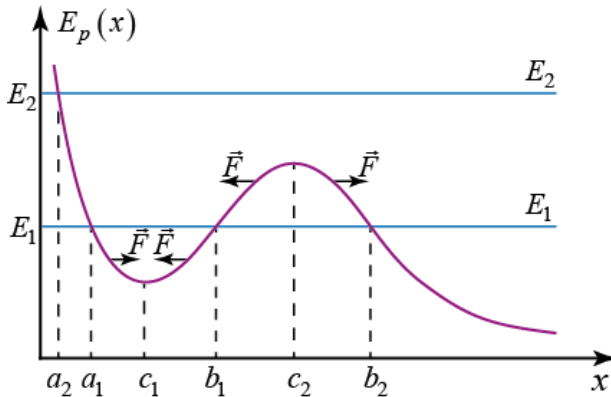


Alexandru RUSU
Spiridon RUSU

CURS DE FIZICĂ

I. BAZELE MECANICII CLASICE

Ciclu de prelegeri



Chişinău
2014

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
Facultatea Inginerie și Management în Electronică și
Telecomunicații
Catedra Fizică

CURS DE FIZICĂ

I. BAZELE MECANICII CLASICE

Ciclu de prelegeri

Chișinău
Editura „Tehnica – UTM”
2014

CZU 531(075.8)

R 96

Ciclul de prelegeri este elaborat în conformitate cu programa de studii la fizică pentru Universitatea Tehnică. În prima parte a acestui ciclu de prelegeri sunt prezentate bazele mecanicii clasice în care se studiază mișcarea punctului material, a rigidului, precum și elemente de teoria relativității restrânse.

Ciclul de prelegeri la Fizică este destinat studenților tuturor specialităților, secțiilor cu studii la zi și cu frecvență redusă din cadrul Universității.

Autori: conf. univ., dr. A.Rusu,
conf. univ., dr. S.Rusu

Recenzent – conf. univ., dr. hab. fiz.-matem., U.T.M. V.Tronciu

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Rusu, Alexandru.

Curs de fizică: Ciclul de prelegeri: [în vol.] / Alexandru Rusu, Spiridon Rusu; Univ. Tehn. a Moldovei, Fac. Inginerie și Management în Electronică și Telecomunicații, Catedra Fizică – Chișinău: Tehnica-UTM, 2014 – . – ISBN 978-9975-45-323-3.

[Vol.] 1: Bazele mecanicii clasice. – 2014. – 130 p. – 60 ex. – ISBN 978-9975-45-324-0.

531(075.8)

R 96

ISBN 978-9975-45-324-0.

© Alexandru Rusu, Spiridon Rusu, 2014

© Tehnica-UTM, 2014

CUPRINS

Introducere.....	5
Capitolul 1. Cinematica punctului material	10
Capitolul 2. Dinamica punctului material și a sistemului de puncte materiale. Conservarea impulsului	22
2.1. Principiul I al dinamicii. Inerția și masa corpurilor...	22
2.2. Principiile al II-lea și al III-lea ale dinamicii. Forța...	26
2.3. Legea conservării impulsului. Mișcarea centrului de masă.....	29
2.4. Legi de acțiune a forțelor.....	34
Capitolul 3. Energia și lucrul mecanic	38
3.1. Energia cinetică și lucrul mecanic. Lucrul forței variabile. Puterea. Teorema despre variația energiei cinetice.....	38
3.2. Energia potențială.....	44
3.3. Legea conservării energiei mecanice pentru un punct material.....	55
3.4. Legea conservării energiei mecanice pentru un sistem de puncte materiale.....	59
Capitolul 4. Mișcarea de rotație a rigidului	65
4.1. Cinematica mișcării de rotație.....	65
4.2. Momentul forței în raport cu o axă fixă.....	72

4.3. Energia cinetică a mișcării de rotație. Momentul de inerție.....	74
4.4. Dinamica mișcării de rotație.....	84
4.5. Momentul forței și momentul impulsului. Legea conservării momentului impulsului.....	87
Capitolul 5. Teoria relativității restrânse.....	97
5.1. Transformările Galilei. Principiul mecanic al relativității.....	97
5.2. Postulatele lui Einstein. Transformările lui Lorentz..	104
5.3. Consecințe din transformările Lorentz.....	110
5.4. Principiul fundamental al dinamicii relativiste.....	118
5.5. Energia cinetică relativistă. Legea corelației dintre masă și energie.....	122

Introducere

Fizica (din limba greacă *physis* – natura) este una din științele ce studiază proprietățile naturii, adică ale materiei. Sunt cunoscute mai multe forme de existență a materiei, însă ele pot fi reunite în două forme principale: **substanța** și **câmpul fizic**. Substanța este forma de existență a materiei care constituie o anumită structură atomo-moleculară. Particulele substanței posedă masă de repaus diferită de zero. Această formă a materiei este dominantă în sistemul Solar și în sistemele stelare apropiate. A doua formă de existență a materiei – câmpul fizic – este purtătorul material al transmiterii interacțiunilor și posedă proprietatea de a lega particulele substanței în sisteme. Câmpul, de asemenea, are o structură discretă, însă particulele câmpului pot avea masa de repaus atât egală cu zero (fotonii câmpului electromagnetic), cât și diferită de zero (pionii câmpului nuclear). O proprietate notabilă a particulelor substanței și a câmpului este posibilitatea de transformare reciprocă a acestora. De exemplu, particulele de substanță, electronii și pozitronii, în anumite condiții pot să "anihileze" dând naștere particulelor câmpului electromagnetic, și anume, fotonilor. Prin anihilare se subînțelege nu distrugerea sau dispariția materiei, ci transformarea ei dintr-o formă de existență în alta. Se cunosc și procese inverse, când fotonii în anumite interacțiuni pot genera electroni și pozitroni. Aceste transformări reciproce demonstrează unitatea substanței și a câmpului ca două forme fundamentale de existență a materiei.

La începutul anilor `90 ai secolului trecut, cercetările teoretice constatau foarte sigur că datorită gravitației expansiunea Universului trebuie să încetinească. Însă, în anul 1998 observațiile efectuate cu ajutorul Telescopului Spațial Hubble asupra unor supernove

îndepărtate au demonstrat contrariul: **expansiunea Universului nu încetinește, ci se accelerează**. În *figura 1* este prezentată diagrama modificărilor în rata de expansiune a Universului începând cu apariția lui de acum aproximativ 15 miliarde de ani. Cu cât devine mai plată curbura, cu atât crește rata expansiunii. În prezent încă nu este cunoscută explicația corectă a acestei expansiuni, însă este clar că ea se datorează unei energii necunoscute, care a fost numită **energie întunecată**. De asemenea, s-a constatat că în Univers există așa-numita **materie întunecată**. Ea reprezintă multitudinea obiectelor astronomice care nu pot fi observate direct cu ajutorul mijloacelor contemporane, deoarece nici nu emit, nici nu absorb radiațiile electromagnetice sau de neutrini.

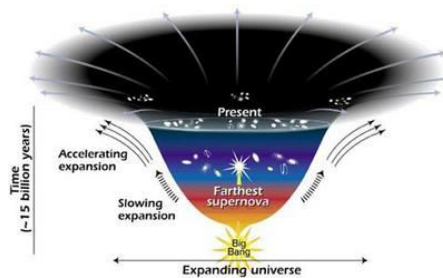


Fig. 1

În baza observațiilor indirecte, bazate pe efectele gravitaționale asupra obiectelor vizibile din Univers, s-a constatat că materie întunecată este de aproximativ 5 ori mai multă decât materie vizibilă. Nu se știe exact ce reprezintă materia și energia întunecată, însă este bine cunoscut care este cantitatea acestora în Univers. În *figura 2* este reprezentată distribuția materiei și energiei întunecate în Univers, realizată conform ultimelor estimări.

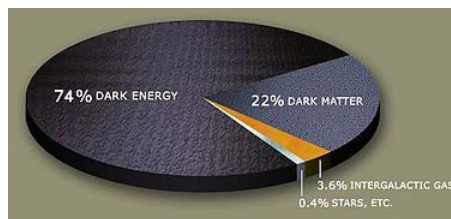


Fig. 2

Proprietatea fundamentală a materiei și modul ei de existență este **mișcarea**. Din acest punct de vedere fizica este știința despre cele mai simple și totodată cele mai generale forme de mișcare a materiei.

Din cele menționate mai sus este clar că la nivelul actual de dezvoltare nu este posibil să fie menținută definiția fizicii ca știință despre natură. Se poate accepta următoarea definiție:

Fizica este știința care studiază structura, proprietățile generale și legile mișcării substanței și câmpului.

Fizica descrie materia ca ceva ce există în spațiu și timp. Ideile moderne despre spațiu și timp sunt reflectate în teoria relativității care demonstrează că spațiul și timpul reprezintă proprietăți generale și inseparabile ale materiei și sunt indisolubil legate între ele. Spațiul și timpul luate separat sunt aspecte ale unui întreg numit **spațiu-timp**.

Spațiul este tridimensional, omogen și izotrop, iar timpul este unidimensional, omogen și ireversibil.

Proprietatea de **omogenitate a spațiului** înseamnă că toate punctele spațiului sunt fizic echivalente. Această echivalență se manifestă prin faptul că un fenomen ce se produce într-o zonă a spațiului o să se repete fără nici un fel de schimbare, dacă va fi provocat în alt loc și în aceleași condiții.

Proprietatea de **omogenitate a timpului** se manifestă în echivalența fizică a momentelor lui. Diferite momente de timp sunt echivalente în sensul că orice proces fizic se produce la fel independent de când a început, dacă condițiile externe nu variază. Proprietatea de **izotropie a spațiului** se exprimă prin echivalența fizică a diferitor direcții în spațiu. Diferite direcții în spațiu sunt echivalente în sensul că într-un sistem ce a fost rotit toate procesele se produc la fel ca înainte de rotație.

Lumea fenomenelor materiale studiate până în prezent se caracterizează printr-un diapazon amplu de distanțe și de intervale de timp. Astfel, dimensiunea părții Universului accesibilă observațiilor este de ordinul de 10^{26} m. Timpul de existență a universului este estimat ca fiind 10 - 15 miliarde ani, adică, aproximativ 10^{18} s. Aceste cifre reprezintă o închipuire despre ceea ce fizicienii numesc distanțe și intervale de timp mari. Evident, distanțe și intervale de timp mai

mari decât acestea nu pot avea vre-o semnificație fizică la nivelul actual de cunoaștere.

Cele mai mici distanțe și intervale de timp se caracterizează prin următoarele cifre. Dimensiunile nucleelor atomice sunt de ordinul 10^{15} m. În experimentele efectuate în cele mai mari acceleratoare, structura particulelor elementare se investighează până la dimensiuni de $5 \cdot 10^{-18}$ m. Cele mai mici intervale de timp le constituie timpul de viață al particulelor instabile numite **rezonanțe** și care este de ordinul 10^{-23} s.

Fizica este o știință fundamentală. Legile ei reflectă regularitățile obiective ale naturii. Aceste legi se stabilesc în baza generalizării datelor experimentale.

Observația și experimentul sunt metodele fundamentale de cercetare în fizică.

Pentru explicarea datelor experimentale se formulează **ipoteze**, adică presupuneri științifice. La rândul lor ipotezele se verifică în experiențe speciale, în care se explică concordanța efectelor ce rezultă din ipoteză cu efectele experimentale. Ipoteza demonstrată în acest mod se transformă în teorie științifică. Teoria științifică este un sistem de idei fundamentale, care generalizează datele experimentale și sunt o reflexie a legilor obiective ale naturii.

Fizica este o știință în dezvoltare. În zilele noastre continuă să se dezvolte fizica nucleară, fizica particulelor elementare, fizica corpului solid ș. a.

Fizica este strâns legată cu mai multe științe naturale. Aceste legături au făcut ca fizica să pătrundă cu rădăcini adânci în matematică, astronomie, geologie, chimie, biologie și alte științe naturale. Ca rezultat s-au format o serie de discipline noi cum ar fi fizica matematică, astrofizica, chimia fizică, biofizica ș. a.

Fizica este strâns legată cu tehnica. Istoria dezvoltării fizicii și tehnicii demonstrează că o descoperire în fizică are o importanță enormă pentru crearea unor ramuri noi ale tehnicii. Fizica a reprezentat fundamentul pe care au crescut ramuri ale tehnicii cum ar

fi electrotehnica, tehnica tele- și radio-comunicațiilor, tehnica electronică, tehnica de calcul, construcția de instrumente, microelectronica, tehnica nucleară, tehnica cosmică, ș. a. Pe bună dreptate **orice ramură a tehnicii reprezintă un șir neterminat de aplicații ingenioase și elegante ale Fizicii și ale altor științe exacte.**

La rândul său tehnica influențează puternic progresul fizicii. De exemplu, necesitatea motoarelor termice economice a condus la dezvoltarea termodinamicii, iar necesitatea generatoarelor electrice - la dezvoltarea teoriei magnetizării fierului. Datorită perfecționării tehnicii acceleratoarelor s-a dezvoltat vertiginos fizica particulelor elementare. Există multe alte astfel de exemple care arată că dezvoltarea tehnicii conduce la perfecționarea metodelor de cercetare în fizică experimentală.