2. MĂRIMI ŞI LEGI FUNDAMENTALE ALE MECANICII ŞI GRAVITAŢIEI

Mecanica este cea mai veche ştiinţă fizică. Ea se ocupă cu studiul mişcării corpurilor. Atunci când mişcarea este descrisă fără să intereseze cauzele care au produs-o ne situăm în acea parte a mecanicii numită **cinematica**. Dacă studiul mişcării este legat de forţele care o produc şi de proprietăţile corpurilor ce participă la mişcare, ne aflăm în domeniul **dinamicii**. **Statica** se ocupă cu studiul echilibrului corpurilor şi sistemelor de corpuri.

2.1. Noţiuni de cinematică

Studiul mişcării corpurilor se face în raport cu un **sistem de referinţă** care permite localizarea corpului în spaţiu, cu ajutorul unui sistem de axe carteziene şi în timp, prin intermediul unui cronometru. Prin **mişcare** înţelegem schimbare poziţiei unui corp faţă de sistemul de referinţă ales.

Poziţia unui corp este reperată faţă de originea sistemului de axe cu ajutorul **vectorului de poziţie** sau a **razei vectoare** r, Fig.2.1, care se exprimă în funcţie de proiecţiile pe axe (x,y,z) şi de versorii axelor (i,j,k):

$$\vec{r}=x\vec{i}+y\vec{j}+z\vec{k} \qquad (2.1)$$

Modificarea în timp a poziţiei corpului este descrisă de **legea de mişcare**, r=r(t):

Din identificarea celor două relaţii de mai sus se obţin

$$\vec{r}(t)=x(t)\,\vec{i}+y(t)\,\vec{j}+z(t)\,\vec{k} \qquad (2.2)$$

ecuaţiile parametrice ale mişcării:

$$\begin{aligned} x&=x(t)\\ y&=y(t)\\ z&=z(t) \end{aligned} \qquad (2.3)$$

Prin eliminarea timpului între relaţiile (2.3) se găseşte **ecuaţia traiectoriei** care reprezintă locul geometric al punctelor prin care a trecut mobilul. Matematic, traiectoria este descrisă printr-o funcţie de coordonate:

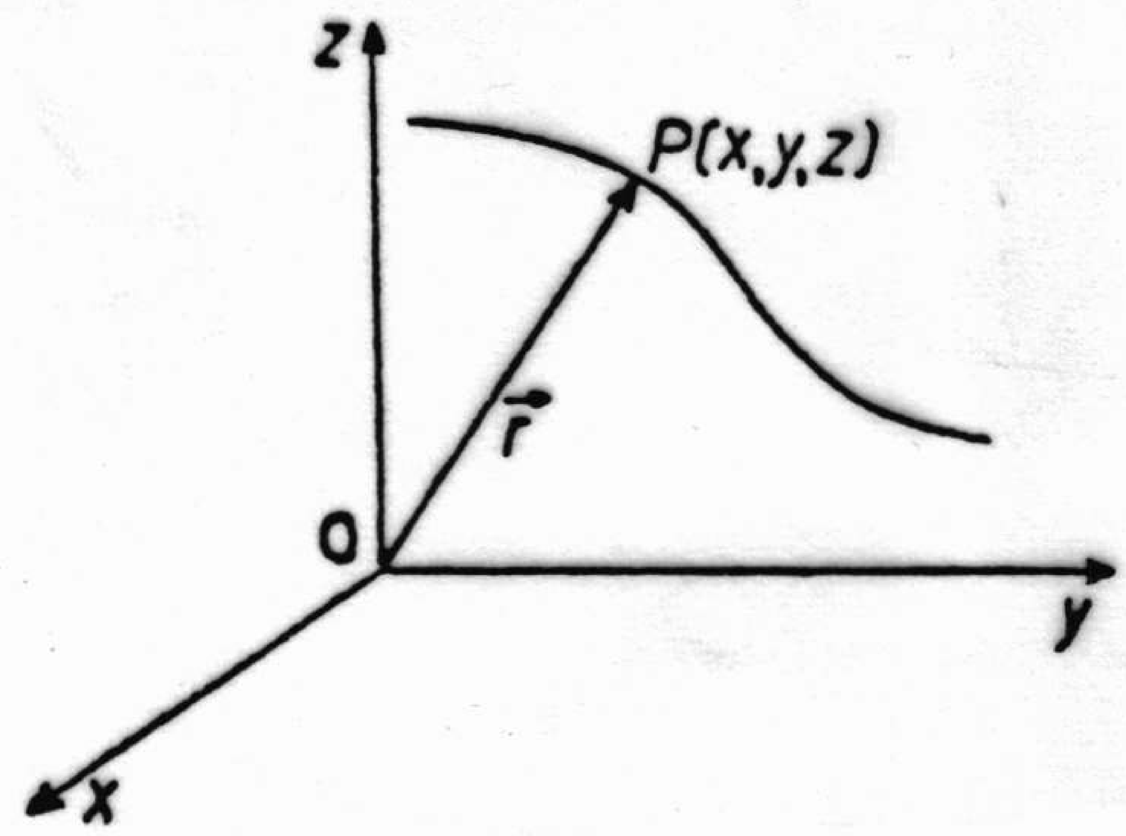

Fig.2.1.

$$f(x,y,z)=0 \qquad (2.4)$$

Dacă mişcarea este raportată la un punct de pe traiectorie, atunci relaţia:

$$s=s(t) \qquad (2.5)$$

poartă numele de **lege naturală sau orară a mişcării.**

Variaţia vectorului de poziţie în timp defineşte **vectorul viteză, v** :

$$\vec{v}=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}=\frac{d\vec{r}}{dt}$$
$$\vec{v}=\frac{dx}{dt}\vec{i}+\frac{dy}{dt}\vec{j}+\frac{dz}{dt}\vec{k} \qquad (2.6)$$

Vectorul viteză este tangent la traiectorie, Fig.2.2. şi poate fi scris şi în funcţie de vectorul tangent la traiectorie :

$$\vec{v}=v.\vec{\tau} \qquad (2.7)$$

Vectorul acceleraţie se defineşte prin variaţia vectorului viteză în intervalul de timp:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$
$$\vec{a} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z}{dt}\vec{k} \qquad (2.8)$$

Cu ajutorul relaţiei (2.7) acceleraţia devine:

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} = \frac{d(v\vec{\tau})}{dt} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + v\frac{d\vec{\tau}}{dt}$$
$$\frac{d\tau}{dt} = \frac{d\tau}{ds}\frac{ds}{dt} = \frac{\vec{n}}{R}.v \qquad (2.9)$$

unde ds este deplasarea elementară pe curba, iar n este versorul normal la curba de rază R.

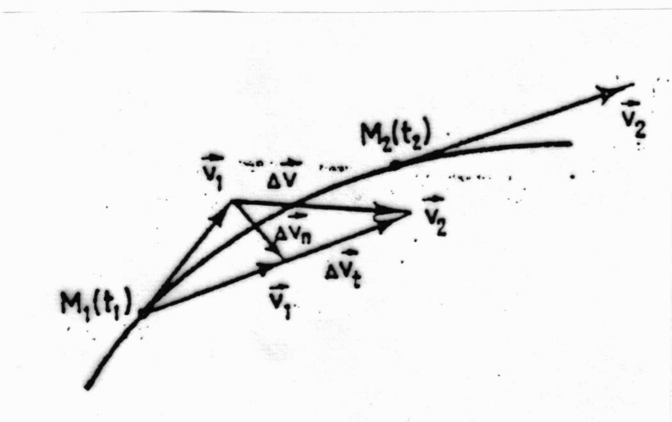

Fig.2.2.

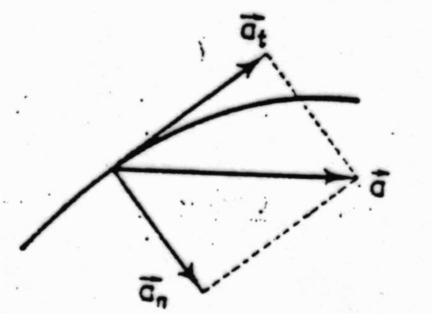

Fig.2.3.

Relaţia (2.9) devine:

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{R}\vec{n} = a_t\vec{\tau} + a_n\vec{n} \qquad (2.10)$$

Vectorul acceleraţie este alcătuit din două componente perpendiculare: acceleraţia tangenţială a_t, datorată variaţiei modulului vitezei şi acceleraţia normală a_n, datorată variaţiei direcţiei vectorului viteză, Fig.2.3.

Observaţie: Utilizarea calculul diferenţial şi integral permite stabilirea principalelor elemente ale mişcării:

- dacă se cunoaşte legea de mişcare, efectuând o dublă derivare se obţine succesiv expresia vectorului viteză şi respectiv, acceleraţie;

- dacă se cunoaşte expresia vectorului acceleraţie, prin integrarea de două ori se gaseşte expresia vitezei şi a legii de mişcare. În acest caz sunt necesare condiţiile iniţiale: la momentul $t=0$, $v=v_0$, $r=r_0$.

Exemple:

a. mişcarea unidimensională uniform accelerată;

- deducerea vitezei:

$$a=\frac{dv}{dt};\quad dv=a\,dt;\quad \int_{v_0}^{v}dv=\int_0^t a\,dt$$

$$v=v_0+at$$

- deducerea legii de mişcare:

$$v=\frac{dx}{dt};\quad dx=v\,dt;\quad \int_{x_0}^{x}dx=\int_0^t v\,dt=\int_0^t (v_0+at)\,dt$$

$$x=x_0+v_0t+a\frac{t^2}{2}$$

b. mişcarea oscilatorie armonică a cărei ecuaţie este $x= A \sin \omega t$:

- legea vitezei:

$$v=\frac{dx}{dt}=A\omega\cos\omega t$$

- legea acceleraţiei:

$$a=\frac{dv}{dt}=-A\omega^2\sin\omega t$$

2.2. Principiul fundamental al dinamicii

Principiile dinamicii au fost formulate de către Isaac Newton în lucrarea "Principiile matematice ale filosofiei naturale". Ele sunt legi generale cu caracter axiomatic, deci nu se pot demonstra. Nici un fenomen sau proces fizic nu le-au infirmat. Conţinutul celor patru principii fiind cunoscut din liceu, vom insista asupra **principiului fundamental al dinamicii care defineşte forţa:**

$$\vec{F}=m\vec{a}=m\frac{d\vec{v}}{dt}=m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \tag{2.11}$$

O definiţie mai generala a forţei se realizează cu ajutorul impulsului:

$$\vec{F}=\frac{d\vec{p}}{dt}=\frac{d(m\vec{v})}{dt}$$

$$pt.\ m=constant \tag{2.12}$$

$$\Rightarrow \quad \vec{F}=\frac{d\vec{p}}{dt}=m\frac{d\vec{v}}{dt}=m\frac{d^2\vec{r}}{dt}=m\vec{a}$$

Obseravaţie: Matematic, relaţia (2.12) este o ecuaţie diferenţială de gradul doi. Cunoscând expresia forţei, prin dubla integrare se deduce legea de mişcare şi invers, cunoscând legea de mişcare, se deduce prin dubla derivare expresia forţei. Deci, cunoscând forţa care acţioneaza asupra unui corp, poziţia şi viteza la momentul iniţial se deduce poziţia şi viteza la orice moment ulterior. Aceasta este esenţa determinismului clasic.

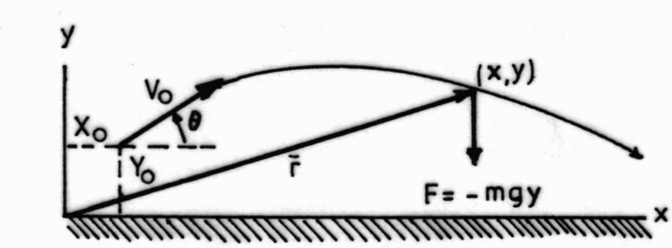

Fig.2.4.

Exemplu: Mişcarea unui corp în câmp gravitaţional uniform, Fig.2.4. Forţa sub acţiunea căreia se efectuează mişcarea este greutatea F=-mgj, iar la momentul iniţial corpul se află în punctul (x_0,y_0) de unde i se imprimă o viteză v_0 orientată sub unghiul α faţă de orizontală. În acest caz legea fundamentală devine:

$$m(a_x\vec{i}+a_y\vec{j})=mg\vec{j}$$

$$a_x=0 \quad \frac{d^2x}{dt^2}=0 \quad \frac{dv_x}{dt}=0$$

$$a_y=-g \quad \frac{d^2y}{dt^2}=-g \quad \frac{dv_y}{dt}=-g$$

După prima integrare se află componentele vitezei:

$$v_x=v_{0x} \qquad v_x=v_0\cos\alpha$$
$$v_y=v_{0y}-gt \quad v_y=v_0\sin\alpha-gt$$

iar, după a doua integrare se află ecuaţiile de mişcare pe cele două direcţii:

$$x=x_0+v_0t\cos\alpha$$
$$y=y_0+v_0t\sin\alpha-g\frac{t^2}{2}$$

Ecuaţia traiectoriei se găseşte prin eliminarea timpului din cele două ecuaţii de mai sus. Mişcările exemplificate sunt cunoscute din liceu, dar ele au fost reluate pentru a ne familiariza cu aplicaţiile în fizică ale calculului diferenţial şi integral.

2.3. Conservarea impulsului

Legea fundamentală a dinamicii (2.11) conţine legea de conservare a impulsului: dacă forţa sau rezultanta forţelor care acţionează asupra unui corp de masă m este nulă, **F**=0, atunci:

$$d(m\vec{v})=0 \quad \Rightarrow \quad \vec{p}=constant \qquad (2.13)$$

În general, dacă un sistem de corpuri este izolat, impulsul sistemului rămâne constant, adică se conservă.

2.4. Conservarea momentului cinetic

Dacă asupra unui corp acţionează o forţă care are ca efect rotaţia corpului în jurul unui punct, Fig.2.5., atunci momentul forţei faţă de acel punct - **M** şi momentul cinetic al corpului - L sunt:

$$\vec{M}=\vec{r}x\vec{F} \quad M=rF\sin\sphericalangle(\vec{r},\vec{F})$$
$$\vec{L}=\vec{r}x\vec{p} \quad L=rmv\sin\sphericalangle(\vec{r},\vec{p}) \qquad (2.14)$$

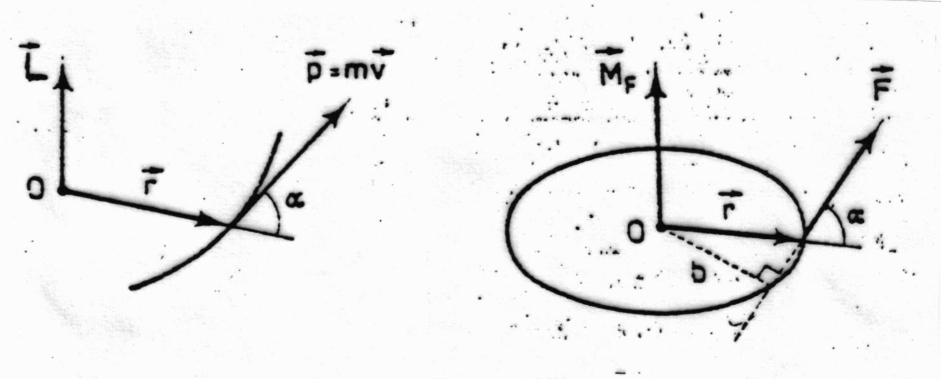

Fig.2.5.

Să calculăm variaţia în timp a momentului cinetic:

$$\frac{d\vec{L}}{dt}=\frac{d}{dt}(\vec{r}x\vec{p})=\frac{d\vec{r}}{dt}x\vec{p}+\vec{r}x\frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$dar: \quad \frac{d\vec{r}}{dt}x\vec{p}=\vec{v}x\vec{p}=\vec{v}xm\vec{v}=0 \qquad (2.15)$$

$$\frac{d\vec{p}}{dt}=\vec{F}$$

$$deci: \quad \frac{d\vec{L}}{dt}=\vec{r}x\vec{F} \quad \Rightarrow \quad \frac{d\vec{L}}{dt}=\vec{M}$$

Rezultă că variaţia momentului cinetic în timp este egala cu momentul forţei ce acţionează asupra corpului în acel timp. Dacă momentul rezultant este nul, **M**=0, atunci:

$$d\vec{L}=0 \quad \Rightarrow \quad \vec{L}=constant \qquad (2.16)$$

adică momentul cinetic se conservă.

2.5. Lucrul mecanic

Lucrul mecanic elementar dL efectuat de forţa **F** care acţionează asupra unui corp, Fig.2.6. şi produce o deplasare infinitezimală a punctului său de aplicaţie dr este:

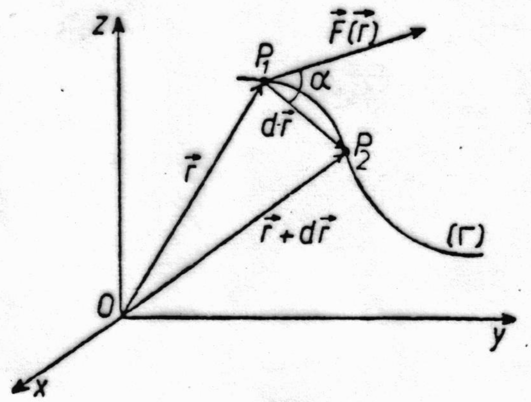

Fig.2.6.

$$dL = \vec{F}d\vec{r} = = Fr\cos\sphericalangle(\vec{F},\vec{r}) \tag{2.17}$$

Lucrul mecanic total efectuat de forţa F între două poziţii $\mathbf{r}_1$ şi $\mathbf{r}_2$ este:

$$L = \int_0^L dL = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F}d\vec{r} \tag{2.18}$$

Expresia lucrului mecanic, deci rezultatul integralei (2.18) depinde de modul de variaţie a forţei cu distanţa.

Exemple: Lucrul mecanic pentru:

- forţa constanta, F=const, α=0:

$$L = \int_{r_1}^{r_2} F dr = F\int_{r_1}^{r_2} dr = F(r_2 - r_1) = F\Delta r$$

- forţa elastică, F=-kx:

$$L = \int_{x_1}^{x_2} F dx = -k\int_{x_1}^{x_2} x dx = -\frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2)$$

- forţa electrică, $F=kq_1q_2/r^2$:

$$L=\int_{r_1}^{r_2} F\,dr = kq_1q_2\int_{r_1}^{r_2}\frac{dr}{r^2} = kq_1q_2\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$$

2.6. Energia mecanică

Energia măsoară capacitatea unui sistem de a efectua lucru mecanic. Utilizând principiul fundamental al dinamicii, lucrul mecanic efectuat de o forţă **F** care acţionează asupra unui corp de masă m şi îi produce o acceleraţie a poate fi scris ca:

$$dL=\vec{F}d\vec{r}=m\vec{a}\,d\vec{r}=m\frac{d\vec{v}}{dt}d\vec{r}=m\vec{v}d\vec{v}= \\ =md\left(\frac{v^2}{2}\right)=d\left(\frac{mv^2}{2}\right)=dE_c \tag{2.19}$$

unde am definit **energia cinetică** prin relaţia $E_c=mv^2/2$. Variaţia infinitezimală a energiei cinetice a unui corp este egală cu lucrul mecanic elementar efectuat de forţele exterioare care acţioneaza asupra acelui corp. Pentru un proces macroscopic ce se desfăşoară între două stări cu energia cinetică E_{c1} şi E_{c2} se scrie:

$$\int_0^L dL=\int_{E_{c_1}}^{E_{c_2}} dE_c \quad \Rightarrow \quad L=\Delta E_c \tag{2.20}$$

ceea ce reprezintă **legea variaţiei energiei cinetice**, forma integrală, valabilă pentru orice forţe care acţionează asupra unui corp.

Dacă un corp ajunge dintr-o stare A într-o stare B pe două drumuri diferite Γ_1 şi Γ_2 ca în Fig.2.7., iar lucrul mecanic al forţelor ce acţionează asupra sa este independent de drumul urmat, atunci forţele al căror lucru l-am calculat se numesc **forţe conservative**. Să calculăm lucrul mecanic al unor forţe conservative pe conturul închis $\Gamma_1+\Gamma_2$, pe drumul

ABA:

$$L_{\Gamma_1}=L_{\Gamma_2} \quad \Rightarrow \quad \int_{A_{\Gamma_1}}^{B}\vec{F}d\vec{r}=\int_{A_{\Gamma_2}}^{B}\vec{F}d\vec{r}$$

$$\int_{A_{\Gamma_1}}^{B}\vec{F}d\vec{r}-\int_{A_{\Gamma_2}}^{B}\vec{F}d\vec{r}=0 \quad \Rightarrow \quad \int_{A_{\Gamma_1}}^{B}\vec{F}d\vec{r}+\int_{B_{\Gamma_2}}^{A}\vec{F}d\vec{r}=\oint_{\Gamma=\Gamma_1+\Gamma_2}\vec{F}d\vec{r}=0 \tag{2.21}$$

Din relaţia (2.21) rezultă că lucrul mecanic al forţelor conservative calculat pe un contur închis este nul. Teorema lui Ampère-Stoks corelează integrala pe un contur închis de integrala pe suprafaţa închisă de acel contur cu ajutorul operatorului rotor (prin operatorul rotor se scriu prescurtat o succesiune de operaţii de derivare parţiala ale componentelor unui vector, în conformitate cu definiţia sa):

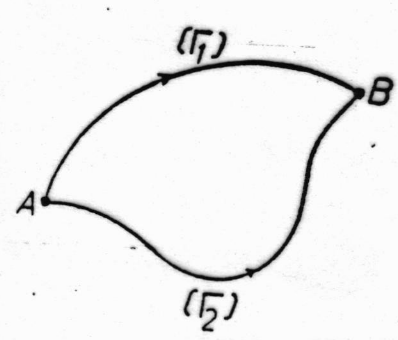

Fig.2.7.

$$\oint_{\Gamma}\vec{F}d\vec{r}=\int_{\Sigma}rot\vec{F}d\vec{S}$$

$$\text{unde:} \quad rot\vec{F}=\nabla x\vec{F}=\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ \dfrac{\partial}{\partial x} & \dfrac{\partial}{\partial y} & \dfrac{\partial}{\partial z}\\ F_x & F_y & F_z\end{vmatrix} \tag{2.22}$$

Integrala pe conturul Γ este nulă când rotF=0 şi aceasta este posibil doar atunci când forţa **derivă dintr-un potenţial**, adică când forţa poate fi scrisă ca **gradient** dintr-o marime scalară numită **energie potenţială:**

$$\vec{F}=-gradE_p=-\nabla E_p=-\frac{\partial E_p}{\partial x}\vec{i}-\frac{\partial E_p}{\partial y}\vec{j}-\frac{\partial E_p}{\partial z}\vec{k}= \\ =F_x\vec{i}+F_y\vec{j}+F_z\vec{k} \tag{2.23}$$

Să calculăm în noile condiţii lucrul mecanic al unei forţe conservative:

$$L=\int_A^B \vec{F}d\vec{r}=-\int_A^B \nabla E_p d\vec{r}=-\int_A^B \left(\frac{\partial E_p}{\partial x}dx+\frac{\partial E_p}{\partial y}dy+\frac{\partial E_p}{\partial z}dz\right)=$$
$$=-\int_A^B dE_p=-(E_{p_B}-E_{p_A})=-\Delta E_p \qquad (2.24)$$

În concluzie, **lucrul mecanic al forţelor conservative este egal cu variaţia energiei potenţiale luată cu semn schimbat.**

Un câmp de forţe în care **F**=-grad E_p (rot **F**=0), deci, în care lucrul mecanic al forţelor câmpului nu depinde de drum, se numeşte **câmp conservativ**. Forţele elastice, electrice, gravitaţionale sunt forţe conservative, iar forţele de frecare la alunecare, de frecare vâscoasă sunt neconservative. Se observă că energia potenţială nu poate fi definită decât pentru câmpuri conservative. La deplasarea unui corp în câmp conservativ se scrie:

$$L=dE_c \qquad L=-dE_p$$
$$d(E_c+E_p)=0 \Rightarrow E_c+E_p=E=const \qquad (2.25)$$

[relatia (2.20) este valabilă în orice câmp de forţe, aşa cum am mai precizat]. Din relaţia (2.25) rezultă legea conservării energiei mecanice: **în sisteme izolate aflate în câmp de forţe conservative energia mecanică se conservă.**

Dacă în sistemul considerat acţionează şi forţe neconservative, bilanţul energetic se scrie utilizând legea variaţiei energiei cinetice:

$$dE_c=dL_{cons}+dL_{necons}$$
$$dEc=-dE_p+dL_{necons}$$
$$d(E_c+E_p)=dL_{necons} \qquad (2.26)$$
$$dE=dL_{necons} \Rightarrow \Delta E=L_{necons}$$

Variaţia energiei totale a sistemului este egală cu lucrul mecanic al forţelor neconservative care acţionează asupra sa.

2.7. Câmpul gravitaţional

Legea atracţiei universale a lui Newton este una dintre cele mai importante legi ale naturii. Această lege, relativ simplă, exprimată printr-o formulă matematică elementară permite explicatea tuturor mişcărilor aştrilor şi a multor fenomene şi fapte complexe. Expresia ei este:

$$F=k\frac{m_1 m_2}{r^2} \qquad k=6,67.10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}$$
$$\vec{F}=-k\frac{m_1 m_2}{r^2}\frac{\vec{r}}{r} \tag{2.27}$$

unde m_1 si m_2 sunt masele corpurilor care interacţionează, iar r este distanţa dintre ele. Atracţia gravitaţională posedă proprietaţi esenţiale care o disting de restul forţelor din natură, ca de exemplu forţele electice sau magnetice. Iată aceste proprietăţi remarcabile:

- acţiunea la mare distanţă între toate corpurile din Univers indiferent de dimensiunile lor;
- dependenţa de poziţia mutuala dintre corpuri; dacă această poziţie se schimbă, valoarea forţelor considerate se schimbă;
- independenţa de compoziţia chimică, de starea fizică şi de diversele proprietăţi ale corpurilor; singura mărime determinantă este masa;
- absenţa obstacolelor pentru manifestarea sa.

Nu există nici un fel de ecran care să protejeze faţă de forţa de atracţie gravitaţională. În natură nu mai există un fenomen sau un proces care să se propage în acest mod. Lumina, razele X, undele radio, forţele electrice şi magnetice sunt absorbite de mediul material pe care îl străbat.

Natura atracţiei gravitaţionale este încă neclară. Conform teoriei relativităţii generalizate a lui Einstein, atracţia gravitaţională este o manifestare a proprietăţilor spaţio-temporele ale lumii, este proprietatea primară a materiei care se află la originea tuturor mişcărilor.

Forţa de atracţie a Pământului asupra corpurilor se mumeşte **greutate**. Folosind legea atracţiei gravitaţionale se deduce valoarea **acceleraţiei gravitaţionale:**

$$k\frac{Mm}{R^2}=mg_o \quad \Rightarrow \quad g_0=k\frac{M}{R^2}=9,81\frac{m}{s^2} \qquad (2.28)$$

unde M este masa Pământului, R este raza medie a Pământului (6400 km), iar g_0 este acceleraţia gravitaţională la suprafaţa Pământului. Acceleraţia gravitaţională are şi semnificaţia de **intensitate a câmpului gravitaţional**, definita prin forţa cu care câmpul acţionează asupra masei unitare adusă în cămp:

$$\Gamma=\frac{\vec{F}}{m}=-k\frac{M}{r^2}\frac{\vec{r}}{r}=g \ ; \qquad [\Gamma]=\frac{N}{kg}=\frac{m}{s^2} \qquad (2.29)$$

Se observă că intensitatea câmpului gravitaţional, respectiv, acceleraţia gravitaţională, depinde doar de sursa gravifică M şi de distanţa faţă de centrul ei r.

Cu ajutorul legii atracţiei universale se deduc câteva informaţii generale privind planeta Pământ cum ar fi masa şi densitatea medie:

$$M=g_0\frac{R^2}{k}\simeq 6.10^{24}kg$$
$$\rho=\frac{M}{V}=\frac{M}{\frac{4\pi R^3}{3}}\simeq 5500\frac{kg}{m^3} \qquad (2.30)$$

O problemă deosebit de importantă şi incitantă a ştiinţei şi tehnicii acestui secol a constituit-o **desprinderea de suprafaţa Pământului, învingerea câmpului gravitaţional**, aceasta fiind şi o aspiraţie a omenirii din zorii existenţei sale. În prezent avioanele, helicopterele, rachetele şi sateliţii se înscriu în activităţile cotidiene ale omenirii în prag de secol XX. Sateliţii sunt corpuri care se rotesc în jurul unei planete. Pământul are un singur satelit natural, Luna şi o multitudine de sateliţi artificiali lansaţi în diferite scopuri: de cercetare ştiinţifică a spaţiului cosmic sau a suprafeţei Pământului, meteorologici, militari, de telecomunicaţii. Primul satelit a fost lansat de fosta URSS în anul 1957. Până în prezent spaţiul periterestru a fost populat de peste 14 000 de obiecte confecţionate de om şi lansate în Cosmos, din care aproximativ 4 500 au pătruns în straturile atmosferei terestre şi au ars.

Viteza necesară unui corp pentru a deveni satelit se numeşte **prima viteză cosmică**. Valoarea ei se află din condiţia ca forţa de atracţie să echilibreze forţa centripeta de inerţie. În funcţie de altitudinea h există sateliţi de mică şi de mare altitudine:

$$a.\quad pt.\quad r \approx R:\quad \frac{mv_{01}^2}{R} = mg_0 \quad \Rightarrow \quad v_{01} = \sqrt{g_0 R} = 7,9\,\frac{Km}{s}$$

$$b.\quad pt.\quad r = R+h\ (h > 150\,Km):\quad \frac{mv_1^2}{R+h} = k\frac{M}{(R+h)^2} \qquad (2.31)$$

$$\Rightarrow \quad v_1 = v_{01}\sqrt{\frac{R}{R+h}}$$

Viteza de lansare pentru care un corp care iese din sfera de artacţie a Pământului şi intră în sfera de atracţie a altor planete sau a Soarelui se numeşte a **doua viteză cosmică** sau viteza de evadare:

$$\Delta E_c = L$$

$$E_{c_f} - E_{c_i} = L_G$$

$$0 - \frac{mv_{02}}{2} = -\int_R^\infty k\frac{mM}{r^2}dr = -k\frac{mM}{R} \qquad (2.32)$$

$$v_{02} = \sqrt{2k\frac{M}{R}} = v_1\sqrt{2} = 11,2\,\frac{km}{s}$$

A treia viteză cosmică este viteza necesară unui corp pentru a părăsi Sistemul Solar. Din calcule asemănătoare celor de mai sus rezultă că v_{03} = 16,7 km/s.

În prezent, pentru telecomunicaţii şi pentru informaţii meteorologice se utilizează sateliţi geostationari.

Un satelit geostationar se caracterizează printr-o perioadă de revoluţie egală cu durata unei zile siderale (T=23 h 56 min 4,1 s). El evoluează pe o traiectorie circulară situată în planul Ecuatorului Pământului la o înnălţime de 35.786 km (42.146 km faţă de centrul planetei) şi cu o viteză de 3.075 m/s. Aceste valori se obţin din condiţiile de evoluţie pentru sateliţii geostationari:

$$\frac{mv^2}{R+h} = k\frac{mM}{(R+h)^2} \qquad (2.33)$$
$$2\pi(R+h) = vT$$

Plasarea unui asemenea satelit pe orbită este mult mai dificilă decât plasarea unui satelit pe orbită circulară joasă sau eliptică mult alungită. Masa unui astfel de satelit este mare datorită instalaţiilor de amplificare a semnalului pe care trebuie să le conţină (semnalele recepţionate sunt atenuate datorită distanţelor foarte mari pe care le parcurg). Operaţiile de manevrare pentru a ajunge pe orbită sunt complicate, deoarece poligoanele de lansare sunt amplasate de regulă în apropierea Ecuatorului.

Cu toate aceste dificultăţi, folosirea sateliţilor geostaţionari pentru transmiterea de date, informaţii, mesaje, programe de radio şi televiziune este în prezent aproape generalizată ca urmare a **avantajelor** ce le oferă prin faptul că aceşti sateliţi sunt practic, **imobili faţă de Pământ.**

Staţiile de la sol sunt mult simplificate deoarece nu necesită urmărirea satelitului, o singură antenă poate asigura un serviciu continuu. Altitudinea mare a sateliţilor geostaţionari, aproape şase raze terestre are avantajul că plasarea staţiilor nu depinde de topografia locului sau de poziţia sa geografică.

Alt avantaj rezultă din faptul că un singur satelit geostationar poate acoperi aproximativ o treime din suprafaţa Pământului. Cu ajutorul a trei asemenea sateliţi plasaţi decalat cu 120° se asigură un sistem global informaţional, adică un sistem care realizează legături între oricare puncte de pe glob.

Merită amintit faptul că România se numără printre ţările care au avut şi au programe proprii de cercetare a spaţiului cosmic şi a participat cu aparatură originală, construită la ITIM Cluj-Napoca şi la IFA Bucureşti, la experimente comune pe sateliţi din seria INTERCOSMOS şi pe rachete geofizice de foarte mare altitudine din seria VERTICAL. În mai 1981 pe nava cosmică Soiuz 40 participă un echipaj româno-rus format din cosmonauţii Dumitru Prunariu şi Leonid Popov. In prezent s-a constituit Agenţia Română pentru Activităţi spaţiale cu sediul pe platforma Măgurele din Bucureşti care continuă aceste tradiţii în domeniul cercetărilor spaţiului cosmic.