

MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII  
AL REPUBLICII MOLDOVA

## CURRICULUM NAȚIONAL

# FIZICĂ. ASTRONOMIE

CLASELE X-XII

- Curriculum disciplinar
- Ghid de implementare

Chișinău, 2020

## CURRICULUM DISCIPLINAR

### Aprobat:

- Consiliul Național pentru Curriculum, proces-verbal nr. 22 din 05.07.2019
- Ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 906 din 17.07.2019

### COORDONATORI:

- **Angela CUTASEVICI**, Secretar de Stat în domeniul educației, MECC
- **Valentin CRUDU**, dr., șef Direcție învățământ general, MECC, coordonator al managementului curricular
- **Victor PĂGÎNU**, consultant principal, MECC, coordonator al grupului de lucru

### EXPERȚI-COORDONATORI:

- **Vladimir GUȚU**, dr. hab., prof. univ., USM, expert-coordonator general
- **Anatol GREMALSCHI**, dr. hab., prof. univ., Institutul de Politici Publice, expert-coordonator pe ariile curriculare *Matematică și științe și Tehnologii*

### GRUPUL DE LUCRU:

- **Viorel BOCANCEA** (coordonator), dr., conf. univ., UST
- **Olga BALMUȘ**, grad did. întâi, IPLT „Petre Țefănucă”, Ialoveni
- **Victor CIUVAGA**, grad did. superior, IPLT „Constantin Stere”, Soroca
- **Vladimir DONICI**, dr., grad did. superior, Colegiul Tehnologic din Chișinău
- **Olga MACHEVNINA**, grad did. întâi, IPLT „Academia copiilor”, Chișinău
- **Veaceslav MACRINICI**, grad did. superior, IPLT „Ion Luca Caragiale”, Orhei
- **Tamara RUSU**, grad did. superior, IPLT „Gheorghe Asachi”, Chișinău

**Fizică. Astronomie:** Curriculum național : Clasele 10-12 : Curriculum disciplinar : Ghid de implementare / Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova ; coordonatori: Angela Cutasevici, Valentin Crudu, Victor Păgînu; grupul de lucru: Viorel Gremalschi (coordonator) [et al.]. – Chișinău : Lyceum, 2020 (F.E.-P. "Tipografia Centrală"). – 144 p. : fig., tab.

Referințe bibliogr.: p. 143-144(28 tit.). – 2000 ex.

ISBN 978-9975-3437-4-9.

373.5.091:[53+52](073)

F 62

## GHID DE IMPLEMENTARE

**Elaborat** în conformitate cu prevederile Curriculumului disciplinar, aprobat la ședința Consiliului Național pentru Curriculum, prin ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 906 din 17.07.2019

### COORDONATORI:

- **Angela CUTASEVICI**, Secretar de Stat în domeniul educației, MECC
- **Valentin CRUDU**, dr., șef Direcție învățământ general, MECC, coordonator al managementului curricular
- **Victor PĂGÎNU**, consultant principal, MECC, coordonator al grupului de lucru

### EXPERȚI-COORDONATORI:

- **Vladimir GUȚU**, dr. hab., prof. univ., USM, expert-coordonator general
- **Anatol GREMALSCHI**, dr. hab., prof. univ., Institutul de Politici Publice, expert-coordonator pe ariile curriculare *Matematică și științe și Tehnologii*

### GRUPUL DE LUCRU:

- **Viorel BOCANCEA** (coordonator), dr., conf. univ., UST
- **Victor CIUVAGA**, grad did. superior, IPLT „Constantin Stere”, Soroca
- **Tamara RUSU**, grad did. superior, IPLT „Gheorghe Asachi”, Chișinău

# Preliminarii

*Curriculumul* la disciplina *Fizică. Astronomie*, precum și manualul școlar, ghidul metodologic, softurile educaționale etc., face parte din ansamblul de produse/documente curriculare și reprezintă o componentă esențială a *Curriculumului Național*.

Elaborat în conformitate cu prevederile documentelor de politici educaționale: *Codul Educației al Republicii Moldova* (2014), *Cadrul de referință al Curriculumului Național* (2017), *Curriculumul de bază: sistem de competențe pentru învățământul general* (2018), dar și cu *Recomandările Parlamentului European și ale Consiliului Uniunii Europene, privind competențele-cheie din perspectiva învățării pe parcursul întregii vieți* (Bruxelles, 2018), *Curriculumul* la disciplina *Fizică. Astronomie* reprezintă un document reglator, care are în vedere prezentarea interconexă a demersurilor conceptuale, teleologice, conținutale și metodologice, accentul fiind pus pe sistemul de competențe ca un nou cadru de referință al finalităților educaționale.

*Curriculumul* la disciplina *Fizică. Astronomie* fundamentează și ghidează activitatea cadrului didactic, facilitează abordarea creativă a demersurilor de proiectare didactică de lungă durată și de scurtă durată, dar și realizarea propriu-zisă a procesului de predare – învățare – evaluare.

Disciplina *Fizică. Astronomie*, prezentată/valorificată în plan pedagogic în curriculumul dat, are un rol important în formarea/dezvoltarea personalității elevilor, în formarea unor competențe necesare pentru învățare pe tot parcursul vieții, precum și de integrare într-o societate bazată pe cunoaștere.

În procesul de proiectare a *Curriculumului* la disciplina *Fizică. Astronomie*, s-a ținut cont de:

- abordările postmoderne și tendințele dezvoltării curriculare pe plan național și internațional;
- necesitățile de adaptare a curriculumului disciplinar la așteptările societății, la nevoile elevilor, dar și la tradițiile școlii naționale;
- valențele disciplinei în formarea competențelor transversale, transdisciplinare și a celor specifice;
- necesitățile asigurării continuității și interconexiunii dintre treptele învățământului general: *educație timpurie, învățământ primar, învățământ gimnazial și învățământ liceal*.

*Curriculumul* la disciplina *Fizică. Astronomie* cuprinde următoarele componente structurale: *Preliminarii, Administrarea disciplinei, Repere conceptuale, Competențe*

*specifice disciplinei, Unități de competență, Unități de conținut, Activități și produse de învățare, Repere metodologice de predare – învățare – evaluare, Lista bibliografică (curriculumul la disciplină include și finalitățile prezentate după fiecare clasă, care reprezintă competențele specifice disciplinei, manifestate gradual la etapa dată de învățare, având funcția de stabilire a obiectivelor de evaluare finală).*

Totodată, *Curriculumul* la disciplina *Fizică. Astronomie* orientează cadrul didactic spre organizarea procesului de predare – învățare – evaluare în baza unităților de învățare (unități de competență – unități de conținut – activități de învățare).

*Curriculumul* la disciplina *Fizică. Astronomie* are următoarele funcții:

- de conceptualizare a demersului curricular specific disciplinei *Fizică. Astronomie*;
- de reglementare și asigurare a coerenței dintre disciplina dată și alte discipline din aria curriculară, dintre predare – învățare – evaluare, dintre produsele curriculare specifice disciplinei *Fizică. Astronomie*, dintre competențele structurale ale curriculumului disciplinar, dintre standardele și finalitățile curriculare;
- de proiectare a demersului educațional/contextual (la nivel de clasă concretă);
- de evaluare a rezultatelor învățării etc.

*Curriculumul* la disciplina *Fizică. Astronomie* este adresat cadrelor didactice, autorilor de manuale, evaluatorilor, metodiștilor etc.

E de menționat faptul că beneficiarul principal al acestui document este elevul (care are un statut specific în acest sens).

# I. Repere conceptuale

În conformitate cu prevederile *Cadrului de referință al Curriculumului Național* [2], curriculumul include experiențe planificate riguros pentru formarea și dezvoltarea competențelor elevilor în școală, în vederea atingerii finalităților învățării la cele mai înalte standarde de performanță, ținând cont de posibilitățile individuale ale celor educați. *Curriculumul la disciplina Fizică. Astronomie* este parte componentă a *Curriculumului Național* și reprezintă un sistem de concepte, procese, produse și finalități care, alături de curricula modernizată la alte discipline, asigură funcționalitatea și dezvoltarea învățământului la treapta liceală. Acest document se axează pe următoarele abordări:

- psihocentrică;
- sociocentrică.

Centrarea curriculumului pe elev, prin luarea în considerare a particularităților și a nevoilor, precum și a ritmului propriu de învățare și dezvoltare ale acestuia, are loc în cadrul abordării *psihocentrice*. Asimilarea sistemului de valori promovate de către societate are loc în cadrul abordării *sociocentrice*.

Sistemul de competențe în cadrul *Curriculumului* disciplinar la *Fizică. Astronomie* este format din:

- **Competențe-cheie/transversale** care sunt o categorie curriculară importantă cu un grad înalt de abstractizare și generalizare, ce marchează așteptările societății privind parcursul școlar și performanțele generale, care pot fi atinse de către elevi la încheierea școlarizării. Ele reflectă atât tendințele din politicile educaționale naționale, precizate în *Codul Educației* (2014), cât și tendințele politicilor internaționale, stipulate în *Recomandările Comisiei Europene* (2018).

Competențele-cheie/transversale se referă la diferite sfere ale vieții sociale și conțin un caracter pluri-/inter-/transdisciplinar.

- **Competențele specifice disciplinei** derivă din competențele-cheie/transversale. Competențele specifice fiecărei discipline școlare se prezintă în curriculumul disciplinar respectiv și se preconizează a fi atinse până la finele clasei a XII-a. Raportate la *Fizică. Astronomie*, acestea sunt vizate în cadrul celor 4 competențe specifice disciplinei, în cadrul unităților de competență, al unităților de conținut, al activităților de învățare și al produselor școlare recomandate.

Competențele specifice disciplinei, fiind proiectate pentru tot parcursul treptei liceale, repherează proiectarea de lungă durată la disciplină. Proiectarea didactică anuală a disciplinei se realizează conform datelor din *Administrarea disciplinei*, ținându-se cont de *Repartizarea orientativă a orelor pe unități de conținut*.

- **Sistemele de unități de competență** proiectate pentru o unitate de învățare sunt prevăzute integral pentru evaluarea de tip cumulativ la sfârșitul respectivei unități de învățare și selectiv – pentru evaluarea formativă pe parcurs. Aceste sisteme reperează proiectarea didactică a unităților de învățare și proiectarea didactică de scurtă durată.

Sistemele de unități de competență sintetizate la finele fiecărei clase sunt prevăzute pentru evaluarea anuală.

Unitățile de competență sunt constituite ale competențelor și facilitează formarea competențelor specifice, reprezentând etape în achiziționarea/construirea acestora.

Unitățile de competență sunt structurate și dezvoltate la fiecare disciplină pentru fiecare dintre clasele a X-a – a XII-a pe parcursul unei unități de învățare/al unui an școlar, fiind prezentate în curriculumul disciplinar respectiv.

- **Unitățile de conținut** constituie mijloace informaționale, prin care se urmărește realizarea sistemelor de unități de competență proiectate pentru unitatea de învățare dată. Respectiv, se vizează realizarea competențelor specifice disciplinei, dar și a celor transversale/transdisciplinare.

Unitățile de conținut includ temele și termenii specifici disciplinei: cuvinte/sintagme care trebuie să se acumuleze în vocabularul activ al elevului la finalizarea unității de învățare.

- **Activitățile de învățare și produsele școlare recomandate** reprezintă o listă deschisă de contexte semnificative de manifestare a unităților de competență proiectate pentru formare/dezvoltare și evaluare în cadrul unității de învățare. Cadrul didactic are libertatea și responsabilitatea să valorifice această listă în mod personalizat la nivelul proiectării și realizării lecțiilor, dar și să o completeze în funcție de specificul clasei concrete de elevi, de resursele disponibile etc.

## II. Administrarea disciplinei

| Statutul disciplinei   | Aria curriculară      | Clasa | Nr. de ore pe săptămână |      | Nr. de ore pe an |      |
|------------------------|-----------------------|-------|-------------------------|------|------------------|------|
|                        |                       |       | Umanist                 | Real | Umanist          | Real |
| Disciplină obligatorie | Matematică și Științe | X     | 2                       | 3    | 68               | 102  |
|                        |                       | XI    | 2                       | 3    | 68               | 102  |
|                        |                       | XII   | 2                       | 4    | 66               | 132  |

### Note:

- 1. Profesorul este liber să stabilească ordinea studierii compartimentelor, să repartizeze orele alocate conform Planului de învățământ, respectând condiția parcurgerii integrale a conținutului și realizarea competențelor stabilite. Profesorul are responsabilitatea de a adapta curriculumul la condițiile reale și la ritmul de învățare al fiecărui elev sau al fiecărei clase în parte.*
- 2. Unitățile de competență, unitățile de conținut și activitățile notate cu asterisc (\*) se vor studia la extindere la solicitarea elevilor sau a părinților.*
- 3. Toate testele de evaluare sumativă vor conține itemi prin care vor fi evaluate doar unitățile de competență și unitățile de conținut obligatorii.*
- 4. Lucrările de laborator au un caracter obligatoriu, însă profesorul poate să le înlocuiască cu altele, similare, în funcție de dotarea laboratorului de fizică din instituție. Profilul real va realiza lucrări practice la finele unui compartiment sau la finele anului de studii. Lucrările practice se vor efectua în grupuri a câte 2-4 elevi, pe parcursul unei lecții (45 min.) sau al unei perechi (90 min.).*
- 5. La elaborarea manualelor, autorii vor respecta integral prevederile prezentului curriculum. În conținuturi, notarea mărimilor fizice se va realiza conform standardelor metrologice în vigoare. Va fi utilizată terminologia specifică disciplinei corespunzătoare expunerii în curriculum.*



### **III. Competențe specifice disciplinei FIZICĂ. ASTRONOMIE**

1. Identificarea și descrierea fenomenelor fizice și a manifestărilor acestora prin observații directe și analize ale surselor de informații, manifestând curiozitate și atenție.
2. Investigarea fenomenelor fizice simple prin observare și experimentare, manifestând perseverență și precizie.
3. Analiza și interpretarea datelor și a informațiilor cu referire la fenomenele fizice simple și la aplicațiile tehnice ale acestora, manifestând gândire critică.
4. Gestionarea cunoștințelor și a capacităților din domeniul fizicii prin rezolvarea de probleme și situații-problemă cotidiene, manifestând atenție și creativitate.

# IV. Unități de învățare

PROFILUL REAL  
CLASA A X-A

| Unități de competență  | Unități de conținut  | Activități și produse de învățare recomandate   |
|--|--|---|
| <b>MECANICA</b><br><b>I. Cinematica</b>  |  |   |
| <p>1.1. Descrierea mișcării corpurilor folosind modelele și conceptele: <i>punct material, mobil, solid rigid, corp de referință, sistem de coordonate, sistem de referință, traiectorie, deplasare, distanță parcursă, coordonată, viteză, viteză medie, accelerație, perioadă, frecvență, viteză unghiulară, accelerație centripetă.</i></p> <p>1.2. Identificarea condițiilor în care un corp poate fi descris ca un punct material sau ca un mobil.</p> <p>1.3. Explicarea relativității mișcării mecanice.</p> <p>1.4. Identificarea particularităților mișcării rectilinii uniforme, ale mișcării rectilinii uniform variate și ale mișcării circular uniforme.</p> <p>1.5. Reprezentarea în formă analitică și grafică a:<br/>1) legii mișcării în mișcarea rectilinie uniformă;<br/>2) legii mișcării și a legii vitezei în mișcarea rectilinie uniform variată.</p> <p>1.6. Aplicarea formulelor vitezei, a vitezei medii, a accelerației, a accelerației centripete, a perioadei, a frecvenței, a vitezei unghiulare, a legii mișcării rectilinii uniforme, a legii vitezei și a legii mișcării rectilinii uniform variate la rezolvarea problemelor în situații concrete.</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Conceptele de bază ale cinematicii. Mărimi vectoriale. Operații cu vectori. Eroare relativă</li><li>• Mișcarea rectilinie uniformă. Viteza. Legea mișcării rectilinii uniforme. Relativitatea mișcării mecanice. Re-prezentarea grafică a legii mișcării rectilinii uniforme.</li><li>• Mișcarea rectilinie uniform variată.</li><li>• Accelerația. Legea vitezei. Legea mișcării rectilinii uniform variate. Mișcarea corpurilor pe verticală. Re-prezentarea grafică a legii mișcării rectilinii uniform variate, a legii vitezei</li><li>• Mișcarea curbilinie. Mișcarea circulară uniformă. Accelerația centripetă</li></ul> | <p><b>Activități de învățare:</b></p> <p><b>Experimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– mișcarea rectilinie și curbilinie/circulară;</li><li>– relativitatea mișcării;</li><li>– căderea corpurilor în aer, în vid (în tubul lui Newton) și în lichid;</li><li>– stabilirea direcției și a sensului vitezei în mișcarea circulară.</li></ul> <p><b>Rezolvări de probleme/situații-problemă:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– operații cu vectori, proiecția vectorului pe axe de coordonate;</li><li>– determinarea poziției punctului material în sistemul de coordonate/referință, a proiecției vectorilor: a deplasării, a vitezei și a accelerației;</li><li>– aplicarea legilor de compunere a deplasărilor și a vitezelor;</li><li>– aplicarea formulelor vitezei și a accelerației, a legilor mișcării și a vitezei, construirea graficelor coordonatei, ale vitezei și ale accelerației;</li><li>– aplicarea formulelor perioadei, a frecvenței, a accelerației centripete și a vitezei unghiulare.</li></ul> |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>1.7. Investigarea experimentală a mișcării rectilinii uniforme și a mișcării rectilinii uniform variate.</p> <p>1.8. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>1.9. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>1.10. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>1.11. Formarea comportamentului sistemic al participanților la traficul rutier (traversarea străzilor și a liniilor de cale ferată, deplasarea cu mijloacele de transport ș.a.), argumentând, prin rezolvarea diferitor situații-problemă, faptul că la orice viteză vehiculul parcurge un anumit drum (spațiu) de frânare, care trebuie luat permanent în considerare.</p> <p>1.12. *Descrierea calitativă și cantitativă a mișcării corpurilor pe traiectorii parabolice.</p> | <p><b>*Extindere:</b><br/>Mișcarea corpurilor pe traiectorii parabolice</p>   | <p><i>Lucrări de laborator:</i><br/>1) „Studiul mișcării rectilinii uniforme”;<br/>2) „Verificarea experimentală a uneia dintre formulele caracteristice mișcării rectilinii uniform variate a unui corp”.</p> <p><i>Produce școlare:</i><br/>– experiment realizat;<br/>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;<br/>– probleme/situații-problemă rezolvate;<br/>– rezumat generalizat prezentat: „Tipuri de mișcări ale punctului material”;<br/>– comunicare prezentată: „Vitezometrul” / „Accelerometrul”;<br/>– proiect STEM/STEAM realizat: „De la „frecvența de pedalară” la viteza de mișcare a bicicletei”.</p> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p><i>*Rezolvări de probleme:</i><br/>– mișcarea corpurilor pe traiectorii parabolice.</p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> eroare relativă, viteză momentană, viteză absolută/relativă/de transport, accelerație, accelerație centripetă, viteză unghiulară, ecuație/legea mișcării/vitezei, traiectorie parabolică.</p>   |   |  |
| <p style="text-align: center;"><b>II. Dinamica</b></p>   |   |  |
| <p>2.1. Generalizarea rezultatelor observărilor experimentale în formularea principiilor dinamicii.</p> <p>2.2. Formularea/expunerea principiilor/legilor dinamicii în baza relației cauză-efect.</p> <p>2.3. Determinarea caracteristicilor perechilor de forțe care există într-o interacțiune.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legile/principiile dinamicii.</li> <li>Principiul inerției. Sisteme de referință inerțiale.</li> <li>Principiul fundamental al dinamicii.</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i><br/>– reactualizarea cunoștințelor: forța de greutate, ponderea.</p>   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>2.4. Aplicarea principiilor mecanicii newtoniene, a legii atracției universale, a formulelor forței elastice și a forței de frecare/rezistență în situații concrete.</p> <p>2.5. Identificarea particularităților mișcării rectilinii uniforme, ale mișcării rectilinii uniform variate și ale mișcării circular uniforme în contextul principiilor dinamicii.</p> <p>2.6. Explicarea interacțiunii corpurilor din Univers prin forțe de atracție gravitaționale, care depind de masele corpurilor și distanța dintre ele.</p> <p>2.7. Interpretarea forței de greutate ca forță de atracție universală manifestată în vecinătatea Pământului.</p> <p>2.8. Investigarea experimentală a dependenței alungirii corpurilor elastice de forța deformatoare, a legilor frecării la alunecare.</p> <p>2.9. Descrierea calitativă și cantitativă a mișcării corpurilor sub acțiunea mai multor forțe în sisteme de referință inerțiale (pe plan orizontal, pe plan înclinat, pe circumferință).</p> <p>2.10. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>2.11. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>2.12. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>2.13. Formarea comportamentului sistemic al participanților la traficul rutier (traversarea străzilor și a liniilor de cale ferată, deplasarea cu mijloacele de transport ș.a.), argumentând, prin rezolvarea diferitor situații-problemă, faptul că la orice viteză vehiculul parcurge un anumit drum (spațiu) de frânare, care trebuie luat permanent în considerare.</p> | <p>Principiul acțiunii și al reacțiunii</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmpul gravitațional.</li> <li>Intensitatea câmpului gravitațional. Legea atracției universale.</li> <li>Mișcarea corpurilor cerești (calitativ)</li> <li>• Forța elastică.</li> <li>Forța de frecare. Coeficientul de frecare. Forța de rezistență. Mișcarea corpului sub acțiunea mai multor forțe (pe plan orizontal, pe plan înclinat, pe circumferință). Aplicații</li> </ul> <p><b>*Extindere:</b><br/>Mișcarea corpurilor cerești, a sateliților artificiali (cantitativ). Mișcarea corpurilor sub acțiunea mai multor forțe (sisteme de corpuri legate).</p> <p>Sisteme de referință inerțiale. Forța centrifugă</p> | <p><b>Experimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– observarea diverselor tipuri de interacțiuni dintre corpuri;</li> <li>– verificarea principiului fundamental al dinamicii;</li> <li>– studiul acțiunii și al reacțiunii corpurilor;</li> <li>– mișcarea corpurilor sub acțiunea mai multor forțe.</li> </ul> <p><b>Rezolvări de probleme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea principiilor dinamicii;</li> <li>– aplicarea legii atracției universale și a formulei intensității câmpului gravitațional;</li> <li>– studiul mișcării corpului sub acțiunea mai multor forțe.</li> </ul> <p><b>Lucrări de laborator:</b></p> <p>3) „<i>Determinarea masei corpului necunoscut cu ajutorul resortului și al unui corp cu masa cunoscută</i>”;</p> <p>4) „<i>Determinarea coeficientului de frecare la alunecare</i>”.</p> <p><b>Produce școlare:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– rezumatul generalizat prezentat: „Componentele structurale ale dinamicii ca teorie a interacțiunilor”;</li> <li>– comunicare prezentată: „Aplicarea proprietăților elastice ale corpurilor în diferite dispozitive și mașini”/„Analiza diverselor cazuri privind diminuarea efectelor forțelor de frecare, precum și utilizarea acestora”.</li> </ul> |
|---|---|--|

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>2.14. * Analiza diferențelor dintre frecarea statică și frecarea cinetică.</p> <p>2.15. * Studiul cantitativ al mișcării corpurilor sub acțiunea mai multor forțe în sisteme de referință inerțiale (sisteme de corpuri legate).</p> <p>2.16. * Studiul cantitativ al mișcării corpurilor cerești, al sateliților artificiali.</p> <p>2.17. * Descrierea calitativă și cantitativă a mișcării corpurilor sub acțiunea mai multor forțe în sisteme de referință neinerțiale.</p>  |  | <p>– proiect STEM/STEAM realizat: „Dependența distanței de frânare a vehiculului de starea suprafeței carosabilului”.</p> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p>* <i>Rezolvarea problemelor</i> privind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mișcarea corpurilor sub acțiunea mai multor forțe (a corpurilor supuse la legături);</li> <li>– mișcarea corpurilor cerești, a sateliților artificiali;</li> <li>– mișcarea corpului în sisteme de referință neinerțiale.</li> </ul>   |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: sistem de referință inerțial/neinerțial, acțiune și reacțiune, suprafață netedă/ideală, fir ideal, scripete ideal.</i></p>   |  |   |
| <p><b>III. Impulsul mecanic. Lucrul și energia mecanică</b></p>   |  |   |
| <p>3.1. Descrierea calitativă și cantitativă a conceptelor: <i>lucru mecanic, putere mecanică, energie cinetică, energie potențială, lucrul forțelor conservative, lucrul forțelor de frecare, impuls mecanic, legea conservării energiei mecanice, legea conservării impulsului.</i></p> <p>3.2. Identificarea condițiilor în care energia mecanică și impulsul mecanic se conservă.</p> <p>3.3. Utilizarea mărimilor fizice, a lucrului mecanic, a puterii și a energiei mecanice, a impulsului mecanic, a teoremei variației impulsului, a teoremei variației energiei cinetice, a legii conservării impulsului și a legii conservării energiei mecanice la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsul mecanic. Teorema variației impulsului mecanic al punctului material. Legea conservării impulsului mecanic. Ciocnirea plastică. Mișcarea reactivă</li> <li>• Lucrul mecanic. Puterea mecanică. Energia cinetică. Teorema variației energiei cinetice</li> <li>• Forțe conservative. Lucrul forțelor conservative. Energia potențială gravitațională. Energia potențială elastică. Lucrul forței de frecare/de rezistență</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– transformarea și conservarea energiei mecanice;</li> <li>– ciocnirea plastică;</li> <li>– mișcarea reactivă.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– utilizarea noțiunilor <i>lucru mecanic, putere și energie mecanică, impuls mecanic</i>, aplicarea legii conservării energiei mecanice, a teoremei variației impulsului mecanic, a legii conservării impulsului mecanic (ciocnirea perfect plastică, mișcarea reactivă) în diferite contexte.</li> </ul> |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>3.4. Investigarea experimentală a fenomenelor bazate pe aplicarea legilor conservării energiei mecanice și a impulsului mecanic.</p> <p>3.5. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>3.6. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>3.7. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>3.8. Aplicarea legii conservării impulsului pentru ciocnirea perfect elastică la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>3.9. Explicarea mișcării reactive în baza legii conservării impulsului.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legea conservării și transformării energiei mecanice. Aplicații</li> </ul> <p><b>*Extindere:</b><br/>Ciocnirea perfect elastică</p> | <p><i>Lucrări de laborator:</i></p> <p>5) „Compararea lucrului forței de elasticitate cu variația energiei cinetice a corpului”;</p> <p>6) „Determinarea coeficientului de frecare de alunecare, aplicând teorema variației energiei cinetice”.</p> <p><i>Produce școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicare prezentată: „Perpetuum mobile. Vise și realități”/„Utilizarea energiei potențiale gravitaționale”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p><b>*Experimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– verificarea legii conservării impulsului în cazul ciocnirii absolut elastice a două corpuri.</li> </ul> <p><b>*Rezolvări de probleme</b> cu utilizarea legii conservării impulsului mecanic (ciocnirea perfect elastică).</p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific discipline:</i> impuls mecanic, teorema variației impulsului mecanic, legea conservării impulsului mecanic, teorema variației energiei cinetice, energia potențială elastică, ciocnire plastică/* elastică, mișcare reactivă/de recul.</p>   |  |   |
| <p style="text-align: center;"><b>IV. Elemente de statică</b></p>  |  |   |
| <p>4.1. Identificarea condițiilor în care corpul efectuează o mișcare de translație sau de rotație.</p> <p>4.2. Stabilirea condițiilor în care corpul se află în echilibru de translație sau în echilibru de rotație.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Echilibrul unui corp acționat de forțe coplanare concurente. Echilibrul de translație</li> </ul>                                    | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– echilibrul corpului acționat de câteva forțe;</li> <li>– determinarea poziției centrului de greutate al figurilor plane;</li> </ul>   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>4.3. Aplicarea condițiilor de echilibru în situații concrete.</p> <p>4.4. Determinarea poziției centrului de greutate al figurilor plane.</p> <p>4.5. Explicarea legăturii dintre energia potențială și starea de echilibru mecanic în câmp gravitațional.</p> <p>4.6. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>4.7. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>4.8. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>4.9. *Aplicarea condițiilor de echilibru în cazul unui corp acționat de forțe coplanare arbitrare.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Momentul forței. Echilibrul de rotație. Aplicații</li> <li>• Centrul de greutate. Echilibrul în câmp gravitațional</li> </ul> <p><b>*Extindere:</b><br/>Echilibrul unui corp acționat de forțe coplanare arbitrare</p> | <p>– exemple de echilibru stabil, instabil și indiferent.</p> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea condițiilor de echilibru;</li> <li>– determinarea poziției centrului de greutate al corpurilor.</li> </ul> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicare prezentată: „Determinarea poziției centrului de greutate”/„Aplicarea condițiilor de echilibru la construcții”;</li> <li>– proiect STEM/STEAM realizat: „Asigurarea stabilității echilibrului în inginerie”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p><i>*Rezolvări de probleme privind aplicarea condițiilor de echilibru în cazul unui corp acționat de forțe coplanare arbitrare.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: forțe concurente, echilibrul de translație, echilibrul de rotație, centrul de greutate, momentul forței.</i></p>  |   |   |
| <p><b>V. Oscilații și unde mecanice</b></p>  |   |   |
| <p>5.1. Analiza fenomenelor oscilatorii, utilizând mărimile caracteristice mișcării oscilatorii și ondulatorii (perioadă, frecvență, fază, pulsație, elongație, amplitudine, lungime de undă).</p> <p>5.2. Descrierea cantitativă a oscilațiilor pendulelor elastic și gravitațional.</p> <p>5.3. Investigarea experimentală a oscilațiilor mecanice.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procese oscilatorii în natură și în tehnică. Mărimi caracteristice mișcării oscilatorii. Pendulul elastic. Pendulul gravitațional. Modelul „oscilator armonic”.</li> </ul>   | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mișcarea oscilatorie;</li> <li>– oscilații amortizate;</li> <li>– oscilații forțate;</li> <li>– rezonanță;</li> <li>– formarea și propagarea undelor transversale și longitudinale;</li> <li>– observarea interferenței și a difracției undelor mecanice produse pe suprafața apei.</li> </ul>  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>5.4. Descrierea, din punct de vedere energetic, a oscilațiilor amortizate și a oscilațiilor forțate.</p> <p>5.5. Aplicarea mărimilor caracteristice mișcării oscilatorii și ondulatorii (perioadă, frecvență, fază, pulsație, elongație, amplitudine, lungime de undă) la rezolvarea problemelor.</p> <p>5.6. Estimarea consecințelor fenomenului de rezonanță.</p> <p>5.7. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>5.8. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>5.9. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>5.10. Analiza calitativă a fenomenelor de interferență și difracție a undelor mecanice și a condițiilor de producere a acestor fenomene.</p> <p>5.11. Explicarea producerii și a efectelor unui seism (nivel calitativ).</p> <p>5.12. Aplicarea unor măsuri de prevenire și protecție în raport cu posibilele efecte ale seismelor, de protecție fonică la utilizarea diferitor surse sonore în diverse situații.</p> <p>5.13. Utilizarea cunoștințelor teoretice în explicarea unor aplicații practice (pendulă, amortizor auto etc.).</p> <p>5.14. *Aplicarea legilor reflexiei și a refracției undelor mecanice în diferite contexte.</p> <p>5.15. *Analiza cantitativă a fenomenelor de interferență și difracție a undelor mecanice și a condițiilor de producere a acestor fenomene.</p> | <p>Conservarea și transformarea energiei mecanice în mișcarea oscilatorie.</p> <p>Oscilații amortizate și oscilații forțate. Rezonanța.</p> <p>Aplicații</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unde mecanice. Clasificarea undelor mecanice (unde transversale și unde longitudinale). Caracteristicile undelor.</li> <li>• Principiul lui Huygens. Reflexia și refracția undelor mecanice (calitativ). Interferența undelor mecanice (calitativ). Difracția undelor mecanice (calitativ). Elemente de acustică. Ultrasunete. Infrasonete. Unde seismice. Aplicații</li> </ul> <p><b>*Extindere:</b><br/>Compunerea oscilațiilor. Ecuația unei plane. Reflexia și refracția undelor mecanice (cantitativ). Interferența undelor mecanice (cantitativ)</p> | <p><b>Rezolvări de probleme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea mărimilor caracteristice mișcării oscilatorii și ondulatorii: elongație, viteză, accelerație, energie, perioadă, frecvență, fază, pulsație, lungime de undă.</li> </ul> <p><b>Lucrări de laborator:</b></p> <p>7) „Studiul pendulului elastic și determinarea constantei elastice a unui resort”;</p> <p>8) „Studiul pendulului gravitațional și determinarea valorii intensității câmpului gravitațional/acclerației căderii libere”.</p> <p><b>Produce școlare:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicare prezentată: „Fenomene de rezonanță”/„Efecte seismice”/„Efecte acustice”/„Spărgătorul de valuri”;</li> <li>– proiect STEM/STEAM realizat: „Utilizarea ultrasunetului”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p><b>*Rezolvări de probleme privind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– compunerea oscilațiilor;</li> <li>– ecuația unei plane;</li> <li>– reflexia și refracția undelor mecanice, interferența undelor mecanice.</li> </ul> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> oscilator armonic, oscilații armonice, fază, pulsație, elongație, amplitudine, rezonanță, oscilații amortizate și forțate, unde transversale/longitudinale, reflexie, refracție, interferență, difracție, principiul lui Huygens.</p>  |  |  |



### La sfârșitul clasei a X-a, elevul poate:

- identifica particularitățile mișcării rectilinii uniforme, ale mișcării rectilinii uniform variate și ale mișcării circulare uniforme, condițiile în care energia mecanică se conservă;
- descrie: mișcarea corpurilor, folosind modelele și conceptele: *punct material, mobil, solid, rigid, corp de referință, sistem de coordonate, sistem de referință, traiectorie, deplasare, distanță parcursă, coordonată, viteză, viteză medie, accelerație, perioadă, frecvență, viteză unghiulară, accelerație centripetă*; calitativ și cantitativ conceptele: *lucru mecanic, putere mecanică, energie cinetică, energie potențială, lucrul forțelor conservative, lucrul forțelor de frecare, impuls mecanic, legea conservării energiei mecanice, oscilațiile pendulelor elastic și gravitațional*;
- recunoaște condițiile în care un corp poate fi descris ca un punct material sau ca un mobil;
- reprezenta în formă analitică și grafică: legea mișcării în mișcarea rectilinie uniformă, legea mișcării și legea vitezei în mișcarea rectilinie uniform variată;
- explica: relativitatea mișcării mecanice; interacțiunea corpurilor din Univers prin forțe de atracție gravitaționale, care depind de masele corpurilor și distanța dintre ele; legătura între energia potențială și stabilitatea echilibrului mecanic în câmp gravitațional; funcționarea mecanismelor (pendulă, amortizator etc.); producerea și efectele unui seism;
- stabili condițiile în care corpul se află în echilibru de translație sau în echilibru de rotație;
- determina poziția centrului de greutate al figurilor plane;
- expune principiile/legile dinamicii în baza relației cauză-efect;
- descrie, din punct de vedere energetic, oscilațiile amortizate și oscilațiile forțate;
- estima consecințele fenomenului de rezonanță;
- completa/extrage informațiile într-un/dintr-un grafic și/sau tabel;
- analiza calitativ fenomenele de interferență și difracție a undelor mecanice, condițiile de producere a acestor fenomene;
- formula concluzii prin evaluarea rezultatului obținut în urma măsurărilor efectuate;
- comunica rezultatele investigațiilor experimentale;
- proiecta activități de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă;

- aplica formulele mărimilor fizice, legile, principiile studiate la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă;
- argumenta, prin rezolvarea diferitor situații-problemă, faptul că la orice viteză vehiculul parcurge un anumit drum (spațiu) de frânare, care trebuie luat permanent în considerare pentru securitate;
- traversa regulamentar străzile, calea ferată și se poate deplasa regulamentar cu mijloacele de transport;
- propune un plan propriu de măsuri pentru formarea comportamentului: de prevenire și protecție în raport cu posibilele efecte ale seismelor; de protecție fonică la utilizarea diferitor surse sonore în diverse situații.

#### **Elemente comune cu Matematica:**

- Funcții (forma analitică, reprezentarea grafică);
- Utilizarea și transformarea formulelor;
- Operarea și transformarea unităților de măsură;
- Identificarea relațiilor de proporționalitate;
- Utilizarea mediei aritmetice a două sau mai multe numere reale;
- Ecuații. Sisteme de ecuații;
- Calculul puterii cu exponent întreg a numerelor reale;
- Operații cu rădăcini pătratice dintr-un număr real nenegativ;
- Utilizarea procentelor;
- Elemente de geometrie și trigonometrie;
- Operații cu vectori.

## CLASA A XI-A

| Unități de competență  | Unități de conținut  | Activități și produse de învățare recomandate   |
|--|--|---|
| <b>FIZICA MOLECULARĂ ȘI TERMODINAMICĂ</b>  |  |   |
| <b>I. Noțiuni termodinamice de bază. Teoria cinetico-moleculară a gazului ideal (TCM)</b>  |  |   |
| <p>1.1. Definierea conceptelor: <i>sistem termodinamic, starea sistemului termodinamic, parametri de stare</i> (<math>T, p, V</math>).</p> <p>1.2. Explicarea fenomenelor referitoare la structura discretă a substanței (difuziunea etc.).</p> <p>1.3. Descrierea proprietăților gazului ideal.</p> <p>1.4. Utilizarea mărimilor cu referire la structura discretă a substanței, a formulei fundamentale a teoriei cinetico-moleculare a gazului ideal, a ecuației de stare a gazului ideal, a ecuațiilor transformărilor simple a gazului ideal la rezolvarea problemelor.</p> <p>1.5. Identificarea domeniilor de aplicare în viață și în tehnică a transformărilor simple în gaze.</p> <p>1.6. Investigarea experimentală a transformărilor simple ale gazului ideal.</p> <p>1.7. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>1.8. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin aprecierea rezultatului obținut.</p> <p>1.9. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>1.10. Utilizarea reprezentării grafice a transformărilor simple la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Noțiuni termodinamice de bază. Sistemul termodinamic. Starea sistemului termodinamic. Parametri de stare</li> <li>• Modelul gazului ideal. Formula fundamentală a TCM a gazului ideal. Temperatura.</li> </ul> <p>Ecuția de stare a gazului ideal. Transformări simple ale gazului ideal (ecuațiile transformărilor simple). Reprezentarea grafică a transformărilor simple ale gazului ideal</p> <p><b>*Extindere:</b><br/>Transformarea reprezentării grafice a unui proces/ciclu dintr-un sistem de coordonate în alt sistem de coordonate</p> | <p><b>Activități de învățare:</b><br/><b>Experimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– difuziunea;</li> <li>– transformări simple: izotermă, izobară, izocoră.</li> </ul> <p><b>Rezolvări de probleme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– utilizarea mărimilor fizice referitoare la structura discretă a substanței;</li> <li>– aplicarea formulei fundamentale a TCM;</li> <li>– aplicarea ecuației de stare a gazului ideal;</li> <li>– aplicarea reprezentării grafice a transformărilor izoterme, izobare, izocore.</li> <li>– aplicarea ecuațiilor transformărilor izoterme, izobare, izocore.</li> </ul> <p><b>Lucrări de laborator:</b><br/>1) „<i>Studiul transformării izobare</i>”;<br/>2) „<i>Studiul transformării izoterme</i>”;<br/>3) „<i>Studiul transformării izocore</i>”.</p> <p><b>Produce școlare:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate.</li> </ul> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   | <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p><i>*Rezolvări de probleme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– transformarea reprezentării grafice a transformărilor simple dintr-un sistem de coordonate în alt sistem de coordonate.</li> </ul>   |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> sistem termodinamic, sistem închis/deschis/izolat, corp/sistem macroscopic, starea sistemului, parametrii de stare, transformare de stare/proces, ecuație de stare, condiții normale, mișcare browniană, transformări simple: izobare, izoterme, izocore.</p>   |   |   |
| <p><b>II. Bazele termodinamicii</b></p>  |   |   |
| <p>2.1. Explicarea principiului întâi al termodinamicii ca lege de conservare.</p> <p>2.2. Utilizarea ecuației calorimetrice, a formulei randamentului motorului termic, a principiului întâi al termodinamicii pentru transformările izotermă, izocoră, izobară, adiabatică la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>2.3. Descrierea principiului de funcționare a motoarelor termice.</p> <p>2.4. Identificarea și analiza problemelor ecologice, cauzate de utilizarea motoarelor termice.</p> <p>2.5. Investigarea experimentală a proceselor calorimetrice.</p> <p>2.6. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>2.7. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin aprecierea rezultatului obținut.</p> <p>2.8. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energia internă. Lucrul în termodinamică. Cantitatea de căldură. Coeficienți calorici. Calorimetrie. Principiul întâi al termodinamicii. Transformarea adiabatică</li> <li>• Transformarea energiei interne în lucru mecanic. Motoare termice. Randamentul motoarelor termice. Aplicații. Poluarea mediului ambiant</li> </ul> <p><b>*Extindere:</b></p> <p>Principiul al doilea al termodinamicii. Relația lui Mayer. Ecuația lui Poisson. Mașini frigorifice</p> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– procese de încălzire/răcire a substanței.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– utilizarea ecuației calorimetrice, a formulei randamentului motorului termic, a principiului întâi al termodinamicii la calcularea lucrului, a cantității de căldură și a variației energiei interne în transformările simple ale gazului ideal.</li> </ul> <p><i>Lucrare de laborator:</i></p> <p>4) „<i>Determinarea căldurii specifice de topire a unei substanțe</i>”.</p> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> </ul> |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>2.9. *Utilizarea relației lui Mayer, a ecuației lui Poisson, a principiului al doilea al termodinamicii la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>2.10. *Descrierea principiului de funcționare a mașinilor frigorifice.</p>  |   | <p>– comunicări, referate, cercetări prezentate: „Aplicarea motoarelor termice și impactul acestora asupra mediului ambiant” etc.;</p> <p>– proiect STEM/STEAM realizat: „Identificarea principalelor surse de poluare a mediului. Măsuri de reducere a poluării în orizontul local”.</p> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p>*<i>Rezolvări de probleme</i> privind utilizarea relației lui Mayer, a ecuației lui Poisson, a principiului al doilea al termodinamicii;</p> <p>*Descrierea principiului de funcționare a mașinilor frigorifice.</p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> proces termodinamic, transformare ciclică, transformare adiabatică, energie internă, ecuație calorică de stare, căldură molară, capacitate termică, ecuație calorimetrică.</p>   |   |   |
| <p><b>III. Lichide și solide. Transformări de fază</b></p>  |   |   |
| <p>3.1. Descrierea fenomenelor superficiale, a fenomenelor capilare, a substanțelor cristaline și amorse.</p> <p>3.2. Utilizarea mărimilor (coeficientul de tensiune superficială, tensiunea mecanică, modulul lui Young, coeficientul de dilatare termică) la rezolvarea problemelor.</p> <p>3.3. Utilizarea în viața cotidiană a fenomenelor superficiale și capilare.</p> <p>3.4. Estimarea consecințelor dilatării termice în situații concrete din viața cotidiană.</p> <p>3.5. Investigarea experimentală a fenomenelor superficiale și capilare.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Starea lichidă. Fenomene superficiale. Fenomene capilare. Dilatarea termică a lichidelor. Umiditatea aerului (calitativ). Aplicații</li> <li>• Starea solidă. Substanțe cristaline și substanțe amorse. Deformarea corpurilor solide. Dilatarea termică a solidelor</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Demonstrații, experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– acțiunea forței de tensiune superficială;</li> <li>– fenomene de suprafață;</li> <li>– fenomene capilare;</li> <li>– dilatarea solidelor și a lichidelor.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea mărimilor: coeficientul de tensiune superficială, tensiunea mecanică, modulul lui Young, coeficientul de dilatare termică.</li> </ul>  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>3.6. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>3.7. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin aprecierea rezultatului obținut.</p> <p>3.8. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>3.9. Descrierea fenomenelor: vaporizare – condensare, topire – solidificare, sublimare – desublimare.</p> <p>3.10. *Argumentarea cinetico-moleculară a deformării mecanice și a dilatării termice a solidelor.</p> <p>3.11. *Aplicarea formulelor pentru umiditatea absolută și relativă la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>3.12. *Măsurarea umidității aerului cu psihrometru.</p> | <p><b>*Extindere:</b><br/>Transformări de fază: vaporizare – condensare, topire – solidificare, sublimare – desublimare. Umiditatea aerului(cantitativ)</p>                         | <p><i>Lucrare de laborator:</i><br/>5) „<i>Studiul unui fenomen superficial/capilar</i>”.</p> <p><i>Produce școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/Investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate, cercetări prezentate: „Fe-nomene capilare în viața cotidiană și în tehnică”/ „Dilatarea termică” etc.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p><i>*Demonstrații, experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– familiarizarea cu construcția și utilizarea psihrometrului, determinarea umidității relative a aerului;</li> </ul> <p><i>*Rezolvări de probleme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea formulelor pentru umiditatea absolută și relativă.</li> </ul> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> strat superficial, forțe de coeziune/adeziune, forțe de tensiune superficială, coeficient de tensiune superficială, capilar, corp cristalin, celulă elementară, corp amorf, tensiune mecanică, mod de elasticitate, alungire relativă, dilatare termică, *umiditate absolută/relativă, *punct de rouă, *higrometru, *psihrometru.</p>   |   |   |
| <p><b>ELECTRODINAMICA</b></p>  |   |   |
| <p><b>IV. Electrostatica</b></p>   |   |   |
| <p>4.1. Descrierea proceselor din conductoarele metale și dielectrice într-un câmp electrostatic.</p> <p>4.2. Aplicarea mărimilor caracteristice câmpului electric (intensitatea câmpului electric, potențialul electric), a legii lui Coulomb, a principiului superpoziției câmpurilor, a lucrului câmpului electric și a energiei potențiale la rezolvarea problemelor.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmpul electric și caracteristicile lui. Intensitatea câmpului electrostatic. Conductoare și dielectrice în câmp electrostatic.</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i><br/><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– electrizarea corpurilor;</li> <li>– liniile de forță ale câmpului electrostatic;</li> <li>– ecranarea electrostatică.</li> </ul>   |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>4.3. Argumentarea calitativă a caracterului conservativ al câmpului electrostatic.</p> <p>4.4. Utilizarea formulelor capacității electrice a conductorului izolat, a capacității condensatorului plan și a capacității echivalente a grupării de condensatoare la rezolvarea problemelor.</p> <p>4.5. Investigarea experimentală a condensatoarelor electrice.</p> <p>4.6. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>4.7. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin aprecierea rezultatului obținut.</p> <p>4.8. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>4.9. Relatarea despre unele aplicații ale conductoarelor, ale dielectricilor și ale condensatoarelor în viața cotidiană.</p> <p>4.10. *Utilizarea formulelor pentru calculul lucrului câmpului electric la deplasarea unei sarcini punctiforme într-un câmp neomogen, a energiei potențiale a câmpului electrostatic neomogen la rezolvarea problemelor.</p> <p>4.11. *Studiul cantitativ al mișcării particulelor încărcate în câmp electric.</p> | <p>Permitivitatea electrică a mediului</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lucrul câmpului electric la deplasarea unei sarcini punctiforme într-un câmp omogen. Energia potențială în câmp electrostatic omogen. Potențialul electric. Diferența de potențial. Tensiunea electrică</li> <li>• Capacitatea electrică. Condensatorul. Aplicații. Capacitatea electrică a condensatorului plan. Gruparea condensatoarelor. Energia câmpului electric</li> </ul> <p>*<b>Extindere:</b><br/>         Lucrul câmpului electric la deplasarea unei sarcini punctiforme într-un câmp neomogen. Energia potențială în câmp electrostatic neomogen.<br/>         Mișcarea particulelor încărcate în câmp electric</p> | <p><b>Rezolvări de probleme</b> privind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea mărimilor caracteristice câmpului electric (intensitatea câmpului electric, potențialul electric), a legii lui Coulomb, a principiului superpoziției câmpurilor, a lucrului câmpului electric și a energiei potențiale;</li> <li>– reprezentarea grafică a câmpului electrostatic;</li> <li>– calculul capacității electrice a condensatoarelor plane și a grupărilor de condensatoare;</li> <li>– calculul energiei câmpului electrostatic al condensatorului.</li> </ul> <p><b>Lucrare de laborator:</b><br/>         6) „<i>Determinarea capacității electrice a unui condensator</i>”.</p> <p><b>Produce școlare:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări prezentate: „Interacțiuni electrostatice în natură/în cotidian/în tehnică”//,Aplicarea condensatoarelor în tehnică” ș.a.</li> </ul> <p><b>Test de evaluare sumativă rezolvat.</b></p> <p><b>*Rezolvări de probleme</b> privind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– utilizarea formulelor pentru calculul lucrului câmpului electric la deplasarea unei sarcini punctiforme într-un câmp neomogen, al energiei potențiale a câmpului electrostatic neomogen.</li> <li>– studiul cantitativ al mișcării particulelor încărcate în câmp electric.</li> </ul> |
|---|--|---|

|  |   |
|--|---|
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> câmp electric, câmp electrostatic, linii de forță ale câmpului electrostatic, intensitatea câmpului electric, potențialul electric, principiul superpoziției, ecranare electrostatică, dipol electric, polarizarea dielectricului, capacitate electrică, condensator electric, condensator plan, condensator variabil.</p>  | <p style="text-align: center;"><b>V. Electrocinetică</b></p>  |
| <p>5.1. Aplicarea legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit și pentru un circuit întreg, a legii lui Joule, a formulelor lucrului curentului electric, a puterii, a randamentului circuitului și a rezistenței echivalente la rezolvarea problemelor.</p> <p>5.2. Investigarea experimentală a unei surse de curent electric.</p> <p>5.3. Relatarea aplicațiilor efectelor curentului electric și descrierea funcționării aparatelor electrocasnice.</p> <p>5.4. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>5.5. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin aprecierea rezultatului obținut.</p> <p>5.6. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>5.7. Elaborarea strategiilor de comportament în cazul riscurilor provocate de scurtcircuit și electrocutare.</p> <p>5.8. *Aplicarea legilor lui Kirchhoff și a formulelor pentru șuntul ampermetrului, rezistența adițională a voltmetrului la rezolvarea problemelor.</p> <p>5.9. *Calculul erorilor aparatelor electrice de măsurat cu prezentarea rezultatului final al măsurărilor.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curent electric și circuite de curent continuu. Aplicații. Intensitatea curentului. Tensiunea electrică. Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit. Gruparea conductoarelor. Lucrul și puterea curentului electric (Reactualizare)</li> <li>• Tensiunea electromotoare. Legea lui Ohm pentru un circuit întreg. Scurtcircuitul, consecințe. Randamentul circuitului electric. Gruparea mixtă a conductoarelor</li> <li>• Instrumente de măsurat digitale, reguli de utilizare</li> </ul> <p><b>*Extindere:</b><br/>Legile lui Kirchhoff. Măsurarea limitei de măsurare a instrumentelor electrice de măsurat. Potențiometrul. Erorile aparatelor electrice de măsurat</p> |
| <p><i>Activități de învățare:</i><br/>– reactualizarea și sistematizarea cunoștințelor la tema: „Curentul electric continuu”.</p> <p><i>Experimente:</i><br/>– studiul experimental al circuitelor în serie, paralele și mixt;<br/>– măsurarea mărimilor caracteristice curentului electric cu multimetrul.</p> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i><br/>– aplicarea mărimilor și a legilor fizice caracteristice fenomenelor electrice (intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, rezistența electrică, rezistivitatea, lucrul și puterea curentului electric, tensiunea electromotoare, rezistența interioară, legea lui Ohm, legea lui Joule, randamentul circuitului);<br/>– calculul costului energiei electrice consumate.</p> <p><i>Lucrări de laborator:</i><br/>7) „Determinarea rezistenței interioare și a TEM a unei surse de curent”;<br/>8) „Determinarea rezistivității unui conductor”.</p>   |   |



|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p><i>Produce școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate, proiect STEM/STEAM despre: aplicațiile efectelor curentului electric (în viața cotidiană, în tehnică, în procese tehnologice, în știință, în medicină ș.a.); scurtcircuitul și securizarea circuitelor electrice;</li> <li>– proiect STEM/STEAM prezentat: „Mijloace de transport electrice”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p><i>*Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea legilor lui Kirchhoff și a formulelor pentru șuntul ampermetrului, rezistența adițională a voltmetrului;</li> <li>– calculul erorilor aparatelor electrice de măsurat cu prezentarea rezultatului final al măsurărilor.</li> </ul> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> tensiune electromotoare, forțe exterioare/secundare, rezistență interioară, randamentul circuitului electric, scurtcircuit, rezistență fuzibilă, șunt.</p>   |   |  |
| <p style="text-align: center;"><b>VI. Curentul electric în diferite medii</b></p>   |   |  |
| <p>6.1. Analiza dependenței rezistivității de temperatură a diferitor substanțe și a fenomenului supraconductibilitate.</p> <p>6.2. Explicarea calitativă a conducerii electrice în metale, semiconductoare, electroliți, gaze și în tuburi cu raze catodice.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curentul electric în metale.<br/>Dependența rezistivității metalelor de temperatură.<br/>Supraconductibilitatea</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– principiul de funcționare a diodei semiconductoare;</li> <li>– curentul electric în electroliți;</li> <li>– ionizarea gazelor;</li> <li>– tipuri de descărcări în gaze;</li> <li>– tuburi cu raze catodice.</li> </ul>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>6.3. Descrierea principiului de funcționare a fotorezistorului, a termorezistorului și a diodei semiconductorului.</p> <p>6.4. Identificarea unor posibilități practice de aplicare a curentului electric în diferite medii (în viața cotidiană/în tehnică).</p> <p>6.5. Elaborarea strategiilor de comportament în cazul riscurilor cauzate de trecerea curentului electric prin diferite medii.</p> <p>6.6. Descrierea principiului de funcționare a tranzistorului.</p> <p>6.7. Aplicarea legilor lui Ohm, a lui Joule (în teoria electronică a metalelor), a electrolizei, a formulei energiei de ionizare la rezolvarea problemelor.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curentul electric în semiconductoare. Aplicații ale rezistorului, termorezistorului, dioda semiconductorului</li> <li>• Curentul electric în electrolizi (calitativ). Aplicații practice ale electrolizei</li> <li>• Curentul electric în gaze (calitativ). Plasma. Aplicații</li> <li>• Curentul electric în vid (calitativ). Aplicații</li> </ul> <p><b>*Extindere:</b><br/>Legea lui Ohm și legea lui Joule în teoria electronică a metalelor. Aplicații ale semiconductoarelor (tranzistorul). Curentul electric în electrolizi. Legile electrolizei. Curentul electric în gaze (cantitativ). Curentul electric în vid (cantitativ)</p> | <p><b>Produce școlare:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate prezentate;</li> <li>– proiect STEM/STEAM despre aplicațiile curentului electric în diferite medii (în viața cotidiană, în tehnică, în procese tehnologice, în știință, în medicină ș.a.) prezentat;</li> <li>– proiect STEM/STEAM realizat: „Aplicații ale dispozitivelor semiconductorului și ale circuitelor integrate în industria electronică”.</li> </ul> <p><b>Test de evaluare sumativă rezolvat.</b></p> <p><b>*Experimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– principiul de funcționare a tranzistorului.</li> </ul> <p><b>*Rezolvări de probleme</b> privind aplicarea legilor lui Ohm, a lui Joule (în teoria electronică a metalelor), a electrolizei, a formulei energiei de ionizare.</p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> coeficient de temperatură al rezistivității, supraconductibilitate, temperatură critică, semiconductor, conducție intrinsecă/extrinsecă, impurități donoare/acceptoare, joncțiune p-n, fotorezistor, termorezistor, diodă, diodă luminescentă, *tranzistor.</p>   |  |   |

### **La sfârșitul clasei a XI-a, elevul poate:**

- identifica domeniile de aplicare în viață și în tehnică a transformărilor simple în gaze;
- descrie: proprietățile gazului ideal, ale substanțelor cristaline și amorf; fenomenele superficiale, fenomenele capilare; procesele din conductoarele metalice și dielectrici aflate în câmp electrostatic; principiul de funcționare a unor aparate electrocasnice, a fotorezistorului, a termorezistorului și a diodei semiconductoră/luminiscente;
- recunoaște și analizează problemele ecologice, cauzate de utilizarea motoarelor termice;
- explica: fenomenele termice pe baza concepției despre structura discretă a substanței (difuziunea, vaporizarea etc.); principiul întâi al termodinamicii ca lege de conservare; conducția electrică în metale, semiconductoare, electroliți, gaze și în tuburi cu raze catodice (calitativ);
- argumenta calitativ caracterul conservativ al câmpului electrostatic;
- expune: aplicațiile fenomenelor superficiale și capilare în viața cotidiană; unele aplicații ale conductoarelor, dielectricilor și condensatoarelor în tehnică/în viața cotidiană; aplicațiile curentului electric și ale efectelor curentului în diferite medii în viața cotidiană/în tehnică;
- estime consecințele dilatării termice în situații concrete din viața cotidiană;
- completa/extrage informațiile într-un/dintr-un grafic și/sau tabel;
- formula concluzii prin evaluarea rezultatului obținut în urma măsurărilor efectuate;
- prezenta și interpreta rezultatele investigațiilor experimentale;
- proiecta activități de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă;
- aplica formulele mărimilor fizice, legile, principiile studiate la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă;
- propune un plan propriu de măsuri de prevenire și diminuare a încălzirii globale;
- elaborează strategii de comportament în cazul riscurilor de scurtcircuit și de trecere a curentului electric prin diferite medii.

### *Elemente comune cu Matematica:*

- Funcții (forma analitică, reprezentarea grafică);
- \*Derivata funcției;
- Utilizarea și transformarea formulelor;
- Operarea și transformarea unităților de măsură;
- Identificarea relațiilor de proporționalitate;
- Utilizarea mediei aritmetice a două sau mai multe numere reale;
- Ecuații. Sisteme de ecuații;
- Calculul puterii cu exponent întreg a numerelor reale;
- Operații cu rădăcini pătratice dintr-un număr real nenegativ;
- Utilizarea procentelor;
- Elemente de geometrie și trigonometrie;
- Operații cu vectori.

## CLASA A XII-A

| Unități de competență   | Unități de conținut  | Activități și produse de învățare recomandate  |
|---|--|--|
| <b>I. Electromagnetism</b>  |  |  |
| <p>1.1. Investigarea experimentală a acțiunii câmpului magnetic asupra conductoarelor parcurse de curent electric.</p> <p>1.2. Descrierea mișcării purtătorilor de sarcină electrică în câmp magnetic.</p> <p>1.3. Explicarea fenomenului de inducție electromagnetică și autoinducție.</p> <p>1.4. Aplicarea formulei forței electromagnetice (Ampere), a formulei forței Lorentz, a formulei fluxului câmpului magnetic, a legii inducției electromagnetice, a regulii lui Lenz, a inductanței, a energiei câmpului magnetic la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>1.5. Identificarea domeniilor de aplicație practică a interacțiunilor magnetice, a inducției electromagnetice și a autoinducției.</p> <p>1.6. Analiza rezultatelor observărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>1.7. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>1.8. Explicarea calitativă a principiului de funcționare a acceleratoarelor de particule elementare.</p> <p>1.9. Utilizarea permeabilității magnetice a mediului la rezolvarea problemelor.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmpul magnetic al curentului electric. Inducția magnetică. Mișcarea purtătorilor de sarcină electrică în câmp magnetic omogen. Aplicații practice. Spectrograful de masă</li> <li>• Fluxul magnetic. Inducția electromagnetă. Legea lui Faraday. Regula lui Lenz. Aplicații practice ale inducției electromagnetice</li> <li>• Fenomenul de autoinducție. Inductanța circuitului electric. Energia câmpului magnetic</li> </ul> <p><b>*Extindere:</b><br/>Acceleratoare de particule elementare (Ciclotronul). Permeabilitatea magnetică a mediului. Feromagnetici, paramagnetici și diamagnetici. Aplicații</p> | <p><b>Activități de învățare:</b><br/><i>Reactualizarea cunoștințelor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– forța electromagnetă;</li> <li>– regula mâinii drepte;</li> <li>– regula mâinii stângi.</li> </ul> <p><b>Experimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– spectrul câmpului magnetic al unui magnet permanent, al unui conductor rectiliniu, al unui solenoid și al unei spire parcurse de curent;</li> <li>– acțiunea câmpului magnetic asupra conductoarelor parcurse de curent electric;</li> <li>– demonstrarea fenomenului de inducție electromagnetică și de autoinducție;</li> <li>– ilustrarea regulii lui Lenz și stabilirea sensului curentului de inducție.</li> </ul> <p><b>Rezolvări de probleme privind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea formulei forței electromagnetice (Ampere), a formulei forței Lorentz, a formulei fluxului câmpului magnetic, a legii inducției electromagnetice, a regulii lui Lenz, a inductanței, a energiei câmpului magnetic.</li> </ul> <p><b>Lucrare de laborator:</b><br/>1) „Studiul acțiunii câmpului magnetic asupra conductoarelor parcurse de curent electric”.</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  |   | <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări prezentate: „Aplicații ale câmpului magnetic”/„Câmpul magnetic al Pământului. Procese fizice care determină protecția contra radiațiilor cosmice”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p>*Descrierea principiului de funcționare a ciclotronului.</p>   |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> flux magnetic, forța Lorentz, spectrograf de masă, inducție electromagnetă, regula Lenz, autoinducție, inductanță, *permeabilitate magnetică, *feromagnetici, paramagnetici, *diamagnetici, *accelerator de particule elementare, *ciclotron.</p>   |   |  |
| <p><b>II. Curent electric alternativ</b></p>   |   |  |
| <p>2.1. Descrierea modalităților de generare a t. e. m. alternative.</p> <p>2.2. Compararea mărimilor ce caracterizează curentul alternativ cu mărimile ce caracterizează curentul continuu.</p> <p>2.3. Rezolvarea problemelor cu aplicarea mărimilor caracteristice curentului alternativ: intensitatea și tensiunea instantanee, valorile efective ale intensității și ale tensiunii alternative, frecvența, perioada, pulsația, faza, defazajul, valoarea efectivă a tensiunii și a intensității; rezistența activă, reactanța inductivă, reactanța capacitivă, puterea activă, raport/coeficient de transformare.</p> <p>2.4. Explicarea principiului de funcționare a transformatorului.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generarea tensiunii electromotoare alternative.</li> <li>Curentul electric alternativ.</li> <li>Mărimi caracteristice</li> <li>• Circuite ideale de curent electric alternativ cu rezistor, bobină și condensator.</li> <li>Reprezentarea prin fazori.</li> <li>Puterea activă în circuit de curent alternativ</li> <li>• Transformatorul.</li> <li>Transportul energiei electrice la distanțe mari</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– generarea tensiunii electromotoare alternative;</li> <li>– construcția și principiul de funcționare a transformatorului.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– calculul mărimilor caracteristice curentului alternativ: intensitatea și tensiunea instantanee, valorile efective ale intensității și ale tensiunii alternative, frecvența, perioada, pulsația, faza, defazajul, valoarea efectivă a tensiunii și a intensității; rezistența activă, reactanța inductivă, reactanța capacitivă, puterea activă.</li> </ul> |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>2.5. Evaluarea problemelor transportului energiei electrice la distanțe mari.</p> <p>2.6. Formarea comportamentului conștient la utilizarea curentului alternativ.</p> <p>2.7.* Rezolvarea problemelor cu aplicarea mărimilor caracteristice curentului alternativ: impedanță, factor de calitate, factor de putere, putere reactivă, putere aparentă.</p>   | <p><b>*Extindere:</b><br/>Circuite de curent alternativ RL, RC, RLC legate în serie. Puterea în circuit de curent alternativ. Reprezentarea prin fazori</p>   | <p><i>Lucrare de laborator:</i><br/>2) „Studiul transformatorului”.</p> <p><i>Produce școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate, cercetări prezentate: „Avantajele utilizării curentului alternativ”/„Generatoare de curent alternativ”/„Diminuarea pierderilor energetice la transportul energiei electrice pe distanțe mari”/„Cooperarea diferitor state la crearea rețelei energetice unice”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p><i>*Rezolvări de probleme privind studiul circuitelor RL, RC, RLC serie.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> curent alternativ, tensiune alternativă, valori instantanee, valori efective ale tensiunii și ale intensității curentului alternativ, rezistență activă, reactanță inductivă, reactanță capacitivă, *impedanță, defazaj, putere activă, *putere reactivă, *putere aparentă, transformator, raport/coeficient de transformare, *factor de calitate, *rezonanța tensiunilor, *formula lui Thomson.</p> |   |   |
| <p style="text-align: center;"><b>III. Oscilații și unde electromagnetice</b></p>   |   |   |
| <p>3.1. Descrierea, din punct de vedere energetic, a oscilațiilor libere în circuitul oscilant.</p> <p>3.2. Stabilirea analogiei dintre oscilațiile electromagnetice și oscilațiile mecanice.</p> <p>3.3. Descrierea calitativă a producerii câmpului electromagnetic și a propagării unde electromagnetice.</p> <p>3.4. Aplicarea relațiilor dintre mărimile caracteristice unde electromagnetice la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p>      | <p>• Oscilații electromagnetice libere și forțate. Circuitul oscilant. Analogia dintre oscilațiile electromagnetice și oscilațiile mecanice</p> <p>• Câmpul electromagnetic. Unde electromagnetice. Clasificarea undelor electromagnetice. Aplicații practice</p> | <p><i>Activități de învățare:</i><br/><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– demonstrarea interferenței și a difracției luminii.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– calculul parametrilor circuitelor oscilante;</li> <li>– aplicarea formulelor caracteristice undelor electromagnetice;</li> </ul>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p>3.5. Identificarea unor domenii de aplicații științifice și tehnice ale undelor electromagnetice.</p> <p>3.6. Estimarea acțiunii biologice a undelor electromagnetice și aplicarea unor măsuri de protecție a mediului și a propriei persoane în utilizarea practică a acestora.</p> <p>3.7. Utilizarea conceptelor și a formulelor ce caracterizează interferența și difracția luminii (unde coerente, drum optic, drum geometric, tablou de interferență, condiția de formare a maximelor și a minimelor de interferență, interferanță, lățimea spectrului, formula rețelei de difracție) la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>3.8. Investigarea experimentală a rețelei de difracție.</p> <p>3.9. Descrierea calitativă a fenomenelor de interferență, difracție și polarizare a luminii întâlnite în natură și în tehnică.</p> <p>3.10. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>3.11. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>3.12. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>3.13. *Explicarea principiilor radiocomunicației.</p> <p>3.14. *Aplicarea conceptelor ce caracterizează interferența (lama cu fețe plan-paralele, inelele lui Newton), a unghiului de polarizare Brewster și a formulei intensității luminii împrăștiată la rezolvarea problemelor.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferența și difracția luminii. Dispozitivul Young. Rețeaua de difracție. Împrăștierea luminii (calitativ). Polarizarea luminii (calitativ). Aplicații practice</li> </ul> <p><b>*Extindere:</b></p> <p>Principiile radiocomunicației. Lama cu fețele plan-paralele. Inelele lui Newton. Interferometru. Polarizarea luminii, Împrăștierea luminii (calitativ)</p> | <p>– aplicarea conceptelor și a formulelor ce caracterizează interferența și difracția luminii (unde coerente, drum optic, drum geometric, condiția de formare a maximelor și minimelor de interferență, interferanță, lățimea spectrului, formula rețelei de difracție).</p> <p><i>Lucrare de laborator:</i></p> <p>3) „Determinarea lungimii de undă a luminii cu ajutorul rețelei de difracție”.</p> <p><i>Produce școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate și cercetări prezentate: „Istoria descoperirii undelor electromagnetice și începutul erei radioului”/„Aplicarea undelor electromagnetice pentru comunicarea la distanță”/„Radiolocația”/„Aplicații practice ale interferenței și ale difracției luminii (interferometru, holografia etc.)” ș.a.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p><i>*Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea conceptelor ce caracterizează interferența (lama cu fețe plan-paralele, inelele lui Newton);</li> <li>– aplicarea unghiului de polarizare Brewster și a formulei intensității luminii împrăștiată.</li> </ul> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> oscilații electromagnetice, circuit oscilant, interferență, difracție, polarizare, tablou de interferență, maxim/minim de interferență, drum optic, interferanță, rețea de difracție, spectru de difracție, *împrăștierea luminii, *inelele lui Newton, *unghiul Brewster.</p>  |  |  |



## FIZICA MODERNĂ

### IV. Elemente de teorie a relativității restrânse

4.1. Descrierea mișcării corpului în raport cu diferite sisteme de referință inerțiale pe baza mecanicii clasice.  
 4.2. Descrierea unor mișcări și a unor interacțiuni cu utilizarea elementelor de dinamică relativistă.  
 4.3. Aplicarea dependenței masei de viteză, a formulei impulsului relativist și a legăturii dintre masă și energie la rezolvarea problemelor.  
 4.4. Interpretarea caracterului simultaneității, duratei și a distanței din perspectiva mecanicii clasice, respectiv a teoriei relativității restrânse.  
 4.5. \*Aplicarea consecințelor transformărilor Lorentz, a relației pentru compunerea relativistă a vitezelor la rezolvarea problemelor.

- Bazele teoriei relativității restrânse. Principiul relativității în mecanica clasică. Postulatele teoriei relativității restrânse
- Elemente de dinamică relativistă.  
Principiul fundamental al dinamicii. Relația dintre masă și energie

#### \*Extindere:

Transformările Lorentz.  
Consecințe. Compunerea relativistă a vitezelor

#### Activități de învățare:

– rezolvări de probleme cu aplicarea dependenței masei de viteză, a formulei impulsului relativist și a legăturii dintre masă și energie.

#### Produce școlare:

- probleme rezolvate;
- comunicări, referate și cercetări prezentate: „Premiile creării teoriei relativității restrânse”//„Mecanica clasică și mecanica relativistă” ș.a.

#### Test de evaluare sumativă rezolvat.

\**Rezolvări de probleme* cu aplicarea consecințelor transformărilor Lorentz, a relației pentru compunerea relativistă a vitezelor.

*Elemente noi de limbaj specific disciplinei:* teoria relativității restrânse, principiul relativității în mecanica clasică, postulatele teoriei relativității restrânse, formula lui Einstein pentru energie, impuls relativist, \*relativitatea simultaneității, \*relativitatea intervalului de timp, \*relativitatea dimensiunilor longitudinale, \*transformările lui Lorentz.

### V. Elemente de fizică cuantică

5.1. Investigarea experimentală în laborator/în laborator virtual a legilor efectului fotoelectric extern.  
 5.2. Explicarea efectului fotoelectric extern, a esenței ipotezei lui Planck despre cuanta de energie, a esenței ipotezei lui de Broglie la descrierea interacțiunilor din punct de vedere ondulatoriu-corpular.

- Efectul fotoelectric extern.  
Legile efectului fotoelectric extern. Cuantă de energie. Fotonul. Aplicații practice ale efectului fotoelectric extern

#### Activități de învățare:

#### Experimente:

- efectul fotoelectric extern;
- funcționarea celulei fotoelectrice.

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p>5.3. Aplicarea formulelor energiei, a masei și a impulsului fotonului, a legilor efectului fotoelectric, a ecuației lui Einstein pentru fotoefect la rezolvarea problemelor.</p> <p>5.4. Identificarea domeniilor de aplicare a efectului fotoelectric extern.</p> <p>5.5. Identificarea, în cazul unor situații concrete, a modului de abordare ondulatoriu sau corpuscular a naturii luminii în scopul unei descrieri adecvate.</p> <p>5.6. Modelarea difracției electronilor pe cristale (calitativ), descrierea funcționării microscopului electronic (aspecte generale).</p> <p>5.7. Aplicarea formulei presiunii luminii la rezolvarea problemelor.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proprietățile ondulatorii ale materiei. Ipoteza lui de Broglie. Dualismul undă-corpusul</li> <li>*<b>Extindere:</b><br/>Presiunea luminii.<br/>Difracția electronilor. Microscopul electronic</li> </ul>    | <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea legilor efectului fotoelectric extern și a ecuației lui Einstein;</li> <li>– calculul energiei, al masei și al impulsului fotonului.</li> </ul> <p><i>Produce școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate și cercetări prezentate: „Aplicarea efectului fotoelectric extern în diferite domenii ale științei și ale tehnicii”/„Dualismul undă-corpusul în natură” ș.a.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p>*<i>Rezolvări de probleme privind aplicarea formulei presiunii luminii.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> cuantă de energie, foton, efect fotoelectric, frecvență de prag, tensiune de frânare/stopare, celulă fotoelectrică, ipoteza lui Planck, ipoteza lui Broglie, dualismul undă-corpusul, *presiunea luminii, *difracția electronilor.</p>  |  |  |
| <p><b>VI. Elemente de fizică a atomului</b></p>  |  |  |
| <p>6.1. Descrierea calitativă a diferitor modele de atomi.</p> <p>6.2. Modelarea structurii atomului în baza rezultatelor experimentului Rutherford.</p> <p>6.3. Argumentarea stabilității atomului pe baza postulatelor lui Bohr.</p> <p>6.4. Interpretarea în cadrul modelului Bohr a spectrelor atomice ale hidrogenului.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiența lui Rutherford. Modelul planetar al atomului</li> <li>• Postulatele lui Bohr. Modelul cuantic al atomului de hidrogen</li> <li>• Spectre. Tipuri de spectre. Aplicații (spectrometru)</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– schema experienței lui Rutherford;</li> <li>– schema nivelurilor de energie a atomului de hidrogen;</li> <li>– studii calitative al legăților spectrale în spectrul atomului de hidrogen;</li> <li>– studii constructive și al principiului de funcționare a laserului;</li> <li>– observarea diverselor tipuri de spectre.</li> </ul>   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>6.5. Identificarea spectrelor de emisie/absorbție (spectre continue, de bandă, de linii).</p> <p>6.6. Descrierea fenomenului de tranziție cuantică, a efectului LASER și identificarea unor domenii de utilizare a laserului.</p> <p>6.7. Protejarea personală și colectivă în diverse activități cu utilizarea laserului.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisia spontană și indusă. Efectul LASER (calitativ). Aplicații în diverse domenii</li> </ul>  | <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate, cercetări prezentate: „Modele de atomi”/„Analiza spectrală și domenii de aplicație în știință și în tehnică (spectrometru)” ș.a.;</li> <li>– proiect STEM/STEAM realizat: „Aplicațiile laserului în diferite domenii ale științei, ale tehnicii, ale culturii” ș.a.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> <p><i>*Rezolvări de probleme privind utilizarea modelului cuantificat al atomului.</i></p>  |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: modelul planetar al atomului, modelul cuantificat al atomului, spectrul de emisie/absorbție, spectrul continuu/de bandă/de linii, tranziție cuantică, laser, emisie indusă.</i></p>  |   |   |
| <p style="text-align: center;"><b>VII. Elemente de fizică a nucleului atomic. Particule elementare</b></p>  |   |   |
| <p>7.1. Caracterizarea nucleelor atomice, utilizând proprietățile generale ale acestora: dimensiuni, masă, sarcină electrică, structură.</p> <p>7.2. Evidențierea stabilității diferitor nuclee în funcție de structura acestora și energia de legătură pe nucleon.</p> <p>7.3. Aplicarea formulei de calculare a energiei de legătură a nucleului și a energiei de legătură pe nucleon la rezolvarea problemelor.</p> <p>7.4. Explicarea proceselor de dezintegrare <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math>.</p> <p>7.5. Aplicarea legii dezintegrării radioactive, a legii conservării numărului de sarcină și a legii conservării numărului de masă la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nucleul atomic. Structura nucleului. Energia de legătură. Stabilitatea nucleului</li> <li>• Radioactivitatea. Dezintegrarea radioactivă. Legea dezintegrării radioactive</li> <li>• Reacții nucleare. Legi de conservare în reacții nucleare (a numărului de sarcină, a numărului de masă). Fisiunea și fuziunea nucleelor. Reactorul nuclear</li> <li>• Detectori de radiații ionizante. Aplicații. Protecția contra radiațiilor</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experiment:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– înregistrarea radiațiilor cu ajutorul detectorilor.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– determinarea caracteristicilor nucleului atomic;</li> <li>– aplicarea formulei de calculare a energiei de legătură a nucleului și a energiei de legătură pe nucleon;</li> <li>– aplicarea legii dezintegrării radioactive, a legilor de conservare a numărului de sarcină și a numărului de masă;</li> <li>– reprezentarea reacțiilor nucleare prin ecuații.</li> </ul> <p><i>Lucrare de laborator:</i></p> <p>4) „<i>Studiul urmelor particulelor elementare încărcate</i>”.</p> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>7.6. Descrierea construcției și a principiului de funcționare a reactorului nuclear, estimarea posibilelor efecte ale accidentelor nucleare.</p> <p>7.7. Identificarea efectelor utilizării armamentului nuclear, a efectelor biologice ale radiațiilor ionizante, a unor dispozitive utilizate pentru detectarea și măsurarea radiațiilor și cunoașterea regulilor de protecție.</p> <p>7.8. Evaluarea perspectivelor utilizării fuziunii nucleare ca sursă de energie a viitorului.</p> <p>7.9. Descrierea construcției și a funcționării acceleratoarelor de particule (aspecte generale).</p> <p>7.10. *Caracterizarea unor particule elementare (electronul, protonul, neutronul, fotonul), utilizând unele dintre proprietățile statistice și cuantice ale acestora (masa de repaus, timpul mediu de viață, sarcina electrică, spinul, spinul izotopic, sarcina barionică).</p> <p>7.11. *Aplicarea legii conservării impulsului și a legii conservării energiei la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> | <p><b>*Extindere:</b><br/>Legi de conservare în reacții nucleare (a impulsului, a energiei). Energia de reacție în reacții nucleare. Elemente de fizică a particulelor elementare. Acceleratoare de particule elementare</p> | <p><b>Produse școlare:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate, cercetări prezentate: „Izotopii. Aplicația izotopilor în diverse domenii”/ „Realizările științifice ale dinastiei Curie”/ „Cooperarea internațională în scopul explorării pașnice a potențialului nuclear”/ „Catastrofe nucleare: Cernobil și Fukushima”/ „Energetica nucleară și termonucleară” ș.a.;</li> <li>– proiect STEM/STEAM realizat: „Impactul utilizării tehnologiilor nucleare. Aplicarea unor măsuri de protecție a mediului și a propriei persoane în cazul radiațiilor nucleare (iradierea naturală și artificială)”.</li> </ul> <p><b>Test de evaluare sumativă rezolvat.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- *explicarea schemei acceleratoului de particule încărcate electric.</li> </ul> <p><b>*Rezolvări de probleme privind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea legii conservării impulsului și a legii conservării energiei;</li> <li>– calculul energiei de reacție în diferite reacții nucleare.</li> </ul> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: defect de masă, energie de legătură pe nucleon, *energie de reacție, detectori de radiații ionizante, *particule elementare.</i></p>   |  |   |

## VIII. Elemente de astronomie

- 8.1. Identificarea locului astronomiei în contextul fizicii.
- 8.2. Observarea cerului înstelat.
- 8.3. Identificarea constelațiilor pe cer.
- 8.4. Determinarea cauzelor și a caracterului mișcării aparente a Soarelui, a Lunii, a stelelor pe cer.
- 8.5. Explicarea fazelor Lunii, a eclipselor de Soare și de Lună.
- 8.6. Clasificarea corpurilor Sistemului solar.
- 8.7. Descrierea proprietăților fizice ale Pământului, ale Lunii sau ale altor planete ale Sistemului Solar.
- 8.8. Descrierea conceptelor moderne despre originea și evoluția Sistemului Solar.
- 8.9. Aplicarea legilor lui Kepler la descrierea mișcării corpurilor din Sistemul Solar.
- 8.10. Descrierea structurii și a caracteristicilor Soarelui.
- 8.11. Expunerea caracteristicilor principale și a etapelor de viață a stelelor.
- 8.12. Estimarea dimensiunilor și a părților componente ale Galaxiei noastre și a distanțelor până la alte galaxii.
- 8.13. \*Utilizarea sistemului de coordonate ecuatorial.

- Astronomie în contextul fizicii. Elemente de astronomie practică: mișcarea aparentă a astrilor; sfera cerească; mișcarea periodică a Pământului și a Lunii. Timpul și măsurarea lui
- Sistemul Solar. Planetele. Corpurile mici ale Sistemului Solar. Pământul și Luna. Marea. Originea și evoluția Sistemului Solar
- Elemente de mecanică cerească. Legile lui Kepler
- Soarele. Caracteristici generale ale Soarelui. Structura și atmosfera solară
- Stelele. Caracteristici principale, clasificare, evoluție
- Noțiuni de cosmologie. Galaxia noastră. Alte galaxii. Metagalaxia

### \*Extindere:

Sisteme de coordonate cerești

### Activități de învățare:

#### Observări astronomice:

- observarea cerului înstelat;
- mișcarea aparentă a Soarelui, a Lunii, a planetelor și a stelelor pe bolta cerească;
- observarea constelațiilor (toamna, iarna, primăvara, vara);
- observarea planetelor (Mercur, Venus, Marte, Jupiter, Saturn);
- observarea Lunii;
- urmărirea meteoților.

### Rezolvări de probleme:

- aplicarea legilor lui Kepler.

### Demonstrații:

- vizionarea filmelor didactico-științifice;
- utilizarea resurselor astronomice virtuale.

### Produse școlare:

- probleme/situații-problemă rezolvate;
- comunicări și referate prezentate: „Astronomia și civilizația umană”/„Observatoare astronomice orbitale”/„Stele variabile și nestaționare”/„Evoluția stelelor”/„Cercetările spațiului cosmic și rolul acestora în dezvoltarea societății”.

### Test de evaluare sumativă rezolvat.

### \*Rezolvări de probleme:

- utilizarea hărților stelelor în diverse situații;
- determinarea distanțelor până la corpurile cerești.

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p><b>*Demonstrații:</b><br/>– utilizarea modelelor, a hărților la observarea cerului înstelat.</p>  |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: sferă cerească, coordonate ecuatoriale, ascensie dreaptă, declinație, polul nord/sud al lumii, axa lumii, zenit, nadir, ecliptică, lună siderală, lună sinodică, stele variabile/nestaționare, novă, supernovă, pitice albe/roșii, stea neutronică, galaxii, ură neagră, gigantă, supergigantă, stele duble/multiple, fotosferă, cromosferă, protuberanțe, vânt solar, galaxii, roi stelar, nebuloase, sistem heliocentric, metagalaxia, cosmogonie, cosmologie.</i></p> |   |  |
| <p><b>IX. Tabloul științific al lumii și contribuția fizicii la dezvoltarea societății</b></p>  |   |  |
| <p>9.1. Identificarea etapelor de dezvoltare a fizicii și a astronomiei ca științe.<br/>9.2. Argumentarea rolului fizicii în progresul tehnico-științific și în dezvoltarea societății.</p>   | <p>• Tabloul contemporan științific al lumii. Evoluția tabloului științific al lumii.<br/>• Rolul fizicii și al astronomiei în progresul tehnico-științific și în dezvoltarea societății.</p> | <p><i>Produse școlare:</i><br/>– rapoarte prezentate: „Descoperirile fizicii în sec. al XX-lea – al XXI-lea privind structura substanței și natura duală a materiei”/„Evoluția tabloului științific al lumii”.</p> |

**La sfârșitul clasei a XII-a, elevul poate:**

- identifica domeniile de aplicație practică a interacțiunilor magnetice, a inducției electromagnetice și a autoinducției; domeniile de aplicare științifică și tehnică a undelor electromagnetice; domeniile de aplicare a efectului fotoelectric; modul de abordare ondulatoriu sau corpuscular a naturii luminii în scopul unei descrieri adecvate; efectele utilizării armamentului nuclear; efectele biologice ale radiațiilor ionizante; dispozitivele utilizate pentru detectarea și măsurarea radiațiilor; regulile de protecție; locul astronomiei în contextul fizicii; etapele de dezvoltare a fizicii și a astronomiei ca științe;
- descrie: mișcarea purtătorilor de sarcină în câmp magnetic; modalitățile de generare a tensiunii electromotoare alternative; procesele oscilatorii din circuitul oscilant; generarea câmpului electromagnetic și propagarea undelor electromagnetice; fenomenele de interferență, difracție și polarizare a luminii întâlnite în natură și în tehnică; unele mișcări și unele interacțiuni cu utilizarea elementelor de dinamică relativistă; diferite modele de atomi, nucleele atomice, utilizând proprietățile generale ale acestora; construcția și principiul de funcționare a reactorului nuclear; proprietățile fizice ale Pământului, ale Lunii sau ale

- altor planete ale Sistemului Solar, ale structurii și ale caracteristicilor Soarelui, ale conceptelor moderne despre originea și evoluția Sistemului Solar;
- explica: fenomenul de inducție electromagnetică și autoinducție; principiul de funcționare a transformatorului; efectul fotoelectric extern; esența ipotezei lui Planck despre cuanta de energie; esența ipotezei lui Broglie la descrierea interacțiunilor din punct de vedere ondulatoriu-corpular; procesele de dezintegrare  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ; fazele Lunii; eclipsele de Soare și de Lună;
  - stabili: analogia dintre oscilațiile electromagnetice și oscilațiile mecanice;
  - determina cauzele și caracterul mișcării aparente a Soarelui, a Lunii, a stelelor pe cer;
  - expune: caracteristicile principale și etapele de viață a stelelor;
  - evaluează: problemele transportului energiei electrice la distanțe mari; perspectivele utilizării fuziunii nucleare ca sursă de energie a viitorului;
  - estime: acțiunea biologică a undelor electromagnetice și aplicarea unor măsuri de protecție a mediului și a propriei persoane în utilizarea practică a acestora; dimensiunile și părțile componente ale Galaxiei noastre și distanțele până la alte galaxii;
  - analizează rezultatele observărilor efectuate;
  - formulează concluzii prin evaluarea rezultatului obținut în urma măsurărilor efectuate;
  - interpretează, în cadrul modelului Bohr, spectrele atomice ale hidrogenului;
  - proiectează activități de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă;
  - aplică: formula forței electromagnetice (Ampere); formula forței Lorentz; formula fluxului câmpului magnetic; legea inducției electromagnetice; regula lui Lenz; formula inductanței, a energiei câmpului magnetic; relațiile dintre mărimile caracteristice unei electromagnetice; dependența masei de viteză; formula impulsului relativist și a legăturii dintre masă și energie, a energiei, a masei și a impulsului fotonului; legile efectului fotoelectric; ecuația lui Einstein pentru fotoefect; formula de calculare a energiei de legătură a nucleului și a energiei de legătură pe nucleon; legea dezintegrării radioactive; legea conservării numărului de sarcină și legea conservării numărului de masă; legile lui Kepler la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă;
  - rezolvă: probleme cu aplicarea mărimilor caracteristice curentului alternativ: intensitatea și tensiunea instantanee, valorile efective ale intensității și ale tensiunii alternative, frecvența, perioada, pulsația, faza, defazajul, valoarea efectivă a tensiunii și a intensității; rezistența activă, reactanța inductivă, reactanța capacitivă, puterea activă, coeficientul/raportul de transformare;
  - argumentează: stabilitatea atomului în baza postulatelor lui Bohr; rolul fizicii în progresul tehnico-științific și în dezvoltarea societății.

### *Eleul va manifesta următoarele atitudini și valori:*

- coerență și corectitudine a limbajului specific;
- interes și curiozitate pentru promovarea activă a valorilor de inovare, de explorare a mediului înconjurător și a unui mod sănătos de viață;
- perseverență și precizie în cunoașterea proceselor fizice din natură;
- creativitate și atenție la integrarea achizițiilor specifice disciplinei *Fizică* cu cele din alte domenii;
- valorificare a gândirii critice pentru elaborarea unui plan de prevenire și comportament autonom și rațional în situații de risc.

### *Elemente comune cu Matematica:*

- Funcții (forma analitică, forma grafică);
- Derivata funcției;
- Calcul integral;
- Utilizarea și transformarea formulelor;
- Operarea și transformarea unităților de măsură;
- Identificarea relațiilor de proporționalitate;
- Utilizarea mediei aritmetice a două sau mai multe numere reale;
- Ecuații. Sisteme de ecuații;
- Calculul puterii cu exponent întreg a numerelor reale;
- Operații cu rădăcini pătratice dintr-un număr real nenegativ;
- Utilizarea procentelor;
- Elemente de geometrie și trigonometrie;
- Operații cu vectori;
- Calculul logaritmilor.



**PROFILUL UMANISTIC  
CLASA A X-A**

| Unități de competență   | Unități de conținut  | Activități și produse de învățare recomandate  |
|---|--|--|
| <b>M E C A N I C A</b>  |  |  |
| <b>I. Cinematica</b>  |  |  |
| <p>1.1. Descrierea mișcării corpurilor, folosind modelele și conceptele: <i>punct material, mobil, corp de referință, sistem de coordonate, sistem de referință, traiectorie, deplasare, distanță parcursă, coordonată, viteză, viteză medie, accelerație, perioadă, frecvență, viteză unghiulară, accelerație centripetă.</i></p> <p>1.2. Identificarea particularităților mișcării rectilinii uniforme, ale mișcării rectilinii uniforme variate și ale mișcării circular uniforme.</p> <p>1.3. Reprezentarea în formă analitică: 1) a legii mișcării în mișcarea rectilinie uniformă; 2) a legii mișcării și a legii vitezei în mișcarea rectilinie uniform variată.</p> <p>1.4. Aplicarea formulelor vitezei, a vitezei medii, a accelerației, a accelerației centripete, a perioadei, a frecvenței, a vitezei unghiulare, a legii mișcării rectilinii uniforme, a legii vitezei și a legii mișcării rectilinii uniforme variate la rezolvarea problemelor în situații concrete.</p> <p>1.5. Investigarea experimentală a mișcării rectilinii uniforme și a mișcării rectilinii uniforme variate.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptele de bază ale cinematicii. Mărimi vectoriale. Eroare relativă</li> <li>• Mișcarea rectilinie uniformă. Viteza. Legea mișcării rectilinii uniforme</li> <li>• Mișcarea rectilinie uniform variată. Accelerația. Legea vitezei. Legea mișcării rectilinii uniforme variate</li> <li>• Mișcarea circulară uniformă. Accelerația centripetă</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mișcarea rectilinie și curbilinie/circulară;</li> <li>– căderea corpurilor în aer, în vid (în tubul lui Newton);</li> <li>– stabilirea direcției și a sensului vitezei în mișcarea circulară.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme/situații-problemă:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– proiecția vectorului pe axe de coordonate;</li> <li>– proiecția vectorilor: a deplasării, a vitezei și a accelerației;</li> <li>– aplicarea formulelor vitezei și a accelerației, a legilor mișcării și a vitezei;</li> <li>– aplicarea formulelor perioadei, a frecvenței, a accelerației centripete și a vitezei unghiulare.</li> </ul> <p><i>Lucrări de laborator:</i></p> <p>1) „<i>Studiul mișcării rectilinii uniforme</i>”;</p> <p>2) „<i>Verificarea experimentală a uneia dintre formulele caracteristice mișcării rectilinii uniform variate a unui corp</i>”.</p> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/lucrarea de laborator prezentat;</li> </ul> |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>1.6. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>1.7. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>1.8. Formarea comportamentului sistemic al participanților la traficul rutier (traversarea străzilor și a liniilor de cale ferată, deplasarea cu mijloacele de transport ș.a.), argumentând, prin rezolvarea diferitor situații-problemă, faptul că la orice viteză vehiculul parcurge un anumit drum (spațiu) de frânare, care trebuie luat permanent în considerare.</p>  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– rezumat generalizat prezentat: „Reguli de securitate și norme de comportament în circulația rutieră”;</li> <li>– proiect STEM/STEAM realizat: „De la „frecvența de pedalare” la viteza de mișcare a bicicletei”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p>   |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: eroare relativă, accelerație, mișcare circulară uniformă, viteză unghiulară, accelerație centripetă, viteză momentană, ecuația/legea mișcării/a vitezei.</i></p>  |  |   |
| <h2>II. Dinamica</h2>  |  |   |
| <p>2.1. Generalizarea rezultatelor observărilor experimentale în formularea principiilor dinamicii.</p> <p>2.2. Reprezentarea analitică și grafică a forțelor.</p> <p>2.3. Aplicarea principiilor mecanicii newtoniene, a legii atracției universale, a formulelor forței elastice și a forței de frecare în situații concrete.</p> <p>2.4. Identificarea particularităților mișcării rectilinii uniforme, ale mișcării rectilinii uniform variate și ale mișcării circulare uniforme în contextul principiilor dinamicii.</p> <p>2.5. Explicarea interacțiunii corpurilor din Univers prin forțe de atracție gravitaționale, care depind de masele corpurilor și distanța dintre ele.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legile/principiile dinamicii. Principiul inerției. Sisteme de referință inerțiale. Principiul fundamental al dinamicii. Principiul acțiunii și al reacțiunii</li> <li>• Câmpul gravitațional. Intensitatea câmpului gravitațional. Legea atracției universale</li> <li>• Forța elastică. Forța de frecare. Coeficientul de frecare. Aplicații practice</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– reactualizarea cunoștințelor: forța de greutate, ponderea.</li> </ul> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– observarea diverselor tipuri de interacțiuni dintre corpuri;</li> <li>– verificarea principiului fundamental al dinamicii;</li> <li>– studiul acțiunii și al reacțiunii corpurilor.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea principiilor dinamicii;</li> <li>– aplicarea legii atracției universale și a formulei intensității câmpului gravitațional.</li> </ul> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>2.6. Interpretarea forței de greutate ca forță de atracție universală, manifestată în vecinătatea Pământului, a accelerației gravitaționale ca intensitate a câmpului gravitațional.</p> <p>2.7. Investigarea experimentală a dependenței alungirii corpurilor elastice de forța deformatoare, a legilor frecării la alunecare.</p> <p>2.8. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>2.9. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>2.10. Formarea comportamentului sistemic al participanților la traficul rutier (traversarea străzilor și a liniilor de cale ferată, deplasarea cu mijloacele de transport ș.a.), argumentând, prin rezolvarea diferitor situații-problemă, faptul că la orice viteză vehiculul parcurge un anumit drum (spațiu) de frânare, care trebuie luat permanent în considerare.</p> |  | <p><i>Lucrări de laborator:</i></p> <p>3) „Determinarea constantei elastice a unui resort”/„Determinarea coeficientului de frecare la alunecare”.</p> <p><i>Produce școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări prezentate despre: aplicarea proprietăților elastice ale corpurilor în diferite dispozitive și mașini; analiza diverselor cazuri cu referire la diminuarea efectelor forțelor de frecare și utilizarea acestora.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: sistem de referință inerțial/neinerțial, acțiune și reacțiune, suprafață netedă/ideală, fir ideal, scripete ideal.</i></p>   |  |   |
| <p><b>III. Impulsul mecanic. Lucrul și energia mecanică</b></p>   |  |   |
| <p>3.1. Descrierea calitativă și cantitativă a conceptelor: <i>lucru mecanic, putere mecanică, energie cinetică, energie potențială, lucrul forțelor conservative, lucrul forțelor de frecare, impuls mecanic, legea conservării energiei mecanice.</i></p> <p>3.2. Identificarea condițiilor în care energia mecanică se conservă.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsul mecanic</li> <li>• Lucrul mecanic. Puterea mecanică. Energia cinetică.</li> </ul> <p>Teorema variației energiei cinetice</p> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– transformarea și conservarea energiei mecanice.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– utilizarea noțiunilor: <i>lucru mecanic, putere și energie mecanică, impuls mecanic;</i></li> <li>– aplicarea legii conservării energiei mecanice în diferite contexte.</li> </ul>   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>3.3. Utilizarea mărimilor fizice (lucru mecanic, putere și energie mecanică, impuls mecanic), a teoremei variației energiei cinetice și a legii conservării energiei mecanice la rezolvarea problemelor.</p> <p>3.4. Investigarea experimentală a fenomenelor bazate pe aplicarea legii conservării energiei mecanice.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forțe conservative. Lucrul forțelor conservative. Energia potențială gravitațională. Energia potențială elastică. Lucrul forței de frecare/de rezistență</li> <li>• Legea conservării și a transformării energiei mecanice. Aplicații</li> </ul>                   | <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicare prezentată: „Perpetuum mobile. Visuri și realități”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p>   |
| <p><b>IV. Elemente de statică</b></p>   |   |  |
| <p>4.1. Stabilirea condițiilor în care corpul se află în echilibru de translație sau în echilibru de rotație.</p> <p>4.2. Aplicarea condițiilor de echilibru în situații concrete.</p> <p>4.3. Determinarea poziției centrului de greutate al figurilor plane.</p> <p>4.4. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Echilibrul unui corp acționat de forțe coplanare concurente. Echilibrul de translație (cazul forțelor coliniare)</li> <li>• Momentul forței. Echilibrul de rotație. Aplicații practice</li> <li>• Centrul de greutate. Echilibrul în câmp gravitațional</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– determinarea poziției centrului de greutate al figurilor plane;</li> <li>– exemple de echilibru stabil, instabil și indiferent.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea condițiilor de echilibru;</li> <li>– aplicarea conceptelor: <i>echilibrul mecanic, momentul forței, forțe concurente, echilibrul de translație/de rotație, centrul de greutate</i> în diferite contexte.</li> </ul> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> </ul> |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>– comunicări prezentate despre: măsuri de asigurare a stabilității echilibrului în inginerie; aplicarea condițiilor de echilibru în diferite domenii etc.;</p> <p>– comunicare la tema: „Măsuri de asigurare a stabilității echilibrului în inginerie, aplicarea condițiilor de echilibru în diferite domenii” etc.</p> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p>  |
| <i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: forțe concurente, echilibrul de rotație, momentul forței.</i>   |   |   |
| <b>V. Oscilații și unde mecanice</b>  |   |   |
| <p>5.1. Analiza fenomenelor oscilatorii, utilizând mărimile caracteristice mișcării oscilatorii și ondulatorii (perioadă, frecvență, fază, pulsație, elongație, amplitudine, lungime de undă).</p> <p>5.2. Descrierea cantitativă a oscilațiilor pendulelor elastic și gravitațional.</p> <p>5.3. Investigarea experimentală a oscilațiilor mecanice.</p> <p>5.4. Aplicarea mărimilor caracteristice mișcării oscilatorii și ondulatorii (perioadă, frecvență, fază, pulsație, elongație, amplitudine, lungime de undă) la rezolvarea problemelor.</p> <p>5.5. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>5.6. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>5.7. Explicarea producerii și a efectelor unui seism (nivel calitativ).</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procese oscilatorii în natură și în tehnică. Mărimi caracteristice mișcării oscilatorii. Pendulul elastic. Pendulul gravitațional. Conservarea și transformarea energiei mecanice în mișcarea oscilatorie. Oscilații amortizate și oscilații forțate. Rezonanța (calitativ). Aplicații practice</li> <li>• Unde mecanice. Clasificarea undelor mecanice (unde transversale și unde longitudinale). Caracteristicile undelor. Unde sonore. Ultrasunete. Infrasonete. Unde seismice. Aplicații practice</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i><br/><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mișcarea oscilatorie;</li> <li>– formarea și propagarea undelor transversale și longitudinale.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea mărimilor caracteristice mișcării oscilatorii și ondulatorii: elongație, viteză, accelerație, energie, perioadă, frecvență, fază, pulsație, lungime de undă.</li> </ul> <p><i>Lucrare de laborator:</i><br/>5) „Studiul pendulului gravitațional și determinarea valorii intensității câmpului gravitațional/a accelerației căderii libere”.</p> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul unui experiment/lucrare de laborator prezentat;</li> </ul> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>5.8. Aplicarea unor măsuri de prevenire și protecție în raport cu posibilele efecte ale seismelor, de protecție fonică la utilizarea diferitor surse sonore în diverse situații.</p>   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate, cercetări prezentate: „Efecte seismice”;</li> <li>– proiect STEM/STEAM realizat: „Utilizarea ultrasunetului”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> oscilator armonic, oscilații armonice, fază, pulsație, elongație, amplitudine, oscilații amortizate și oscilații forțate, rezonanță, unde transversale/longitudinale, ultrasunete.</p> |  |  |

#### La sfârșitul clasei a X-a, elevul poate:

- identifica: particularitățile mișcării rectilinii uniforme, ale mișcării rectilinii uniforme variate și ale mișcării circulare uniforme; condițiile în care energia mecanică se conservă;
- descrie: mișcarea corpurilor, folosind modelele și conceptele de: *punct material, mobil, corp de referință, sistem de coordonate, sistem de referință, traiectorie, deplasare, distanță parcursă, coordonată, viteză, viteză medie, accelerație, perioadă, frecvență, viteză unghiulară, accelerație centripetă*; calitativ și cantitativ conceptele: *lucru mecanic, putere mecanică, energie cinetică, energie potențială, lucrul forțelor conservative, lucrul forțelor de frecare, impuls mecanic, legea conservării energiei mecanice, oscilațiile pendulelor elastic și gravitațional, rezonanță*;
- reprezenta în formă analitică legea mișcării în mișcarea rectilinie uniformă, legea mișcării și legea vitezei în mișcarea rectilinie uniform variată;
- explica: interacțiunea corpurilor din Univers prin forțe de atracție gravitaționale, care depind de masele corpurilor și distanța dintre ele; producerea și efectele unui seism;
- stabili condițiile în care corpul se află în echilibru de translație sau în echilibru de rotație;
- determina poziția centrului de greutate al figurilor plane;
- completa/extrage informațiile într-un/dintr-un grafic și/sau tabel;
- formula concluzii prin evaluarea rezultatului obținut în urma măsurărilor efectuate;

- prezenta/interpreta rezultatele investigațiilor experimentale;
- aplica formulele mărimilor fizice, legile, principiile studiate la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă;
- argumenta, prin rezolvarea diferitor situații-problemă, faptul că la orice viteză vehiculul parcurge un anumit drum (spațiu) de frânare, care trebuie luat permanent în considerare;
- propune un plan propriu de măsuri de formare a comportamentului: de prevenire și protecție în raport cu posibilele efecte ale seismelor, de protecție fonică la utilizarea diferitor surse sonore în diverse situații.

#### **Elemente comune cu *Matematica*:**

- Funcții (forma analitică, reprezentarea grafică);
- Utilizarea și transformarea formulelor;
- Operarea și transformarea unităților de măsură;
- Identificarea relațiilor de proporționalitate;
- Utilizarea mediei aritmetice a 2 sau mai multe numere reale;
- Ecuații;
- Calculul puterilor cu exponent rațional;
- Operații cu rădăcini pătratice dintr-un număr real nenegativ;
- Utilizarea procentelor;
- Elemente de geometrie și trigonometrie;
- Operații cu vectori.

## CLASA A XI-A

| Unități de competență   | Unități de conținut  | Activități și produse de învățare recomandate   |
|---|--|---|
| <b>FIZICA MOLECULARĂ ȘI TERMODINAMICĂ</b>   |  |   |
| <b>I. Noțiuni termodinamice de bază. Teoria cinetico-moleculară a gazului ideal (TCM)</b>   |  |   |
| <p>1.1. Definierea conceptelor: <i>sistem termodinamic, starea sistemului termodinamic, parametri de stare</i> (<math>T, p, V</math>).</p> <p>1.2. Explicarea fenomenelor referitoare la structura discretă a substanței (difuziunea etc.).</p> <p>1.3. Descrierea modelului gazului ideal.</p> <p>1.4. Utilizarea mărimilor referitoare la structura discretă a substanței, a formulei fundamentale a teoriei cinetico-moleculare a gazului ideal, a ecuației de stare a gazului ideal, a ecuațiilor transformărilor simple ale gazului ideal la rezolvarea problemelor.</p> <p>1.5. Identificarea domeniilor de aplicare în viață și în tehnică a transformărilor simple în gaze.</p> <p>1.6. Investigarea experimentală a transformărilor simple ale gazului ideal.</p> <p>1.7. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>1.8. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin aprecierea rezultatului obținut.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Noțiuni termodinamice de bază. Sistemul termodinamic. Starea sistemului termodinamic. Parametri de stare. Structura discretă a substanței</li> <li>• Modelul gazului ideal. Formula fundamentală a TCM a gazului ideal. Temperatura.</li> </ul> <p>Ecuatia de stare a gazului ideal. Transformări simple ale gazului ideal (ecuațiile transformărilor simple)</p> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– difuziunea;</li> <li>– transformări simple: izotermă, izobară, izocoră.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– utilizarea mărimilor fizice referitoare la structura discretă a substanței;</li> <li>– aplicarea formulei fundamentale a TCM;</li> <li>– aplicarea ecuației de stare a gazului ideal;</li> <li>– aplicarea ecuațiilor transformărilor izoterme, izobare, izocore.</li> </ul> <p><i>Lucrare de laborator:</i></p> <p>1) „<i>Studiul unei transformări simple a gazului ideal</i>”.</p> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> sistem termodinamic, sistem închis/deschis/izolat, corp/sistem macroscopic, starea sistemului, parametri de stare, transformare de stare/proces, ecuație de stare, condiții normale, mișcare browniană, transformări: izobară, izotermă, izocoră.</p>  |  |   |



| II. Bazele termodinamicii  |  |  |
|--|--|--|
| <p>2.1. Definierea conceptelor: <i>energie internă, proces ciclic, ecuație calorică de stare, principiul întâi al termodinamicii, motor termic.</i></p> <p>2.2. Explicarea principiului întâi al termodinamicii ca lege de conservare.</p> <p>2.3. Aplicarea principiului întâi al termodinamicii pentru transformările izotermă, izocoră, izobară la rezolvarea problemelor.</p> <p>2.4. Descrierea principiului de funcționare a motoarelor termice.</p> <p>2.5. Identificarea și analiza problemelor ecologice, cauzate de utilizarea motoarelor termice.</p> <p>2.6. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin aprecierea rezultatului obținut.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energia internă. Lucrul în termodinamică. Cantitatea de căldură.</li> <li>• Principiul întâi al termodinamicii</li> <li>• Transformarea energiei interne în lucru mecanic. Motoare termice. Aplicații. Poluarea mediului ambiant</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– procese de încălzire/răcire a substanței.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– utilizarea ecuației calorimetrice, a principiului întâi al termodinamicii la calcularea lucrului, a cantității de căldură și a variației energiei interne în transformările simple ale gazului ideal.</li> </ul> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate, cercetări prezentate: „Aplicarea motoarelor termice și impactul acestora asupra mediului ambiant” etc.;</li> <li>– proiect STEM/STEAM realizat: „Identificarea principalelor surse de poluare a mediului. Măsuri de reducere a poluării în orizontul local”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: proces termodinamic, proces ciclic, energie internă, ecuație calorică de stare, căldură molară, capacitate termică, ecuație calorimetrică.</i></p>  |  |  |

| <b>ELECTRODINAMICA</b>  |  |
|---|--|
| <b>III. Electrostatica</b>  |  |
| <p>3.1. Definirea conceptelor: <i>permittivitate electrică, potențial electric, capacitate electrică, condensator.</i></p> <p>3.2. Aplicarea mărimilor caracteristice câmpului electric (intensitatea câmpului electric, potențialul electric), a legii lui Coulomb, a lucrului câmpului electric la deplasarea unei sarcini punctiforme într-un câmp omogen la rezolvarea problemelor.</p> <p>3.3. Argumentarea calitativă a caracterului conservativ al câmpului electrostatic.</p> <p>3.4. Utilizarea formulei capacității condensatorului plan la rezolvarea problemelor.</p> <p>3.5. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin aprecierea rezultatului obținut.</p> <p>3.6. Relatarea despre aplicații ale conductoarelor, ale dielectricilor și ale condensatoarelor în viața cotidiană.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmpul electric și caracteristicile lui. Intensitatea câmpului electrostatic. Permittivitatea electrică a mediului</li> <li>• Lucrul câmpului electric la deplasarea unei sarcini punctiforme într-un câmp omogen. Potențialul electric. Diferența de potențial. Tensiunea electrică</li> <li>• Capacitatea electrică. Condensatorul. Aplicații. Capacitatea electrică a condensatorului plan. Energia câmpului electric</li> </ul> |
| <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– electrizarea corpurilor;</li> <li>– liniile de forță ale câmpului electrostatic.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea mărimilor caracteristice câmpului electric (intensitatea câmpului electric, potențialul electric), a legii lui Coulomb, a lucrului câmpului electric;</li> <li>– reprezentarea grafică a câmpului electrostatic;</li> <li>– calculul capacității electrice a condensatoarelor plane;</li> <li>– calculul energiei câmpului electrostatic al condensatorului.</li> </ul> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări prezentate: „Interacțiuni electrostatice în natură/în cotidian/în tehnică”/„Tipuri de condensatoare și aplicațiile lor în tehnică”/„Aplicarea condensatoarelor în tehnică” ș.a.</li> </ul> | <p style="text-align: center;"><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p>  |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: câmp electric, câmp electrostatic, linii de forță ale câmpului electrostatic, intensitatea câmpului electric, potențial electric, capacitate electrică, condensator electric.</i></p>  |  |

| IV. Electrocinetică   |   |   |
|---|---|---|
| <p>4.1. Definierea conceptelor: <i>tensiune electromotoare, forțe exterioare/secundare, rezistență internă/externă, scurtcircuit.</i></p> <p>4.2. Aplicarea legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit și pentru un circuit întreg, a legii lui Joule, a formulelor lucrului curentului electric, a puterii și a rezistenței echivalente la rezolvarea problemelor.</p> <p>4.3. Relatarea aplicațiilor efectelor curentului electric și descrierea funcționării aparatelor electrotcasnice.</p> <p>4.4. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>4.5. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin aprecierea rezultatului obținut.</p> <p>4.6. Elaborarea strategiilor de comportament în cazul riscurilor provocate de scurtcircuit.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curent electric și circuite de curent continuu. Aplicații. Intensitatea curentului. Tensiunea electrică. Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit fără generator de curent. Gruparea conductoarelor. Lucrul și puterea curentului electric. (Reactualizare)</li> <li>• Tensiunea electromotoare. Legea lui Ohm pentru un circuit întreg. Scurtcircuitul, consecințe</li> <li>• Instrumente de măsurat digitale și reguli de utilizare</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– reactualizarea și sistematizarea cunoștințelor la tema „Curentul electric continuu”.</li> </ul> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– studiul experimental al circuitelor serie și paralele;</li> <li>– măsurarea mărimilor caracteristice curentului electric cu multimetru.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea mărimilor și a legilor fizice caracteristice fenomenelor electrice (intensitatea curentului electric, tensiunea electrică, rezistența electrică, rezistivitatea, lucrul și puterea curentului electric, tensiunea electromotoare, rezistența interioară, legea lui Ohm, legea lui Joule);</li> <li>– calculul costului energiei electrice consumate.</li> </ul> <p><i>Lucrare de laborator:</i></p> <p>2) „Determinarea rezistenței interioare și a TEM a unei surse de curent”.</p> <p><i>Produce școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> </ul> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>– comunicări, referate, proiect STEM/STEAM despre: aplicațiile efectelor curentului electric (în viața cotidiană, în tehnică, în procese tehnologice, în știință, în medicină ș.a.); scurtcircuitul și securizarea circuitelor electrice;</p> <p>– proiect STEM/STEAM realizat: „Mijloace de transport electrice”.</p> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p>   |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: tensiune electromotoare, forțe exterioare/secundare, rezistență interioară, scurtcircuit, rezistență fuzibilă.</i></p>  |  |   |
| <p><b>V. Curentul electric în diferite medii</b></p>   |  |   |
| <p>5.1. Explicarea calitativă a conducerii electrice în metale, în semiconductoare, în electroliți și gaze.</p> <p>5.2. Identificarea unor posibilități practice de aplicare a curentului electric în diferite medii (în viața cotidiană/în tehnică).</p> <p>5.3. Elaborarea strategiilor de comportament în cazul riscurilor provocate de formarea curentului electric în diferite medii.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medii conductoare de curent electric (calitativ). Aplicații practice ale curentului electric în diferite medii</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i><br/><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– curentul electric în electroliți;</li> <li>– ionizarea gazelor.</li> </ul> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment prezentat;</li> <li>– situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate, proiect STEM/STEAM despre: aplicațiile curentului electric în diferite medii (în viața cotidiană, în tehnică, în procese tehnologice, în știință, în medicină ș.a.); strategii de comportament în cazul riscurilor provocate de formarea curentului electric în diferite medii.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: semiconductor, diodă, diodă luminescentă, electrolit, plasmă, tuburi luminescente.</i></p>  |  |   |

### **La sfârșitul clasei a XI-a, elevul poate:**

- identifica domeniile de aplicare în viață și în tehnică a transformărilor simple în gaze;
- descrie: modelul gazului ideal; principiul de funcționare a motoarelor termice; procesele din conductoarele metalice și dielectrice într-un câmp electrostatic; funcționarea aparatelor electrocasnice;
- recunoaște și analizează problemele ecologice, cauzate de utilizarea motoarelor termice;
- explica: fenomenele referitoare la structura discretă a substanței (difuziune, vaporizare etc.); principiul întâi al termodinamicii ca lege de conservare; conducția electrică în metale, în semiconductoare, în electroliți și gaze (calitativ);
- relatează aplicațiile: conductoarelor, dielectricilor și condensatoarelor în viața cotidiană; efectelor curentului electric, curentului electric în diferite medii în viața cotidiană/în tehnică;
- completa/extrage informațiile într-un/dintr-un grafic și/sau tabel;
- formula concluzii prin evaluarea rezultatului obținut în urma măsurărilor efectuate;
- prezenta/interpreta rezultatele investigațiilor experimentale;
- aplica formulele mărimilor fizice, ecuațiile, legile, principiile studiate la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă;
- propune un plan propriu de măsuri de prevenire a încălzirii globale;
- elaborează strategii de comportament în cazul riscurilor cauzate de scurtcircuit și de trecerea curentului electric prin diferite medii.

### **Elemente comune cu Matematica:**

- Funcții (forma analitică, reprezentarea grafică);
- \*Derivata funcției;
- Utilizarea și transformarea formulelor;
- Operarea și transformarea unităților de măsură;
- Identificarea relațiilor de proporționalitate;
- Utilizarea mediei aritmetice a 2 sau mai multe numere reale;
- Ecuații;
- Calculul puterilor cu exponent rațional;
- Operații cu rădăcini pătratice dintr-un număr real nenegativ;
- Utilizarea procentelor;
- Elemente de geometrie și trigonometrie;
- Operații cu vectori.

## CLASA A XII-A

| Unități de competență   | Unități de conținut   | Activități și produse de învățare recomandate  |
|---|---|--|
| <b>I. Electromagnetism</b>  |   |  |
| <p>1.1. Investigarea experimentală a acțiunii câmpului magnetic asupra conductoarelor parcurse de curent electric.</p> <p>1.2. Descrierea mișcării purtătorilor de sarcină electrică în câmp magnetic.</p> <p>1.3. Explicarea fenomenului de inducție electromagnetică.</p> <p>1.4. Aplicarea formulei forței electromagnetice (Ampere), a formulei forței Lorentz, a formulei fluxului câmpului magnetic, a legii inducției electromagnetice la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>1.5. Identificarea domeniilor de aplicație practică a interacțiunilor magnetice, a inducției electromagnetice.</p> <p>1.6. Analiza rezultatelor observărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmpul magnetic al curentului electric. Inducția magnetică.</li> <li>• Acțiunea câmpului magnetic asupra purtătorilor de sarcină electrică în mișcare. Forța Lorentz</li> <li>• Fluxul magnetic. Inducția electromagnetice. Legea lui Faraday.</li> </ul> <p>Aplicații practice ale inducției electromagnetice</p> | <p><i>Activități de învățare:</i></p> <p><i>Reactualizarea cunoștințelor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– forța electromagnetice;</li> <li>– regula mâinii drepte;</li> <li>– regula mâinii stângi.</li> </ul> <p><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– spectrul câmpului magnetic al unui magnet permanent, al unui conductor rectiliniu, al unui solenoid și al unei spire parcurse de curent;</li> <li>– acțiunea câmpului magnetic asupra conductoarelor parcurse de curent electric.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea formulei forței electromagnetice (Ampere), a formulei forței Lorentz, a formulei fluxului câmpului magnetic, a legii inducției electromagnetice.</li> </ul> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări prezentate: „Aplicații ale câmpului magnetic”/„Câmpul magnetic al Pământului. Procese fizice care determină protecția contra radiațiilor cosmice”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: flux magnetic, forța Lorentz, inducție electromagnetice.</i>  |   |  |

| II. Curent electric alternativ  |   |  |
|---|---|--|
| <p>2.1. Descrierea modalităților de generare a t. e. m. alternative.</p> <p>2.2. Compararea mărimilor ce caracterizează curentul alternativ cu mărimile ce caracterizează curentul continuu.</p> <p>2.3. Rezolvarea problemelor cu aplicarea mărimilor caracteristice curentului alternativ: intensitatea și tensiunea instantanee, valorile efective ale intensității și ale tensiunii alternative, frecvența, perioada, pulsația, valoarea efectivă a tensiunii și a intensității, raport/coeficient de transformare.</p> <p>2.4. Explicarea principiului de funcționare a transformatorului.</p> <p>2.5. Identificarea problemelor transportului energiei electrice la distanțe mari.</p> <p>2.6. Formarea comportamentului conștient la utilizarea curentului alternativ.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curentul electric alternativ. Mărimi caracteristice. Valori efective ale intensității curentului și ale tensiunii alternative.</li> <li>• Producerea energiei electrice. Transformatorul. Aplicații practice. Transportul energiei electrice la distanțe mari</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i><br/><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– generarea tensiunii electromotoare alternative;</li> <li>– construcția transformatorului.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme</i> privind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– calculul mărimilor caracteristice curentului alternativ: intensitatea și tensiunea instantanee, valorile efective ale intensității și ale tensiunii alternative, frecvența, perioada, pulsația, valoarea efectivă a tensiunii și a intensității.</li> </ul> <p><i>Lucrare de laborator:</i><br/>1) „<i>Studiul transformatorului</i>”.</p> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate, cercetări prezentate: „Avantajele utilizării curentului alternativ”/„Diminuarea pierderilor energetice la transportul energiei electrice la distanțe mari”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> curent alternativ, tensiune alternativă, valori instantanee și valori efective ale tensiunii și ale intensității curentului alternativ, transformator, raport/coeficient de transformare.</p>  |   |  |

| III. Oscilații și unde electromagnetice   |   |   |
|---|---|---|
| <p>3.1. Descrierea calitativă a producerii câmpului electromagnetic și a propagării unde electromagnetice.</p> <p>3.2. Aplicarea relațiilor dintre mărimile caracteristice unde electromagnetice (lungime de undă, perioadă, frecvență) la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>3.3. Identificarea domeniilor de aplicații științifice și tehnice ale undelor electromagnetice, ale interferenței și ale difracției luminii.</p> <p>3.4. Estimarea acțiunii biologice a undelor electromagnetice și aplicarea unor măsuri de protecție a mediului și a propriei persoane în utilizarea practică a acestora.</p> <p>3.5. Utilizarea formulei rețelei de difracție la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>3.6. Investigarea experimentală a rețelei de difracție.</p> <p>3.7. Descrierea fenomenelor de interferență și difracție a luminii întâlnite în natură și în tehnică.</p> <p>3.8. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>3.9. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitul oscilant</li> <li>• Câmpul electromagnetic. Propagarea undelor electromagnetice.</li> <li>• Clasificarea undelor electromagnetice. Aplicații practice</li> <li>• Evoluția concepțiilor despre natura luminii</li> <li>• Interferența și difracția luminii. Rețeaua de difracție. Aplicații practice</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i><br/><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– demonstrarea interferenței și a difracției luminii.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme privind:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– calculul parametrilor circuitelor oscilante;</li> <li>– aplicarea formulelor caracteristice undelor electromagnetice;</li> <li>– aplicarea formulei rețelei de difracție.</li> </ul> <p><i>Lucrare de laborator:</i><br/>2) „<i>Determinarea lungimii de undă a luminii cu ajutorul rețelei de difracție</i>”.</p> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații/lucrare de laborator prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate și cercetări prezentate: „Istoria descoperirii undelor electromagnetice și începutul erei radioului”/„Aplicații practice ale interferenței și ale difracției luminii (interferometru, holografia etc.)” ș.a.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> oscilații electromagnetice, circuit oscilant, interferență, difracție, tablou de interferență, maxim/minim de interferență, drum geometric, interferanță, rețea de difracție.</p>  |   |   |



| <b>FIZICA MODERNĂ</b>  |  |   |
|--|--|---|
| <b>IV. Elemente de fizică cuantică</b>   |  |   |
| <p>4.1. Definierea conceptelor: <i>cuantă de energie, foton, efect fotoelectric, frecvență de prag, tensiune de frânare/stopare.</i></p> <p>4.2. Investigarea experimentală în laborator/ laborator virtual a legilor efectului fotoelectric extern.</p> <p>4.3. Aplicarea formulelor energiei, a masei și a impulsului fotonului, a legilor efectului fotoelectric, a ecuației lui Einstein pentru fotoefect la rezolvarea problemelor.</p> <p>4.4. Identificarea domeniilor de aplicare a efectului fotoelectric.</p> <p>4.5. Analiza rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectul fotoelectric extern.</li> <li>Legile efectului fotoelectric extern. Cuantă de energie. Fotonul. Aplicații practice ale efectului fotoelectric extern</li> </ul> | <p><i>Activități de învățare:</i><br/><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– efectul fotoelectric extern.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme</i> privind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea legilor efectului fotoelectric extern și a ecuației lui Einstein;</li> <li>– calculul energiei, al masei și al impulsului fotonului.</li> </ul> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– raportul pentru experiment/investigații prezentat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate și cercetări prezentate: „Aplicarea efectului fotoelectric extern în diferite domenii ale științei și ale tehnicii (celula fotoelectrică, releul fotoelectric etc.)”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: cuantă de energie, foton, efect fotoelectric, frecvență de prag, tensiune de frânare/stopare, ipoteza lui Planck.</i></p>   |  |   |
| <b>V. Elemente de fizică a atomului și a nucleului atomic</b>  |  |   |
| <p>5.1. Descrierea calitativă a diferitor modele de atomi.</p> <p>5.2. Argumentarea stabilității atomului pe baza postulatelor lui Bohr.</p> <p>5.3. Caracterizarea nucleelor atomice, utilizând proprietățile generale ale acestora: dimensiune, masă, sarcină electrică, structură.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiența lui Rutherford.</li> <li>Modelul planetar al atomului</li> <li>• Postulatele lui Bohr</li> <li>• Spectre. Tipuri de spectre</li> </ul>                       | <p><i>Activități de învățare:</i><br/><i>Experimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– schema experienței lui Rutherford;</li> <li>– înregistrarea radiațiilor cu ajutorul detectoarelor.</li> </ul> <p><i>Rezolvări de probleme</i> privind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– determinarea caracteristicilor nucleului atomic;</li> </ul>  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>5.4. Explicarea proceselor de dezintegrare <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math>.</p> <p>5.5. Aplicarea legii dezintegrării radioactive, a legii conservării numărului de sarcină și a legii conservării numărului de masă la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>5.6. Estimarea posibilităților efecte ale accidentelor nucleare.</p> <p>5.7. Identificarea efectelor biologice ale radiațiilor ionizante și cunoașterea regulilor de protecție.</p> <p>5.8. Identificarea domeniilor de aplicații practice ale fenomenelor nucleare (a izotopilor radioactivi, a reacțiilor de fuziune și fuziune a nucleelor).</p> <p>5.9. Evaluarea perspectivelor utilizării fuziunii nucleare ca sursă de energie a viitorului.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nucleul atomic.</li> <li>• Constituenții nucleului atomic. Izotopi</li> <li>• Radioactivitatea.</li> <li>• Dezintegrarea radioactivă</li> <li>• Reacții nucleare. Legi de conservare în reacții nucleare (a numărului de sarcină, a numărului de masă)</li> <li>• Fuziunea și fuziunea nucleelor. Reactorul nuclear</li> <li>• Aplicații practice ale fenomenelor nucleare (a izotopilor radioactivi, a reacțiilor de fuziune și fuziune a nucleelor)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– aplicarea legii dezintegrării radioactive, a legii conservării numărului de sarcină și a legii conservării numărului de masă;</li> <li>– analiza reacțiilor nucleare.</li> </ul> <p><b>Produse școlare:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– experiment realizat;</li> <li>– probleme/situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări, referate prezentate: „Modele de atomi. Particularități deosebite”/„Realizările științifice ale dinastiei Curie”/„Catastrofe nucleare: Cernobîl și Fukushima”/„Domenii de aplicații practice ale izotopilor radioactivi, ale fuziunii și fuziunii nucleare”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei:</i> modelul planetar al atomului, modelul cuantificat al atomului, spectru de emisie/absorbție, spectru continuu/de bandă/de linii, defect de masă, energie de legătură, energie de legătură pe nucleon.</p>   |   |   |
| <p style="text-align: center;"><b>Vi. Elemente de astronomie</b></p>  |   |   |
| <p>6.1. Identificarea locului astronomiei în contextul fizicii.</p> <p>6.2. Observarea cerului înstelat.</p> <p>6.3. Identificarea constelațiilor pe cer.</p> <p>6.4. Determinarea cauzelor și a caracterului mișcării aparente a Soarelui, a Lunii, a stelelor pe cer.</p> <p>6.5. Explicarea fazelor Lunii, a eclipselor de Soare și de Lună.</p> <p>6.6. Definirea timpului solar mediu.</p> <p>6.7. Clasificarea corpurilor Sistemului Solar.</p> <p>6.8. Descrierea proprietăților fizice ale Lunii și ale planetelor din Sistemul Solar.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Astronomia în contextul fizicii. Elemente de astronomie practică: mișcarea aparentă a aștrilor; sfera cerească (calitativ); mișcarea periodică a Pământului și a Lunii.</li> <li>• Timpul și măsurarea lui</li> <li>• Sistemul Solar. Planetele. Corpurile mici ale Sistemului Solar. Pământul și Luna. Marea. Originea și evoluția Sistemului Solar</li> </ul>  | <p><b>Activități de învățare:</b></p> <p><b>Observări astronomice:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– observarea cerului înstelat;</li> <li>– mișcarea aparentă a Soarelui, a Lunii, a planetelor și a stelelor pe bolta cerească;</li> <li>– observarea constelațiilor (toamna, iarna, primăvara, vara);</li> <li>– observarea planetelor (Mercur, Venus, Marte, Jupiter, Saturn);</li> <li>– observarea Lunii;</li> <li>– urmărirea meteorilor.</li> </ul>  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>6.9. Descrierea conceptelor moderne despre originea și evoluția Sistemului Solar.</p> <p>6.10. Descrierea structurii și a caracteristicilor Soarelui.</p> <p>6.11. Expunerea caracteristicilor principale și a etapelor de viață a stelelor.</p> <p>6.12. Clasificarea spectrală a stelelor.</p> <p>6.13. Estimarea dimensiunilor și a părților componente ale Galaxiei noastre și a distanțelor până la alte galaxii.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soarele. Caracteristici generale ale Soarelui. Structura și atmosfera solară</li> <li>• Stelele. Caracteristici principale, clasificare, evoluție</li> <li>• Noțiuni de cosmologie. Galaxia noastră. Alte galaxii. Metagalaxia</li> </ul> | <p><i>Demonstrații:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vizionarea filmelor didactico-științifice;</li> <li>– utilizarea resurselor astronomice virtuale;</li> <li>– vizită la Observatorul Astronomic.</li> </ul> <p><i>Rezolvarea unor situații-problemă.</i></p> <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– situații-problemă rezolvate;</li> <li>– comunicări și referate prezentate: „Astronomia și civilizația umană”/„Observatoare astronomice orbitale”/„Stele variabile și nestaționare”/„Evoluția stelelor”/„Cercetările spațiului cosmic și rolul acestora în dezvoltarea societății”.</li> </ul> <p><i>Test de evaluare sumativă rezolvat.</i></p> |
| <p><b>VII. Tabloul științific al lumii și contribuția fizicii la dezvoltarea societății</b></p>   |  |  |
| <p>7.1. Identificarea etapelor de dezvoltare a fizicii și a astronomiei ca științe.</p> <p>7.2. Argumentarea rolului fizicii în progresul tehnico-științific și în dezvoltarea societății.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabloul contemporan științific al lumii. Evoluția tabloului științific al lumii</li> <li>• Rolul fizicii și al astronomiei în progresul tehnico-științific și în dezvoltarea societății</li> </ul>  | <p><i>Produse școlare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– rapoarte prezentate: „Descoperirile fizicii în sec. al XX-lea – al XXI-lea privind structura substanței și natura duală a materiei”/„Evoluția tabloului științific al lumii”.</li> </ul>   |

### *La sfârșitul clasei a XII-a, elevul poate:*

- explica: fenomenul de inducție electromagnetică; principiul de funcționare a transformatorului;
- descrie: mișcarea purtătorilor de sarcină electrică în câmp magnetic; modalități de generare a t. e. m. alternative, calitativ pro-ducerea câmpului electromagnetic și propagarea undei electromagnetice; fenomenele de interferență și difracție a luminii în-tâlnite în natură și în tehnică, calitativ diferite modele de atomi; proprietățile fizice ale Pământului, ale Lunii sau ale altor planete ale Sistemului Solar; conceptele moderne despre originea și evoluția Sistemului Solar; structura și caracteristicile Soarelui;
- compara mărimile ce caracterizează curentul alternativ cu mărimile ce caracterizează curentul continuu;
- caracteriza: nuclee, utilizând proprietățile generale ale acestora; diferite tipuri de radiații nucleare în funcție de proprietățile acestora;
- identifica: locul astronomiei în contextul fizicii; etapele de dezvoltare a fizicii și a astronomiei ca științe;
- recunoaște constelațiile pe cer;
- clasifica corpurile Sistemului Solar;
- expune: cauzele și caracterul mișcării aparente a Soarelui, a Lunii, a stelelor pe cer; caracteristicile principale și etapele de viață a unei stele;
- estime: dimensiunile și părțile componente ale Galaxiei noastre; distanțele până la alte galaxii; acțiunea biologică a undelor electromagnetice;
- relatea despre: domeniile de aplicație practică a interacțiunilor magnetice; a inducției electromagnetice; problemele transpor-tului energiei electrice la distanțe mari; domeniile de aplicații științifice și tehnice ale undelor electromagnetice; domeniile de aplicare a efectului fotoelectric; efectele utilizării armamentului nuclear; efectele biologice ale radiațiilor ionizante, ale unor dispozitive utilizate pentru detectarea și măsurarea radiațiilor;
- evalua perspectivele utilizării fuziunii nucleare ca sursă de energie a viitorului;
- completa/extrage informațiile într-un/dintr-un grafic și/sau tabel;
- formula concluzii prin evaluarea rezultatului obținut în urma măsurărilor efectuate;
- prezenta/interpreta rezultatele investigațiilor experimentale;
- aplica formulele mărimilor fizice, legile studiate la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă;
- argumenta, pe baza postulatelor lui Borh, stabilitatea atomului;

- justifica rolul fizicii în progresul tehnico-științific și în dezvoltarea societății;
  - propune un plan propriu de măsuri pentru formarea comportamentului de protecție a mediului și a propriei persoane de acțiunile radiațiilor nucleare în utilizarea practică a undelor electromagnetice.
- Elevul va manifesta următoarele atitudini și valori:***
- coerență și corectitudine a limbajului specific;
  - interes și curiozitate pentru promovarea activă a valorilor de inovare, explorare a mediului înconjurător și a unui mod sănătos de viață;
  - perseverență și precizie în cunoașterea proceselor fizice din natură;
  - creativitate și atenție la integrarea achizițiilor specifice disciplinei *Fizică* cu cele din alte domenii;
  - valorificare a gândirii critice pentru elaborarea unui plan de prevenire și comportament autonom și rațional în situații de risc.

***Elemente comune cu Matematica:***

- Funcții (forma analitică, reprezentarea grafică);
- \*Derivata funcției;
- Utilizarea și transformarea formulelor;
- Operarea și transformarea unităților de măsură;
- Identificarea relațiilor de proporționalitate;
- Utilizarea mediei aritmetice a 2 sau mai multe numere reale;
- Ecuații;
- Calculul puterilor cu exponent rațional;
- Operații cu rădăcini pătratice dintr-un număr real nenegativ;
- Utilizarea procentelor;
- Elemente de geometrie și trigonometrie;
- Operații cu vectori.

## V. Repere metodologice de predare – învățare – evaluare

Aspectul metodologic presupus de *Curriculumul* la disciplina *Fizică. Astronomie*, dezvoltat în termeni de competențe școlare, reprezintă organizarea procesului educațional, centrat pe achiziții finale concrete.

Proiectarea diferitor tipuri de strategii didactice în procesul de predare – învățare a fizicii va fi determinată de:

- abordarea constructivistă în educație;
- tipologia finalităților cursului de fizică;
- formele de organizare a instruirii specifice fizicii: lecții, lucrări de laborator, lucrări practice etc.;
- viziunea didactică a profesorului.

Ideea-cheie a metodologiei propuse în actualul curriculum constă în asigurarea și susținerea învățării centrate pe elev (abordarea psihocentrică), dar și a învățării centrate pe valorile promovate de către societate (abordarea sociocentrică).

În cadrul primei abordări, elevul, la lecțiile de fizică, fiind subiect activ, se informează, identifică, descrie, observă, experimentează, descoperă, analizează, interpretează, apreciază, concluzionează, gestionează etc., realizând, astfel, demersuri constructiviste, iar profesorul asigură procesul de predare – învățare – evaluare fără a se limita la furnizarea de informații, ci îndrumând/orientând elevii cum să învețe gândind activ, logic, analitic și critic.

În cadrul celei de-a doua abordări, elevul asimilează valorile promovate de către societate, iar profesorul ghidează acest proces fără a-și impune propriile viziuni.

Realizarea acestei idei-cheie, în cazul predării fizicii, se axează pe strategii didactice activ-participative, care au la bază următoarele principii:

1. promovarea învățării prin descoperire și rezolvare de probleme;
2. construirea propriilor înțelesuri și interpretări ale conținuturilor însușite la fizică;
3. discutarea și stabilirea de comun acord cu elevii a modului de învățare;
4. promovarea alternativelor metodologice de predare – învățare – evaluare;
5. analiza multidimensională, transdisciplinară a conținuturilor din domeniul fizicii, ariei curriculare etc.;
6. evaluarea prin metode alternative.

Așadar, predarea – învățarea disciplinei școlare *Fizică* se va axa preponderent pe următoarele strategii didactice:

- strategii euristice;
- strategii algoritmice;
- strategii de învățare prin cooperare;
- strategii axate pe cercetare;
- strategii axate pe problematizare.

Proiectarea anuală, precum și proiectarea unităților de învățare, va fi centrată pe o asimilare treptată a competențelor specifice fizicii, care urmează a fi atinse pe parcursul celor trei ani de studiu în liceu. Fiind dezvoltate permanent, ele vor conduce la formarea celor 4 competențe specifice disciplinei, considerate ca finalități ale treptei liceale.

Competențele specifice se exercită în diferite situații de învățare cu un anumit grad de operaționalitate și depind în mare măsură de achizițiile dobândite la fiecare unitate de învățare.

Nivelul calitativ al procesului educațional este condiționat de stilul de predare și strategia didactică utilizate de către profesor. Strategia didactică presupune îmbinarea formelor de organizare a activităților elevilor, a metodelor și mijloacelor de predare – învățare în cadrul procesului de formare, iar optimizarea acestora reprezintă scopul principal al strategiei și al stilului de predare al profesorului.

Deci, optimizarea procesului didactic în cadrul orelor de fizică pentru treapta liceală constă în:

- ✓ selectarea adecvată a metodelor, a procedeelelor didactice și a mijloacelor de învățământ;
- ✓ crearea situațiilor de formare adecvate conținuturilor;
- ✓ asigurarea unei comunicări didactice eficiente;
- ✓ motivarea și dezvoltarea intereselor elevilor;
- ✓ corelarea teoriei cu practica etc.

Utilizarea metodelor în context interactiv îi vizează atât pe profesori, cât și pe elevi și presupune o participare activă prin efort comun, urmărind atingerea achizițiilor finale. Metodele centrate pe elev stimulează gândirea și imaginația acestuia, capacitatea de comunicare, voința, motivația, interesul etc. Activ este elevul care depune un efort de reflecție personală, interioară, abstractă, care întreprinde un efort intelectual, de cercetare, de redescoperire a adevărilor științifice.

Un imperativ al timpului îl reprezintă utilizarea tehnologiilor informației și a comunicațiilor (TIC) în procesul educațional la fizică. Resursele WEB pot fi folosite în măsura posibilităților, nu doar la selectarea unor conținuturi informaționale de ultimă oră, dar și la efectuarea experimentelor cu ajutorul laboratoarelor digitale, dotate

cu senzori de ultimă generație, modelarea unor experimente fizice, greu de realizat în condițiile de laborator, precum și la evaluarea operativă a achizițiilor. Utilizarea acestor resurse la lecțiile de fizică au un șir de avantaje:

- asigură diversificarea strategiilor didactice, utilizate în procesul educațional;
- facilitează accesul elevilor la informație, stimulând interesul acestora față de cele mai recente descoperiri, motivând învățarea;
- permit realizarea unei evaluări mai ample și mai operative a rezultatelor și a progreselor obținute de către elevi;
- dezvoltă abilitățile de comunicare, de lucru în echipă;
- contribuie la realizarea proiectelor individuale și în grup, sensibilizând atitudinea față de problemele majore din viața cotidiană.

În cadrul procesului educațional, activitățile de predare – învățare – evaluare se află într-o strânsă legătură. Acestea trebuie proiectate în același timp, deoarece principalul element metodologic presupus în actualul curriculum îl reprezintă organizarea procesului educațional în raport cu noile finalități achiziționate: competențele specifice și unitățile de competență.

Astfel, evaluarea rezultatelor școlare se integrează pe întreg procesul de instruire sub diferite forme (tradiționale și formative), cum ar fi:

- evaluarea inițială (chestionare, testări, interviuri);
- evaluarea continuă (evaluări curente, orale și scrise la lecție, sarcini practice, teme pentru acasă);
- evaluarea sumativă (testări tematice, referate, proiecte).

Pentru a realiza cu succes evaluarea procesului și a produselor finale, este important să se aplice strategii moderne de evaluare.

Caracteristicile de bază ale unei evaluări autentice în cadrul disciplinei *Fizică. Astronomie* sunt următoarele:

- relevanța sarcinilor de evaluare și punerea elevilor în situații asemănătoare celor din viața reală. Pentru aceasta, ei vor realiza observări, investigații, experimente, vor soluționa unele probleme concrete, vor reflecta asupra celor învățate și își vor exprima interesele, opiniile și atitudinile proprii;
- dezvoltarea capacităților de autoevaluare a achizițiilor finale.

Evaluarea trebuie să ofere elevilor informații suficiente despre procesul de formare a competențelor specifice fizicii. Astfel, în procesul de evaluare elevii demonstrează:

- **ceea ce știu** – ansamblul de cunoștințe fundamentale;
- **ceea ce pot să facă** – ansamblul de priceperi, deprinderi, abilități de a face ceva/ de a pune în practică/de a implementa cunoștințele fundamentale;
- **ceea ce pot să fie** – ansamblul de atitudini bazate pe valorile acceptate.



Evaluarea succeselor elevilor, în această ordine de idei, poate fi realizată, de asemenea, și prin utilizarea metodelor complementare de evaluare:

- observarea sistematică a comportamentului elevilor;
- investigația;
- proiectul;
- portofoliul;
- autoevaluarea etc.

Aceste metode sunt în același timp metode de predare – învățare și metode de evaluare. Ele permit profesorului să analizeze direct activitatea elevului, să evalueze procesul prin care se ajunge la anumite rezultate/produse finale materializate în competențe.

Utilizarea metodelor alternative de evaluare încurajează elevii în construirea cunoștințelor și creează un climat favorabil învățării. Este important ca elevii să cunoască criteriile de evaluare pentru a putea reflecta asupra performanțelor obținute și pentru a găsi modalități proprii de progres.



**GHID  
DE IMPLEMENTARE  
A CURRICULUMULUI  
DISCIPLINAR**

# Introducere

*Ghidul de implementare a curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie, pentru clasele a X-a – a XII-a*, precum și manualul școlar, ghidul metodologic, culegerile de probleme, softurile educaționale etc. fac parte din ansamblul de produse/documente curriculare și reprezintă o componentă esențială a *Curriculumului Național*.

Rolul acestui document este de a facilita procesul de implementare a curriculumului disciplinar la *Fizică. Astronomie* în clasele liceale. Ghidul orientează activitatea cadrului didactic, permite abordarea creativă a demersurilor de proiectare didactică de lungă durată și de scurtă durată, dar și de realizare propriu-zisă a procesului de predare – învățare – evaluare.

În procesul de elaborare a *Ghidului de implementare a curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie* s-a ținut cont de:

- direcțiile dezvoltării curriculumului disciplinar;
- elementele de noutate ale curriculumului disciplinar, care urmează a fi implementate de cadrele didactice;
- rolul elementelor de structură ale curriculumului în formarea competențelor specifice fizicii;
- necesitatea suportului acordat profesorilor de fizică în procesul de implementare a curriculumului în învățământul gimnazial.

*Ghidul de implementare a curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie* cuprinde următoarele componente structurale: *Introducere, referințe conceptuale/teoretice, referințe proiective, referințe metodologice și procesuale ale curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie*.

Ghidul de față are următoarele funcții:

- de orientare a procesului de învățământ conform reperelor conceptuale ale curriculumului la disciplina *Fizică. Astronomie*;
- de asigurare a coerenței procesului de predare – învățare – evaluare conform reperelor metodologice ale curriculumului la disciplina *Fizică. Astronomie*;
- de proiectare a demersului educațional la nivel de clasă concretă;
- de evaluare a rezultatelor învățării etc.

*Ghidul de implementare a curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie* este adresat cadrelor didactice, autorilor de manuale, metodiștilor, altor persoane interesate.

# I. Referințe conceptuale/teoretice ale curriculumului la disciplina **FIZICĂ. ASTRONOMIE**

## 1.1. Conceptul de curriculum la disciplina Fizică. Astronomie.

Curriculumul disciplinei *Fizică. Astronomie* este parte componentă a *Curriculumului Național*, elaborat în conformitate cu prevederile *Codului Educației al Republicii Moldova* și reprezintă un document reglator preconizat pentru a fi implementat în clasele liceale.

Actualul curriculum este a patra generație de acest tip de documente și a doua generație de curricula centrate pe competențe. Dezvoltarea acestuia a demarat printr-un proces de evaluare sistemică și holistică a ediției anterioare, în baza unei metodologii aprobate. Pe parcursul funcționării curriculumului anterior (2010-2019) au fost promovate noi politici educaționale și curriculare cu referire la dezvoltarea sistemului de învățământ pe plan național și internațional. Demersul dezvoltativ s-a axat pe paradigma curriculară construită în *Cadrul de Referință al Curriculumului Național, 2017*. Au fost reformulate competențele specifice disciplinei, conform sistemului reactualizat de competențe transdisciplinare, corelate cu competențele cheie/transversale din *Codul Educației al Republicii Moldova* și *Recomandările Consiliului Europei privind competențele-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții* (Bruxelles, 2018).

Curriculumul disciplinei *Fizică. Astronomie* dezvoltat realizează 2 funcții principale:

- funcția reglatoare – vizată prin componenta teleologică;
- funcția strategică – vizată prin componentele conținutală și procesuală.

Funcțiile strategice și reglatoare ale curriculumului determină următoarele categorii de beneficiari: autori de curriculum, autori de manuale și ghiduri de implementare, autori ai diverselor auxiliare, manageri și cadre didactice implicate în procesul de instruire, elevi de gimnaziu și liceu, părinți, alte persoane interesate.

Autorii manualelor și diverselor suporturi didactice la disciplina *Fizică. Astronomie* vor respecta unitățile de competență, unitățile de conținut, terminologia, activitățile de învățare și produsele școlare recomandate în prezentul curriculum. Manualele școlare vor fi totalmente integrate în concepția curriculară.

### **1.2.1. Demersuri inovative ale curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie privind conceptul teoretic**

În 2010 are loc modernizarea curriculumului școlar în termeni de *competențe*.

Ca model pedagogic, curriculumul modernizat este centrat pe:

- achizițiile finale ale învățării – competențe specifice disciplinei școlare;
- dimensiunile acționale ale activității de formare a personalității elevului;
- cerințele școlii în raport cu interesele, aptitudinile elevului și cu așteptările sociale.

În conformitate cu prevederile *Cadrului de Referință al Curriculumului Național* [2], curriculumul include toate experiențele planificate riguros pentru a fi formate elevilor în școală, spre a atinge finalitățile învățării la cele mai înalte standarde de performanță permise de posibilitățile lor individuale. Curriculumul disciplinei *Fizică. Astronomie* pentru învățământul liceal este parte componentă a *Curriculumului Național* și reprezintă un sistem de concepte, procese, produse și finalități care, alături de curricula pentru alte discipline, asigură funcționalitatea și dezvoltarea acestui nivel de învățământ. Documentul de față se axează pe următoarele abordări:

- psihocentrică;
- sociocentrică.

Centrarea curriculumului pe elev, prin luarea în considerare a particularităților și nevoilor, precum și a ritmului propriu de învățare și dezvoltare a acestuia, are loc în cadrul abordării *psihocentrice*. Asimilarea sistemului de valori promovate de societate are loc în cadrul abordării *sociocentrice*.

Pentru un sistem de învățământ deschis, aflat în proces de dezvoltare și aprofundare a reformelor, precum cel din Republica Moldova, conceptul de competență oferă o cale sigură de dezvoltare și modernizare a curriculei școlare, deoarece acestea integrează în structuri superioare domeniile cognitiv, psihomotor și atitudinal, combină obiectivele pedagogice cu cele sociale și culturale, vizând pregătirea elevilor pentru viața socială.

### **1.2.2. Demersuri inovative ale curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie privind sistemul de competențe**

Necesitatea de a proiecta, a forma și a dezvolta competențe în cadrul procesului educațional este astăzi unanim acceptată și privită ca imperioasă în majoritatea sistemelor de învățământ din UE. Specialiștii Comisiei pentru Educație din Uniunea Europeană au formulat următoarele obiective specifice învățământului preuniversitar:

- ameliorarea nivelului de competență al personalului didactic;
- dezvoltarea la elevi a unui sistem de competențe-cheie;
- deschiderea învățământului către social și funcțional;
- creșterea atractivității educației [10].

Sistemul de competențe în cadrul curriculumului disciplinar la *Fizică. Astronomie* este format din:

- **Competențe-cheie/transversale;**
- **Competențe specifice disciplinei;**
- **Unități de competență.**

**Competențele-cheie/transversale** sunt o categorie curriculară importantă, cu un grad înalt de abstractizare și generalizare, marchează așteptările societății privind parcursul școlar și performanțele generale, care pot fi atinse de elevi la încheierea școlarizării. Ele reflectă atât tendințele din politicile educaționale naționale, precizate în *Codul Educației* (2014), cât și tendințele politicilor internaționale, stipulate în *Recomandările Comisiei Europene* (2018).

*Codul Educației al Republicii Moldova*, art. 11 (2), stipulează următoarele competențe-cheie:

- a. competențe de comunicare în limba română;*
- b. competențe de comunicare în limba maternă;*
- c. competențe de comunicare în limbi străine;*
- d. competențe în matematică, științe și tehnologie;*
- e. competențe digitale;*
- f. competența de a învăța să înveți;*
- g. competențe sociale și civice;*
- h. competențe antreprenoriale și spirit de inițiativă;*
- i. competențe de exprimare culturală și de conștientizare a valorilor culturale.*

Formarea competențelor-cheie derivă din *idealul educațional*, stipulat în art. 6 al *Codului Educației al Republicii Moldova*, care constă în „*formarea personalității cu spirit de inițiativă, capabile de autodezvoltare, care posedă nu numai un sistem de cunoștințe și competențe necesare pentru angajare pe piața muncii, dar și independență de opinie și acțiune, fiind deschisă pentru dialog intercultural în contextul valorilor naționale și universale asumate.*”

Competențele-cheie/transversale se referă la diferite sfere ale vieții sociale și poartă un caracter pluri-/inter-/transdisciplinar.

**Competențele specifice disciplinei** derivă din competențele-cheie/transversale. Acestea reprezintă sisteme integrate de cunoștințe, abilități, valori și atitudini, care se preconizează a fi atinse până la finele clasei a IX-a. Competențele specifice disciplinei *Fizică. Astronomie* sunt:

1. Identificarea și descrierea fenomenelor fizice și a manifestărilor acestora prin observații directe și analize ale surselor de informații, manifestând curiozitate și atenție.

2. Investigarea fenomenelor fizice prin observare și experimentare, manifestând perseverență și precizie.
3. Analiza și interpretarea datelor și a informațiilor privind fenomene, legi, teorii fizice și a aplicațiilor tehnice ale acestora, manifestând gândire critică.
4. Gestionarea cunoștințelor și a capacităților din domeniul fizicii prin rezolvarea de probleme și situații-problemă cotidiene, manifestând atenție și creativitate.

În linii generale, se pune accent pe:

- identificare și descriere, ce dezvoltă competența de comunicare în limba maternă;
- investigare prin observare și experimentare, care este specifică științelor naturii.
- analiză și interpretare a informațiilor, ce asigură o bună pregătire pentru aplicarea acestora în diverse contexte;
- gestionare a cunoștințelor și a capacităților prin rezolvarea de probleme și situații-problemă.

Elementul de noutate la formularea competențelor specifice constă în referința la atitudini, manifestate de elevi:

- curiozitate și atenție;
- perseverență și precizie;
- creativitate;
- gândire critică.



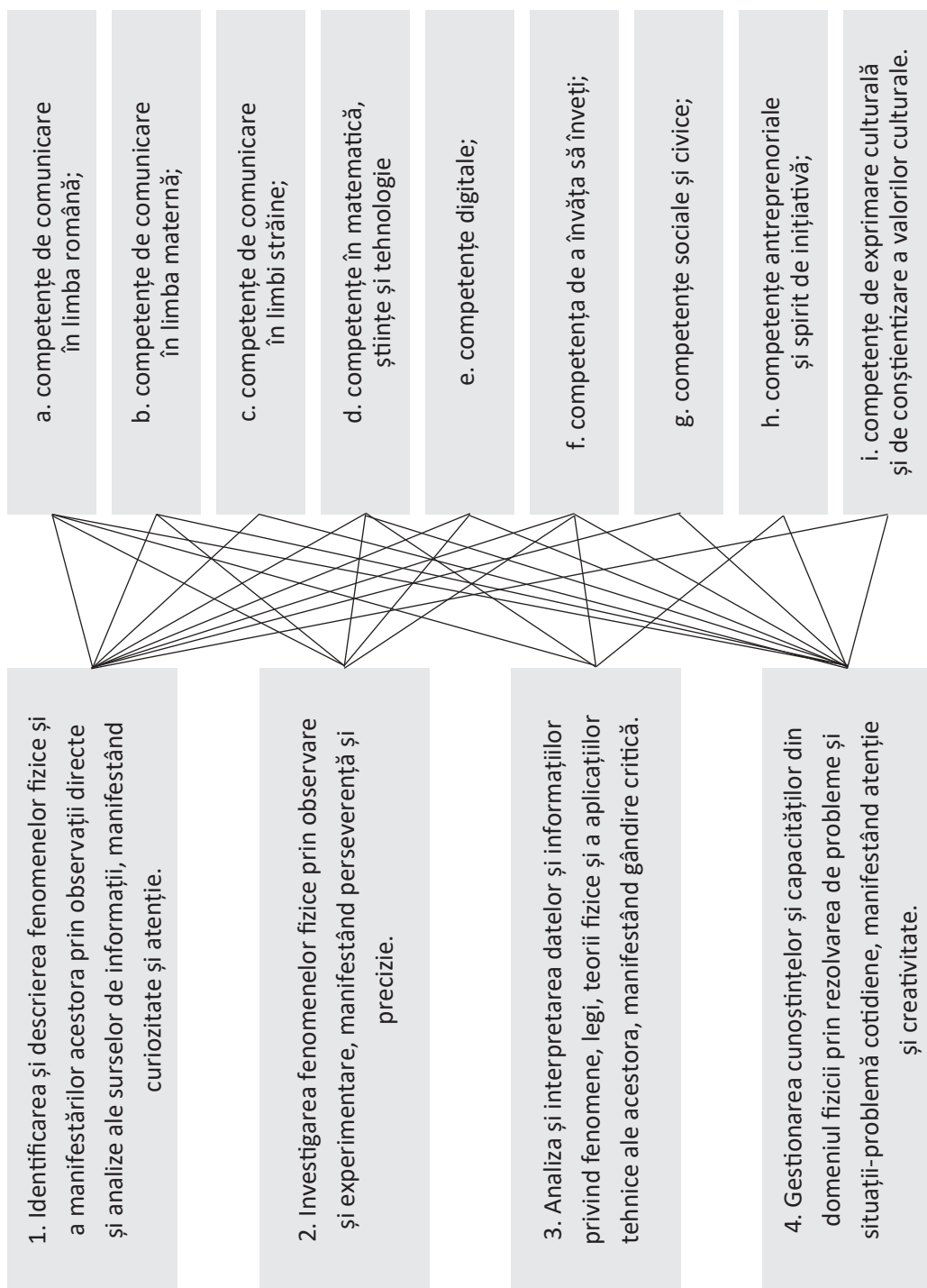
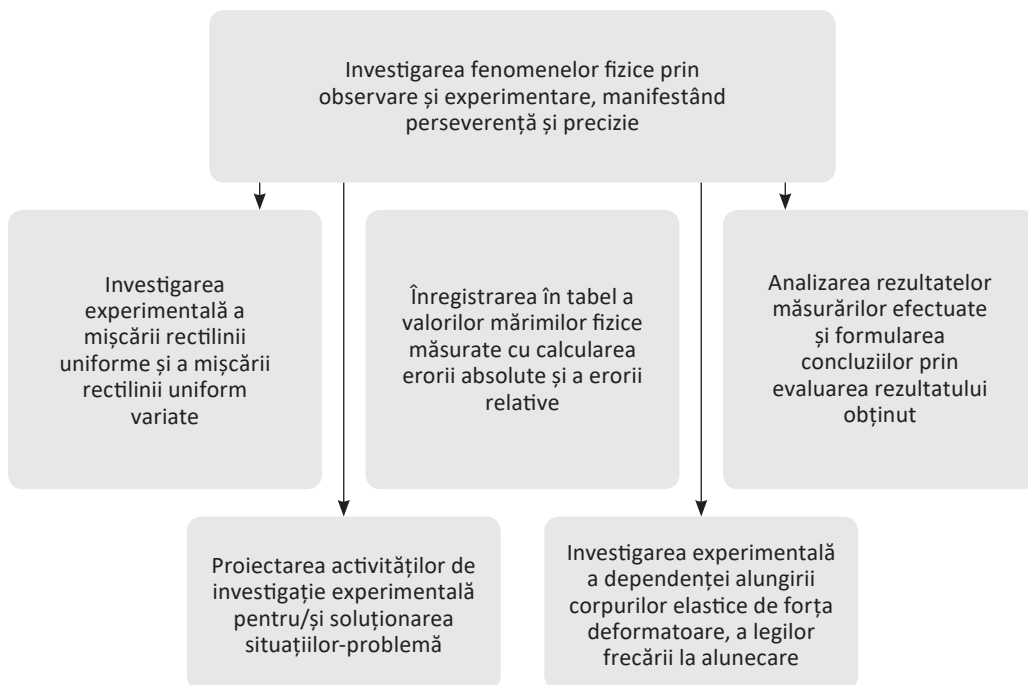


Figura 1.1. Corelarea competențelor specifice fizicii cu competențele-cheie

Un exemplu de corelare a competențelor specifice fizicii cu competențele-cheie este reprezentată în Figura 1.1.

**Unitățile de competență** facilitează formarea competențelor specifice, reprezentând etape în achiziționarea acestora. Unitățile de competență sunt structurate și dezvoltate pe parcursul unei unități de învățare.

Exemplu de corelare a competențelor specifice fizicii cu unitățile de competență este reprezentată în Figura 1.2.



**Figura 1.2.** Exemplu de corelare a competențelor specifice fizicii cu unitățile de competență

### 1.2.3. Demersuri inovative ale curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie privind sistemul de conținuturi

Printre obiectivele majore ale dezvoltării curriculumului la *Fizică. Astronomie* se regăsesc:

- descongestionarea reală a conținuturilor, reieșind din relevanța acestora și contribuția la formarea competențelor specifice fizicii;
- implementarea și utilizarea noilor tehnologii în actul didactic, facilitând demersul didactic și orientarea acestuia spre formarea competențelor.

Descongestionarea reală a conținuturilor a fost realizată prin:

- trecerea unor conținuturi dificile la extinderi (la solicitarea elevilor sau a părinților);
- înlocuirea unor informații teoretice cu informații interesante despre aplicații practice ale fenomenelor studiate;
- prezentarea elementelor noi de limbaj specific disciplinei.

Conținuturile au fost reactualizate prin introducerea unor aplicații practice (LED-ul, telemetrul, filtre de culori, ecolocația etc.), dar și prin intermediul proiectelor cu tematică interdisciplinară, care sunt recomandate în fiecare semestru.

## REPARTIZAREA ORIENTATIVĂ A ORELOR PE UNITĂȚI DE CONȚINUT

### Profil real

| Clasa | Unități de conținut                          | Nr. de ore |
|-------|--|------------|
| X     | Cinematica                                   | 21         |
|       | Dinamica                                     | 21         |
|       | Impulsul mecanic. Lucrul și energia mecanică | 20         |
|       | Elemente de statică                          | 8          |
|       | Oscilații și unde mecanice                   | 14         |
|       | Lucrări practice                             | 10         |
|       | <b>Ore la discreția cadrului didactic</b>    | 8          |
| XI    | <b>Termodinamică și Fizică Moleculară:</b>   |            |
|       | Teoria cinetico-moleculară a gazului ideal   | 15         |
|       | Bazele termodinamicii                        | 20         |
|       | Lichide și solide. Transformări de fază      | 9          |
|       | <b>Electrodinamica:</b>                      |            |
|       | Electrostatica                               | 17         |
|       | Electrocinetica                              | 15         |
|       | Curentul electric în diferite medii          | 8          |
|       | <b>Lucrări practice</b>                      | 10         |
|       | <b>Ore la discreția cadrului didactic</b>    | 8          |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| XII | Electromagnetism  | 15 |
|     | Curent electric alternativ                                  | 14 |
|     | Oscilații și unde electromagnetice                          | 18 |
|     | Elemente de teoria relativității restrânse                  | 6  |
|     | Elemente de fizică cuantică                                 | 10 |
|     | Elemente de fizică a atomului                               | 6  |
|     | Elemente de fizică a nucleului atomic. Particule elementare | 10 |
|     | Elemente de astronomie                                      | 20 |
|     | Tabloul științific al lumii                                 | 2  |
|     | Lucrări practice  | 10 |
|     | <b>Recapitulare</b>   | 13 |
|     | <b>Ore la discreția cadrului didactic</b>                   | 8  |

### Profil umanist

| Clasa                                     | Unități de conținut   | Nr. de ore |
|---|---|------------|
| X   | Cinematica  | 14         |
|   | Dinamica  | 16         |
|   | Impulsul mecanic. Lucrul și energia mecanică                              | 12         |
|   | Elemente de statică   | 8          |
|   | Oscilații și unde mecanice  | 14         |
|   | <b>Ore la discreția cadrului didactic</b>                                 | 4          |
| XI  | <b>Termodinamică și Fizică Moleculară:</b>                                |            |
|   | Noțiuni termodinamice de bază. Teoria cinetico-moleculară a gazului ideal | 12         |
|   | Bazele termodinamicii   | 12         |
|   | <b>Electrodinamica:</b>   |            |
|   | Electrostatica  | 16         |
|   | Electrocinetica   | 16         |
|   | Curentul electric în diferite medii                                       | 8          |
| <b>Ore la discreția cadrului didactic</b> | 4   |            |
| XII                                       | Electromagnetism  | 8          |
|   | Curent electric alternativ  | 6          |
|   | Oscilații și unde electromagnetice  | 8          |
|   | Elemente de fizică cuantică   | 6          |
|   | Elemente de fizică a atomului a nucleului atomic                          | 10         |
|   | Elemente de astronomie  | 16         |
|   | Tabloul științific al lumii   | 2          |
|   | Recapitulare  | 6          |
|   | <b>Ore la discreția cadrului didactic</b>                                 | 4          |

Profesorul este liber de a stabili ordinea studierii compartimentelor, de a repartiza orele alocate prin *Planul de învățământ*, respectând condiția parcurgerii integrale a conținutului și realizarea competențelor stabilite. Profesorul are responsabilitatea de a adapta curriculumul la condițiile și la ritmul fiecărui elev sau ale fiecărei clase în parte.

Pentru asigurarea conexiunilor interdisciplinare, la sfârșitul fiecărui an, sunt enumerate elementele comune cu matematica, pentru a ține cont de nivelul pregătirii elevilor în acest domeniu.

#### **1.2.4. Demersuri inovative ale curriculumului la disciplina Fizică. Astronomie privind sistemul de activități de învățare și evaluare**

Activitățile de învățare din varianta nouă a curriculumului au fost completate cu produse școlare recomandate. Acestea pot servi drept repere pentru elaborarea probelor de evaluare. Printre activități se evidențiază un număr suficient de teme pentru comunicări elaborate de către elevi, pentru a descoperi diverse aplicații ale fizicii. Scopul acestor comunicări este de a trezi și a menține interesul față de fizică prin observarea și înțelegerea aplicațiilor diverse în lumea contemporană.

Un alt element de noutate îl constituie abordarea STEM/STEAM, care reprezintă un concept educațional ce se bazează pe ideea de educare a elevilor în următoarele domenii: Știință, Tehnologii, Inginerie, Artă și Matematică. Astfel, prin implementarea conceptului STEAM, disciplinele școlare nu sunt predate separat și distinct, ci se integrează într-o paradigmă de învățare coerentă, bazată pe aplicații din lumea reală. Circa 5% din ore se recomandă proiectelor comune cu alte discipline, exemple fiind: *Protecția fonică în viața cotidiană, Surse alternative de energie, Protecția și corecția vederii etc.*

## II. Referințe proiective ale curriculumului La disciplina **FIZICĂ. ASTRONOMIE**

### 2.1. Curriculumul la disciplina Fizică. Astronomie ca proiect didactic (sursa de proiectare didactică)

În contextul curriculumului la *Fizică. Astronomie*, conceptul proiectării curriculare este proiectarea didactică personalizată. Din perspectiva organizării funcționării procesului de învățământ, proiectarea didactică este activitatea principală a cadrului didactic. Profesorul își asumă responsabilitatea de a asigura elevilor parcursuri școlare individualizate în funcție de condițiile și cerințele concrete. Proiectarea didactică reprezintă premisa și condiția necesară pentru realizarea demersului instructiv-educativ eficient.

Documentele de proiectare didactică realizate de profesori și aprobate în cadrul instituției de învățământ sunt:

- proiecte de lungă durată: proiectul anual/semestrial, proiecte ale unităților de învățare;
- proiecte de scurtă durată: proiecte didactice zilnice pentru lecții sau activități didactice.

Curriculumul disciplinar la *Fizică. Astronomie* constituie reperul, documentul reglator pentru proiectarea personalizată de către profesor a activităților didactice la clasă. În acest sens, documentul are următoarele elemente de structură:

- **Competențe specifice disciplinei *Fizică. Astronomie*;**
- **Unități de competență;**
- **Unități de conținut;**
- **Activități de învățare și produse școlare recomandate;**
- **Elemente noi de limbaj specific disciplinei;**
- **Repartizare orientativă a orelor pe unități de conținut.**

Competențele specifice disciplinei *Fizică. Astronomie* se realizează pe tot parcursul studierii acesteia. Prin urmare, competențele specifice urmează să fie permanent în vizorul cadrului didactic. În linii generale, profesorul va tinde ca elevul:

- să explice fenomene fizice și aplicațiile acestora;
- să investigheze fenomene fizice;
- să analizeze date și informații în scopul formulării de concluzii;
- să aplice cunoștințele și capacitățile obținute la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.

Pentru a reuși formarea acestor competențe, la elaborarea proiectului de lungă durată este necesar să se parcurgă următorul algoritm:

**Pasul 1. Stabilirea corespondenței dintre competențele specifice disciplinei și unitățile de competență proiectate pentru fiecare unitate de învățare.** De exemplu, unitatea de competență 1.7. *Investigarea experimentală a mișcării rectilinii uniforme și a mișcării rectilinii uniform variate* va conduce la formarea competenței – **Investigarea fenomenelor fizice prin observare și experimentare, manifestând perseverență și precizie.**

**Pasul 2. Stabilirea corespondenței dintre unitatea de competență și unitatea de conținut** (în exemplul dat, unitatea de competență face trimitere la *Mișcarea rectilinie uniformă și Mișcarea rectilinie uniform variată*). La unitățile de conținut se referă și elementele noi de limbaj specific disciplinei, care trebuie să fie asimilate de elevi, pentru a dispune de vocabular specific fizicii. Misiunea profesorului este de a proiecta demersul didactic fără a apela la alți termeni fizici, pentru a nu complica procesul de asimilare a cunoștințelor cu memorarea terminologiei, lăsând mai mult timp pentru exersarea, aplicarea în diverse contexte a elementelor de limbaj specificate.

**Pasul 3. Alegerea strategiei de realizare a unității de competență.** În cazul de față, profesorul va apela la activitățile de învățare recomandate. În exemplul dat, va implica elevii în efectuarea lucrării de laborator *Studiul mișcării rectilinii uniforme și Verificarea experimentală a uneia dintre formulele caracteristice mișcării rectilinii uniform variate a unui corp*. Se va ține cont de achizițiile dobândite la studiul altor discipline, inclusiv la matematică. Pentru aceasta, în curriculum, sunt specificate elementele comune cu matematica.

**Pasul 4. Evaluarea nivelului de formare a unității de competență.** În calitate de reper va servi produsul școlar (în exemplul dat – raportul pentru lucrare de laborator prezentat). Totodată, se va ține cont și de atitudinile și valorile manifestate de elev, acestea fiind prezentate pentru fiecare treaptă.

Astfel, activitățile de învățare și produsele școlare recomandate prezintă liste de manifestare a unităților de competență proiectate pentru formarea, dezvoltarea și evaluarea în cadrul unității de învățare. Profesorul are libertatea să aplice listele cu produse în mod personalizat la nivelul de proiectare și realizare a lecției, ținând cont de specificul clasei, de resursele materiale și didactice disponibile. Unitățile de competență sunt ținte pentru evaluarea formativă și evaluarea sumativă la sfârșitul unității de învățare.

## **2.2. Proiectarea didactică de lungă durată**

Proiectarea didactică reprezintă ansamblul operațiilor de anticipare a obiectivelor, a conținuturilor, a strategiilor instrucției și a educației, a strategiilor de evaluare, a modalității orientative, în care se va desfășura activitatea de instruire și autoinstruire în condițiile în care s-a optat pentru un anumit mod de organizare a procesului de învățământ. Realizarea, în practică, a proiectării, realizarea abordărilor intra- și interdisciplinarității și atinge-

rea competențelor specifice disciplinei constituie elementul central. Pentru organizarea unei proiectări didactice eficiente, este necesar a parcurge 3 demersuri principale:

1. lectura personalizată a curriculumului și a manualelor școlare;
2. elaborarea proiectării didactice de lungă durată;
3. elaborarea proiectelor unităților de învățare sau proiectarea lecțiilor/activităților didactice.

#### Proiectul de lungă durată:

- include antetul, administrarea disciplinei;
- este un document managerial, care se întocmește de către cadrul didactic la începutul anului școlar pentru fiecare disciplină de învățământ și admite operarea unor ajustări, dezvoltări pe parcursul anului, în funcție de dinamica reală a clasei de elevi;
- trebuie să constituie un instrument funcțional, care să asigure un parcurs ritmic al conținuturilor și al evaluărilor, punctat pe structura anului școlar și orientat spre realizarea finalităților curriculare de către elevii clasei;
- este oportun să poarte un caracter personalizat, realizând o confluență a normativității didactice cu creativitatea și competența profesională a pedagogului – benefică, întâi de toate, pentru elev.

#### Model de proiect didactic de lungă durată (*Fizică. Astronomie, clasa a X-a*):

Instituția:

Profesor:

Disciplina: *Fizică. Astronomie*

Clasa: a X-a

Numărul de ore pe săptămână: 3 ore

Anul de studii:

**Planificate** – 102 ore, inclusiv: **probe de evaluare** – 5, **lucrări de laborator** – 8, **lucrări practice** – 10

#### Competențele specifice disciplinei *Fizică. Astronomie*

1. Identificarea și descrierea fenomenelor fizice și a manifestărilor acestora prin observații directe și analize ale surselor de informații, manifestând curiozitate și atenție.
2. Investigarea fenomenelor fizice prin observare și experimentare, manifestând perseverență și precizie.
3. Analiza și interpretarea datelor și a informațiilor privind fenomene, legi, teorii fizice și a aplicațiilor tehnice ale acestora, manifestând gândire critică.
4. Gestionarea cunoștințelor și a capacităților din domeniul fizicii prin rezolvarea de probleme și situații-problemă cotidiene, manifestând atenție și creativitate.



| Unități de competență   | Unități de conținut  | Nr. de ore | Data (săptămâna) | Observații |
|---|--|------------|------------------|------------|
| <b>MECANICA</b>   |  |            |                  |            |
| <b>I. Cinematica (21 de ore)</b>  |  |            |                  |            |
| <p>1.1. Descrierea mișcării corpurilor, folosind modelele și conceptele: punct material, mobil, solid, rigid, corp de referință, sistem de coordonate, sistem de referință, traectorie, deplasare, distanță parcursă, coordonată, viteză, viteză medie, accelerație, perioadă, frecvență, viteză unghiulară, accelerație centripetă.</p> <p>1.2. Identificarea condițiilor în care un corp poate fi descris: ca un punct material, ca un mobil.</p> <p>1.3. Explicarea relativității mișcării mecanice.</p> <p>1.4. Identificarea particularităților mișcării rectilinii uniforme, ale mișcării rectilinii uniform variate și ale mișcării circular uniforme.</p> <p>1.5. Reprezentarea în formă analitică și grafică a: 1) legii mișcării în mișcarea rectilinie uniformă; 2) legii mișcării și legii vitezei în mișcarea rectilinie uniform variată.</p> <p>1.6. Aplicarea formulelor vitezei, vitezei medii, accelerației, accelerației centripete, perioadei, frecvenței, vitezei unghiulare, legii mișcării rectilinii uniforme, legii vitezei și legii mișcării rectilinii uniform variate la rezolvarea problemelor în situații concrete.</p> <p>1.7. Investigarea experimentală a mișcării rectilinii uniforme și a mișcării rectilinii uniform variate.</p> <p>1.8. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> | 1.1. Conceptele de bază ale cinematicii  | 1          |                  |            |
|   | 1.2. Mărimi vectoriale. Operații cu vectori  | 1          |                  |            |
|   | 1.3. Rezolvarea problemelor  | 1          |                  |            |
|   | 1.4. Mișcarea rectilinie uniformă. Viteza. Legea mișcării rectilinii uniforme                | 1          |                  |            |
|   | 1.5. Rezolvarea problemelor  | 1          |                  |            |
|   | 1.6. Relativitatea mișcării mecanice   | 1          |                  |            |
|   | 1.7. Reprezentarea grafică a legii mișcării rectilinii uniforme. Eroarea relativă. Aplicații | 1          |                  |            |
|   | 1.8. Lucrare de laborator nr. 1: <i>Studiul mișcării rectilinii uniforme</i>                 | 1          |                  |            |
|   | 1.9. Mișcarea uniform variată. Accelerația. Legea vitezei                                    | 1          |                  |            |
|   | 1.10. Legea mișcării rectilinii uniform variate  | 1          |                  |            |
|   | 1.11. Rezolvarea problemelor   | 1          |                  |            |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| <p>1.9. Analizarea rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>1.10. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>1.11. Formarea comportamentului sistemic al participanților la traficul rutier (traversarea străzilor și a liniilor de cale ferată, deplasarea cu mijloacele de transport ș.a.), argumentând, prin rezolvarea diferitor situații-problemă, faptul că la orice viteză vehiculul parcurge un anumit drum (spațiu) de frânare, care trebuie luat permanent în considerare.</p> | <p>1.12. Lucrare de laborator nr. 2:<br/><i>Verificarea experimentală a uneia din formulele caracteristice mișcării rectilinii uniform variate a unui corp</i></p> <p>1.13. Mișcarea corpurilor pe verticală</p> <p>1.14. Rezolvarea problemelor</p> <p>1.15. Reprezentarea grafică a: legii mișcării rectilinii uniform variate, a legii vitezei</p> <p>1.16. Rezolvarea problemelor</p> <p>1.17. Mișcarea curbilinie. Mișcarea circulară uniformă. Accelerația centripetă</p> <p>1.18. Rezolvarea problemelor</p> <p>1.19. Rezolvarea problemelor</p> <p>1.20. Generalizare și sistematizare</p> <p>1.21. <i>Evaluare sumativă nr. 1</i></p> | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> |  |  |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: eroare relativă, viteză momentană, viteză absolută/relativă/de transport, accelerație, accelerație centripetă, viteză unghiulară, ecuație/legea mișcării/a vitezei.</i></p>   |  |   |  |  |
| <p><b>II. Dinamica (21 de ore)</b></p>   |  |   |  |  |
| <p>2.1. Generalizarea rezultatelor observărilor experimentale în formularea principiilor dinamicii.</p> <p>2.2. Formularea/expunerea principiilor/a legilor dinamicii în baza relației cauză-efect.</p> <p>2.3. Determinarea caracteristicilor perechilor de forțe care există într-o interacțiune.</p>  | <p>2.1. Legile/principiile dinamicii.<br/>Principiul inerției. Sisteme de referință inerțiale</p> <p>2.2. Principiul fundamental al dinamicii</p> <p>2.3. Rezolvarea problemelor</p>   | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>  |  |  |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| 2.4. Aplicarea principiilor mecanicii newtoniene, a legii atracției universale, a formulelor forței elastice și a forței de frecare/rezistență în situații concrete.                     | 2.4. Principiul acțiunii și al reacțiunii  | 1 |  |
| 2.5. Identificarea particularităților mișcării rectilinii uniforme, ale mișcării rectilinii uniform variate și ale mișcării circular uniforme în contextul principiilor dinamicii.       | 2.5. Rezolvarea problemelor  | 1 |  |
| 2.6. Explicarea interacțiunii corpurilor din Univers prin forțe de atracție gravitaționale, care depind de masele corpurilor și distanța dintre ele.                                     | 2.6. Legea atracției universale. Câmpul gravitațional. Intensitatea câmpului gravitațional   | 1 |  |
| 2.7. Interpretarea forței de greutate ca forță de atracție universală manifestată în vecinătatea Pământului, a accelerației gravitaționale ca intensitate a câmpului gravitațional.      | 2.7. Rezolvarea problemelor  | 1 |  |
| 2.8. Investigarea experimentală a dependenței alungirii corpurilor elastice de forța deformatoare, a legilor frecării la alunecare.  | 2.8. Rezolvarea problemelor  | 1 |  |
| 2.9. Descrierea calitativă și cantitativă a mișcării corpurilor sub acțiunea mai multor forțe în sisteme de referință inerțiale (pe plan orizontal, pe plan înclinat, pe circumferință). | 2.9. Mișcarea corpurilor cerești (calitativ)   | 1 |  |
| 2.10. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.   | 2.10. Forța elastică   | 1 |  |
| 2.11. Analizarea rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.  | 2.11. Lucrare de laborator nr. 3:<br><i>Determinarea masei corpului necunoscut cu ajutorul resortului și a unui corp cu masa cunoscută</i> | 1 |  |
| 2.12. Proiectarea activităților de investigație experimentală pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.   | 2.12. Rezolvarea problemelor   | 1 |  |
|  | 2.13. Forța de frecare. Forța de rezistență  | 1 |  |
|  | 2.14. Rezolvarea problemelor   | 1 |  |
|  | 2.15. Lucrări de laborator nr. 4:<br><i>Determinarea coeficientului de frecare la alunecare</i>  | 1 |  |
|  | 2.16. Mișcarea corpului sub acțiunea mai multor forțe (pe plan orizontal).<br>Aplicații  | 1 |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>2.13. Formarea comportamentului sistemic al participanților la traficul rutier (traversarea străzilor și a liniilor de cale ferată, deplasarea cu mijloacele de transport ș.a.), argumentând, prin rezolvarea diferitor situații-problemă, faptul că la orice viteză vehiculul parcurge un anumit drum (spațiu) de frânare, care trebuie luat permanent în considerație.</p> | <p>2.17. Mișcarea corpului sub acțiunea mai multor forțe (pe plan înclinat).<br/>Aplicații</p> <p>2.18. Mișcarea corpului sub acțiunea mai multor forțe (pe circumferință).<br/>Aplicații</p> <p>2.19. Rezolvarea problemelor</p> <p>2.20. Generalizare și sistematizare</p> <p>2.21. <i>Evaluare sumativă</i> nr. 2</p> | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> |
|---|--|--|

*Elemente noi de limbaj specific disciplinei:* sistem de referință inerțial/neinerțial, acțiune și reacțiune, suprafață netedă/ideală, fir ideal, scripete ideal.

### III. Impulsul mecanic. Lucrul și energia mecanică (20 de ore)

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>3.1. Descrierea calitativă și cantitativă a conceptelor: lucru mecanic, putere mecanică, energie cinetică, energie potențială, lucrul forțelor conservative, lucrul forțelor de frecare, impuls mecanic, legea conservării energiei mecanice, legea conservării impulsului.</p> <p>3.2. Identificarea condițiilor în care energia mecanică și impulsul mecanic se conservă.</p> <p>3.3. Utilizarea mărimilor fizice: lucru mecanic, putere și energie mecanică, impuls mecanic, teorema variației impulsului, teorema variației energiei cinetice, legea conservării impulsului și legea conservării energiei mecanice la rezolvarea problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>3.4. Investigarea experimentală a fenomenelor bazate pe aplicarea legilor conservării energiei mecanice și a impulsului mecanic.</p> <p>3.5. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> | <p>3.1. Impulsul mecanic. Teorema variației impulsului mecanic al punctului material</p> <p>3.2. Rezolvarea problemelor</p> <p>3.3. Legea conservării impulsului mecanic. Ciocnirea plastică. Mișcarea reactivă</p> <p>3.4. Rezolvarea problemelor</p> <p>3.5. Rezolvarea problemelor</p> <p>3.6. Lucrul mecanic. Puterea mecanică</p> <p>3.7. Rezolvarea problemelor</p> <p>3.8. Energia cinetică. Teorema variației energiei cinetice</p> | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> |
|--|---|--|

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| <p>3.6. Analizarea rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>3.7. Proiectarea activităților de investigație experimentale pentru/și soluționarea situațiilor-problemă, problemelor/situațiilor-problemă.</p> <p>3.8. Explicarea mișcării reactive în baza legii conservării impulsului.</p> | 3.9. Rezolvarea problemelor  | 1 |  |  |
|   | 3.10. Rezolvarea problemelor   | 1 |  |  |
|   | 3.11. Forțe conservative. Lucrul forțelor conservative. Energia potențială gravitațională  | 1 |  |  |
|   | 3.12. Rezolvarea problemelor   | 1 |  |  |
|   | 3.13. Energia potențială elastică  | 1 |  |  |
|   | 3.14. Lucrare de laborator nr. 5:<br><i>Compararea lucrului forței de elasticitate cu variația energiei cinetice a corpului</i>  |   |  |  |
|   | 3.15. Forța de frecare. Lucrul forței de frecare/de rezistență   | 1 |  |  |
|   | 3.16. Lucrare de laborator nr. 6:<br><i>Determinarea coeficientului de frecare de alunecare, aplicând teorema variației energiei cinetice</i>  | 1 |  |  |
|   | 3.17. Legea conservării și transformării energiei mecanice. Aplicații  | 1 |  |  |
|   | 3.18. Rezolvarea problemelor   | 1 |  |  |
|   | 3.19. Generalizare și sistematizare  | 1 |  |  |
|   | 3.20. <i>Evaluare sumativă nr. 3</i>   | 1 |  |  |
|   | <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: impuls mecanic, teorema variației impulsului mecanic, legea conservării impulsului mecanic, teorema variației energiei cinetice, energia potențială elastică, ciocnire plastică/*elastice, mișcare reactivă/de recul.</i></p> |   |  |  |

| IV. Elemente de statică (8 ore)   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <p>4.1. Identificarea condițiilor în care corpul efectuează o mișcare de translație sau de rotație.</p> <p>4.2. Stabilirea condițiilor în care corpul se află în echilibru de translație sau în echilibru de rotație.</p> <p>4.3. Aplicarea condițiilor de echilibru în situații concrete.</p> <p>4.4. Determinarea poziției centrului de greutate al figurilor plane.</p> <p>4.5. Explicarea legăturii dintre energia potențială și starea de echilibru mecanic în câmp gravitațional.</p> <p>4.6. Înregistrarea în tabel a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>4.7. Analizarea rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>4.8. Proiectarea activităților de investigație experimentale pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> | 4.1. Echilibrul unui corp acționat de forțe coplanare concurente. Echilibrul de translație  | 1 |  |
|   | 4.2. Rezolvarea problemelor   | 1 |  |
|   | 4.3. Momentul forței. Echilibrul de rotație. Aplicații  | 1 |  |
|   | 4.4. Rezolvarea problemelor   | 1 |  |
|   | 4.5. Centrul de greutate. Echilibrul în câmp gravitațional  | 1 |  |
|   | 4.6. Rezolvarea problemelor   | 1 |  |
|   | 4.7. Generalizare și sistematizare  | 1 |  |
|   | 4.8. <i>Evaluare sumativă nr. 4</i>   | 1 |  |
| <p><i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: forțe concurente, echilibrul de translație, echilibrul de rotație, centrul de greutate, momentul forței.</i></p>   |   |   |  |
| V. Oscilații și unde mecanice (14 ore)  |   |   |  |
| <p>5.1. Analiza fenomenelor oscilatorii, utilizând mărimile caracteristice mișcării oscilatorii și ondulatorii (perioadă, frecvență, fază, pulsație, elongație, amplitudine, lungime de undă).</p> <p>5.2. Descrierea cantitativă a oscilațiilor pendulelor elastice și gravitaționale.</p> <p>5.3. Investigarea experimentală a oscilațiilor mecanice.</p> <p>5.4. Descrierea, din punct de vedere energetic, a oscilațiilor amortizate și a oscilațiilor forțate.</p>   | 5.1. Procese oscilatorii în natură și în tehnică. Mărimi caracteristice mișcării oscilatorii. Pendulul gravitațional  | 1 |  |
|   | 5.2. Lucrare de laborator nr. 8: <i>Studiul pendulului gravitațional și de-terminarea valorii intensității câmpului gravitațional/a accelerației căderii libere</i> | 1 |  |
|   | 5.3. Pendulul elastic. Modelul „oscilator armonic”  | 1 |  |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
| <p>5.5. Aplicarea mărimilor caracteristice (perioadă, frecvență, fază, pulsație, elongație, amplitudine, lungime de undă) mișcării oscilatorii și ondulatorii la rezolvarea problemelor.</p> <p>5.6. Estimarea consecințelor fenomenului de rezonanță.</p> <p>5.7. Înregistrarea, în tabel, a valorilor mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative.</p> <p>5.8. Analizarea rezultatelor măsurărilor efectuate și formularea concluziilor prin evaluarea rezultatului obținut.</p> <p>5.9. Proiectarea activităților de investigație experimentale pentru/și soluționarea situațiilor-problemă.</p> <p>5.10. Analiza calitativă a fenomenelor de interferență și difracție a undelor mecanice și a condițiilor de producere ale acestor fenomene.</p> <p>5.11. Explicarea producerii și a efectelor unui seism (nivel calitativ).</p> <p>5.12. Aplicarea unor măsuri de prevenire și protecție în raport cu posibilele efecte ale seismelor, de protecție fonică prin utilizarea diferitor surse sonore și în diverse situații.</p> <p>5.13. Utilizarea cunoștințelor teoretice în explicarea unor aplicații practice (pendula, amortizorul auto etc.)</p> | <p>5.4. Lucrare de laborator nr. 7. <i>Studiul pendulului elastic și determinarea constantei elastice a unui resort</i></p> <p>5.5. Conservarea și transformarea energiei mecanice în mișcare oscilatorie</p> <p>5.6. Rezolvarea problemelor</p> <p>5.7. Oscilații amortizate și oscilații forțate. Rezonanța. Aplicații</p> <p>5.8. Unde mecanice. Clasificarea undelor mecanice (unde transversale și unde longitudinale). Caracteristicile undelor</p> <p>5.9. Principiul lui Huygens. Reflexia și refracția undelor mecanice (calitativ)</p> <p>5.10. Interferența undelor mecanice (calitativ). Difracția undelor mecanice (calitativ)</p> <p>5.11. Elemente de acustică. Ultrasunete. Infrasonete. Unde seismice. Aplicații</p> <p>5.12. Rezolvarea problemelor</p> <p>5.13. Generalizare și sistematizare</p> <p>5.14. <i>Evaluare sumativă nr. 5</i></p> | <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> |  |  |
|---|--|--|--|--|

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <i>Elemente noi de limbaj specific disciplinei: oscilator armonic, oscilații armonice, fază, pulsație, elongație, amplitudine, rezonanță, oscilații amortizate și forțate, unde transversale/longitudinale, reflexie, refracție, interferență, difracție, principiul lui Huygens.</i> |  |   |  |
| <b>Lucrări practice (exemple) (10 ore = 5 l.p. x 2 ore)</b>   |  |   |  |
| Determinarea accelerației căderii libere  |  | 2 |  |
| Studiul deformațiilor elastice  |  | 2 |  |
| Determinarea densității corpului solid  |  | 2 |  |
| Determinarea coeficientului de frecare dintre rigla de lemn și suprafața mesei  |  | 2 |  |
| Verificarea condiției de echilibru de rotație   |  | 1 |  |
|   |  | 1 |  |
| Ore la discreția cadrului didactic – 8 ore  |  |   |  |

**Note:**

1. Temele cu asterisc (\*), din curriculum, sunt recomandate pentru profesorii care, în rezultatul realizării trunchiului comun, își propun să facă extindere; în acest caz repartizarea trebuie să fie completată cu temele respective.
2. Orele la discreția cadrului didactic se vor utiliza la prezentarea rezultatelor proiectelor, a sesiunilor de comunicări și a altor activități educaționale.



### Proiectarea unității de învățare

**Unitatea de învățare** este activitatea didactică, desfășurată într-o perioadă determinată, care are ca scop formarea la elevi a unui comportament generat de achiziție a unor competențe.

Unitatea de învățare:

- este coerentă în raport cu competențele;
- are caracter unitar tematic;
- are desfășurare continuă și sistematică pe o perioadă;
- operează prin intermediul unor modele de învățare – predare, care facilitează formarea competențelor;
- subordonează lecția, ca element operațional;
- este finalizată prin evaluare sumativă, care depistează nivelul de achiziții pentru a interveni adecvat.

Se recomandă utilizarea următorului format:

Instituția:

Clasa:

Disciplina:

Profesorul:

Numărul de ore (săptămânal/anual):

Proiectul unității de învățare (titlul):

Numărul de ore alocate:

Obiective operaționale:

O<sub>1</sub> -

O<sub>2</sub> -

| Unități de competență (UC) | Unități de conținut | Obiective operaționale | Activități de învățare | Resurse: materiale, procedurale, de timp | Evaluare |
|----------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|--|----------|
|                            |                     |                        |                        |  |          |

- În rubrica *Unități de competență* se trece numărul unităților de competență din curriculumul școlar.
- *Unități de conținut*: apar inclusiv detalieri de conținut necesare în explicitarea anumitor parcursuri, respectiv, în cuplarea lor la baza proprie de cunoaștere a elevilor.
- În rubrica *Obiective operaționale* se trece numărul obiectivului operațional.

- *Activitățile de învățare* pot fi cele din curriculumul școlar, completate, modificate sau chiar înlocuite prin altele, pe care profesorul le consideră adecvate pentru atingerea obiectivelor propuse.
- Rubrica *Resurse* cuprinde specificări de timp, de loc, forme de organizare a clasei, material didactic folosit etc.
- În rubrica *Evaluare* se menționează instrumentele sau modalitățile de evaluare aplicate la clasă.

Finalul fiecărei unități de învățare presupune *Evaluare sumativă*. Deși denumirea și alocarea de timp pentru unitățile de învățare se stabilesc la începutul anului școlar prin planificare, este recomandabil ca proiectele unităților de învățare să se completeze ritmic pe parcursul anului, având în avans o perioadă optimă, pentru ca acestea să reflecte cât mai bine realitatea.

### **Model de proiect al unității de învățare (secvență)**

Instituția:

Clasa: a X-a

Disciplina: *Fizică. Astronomie*

Profesorul:

Numărul de ore (săptămânal/anual)– 3/102

Titlul: *Oscilații și unde mecanice* (14 ore)

Obiective operaționale:

O<sub>1</sub> – să definească mărimile fizice: perioadă, frecvență, fază, pulsație, elongație, amplitudine;

O<sub>2</sub> – să descrie, cantitativ, oscilațiile pendulelor elastic și gravitațional;

O<sub>3</sub> – să cerceteze, experimental, oscilațiile mecanice;

O<sub>4</sub> – să aplice mărimile caracteristice (perioadă, frecvență, fază, pulsație, elongație, amplitudine) mișcării oscilatorii la rezolvarea problemelor;

O<sub>5</sub> – să înregistreze, în tabel, valorile mărimilor fizice măsurate cu calcularea erorii absolute și a erorii relative;

O<sub>6</sub> – să analizeze rezultatele măsurărilor efectuate prin formularea concluziilor și evaluarea rezultatului obținut.

| Unități de competență    | Unități de conținut  | Obiective operaționale   | Activități de învățare   | Resurse: materiale, procedurale, de timp  | Evaluare   |
|--------------------------|--|--|--|---|--|
| 5.1<br>5.2<br>5.3<br>5.5 | 5.1. Procese oscilatorii în natură și în tehnică. Mărimi caracteristice mișcării oscilatorii (perioadă, frecvență, elongație, amplitudine).<br>Pendulul gravitațional. | O <sub>1</sub><br>O <sub>2</sub><br>O <sub>3</sub><br>O <sub>4</sub><br>O <sub>5</sub> | - Actualizarea cunoștințelor din clasa a VIII-a: Profesorul propune spre vizionare secvențe video. Elevii identifică mișcările oscilatorii și, fiind asistați de profesor, definesc mărimile caracteristice mișcării oscilatorii (perioadă, frecvență, elongație, amplitudine).<br><br>- Prin demonstrarea oscilațiilor pendulului gravitațional, profesorul cere elevilor să descrie cantitativ oscilațiile pendulului gravitațional, să deducă faptul că perioada oscilațiilor nu depinde de masa bilei suspendate și să deducă relația pentru accelerația căderii libere.<br><br>- Rezolvarea problemelor: Elevii rezolvă individual problema (sunt propuse trei probleme, diferențiat) și prezintă soluția la tablă. | - proiector, secvențe video;<br>- prezentare SMART Notebook;<br>- explicație, discuție. (5 min)<br><br>- experiment demonstrativ: oscilația pendulului gravitațional (pendul, cronometru, riglă);<br>- înregistrarea datelor în tabel, calcule;<br>- problematizare;<br>- formularea concluziilor, deducerea relațiilor. (15 min)<br><br>- rezolvarea problemelor (culegere de probleme [2, p. 66-67]);<br>- activitate individuală; (20 min)<br>- activități interactive SMART Notebook. | - Evaluare inițială.<br>Ofere de feedback.<br><br>- Observarea sistematică a comportamentului elevilor.<br>Ofere de feedback.<br><br>- Observarea sistematică a comportamentului elevilor.<br>Ofere de feedback. |
| 5.7<br>5.8<br>5.9        | 5.2. Lucrare de laborator:<br><i>Studiul pendulului gravitațional și determinarea valorii accelerației căderii libere</i>  | O <sub>2</sub><br>O <sub>3</sub><br>O <sub>5</sub><br>O <sub>6</sub>                   | - Lucrare de laborator (Anexa 1).<br>Punctele din modul de lucru marcate cu asterisc (*) sunt propuse la extindere elevilor mai avansați.  | - materiale necesare: stativ cu clește, pendul gravitațional, riglă milimetrică (ruletă de măsurat), cronometru;<br>- fișa de lucru (Anexa 1) (40 min)  | - Evaluarea lucrării de laborator.<br>- Observarea sistematică a comportamentului elevilor.<br>Ofere de feedback.  |



## Fișa de lucru a elevului pentru lucrarea de laborator

**Tema:** Studiul pendulului gravitațional și determinarea valorii accelerației căderii libere

## Materiale necesare

- stativ cu clește;
- pendul gravitațional (cu lungime de 80 – 120 cm);
- cronometru;
- riglă gradată (ruletă de măsurat).

## Repere teoretice

$$\text{Pentru } \alpha < 10^\circ: T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{\Delta t}{N} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2 N^2 l}{\Delta t^2}$$

## Mod de lucru

- Măsurăți lungimea pendulului;
- Prin scoaterea pendulului din poziția de echilibru (un unghi foarte mic,  $\alpha < 10^\circ$ ), puneți pendulul în mișcare oscilatorie;
- Măsurăți timpul în care sistemul efectuează N oscilații (minim 20);
- Calculați perioada acestor oscilații ( $T = t/N$ );
- Repetați experimentul pentru lungimi diferite ale firului, înregistrând datele experimentale;
- Calculați valoarea accelerației căderii libere cu ajutorul datelor experimentale;
- \*Reprezentați grafic  $T^2 = f(l)$ , determinând, și prin metodă grafică, valoarea accelerației gravitaționale ( $tga =$  panta dreptei,  $g = 4p^2/tga$ );
- \*Comparați rezultatul obținut prin cele două metode de prelucrare a datelor;
- Indicați sursele de erori;
- Calculați eroarea absolută și cea relativă;
- Prezentați rezultatul final;
- Formulați concluzia.

## Prezentarea datelor experimentale

| Măsurări |          |     |         | Rezultate obținute |                       |                  |                        |                     |                                  |
|----------|----------|-----|---------|--------------------|-----------------------|------------------|------------------------|---------------------|----------------------------------|
| $l$ (m)  | $Dt$ (s) | $N$ | $T$ (s) | $g$ ( $m/s^2$ )    | $g_{med}$ ( $m/s^2$ ) | $Dg$ ( $m/s^2$ ) | $Dg_{med}$ ( $m/s^2$ ) | $\varepsilon_g$ (%) | Rezultat final $g^*$ ( $m/s^2$ ) |
| 1,2      |          | 20  |         |                    |                       |                  |                        |                     |                                  |
| 1,0      |          | 20  |         |                    |                       |                  |                        |                     |                                  |
| 0,8      |          | 20  |         |                    |                       |                  |                        |                     |                                  |

Exemplu de calcul:

Concluzie:

\*Extindere:

\*Concluzie:

### **2.3. Proiectarea didactică de scurtă durată. Proiectul de lecție/de activitate didactică**

Proiectul didactic al unei lecții reprezintă produsul final al activității de proiectare didactică; este, în cele din urmă, sub forma unei prezentări realizate de către profesor, cu privire la un ansamblu de situații de instruire, aflate într-o anumită succesiune, despre care cadrul didactic estimează că vor înlesni elevilor realizarea unor obiective explicit formulate.

#### **Proiectarea unei lecții implică următoarele demersuri de bază:**

- formularea obiectivelor operaționale;
- identificarea resurselor;
- stabilirea strategiilor didactice;
- construirea instrumentelor de evaluare.

#### **O lecție se proiectează conform următorului algoritm:**

- stabilirea formei de organizare a activității instructiv-educative și încadrarea ei în unitatea de învățare;
- stabilirea obiectivelor operaționale;
- selectarea și prelucrarea conținutului științific;
- elaborarea strategiei de instruire și autoinstruire;
- stabilirea structurii procesuale a lecției/a activității didactice;
- stabilirea strategiei de evaluare și a strategiei de autoevaluare a elevilor.

#### **Proiectarea activității didactice răspunde la 4 întrebări esențiale pentru reușita procesului instructiv-educativ:**

- ***Ce voi face?*** – se finalizează cu precizarea obiectivelor ce trebuie realizate;
- ***Cu ce voi face ceea ce mi-am propus?*** – implică precizarea conținuturilor și a resurselor folosite pentru realizarea obiectivelor;
- ***Cum voi face?*** – presupune elaborarea strategiilor de predare – învățare, de realizare a obiectivelor;
- ***Cum voi ști că ceea ce mi-am propus s-a realizat?*** – conduce la conceperea acțiunilor și a modalităților de evaluare.

**Rezultă că prin proiectare:**

- se definesc obiectivele urmărite;
- se selectează conținuturile cu ajutorul cărora acestea vor fi realizate;
- se determină condițiile și resursele folosite;
- se anticipează desfășurarea procesului și interacțiunea componentelor;
- se elimină acțiunile inutile, necontrolate;
- se previne apariția fenomenelor, a factorilor perturbatori.

**Greșeli de formulare ale obiectivelor operaționale:**

- raportarea la activitatea profesorului (ex.: să explic elevilor modul de utilizare a aparatului), acestea trebuie să indice schimbări în comportamentul elevilor;
- utilizarea unor verbe generale – a cunoaște, a ști, a înțelege (ex.: elevul să cunoască definiția puterii active) –, acestea nu denumesc comportamente observabile;
- referirea la mai multe operații (ex.: elevul să recunoască și să clasifice aparatele de măsură), acestea ar fi dificil de evaluat;
- numărul prea mare al obiectivelor, acestea n-ar putea fi atinse într-o singură lecție.

Proiectarea unei lecții se finalizează cu elaborarea proiectului de lecție. În literatura de specialitate sunt prezentate diferite modele de proiecte de lecții, toate vizând aceleași aspecte de bază. Cadrul didactic va opta pentru modelul pe care-l consideră mai util și eficient.

**Model orientativ de proiect de lecție:****A. Date generale**

- Data:
- Clasa:
- Disciplina:
- Subiectul lecției:
- Tipul lecției:
- Unități de competență:
- Obiective operaționale:
- Metode de învățământ:
- Mijloace de învățământ:
- Timp:
- Bibliografie:

## B. Desfășurarea lecției (scenariul didactic)

| Etapele activității didactice (durata) | Obiective operaționale | Activitatea profesorului | Activitatea elevilor | Evaluarea activității și alte observații |
|--|------------------------|--------------------------|----------------------|--|
| <b>Evocarea</b> (_min)                 |                        |                          |                      |  |
| Realizarea sensului (__min)            |                        |                          |                      |  |
| Reflecția (__min)                      |                        |                          |                      |  |
| Tema pentru acasă (_min)               |                        |                          |                      |  |

### Tipuri de lecții ce vor fi utilizate în cadrul desfășurării orelor de fizică:

| Tipuri de lecții centrate pe formare de competențe              | Scenariu posibil de desfășurare a lecțiilor   |
|---|---|
| de formare a capacităților de <i>dobândire</i> a cunoștințelor  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizarea clasei.</li> <li>2. Verificarea temei de acasă.</li> <li>3. Reactualizarea cunoștințelor și a capacităților de la lecția/lecțiile precedente.</li> <li>4. Predarea – învățarea temei noi.</li> <li>5. Consolidarea materiei studiate și formarea capacităților la nivel de reproducere.</li> <li>6. Evaluarea formativă pentru materia nouă.</li> <li>7. Bilanțul lecției. Concluzii.</li> <li>8. Tema pentru acasă.</li> </ol> |
| de formare a capacităților de <i>înțelegere</i> a cunoștințelor | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizarea clasei.</li> <li>2. Verificarea temei de acasă.</li> <li>3. Reactualizarea cunoștințelor și a capacităților de la lecția/lecțiile precedente.</li> <li>4. Consolidarea materiei studiate și formarea capacităților la nivel: reproducere și productiv.</li> <li>5. Evaluarea formativă pentru materia nouă.</li> <li>6. Bilanțul lecției. Concluzii.</li> <li>7. Tema pentru acasă.</li> </ol>                                  |
| de formare a capacităților de <i>aplicare</i> a cunoștințelor   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizarea clasei.</li> <li>2. Verificarea temei de acasă.</li> <li>3. Reactualizarea cunoștințelor și a capacităților de la lecția/lecțiile precedente.</li> <li>4. Consolidarea materiei studiate și formarea capacităților la nivel: productiv și de transferuri în alte domenii.</li> <li>5. Evaluarea formativă instructivă.</li> <li>6. Bilanțul lecției. Concluzii.</li> <li>7. Tema pentru acasă.</li> </ol>                       |



|  |  |
|--|--|
| de formare a capacităților de <i>analiză – sinteză</i> a cunoștințelor | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizarea clasei.</li> <li>2. Verificarea temei de acasă.</li> <li>3. Analiza – sinteza materiei teoretice studiate (sistemizarea, clasificarea, generalizarea).</li> <li>4. Analiza – sinteza metodelor de rezolvare a problemelor la nivel: productiv, cu transfer în alte domenii, creativ.</li> <li>5. Evaluarea formativă instructivă.</li> <li>6. Bilanțul lecției. Concluzii.</li> <li>7. Tema pentru acasă.</li> </ol>                   |
| de formare a capacităților de <i>evaluare</i> a cunoștințelor          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizarea clasei.</li> <li>2. Instrucțiuni privind realizarea testului de evaluare.</li> <li>3. Realizarea testului de evaluare.</li> <li>4. Prezentarea răspunsurilor/a rezolvării itemilor din test.</li> <li>5. Bilanțul lecției. Concluzii.</li> </ol>   |
| de formare a capacităților de <i>realizare</i> a lucrării de laborator | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizarea clasei.</li> <li>2. Instrucțiuni privind realizarea lucrării de laborator.</li> <li>3. Realizarea lucrării de laborator.</li> <li>4. Prezentarea rezultatelor lucrării de laborator.</li> <li>5. Bilanțul lecției. Concluzii.</li> </ol>   |
| Mixtă  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizarea clasei.</li> <li>2. Verificarea temei de acasă.</li> <li>3. Reactualizarea cunoștințelor și a capacităților.</li> <li>4. Predarea – învățarea temei noi.</li> <li>5. Consolidarea materiei studiate și formarea capacităților la nivel: re-producere, productiv, cu unele transferuri în alte domenii.</li> <li>6. Evaluarea formativă instructivă.</li> <li>7. Bilanțul lecției. Concluzii.</li> <li>8. Tema pentru acasă.</li> </ol> |

### Model de proiect al lecției

Data:

Clasa: a X-a

Disciplina: *Fizică. Astronomie*

Subiectul lecției: **Lucrul mecanic. Puterea mecanică**

Tipul lecției: *de formare a capacităților de dobândire a cunoștințelor*

Durata lecției: 45 de minute

#### Unități de competență curriculare:

- Descrierea calitativă și cantitativă a conceptelor: lucru mecanic, putere mecanică.
- Utilizarea mărimilor fizice, a lucrului mecanic, a puterii mecanice la rezolvarea problemelor/a situațiilor-problemă.

**Obiective operaționale:**

La sfârșitul activității, elevii vor fi capabili:

O<sub>1</sub> – să definească mărimile fizice, lucrul mecanic și puterea mecanică, precizând unitățile de măsură;

O<sub>2</sub> – să determine lucrul mecanic prin metoda grafică;

O<sub>3</sub> – să aplice relațiile lucrului mecanic și a puterii mecanice la rezolvarea problemelor;

O<sub>4</sub> – să comunice, verbal și în scris, rezultatele observațiilor proprii, argumentându-le.

**Metode de învățământ:** conversația euristică, explicația, demonstrația, problematizarea, descoperirea dirijată și independentă, învățarea prin descoperire, observația, SINELG.

**Forme de activitate cu elevii:**

- **Frontal:** pentru reactualizarea cunoștințelor, discutarea rezultatelor experimentelor și a simulărilor prezentate;
- **Individual:** rezolvarea problemelor;
- **În grup:** rezolvarea problemelor/a situațiilor-problemă.

**Resurse:**

- **Umane:** profesor, elevi.
- **Materiale:** cretă, tablă, rechizite școlare, manual, caiet.

**Strategii de evaluare:**

- Evaluare formativă: evaluare orală și în scris.

**Bibliografie:**

1. *Fizică. Astronomie. Curriculum pentru clasele a X-a – a XII-a.* Ch., 2019
2. Bocancea, V., Ciuvaga, V., Rusu, T. *Fizică. Astronomie. Ghid de implementare a curriculumului.* Ch., 2019
3. Marinciuc, M., Rusu, S. *Fizică. Manual pentru clasa a X-a.* Ch.: Știința, 2012
4. Marinciuc, M. et.al. *Fizică. Culegere de probleme, clasele a 10-12.* Ch.: Lyceum, 2012

## DESFĂȘURAREA LECȚIEI

| Etaplele activității didactice (durata)                                   | Obiective operaționale | Activitatea profesorului   | Activitatea elevilor  | Evaluarea activității și alte observații  |
|---|------------------------|--|---|---|
| <b>Evocarea (6 min)</b><br><i>Moment organizatoric (1 min)</i>            |                        | - Salută clasa.<br>- Verifică rapid starea de curățenie a clasei, a tablei, disciplina în clasă.<br>- Înregistrează elevii absenți.  | - Se pregătesc pentru lecție.<br>- Salută profesorul.   | Oferire de feedback.  |
| <b>Captarea atenției (5 min)</b>  | $O_1$                  | Actualizând cunoștințele acumulate de elevi în clasa a VII-a, stabilește: definiția lucrului mecanic și a puterii mecanice, unitatea de măsură a lucrului mecanic și a puterii mecanice, sensul fizic al unității de măsură al lucrului mecanic și al puterii mecanice.  | - Răspund la întrebări.<br>- Formulează definițiile cunoscute de ei.<br>- Stabilesc unitățile de măsură și sensul fizic al acestora.  | Oferire de feedback.  |
| <b>Realizarea sensului (35 min)</b><br><br><b>Conținutul nou (20 min)</b> | $O_1$<br>$O_4$         | Atrage atenția că formula lucrului studiată în clasa a VII-a este un caz particular al lucrului mecanic și anume:<br>valoarea forței aplicată corpului, pentru a-l mișca, este constantă; forța are același sens ca și deplasarea punctului de aplicație al acesteia.<br>Prezintă și alte situații posibile. De exemplu, forța formează unghi diferit de zero cu direcția deplasării punctului de aplicație.<br>Pentru cazul dat, scrie la tablă următoarea formulă:<br>$L = F \cdot s \cdot \cos \alpha (1) \text{ sau } L = F_x \cdot s,$ unde $F_x = F \cos \alpha$ .<br>Împarte elevii în cinci grupe, le pune câte o anexă pe masă și cere fiecărui grup, pentru situația propusă, să determine ce valori va lua lucrul mecanic. (Anexa: $F = 50 \text{ N}$ , $s = 200 \text{ m}$ , $\alpha_1 = 60^\circ$ , $\alpha_2 = 90^\circ$ , $\alpha_3 = 180^\circ$ , $\alpha_4 = 270^\circ$ , $\alpha_5 = 120^\circ$ ). | - Analizează desenele și încearcă să scrie o altă formulă a lucrului mecanic.<br>- Determină valorile posibile pentru lucrul mecanic, argumentând oral concluzia formulată. | Oferire de feedback.<br><br>Observarea sistematică a comportamentului elevilor. |

|   |  |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
|   | O <sub>2</sub>                                     | Atrage atenția la metodele de determinare a lucrului mecanic:<br>a) prin formulă; b) metoda grafică. Explică metoda grafică de determinare a lucrului mecanic.<br><br>Dirijează elevii să formuleze concluzii conform graficelor: lucrul mecanic al forței date depinde atât de poziția inițială, cât și de cea finală a corpului în mișcare; lucrul mecanic depinde de forma drumului parcurs între aceste poziții; lucrul mecanic depinde de valoarea forței și de valoarea deplasării. Lucrul mecanic poate fi determinat ca aria figurii din graficul dependenței $F_x(s)$ .<br>Definește noțiunea de lucru mecanic. | Fiecare grup primește câte un grafic al dependenței forței de deplasare și studiază tema din manual, ce corespunde graficului primit; în fața colegilor, își vor expune observațiile și concluziile. Notează concluziile în caiet, pun întrebări.<br>Aplică metoda SINELG. | Oferire de feedback.  |
|   | O <sub>4</sub>                                     | Utilizează metoda SINELG: propune elevilor să citească foarte atent textul din manual [3, p. 106] <i>punctul b</i> .<br>Definește mărimile puterea medie, puterea instantanee.   | Definesc mărimile: <i>putere medie, putere instantane</i> .  | Oferire de feedback.  |
| <i>Consolidarea cunoștințelor. Rezolvare de probleme (15 min)</i> | O <sub>3</sub><br>O <sub>4</sub>                   | Citează aforismul lui Galilei „ <b>A ști înseamnă a folosi</b> ” și propune elevilor să treacă la aplicarea cunoștințelor studiate.<br>Propune o listă diferențiată de probleme spre rezolvare [4, p. 50-52]:<br>4.94<br>4.106<br>4.111  | - Rezolvă problemele propuse și prezintă soluțiile obținute la tablă.<br>- Pun întrebări.<br>- Notează rezolvările și indicațiile profesorului în caiete.  | Observarea sistematică a comportamentului elevilor.<br>Oferire de feedback. |
| <b>Reflecția (3 min)</b><br><i>Realizarea feedbackului</i>        | O <sub>1</sub><br>O <sub>2</sub><br>O <sub>4</sub> | Prin intermediul unui dialog, stabilește atingerea obiectivelor pe parcursul lecției.<br>Apreciază și notează elevii.  | - Răspund la întrebările adresate de profesor.<br>- Își expun părerea referitor la modalitatea de desfășurare a lecției.   | Conversație   |
| <i>Tema pentru acasă (1 min)</i>                                  |  | Tema 4.4 [3, p. 103]<br>Probleme: 4.100, pentru doritori – 4.108 [4, p. 51]  | - Notează în caiet tema pentru acasă.<br>- Adresează întrebări.  |   |

# III. Referințe metodologice și procesuale ale curriculumului la disciplina **FIZICA. ASTRONOMIE**

## **3.1. Logica și principiile de elaborare a strategiilor didactice în baza curriculumului reactualizat**

Strategia didactică reprezintă o combinație optimă a metodelor, a procedeelelor, a mijloacelor didactice și a formelor de organizare a procesului de învățământ. Ideea-cheie a metodologiei propuse în curriculumul dat constă în promovarea învățării centrate pe elev – activitatea de construire individuală a cunoașterii. Pentru realizarea acestui deziderat, la elaborarea strategiilor didactice se vor utiliza:

- tipuri de experiențe de învățare activă, interactivă, creatoare, euristică/prin descoperire, prin receptare, prin problematizare, prin cooperare, prin experiment;
- metode și procedee didactice activ-participative;
- mijloace de învățare moderne;
- conținuturi accesibile și relevante;
- sarcini de învățare motivante;
- forme de organizare ale activității elevilor (frontală, individuală, pe grupe, în perechi, precum și combinații ale acestor forme);
- probe de evaluare autentică (proiectul STEM/STEAM, portofoliul, testul etc).

## **3.2. Strategii didactice de formare a competențelor specifice disciplinei**

Predarea – învățarea cursului de fizică se va axa preponderent pe următoarele strategii didactice:

- strategii euristice;
- strategii algoritmice;
- strategii de învățare prin cooperare;
- strategii axate pe cercetare;
- strategii axate pe problematizare.

La elaborarea strategiei, profesorul va alege metode activ-participative. În continuare vom prezenta câteva dintre acestea:

*Observarea sistematică și independentă;*

*Lectura personală;*

*Învățarea cu ajutorul fișelor de lucru;*

*Conversația;*

*Explicația;*  
*Modelarea și învățarea prin analogie;*  
*Exercițiul;*  
*Studiul de caz;*  
*Învățarea prin cooperare;*  
*Jocul de rol;*  
*Învățarea prin descoperire;*  
*Problematizarea;*  
*Asaltul de idei (Brainstormingul).*

### **Metoda asaltului de idei (brainstorming)**

**a. Stabilirea problemei și organizarea participanților** – odată lansată problema unui grup de 20-30 de participanți, se lasă frâu liber gândirii și imaginației creative a acestora, fiind permisă exprimarea spontană a ideilor și a ipotezelor care le vin prima oară în minte.

**b. Producerea ideilor și stabilirea regulilor** – este inadmisibilă judecarea pe moment a ideilor enunțate; sunt ascultate toate ideile participanților, fiecare fiind încurajat să construiască altele în baza celor formulate anterior; participanții sunt încurajați permanent, indiferent de valoarea intervenției lor.

**c. Evaluarea ideilor** – evaluarea și selecția ideilor propuse pot fi lăsate pentru mai târziu (metoda evaluării amânate – deferred judgement) și se realizează de către profesor sau împreună cu participanții.

### **Hărțile conceptuale**

*Hărțile conceptuale („conceptual maps”) sau hărțile cognitive („cognitive maps”) pot fi definite drept oglinzi ale modului de gândire, simțire și înțelegere ale celui/celor care le elaborează. Reprezintă un mod diagramatic de expresie, constituindu-se ca un important instrument pentru predare, învățare, cercetare și evaluare la toate nivelurile și la toate disciplinele.” (Oprea, 2006, 255)*

*Hărțile conceptuale „oglesc rețelele cognitive și emoționale formate în cursul vieții cu privire la anumite noțiuni.” (Siebert, 2001, 92)*

*„Ele sunt imaginile noastre despre lume, arată modul nostru de a percepe și de a interpreta realitatea. Hărțile nu indică doar cunoașterea, ci și non-cunoașterea.” (Siebert, 2001, 172)*

Deși sunt utilizate mai mult în procesul instruirii, *hărțile conceptuale* (introduse și descrise de către J. Novak, în 1977) reprezintă și instrumente care îi permit cadrului didactic să evalueze nu atât cunoștințele pe care le dețin elevii, cât, mult mai important,

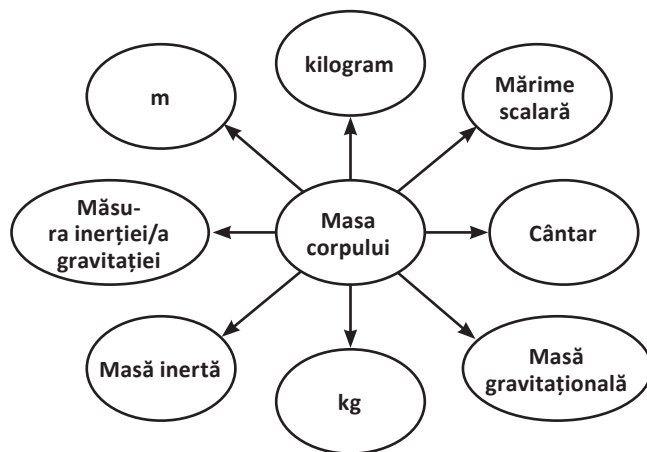
relațiile pe care aceștia le stabilesc între diverse concepte, informațiile internalizate în procesul învățării, modul în care își construiesc structurile cognitive, asociind și integrând cunoștințele noi în experiențele cognitive anterioare.

*Harta cognitivă* ia forma unei reprezentări grafice, care permite „vizualizarea organizării procesărilor mentale ale informațiilor legate de o problemă de conținut sau concept” (Joița, 2007, 22). Poate fi integrată atât în activitățile de grup, cât și în cele individuale.

- În practica educațională, se pot utiliza următoarele *tipuri de hărți conceptuale*, diferențiate prin forma de reprezentare a informațiilor (Oprea, 2006, 260-262):

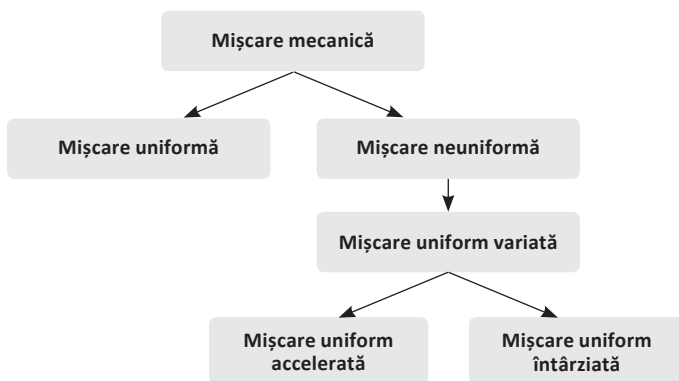
**a. Hărți conceptuale tip „pânză de păianjen”**

Se plasează în centrul hărții conceptul nodal (tema centrală), iar de la acesta, prin săgeți, sunt marcate legăturile cu noțiunile secundare.



**b. Hartă conceptuală ierarhică**

Presupune reprezentarea grafică a informațiilor, în funcție de importanța acestora, stabilindu-se relații de supraordonare/subordonare și coordonare. Se obține o clasificare a conceptelor, redată astfel:



### c. Hartă conceptuală lineară

Specificul acestui tip de hartă rezidă în prezentarea lineară a informațiilor.



Realizarea unei hărți conceptuale impune respectarea următoarelor *etape* (adaptate după Oprea, 2006, 259-260):

1. Elaborarea listei de concepte (idei) și identificarea exemplilor.
2. Transcrierea fiecărui concept/idee și a fiecărui exemplu pe o foaie de hârtie (pot fi utilizate coli de culori diferite pentru concepte și exemple).
3. Se plasează pe o coală de tip flipchart mai întâi conceptele, organizându-le adecvat în funcție de tipul de hartă conceptuală ce va fi realizată.
4. Dacă este cazul, se pot identifica și adăuga și alte concepte, ce au rolul de a facilita înțelegerea sau de a dezvolta rețelele de relații interconceptuale.
5. Se marchează, prin săgeți/linii, relațiile de supraordonare/subordonare/derivare/coordonare stabilite între concepte/idei. Dispunerea acestora se poate modifica în timpul realizării hărții conceptuale.
6. Se notează pe săgețile/liniile de interconectare un cuvânt sau mai multe care explică relația dintre concepte.
7. Se plasează pe hartă și exemplele identificate, sub conceptele pe care le ilustrează, marcându-se această conexiune printr-un cuvânt de genul: *exemplu*.
8. Se copiază harta conceptuală obținută pe o foaie de hârtie, plasând conceptele și exemplele aferente acestora în interiorul unei figuri geometrice (se aleg figuri geometrice diferite pentru concepte și exemple).

Principalele *avantaje* ale utilizării *hărților conceptuale* sunt:

- facilitează evaluarea structurilor cognitive ale elevilor, cu accent pe relațiile stabilite între concepte, idei etc.;
- determină elevii să practice o învățare activă, logică;
- permit profesorului să emită aprecieri referitoare la eficiența stilului de învățare



- al elevilor și să îi ajute să-și regleze anumite componente ale acestuia;
- asigură „vizualizarea” relației dintre componenta teoretică și cea practică a pregătirii elevilor;
- facilitează surprinderea modului în care gândesc elevii, a modului în care își construiesc demersul cognitiv, permițând ulterior diferențierea și individualizarea instruirii;
- pot fi integrate cu succes în orice strategie de evaluare;
- pot servi ca premise pentru elaborarea unor programe eficiente de ameliorare, recuperare, accelerare sau în construcția unor probe de evaluare;
- permit evaluarea nivelului de realizare a obiectivelor cognitive propuse, dar pot evidenția și elemente de ordin afectiv („O hartă cognitivă conține atât cunoștințe abstracte, cât și empirice și, totodată, logici afective, cum ar fi entuziasmul sau respingerea” (Siebert, 2001,170);
- subsumate demersului de evaluare formativă, evidențiază progresul în învățare al elevilor;
- pot fi valorificate în secvențele următoare de instruire etc.

În sfera *dezavantajelor* includem:

- consumul mare de timp;
- riscul crescut de subiectivitate în apreciere, în absența unor criterii de evaluare clare;
- efortul intelectual și voluntar intens din partea elevilor, care trebuie să respecte anumite standarde și rigori impuse de specificul acestei metode.

### ***Integrarea Tehnologiei Informației și a Comunicațiilor (TIC)***

În cadrul studierii fizicii, cadrele didactice trebuie să utilizeze noile tehnologii, ple-  
dând pentru un concept diferit de cel tradițional de predare – învățare – evaluare, prin  
crearea unui mediu de învățare în care elevii sunt implicați, motivați și își asumă pro-  
pria responsabilitate pentru cunoștințele dobândite. TIC asigură instrumente și metode  
care permit trecerea de la un mediu de învățare centrat pe profesor la un mediu de  
colaborare, interactiv, centrat pe procesul de învățare.

Pentru atingerea unităților de competență, la *Fizică. Astronomie*, un rol important îl  
are integrarea tehnologiei informației și a comunicațiilor în procesul didactic.

*Creșterea eficienței activităților de învățare și a produselor recomandate se va obține  
prin utilizarea TIC pentru:*

- *modelarea unor fenomene fizice și a funcționării unor aparate;*
- *realizarea de experimente în laboratoare virtuale;*

- *prelucrarea datelor experimentale;*
- *dezvoltarea competențelor de comunicare și studiul individual (a învăța să înveți) în contextul disciplinei.*

TIC pune la dispoziția elevilor o diversitate de modalități concrete în sprijinul dezvoltării competențelor de comunicare și de studiu individual în contextul disciplinei. Astfel, TIC poate fi utilizată în acest scop pentru:

- *colectarea informațiilor;*
- *prezentarea informațiilor;*
- *tehnoredactarea documentelor.*

Avantajul folosirii TIC la lecțiile de *Fizică. Astronomie* rezidă în atingerea competențelor la disciplină. Folosirea TIC poate fi împărțită în 2 mari categorii:

- pentru prezentarea rezultatelor învățării și în domeniul evaluării;
- pentru integrarea unor instrumente avansate în preluarea și prelucrarea datelor experimentale, care determină creșterea atractivității disciplinei prin apropierea de demersul cercetării științifice concrete și prin stimularea predării bazate pe dovezi experimentale.

Dintre avantajele folosirii TIC la *Fizică. Astronomie* putem enumera:

- o prelucrare statistică rapidă și după criterii diferite ale diverselor rezultate și date care intervin în experimente sau probleme;
- accesul rapid la date și reordonarea lor în funcție de necesități;
- prezentarea simultană a situației fizice din sistemul de referință al laboratorului;
- suplimentarea informației cu detalii la necesități;
- actualizarea rapidă a unor date cu ilustrațiile necesare etc.

Utilizarea TIC este astăzi atât pentru profesori, cât și pentru elevi o oportunitate de informare și învățare eficientă. Lecțiile mixte și cele de laborator, testele de evaluare a cunoștințelor se pot face ușor și eficient folosind tehnica de calcul – resursele hardware și software.

Utilizarea TIC la întâmplare, într-un moment inoportun al lecției, poate prezenta pericol, situația respectivă provocând monotonie, ineficiență a învățării, implicarea pasivă a elevilor la lecție, imposibilitatea atingerii obiectivelor lecției, ajungând, astfel, în timp, la repulsie față de acest mijloc modern de predare – învățare – evaluare.

Exploatarea în exces a calculatorului se poate solda cu pierderea abilităților practice de investigare a realității, chiar și a celor de calcul, la deteriorarea relațiilor umane, la individualizarea excesivă a învățării care poate genera negarea dialogului elev – profesor și izolarea actului de învățare în contextul său psihosocial.

Principalul dezavantaj al TIC la disciplina *Fizică. Astronomie* îl poate constitui pericolul renunțării la efectuarea experimentului clasic și înlocuirea acestuia cu experimentul virtual.

Referitor la explicarea funcționării și a utilizării unor aparate fizice întâlnite în viața de zi cu zi, prin intermediul TIC, profesorul poate realiza mult mai ușor momentele de predare ale unor teme, elevul având acces la imagini sau animații în care este reprezentată structura și modul de funcționare al unui anumit aparat. Elevul, folosind competențele TIC, poate identifica schema unui aparat, părțile componente ale acestuia, modul de funcționare și de folosire al acestuia.

În funcție de tipul învățării al fiecărui elev (auditiv, vizual etc.), se poate folosi un timp mai lung sau mai scurt pentru vizualizarea fenomenelor și abordată apoi explicația orală a acestora sau chiar explicarea în scris, sub formă de text. TIC oferă un adevărat ajutor pentru a atinge nivelul optim în care elevii descriu și explică, din punct de vedere cauzal, fenomenele studiate și fac uz de această înțelegere pentru a explica o varietate largă de aplicații ale acestora. Conceptele, principiile fizicii pot fi mult mai ușor explicate de către profesor, apoi înțelese, identificate și explicate de către elev folosind elemente software. Elevul poate explica fenomene fizice chiar prin intermediul unor produse proprii realizate, precum înregistrări video, audio, prezentări etc. Important este momentul de reflecție acordat elevului, în care acesta poate evolua de la competențele dezvoltate la nivel satisfăcător către nivelul optim sau, cu un efect sporit, trecerea de la nivelul optim la cel excepțional.

### ***Instrumente TIC (resurse hardware și software) care favorizează dezvoltarea competențelor disciplinei Fizică. Astronomie***

Dezvoltarea competențelor specifice fizicii se face, așa cum s-a precizat anterior, folosind competențele din domeniul TIC. Însă, pentru punerea în valoare a acestora, este nevoie de resurse software și hardware. Exemplul cel mai des întâlnit este cel al sistemelor de operare din familia **Microsoft Windows** cu accesoriile *Notepad* (editor de text ASCII), *Wordpad* (editor de text formatat – rich text format), *Picture and Fax Viewer* (vizualizare imagini) și *Paint* (editor de imagini raster), însoțite adesea de pachetul **Microsoft Office** (editorul de documente *Word*, editorul de prezentări *PowerPoint*, editorul de foi de calcul tabelar *Excel*, editorul de publicații *Publisher*, editorul de imagini *Picture Manager*, SGBD-ul *Access*). Atât sistemul de operare *MS Windows*, cât și pachetul *MS Office* sunt licențiate.

Există, desigur, și varianta free, open source, prin pachetul software **OpenOffice** (editorul de documente *Writer*, editorul de prezentări *Impress*, editorul de foi de calcul tabelar *Calc*, editorul de imagini *Draw*, SGBD-ul *Base*), care se poate instala atât sub *Windows*, cât și sub alte sisteme de operare. Exemple:

<https://www.mozaweb.com/ro/>;  
<http://phet.colorado.edu/>;  
<http://www.walter-fendt.de/ph14ro/>;  
<http://www.um.es/fem/EjsWiki/>;  
<http://www.animations.physics.unsw.edu.au/>;  
<http://www.edumedia-share.com/>;  
Platfoma MOODLE;  
Platforma INSAM.

### **3.3. Strategiile și instrumentarul de evaluare a rezultatelor învățării**

„Evaluarea educațională este procesul de colectare sistematică, orientată de obiectivele definite, a datelor specifice privind evoluția și/sau performanța evidențiate în situația de evaluare, de interpretarea contextuală a acestor date și de elaborare a unei judecăți de valoare cu caracter integrator care poate fi folosită în diverse moduri, prespecificate însă în momentul stabilirii scopului procesului de evaluare” (Stoica, A., Musteață, S., 1997).

Evaluarea școlară este procesul prin care se delimitează, se obțin și se furnizează informații utile, permițând luarea unor decizii ulterioare. Actul evaluării presupune 3 momente relativ distincte: măsurarea, aprecierea rezultatelor școlare și adoptarea măsurilor ameliorative. (1)

*A evalua semnifică:*

- a confrunța informațiile colectate, referitoare la procesele curriculare, cu un ansamblu de criterii de evaluare;
- a lua decizii (a acorda note sau a efectua judecăți de valoare);
- a revizui continuu obiectivele;
- a eficientiza procesele și produsele curriculare.

În baza definiției de mai sus, pot fi subliniate unele valențe ale evaluării:

- aprecierea unor trăsături, caracteristici sau componente prin raportare la o scală de măsurare clar definită;
- un proces de evaluare se poate realiza în momentul în care îi este stabilit scopul, în funcție de acesta, fiind proiectate, apoi, obiectivele, selectând procedurile și construind instrumentele.

În funcție de aplicarea instrumentelor de evaluare, la disciplina *Fizică. Astronomie*, profesorul va realiza următoarele tipuri de evaluare:

- **evaluarea inițială – predictivă;**
- **evaluarea formativă – continuă;**
- **evaluarea sumativă – finală.**

**Evaluarea inițială** propune operațiile de măsurare – apreciere – decizie la începutul activității de instruire, în vederea cunoașterii nivelului psihopedagogic al colectivului de elevi/al elevului. Evaluarea inițială se realizează, de regulă, la început de an școlar, în baza unui capitol sau a unei unități de învățare, pentru a lua decizii anticipate de pregătirea procesului de formare, pentru a selecta strategiile ce vor fi folosite în procesul instruirii. Evaluarea inițială poate fi: predictivă și diagnostică. Testele de cunoștințe elaborate și aplicate pentru măsurarea și aprecierea nivelului inițial de pregătire al elevilor sunt teste predictive. Se identifică nivelul achizițiilor elevilor în termeni de cunoștințe, capacități necesare pentru atingerea obiectivelor.

Funcțiile specifice pe care le îndeplinește strategia de evaluare inițială sunt concentrate în două niveluri de referință:

- **funcția diagnostică** asigură cunoașterea măsurii în care elevii stăpânesc cunoștințele și posedă capacitățile necesare angajării lor cu șanse de reușită într-un nou program. În felul acesta pot fi identificate:
  - lacunele, golurile pe care elevul le are în pregătire;
  - resursele pe care le are ca volum de informații, capacitățile de învățare momentane și de perspectivă;
  - conceptele principale, pe care elevul le stăpânește și cu ajutorul cărora va putea asimila conținuturile noi și fondul de reprezentări, care să favorizeze înțelegerea acestora;
  - posibilitățile reale ale clasei și ale fiecărui elev, ținând seama de capacitatea de a lucra independent;
  - abilitățile necesare pentru însușirea cunoștințelor în plan teoretic și aplicarea lor;
  - deficiențele și dificultățile reale care apar în activitatea de învățare.
- **funcția prognostică** sugerează profesorului condițiile prelabile desfășurării noului program, care permit anticiparea rezultatelor. Evaluarea inițială are, astfel, un rol major în derularea proiectului pedagogic curricular construit de profesor. Acest tip de evaluare este orientat către ulterioara dezvoltare a elevului. În diferite etape din cariera școlară a unui elev, oamenii implicați în procesul de educare a elevului (elevi, profesori, părinți, psihologul din școală) fac recomandări despre modul în care un elev ar trebui să-și construiască parcursul școlar. Profesorul, având drept reper diagnosticul stabilit, va interveni pentru selecționarea, realizarea și dezvoltarea corectă a:
  - obiectivelor programului următor (viitoarea lecție, modul);
  - conținuturilor absolut necesare;
  - metodelor eficiente de predare – învățare – evaluare;
  - modurilor și a formelor optime de organizare a activității.

**Evaluarea formativă** este o evaluare de reglare a demersului instruirii, fiind în serviciul elevului și al formării sale, pe care tinde să o îmbunătățească, să o facă mai performantă. Are ca obiective principale determinarea și remedierea dificultăților de învățare ale fiecărui elev. Evaluarea formativă poate fi diagnostică, dar nu în serviciul orientării, ci al reglării și al ameliorării procesului curricular.

**Evaluarea formativă interactivă** se aplică la fiecare lecție.

**Evaluarea formativă punctuală** este la discreția profesorului.

**Evaluarea formativă în etape** se va efectua la final de modul.

Se va opta pentru instrumente de evaluare alternative/moderne în baza produselor curriculare recomandate, cu accent pe autoevaluare și pe evaluarea reciprocă. Strategia de evaluare formativă însoțește întregul parcurs didactic, realizându-se prin verificări sistematice ale tuturor elevilor asupra întregii materii.

Principalul obiectiv în evaluarea proceselor de învățare este de a sprijini fiecare elev. Prin urmare, eficiența predării este îmbunătățită. În locul contracarării manifestărilor, sunt investigate și abordate principalele cauze ale dificultăților de învățare (aceste cauze pot fi cognitive, precum și emoționale). Greșelile nu sunt corectate, ci analizate. În acest fel, ideile și starea de spirit ale elevului pot fi înțelese și sprijinite într-un mod orientat spre obiectiv. Dificultățile trebuie discutate împreună cu elevul și pot fi abordate, utilizând sarcini de lucru și măsuri specifice de sprijin. Analizând sursa greșelilor, elevii nu trebuie să se adapteze în mod superficial. Ei învață să elaboreze strategii individuale pentru a se confrunța cu problemele lor.

În această privință, învățarea de succes presupune continuitatea procesului de învățare și lucrul asupra greșelilor realizat atât de către profesor, cât și de către elev, urmărind nu doar căutarea celor mai eficiente metode.

Posibilități de evaluare formativă vizează: observarea elevilor în timp ce rezolvă o sarcină de lucru, examinarea și analiza atentă a sarcinilor realizate, discuțiile individuale despre sarcinile realizate, întrebări despre modul în care a fost rezolvată o problemă, teste scurte, teste mai voluminoase, după o etapă lungă de lucru. Testele care evaluează procesele de învățare sunt ca un indicator pentru procesele de predare și învățare. Acestea le permit elevilor și profesorilor să verifice nivelul de reușită. Lacunele și nesiguranța pot fi înlăturate prin sarcini suplimentare. Pe lângă observațiile și conversațiile despre modul de realizare a sarcinilor și despre sursele greșelilor, apar obiective individuale, pe care elevii le stabilesc și le realizează împreună cu profesorul sau pe care profesorul le stabilește pentru ei. Atunci când se aplică acest tip de evaluare în predare, consecința logică este, de asemenea, o schimbare spre: învățarea orientată către obiectiv în loc de învățarea orientată doar spre conținut, predarea individualizată în locul predării în care toți rezolvă aceeași sarcină de lucru. Evaluarea continuă/formativă se

realizează pe secvențe mici, cu probe orale, scrise, practice, aplicate oportun și eficient pe parcursul unei unități de învățare.

Observația, intervenția, reglarea poate fi retroactivă (la sfârșitul unei secvențe), interactivă (în timpul procesului învățării), proactivă (când elevul se angajează într-o nouă activitate).

Evaluarea continuă/formativă determină schimbări atât în conduita didactică a profesorilor, cât și în comportamentul școlar al elevilor. Profesorul primește informații care permit ameliorarea imediată a proiectului pedagogic, a strategiilor de dirijare a instruirii, iar elevului îi oferă confirmarea că a învățat corect, că deține calea de învățare corectă.

**Evaluarea sumativă** se va realiza la finele modulului, semestrului, anului școlar, ciclului de învățământ etc. și rezumă cunoștințele și abilitățile pe care le-a dobândit un elev. Acest tip de evaluare se concentrează mai ales asupra elementelor de permanență ale aplicării unor cunoștințe de bază, ale demonstrării unor abilități importante, dobândite de elevi, într-o perioadă mai lungă de instruire.

Problematika ei constă în perfecționarea formelor și a metodelor alese pentru a stabili o legătură logică atât cu evaluarea inițială, cât și cu evaluarea formativă. Evaluarea sumativă trebuie să constituie reperul unei noi evaluări inițiale și sursa de perfecționare în continuare a activității didactice.

Evaluarea sumativă este o evaluare a rezultatelor elevului, care rezumă toate cunoștințele și competențele dobândite. Reprezintă un instrument de feedback pentru părinți, elevi și profesori, informându-i pe aceștia despre măsura în care elevii au realizat diferite obiective. Evaluarea rezultatelor învățării este utilizată în școli la toate disciplinele. Informațiile obținute în procesul evaluării sunt necesare pentru notarea elevilor și le oferă profesorilor informații selective despre performanța generală a elevilor.

### ***Strategii și instrumente de evaluare a rezultatelor de învățare specifice disciplinei Fizică. Astronomie***

Strategiile de evaluare reprezintă modalitățile sau tipurile specifice de integrare ale operațiilor de măsurare – apreciere – decizie în activitatea didactică educativă, integrare realizabilă la diferite intervale de timp (scurt, mediu, lung) și în sensul îndeplinirii unei funcții pedagogice specifice. Strategiile de evaluare stabilesc: formele și tipurile de evaluare; metode și tehnici de elaborare a probelor de evaluare a randamentului școlar, a modalităților de îmbinare în contextul activităților evaluative, a momentelor în care ele se aplică în funcție de obiective și conținuturi; descriptorii de performanță, baremele, sistemele de notare.

### **Formele și tipurile de evaluare la disciplina Fizică. Astronomie**

Produsele activităților sunt materializarea cunoștințelor, a abilităților și a valorilor asimilate de elevi. Prin evaluarea realizării acestora, ne putem da seama de calitatea și profunzimea activității instructive. Prin realizarea produselor, se constată nivelul pregătirii elevilor în raport cu cerințele curriculare, dar și atenția acordată de profesor unor aspecte importante ale pregătirii elevilor. Gama produselor recomandate este indicată în curriculumul la disciplina *Fizică. Astronomie*.

#### **Exemple de produse prin care se va concretiza/măsura competența:**

- Caracteristica unor concepte fizice:
  - *mărimi fizice;*
  - *fenomene fizice;*
  - *aparate/dispozitive fizice*
- Caracteristica unor legi fizice
- Rezumatul unui text științific
- Eseu structurat/nestructurat
- Raportul unei comunicări științifice
- Probleme/situații-probleme
- Raportul unei observări
- Raportul unui experiment/lucrare de laborator/lucrare practică
- Raportul unui proiect
- Test (formativ/sumativ).

#### **Caracteristica unui concept fizic**

Elementele de structură ale cunoștințelor științifice sunt:

- faptele științifice;
- conceptele fizice (mărimile fizice, fenomenele fizice etc.);
- legile fizice;
- teoriile fizice.

Este necesar ca elevii să asimileze **cerințele generale** față de studiul fiecărui element, altfel spus, să cunoască informații despre fiecare fenomen, mărime, lege sau teorie, indiferent de domeniul cunoașterii științifice. Acestea pot fi studiate conform *planurilor generalizate* [4], care orientează elevul la dobândirea independentă a cunoștințelor.



De exemplu, *planul generalizat al studierii unei mărimi* include:

1. Identificarea fenomenului sau a proprietății caracterizate de această mărime.
2. Definirea mărimii.
3. Scrierea formulei (în cazul unei mărimi derivate, formula exprimă relația acestei mărimi cu altele).
4. Stabilirea tipului mărimii (scalară sau vectorială).
5. Indicarea unității de măsură a acestei mărimi.
6. Procedeeul de măsurare.

Un exemplu de parcurgere a unui astfel de plan poate servi planul generalizat al studierii accelerației în clasa a X-a.

1. Fenomenul: *Variația vitezei unui corp*. Caracterizează măsura variației, atât ca mărime, cât și ca direcție, a vectorului viteză.
2. Se numește *acclerație* mărimea fizică vectorială care exprimă rapiditatea variației vitezei corpului.
3. Formula accelerației –  $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ .
4. Accelerația este o mărime vectorială.
5. Unitatea de măsură în SI este *metru pe secundă la pătrat* –  $\frac{m}{s^2}$ .
6. Unul dintre procedeele măsurării accelerației are la bază măsurarea a două viteze momentan:  $v_0$  și  $v$  ( $\Delta v = v - v_0$ ), dar și a duratei în care s-a produs variația vitezei ( $\Delta t = t - t_0$ ).

### **Caracteristica unui fenomen**

*Planul generalizat al studierii unui fenomen* presupune parcurgerea următorilor pași:

1. Clarificarea particularităților externe ale fenomenului.
2. Specificarea condițiilor în care decurge fenomenul.
3. Scoaterea în evidență a esenței fenomenului și a mecanismului desfășurării acestuia.
4. Definirea fenomenului.
5. Stabilirea relațiilor dintre acest fenomen și alte fenomene.
6. Caracterizarea cantitativă a fenomenului (mărimile ce caracterizează fenomenul, relațiile dintre aceste mărimi, formulele ce exprimă aceste relații).
7. Studiul aplicațiilor practice ale fenomenului și al măsurilor de prevenire a consecințelor dăunătoare ale acestuia.

## Exemplu de caracteristică a unui fenomen.

### Capilaritatea

1. Particularitățile externe ale capilarității: într-un tub capilar lichidul urcă (sau coboară), în funcție de natura substanței lichidului și de natura substanței din care este confecționat tubul.
2. Condiția necesară pentru decurgerea fenomenului este că forțele intermoleculare trebuie să fie diferite de zero:
  - a) lichidul urcă – dacă valoarea forței de adeziune este mai mare decât valoarea forței de coeziune;
  - b) lichidul coboară – dacă valoarea forței de adeziune este mai mică decât valoarea forței de coeziune.
3. La contactul lichidelor cu corpurile solide, de rând cu forțele de coeziune  $F_c$ , trebuie luate în considerare și cele de adeziune  $F_a$ . În funcție de corelația dintre ele, lichidul udă sau nu corpul. Se pot evidenția două situații:
  1.  $F_a$  mai mare decât  $F_c$  – lichidul este aderent;
  2.  $F_a$  mai mică decât  $F_c$  – lichidul este neaderent.

În funcție de orientarea rezultantei acestor două forțe, stratul superficial al lichidului se curbează.

4. Capilaritatea este fenomenul ridicării sau coborârii lichidului, fără intervenții din afară, în tuburi foarte subțiri.
5. Se alege un tub capilar al cărui rază  $r$  este cunoscută și se introduce în lichidul a cărui densitate se cunoaște. Se măsoară înălțimea  $h$ , la care se ridică lichidul în tub, iar coeficientul de tensiune superficială  $\sigma$  se calculează astfel:  $\sigma = \frac{prgh}{2}$ .
6. Înălțimea  $h$  la care se ridică un lichid aderent sau coboară un lichid neaderent într-un tub capilar este invers proporțională cu raza lui  $r$ :  $h = \frac{2\sigma}{pgr}$ , unde  $\sigma$  e coeficientul de tensiune superficială,  $\rho$  – densitatea lichidului,  $g$  – accelerația gravitațională.
7. Apa din sol se ridică prin porii din pereții clădirilor, dacă nu există o izolare bună a temeliiilor.

**Atenție!** Ridicarea apei în plante este un proces complicat și un rol important îl joacă presiunea osmotică. În plante, tuburile sunt umplute complet cu apă; în ele lipsesc meniscurile și nu poate lua naștere forța de ridicare.

## Legile fizice

Legile reprezintă afirmații referitoare la regularitățile observate cu privire la obiecte și fenomene. Acestea, spre deosebire de principii, sunt rezultatul unor testări multiple. Legile au un domeniu de validitate, adică un domeniu în care descriu corect desfășurarea fenomenului. Uneori, domeniul de validare este determinat de domeniul modelului asociat. Spre exemplu, legea lui Hooke este valabilă numai pentru deformările elastice, iar modelul fizic asociat este corpul elastic.

### Caracteristica unei legi fizice

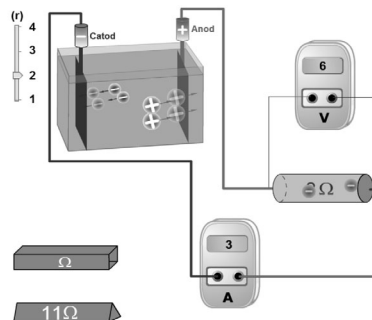
Planul generalizat al studierii unei legi include:

1. Depistarea relațiilor dintre fenomenele sau mărimile exprimate de legea respectivă.
2. Formularea legii.
3. Scrierea expresiei matematice a legii.
4. Descrierea experimentelor ce confirmă legea.
5. Luarea în considerare și aplicarea în practică a legii.
6. Stabilirea domeniului valabilității legii.

### Exemplu de caracteristică a unei legi fizice

Clasa a XI-a, Tema: „Legea lui Ohm pentru un circuit întreg”

1. Relația dintre intensitatea curentului electric, rezistența totală a circuitului electric și tensiunea electromotoare (t.e.m.) aplicată unui circuit întreg este numită legea lui Ohm pentru un circuit întreg.
2. Intensitatea curentului, într-un circuit întreg, este egală cu raportul dintre tensiunea electromotoare a circuitului și rezistența lui totală.
3. Expresia matematică a legii lui Ohm pentru un circuit întreg:  $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ .
4. Experimentul pentru demonstrarea legii este reprezentat în Figura 1



**Figura 1.** Schema electrică a montajului pentru demonstrarea legii lui Ohm pentru un circuit întreg (Platforma AEL)

Experiența se poate realiza virtual, luându-se valori pentru reprezentarea grafică a caracteristicii curent – tensiune.

5. Scurtcircuitul este un fenomen nedorit în circuitul electric, ce duce la deteriorarea lui și constă în conectarea sursei în lipsa rezistenței exterioare sau când ultima tinde către zero. Din legea Ohm reiese că intensitatea în circuit tinde spre infinit  $R \rightarrow 0; I \rightarrow \infty$  (condiția de scurtcircuit). La scurtcircuit conductoarele pot să se topească, iar sursa de curent să iasă din funcție. Din legea lui Ohm, formula pentru scurtcircuit se va scrie:  $I = \frac{\mathcal{E}}{r}$ . Pentru înlăturarea acestui fenomen distrugător se folosesc siguranțe fuzibile, sau, mai modern, întrerupătoare automate de siguranță. Acest fenomen poate fi folosit în tehnică la aparatul de sudare.
6. Legea lui Ohm pentru întreg circuit este una dintre legile fundamentale ale fizicii și este valabilă pentru conductoarele metalice la capetele cărora se aplică tensiuni nu prea mari.

### **Caracteristica unui aparat/dispozitiv fizic**

Studiul unui aparat/dispozitiv poate fi eficientizat cu ajutorul următorului *plan generalizat*:

1. Denumirea.
2. Destinația.
3. Structura și principiul de funcționare (principalele piese și interacțiunea lor).
4. Domeniul de aplicare.
5. Reguli de utilizare și păstrare.

În conformitate cu acest plan generalizat, elevului i se propune să elaboreze fișa aparatului/dispozitivului. Un exemplu de astfel de fișă este propus în continuare.

1. *Denumirea dispozitivului*: CALORIMETRU.
2. *Destinația*: este un dispozitiv utilizat în calorimetrie pentru măsurarea cantității de căldură schimbată de un corp cu un mediu, în general lichid.
3. *Construcția și principiul de funcționare*:

Piesele calorimetrului sunt reprezentate în Figura 1. Calorimetrul este construit astfel încât să permită transferul de căldură între corpurile introduse în el și, totodată, să asigure izolarea acestora de mediul exterior.

Calorimetrul ideal nu permite transferul de căldură în exterior datorită izolației foarte bune a pereților vasului izolator.

4. *Domeniul de aplicare*:

| Nr.d.r | Denumirea componentei aparatului | Limita de măsurare/unitatea de măsură |
|--------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1      | Capacitatea vasului calorimetric | 50 – 200 ml                           |
| 2      | Termometrul                      | -2° – 100° C                          |

### 5. Reguli de exploatare:

- Atenție la părțile mai fragile (termometru, pahar izolator).
- Atenție la turnarea apei fierbinți, necesară la diverse experimente.
- Pentru a amesteca lichidul din vasul calorimetric se folosește agitatorul, rotindu-l și mișcându-l încet în sus și în jos.
- La sfârșitul experienței, vasul calorimetric se șterge bine cu un șervet uscat.

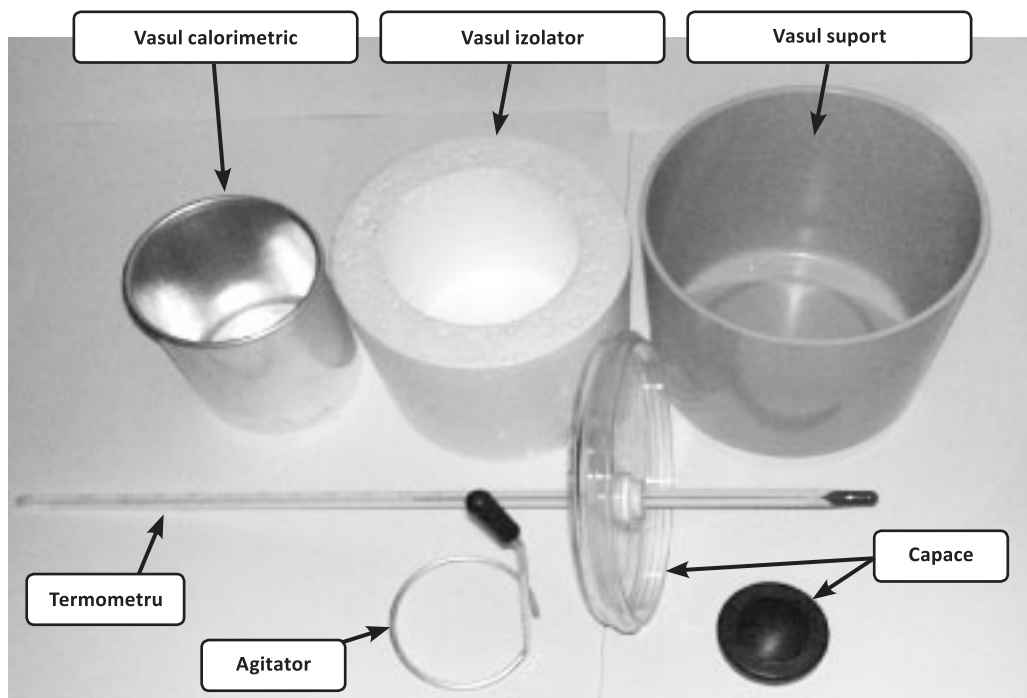


Figura 1. Piesele calorimetrului

### Rezumatul unui text științific

Rezumatul este un produs logic al activității de sinteză exprimată, a ideilor principale dintr-o unitate de conținut sau modul. Rezumatul respectă ordinea tratării ideilor din text, condensând conținutul pentru a se reține esențialul prin cuvintele-cheie, favorizând consultarea lui rapidă. Rezumatul este o tehnică de muncă intelectuală, ce asigură formarea capacităților de esențializare, de recreare a textului, de regândire a mesajului de bază.

Tipurile principale de rezumate:

- *Rezumatul simplu* – o singură frază, care indică unitățile de conținut minime și necesare pentru redarea textului în conținut informațional;
- *Rezumatul inductiv* – mai extins decât cel simplu, cuprinde detalii de conținut;

- *Rezumatul informativ* – conține volum mare de informații, conținutul fiind exprimat în cuvinte proprii.

La evaluarea unui rezumat se ține cont de următoarele recomandări:

- se vor suprima detaliile, exemplele și faptele secundare;
- conținutul se va reflecta corect, într-un limbaj clar, concis;
- expunerea se va face respectându-se fidelitatea textului;
- nu se vor introduce informații ce nu se află în conținutul de bază;
- se analizează textul în baza ideilor principale.

Exemple de structuri ale rezumatului:

- rezumatul studiului empiric: propoziții scurte, privind tema cercetată, date succinte despre autori, esența metodologică a cercetării, rezultatele principale, efecte, semnificația statistică, implicații, concluzii, aplicații;
- rezumatul studiului metaanaliză: tema, criteriile de eligibilitate, caracteristicile principale, rezultatele esențiale, efecte – mărime, concluzii, limite, implicații teoretice și practice;
- rezumatul articolului teoretic: teoria, concepția, modelul, principiile, fenomenele, procesele, evenimentele, stările explicabile prin teoria enunțată, rezultatele sinteză, rapoartele la modelul utilizat;
- rezumatul articolului metodologic: rezumatul metodelor, caracteristicile, aria de aplicare a metodelor, statistica, interpretarea și eficacitatea;
- rezumatul studiului de caz: tema, subiectul, caracteristicile semnificative ale participanților grupului, problemele nou-apărute, soluțiile, problemele conexe, subiectele de cercetat în continuare.

### **Eseu structurat**

Eseul structurat este o verificare scurtă, de max 10 min, realizată pe parcursul lecției sau la finele ei în cazul când se evaluează o unitate de competență prestabilită. În continuare, prezentăm un exemplu de eseu structurat, în baza căruia se evaluează elevii în clasa a XI-a, la tema: „Curentul electric în semiconductoare”.

Fișa de activitate:

Alcătuieți un eseu cu tema „Aplicațiile diodei semiconductoare”, în care se vor urmări pașii:

- a) Explicați conducția electrică a semiconductoarelor de tip „n” și „p”.
- b) Explicați funcționarea diodei ca detector.
- c) Explicați funcționarea diodei ca redresor.
- d) Reprezentați dependența curent – tensiune.
- e)\* Descrieți funcționarea filtrului cu condensator al redresorului.

### **Indicatori de competență. Elevul:**

- expune corect cunoștințele dobândite privind studierea fenomenelor conform cerințelor;
- realizează planul eseului structurat cu argumente prin simboluri, grafice, desene, scheme, exemple, într-un limbaj științific adecvat;
- prezintă propriile puncte de vedere, bazate pe argumentele prezentate;
- formulează independent concluzii în baza materiei analizate și face o deschidere spre implicații mai largi ale temei care este abordată.

### **Criterii de evaluare a eseului structurat:**

1. Stăpânirea sigură a sistemului de cunoștințe fundamentale și a sistemului de capacități integrate (cognitive, psihomotorii și afective) formate în cadrul eseului structurat asupra fenomenelor și asupra legilor studiate. Descrierea în limbaj științific, adecvat fizicii, a eseului.
2. Demonstrarea funcționalității depline a sistemului de cunoștințe fundamentale și a sistemului de capacități integrate în investigarea fenomenelor și a legilor. Originalitatea raționamentului în realizarea eseului.
3. Manifestarea operativității experienței personale în utilizarea metodelor, a sistemului de cunoștințe și a capacității integrate în atingerea scopului realizării eseului:
  - a) elaborarea propriilor argumente;
  - b) analiza materiei științifice.
4. Demonstrarea unor cunoștințe fundamentale în baza studiilor și a investigațiilor originale depășite de curricula școlară:
  - a) aplicarea practică și calitatea concluziilor;
  - b) calitatea eseului structurat.

### **Raportul unei observări**

Disciplina *Fizică. Astronomie* începe cu învățarea și studierea fenomenelor prin observare și realizare de experiențe. Învățarea prin observație implică stabilirea unui scop, atenție, gândire logică și creativă, spirit de observație, căutare și explorare, căutarea unui sens, a suportului motivațional și vizează utilizarea unor reguli raționale. Învățarea prin observare are conexiune cu realizarea experimentului, ceea ce implică procesele mintale de prelucrare a informației și verificarea ideilor sau sugerarea unor noi ipoteze științifice în sarcina observatorului care este implicat nemărginit în procesul de învățare – acțiune.

Enunțuri semnificative pentru învățarea/evaluarea prin observare:

- Priviți mai îndeaproape lucrurile și dați atenție detaliilor relevante, semnificative;
- Gândiți-vă la ceea ce vedeți și puneți-vă întrebări respectând o anumită ordine a lucrurilor;

- Începeți căutarea intenționată și sistemică;
- Utilizați, în observațiile făcute, cunoștințele pe care le aveți deja;
- Recurgeți la toate simțurile separate și împreună, sinergic – văz, auz, atingere, gust, miros – obținând o cantitate cât mai mare de informație;

Informațiile culese, înregistrate, clasificate devin semnificative prin corelare și pot fi evaluate la realizarea interferențelor dintre profesor – elev, elev – elev, în munca independentă etc.

### ***Raportul unui experiment***

Metoda evaluării prin experiment real sau virtual semnifică o intervenție activă, provocatoare a elevilor asupra conținutului studiat. Importanța metodei învățării/evaluării prin experiment constă în formularea ipotezei cu conținut științific, bazat pe gândire logică, confirmată sau infirmată. Într-o astfel de învățare, este importantă dezvoltarea abilităților de gândire critică mentală la elevi, deoarece e posibil să rămână unele confuzii, erori sau explicații neadecvate în realizarea experimentelor și în colectarea datelor. Prin învățarea de acest tip, se dezvoltă abilități de gândire, planificarea, evaluarea, concluzionarea etc.

Demersul pedagogic în realizarea unei evaluări prin experiment este definit de următoarea derulare operațională:

- problema, planul, dispozitivele de experimentare;
- cercetarea conținutului ipotezelor și a argumentelor;
- punerea în aplicare a învățării experimentale;
- aplicarea regulilor de securitate;
- evaluarea parcursului învățării prin cercetarea experimentală;
- constatarea dificultăților, a alegerilor incorecte, a unor eșecuri; determinarea rațiunilor cauzatoare de eșec, alegerea restructurărilor/modificărilor pentru soluționare;
- efectuarea experimentelor;
- împărtășirea celor învățate prin experiment cu ceilalți colegi.

În continuare, vom prezenta exemplul unei fișe de lucru – cum se elaborează un raport al unui experiment propus pentru lucrul individual sau în pereche. Avantajul completării fișei este că aceasta poate fi utilizată pentru realizarea într-un timp scurt a raportului experimentului realizat. Profesorul propune o întrebare care poate fi verificată prin experiment. Elevului i se oferă corpul, aparatele pentru realizarea experimentului și fișa raportului pe care trebuie s-o completeze. Activitatea propusă se enunță sub formă de întrebare.



### Exemplu de raport al unui experiment

Nume/prenume:

Clasa: a XII-a.

Titlul activității: Realizarea unui experiment

Scriu obiectivele activității. Să studiez un transformator, să determin coeficientul de transformare.

La ce întrebări trebuie să răspund?

Care sunt părțile principale ale unui transformator și cu ce este egal coeficientul de transformare a transformatorului studiat?

Desenez schema experimentului.

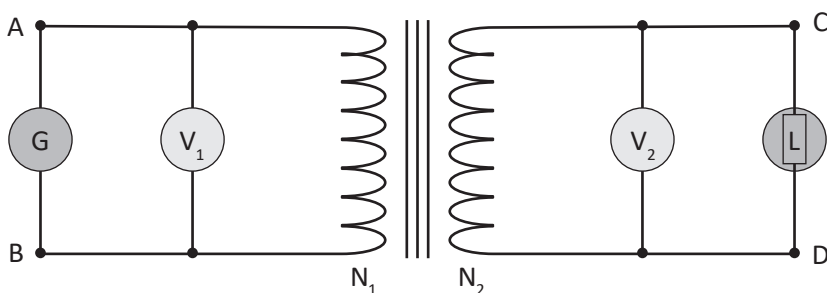


Figura 2. Schema electrică a conexiunii transformatorului

Explic experiența pe care o realizez și care va permite să răspund la întrebări.

Utilizând o sursă de curent cu tensiunea maximă de 42 V, montez circuitul reprezentat în Figura 2.

Închid circuitul și măsoz tensiunile  $U_1$  și  $U_2$  indicate de voltmetrele  $V_1$  și  $V_2$ .

Calculez coeficientul de transformare.

Trec datele în tabelul nr. 1.

**Tabelul nr. 1.** Rezultatele măsurărilor și determinărilor

| Nr.d/o | $U_1, V$ | $U_2, V$ | $k$ |
|--------|----------|----------|-----|
| 1      | 42       | 3        | 14  |

Schemele realizate în creion, cu rigla, pe foaie sunt îngrijite și sunt însoțite de legendă.

În schemă: G – generatorul – sursă cu tensiunea maximă de 42 V.

$V_1$  – voltmetrul unit la bobina primară.

$V_2$  – voltmetrul unit la bobina secundară.

L – un bec.

k – coeficientului de transformare.

Am calculat coeficientul de transformare, conform formulei  $k = U_1 / U_2$ .

*Observă că...*

Dacă numărul de spire în bobina primară este mai mare decât în cea secundară, coeficientul de transformare  $k > 1$ , deci transformatorul este *coborâtor de tensiune*.

*În rezultatul experiențelor efectuate, eu pot deduce că... (am constatat că...).*

- Transformatorul constă din două bobine înfășurate pe același miez de fier ce formează un circuit magnetic închis.
- Circuitul primar și cel secundar sunt totalmente separate.
- Rolul unui transformator este de a coborî sau a ridica valoarea tensiunii alternative, dar nu de a schimba frecvența curentului.
- Un transformator nu funcționează la curent continuu.
- Pot să unesc un transformator în circuit (recunosc bornele bobinei primare și pe cele ale bobinei secundare).

*Concluzia va include răspunsurile la întrebările puse mai sus.*

Un transformator este o mașină electrică, care transferă energie electrică dintr-un circuit (primarul transformatorului) în altul (secundarul transformatorului), funcționând pe baza legii inducției electromagnetice. Un curent electric alternativ, care străbate înfășurarea primară, produce un câmp magnetic variabil în miezul magnetic al transformatorului, acesta la rândul lui producând o tensiune electrică alternativă în înfășurarea secundară.

Un transformator constă din două bobine cu numărul de spire diferit  $N_1$  și  $N_2$ , înfășurate pe același miez de fier, ce formează un circuit magnetic închis. Circuitul format din sursa de alimentare și o bobină este numit *primar*, iar cel format de a doua bobină și consumator – *secundar*. Raportul  $k$  al tensiunilor de la bornele bobinelor transformatorului la funcționarea lui în gol este numit *coeficientul de transformare*. În cazul dat  $k > 1$ , deci transformatorul este coborâtor de tensiune.

### **Exemplu de fișă experimentală a elevului pentru lucrarea de laborator**

*Clasa:* a X-a

*Tema:* „Studiul mișcării rectilinii uniforme”

*Scopul lucrării:* Studiul mișcării rectilinii uniforme, determinarea vitezei la mișcarea rectilinie uniformă.

*Utilaj:* Pahar gradat (Figura 1), apă, ulei, cronometru, pipetă, riglă, hârtie milimetrică.

### Considerații teoretice:

La suprafața uleiului, din pipetă, este lăsată în cădere liberă o picătură de apă. În scurt timp, drept rezultat al acțiunii forțelor exterioare, picătura începe să se miște rectiliniu uniform. Pentru determinarea vitezei, trebuie măsurate distanțele  $\Delta d$  parcurse în diferite intervale de timp  $\Delta t$ : 
$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

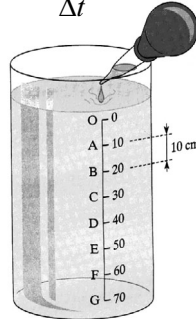


Figura 1. Instalația experimentală

### Erori:

Executând lucrarea, veți măsura direct distanța și durata. Eroarea determinării distanței cu ajutorul riglei reprezintă jumătatea din cea mai mică diviziune ( $\frac{1}{2}$  din 1 mm).

Eroarea determinării duratelor în cazul folosirii unui cronometru digital poate fi considerată 0,1 s.

Eroarea absolută  $\Delta v = \varepsilon_v \cdot v$

Eroarea relativă  $\varepsilon_v = \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta t}{t}$

### Modul de lucru:

1. Se umple cilindru cu ulei, astfel ca să cuprindă rigla.
2. Se introduce o picătură de apă în ulei.
3. Se urmărește picătura până la o diviziune de pe riglă notată cu  $d_0$ , momentul în care se pornește cronometrul.
4. Când picătura ajunge în dreptul diviziunii, notată cu  $d$ , se oprește cronometrul.
5. Se citește intervalul de timp  $\Delta t$  de pe cronometru.
6. Se notează distanța parcursă în intervalul de timp  $\Delta t$  cu  $\Delta d$  și se calculează, conform formulei:  $\Delta d = d - d_0$ .
7. Folosind relația (1), se calculează viteza pe intervalul de timp considerat.
8. Se introduce altă picătură și se repetă operațiile anterioare.
9. Valorile experimentale și rezultatele obținute se trec în tabelul nr. 1.

**Tabelul nr. 1.** Valorile experimentale și rezultatele obținute

| Nr. măs. | $d_0$ (m) | $d$ (m) | $\Delta d$ (m) | $\Delta t$ (s) | $v$ (m/s) | $\Delta v$ (m/s) | $\varepsilon_v$ (%) | $v^*$ (m/s) |
|----------|-----------|---------|----------------|----------------|-----------|------------------|---------------------|-------------|
| 1        |           |         |                |                |           |                  |                     |             |
| 2        |           |         |                |                |           |                  |                     |             |
| 3        |           |         |                |                |           |                  |                     |             |

Rezultat final:

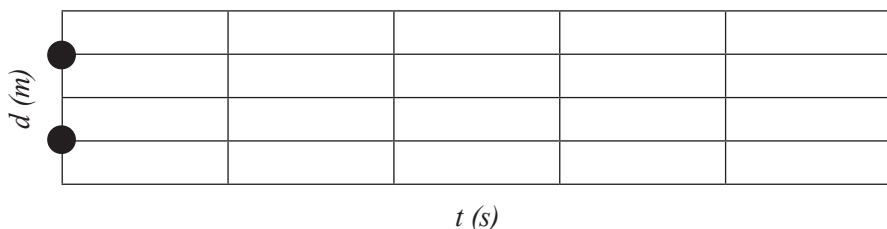
Viteza picăturii de apă este:  $v^* = (v \pm \Delta v) = (\text{-----} \pm \text{-----})$ ,  $\varepsilon_v = \text{-----} \%$

*\*Extindere:* Graficul dependenței distanței de timp la mișcarea rectilinie uniformă.

În baza datelor din tabel, reprezentați grafic dependența  $\Delta d$  de  $\Delta t$ , folosind hârtie milimetrică. Pe axa absciselor se vor depune valorile timpului, iar pe cea a ordonatelor – valorile distanțelor obținute, atunci, prin punctele obținute, se poate trasa o linie dreaptă.

Panta dreptei (tangenta unghiului format de dreaptă cu axa absciselor) reprezintă viteza la mișcarea rectilinie uniformă. Din graficul obținut pe hârtie milimetrică (Figura 2) determinați panta dreptei:

– se calculează viteza  $v = \text{tga} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \text{-----} \text{ m/s}$



**Figura 2.** Graficul dependenței distanței de timp

Comparați rezultatul obținut cu valoarea medie a vitezelor obținute anterior.

*Concluzii:*

*Raportul lucrării de laborator va conține elementele din fișă completate.*

### **Exemplu de lucrare de laborator, clasa a X-a:**

Tema: Compararea lucrului forței de elasticitate cu variația energiei cinetice a corpului este plasată pe site-ul <https://sites.google.com/site/fizicaghid2019/>

### **Metodele învățării prin activități și lucrări practice**

Activitățile practice sunt utilizate în vederea evaluării capacității elevilor de a aplica anumite cunoștințe teoretice, precum și a nivelului de stăpânire a priceperilor și a deprinderilor de ordin practic. Pentru realizarea cu succes a unei activități practice,

este normal ca încă de la începutul anului școlar, elevii să fie avizați asupra tematicii activităților practice, condițiilor care le sunt oferite pentru a realiza aceste activități și asupra modului în care ele vor fi evaluate (baremele de notare).

Un tip specific de probă practică îl constituie activitățile experimentale în contextul disciplinei *Fizică. Astronomie*, cu caracter practic-aplicativ. Prin intermediul acestor activități experimentale, profesorul își propune să evalueze capacități variate ale elevilor, care nu pot fi surprinse prin intermediul altor tipuri de probe.

*Activitatea practică* reprezintă executarea de către elevi a diferitor sarcini practice în scopul aplicării cunoștințelor la soluționarea unor probleme practice, al însușirii unor priceperi și deprinderi de aplicare a teoriei în practică. Ulterior, executarea activităților practice se va desfășura în baza parcurgerii următoarelor niveluri:

- efectuarea lucrării, în baza modelului prezentat de profesor;
- efectuarea lucrării, conform scopului și materialelor, și mijloacelor propuse;
- planificarea, organizarea individuală a lucrării, formulând independent obiectivul și alegând materialele necesare;

La fiecare nivel se va încuraja controlul și autocontrolul muncii efectuate.

*Lucrările practice* ocupă un loc dominant în sistemul formelor de organizare a activităților didactice în clasele de liceu. Sub aspectul organizării, lucrările practice se pot desfășura în grupuri sau în perechi. Interesul elevilor pentru lucrările practice sporește atunci când execuția include elemente de problematizare, de cercetare concretă, de creație personală.

Elevilor li se propune doar sarcina și obiectivul de realizare, însoțit de lista de aparate propuse și ei planifică independent teoria și realizează produsul – raportul lucrării practice.

Aplicarea creatoare a lucrărilor practice generează o serie de efecte pozitive, care se resimt în conduita și în conștiința elevilor. Ei manifestă încredere în forțele proprii, dovedesc spirit de cooperare, de echipă, contribuie la întărirea motivației personale.

În baza celor 13 tehnici de lucru în învățământ din *Guide de l'UNESCO pour les professeurs de sciences*, care sunt: observarea, clasificarea, notația numerică, măsurarea, stabilirea de raporturi spațio-temporare, comunicarea, predicția, deducția, definițiile operaționale, formularea ipotezelor, interpretarea datelor, identificarea și controlul variabilelor și experimentarea, se pune accent pe cultivarea de căutare a adevărului, a spiritului de descoperire și a inventivității, oferind bucuria descoperirii.

Pentru realizarea lucrării practice, clasa se împarte în grupe stabile, a câte 2-4 elevi. Grupurile de elevi primesc fișa cu înscrierea sarcinilor. Fiecare elev gândește o rezolvare a problemei, prezintă ideea profesorului și grupului. Ideea corectă propusă va fi apreciată de către profesor. Grupul de elevi elaborează considerațiile teoretice ale lucrării, modul de lucru, deduce expresiile matematice pentru determinarea mărimilor fizice

căutate și pentru calcularea erorilor. Raportul despre realizarea lucrării și prezentarea acestuia se face conform cerințelor propuse.

*Cerințe față de prezentarea raportului lucrării practice:*

**Tema lucrării:**

**Obiectivul:**

**Aparate și materiale:**

**Considerații teoretice:**

*Noțiunile teoretice ce se referă la tema dată;*

*Deducerea formulelor de lucru;*

*Scheme, desene.*

**Modul de lucru:**

**Tabel:**

**Grafic:**

**Calculul erorilor:**

**Rezultatul final:**

**Concluzia lucrării va conține:**

*Expunerea cu referire la realizarea obiectivului lucrării;*

*Enumerarea surselor de erori și a propunerilor în vederea înlăturării acestora;*

*Datele finale obținute în rezultatul efectuării lucrării;*

*Compararea rezultatelor obținute cu cele tabelare sau așteptate.*

**Exemple de sarcini pentru lucrări practice:**

#### **Lucrarea practică nr. 1**

*Determinați valoarea accelerației căderii libere.*

Aveți la dispoziție un resort cu constantă elastică necunoscută, un corp mic și greu, un cronometru, riglă milimetrică și un stativ cu suport:

- a) Propuneți planul de activitate.
- b) Deduceți formula de calcul.
- c) Efectuați lucrarea.

#### **Lucrarea practică nr. 2**

*Determinați masa Pământului.*

Aveți la dispoziție un fir ideal, un corp mic și greu, un cronometru, riglă milimetrică, tabelul cu razele planetelor și constanta gravitațională.

- a) Propuneți planul de activitate.

- b) Deduceți formula cu ajutorul căreia veți putea determina masa Pământului.
- c) Efectuați lucrarea.

### Lucrarea practică nr. 3

*Determinați rezistivitatea cuprului.*

Aveți la dispoziție: sârmă de cupru, riglă gradată în milimetri (sau ruletă), micrometru (sau șubler), o sursă de curent ( $E$  și  $r$  cunoscute) și un voltmetru ideal de curent.

- a) Propuneți planul de activitate.
- b) Prezentați schema circuitului electric.
- c) Deduceți formula de calcul.
- d) Efectuați lucrarea.

### Lucrarea practică nr. 4

*Determinați coeficientul tensiunii superficiale a unui lichid.*

Aveți la dispoziție un vas cu acest lichid, un vas cu apă, un tub capilar ( $d < 0,5$  mm) și o riglă gradată în milimetri. Coeficientul de tensiune superficială a apei  $s_o$ , densitatea apei  $r_o$  și densitatea lichidului  $r$  sunt cunoscute.

- a) Propuneți planul de activitate.
- b) Deduceți formula de calcul.
- c) Efectuați lucrarea.

### Lucrarea practică nr. 5

*Determinați căldura specifică de vaporizare a apei.*

Aveți următoarele materiale: vas cu apă, termometru, cronometru, reșou.

- a) Propuneți planul de activitate;
- b) Deduceți formula de calcul.
- c) Efectuați lucrarea.

Indicație: Cantitatea de căldură primită de apă într-o unitate de timp să se considere o mărime constantă ( $Q = \text{const}$ ).

### Lucrarea practică nr. 6

*Determinați rezistența internă a unei surse de curent cu tensiunea electromotoare necunoscută.*

Aveți la dispoziție sursă de curent (baterie, element, acumulator), ampermetrul ideal ( $R_A = 0$ ) și două rezistoare identice, cu rezistențele  $R$  cunoscute.

- a) Propuneți planul de activitate.
- b) Deduceți formula de calcul.
- c) Efectuați lucrarea.

## Evaluarea prin proiecte

Proiectul este un plan sau o lucrare cu caracter aplicativ, fiind întocmit pe baza unei teme date. Acesta solicită elevilor să facă o cercetare, o activitate în echipă, o creație.

Proiectul reprezintă o inițiativă individuală, în pereche sau de grup, care urmărește îmbunătățirea dezvoltării unor acțiuni, a unor noi modalități de aplicare a strategiilor în domeniul studierii fizicii.

Totodată, este o însumare de activități organizate, desfășurate în vederea atingerii unor obiective prestabilite și un rezultat al colaborării dintre elevi, profesori și părinți. Metoda învățării prin proiect se referă atât la cele propuse de profesor în vederea realizării curriculei disciplinare, cât și la cele solicitate de elevi. Proiectul care este propus de curriculumul disciplinar reprezintă un demers cu caracter aplicativ, ce urmărește dezvoltarea competențelor, a deprinderilor și a abilităților pe o anumită temă. Exemple: „Educația ecologică”, „Protecția mediului ambiant” etc.

**Caracteristicile metodei proiectului sunt:** orientarea către activitate și produsul ei interdisciplinar și transdisciplinar, motivarea elevilor, descoperirea propriilor abilități, conectarea la problemele sociale, organizarea în comun a procesului de învățare.

### Structura proiectului:

- Identificarea și definirea problemei;
- Definirea obiectivelor sau a rezultatelor așteptate;
- Stabilirea echipei de proiect;
- Elaborarea planului de realizare;
- Distribuirea responsabilităților;
- Timpul. Resurse materiale și financiare;
- Realizarea propriu-zisă a etapelor de lucru;
- Identificarea riscurilor;
- Precizarea procedurilor de monitorizare și de evaluare;
- Aprecierea activităților desfășurate, a rezultatelor și a modului de participare a grupului.

### Evaluarea unui proiect:

- determinarea gradului de realizare a obiectivelor;
- actualitatea culegerii de informații;
- aprecierea valorii proiectului, a rezultatelor, a efectelor (impactul).

**Funcțiile evaluării proiectului:** oferă informații pentru luarea anumitor decizii, are caracter formativ, dezvoltă cunoștințe noi, se dobândesc abilități de cercetare.

### Tipologia proiectelor:

- proiecte de investigație – acțiune (studierea literaturii științifice și realizarea diverselor ipoteze, realizarea de constatări, a unor date statistice, a unor aplicații etc.);



- proiecte de acțiune ecologică (de luptă împotriva poluării, de protecție a mediului înconjurător, de înfrumusețare a localității, a unui cartier, a curții școlii, a unui ungheraș natural etc.);
- proiecte de tip constructiv (confecționarea unor materiale didactice, de construire a unor modele, machete, realizarea diverselor aparate fizice și dispozitive, care pot înzestra cabinetele și laboratoarele de fizică și chimie, realizarea unui muzeu al școlii etc.);
- proiecte de tip problemă (o problemă cu care se confruntă elevii pe care încearcă să o rezolve);
- proiecte de tip învățare (îmbunătățirea instruirii pentru a deveni mai accesibilă, prin folosirea unor noi tehnici de învățare);
- proiect de absolvire (activitatea pe parcursul unui semestru: proiect de an, de finalizare a ciclului gimnazial sau liceal etc.).

### **Rolul profesorului:**

**Planifică** activitățile, determină obiectivele, împreună cu elevii, pe niveluri variate, structurează conținuturile esențiale etc.;

**Organizează** activitățile, structurile și formele de organizare;

**Comunică** cu fiecare echipă în parte cu privire la selectarea și prelucrarea informației științifice;

**Conduce** activitățile din cadrul proiectului în clasă sau în instituție;

**Coordonează** activitățile grupurilor, urmărind realizarea unei sincronizări între obiectivele fixate și activitățile realizate, contribuind la întărirea solidarității grupului;

**Motivează** activitatea membrilor echipei prin forme pozitive, utilizează aprecieri verbale și reacții nonverbale în sprijinul consolidării echipei; orientează valoric, prin intervenții cu caracter umanist, tendințele negative, în caz de identificare; încurajează și manifestă solidaritate.

**Consiliează** membrii echipelor în activitățile întreprinse, prin ajutor, sfat, orientare culturală.

**Controlul** are rol reglator și de ajustare a activității și a atitudinii membrilor echipei în scopul cunoașterii stadiului în care se află activitatea de realizare a obiectivelor și nivelurile de performanță ale acestora;

**Evaluarea** – măsura în care scopurile și obiectivele au fost atinse la o anumită etapă, prin evaluare sumativă, prin prelucrări statistice ale datelor și prin sinteza aprecierilor finale. Judecățile valorice expuse vor constitui procesul de caracterizare a realizării obiectivelor propuse.

### **Principalele aspecte ale învățării prin proiecte:**

- Învățarea este mai eficientă când aplici teoria studiată în practică;
- Elevul care învață acționând devine elevul care acționează;
- Problemele din viața reală captează interesul elevilor;
- Inseparabile devin acțiunea și învățarea;

### **Problemele sunt din lumea reală.**

- Legătura dintre mediul academic și cel extern susține interesul și motivația elevilor;
- Apariția sarcinilor generate de problemele reale ale vieții prezintă interes pentru elevi;
- Problemele reale solicită soluții reale, ceea ce înseamnă investigație și învățare;
- Problemele pot fi stabilite chiar de elevi, profesori.

### **Rolul profesorului: ghid, însoțitor:**

- Autonomia și responsabilitatea pentru propria învățare este caracteristica fundamentală a proiectului;
- Proiectele sunt conduse de elevi;
- Profesorul devine însoțitor care ghidează;
- Profesorul se transformă din distribuitor al cunoștințelor în manager de proces, oferind sprijin;
- Cadrul didactic este moderator și supervisor.

### **1. Interdisciplinaritate**

- Proiectele depășesc ariile disciplinelor de studiu;
- Complexitatea problemelor impune gândirea holistică și implicarea mai multor discipline.

### **2. Colaborare și lucru în grup**

- Munca în proiect induce interacțiunea dintre membrii echipei în timp;
- Sunt generate competențele de comunicare, planificare, muncă în grup;
- Calitățile și abilitățile lucrului în echipă reprezintă o parte din rezultatele învățării;
- Colaborarea include și parteneri din exterior;
- Poate genera și efecte negative, conflicte, tensiuni.

### **3. Produsul final**

- Vectorul care dinamizează pregătirea, derularea și evaluarea proiectului este produsul final;
- Produsul final poate fi un dispozitiv, un aparat, o prezentare, un film, un spectacol, un raport, o expoziție, un joc etc.
- Auditoriu pentru produs final poate fi o clasă, o paralelă sau un auditoriu mai larg, dar neapărat adecvat și autentic.

## Exemplu de rezumat al unui proiect de cercetare:

### Rezumatul proiectului de cercetare

**Categoria tematică:** Științe aplicate

**Tema:** „Utilizarea surselor de energie regenerabile – farfuria parabolică Stirling”

**Autori:**

**Scopul cercetării:**

- cercetarea farfuriei parabolice Stirling și construirea unui organ funcțional de tip Stirling;
- găsirea soluțiilor de mărire a randamentului farfuriei parabolice Stirling;
- găsirea soluțiilor de micșorare a consumurilor de resurse energetice importate fără a afecta necesitățile populației;
- construirea farfuriilor parabolice Stirling demonstrative pentru laboratoarele de fizică din instituțiile preuniversitare din învățământ;
- studiul dependenței randamentului farfuriei parabolice Stirling de tipul răcitorului.

**Actualitatea cercetării:**

Consumul de energie pe cap de locuitor este considerat un indicator al nivelului de trai. Creșterea nivelului de trai nu poate avea loc fără o creștere corespunzătoare a consumului de energie. Micșorarea consumului de resurse energetice reduce dependența de importul acestora, ceea ce asigură o creștere a gradului de securitate energetică a statului – o preocupare primordială a Republicii Moldova. Un studiu recent a arătat că energia termică solară ar putea acoperi 25 la sută din nevoile de electricitate ale întregii lumi dacă nivelul investițiilor ar crește și tehnologia ar fi pusă la punct.

Puțin cunoscute în țara noastră, mașinile termice cu piston, numite astăzi „mașini Stirling”, sunt rezultatul unei evoluții spectaculoase, de aproape două secole, de la primul motor construit în 1818 de către scoțianul Robert Stirling (1790 -1878), până la micromotoarele cu izotopi radioactivi, construite de NASA pentru antrenarea unor generatoare electrice folosite în spațiul cosmic.

Motoarele Stirling prezintă o serie de avantaje, între care se amintesc: posibilitatea de a utiliza orice sursă de căldură, randamentul termic ridicat, poluarea redusă și funcționarea silențioasă. O utilizare este posibilă chiar și pentru apartamentele de bloc și anume, înlocuirea centralelor termice pentru încălzire cu grupuri cu motoare Stirling.

Noutatea științifică constă în proiectarea unor scheme noi a motorului Stirling, care ar permite utilizarea eficientă a resurselor regenerabile de energie. Modelele propuse sunt destinate pomparei apei din fântână (iaz, bazine ...) și/sau producerea energiei electrice (încărcarea unor baterii). Apa pompată este folosită în calitate de răcitor, înlocuind, astfel, răcitorul de tip radiator, ceea ce contribuie la o creștere a randamentului motorului.

**Metode de cercetare:**

- a) Studiul literaturii de specialitate în domeniul eficienței energetice;
- b) Studiul istoriei motoarelor Stirling;
- c) Cercetarea tipurilor de motoare Stirling;
- d) Cercetarea domeniilor de aplicare a motoarelor Stirling;
- e) Elaborarea schemelor de funcționare a farfuriilor parabolice Stirling;
- f) Construirea farfuriilor parabolice Stirling demonstrative cu scop didactic;
- g) Experimentul – studiul dependenței randamentului farfuriei parabolice Stirling de tipul răcitorului.

**Analiza datelor obținute:**

Cercetările s-au efectuat în perioada septembrie 2014 – februarie 2016. Inițial, s-a cercetat literatura de specialitate. Următorul pas a constat în elaborarea schemelor de lucru și construirea machetelor inițiale. În final, au fost elaborate 2 modele cu calcularea parametrilor organului de lucru Stirling – didactic demonstrativ.

**Recomandări:** Se recomandă a se aplica măsurile de eficientizare energetică.

Ca prioritate, propunem următoarele măsuri:

1. Studiul calculului caracteristicilor farfuriei parabolice Stirling, care ar putea fi conectat în sistemul de alimentare cu energie electrică și termică, având scopul obținerii energiei electrice și termice la un preț redus.
2. Construirea motorului Stirling, care, drept sursă de energie regenerabilă, ar folosi energia solară, iar drept răcitor – apa pompată din bazinele naturale.

**Concluzii:**

1. Farfuria parabolică Stirling prezintă o mare importanță pentru satisfacerea unor necesități umane.
2. Studiul motorului Stirling are o importanță esențială din punct de vedere didactic. Organele funcționale Stirling contribuie la un studiu mai eficient de către elevi a unităților de învățare – termodinamica și optica geometrică.
3. Sursa de energie (radiația solară), pe care o folosește pentru a funcționa, este gratuită și inepuizabilă. Atunci când este folosit, reduce considerabil costurile la electricitate sau gaz.
4. Sistemul de apă caldă poate fi ușor reglat pentru asigurarea cu apă caldă la diferite niveluri de înșorire.
5. Așezat în focarul unei oglinzi parabolice, un motor Stirling poate fi utilizat ca generator de curent electric cu un randament mai mare decât panourile solare cu celule fotovoltaice simple.

6. Motorul este ușor de reprodus la o scară mare (nu trebuie să fii inginer să reproduci unul, atâta timp cât înțelegi principiul de funcționare) și se poate construi din materiale reciclate.
7. Pe timp de zi, pe lângă curentul furnizat, poate încărca și un banc de baterii; pe timp de noapte, motorul se află în stare de repaus; energia căpătată în baterii pe timp de zi o putem folosi printr-un invert.

**Anexele la rezumatul proiectului de cercetare** (poster, video, prezentare Power-Point) sunt plasate pe site-ul <https://sites.google.com/site/fizicaghid2019/>.

### *Metode clasice de evaluare*

*Probele scrise* (teze, probe de control, alte lucrări scrise) sunt practicate și chiar, uneori, preferate, datorită avantajelor sale imposibil de ignorat, în condițiile în care se dorește eficientizarea procesului de instruire și creșterea gradului de obiectivitate în apreciere.

### *Evaluarea prin teste*

Un instrument de evaluare trebuie să îndeplinească anumite exigențe de elaborare, adică anumite calități tehnice, în vederea atingerii scopului pentru care acesta a fost proiectat. Un test de evaluare este compus dintr-un număr de itemi care, pe de o parte, au reguli precise de elaborare, iar pe de altă parte, sunt selectați pe baza unei matrice de specificații. În proiectarea unui test, trebuie avute în vedere următoarele etape:

- a) *Determinarea tipului de test;*
- b) *Proiectarea matricei de specificații;*
- c) *Definirea unităților de competență de evaluat și a obiectivelor de evaluare;*
- d) *Construirea itemilor;*
- e) *Elaborarea schemei de notare;*
- f) *Administrarea testelor;*
- g) *Corectarea și analiza rezultatelor.*

### *Determinarea tipului de test*

Testul de evaluare didactică se constituie ca o probă complexă, formulată dintr-un ansamblu de itemi, care, în urma aplicării, oferă informații pertinente referitoare la modul de realizare a obiectivelor didactice, la progresul școlar etc. Elaborarea testelor scrise nu trebuie privită ca un lucru banal și ușor de realizat.

Prezentăm câteva motive:

- pentru a realiza o evaluare relevantă și eficace, testele nu trebuie să evalueze cunoștințele acumulate, ci aplicarea acestora în situații similare sau în situații noi

(rezolvarea de probleme), deoarece numai în acest mod se produce o învățare solidă;

- orice instrument de evaluare trebuie să îndeplinească anumite exigențe de elaborare, adică anumite „calități tehnice” (validitatea, fidelitatea, obiectivitatea și aplicabilitatea), în vederea atingerii scopului pentru care acesta a fost proiectat;
- orice test este compus dintr-un număr de itemi care, pe de o parte, au reguli precise de elaborare, iar pe de altă parte, sunt selectați pe baza unei matrice de specificații.

Aceste motive conduc la concluzia că s-a dezvoltat o metodologie distinctă de elaborare a testelor scrise, pe care o prezentăm pe parcursul acestui capitol.

### Tipuri de teste

|   |   |
|---|---|
| <b>Testele de cunoștințe</b> evaluează conținuturi deja parcurse, vizând cunoștințe, priceperi, deprinderi și capacități corespunzătoare acelor conținuturi.  | <b>Testele de aptitudini</b> au în vedere abilitățile generale ale elevului și nu se referă la un conținut anume.   |
| <b>Testele criteriale</b> presupun aprecierea rezultatelor elevului în raport cu criteriile de performanță anterior stabilite.  | <b>Testele normative</b> presupun o ierarhizare a elevilor în raport cu abilitățile unui grup de referință. În plus, testele normative au ca scop și compararea rezultatelor elevului cu cele ale unui grup de referință. |
| <b>Testele formative</b> au scopul de a urmări periodic progresul școlar și, în consecință, de a oferi feedbackul necesar profesorului. Un caz special îl reprezintă testele diagnostice, care sunt specifice depistării lacunelor, identificării dificultăților de învățare ale elevului și a modalităților de remediere a acestora. | <b>Testele sumative</b> sunt administrate la sfârșitul unei perioade lungi de instruire – semestru, an școlar, ciclu de învățământ; au ca principal scop notarea elevului.  |
| <b>Testele punctuale</b> conțin itemi care se referă la un aspect izolat al conținutului supus învățării.   | <b>Testele integrative</b> sunt formate dintr-un număr mai mic de itemi, dar care, fiecare în parte, evaluează mai multe cunoștințe, priceperi și capacități.   |
| <b>Testele obiective</b> conțin itemi ce permit o notare obiectivă.   | <b>Testele subiective</b> sunt formate din itemi subiectivi, care, prin modul de construcție, introduc o doză de subiectivitate în corectare și notare.   |
| <b>Testele inițiale</b> permit evaluarea nivelului performanțelor achiziționate înaintea unui program de instruire.   | <b>Testele finale</b> permit ca nivelul performanțelor să fie măsurat la încheierea programului de instruire.   |

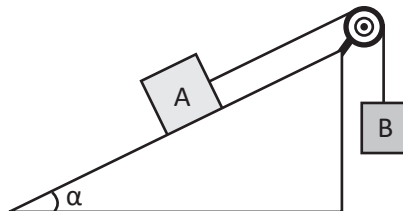
|   |  |
|---|--|
| <p><b>Testele standardizate:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- itemii testelor au calități tehnice superioare;</li> <li>- indicațiile privind administrarea și corectarea testelor sunt atât de precise, încât procedeele sunt aceleași (standard) pentru diferiți utilizatori;</li> <li>- normele prevăd criteriile pe vârste, la nivel național sau regional;</li> <li>- sunt oferite forme echivalente și compatibile de teste;</li> <li>- este elaborat un ghid al testului pentru administrarea, corectarea, evaluarea calităților lui și pentru interpretarea și utilizarea rezultatelor.</li> </ul> | <p><b>Testele nestandardizate</b> sunt proiectate de către profesor.</p> |
|---|--|

*Exemplu de test inițial, clasa a X-a*

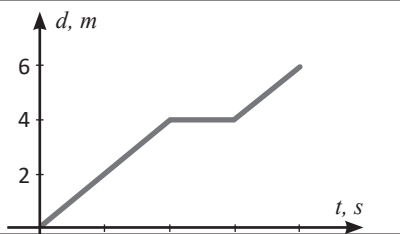
**MATRICEA DE SPECIFICAȚII**

| Competența specifică                | Cunoaștere și înțelegere  | Aplicare             | Integrare           | Total                    |
|-------------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| Modulul                             |                           |                      |                     |                          |
| Mișcarea și repausul                | 2 puncte<br>3 a           | 3 puncte<br>6 a, b   | 2 puncte<br>6c      | 7 puncte<br>4 itemi      |
| Interacțiuni                        | 3 puncte<br>1 b, 2 a, 3 b | 6 puncte<br>5        | 6 puncte<br>8       | 15 puncte<br>5 itemi     |
| Lucrul, puterea și energia mecanică | 2 puncte<br>2 b, 3 c      | 5 puncte<br>7        |                     | 7 puncte<br>3 itemi      |
| Oscilații și unde mecanice          | 2 puncte<br>1 c, 2 c      | 3 puncte<br>4        |                     | 5 puncte<br>3 itemi      |
| Total                               | 9 puncte<br>8 itemi       | 17 puncte<br>5 itemi | 8 puncte<br>2 itemi | 34 de puncte<br>15 itemi |
|                                     | 27%                       | 50 %                 | 23 %                | 100%                     |

| Nume, Prenume _____   |  |                                      |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
|---|--|--------------------------------------|---|-----------|------|------------------|----|--|----|-----------------------|
| Nr.   | Itemii   | Scorul                               |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
| <b>I. ÎN ITEMII 1-3 RĂSPUNDEȚI SCURT LA ÎNTREBĂRI CONFORM CERINTELOR ÎNAINȚATE:</b>                         |  |                                      |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
| 1   | <p><b>Continuă următoarele propoziții, astfel încât ele să fie adevărate:</b></p> <p>a) Forța sub acțiunea căreia un corp deformat elastic revine la forma inițială se numește forță .....</p> <p>b) Puterea mecanică este o mărime fizică scalară egală cu ..... dintre lucrul mecanic și intervalul de timp în decursul căruia a fost efectuat acest lucru.</p> <p>c) Mărimea fizică egală numeric cu numărul de oscilații complete efectuate într-o unitate de timp se numește .....</p>  | L<br>0<br>1<br>2<br>3                |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
| 2   | <p>Stabiliți (prin săgeți) corespondența dintre următoarele mărimi fizice și unitățile ce le exprimă:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Viteza</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>Greutatea</td> <td>km/h</td> </tr> <tr> <td>Energia cinetică</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td></td> <td>kJ</td> </tr> </table>  | Viteza                               | N | Greutatea | km/h | Energia cinetică | kg |  | kJ | L<br>0<br>1<br>2<br>3 |
| Viteza  | N  |                                      |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
| Greutatea   | km/h   |                                      |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
| Energia cinetică  | kg   |                                      |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
|   | kJ   |                                      |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
| 3   | <p><b>Determină valoarea de adevăr a următoarelor afirmații, marcând A, dacă afirmația este adevărată, sau F, dacă afirmația este falsă:</b></p> <p>a) Mișcarea și repausul sunt relative. <b>A F</b></p> <p>b) Forța este o mărime fizică scalară. <b>A F</b></p> <p>c) Viteza sunetului nu depinde de densitatea mediului prin care se propagă. <b>A F</b></p>   | L<br>0<br>1<br>2<br>3                |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
| <b>II. ÎN ITEMII 4-8 RĂSPUNDEȚI LA ÎNTREBĂRI SAU REZOLVAȚI, SCRIND ARGUMENTĂRILE ÎN SPAȚIILE REZERVATE.</b> |  |                                      |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
| 4   | <p><b>Itemul 6 este alcătuit din două afirmații, legate între ele prin conjuncția „deoarece”. Stabiliți dacă afirmațiile sunt adevărate (scriind A) sau false (scriind F) și dacă între ele există relație „cauză – efect” (scriind „da” sau „nu”).</b></p> <p>Energia totală a unui sistem oscilant izolat este o mărime constantă deoarece, la propagarea undelor mecanice nu are loc transport de substanță, ci doar transport de energie.</p> <p><b>RĂSPUNS:</b> I afirmație <input type="checkbox"/>; a II-a afirmație <input type="checkbox"/>; relație „cauză – efect” <input type="checkbox"/></p> | L<br>0<br>1<br>2<br>3                |   |           |      |                  |    |  |    |                       |
| 5   | <p>În figura alăturată este reprezentat un sistem de două corpuri legate cu un fir inextensibil, care trece peste un scripete ideal. Reprezentați grafic forțele care acționează asupra corpurilor A și B.</p>   | L<br>0<br>1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6 |   |           |      |                  |    |  |    |                       |





|   |  |  |                           |
|---|--|--|---------------------------|
| 6 | <p>În figură este reprezentat graficul mișcării unui biciclist. Determinați: distanța parcursă de biciclist în timp de <math>\Delta t = 4</math> s;</p> <p>b) intervalul de timp în care acesta s-a aflat în repaus;</p> <p>c) viteza medie a biciclistului.</p>   |  | L 0<br>1 2<br>3<br>4<br>5 |
| 7 | <p>Un corp cade liber de la înălțimea de <b>20 m</b>. La ce înălțime energia lui cinetică va fi de <b>3 ori</b> mai mare decât cea potențială?</p>   | L 0<br>1 2<br>3<br>4<br>5  |                           |
| 8 | <p>Prin intermediul unui dinamometru, un corp este tras uniform pe o suprafață orizontală. Arcul dinamometrului s-a deformat cu <b>2 cm</b>. Constanta elastică a resortului este egală cu <b>40 N/m</b>, iar forța de frecare reprezintă <b>10%</b> din greutatea corpului. Să se afle masa corpului.</p> | L<br>0<br>1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6   |                           |

Un exemplu de test de evaluare sumativă la *Fizică. Astronomie*, clasa a X-a, este plasat pe site-ul <https://sites.google.com/site/fizicahid2019/>

### Metode complementare de evaluare

Strategiile moderne de evaluare caută să accentueze acea dimensiune a acțiunii evaluative care să ofere elevilor suficiente și variate posibilități de a demonstra ceea ce știu (ca ansamblu de cunoștințe), dar, mai ales, ceea ce pot să facă (priceperi, deprinderi, abilități).

**Observarea sistematică a comportamentului elevilor** în timpul activității didactice este o tehnică de evaluare care furnizează profesorului informații utile, diverse și complete, greu de obținut prin intermediul metodelor de evaluare tradiționale. Observația constă în investigarea sistematică, pe baza unui plan dinainte elaborat și cu ajutorul unor instrumente adecvate, a acțiunilor și a interacțiunilor, a evenimentelor, a relațiilor și a proceselor dintr-un câmp social dat.

În esență, metoda este subiectivă, necesită mai mult timp, dar mai puține resurse. Pentru înregistrarea acestor informații, profesorul are la dispoziție 4 modalități:

- raportul;
- fișa de evaluare;
- scara de clasificare;
- lista de control și verificare.

**Metoda cubului** se realizează astfel: a. Prezentarea subiectului pus în discuție și documentarea necesară; b. Împărțirea grupului în șase subgrupuri eterogene; c. Construirea unui cub de hârtie, notând pe cele șase fețe ale acestuia: „Descrie!”, „Compară!”, „Asociază!”, „Analizează!”, „Aplică”, „Argumentează!”; d. Îndeplinirea sarcinii repartizate pentru fiecare echipă; e. Reunirea celor șase perspective într-o sinteză prezentată de formator.

### **Autoevaluarea. Evaluarea reciprocă**

Autoevaluarea îl plasează pe elev ca participant activ la actul evaluării. În baza unui sistem de criterii de apreciere pe care și le-a însușit, elevul compară răspunsul său cu un model. Cerințele sunt discutate cu elevii supuși autoevaluării. După stabilirea răspunsurilor corecte, după prezentarea itemilor de notare, elevul apreciază dacă a răspuns sau nu corect. Elevul își stabilește nota pe care crede că o merită. El are nevoie să se autocunoască, fapt ce îi cere implicații pe plan motivațional și atitudinal. Grilele de autoevaluare permit elevului să-și determine eficiența activității realizate. Grila de autoevaluare va conține: capacitățile vizate, sarcini de lucru, valori ale performanței.

Autoevaluarea poate să fie autoapreciată verbal sau este o autonotare a supravegheată de profesor.

Educarea spiritului de evaluare obiectivă va fi organizată prin câteva posibilități:

1. Autocorectarea sau corectarea reciprocă – corectarea lucrărilor colegilor, depistarea lacunelor proprii sau pe cele ale colegilor, fără sancționare prin note; doar va avea loc conștientizarea competențelor în mod independent.
2. Autonotare controlată – elevul își acordă o notă care este negociată cu colegul sau profesorul. Profesorul va stabili corectitudinea sau incorectitudinea aprecierilor.
3. Notarea reciprocă – elevul își notează colegul, prin reciprocitate, fie la lucrare scrisă sau orală.
4. Aprecierea obiectivă a rezultatelor - antrenarea întregului colectiv în vederea evidențierii rezultatelor obținute, prin confruntări.

### **Portofoliul**

Portofoliul este un dosar de prezentare a diverselor activități realizate de către elevi. Acesta reprezintă „*cartea de vizită a elevului*”, urmărindu-i progresul de la un semestru la altul, de la un an la altul și chiar de la un ciclu de învățământ la altul.

Portofoliul nu este doar un proiect, este o metodă de învățământ, care facilitează evoluția, deoarece permite profesorului o vedere globală a progresului înregistrat de elev.

Portofoliul este un instrument de evaluare complex și flexibil, ce conține și structura o colecție, un ansamblu de informații referitoare la performanțele, la competențele teoretice și practice, care determină progresul școlar al elevului. Elevul selectează materialele pentru a fi incluse în portofoliu, reflectează și explică relevanța conținutului acestuia. În portofoliu, se vor include informații în rezultatul autoevaluării la fizică, de la un semestru la un an, poate și de la un ciclu la altul.

### **Exemple de probe care se vor regăsi în portofoliu**

1. Informații referitoare la activitatea de învățare:

- fișe de informare și documentare independentă;
- referate, eseuri, creații proprii, rezumate, articole;
- pliante, prospecte;
- desene, colaje, postere;
- teme, probleme rezolvate;
- schițe, proiecte și experimente;
- date statistice, curiozități;
- teste și lucrări semestriale;
- chestionare de atitudini;
- înregistrări audio/video, fotografii;
- fișe de observare;
- reflecții ale elevului pe diverse teme;
- decupaje din reviste, reproduceri de pe internet;
- liste bibliografice și comentarii cu privire la anumite lucrări;
- hărți cognitive etc.

2. Informații referitoare la activitatea în afara clasei:

- participarea la concursuri școlare;
- exemple de subiecte de la concursuri etc.

Există mai multe niveluri de analiză ale portofoliului [3, pag. 150]:

- fiecare element în parte, utilizând metodele obișnuite de evaluare;
- nivelul de competență a elevului, prin raportarea produselor realizate la scopul propus;
- progresul realizat de elev pe parcursul întocmirii portofoliului.

Evaluarea portofoliului:

- 1) Structura, componența, diversitatea probelor – 3 puncte;
- 2) Calitatea conținutului științific al componentelor – 3 puncte;
- 3) Dimensiunea estetică – 1 punct;

4) Gradul de organizare, de creativitate – 1 punct;

5) Calitatea prezentării, a susținerii portofoliului și a opiniilor personale -1 punct.

Profesorul va prezenta elevilor un model de portofoliu și va preciza criteriile în funcție de care va realiza aprecierea acestuia.

– *Avantajele utilizării portofoliului:*

- permite aprecierea unor tipuri variate de rezultate școlare și a unor produse care, de regulă, nu fac obiectul niciunei evaluări;
- evidențiază cu acuratețe progresul în activitatea de învățare a elevilor, prin raportare la o perioadă mai îndelungată;
- facilitează exprimarea creativă și manifestarea originalității specifice fiecărui elev;
- determină angajarea și implicarea efectivă a elevilor în demersul evaluativ;
- permite identificarea punctelor forte ale activității fiecărui elev, dar și a aspectelor ce pot fi îmbunătățite;
- constituie un reper relevant pentru demersurile de diferențiere și individualizare ale instruirii;
- cultivă responsabilitatea elevilor pentru propria învățare și pentru rezultatele obținute;
- nu induce stări emoționale negative, evaluarea având ca scop îmbunătățirea activității și a achizițiilor elevilor;
- facilitează descoperirea personalității elevului și autocunoașterea;
- contribuie la dezvoltarea:
  - capacității de autoevaluare;
  - competențelor metacognitive;
  - capacității de a utiliza tehnici specifice de muncă intelectuală;
  - capacității de a utiliza, a asocia, a transfera diverse cunoștințe;
  - capacității argumentative;
  - capacității de a realiza un produs;
  - competențelor de comunicare;
  - încrederii în propriile forțe etc.

*Dezavantajele utilizării portofoliului:*

- dificultăți în identificarea unor criterii pertinente de evaluare holistică;
- riscul preluării unor sarcini specifice elaborării portofoliului de către părinți etc.

## *Particularitățile evaluării/manifestării competențelor la diferite etape de învățare*

Evaluarea unităților de competență curriculare oferă informații esențiale cadrului didactic, elevului și părinților despre procesul de învățare, care pot fi utilizate pentru a facilita dezvoltarea în progres a elevului. Evaluarea poate servi unei largi varietăți de obiective, printre care menționăm:

- pentru a obține o descriere și înțelegere a progresului elevilor în dezvoltarea competențelor lor;
- pentru a identifica progresele actuale ale elevilor și stabilirea obiectivelor ulterioare ale învățării, astfel încât predarea ulterioară să poată fi adaptată, permițând elevilor să atingă aceste obiective;
- pentru a identifica dificultățile specifice de învățare pe care elevii le-ar putea întâmpina, astfel încât programul ulterior să poată fi adaptat pentru a ajuta elevii să le depășească.

Evaluarea unităților de competență este parte componentă a procesului de învățare. Prin urmare, aceasta va reflecta valorile democratice, va respecta întotdeauna demnitatea și drepturile elevului. Evaluarea va fi ghidată de următoarele reguli generale:

- elevii nu trebuie să fie supuși unui stres permanent prin evaluări la nesfârșit;
- elevii au dreptul la intimitate și confidențialitate, în special în ceea ce privește valorile și atitudinile lor;
- comunicarea cu precauție a rezultatelor evaluării, astfel încât să-l încurajeze să continue următorul nivel de dezvoltare;
- feedbackul oferit elevilor ar trebui să se concentreze mai degrabă asupra rezultatelor pozitive decât asupra celor negative; pot exista cazuri și situații în care nu ar trebui efectuate evaluări, deoarece subiectele sunt prea sensibile pentru unii elevi.

### **Particularitățile evaluării prin descriptorii de performanță**

Pentru a crește obiectivitatea și precizia evaluării, în cadrul studierii disciplinei, este oportună utilizarea „Referențialului de evaluare al competențelor specifice formate elevilor” (Chișinău, 2014, p. 220-248). Documentul vine în ajutorul profesorului de fizică cu produse diverse, prin care se vor concretiza/măsura competențele specifice disciplinei. Acesta conține criteriile de evaluare și indicatorii de evaluare al produselor. Pentru evaluarea competențelor specifice disciplinei, se va aplica sistemul de notare al rezultatelor cu nota de la 1 – 10. Descriptorii de performanță sunt enunțurile normativ-valorice ce conțin activitățile și performanțele elevilor. Dacă o unitate de competență se studiază pe parcursul mai multor lecții, măsurarea acestora se va realiza prin mai multe activități (verificare orală, probe scrise, teste etc.)

Pentru evaluarea competențelor au fost elaborați descriptorii pentru toate cele 4 competențe specifice fizicii. Descriptorii oferă un set de descrieri pozitive ale comportamentelor observabile, care indică faptul că o persoană a atins un anumit nivel de experiență într-o anumită competență/grup de competențe. Descriptorii au fost formulați în mod similar cu modul de formulare a „rezultatelor învățării”. Evaluările bazate pe observarea comportamentelor specificate în descriptorii pot dezvălui competențele elevilor, dacă au loc într-o perioadă rezonabilă și în diferite situații. O astfel de evaluare poate indica unitățile de competență la care profesorii trebuie să mai lucreze. Deci, evaluarea bazată pe descriptorii poate fi folosită atât în scop sumativ, cât și formativ.

# Bibliografie

1. *Cadrul de Referință al Curriculumului Național*, 2017.
2. *Codul Educației al Republicii Moldova*, 2014, modificat LP nr. 138 din 17.06.16, MO184-192/01.07.16 art. 401, intrat în vigoare din 23.11.2014.
3. *Concepția educației în Republica Moldova*, 2000.
4. *Evaluarea curriculumului național în învățământul general. Studiu*. Chișinău: MECC, IȘE, 2018.
5. *Evaluarea în învățământul preuniversitar* /coord.: J. Vogler. Iași: Polirom, 2000
6. *Fizica. Curriculum pentru învățământul gimnazial: clasele a VI-a – a IX-a*. Chișinău: Lyceum, 2010.
7. *Programul de modernizare a sistemului de învățământ din Republica Moldova*, aprobat prin Hotărârea de Guvern nr. 863 din 26 august 2005.
8. *Standarde de dotare minimă a cabinetelor la disciplinele școlare în instituțiile de învățământ secundar general* (aprobat prin ordinul MECC nr. 193 din 26.02.2019).
9. *Standarde de eficiență a învățării*, Ministerul Educației al Republicii Moldova, 2012.
10. *Strategia de dezvoltare a educației pentru anii 2014-2020 „Educația 2020”*, publicată: 21.11.2014 în Monitorul Oficial nr. 345-351, art. nr. 1014.
11. *Strategia intersectorială de dezvoltare a abilităților și competențelor parentale pentru anii 2016-2022*, MECC, publicată: 07.10.2016 în Monitorul Oficial nr. 347-352, art. nr. 1198.
12. *Strategia Moldova Digitală 2020*, publicată: 08.11.2013 în Monitorul Oficial nr. 252-257, art. nr. 963.
13. *Strategia Națională Educație pentru toți*, publicată: 15.04.2003 în Monitorul Oficial nr. 070, art. nr. 441.
14. Bal, C. *Didactica specialității tehnice*. Cluj Napoca: UTPRES, 2007.
15. Berinde, A. *Instruirea programată*. Timișoara: Facla, 1979.
16. Bucun, N., Guțu, Vl., Ghicov, A. [et al.] *Evaluarea curriculumului școlar. Ghid metodologic*. Chișinău: IȘE, 2017.
17. Cerghit, I. *Metode de învățământ*. Iași: Polirom, 2006
18. Cerghit, I. *Perfecționarea lecției în școala modernă*. București: Ed. did. și ped., 1983
19. Cerghit, I., *Metode de învățământ*. București: Ed. did. și ped., 1980
20. Cerghit, I., Neacșu, I., Dobridor, I. et. al. *Prelegeri pedagogice*. Iași: Polirom, 2001
21. Cucos, C. *Pedagogie*. Iași: Polirom, 1998

22. Ionescu, M. *Demersuri creative în predare și învățare*. Cluj-Napoca: Presa Univ. Clujeană, 2000
23. Manolescu, M. *Evaluarea școlară: metode, tehnici, instrumente*. București: Meteor Press, 2005
24. Stan, C. *Autoevaluarea și evaluarea didactică*. Cluj-Napoca: Presa Univ. Clujeană, 2000
25. Stoica, A., Mihail, R. *Evaluarea educațională. Inovații și perspective*. București: Humanitas, 2006
26. Дик, Ю. И., Кабардин, О. Ф., Орлов, В. А. и др. *Физический практикум для классов с углубленным изучением физики: 9-11 кл.* М.: Просвещение, 1993
27. Дик, Ю. И., Кабардин, О. Ф., Орлов, В. А. и др. *Физический практикум для классов с углубленным изучением физики: 10-11 кл.* М.: Просвещение, 2002
28. Усова, А. В. *Теория и методика обучения физике. Общие вопросы: Курс лекций*. Санкт-Петербург: Медуза, 2002