică în gaze rarefiate.
Electronul. Tubul catodic.
- Dioda cu vid. Efectul termoelectric.

1 Determinarea mărimilor fizice specifice câmpului magnetic (inducția câmpului magnetic, forța magnetică, forța electrodinamică, forța Lorentz, fluxul magnetic) în cadrul unor experimente de electromagnetism.

2 Caracterizarea fenomenelor magnetice și electromagnetice prin intermediul mărimilor fizice care le descriu.

3 Folosirea principiilor și noțiunilor de mecanică studiate anterior în rezolvarea de probleme bazate pe fenomene electromagnetice.

4.1 Modelarea câmpului magnetic cu ajutorul liniilor de câmp și aplicarea regulilor de determinare a sensului liniilor de câmp, a inducției magnetice, a forței Lorentz și a forței electromagnetice.

4.2 Explicarea fenomenelor electromagnetice apelând la cunoștințele de fizică atomică, electrostatică și electrocinetică dobândite.

5 Realizarea de conexiuni între fenomene electromagnetice și din alte domenii ale fizicii în scopul explicării principiilor de funcționare a unor aparate și montaje simple.

1 Realizarea experimentală a unor circuite de curent alternativ și vizualizarea mărimilor oscilatorii pe osciloscop sau descrierea acestora.

2 Definirea unor noțiuni și mărimi fizice necesare studiului oscilațiilor unor mărimi electrice (tensiune electromotoare și curent alternativ, valori instantanee și efective ale tensiunii și intensității curentului alternativ).

3. Modelarea fenomenelor oscilatorii electrice și stabilirea unor corelații între mărimile caracteristice utile în rezolvarea de probleme.

5 Utilizarea unui limbaj propriu fizicii pentru explicarea fenomenelor oscilatorii ale curentului și tensiunii electrice alternative.

6 Aplicarea cunoștințelor referitoare la circuitele de curent alternativ în știință și tehnică.

3 Electromagnetism

Câmp magnetic. Inducția magnetică.

Fluxul magnetic.

Interacția magnetică a curenților electrici.

Inducția electromagnetică.

Energia câmpului magnetic.

Devierea sarcinii electrice în câmp magnetic. Forța Lorentz.

4 Curentul alternativ

Osciloscopul.

Generarea tensiunii electromotoare.

Valoarea efectivă a intensității și tensiunii alternative.

Circuitul serie cu rezistor, bobină și condensator în curent alternativ.
Rezonanța tensiunilor

Circuitul oscilant.

1 Observarea și explorarea dirijată a unor fenomene ce evidențiază producerea și propagarea câmpului electromagnetic.

2 Definirea unor noțiuni și mărimi fizice necesare studiului câmpului și undelor electromagnetice.

3.1 Modelarea fenomenelor legate de câmpul electromagnetic și de propagarea acestuia.

3.2 Aplicarea relațiilor de definiție ale mărimilor fizice studiate în caracterizarea câmpului și undelor electromagnetice în rezolvarea de probleme simple.

4 Identificarea unor momente din istoria fizicii legate de teoria câmpului electromagnetic și aplicații ale acestuia.

5 Utilizarea unui limbaj propriu fizicii pentru explicarea câmpului și undelor electromagnetice.

6 Aplicarea cunoștințelor referitoare la câmpul electromagnetic și a undelor electromagnetice în știință și tehnică.

1.1 Investigarea unor fenomene de optică geometrică și a acțiunii unor dispozitive optice simple (oglinzi, prisme)

1.2 Explorarea dirijată a unor fenomene producătoare de spectre cromatice

2. definirea unor mărimi fizice specifice și deducerea unor relații între acestea (indicele de refracție)

3. Rezolvarea de probleme simple privind sisteme optice cu oglinzi

4. Identificarea unor momente din istoria fizicii legate de teoria culorilor.

5. Explicarea fenomenelor optice și cromatice într-un limbaj specific.

6. Aplicarea cunoștințelor referitoare la teoria culorilor în știință și tehnică.

5. Câmpul electromagnetic

Momente din istoria electromagnetismului (Faraday, Maxwell, Hertz ș.a.)

Câmpul electromagnetic.

Undele electromagnetice. Antena.

6 Elemente de optică și teoria culorilor

Experimentele lui Newton. Spectrul de fantă

Experimentele lui Goethe

Amestecul substractiv și aditiv cromatic

Aplicații în tehnica modernă a vizualului

Momente din istoria teoriei culorilor (aristotel, Newton, Goethe, Itten ș.a.)

Reflexia și refracția luminii

oglinzi sferice și plane. Aplicații

Interferența luminii

2. Definierea noțiunilor și conceptelor necesare formulării teoriei structurale a atomului

3. Aplicarea relațiilor mărimilor legate de modelul planetar al atomului în rezolvarea unor probleme simple.

4. Identificarea unor momente din istoria structurării teoriei atomice.

6. Comentarea impactului descoperirilor din fizica atomică asupra științei și tehnologiilor.

7 Elemente de fizică atomică

Experimentul lui Rutherford. Modelul planetar.

Atomul cu mai mulți electroni

Momente din istoria fizicii atomice

LUCRĂRI DE LABORATOR OPȚIONALE

Balanța electrostatică.

Vizualizarea liniilor de câmp.

Punerea în evidență a proprietăților câmpului electric al condensatorului plan.

Măsurători privind conductibilitatea unei soluții de NaCl.

Experiment pentru legea electrolizei (cuprarea unui obiect metalic).

Descărcări electrice în condensatorul plan.

Descărcări electrice în gaze rarefiate.

Studiul osciloscopului.

Spectrul câmpului magnetic al unui magnet permanent și al unui solenoid.

Punerea în evidență a câmpului magnetic de o spiră parcursă de curent electric.

Punerea în evidență a acțiunii câmpului magnetic asupra curentului electric.

Punerea în evidență a interacției magnetice a curenților electrici.

Observarea calitativă a inducției electromagnetice.

Observarea calitativă a autoinducției.

Frână electromagnetică.

Comportarea condensatorului și a bobinei în curent continuu și alternativ.

Observarea calitativă a funcționării circuitului oscilant.

Formarea imaginilor în oglinzi

determinarea indicelui de refracție

Studiul interferenței

SUGESTII METODOLOGICE

Ținând cont de specificul activității de predare în școala Waldorf trebuie precizat că fizica este o disciplină care aparține *învățământului principal*, iar ca formă didactică predarea se va efectua în *epoci* de trei sau patru săptămâni, profesorul având la dispoziție și un număr de ore de specialitate în funcție de planul de epoci și de orarul clasei respective.

Se recomandă ca demersul pentru fiecare unitate de conținut să țină cont de următoarele etape:

- a) Se va porni de la experiment, acesta fiind efectuat către sfârșitul orei de învățământ principal. Elevii își trec în *caietul de notițe* elementele esențiale.
- b) Elevii vor avea - printre altele - ca temă pentru acasă redarea în *caietul de epocă*, sub formă de text și imagine, a întregii secvențe din procesul de învățământ referitoare la experimentul respectiv. Descrierea experimentului trebuie să fie exactă, nuanțată și cât mai completă. Ea va conține: denumirea materialelor/obiectelor utilizate, montajul experimental, desfășurarea experimentului și rezultatele obținute. De la caz la caz se poate cere și prezentarea unei explicații științifice.
- c) În zilele următoare are loc discutarea/evaluarea rezultatelor experimentale, corelarea/ordonarea cognitivă a fenomenelor și descoperirea legităților. Pentru exprimarea legităților se apelează tot mai mult, pe parcursul epocii și de la an la an, la formulări matematice.

Deși aspectul de interdisciplinaritate joacă un rol important, ca un principiu de bază se va avea în vedere ca disciplina „Fizică” să nu-și piardă identitatea devenind un appendice al orelor de matematică, filozofie, sau educație tehnologică. Se va evita deci tratarea nefenomenologică: exclusiv-matematică sub formă de formule sau modele, numai pe bază de definiții și axiome abstracte, sau exclusiv tehnică. Se va căuta o îmbinare armonioasă a modelării fizico-matematice cu demersul fenomenologic pe baza experimentelor prezentate. Prezentarea conținuturilor va insera dezvoltarea real istorică din domeniul respectiv.

Evaluarea elevilor se va face prin cerințele exersate la orele de fizică și prin teme date acestora pentru dobândirea respectivei competențe după precizarea duratei și a baremului de notare. Pot fi evaluate capacitățile elevului de:

- a defini sau a recunoaște fenomene fizice, mărimi fizice, unități de măsură, legi, principii;
- a descrie legi sau relații, indicând semnificațiile termenilor sau simbolurilor folosite;
- a recunoaște și a caracteriza fenomene și sisteme întâlnite în cotidian;
- a reprezenta sau descrie (grafice, diagrame, dispozitive, modele, circuite, scheme bloc, metode experimentale, aplicații ale legilor sau consecințele fenomenelor);
- a enumera caracteristicile unui model;
- a completa tabele, figuri, enunțuri lacunare;
- a găsi corespondențe între două coloane care conțin termeni din fizică;
- a folosi metoda algoritmică (șir de operații ordonate) de rezolvare a testelor grilă cu un singur răspuns corect la alegere;
- a rezolva analitic (literal sau numeric) probleme cu grade scăzute sau medii de dificultate;
- a recunoaște "adevărat/fals" în afirmații sau termenii lipsă din spațiile lacunare ale itemilor;
- a analiza idealizările, neglijarile sau domeniul de aplicare al unui model;
- a formula ipoteze sau concluzii legate de studiul unor fenomene;
- a estima ordinul de mărime sau limitele naturale ale unor mărimi fizice;
- a analiza și a răspunde la cerințe de genul: explicarea unui proces sau a unui fenomen, funcționarea unui dispozitiv, precizarea rolului unui instrument sau aparat de măsură, a condițiilor necesare pentru evoluția unui proces, realizarea de transferuri prin analogie a unor raționamente, compararea sau clasificarea unor fenomene, mișcări sau interacțiuni după diferite criterii alese, verificarea bilanțului energetic într-un proces fizic specificat, etc.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Curriculum școlar pentru clasele IX-XII elaborat de Consiliul Național pentru Curriculum, 2000
- [2] Manuale de fizică aprobate de M.E.N.
- [3] Rawson, Martyn ș.a. The Educational Tasks and Content of The Steiner Waldorf Curriculum Steiner Schools Felowship Publications, 2000.
- [4] Richter, Tobias ș.a. Sarcina pedagogică și obiectivele de învățământ ale unei școli libere Waldorf, - lucrare în curs de editare în limba română
- [5] Paxino, Gheorghe ș.a. *Metodica predării fizicii la clasele 9 – 12 Îndrumar pentru clasele Waldorf.* (Material în curs de elaborare)
- [6] Steiner, Rudolf *Impulsuri ale Științei Spirituale pentru dezvoltarea fizicii* (Primul curs de științe naturale: Electromagnetism, optică), Arhetip, București 1997
- [7] Steiner, Rudolf *Impulsuri ale Științei Spirituale pentru dezvoltarea fizicii* (Al doilea curs de științe naturale: Termodinamică), - lucrare în curs de editare în limba română.
- [8] Steiner, Rudolf *Impulsuri ale Științei Spirituale pentru dezvoltarea fizicii* (Al treilea curs de științe naturale: Astronomia și raportul ei cu celelalte științe ale naturii), - lucrare în curs de editare în limba română
- [9] Steiner, Rudolf *Arta educației. Metodica și didactica*, Triade, Cluj-Napoca, 1994
- [10] Wagenschein, Martin *Die pädagogische Dimension der Physik* Westermann, Braunschweig, 1976
- [11] Stockmeyer, E.A.K. *Zur Methodik des Physikunterrichts*, Stuttgart 1992
- [12] Baravalle, von Hermann *Physik als reine Phänomenologie*, vol. I, II, Verlag Freies Geistesleben Stuttgart, 1996
- [13] Lehrs, Ernst *Mensch und Materie* Klostermann, Frankfurt 1966
- [14] Mackensen, von Manfred *Felder, Strahlen und Atome*, Pädagogische Forschungsstelle Kassel, 1999

CLASA A XII-A

COMPETENȚE SPECIFICE	UNITATI DE CONTINUT
1 Investigarea unor fenomene de optică geometrică și a acțiunii unor dispozitive optice simple (oglinzi lentile, prisme optice).	1 Elemente de fotometrie și optică geometrică Elemente de fotometrie.
2 Definierea unor mărimi fizice specifice și deducerea unor relații între acestea (indice de refracție)	Reflexia și refracția luminii. Dioptrul sferic și plan.
3.1 Rezolvarea de probleme simple privind sisteme optice cu oglinzi lentile și prisme.	Oglinzi sferice și plane. Utilizarea oglinzilor.
3.2 Rezolvarea de probleme simple privind mărimile fotometrice și relațiile dintre acestea și fenomenele de reflexie și refracție.	Lentilele și asociații de lentile. Utilizarea lentilelor.
5 Explicarea fenomenelor optice studiate într-un limbaj specific.	Elemente de percepție vizuală. Ochiul.
1 Explorarea dirijată a unor fenomene producătoare de spectre cromatice	2 Teoria culorilor Experimentele lui Newton. Spectrul de fantă.
4 Identificarea unor momente din istoria fizicii legate de teoria culorilor	Experimentele lui Goethe.
5 Explicarea fenomenelor cromatice folosind modelul fenomenului primar cromatic a lui Goethe	Spectrul complementar (de fir). Spectrele parțiale.
6 Aplicarea cunoștințelor referitoare la teoria culorilor în știință și tehnica vizualului.	Amestecul substractiv și aditiv cromatic. Cercul și sfera culorilor. Aplicații în tehnica modernă a vizualului. Momente din istoria teoriei culorilor (Aristotel, Newton Goethe, Itten ș.a.).

1 Realizarea unor experimente de dispersie, interferență, difracție și *polarizarea luminii*.

2 Definierea unor noțiuni și mărimi fizice necesare formulării teoriei undulatorii (lungime de undă, frecvență, amplitudine, viteză de propagare etc.).

3 Aplicarea unor relații din teoria ondulatorie în rezolvarea de probleme simple privind calculul unor mărimi caracteristice din spectrul cromatic.

4 Identificarea unor momente din istoria teoriei undulatorii a luminii.

5 Explicarea unor fenomene de optică ondulatorie pe baza modelului lui Huygens într-un limbaj specific.

1 Extragerea de informații utile din descrierea unor experimente realizate în scopul evidențierii efectelor cuantice.

2 Definierea noțiunii de foton.

3 Aplicarea relațiilor de calcul a mărimilor fizice legate de fenomenele opticii fotonice (lucrul mecanic de extracție, energia cinetică a fotoelectronilor etc.) în rezolvarea de probleme simple.

4 Identificarea unor momente din istoria teoriei cuantice a luminii.

5 Integrarea cunoștințelor de mecanică în vederea explicării unor fenomene de optică fonică (efect fotoelectric, efect Compton, producerea radiației X de frânare și caracteristice, fenomene cromatice ș.a.).

6 Identificarea unor domenii de aplicabilitate ale dispozitivelor optice ce funcționează pe baza efectului fotoelectric.

3 Fenomene ondulatorii

Unde mecanice. Ecuația undei plane.

Dispersia luminii.

Interferența luminii.

Unde staționare.

Spectrul de rețea.

**Dispozitive interferențiale.*

**Difracția luminii și rețele de difracție.*

**Polarizarea luminii.*

Momente din istoria teoriei ondulatorii a luminii (Huygens, Young ș.a.).

4. Fizică cuantică

Teoria corpusculară a luminii

Efectul fotoelectric extern. Aplicații

Ipoteza Planck. Fotonul

Ipoteza de Broglie.

Dualismul corpuscul-undă

**Relațiile de nedeterminare ale lui Heisenberg*

**Radiațiile X și efectul Compton.*

Momente din istoria teoriei cuantice a luminii (Newton, Planck, Einstein ș.a.)

- 2 Definierea noțiunilor și conceptelor necesare formulării teoriei structurale a atomului.
- 3 Aplicarea relațiilor legate de fenomene ce au loc la nivelul atomului în rezolvarea de probleme simple.
- 4 Identificarea unor momente din istoria structurării teoriei atomice.
- 5 Aplicarea cunoștințelor de mecanică dobândite anterior pentru explicarea modelelor atomice.
- 6 Comentarea impactului descoperirilor din fizica atomică asupra științei și tehnologiilor.

- 1 Prezentarea experimentelor care au condus la formularea modelelor nucleului atomic.
- 2 Definierea noțiunilor și conceptelor necesare formulării teoriei structurale a nucleului atomic (nucleoni, energie de legătură, stabilitate, legi de conservare, dezintegrare etc.).
- 3 Aplicarea unor relații legate de fenomene ce au loc la nivelul nucleului în cazul dezintegrării radioactive în rezolvarea de probleme simple.
- 4 Identificarea unor momente din istoria structurării teoriei nucleului atomic.
- 5 Aplicarea cunoștințelor de fizică dobândite anterior pentru explicarea unor aspecte privind stabilitatea nucleelor și reacțiile nucleare.
- 6 Comentarea impactului descoperirilor din fizica nucleară asupra protejării mediului natural prin aplicarea tehnologiilor dezvoltate pe baza cunoașterii acestor fenomene.

5 Modele atomice

Spectre atomice.

Experiența Rutherford. Modelul planetar.

**Modelul cuantificat. Stări energetice în atom.*

Atomul cu mai mulți electroni.

**Tranziții spontane și induse.*

**Lasere.*

Momente din istoria teoriei cuantice a luminii (Thomson, Rutherford, Bohr ș.a.).

6 Fizica nucleului

Energia de legătură a nucleului.
Stabilitatea nucleului.

Modele nucleare.

Reacții nucleare. Legile dezintegrării radioactive.

Fiziunea nucleară.

**Acceleratoare de particule.*

**Fuziunea nucleară.*

**Fizica la granița cu alte științe.*

2 Definierea principiilor teoriei relativității restrânse.

3 Aplicarea teoriei relativității restrânse în obținerea relațiilor cinematicii și dinamicii relativiste și utilizarea acestora în rezolvarea unor probleme simple.

4 Identificarea unor momente din istoria structurării teoriei relativității restrânse.

5 Explicarea elementelor de cinematică și dinamică relativistă rezultate din postulatele teoriei relativității și transformările lui Lorentz.

7 ***Noțiuni de teoria relativității restrânse**

Postulatele teoriei relativității restrânse.

Elemente de cinematică și dinamică relativistă (relativitatea spațiului și timpului, masa și energia relativistă).

Momente din istoria teoriei relativității restrânse (Galilei, Lorentz, Einstein)

LUCRĂRI DE LABORATOR OPȚIONALE

Punerea în evidență a fenomenelor fotomotrice de bază.

Formarea imaginilor în oglinzi.

Determinarea indicelui de refracție.

Formarea imaginilor în lentile.

Studiul difracției.

Observarea formării postimaginilor.

Fenomene cromatice cu discul rotitor.

Experimentele lui Newton. Spectrul de fantă.

Experimentele lui Goethe. Spectrele parțiale, spectrul complementar.

Spectrul de „rețea simplă”; determinarea lungimii de undă.

Punerea în evidență a amestecului subtractiv și aditiv cromatic.

Observarea reflexiei și refracția undelor pe suprafața apei.

Studiul dispozitivului Young.