

THE METHODOLOGY OF STUDYING MECHANICAL OSCILLATIONS

METODICA STUDIERII OSCILAȚIILOR MECANICE

Rodica CEBOTARI, masterand,

UPS “Ion Creangă”, Chișinău

E-mail: cebotarirodica51@gmail.com

Igor POSTOLACHI, PhD., Ass. Prof.,

UPS “Ion Creangă”, Chișinău

ORCID ID: 0000-0002-1752-5386

E-mail: postolachi.igor@upsc.md

Valentina POSTOLACHI, PhD., Ass. Prof.,

UPS “Ion Creangă”, Chișinău

ORCID ID: 0000-0002-1977-647X

E-mail: postolachi.valentina@upsc.md

CZU: 373.5.016:53

DOI: 10.46727/c.25-04-2024.p87-94

Abstract. The paper describes the methodology of studying the content unit "Mechanical oscillations in the physics school course. Oscillatory and undulating motions are one of the most widespread motions in nature. The study of oscillations and waves is a powerful tool of knowledge, a universal key to many secrets of nature. Experiments are listed/described for each topic and some computer models are proposed to facilitate the teacher's work. Computer models fit easily into a traditional lesson, allowing the teacher to demonstrate many physical effects in the field of mechanical oscillations. Computer models allow the teacher to organize new, non-traditional types of educational activities.

Keywords: Mechanical oscillations, harmonic oscillations, damped oscillations, forced oscillations, transverse waves, longitudinal waves.

Rezumat. În lucrare este descrisă metodică studierii unității de conținut „Oscilații mecanice în cursul școlar de fizică”. Mișcările oscilatorii și ondulatorii sunt una dintre cele mai răspândite mișcări din natură. Studiul oscilațiilor și undelor este un instrument puternic de cunoaștere, o cheie universală pentru multe secrete ale naturii. Pentru fiecare temă sunt enumerate/descrise experimente și sunt propuse și câteva modele pe computer pentru a facilita munca profesorului. Modelele de computer se potrivesc cu ușurință într-o lecție tradițională, permițând profesorului să demonstreze clar multe efecte fizice din domeniul oscilațiilor mecanice. Modelele computerizate permit profesorului să organizeze tipuri noi, netradiționale de activități educaționale.

Cuvinte-cheie: oscilații mecanice, oscilații armonice, oscilații amortizate, oscilații forțate, rezonanță, unde transversale, unde longitudinale.

Cadrul teoretic. Oscilațiile mecanice sunt considerate un exemplu de aplicare a legilor mecanicii clasice, iar oscilațiile electromagnetice – exemplu de aplicare a legilor de bază ale electrodinamicii clasice. Dar, în același timp, conform curriculumului modernizat [2019], studiul oscilațiilor și undelor mecanice este separat în timp de oscilațiile electromagnetice cu peste un an. Pentru a facilita asimilarea generalității legilor oscilațiilor și undelor de natură diferită, pentru a asigura generalizarea cunoștințelor, elevii ar trebui să se confrunte cu necesitatea de a reveni în mod repetat la ceea ce au studiat deja, de a aprofunda și extinde cunoștințele despre oscilații și unde pe care le-au studiat anterior.

Studiul undelor mecanice începe cu formarea ideilor generale despre mișcarea oscilatorie. În același timp, studiul fenomenelor acustice, adică propagarea vibrațiilor mecanice într-un mediu elastic, contribuie la extinderea conceptului de undă, de la unde care sunt percepute vizual la unde invizibile.

Oscilațiile și undele mecanice sunt studiate în clasele a VIII-a și a X-a. În conformitate cu Curriculumul la fizică, ediția 2019, pentru studiul unității de conținut „Fenomene mecanice. Oscilații și unde mecanice”, clasa a VIII-a, se rezervă 11 ore, iar pentru studiul unității de conținut „Oscilații și unde mecanice”, clasa a X-a – 14 ore [1, 2].

La sfârșitul acestei unități de conținut elevii clasei a X-a trebuie să însușească următoarele elemente noi de limbaj, specific disciplinei fizica: oscilații armonice,

oscilator armonic, amplitudine, elongație, fază, pulsație, oscilații amortizate, oscilații forțate, rezonanță, unde transversale, unde longitudinale, reflexie, refracție, interferență, difracție, principiul lui Huygens.

Condițiile pentru apariția oscilațiilor:

- sistemul trebuie să fie într-un echilibru stabil;
- corpul oscilant trebuie să aibă o inerție suficient de mare;
- sistemul trebuie să aibă forțe de rezistență (frecare) suficient de mici.

Studiul oscilațiilor începe cu introducerea conceptului de „mișcare oscilantă”, care este unul dintre principalele în această temă. Elevii sunt deja familiarizați cu mișcările periodice, adică cele care se repetă la intervale egale de timp. Sunt date exemple de mișcări oscilante și sunt demonstrate sisteme de corpuri în care oscilațiile pot exista în anumite condiții (pendule verticale și orizontale cu arc, o greutate pe un fir, o lamă de ferăstrău fixată într-o menghină, bătăile inimii, răsuflarea, mișcarea diferitor piese într-un motor, mișcarea de evoluție a planetelor etc.). Pe exemplul acestor sisteme oscilante, este necesar să subliniem trăsăturile comune ale oricăruia dintre ele: prezența unei poziții stabile de echilibru, factorul de inerție care asigură trecerea corpului prin poziția de echilibru și, în final, o frecare neesențială în sistemul oscilant [3].

Elevii se conving de prezența acestor caracteristici în fiecare dintre sistemele oscilatorii demonstrate. După aceea, putem întreba dacă pot apărea oscilații în sistemele prezentate în *Figura 1* și putem testa răspunsul experimental.

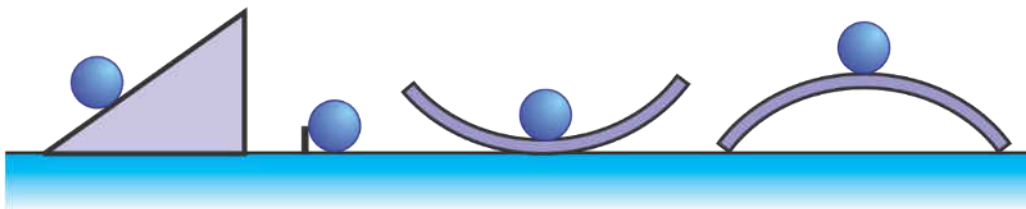


Figura 1. Exemple de sisteme de echilibru stabil și nestabil

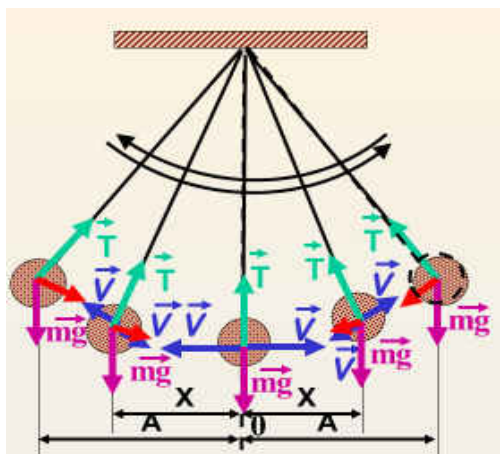


Figura 2. Oscilația unui pendul gravitațional

Tabelul 1. Fixarea parametrilor corpului oscilant în diferite momente de timp

Timpul, t	Figura (poziția)	Coordonata, Viteza, Accelerația	Cauza schimbării vitezei	Energia
$t=0$				
$0 < t < 1/4T$				
$1/4T$				
$1/4T < t < 1/2T$				
$1/2T$				
$1/2T < t < 3/4T$				
$3/4T$				
$3/4T < t < T$				
T				

Pendul elastic

$t=0$

$$x = x_{\max} = A$$

$$F_E = F_{E\max} = kA$$

$$v = 0$$

$$a = a_{\max} = \frac{F_{E\max}}{m} = \frac{kA}{m} = \omega_0^2 A$$

$$E_c = 0$$

$$E_p = \frac{kA^2}{2}$$

$$E_{total} = E_c + E_p$$

$$E_{total} = \frac{kA^2}{2}$$

În momentul inițial viteza $v = 0$.
 Dacă eliberăm corpul, viteza începe să se mărească sub acțiunea forței elastice a arcului comprimat (deformat).

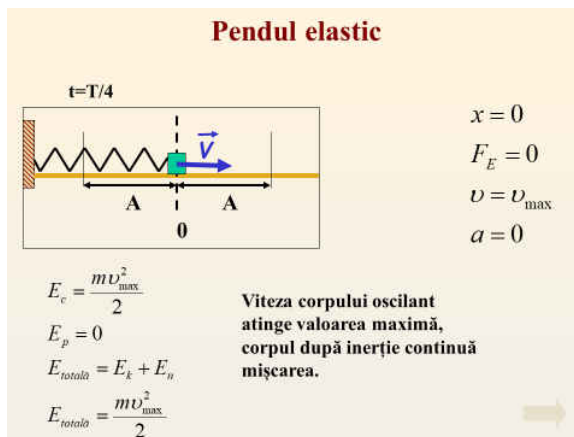


Figura 3. Poziția și parametrii pendulului elastic pentru momentul $t_1=0$ și $t_2=T/4$

Pentru a demonstra dependența frecvenței de accelerația gravitației, un electromagnet este plasat sub pendul (Figura 4):

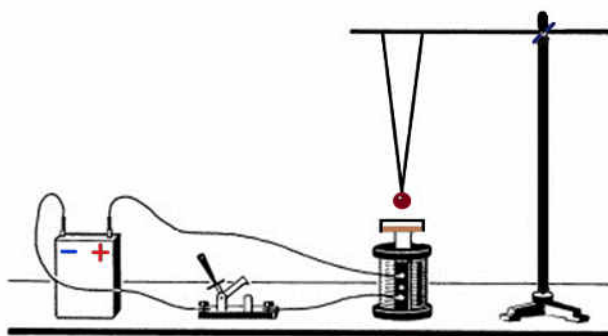


Figura 4. Demonstrarea dependenței frecvenței de oscilație în funcție de accelerația gravitațională

Prin deplasarea pendulului în lateral și apoi pornirea simultană a cronometrului și eliberarea pendulului, determinăm frecvența oscilației ν_1 , cronometrând timpul pentru 20 de oscilații. Repetați experimentul cu electromagnetul pornit (adică simulând un câmp gravitațional mai puternic) și determinați din nou frecvența ν_2 , care este mai mare decât frecvența oscilației ν_1 . Pentru succesul experimentului, este important ca amplitudinea oscilațiilor să fie nu prea mare – 20-25 cm.

Demonstrarea dependenței frecvenței de oscilație în funcție de accelerația gravitațională, poate fi realizată și în laboratorul virtual, de exemplu utilizând platforma PhET [5].

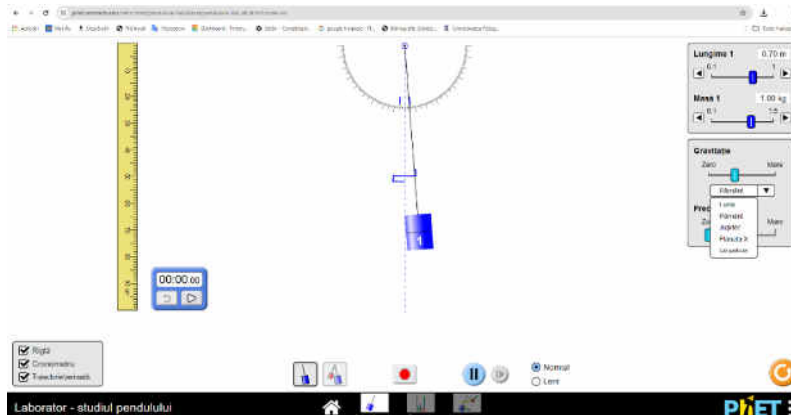


Figura 5. Fereastra de lucru pentru demonstrarea oscilațiilor pe diferite corpuri din sistemul solar [5]

Aplicația [5] ne permite să simulăm oscilații pe diferite corpuri din sistemul solar: Lună, Pământ, Jupiter și Planeta X (planetă necunoscută). Această aplicație ne permite să determinăm planeta necunoscută, dacă vom determina accelerația căderii libere pe planeta X.

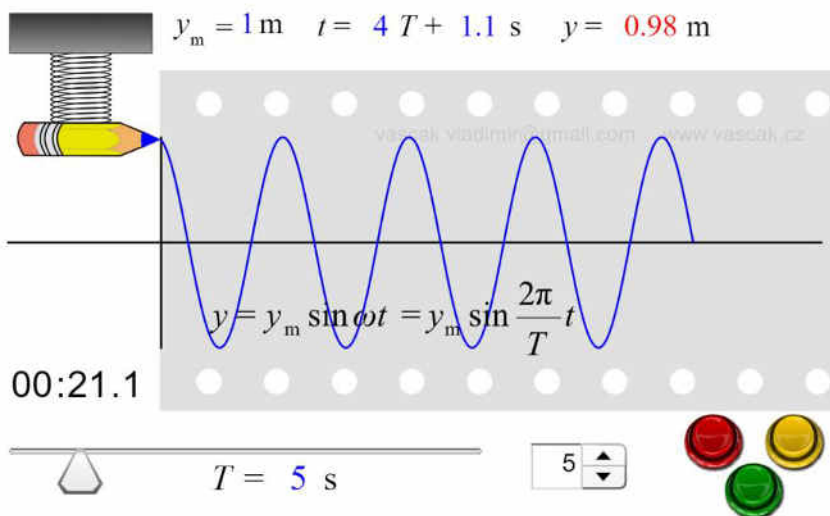


Figura 6. Fereastra de lucru pentru demonstrarea graficului oscilațiilor armonice [6]

Lucrări de laborator:

- „Determinarea perioadei și a frecvenței oscilațiilor unui pendul gravitațional”;
- „Determinarea lungimii băncii cu ajutorul pendulului gravitațional”.

Elevii învață încă după manualul din 2013:

Scopul cercetării: analiza unității de conținut „Oscilațiile mecanice și metodele de predare în școală”.

Obiectivele cercetării:

- identificarea semnificației oscilațiilor mecanice în studiul fizicii,
- analiza esenței oscilațiilor în mecanică,
- determinarea importanței oscilațiilor mecanice în natură și în tehnologie,
- analiza unor metode de predare-învățare a lecțiilor privind studiul oscilațiilor mecanice în clasa VIII-a și a X-a.

Concluzii. Probabil, nu există domeniu în tehnologie în care procesele oscilatorii și ondulatorii să nu fie utilizate sau luate în considerare. Vibrațiile mecanice sunt utilizate în diverse procese și mașini tehnologice. În producția modernă, multe categorii de lucrători au nevoie de o înțelegere a fundamentelor fizice ale proceselor tehnologice sau a principiului de funcționare a mașinilor, mecanismelor și dispozitivelor, care utilizează fenomene oscilatorii și ondulatorii.

În lucrare a fost examinată metodologia predării fizicii, și anume unitatea de conținut „Oscilații și unde mecanice”. Sunt propuse modele computerizate pentru utilizarea ulterioară în procesul de predare a acestei secțiuni școlare. Modelele de computer se potrivesc cu ușurință într-o lecție tradițională, permițând profesorului să demonstreze aproape real multe efecte fizice, care de obicei sunt explicate „pe degete”. În plus, modelele computerizate permit profesorului să organizeze tipuri noi, netradiționale, de activități educaționale. Ținând cont de informatizarea procesului de educație, dezvoltarea ulterioară a modelelor computerizate a diferitor fenomene și procese fizice, acestea pot fi utilizate în procesul de predare a fizicii în liceu.

În această lucrare a fost realizată o analiză științifică și metodologică a unității de conținut „Oscilații și unde mecanice”, cu definiții și concepte de bază pentru această temă.

Au fost studiate curriculumul național și manuale școlare, a fost examinată

metodologia de studiere a oscilațiilor și undelor în mecanică și a fost dezvoltată semnificația oscilațiilor și undelor mecanice în studiul fizicii.

În lucrare au fost folosite metode de cercetare precum studierea literaturii științifice și metodologice, analiza manualelor școlare, discutarea cu profesorii școlari și cei universitari pentru a identifica greșelile tipice comise de elevi la explicarea conceptelor de bază și la rezolvarea problemelor la tema studiată.

Scopurile și obiectivele stabilite în lucrare au fost atinse.

Bibliografie:

1. *Curriculum național, FIZICĂ, clasele VI-IX*. Chișinău, 2020, 108 p. ISBN 978-9975-3437-5-6.
2. *Curriculum național, FIZICĂ. ASTRONOMIE, clasele X-XII*. Chișinău, 2020, 144 p. ISBN 978-9975-3437-4-9.
3. MARINCIUC, Mihai, RUSU, Spiridon. *FIZICĂ. Manual pentru clasa a 10*. Chișinău: Știința, 2012. 180 p. ISBN 978-9975-67-823-0.
4. KAMENETSKY, S.E. *Teoria și metodele de predare a fizicii la școală: Suport de curs pentru studenții universităților pedagogice*. Moscova: Academia, 2000. 368 p. ISBN 5-7695-0327-0.
5. https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_all.html?locale=ro
6. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=kv_harmonic_ke_kmitani&l=ro