

**M.M.ZƏRBƏLİYEV**

**Ə.B.NAĞIYEV**

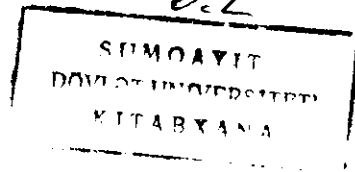
**N.S.SƏRDAROVA**

# **FİZİKA MƏSƏLƏLƏRİ**

**(Mexanika və molekulyar fizika)**

**Dərs vəsaiti**

**Dərs vəsaitinin nəşrinə Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin 13.07.2011-ci il tarixli 1355 sayılı əmri ilə icazə verilmişdir.**



**Sumqayıt – 2011**

32418

530  
Z51

407

**Elmi redaktoru:** dos. E.H.Məmmədov  
**Rəy verənlər:** f.r.e.d. Y.Q.Nurullayev  
dos. M.M.Qurbanov  
dos. S.C.Məmmədov

**Zərbəliyev M.M., Nağıyev Ə.B., Sərdarova N.S.**  
**FİZİKA MƏSƏLƏLƏRİ. Dərs vəsaiti. Sumqayıt,**  
**2011, 168 səh.**

Dərs vəsaiti Ali məktəblərin TEMPUS proqramı əsasında bakalavr pilləsində, eləcə də digər mühəndis ixtisasları üzrə təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur. Vəsaitdən magistrantlar, aspirantlar və uyğun ixtisas sahəsində müstəqil çalışanlar da istifadə edə bilərlər.

© Sumqayıt Dövlət Universiteti Nəşriyyatı, 2011

# MÜNDƏRİCAT

## Giriş

### Mexanikanın fiziki əsasları

|   |    |
|---|----|
| § 1. Kinematika.....                        | 4  |
| § 2. Dinamika.....                          | 21 |
| § 3. Mexaniki iş, güc. Mexaniki enerji..... | 35 |
| § 4. Bərk cismin fırlanma hərəkəti.....     | 46 |
| § 5. Mexaniki rəqslər və dalğalar.....      | 58 |
| § 6. Maye və qazların mexanikası.....       | 71 |

### Molekulyar fizika və termodinamika

|   |     |
|---|-----|
| § 7. Molekulyar-kinetik nəzəriyyənin fiziki əsasları..... | 92  |
| § 8. Termodinamikanın qanunları.....                      | 108 |
| § 9. Real qazlar. Doymuş buxar və mayelər.....            | 122 |
| § 10. Bərk cisimlər.....                                  | 135 |

# I Fəsil. MEXANİKANIN FİZİKİ ƏSASLARI

## §1. Kinematika

• nöqtənin (bərk cismin kütlə mərkəzinin)  $x$  oxu boyunca kinematik hərəkət tənliyi  $x = f(t)$  şəklindədir.

• orta sürət:  $\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

• yola görə orta sürət  $\langle v \rangle = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ , burada  $\Delta s$  - nöqtənin  $\Delta t$  zaman intervalında getdiyi yoldur.  $\Delta s$  - yolu  $\Delta x = x_2 - x_1$  koordinat fərqindən fərqli olaraq azalmır və mənfi qiymət almır, başqa sözlə  $\Delta s > 0$ .

• ani sürət  $v_x = \frac{dx}{dt}$

• orta təcil  $\bar{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$

• ani təcil  $a(x) = \frac{dv_x}{dt}$

• maddi nöqtənin çevrə üzrə kinematik tənliyi  
 $\varphi = f(t)$ ,  $r = R = const$

• bucaq sürəti  $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$

• bucaq təcili  $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$

• nöqtənin çevrə üzrə hərəkətini xarakterizə edən xətti və bucaq kəmiyyətləri arasında əlaqə

$$v = \omega R, a_r = \varepsilon R, a_n = \omega^2 R$$

$v$  - xətti sürət;  $a_r$  və  $a_n$  - tangensial və normal təcillərdir;

$\omega$  - bucaq sürəti;  $\varepsilon$  - bucaq təcili;  $R$  - çevrənin radiusu

• tam təcil:  $a = \sqrt{a_n^2 + a_r^2}$  və ya  $a = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$

- $a$  - tam təcili və  $a_n$  - normal təcilləri arasındakı bucaq  $\alpha = \arccos(a_n / a)$ .

### Məsələ №1

Maddi nöqtənin  $OX$  boyunca hərəkət tənliyi  $x = A + Bt + Ct^3$  şəklindədir, harada,  $A=2m$ ,  $B=1m/s$ ,  $C=-0,5m/s^3$ ,  $t=2san$  anında nöqtənin koordinatı  $x$ , sürəti  $v$  və təcilini  $a$  tapmalı.

### Həlli

$A, B, C$  əmsallarının və zamanın qiymətlərini hərəkət tənliyində nəzərə alsaq

$$x = 2 + 1 \cdot 2 - 0,5 \cdot 2^3 = 0$$

Ani sürət koordinatdan zamana görə birinci tərtib törəməsi olduğundan  $v = \frac{dx}{dt} = B + 3Ct^2$  yazıla bilər.

Nöqtənin təcilini tapmaq üçün sürətdən birinci tərtib törəmə alaraq  $a = \frac{dv}{dt} = 6Ct$ .

$t = 2san$  olduğundan,  $v = (1 - 3 \cdot 0,5 \cdot 2^2)m/s = -5m/s$  ;  
 $a = 6(-0,5) \cdot 2m/s^2 = -6m/s^2$  olur.

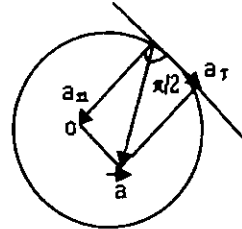
### Məsələ №2

Cisim tərپənməz ox ətrafında  $\varphi = A + Bt + Ct^2$  qanunu üzrə hərəkət edir,  $A=10rad$ ,  $B=20\frac{rad}{s}$ ,  $C=-2\frac{rad}{s^2}$ .  $t=4san$  anında fırlanma oxundan  $r=0,1m$  məsafədə olan nöqtənin tam təcilini tapmalı.

### Həlli

Əyri xətt üzrə hərəkət edən nöqtənin tam təcilini tapmaq üçün  $\vec{a}_r$  - tangensial təcili ilə  $\vec{a}_n$  - normal təcilini (şəkil 1) toplamaq lazımdır.

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_n$$



Şəkil 1

$\vec{a}_r$  və  $\vec{a}_n$  vektorları qarşılıqlı perpendikulyar olduğundan, tam təcilin modulu üçün  $a = \sqrt{a_r^2 + a_n^2}$  (1) ifadəsini yaza bilərik. Fırlanan cismin tangensial və normal təcilləri uyğun olaraq  $a_r = \varepsilon r$ ,  $a_n = \omega^2 r$  (2) ifadələri ilə təyin etmək olar. Burada  $\omega$  - cismin bucaq sürəti,  $\varepsilon$  - isə bucaq təcildir.  $a_r$  və  $a_n$ -in ifadələrini (1) düsturunda nəzərə alsaq

$$a = \sqrt{\varepsilon^2 r^2 + \omega^4 r^2} = r \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} \quad (2)$$

$\omega$  - bucaq sürətini tapmaq üçün dönmə bucağından zamana görə birinci tərtib törəmə ala

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = B + 2Ct$$

$$t = 4 \text{ san} \text{ anında bucaq sürəti } \omega = [20 + 2(-2)4] \text{ rad/san} = 4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Bucaq təcilini tapmaq üçün bucaq sürətindən zamana görə törəmə

$$\text{alaq: } \varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = 2C = -4 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}. \quad \omega, \varepsilon \text{ və } r \text{ -i (2) ifadəsində nəzərə}$$

$$\text{alsaq } a = 0,1 \sqrt{(-4)^2 + 4^4} \text{ m/s}^2 \cong 1,65 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

### Məsələ №3

Daş 30 m/san başlanğıc sürətilə şaquli istiqamətdə yuxarı atılır. Neçə saniyədən sonra daş 25 və 60 m yüksəklikdə (havanın müqaviməti nəzərə alınmır) olar?

Verilir:

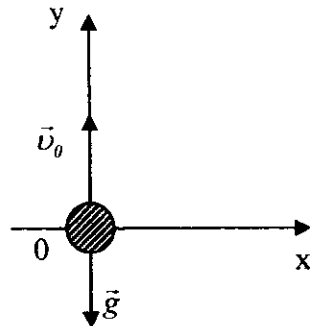
$$v_0 = 30 \text{ m/s}$$

$$h_1 = 25 \text{ m}$$

$$h_2 = 60 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$t_1, t_2, t_{\max}$  tapmalı



Şəkil 2

**Həlli:** Daşın ən yüksək hündürlüyə qalxma zamanını təyin edək. Trayektoriyanın son nöqtəsində daşın sürəti sıfıra bərabər olduğundan son sürət düsturundan

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t = 0 \quad (1)$$

alırıq.

$\vec{v}_0$  və  $\vec{g}$  vektorlarının hər ikisi  $y$  oxu boyunca, amma əks istiqamətlərə yönəldiyindən ən yüksək hündürlüyə qalxma zamanı (1) tənliyindən aşağıdakı kimi təyin oluna bilər (şəkil 1):

$$t = \frac{v_0}{g}$$

$h_1$  yüksəkliyə qalxma müddətini bərabəryavaşayan hərəkət tənliyindən tapmaq olar.

$$h_1 = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow g t_1^2 - 2 v_0 t_1 + 2 h_1 = 0 \quad (2)$$

Uyğun olaraq, daşın neçə saniyədən sonra  $h_2$  yüksəkliyə çatacağı

$$g t_2^2 - 2 v_0 t_2 + 2 h_2 = 0$$

tənliyindən tapıla bilər.

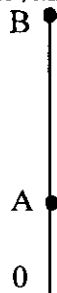
Ən yüksək qalxma hündürlüyü

$$h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

düsturu ilə hesablanır.

Nəticədə ən yüksək hündürlüyə qalxma zamanı üçün  $t = 3$  s,  $h_{max} = 45$  m alınır.  $t_1$  üçün 1 san, 5 s,  $t_2$  üçün isə xəvali kök alınır.

$t_1$  zamanı üçün alınmış iki cavab daşın yuxarı qalxarkən və aşağı düşərkən trayektoriyanın eyni bir A aralıq nöqtəsindən iki dəfə keçməsi ilə əlaqədardır. Şəkil 3-də B nöqtəsi, trayektoriyanın ən yüksək nöqtəsi, A nöqtəsi isə 25 m-ə uyğun nöqtə olarsa, onda aldığımız nəticəyə görə daş yuxarı qalxarkən OA məsafəsini



Şəkil 3

1 saniyəyə keçərək  $t = 1 + 2 = 3$  saniyədə trayektoriyanın ən

yüksək  $B$  nöqtəsinə çatır. Sonra geri qayıdan daş daha 2 saniyə sonra yenidən əks istiqamətdə  $A$  nöqtəsindən keçir ki, buna da uyğun zaman  $t_2'' = t_2' + 2 + 2 = t + 2 = 3 + 2 = 5$  saniyədir.

$t_2$  üçün xəyali kökün alınması onunla izah olunur ki, verilən başlanğıc sürət ilə yuxarı atılmış daş ən yüksək  $h_{max} = 45$  m yüksəkliyə qalxa bilər. Deməli, baxılan şərtlər daxilində daş ümumiyyətlə 60 m yüksəkliyə heç cür qalxa bilməz.

#### Məsələ №4

Daş  $v_x = 15$  m/s başlanğıc sürətlə üfüqi istiqamətdə atılmışdır. Havanın müqavimətini nəzərə almadan, atıldıqdan  $2$  s sonra daşın normal və tangensial təcillərini, yerdəyişməsini və sürətini tapmalı.

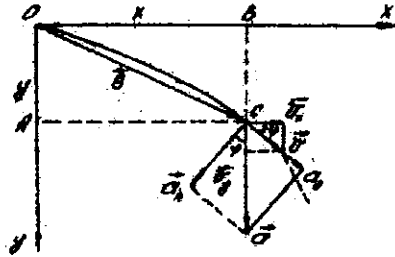
**Verilir:**

$$v_x = 15 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}$$

$$t = 2 \text{ s}$$

$a_n, a_t, s$  və  $v$ -ni tapmalı.



Şəkil 4

**Həlli:** Havanın müqaviməti nəzərə alınmadığından sürətin üfüqi istiqamətdəki toplananı sabitdir, ona görə də tam təcildə şaquli istiqamətdə aşağı yönəlib, ağırlıq qüvvəsi təcilinə bərabərdir.

Şəkildən görüldüyü kimi

$$a = g = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} \quad (1)$$

Uyğun üçbucaqlardan alırıq

$$\cos \varphi = \frac{v_x}{v} = \frac{a_n}{a} = \frac{a_n}{g} \quad (2)$$

$$\sin \varphi = \frac{v_y}{v} = \frac{a_t}{a} = \frac{a_t}{g} \quad (3)$$



(2) və (3) tənliklərindən

$$a_n = g \frac{v_x}{v} \quad (4)$$

$$a_t = g \frac{v_y}{v} \quad (5)$$

$y$  oxu istiqamətində hərəkət başlanğıc sürətsiz,  $g$  təcilli olduğundan

$$v_y = g t \quad (6)$$

və

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_x^2 + g^2 t^2} \quad (7)$$

kimi təyin olunduğundan

$$a_n = \frac{g v_x}{\sqrt{v_x^2 + g^2 t^2}}; \quad (8)$$

$$a_t = \frac{g^2 t}{\sqrt{v_x^2 + g^2 t^2}} \quad (9)$$

Daşın  $t$  zaman müddətində yerdəyişməsi şəkildə  $\vec{S}$  vektoru ilə göstərilmişdir və aşağıdakı ifadə ilə hesablanı bilər:

$$S = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(v_x t)^2 + \left(\frac{g t^2}{2}\right)^2}. \quad (10)$$

Nəticədə  $a_n = 6 \text{ m/s}$ ;  $a_t = 8 \text{ m/s}^2$ ;  $v = 25 \text{ m/s}$ ;  $S = 36 \text{ m}$  alırıq.

### Məsələ №5

Cisim 12 m hündürlükdən üfqlə  $30^\circ$  bucaq altında 12 m/s başlanğıc sürətilə yuxarı atılmışdır.  $A$  və  $B$  nöqtələrinə qədər daşın uçuş müddətini, ən yüksək qalxma hündürlüyünü, düşmə nöqtəsinə qədər olan məsafəni, həmçinin düşmə anında, sürətini və düşmə bucağını, tangensial və normal təcilləri, trayektoriyanın əyrilik radiusunu tapmalı (havanın müqavimətini nəzərə almamalı).

**Verilir:**

$$M = 12 \text{ m}$$

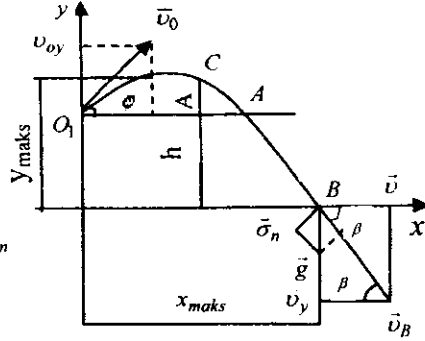
$$\varphi = 30^\circ$$

$$v_0 = 12 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$t_A, t_B, Y_{\max}, X_{\max}, v_B, \beta, a_\tau, a_n$$

və  $R$ -i tapmalı.



Şəkil 5

**Həlli:** Şəkil 5-ə əsasən başlanğıc sürətin koordinatları üçün

$$v_{0x} = v_0 \cos \varphi \quad (1)$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \varphi - gt \quad (2)$$

$$y = H + v_0 t \sin \varphi - \frac{gt^2}{2} \quad (3)$$

$$x = v_0 t \cos \varphi \quad (4)$$

Ən yüksək qalxma nöqtəsində  $v_{0y} = 0$  olduğundan

$$v_0 \sin \varphi - gt_n = 0 \Rightarrow t_n = \frac{v_0 \sin \varphi}{g} \quad (5)$$

Cisim trayektoriyanın  $O_1C$  və  $CA$  hissələrini bərabər zaman müddətində qət etdiyindən  $O_1$  nöqtəsindən  $A$  nöqtəsinə uçuş müddəti

$$t_A = 2t_n = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g} \quad (6)$$

olar. (5) tənliyindən  $t_n$ -in ifadəsini (3) tənliyində nəzərə alsaq ən yüksək qalxma hündürlüyü üçün

$$y_{\max} = H + \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g} \quad (7)$$

alırıq. (3) tənliyində « $y$ » koordinatını sıfır bərabər götürsək ( $y=0$ )  $B$  nöqtəsinə qədər sərf olunan zamanı tapmaq olar.

$$\begin{aligned}
 H + v_0 t_B \sin \varphi - \frac{gt_B^2}{2} = 0 \Rightarrow t_B^2 - \frac{2v_0 \sin \varphi}{g} t_B - \frac{2H}{g} = \\
 = 0 \Rightarrow t_B = \frac{v_0 \sin \varphi}{g} + \sqrt{\left(\frac{v_0 \sin \varphi}{g}\right)^2 + \frac{2H}{g}}
 \end{aligned} \quad (8)$$

Uçuş məsafəsini (4) tənliyində  $t = t_B$  götürməklə tapmaq olar.

$$X_{max} = v_0 t_B \cos \varphi \quad (9)$$

$B$  nöqtəsində tam sürət

$$v_B = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \varphi + v_y^2}.$$

$B$  nöqtəsində  $v_y$  toplananını (2) düsturunda,  $t$  zamanını (8) tənliyindən  $t_B$  ilə əvəz etməklə tapmaq olar.

$$v_{yB} = v_0 \sin \varphi - gt_B = \sqrt{v_0^2 \sin^2 \varphi + 2gH}.$$

$$v_B = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \varphi + v_0^2 \sin^2 \varphi + 2gH} = \sqrt{v_0^2 + 2gH}. \quad (10)$$

$B$  nöqtəsindəki sürət diaqramından  $\beta$  bucağını tapırıq:

$$\sin \beta = \frac{v_{yB}}{v_B} = \frac{\sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH}}{\sqrt{v_0^2 + 2gH}} \quad (11)$$

$$\beta = \arcsin \frac{\sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH}}{v_0^2 + 2gH} \quad (12)$$

$B$  nöqtəsindəki təcil diaqramından isə  $a_t$  -tangensial,  $a_n$  - normal təcillərini və düşən anda  $R$  əyrilik radiusunu tapırıq:

$$a_t = g \sin \beta = \frac{g v_{yB}}{v_B} = \sqrt{\frac{g^2 (v_0^2 \sin^2 \varphi + 2gH)}{v_0^2 + 2gH}} \quad (13)$$

$$a_n = g \cos \beta = \frac{g v_{0x}}{v_B} = \frac{g v_0 \cos \varphi}{\sqrt{v_0^2 + 2gH}}. \quad (14)$$

$$a_n = \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_B^2}{a_n}. \quad (15)$$

Nəticədə  $t_A = 1,22 \text{ s}$ ;  $t_B = 2,29 \text{ s}$ ;  $Y_{\max} = 13,64 \text{ m}$ ;

$X_{\max} = 23,8 \text{ m}$ ;  $v_B = 19,5 \text{ m/s}$ ;  $B = 5740$ ;

$a_r = 8,3 \text{ m/s}^2$ ;  $a_n = 5,25 \text{ m/s}^2$ ;  $R = 72,5 \text{ m}$

alırıq.

### Məsələ №6

Sabit  $n_0 = 10$  ~~dövr/s~~ <sup>dövr/s</sup> tezliyi ilə fırlanan nazimçarx tormozlanaraq bərabərazalan fırlanma hərəkəti etməyə başlayır. Tormozlayıcı qüvvənin təsiri kəsildikdən sonra nazimçarx  $n = 6$  ~~dövr/s~~ <sup>dövr/s</sup> tezliyi ilə yenidən bərabərsürətlə fırlanmaqda davam edir. Nazimçarxın  $N=50$  dövr etdiyini bilərək bərabəryavaşayan hərəkət vaxtı  $\varepsilon$  bucaq təcilini və  $t$  tormozlanma müddətini təyin edin.

**Verilir:**

$$n_0 = 10 \text{ dövr/s}$$

$$n = 6 \text{ dövr/s}$$

$$N = 50 \text{ dövr}$$

$\varepsilon, t$ -ni tapmalı

**Həlli:** Bildiyimiz kimi düzxətli dəyişən sürətli hərəkət tənlikləri ilə çevrə boyunca dəyişən sürətli hərəkət tənlikləri birbirinə oxşardır:

$$\bar{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \qquad \bar{\omega} = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \qquad (1)$$

$$v = \frac{dS}{dt} \qquad \omega = \frac{d\varphi}{dt} \qquad (2)$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad \bar{\varepsilon} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \qquad (3)$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 S}{dt^2} \qquad \varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \qquad (4)$$

Bu oxşarlıq düzxətli bərabər dəyişən hərəkət tənlikləri ilə çevrə boyunca bərabər dəyişən hərəkət tənliklərində də mövcuddur:

$$S = v_0 t \pm \frac{at^2}{2} \qquad \varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad (5)$$

$$v = v_0 \pm at \qquad \omega = \omega_0 \pm \varepsilon \quad (6)$$

$$v^2 - v_0^2 = 2aS \qquad \omega^2 - \omega_0^2 = 2\varepsilon\varphi \quad (7)$$

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2} \qquad \bar{\omega} = \frac{\omega_0 + \omega}{2} \quad (8)$$

kimi oxşar tənliklər yazmaq olar.

(7) tənliyi vasitəsilə  $\varepsilon$  bucaq təcilini, (8) və (1) tənliklərindən isə tormozlanma müddətini aşağıdakı kimi təyin edə bilərik:

(7) tənliyindən  $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\varepsilon\varphi$  olduğundan

$$\varepsilon = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varphi} \quad (9)$$

Digər tərəfdən  $\varphi = 2\pi N$ ,  $\omega = 2\pi n$  olduğundan onda bu ifadələri (9) tənliyində nəzərə alsaq,

$$\varepsilon = \frac{4\pi^2 n^2 - 4\pi^2 n_0^2}{2 \cdot 2\pi N} = \frac{\pi(n^2 - n_0^2)}{N}, \quad (10)$$

$$\varphi = \bar{\omega}t \quad \text{və ya} \quad \varphi = \frac{\omega_0 + \omega}{2} t = \pi(n_0 + n)t.$$

Buradan

$$t = \frac{\varphi}{\pi(n_0 + n)} = \frac{2N}{n_0 + n}. \quad (11)$$

Nəticədə  $\varepsilon = -4,02 \text{ rad/s}^2$ ;  $t = 6,25 \text{ s}$  (mənfi işarəsi hərəkətin yavaşayan olduğunu göstərir) olar.

#### Məsələ №7

Avtomobil hərəkət edərkən sərf etdiyi zamanın birinci yarısını 60 km/saat, ikinci yarısını isə 30 km/saat sürətlə getmişdir. Avtomobilin hərəkətinin orta sürəti nə qədərdir?

#### Məsələ №8

Avtomobil öz hərəkəti zamanı getdiyi yolun birinci yarısını 80 km/saat, ikinci yarısını 40 km/saat sürətlə getmişdir. Avtomobilin hərəkətinin orta sürətini təyin edin.

### Məsələ №9

Təyyarə A məntəqəsindən B məntəqəsinə şimala doğru 300 km uçuş müddətini təyin edin, əgər: 1) külək yoxdursa, 2) külək qərbdən şərqə doğru əsirsə, 3) külək cənubdan şimala doğru əsirsə. Küləyin sürəti  $v_1 = 20 \text{ m/s}$ , təyyarənin havadakı sürəti  $v_2 = 600 \text{ km/saat}$ .

### Məsələ №10

Qayıq sahilə perpendikulyar istiqamətdə 7,2 km/saat sürətilə hərəkət edir. Dalğa onu çayda 150 m aşağıya aparır. 1) çayın axma sürətini, 2) çayı keçmək üçün sərf olunan zamanı tapın: çayın eni 0,5 km.

### Məsələ №11

Cisim başlanğıc  $v_0=0$  sürətilə  $h=19,6$  m hündürlükdən şaquli istiqamətdə yerə düşür. Hərəkətinin ilk və son 0,1 san müddətində cisim hansı məsafəni qət edər? Havanın müqavimətini nəzərə almamalı.

### Məsələ №12

Qatar 36 km/saat sürətilə hərəkət edir. Əgər cərəyan kəsilə, onda qatar bərabəryavaşayan hərəkət edərək 20 s-dən sonra dayanır. Tapmalı: 1) qatarın əks istiqamətdə təcilini, 2) dayanacaqdan hansı məsafədə cərəyanı kəsmək lazımdır?

### Məsələ №13

Cismin getdiyi yolun zamandan asılılığı  $S=At-Bt^2+Ct^3$  şəklindədir. Burada,  $A=2 \text{ m/s}$ ,  $B=3 \text{ m/s}^2$ ,  $C=4 \text{ m/s}^3$ . 1) sürət və təcilin zamandan asılılığı; 2)  $t=2$  saniyədən sonra cismin getdiyi yolu, sürətini və təcilini tapmalı.

### Məsələ №14

Cismin getdiyi yolun zamandan asılılığı  $S=A+Bt+Ct^2+Dt^3$  şəklindədir. Burada  $C=0,14 \text{ m/s}^2$ ,  $D=0,01 \text{ m/s}^2$ . 1) hərəkətə başlayandan neçə san sonra cismin təcili  $1 \text{ m/s}^2$  olar? 2) bu müddət ərzində cismin orta təcilini tapın.

### Məsələ №15

Cisim  $v_0 = 10 \text{ m/s}$  başlanğıc sürətilə  $\alpha = 45^\circ$  bucaq altında üfüqi istiqamətdə atılmışdır. Hərəkətə başlayandan 1 san sonra cismin cızdığı trayektoriyanın radiusunu tapın.

### Məsələ №16

Çarx, hərəkətə başlayandan 10 dövr etdikdən sonra  $\omega = 20 \text{ rad/s}$  bucaq sürətinə malik olmuşdur. Çarxın bucaq təcilini tapın.

### Məsələ №17

Radiusu 10 sm olan çarx  $\varepsilon = 3,14 \text{ rad/s}^2$  sabit bucaq təcili ilə fırlanır. Hərəkətə başlayandan 1 san sonra: 1) bucaq sürətini; 2) xətti sürəti, 3) tangensial təcili, 4) normal təcili, 5) tam təcili, 6) tam təcillə radius arasındakı bucağı təyin edin.

### Məsələ №18

Nöqtənin hərəkət tənliyi  $S = A + Bt + Ct^2$  şəklindədir.  $A = 3 \text{ m}$ ,  $B = -2 \text{ m/s}$ ,  $C = 1 \text{ m/s}^2$ -dir hərəkətə başlayandan 3 saniyə sonra nöqtənin hərəkət sürətini və tangensial təcilini tapmalı.

### Məsələ №19

Çarx  $\varepsilon = 2 \text{ rad/s}^2$  bucaq təcili ilə fırlanır. Hərəkətə başlayandan  $t = 0,5 \text{ s}$  sonra tam təcil  $a = 13,6 \text{ m/s}^2$  olmuşdur. Çarxın radiusunu təyin edin.

### Məsələ №20

Radiusu  $R = 10 \text{ sm}$  olan təkərin xətti sürəti zamandan asılı olaraq  $v = At + Bt^2$  qanunu ilə dəyişir.  $A = 3 \text{ m/s}^2$ ,  $B = 1 \text{ m/s}^3$ . hərəkətə başlayandan  $t = 0, 1, 2, 3, 4, 5 \text{ s}$  keçdikdən sonra, tam təcillə radius arasında qalan bucaqları təyin edin.

### Məsələ №21

Daş  $H = 25 \text{ m}$  hündürlükdən üfüqi istiqamətdə  $v_0 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  sürətilə atılmışdır. Havanın müqavimətini nəzərə almadan daşın nə qədər müddətdə hərəkətdə olduğunu və üfüqlə hansı bucaq altında yerə düşdüyünü tapmalı.

### Məsələ №22

Daş  $v_x = 15 \text{ m/s}$  başlanğıc sürətilə üfüqi istiqamətdə atılmışdır. Havanın müqavimətini nəzərə almadan, atıldıqdan 1 san sonra daşın normal və tangensial təcillərini, yerdəyişməsini və sürətini tapmalı.

### Məsələ №23

Cisim 12 m hündürlükdən üfqlə  $30^\circ$  bucaq altında 12m/s başlanğıc sürətilə yuxarı atılmışdır. Qalxma və düşmə nöqtələrinə qədər daşın uçuş müddətini, ən yüksək qalxma hündürlüyünü, düşmə nöqtəsinə qədər olan məsafəni, həmçinin düşmə anında, sürətini və düşmə bucağını tapmalı.

### Məsələ №24

Cisimin kerosindəki çəkisi sudaki çəkisindən 190 N artıqdır. Cisimin həcmi təyin edin.

### Məsələ №25

Cisim  $R = 0,2m$  radiuslu çevrə üzrə sabit  $0,05m/s^2$  tangensial təcillə hərəkət edir. Hərəkətə başlayandan nə qədər müddət sonra  $a_n$  normal təcili tangensial təcilə bərabər olacaq?

### Məsələ №26

Şaquli istiqamətdə yuxarı atılmış cisim 5 s sonra yerə düşür. Daşın ən yüksək qalxma hündürlüyünü və başlanğıc sürətini tapmalı (havanın müqavimətini nəzərə almamalı və  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  götürməli).

### Məsələ №27

Sirk artisti topu yuxarı tullayır və top 4,9 m hündürlüyə çatıb dayandıqda ikinci topu atır. İkinci top atıldıqdan neçə saniyə sonra və hansı yüksəklikdə bu toplar görüşürlər (havanın müqavimətini nəzərə almamalı və  $g = 9,8 \frac{m}{s^2}$  götürməli).

### Məsələ №28

Hündürlüyü 25 m olan qüllədən üfqi istiqamətdə 15m/s sürətilə daş atılır. Qüllənin dibindən daşın yerə düşdüyü nöqtəyə qədər olan məsafəni, daşın yerə düşmə sürətini tapmalı (havanın müqavimətini nəzərə almamalı).

### Məsələ №29

Daş 10 m/s başlanğıc sürətilə üfqlə  $40^\circ$  bucaq altında atılır. Daşın ən yüksək qalxma hündürlüyünü, düşmə nöqtəsindəki olan məsafəni və uçuş müddətini tapmalı (havanın müqavimətini nəzərə almamalı).



### Məsələ №30

Sərnişinlə birlikdə liftin kütləsi 800 kq-dır. Hərəkət zamanı trosun gərilməsi birinci halda  $12 \cdot 10^3$  N, ikinci halda isə  $6 \cdot 10^3$  N olarsa, liftin hər iki halda hərəkət istiqamətini və təcilini tapmalı. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$  götürməli)

### Məsələ №31

Şaquli istiqamətdə yuxarı qalxan raketin hərəkət təcili nə qədər olmalıdır ki, əlavə yüklənmə kosmonavtın öz çəkisindən 5 dəfədən çox olmasın?

### Məsələ №32

Üfüqi ox ətrafında fırlana bilən silindr üzərinə sap dolanmışdır. Sapın ucuna yük asılmışdır. Bərabəryeyinləşən hərəkət edən yük  $t=3$  san ərzində  $h=1,5$  m aşağı düşürsə, silindirin radiusunun  $r=4$  sm olduğunu bilərək onun  $\varepsilon$  bucaq təcilini tapmalı.

### Məsələ №33

Üfüqi istiqamətdə atılmış daş 0,5 saniyədən sonra atıldığı yerdən 5 m məsafədə yerə düşmüşdür. Daş hansı  $h$  hündürlüyündən atılmışdır ( $g=10 \text{ m/s}^2$ )

### Məsələ №34

Üfüqi istiqamətdə atılmış daş 0,5 saniyədən sonra atıldığı yerdən 5 m məsafədə yerə düşmüşdür. Daş hansı  $v_0$  başlanğıc sürəti ilə atılmışdır.

### Məsələ №35

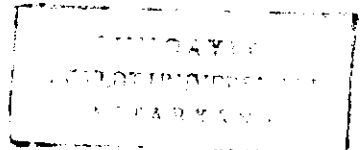
Üfüqi istiqamətdə atılmış daş 0,5 saniyədən sonra atıldığı yerdən 5 m məsafədə yerə düşmüşdür. Daş hansı sürətlə yerə düşmüşdür?

### Məsələ №36

Radiusu 10 sm olan təkər sabit  $\beta=3,14 \text{ rad/s}^2$  bucaq təcili ilə fırlanır. Hərəkətə başlayandan 1 saniyə sonra təkərin bucaq sürətini tapmalı.

### Məsələ №37

Radiusu  $R=10$  sm olan təkər  $\beta=3,14 \text{ rad/s}^2$  bucaq təcili ilə fırlanır. Hərəkətə başlayandan 1 saniyə sonra normal təcili tapmalı.



### Məsələ №38

Nöqtə çevrə boyunca elə hərəkət edir ki, yolun zamandan asılılığı  $S=A+BT+Ct^2$  tənliyi üzrə baş verir,  $B=-2$  m/s;  $C=1$  m/s<sup>2</sup> olarsa tangensial təcili tapmalı.

### Məsələ №39

Gedilən yolun zamandan asılılıq tənliyi  $S=At-Bt^2+Ct^3$  şəklindədir.  $A=2$  m/s;  $B=3$  m/s<sup>2</sup>;  $C=4$  m/s<sup>3</sup>. Sürətin zamandan asılılığını tapmalı.

### Məsələ №40

Gedilən yolun zamandan asılılıq tənliyi  $S=At-Bt^2+Ct^3$  şəklindədir.  $A=2$  m/s;  $B=3$  m/s<sup>2</sup>;  $C=4$  m/s<sup>3</sup>.  $a$  - təcilin zamandan asılılığını tapmalı.

### Məsələ №41

Gedilən yolun zamandan asılılıq tənliyi  $S=At-Bt^2-Ct^3$  şəklindədir.  $A=2\frac{m}{s}$ ;  $B=3\frac{m}{s^2}$ ;  $C=4\frac{m}{s^3}$ . Hərəkətə başlayandan 2 san sonra cismin əldə etdiyi sürəti tapmalı.

### Məsələ №42

Radiusu 20sm olan təkər sabit  $\epsilon=3,14$  rad/s<sup>2</sup> bucaq təcili ilə fırlanır. Hərəkətə başlayandan 2 saniyə sonra bucaq sürətini tapmalı. ( $\pi\approx 3$ )

### Məsələ №43

Radiusu 20sm olan təkər sabit  $\epsilon=3,14$  rad/s<sup>2</sup> bucaq təcili ilə fırlanır. Hərəkətə başlayandan 2 saniyə sonra xətti sürəti tapmalı. ( $\pi\approx 3$ )

### Məsələ №44

2 qatar  $v_1=36$  km/saat və  $v_2=54$  km/saat sürətlə qarşı-qarşıya hərəkət edir. 1-ci qatardakı sərnəşin 2-ci qatarın onun yanından  $t=6$  saniyəyə keçdiyini müşahidə etmişdir. 2-ci qatarın uzunluğu nə qədərdir?

### Məsələ №45

Uzunluğu  $\ell=300$  m olan teploxod, düz istiqamətdə durğun suda  $v_1$  sürətilə hərəkət edir. Sürəti  $v_2=90$  km/saat olan qayıq hərəkət edən teploxodun arxa tərəfindən burun hissəsinə və geriye  $t=37,5$  s müddətinə hərəkət edir. Teploxodun  $v_1$  sürətini tapmalı.

### Məsələ №46

Birinci qatar S yolunun 1-ci yarısını  $v_1=80$  km/saat, 2-ci yarısını isə  $v_1^1=40$  km/saat sürətilə getmişdir. İkinci qatar hərəkət müddətinin 1-ci yarısını  $v_1=80$  km/saat, 2-ci yarısını isə  $v_2=40$  km/saat sürətlə getmişdir. Hər 1 qatarın orta sürətini tapın.

### Məsələ №47

Başlanğıc sürəti  $v_0=1$  m/s olan cisim, bərabərtəcillə hər hansı məsafəni qət edərək  $v=7$  m/s sürətini əldə etmişdir. Bu məsafənin yarısında cismin sürəti nə qədər olmuşdur?

### Məsələ №48

Paraşütçü  $v=5$  m/s sürətilə aşağı düşür. Yerdən  $h=10$  m hündürlükdə paraşütçüdən əşya ayrılır. Paraşütçü əşyaya nisbətən yerə nə qədər gec düşmüşdür? Yəşyanın düşməsi zamanı havanın müqavimətini nəzərə almamalı. Sərbəstdüşmə təcilini  $g=10$  m/s<sup>2</sup> götürməli.

### Məsələ №49

Cisim üfüqi istiqamətdə  $v_x=15$  m/s sürətilə atılmışdır. Hərəkətə başlayandan  $t=1$  s sonra cismin  $a_n$  normal və  $a_t$  tangensial təcillərini təyin edin.

### Məsələ №50

Cisim üfüqə nəzərən  $\alpha=30^\circ$  bucaq altında  $v_0=14,7$  m/s sürətilə atılmışdır. Hərəkətə başlayandan  $t=1,25$  s sonra cismin  $a_n$  normal və  $a_t$  tangensial təcillərini təyin edin.

### Məsələ №51

Nöqtənin hərəkət tənliyi  $\begin{cases} x = 7 + 4t, \\ y = 2 + 3t \end{cases}$  şəklindədir. Onun sürətini təyin edin.

### Məsələ №52

Bərk cismin fırlanma hərəkətinin tənliyi  $\varphi = 4t^3 + 3t$  şəklindədir. Hərəkətə başlayandan 2 saniyə sonra bucaq sürəti və bucaq təcilini tapmalı.

### Məsələ №53

Bərk cismin hərəkət tənliyi  $\varphi = 3t^2 + t$  şəklindədir. Hərəkətə başlayandan 10 saniyə sonra dövrlərin sayını və fırlanma periodunu tapmalı.

### Məsələ №54

Üfüqlə bucaq altında atılmış cismin başlanğıc sürəti 20m/s, qalxdığı hündürlük isə 10 m olmuşdur. Cismin hansı bucaq altında atıldığını müəyyən edin.

## §2. Dinamika

- Nyutonun ikinci qanunu  $d\vec{p} = \vec{F}dt$

$F$  - cismə təsir edən qüvvə

- Qüvvələr (mexanikada)

a) elastiki qüvvə  $F = kx$

$k$  - elastiklik əmsalındır (yay üçün sərtlik)

$x$  - mütləq deformasiya

b) ağırlıq qüvvəsi  $\vec{P} = m\vec{g}$

c) Qravitasiya qarşılıqlı təsir qüvvəsi  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ .

$G$  - qravitasiya sabiti;  $m_1$  və  $m_2$  qarşılıqlı təsirdə olan cisimlərin kütlələri.  $r$  - cisimlər arasındakı məsafədir (cisimlərə maddi nöqtə kimi baxılır). Qravitasiya qarşılıqlı təsiri zamanı qüvvəni qravitasiya sahəsinin intensivliyi  $g$  ilə də ifadə etmək olar

$$F = mg$$

d) sürtünmə qüvvəsi (sürüşmə)  $F = fN$

$f$  - sürtünmə əmsalı,  $N$  - normal təzyiq qüvvəsidir.

- impulsun saxlanma qanunu  $\sum_{i=1}^N P_i = const$ . İki cisim üçün ( $i = 2$ )

$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$ . Burada  $v_1$  və  $v_2$  - cisimlərin başlanğıc anına uyğun sürətləri;

$u_1$  və  $u_2$  isə uyğun olaraq I və II cismin toqquşmadan sonrakı sürətləridir.

• mərkəzi elastiki toqquşma nəticəsində cisimlər müxtəlif sürətlərlə hərəkət edirlər. Zərbədən sonra birinci cismin zərbədən sonrakı sürəti  $u_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$ , ikinci cismin sürəti isə

$u_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$  ifadəsi ilə müəyyən edilir.

Qeyri-elastiki mərkəzi zərbə nəticəsində hər iki cisim eyni bir  

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$
 - sürəti ilə hərəkət edirlər.

### Məsələ №55

Bütöv disk formasında olan blokdan nazik ip aşırılmışdır. İpin uclarından kütlələri  $m_1 = 100q$  və  $m_2 = 200q$  olan yüklər asılmışdır. Blokun kütləsinin  $m = 80q$  olduğunu qəbul edərək yüklərin hərəkət təcilini təyin etməli. İpin kütləsini və sürtünməni nəzərə almamaq olar.

### Həlli

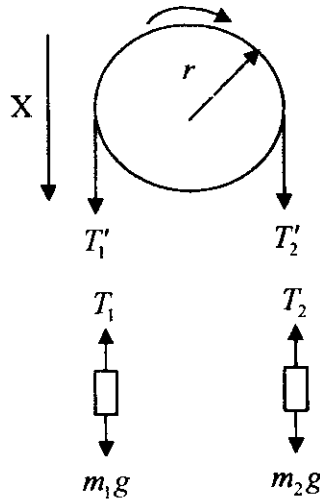
İrəliləmə və fırlanma hərəkəti dinamikasının əsas tənliklərindən istifadə edək. Bunun üçün hər bir yükə və blokə təsir edən ayrı-ayrı qüvvələri nəzərdən keçirək. Birinci cismə iki qüvvə təsir edir:  $m_1 g$  - ağırlıq qüvvəsi və ipin gərilmə qüvvəsi -  $T_1$ . Bu qüvvələrin  $x$  oxu boyunca proyeksiyalarını götürək və  $x$  oxunu şaquli aşağı yönəldək. Hərəkət tənliyini (Nyutonun ikinci qanununu) yazaq

$$m_1 g - T_1 = m_1 a \quad (1)$$

ikinci yükün hərəkət tənliyi isə  $m_2 g - T_2 = m_2 a$  (2)

(2) şəklində olar. İki qüvvə momentinin  $T_1 r$  və  $T_2 r$  - nin təsiri nəticəsində blok  $\varepsilon$  bucaq təcilini əldə etdiyi üçün fırlanma hərəkəti dinamikasının əsas tənliyinə əsasən yazmaq bilərəm ki,  $T_2 r - T_1 r = J_z \varepsilon$  (3), burada  $\varepsilon = a / r$ ,

$$J_z = \frac{1}{2} m r^2$$
 - blokun ətələt momentidir. (  $z$  oxuna nəzərən).



Şəkil 6

Nyutonun III qanununa əsasən  $T_1' = T_1$ ,  $T_2' = T_2$  (3')

(3) ifadəsində (3')-i nəzərə alsaq

$(m_2g - m_2a)r - (m_1g + m_1a)r = \frac{mr^2a}{2r}$  ifadəsini alarıq. Bu ifadəni  $r$  -

ə ixtisar edib qruplaşdırsaq alarıq

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1 + m/2} g \quad (4)$$

ədədi qiymətləri (4)-də nəzərə alıb hesablama aparsaq hərəkət təcili üçün

$$a = \frac{(200 - 100)q}{(200 + 100 + \frac{80}{2})q} \cdot 9,81 m/s^2 \cong 2,88 \frac{m}{s^2} \text{ alarıq.}$$

### Məsələ №56

Kəndirdən asılmış yükə 200 N qüvvə təsir etdikdə yük 2,2 m/san<sup>2</sup> təcillə qalxır. Həmin yükə 8,2 m/san<sup>2</sup> təcil verə bilən qüvvənin təsiri zamanı kəndir qırılır. Yükün kütləsini və qırılma anında kəndirin gərilməsini tapmalı.

**Verilir:**

$$F_1 = 200 \text{ N}$$

$$a_1 = 2,2 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = 8,2 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$m$  və  $F_2$  -ni tapmalı.

**Həlli:** Şaquli istiqamətdə yuxarı hərəkət edən yükə iki qüvvə təsir edir (havanın <sup>mişəmə</sup> istiqamət nəzərə alınmır): şaquli istiqamətdə yuxarı yönəlmiş kəndirin gərilmə qüvvəsi və şaquli istiqamətdə aşağı yönəlmiş yükün çəkisi. Nyutonun ikinci qanunundan istifadə edərək hər iki qüvvənin daxil olduğu aşağıdakı tənlikləri yazmaq olar:

$$\vec{F}_1 - P = m\vec{a}_1 \quad (1)$$

$$\vec{F}_2 - P = m\vec{a}_2 \quad (2)$$

Burada  $P$  – cismin çəkisi;  $\vec{F}_1$  – yük  $\vec{a}_1$  təcili ilə qaldırılan zaman kəndirin gərilməsi;  $\vec{F}_2$  isə qırılma anında kəndirin gərilməsidir.

Qüvvələr eyni bir düz xətt üzrə yönəldiklərindən onlar üzərindəki vektor işarəsini atmaq və  $P \cdot mg$ , yəni çəkini yükün kütləsi ilə sərbəstdüşmə təcilinin hasilini kimi ifadə edərək (1) və (2) tənliklərindən alırıq:

$$F_1 - mg = ma_1$$

$$F_2 - mg = ma_2$$

və nəhayət

$$F_1 = m(g + a_1) \quad (3)$$

$$F_2 = m(g + a_2) \quad (4)$$

(4) bərabərliyini (3) bərabərliyinə bölsək

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{g + a_2}{g + a_1} \quad (5)$$

olar və buradan qırılma anında kəndirin gərilməsi üçün

$$F_2 = F_1 \frac{g + a_2}{g + a_1} \quad (6)$$

alırıq. (3) tənliyindən isə yükün kütləsini tapırıq

$$m = \frac{F_1}{g + a_1} \quad (7)$$

Nəticədə  $m = 16,7 \text{ kq}$ ;  $F_2 = 300 \text{ N}$  alırıq.

### Məsələ №57

Stol üzərində (şəkil 7) kütlələri  $m_2 = 3 \text{ kq}$  və  $m_3 = 2 \text{ kq}$  olan iki yük onun səthinə paralel sapla bir-birinə bağlanmışlar.  $m_2$  yükünə bağlanmış və blokdan aşırılmış sapın digər ucundan  $m_1 = 2 \text{ kq}$  kütləli yük asılmışdır. Yüklərə sərbəstlik verilir. Hər iki aralıqda sapın gərilmə qüvvəsini, yüklər sisteminin hərəkət təcili ni tapın. Stol üzərindəki  $m_2$  və  $m_3$  yüklərinin stola sürtünmə əmsalları eyni olub  $k = 0,20$ -dir (blokun və sapın kütlələri, eləcə də blokda ki sürtünmə nəzərə alınmur).



**Verilir:**

$$m_1 = 2 \text{ kq}$$

$$m_2 = 3 \text{ kq}$$

$$m_3 = 2 \text{ kq}$$

$$k = 0,20$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$\vec{a}, \vec{T}_1$  və  $\vec{T}_2$  -ni tapmalı

**Həlli:**

Nyutonun ikinci qanunundan istifadə edərək hər bir yük üçün hərəkət tənliyini yazaq və onların birgə həllindən sistemin  $\vec{a}$  hərəkət təcilini və sapın gərilmə qüvvələrini  $\vec{T}_1$  və  $\vec{T}_2$  tapaq. Sadəlik üçün tənlikləri skalyar şəkildə yazaq.

Birinci yükə  $m_1 g$  ağırlıq qüvvəsi və sapın  $T_1$  gərilmə qüvvəsi təsir edir. Onların əvəzləyicisi  $m_1$  yükünə  $\vec{a}$  təcilini verir.

$$R_{1y} = m_1 g - T_1 = m_1 a \Rightarrow T_1 = m_1 g - m_1 a = m_1 (g - a).$$

İkinci yükə  $m_2 g$  ağırlıq qüvvəsi və stolun reaksiya qüvvəsi  $\vec{Q}_2$  təsir edir. Şaquli istiqamətdə təcil yoxdur, ona görə də onların əvəzləyicisi sıfır bərabərdir.

$$R_{2y} = Q_2 - m_2 g = 0 \Rightarrow Q_2 = m_2 g.$$

Nyutonun üçüncü qanununa görə dayaqın reaksiya qüvvəsi təzyiq qüvvəsinə ( $F_{T_2}$ ) bərabər olduğundan

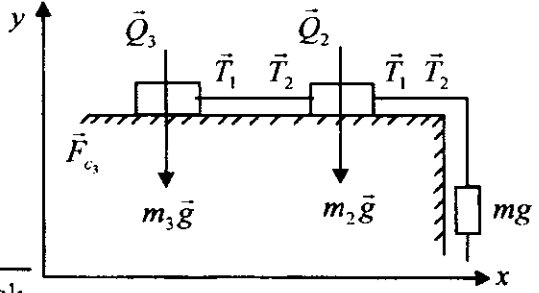
$$F_{T_2} = m_2 g$$

olar. Üfüqi səth üzrə  $m_2$  yükünə sağa doğru sapın  $\vec{T}_1$  gərilmə qüvvəsi və  $\vec{F}_{S_2}$  sürtünmə qüvvələri təsir edir. Onların əvəzləyiciləri

$$R_{2x} = T_1 - T_2 - F_{S_2}$$

olar.  $m_2$  yükü bütün sistem üçün eyni olan  $\vec{a}$  təcili ilə sağa doğru hərəkət edir. Ona görə də

$$R_{2x} = T_1 - T_2 - F_{S_2} = m_2 a; \quad F_{S_2} = k m_2 g$$



Səkil 7

olduğundan ( $k$  – sürtünmə əmsəlidir)

$$T_1 - T_2 - km_2g = m_2a$$

olar.

Analoji qaydada üçüncü yük üçün

$$T_2 + km_3g = m_3a \Rightarrow T_2 = m_3a + km_3g = m_3(a + kg)$$

alırıq.

Bu tənliklərin birgə həlli axtarılan kəmiyyətləri tapmağa imkan verir. Həmin tənlikləri bir sistemdə yazaq.

$$\begin{cases} m_1g - T_1 = m_1a \\ T_1 - T_2 - km_2g = m_2a \\ T_2 - km_3g = m_3a \end{cases}$$

Sistem tənlikləri tərəf-tərəfə toplayaq

$$m_1g - T_1 + T_2 - km_2g + T_2 - km_3g = m_1a + m_2a + m_3a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_1g - km_2g - km_3g = (m_1 + m_2 + m_3)a$$

$$\begin{cases} a = \frac{m_1g - k(m_2 + m_3)g}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{[m_1 - k(m_2 + m_3)]g}{m_1 + m_2 + m_3} \\ T_1 = m_1g - m_1a = m_1(g - a) \\ T_2 = km_3g + m_3a = m_3(kg + a) \end{cases}$$

Nəticədə  $a = 1,4 \text{ m/s}^2$ ;  $T_1 = 16,8 \text{ N}$ ;  $T_2 = 6,72 \text{ N}$  alırıq.

### Məsələ №58

İdeal elastiki kürə bircins ağırlıq qüvvəsi sahəsində elastiki zərbə qanunlarına müvafiq olaraq döşəmədən əks edərək yuxarı və aşağı hərəkət edir. Kürənin zamana görə orta kinetik enerjisi  $\bar{k}$  və potensial enerjisi  $\bar{u}$  arasında əlaqəni müəyyən etməli.

#### Həlli

Döşəmə üzərində ixtiyari nöqtəni koordinat başlanğıc götürüb, bu nöqtədən başlayan  $X$  oxunu şaquli istiqamətdə yuxarı yönəltsək alırıq:

$$\frac{d}{dt}(m\dot{x}) = m\dot{x}^2 - mgx = 2k - u$$

$k$  - kürənin kinetik enerjisi,  $U = mgx$  isə potensial enerjisidir. Bu ifadəni  $t = 0$  olan  $t = T_{\text{q}}$  kimi inteqrallayıb  $T \rightarrow \infty$  yaxınlaşdırsa, nəticədə  $2\bar{k} = \bar{u}$  olduğunu alarıq.

### Məsələ №59

Kütlələri  $m_1 = 100q$  və  $m_2 = 300q$  olan yüklər bloklar sistemindən şəkil 8-də göstəriləyi kimi asılmışdır. İpin gərilmə qüvvəsi  $T$ -ni tapmalı.

### Həlli

Hesab etsək ki,  $m_1$  kütləli cisim qalxır, tərpnən blok isə  $m_2$  kütləli cisimlə aşağı düşür, onda yüklərin hərəkət tənliklərini aşağıdakı şəkildə yazı bilərik:

$$\begin{cases} m_1 a_1 = T - m_1 g \\ m_2 a_2 = m_2 g - 2T \end{cases}$$

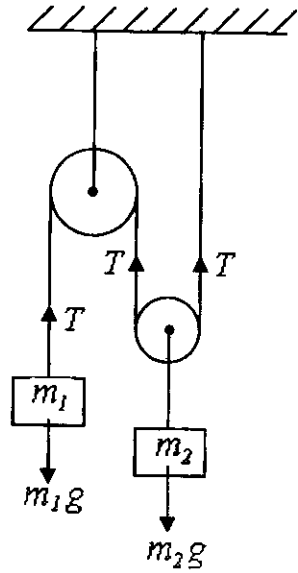
$a_1$  və  $a_2$  təcilləri arasındakı əlaqəni aşağıdakı mülahizədən tapa bilərik. Əgər birinci cisim  $h_1$  - hündürlüyünə qalxırsa, onda II cisim bu müddət

ərzində  $h_2 = \frac{h_1}{2}$  hündürlüyünə

enəcək. Gedilən yollar təcillərlə mütənəsb olduğundan alınır ki,

$a_2 = \frac{a_1}{2}$ . Aldığımız tənliklər

sistemini həll edərək yazı bilərik ki,



Şəkil 8

$$T = \frac{3m_1 m_2 g}{4m_1 + m_2} = 1,26N$$

$$a_1 = \frac{2(m_2 - 2m_1)g}{4m_1 + m_2} = 5,6m/s^2$$

$$a_2 = \frac{(m_2 - 2m_1)g}{4m_1 + m_2} = 2,8m/s^2$$

### Məsələ №60

Hidrogendə elastiki saxlanma qanunlarına aid səpilmə nəticəsində  $\alpha$  - zərrəcik və deytronun səpilməsində yaranan maksimal səpilmə bucağı nə qədər olar. Verilir:  $m_1$  -  $\alpha$  zərrəciyin kütləsi;  $v$  - səpilməyə qədərki sürəti;  $m_2$  - səpən zərrəciyin kütləsi;  $v_1$  və  $v_2$  zərrəciklərin səpilmədən sonrakı sürətləridir.

#### Həlli

Deyək ki,  $m_1$  səpilənədək  $\alpha$  - zərrəciyin və ya deytronun kütləsidir.  $v$  - zərrəciyin səpilməyə qədərki sürətidir.  $m_2$  - səpən zərrəciyin (hidrogen atomu) kütləsidir.

$v_1$  və  $v_2$  isə həmin zərrəciklərin səpilmədən sonrakı sürətləridir. (şəkil 9)

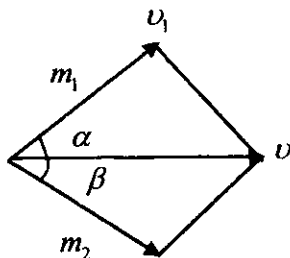
İmpuls və enerjinin saxlanması qanunlarından yaza bilərik:

$$m_1 v = m_1 v_1 \cos \alpha + m_2 v_2 \cos \beta$$

$$m_1 v \sin \alpha = m_2 v_2 \sin \beta$$

$$m_1 v^2 = m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2$$

$\beta$  bucağı və  $v_2$  - sürətini yox etməklə  $v_1$  - üçün kvadrat tənlik alarıq.



Şəkil 9

$$(m_1 + m_2)v_1^2 - 2m_1 v v_1 \cos \alpha + (m_1 - m_2)v^2 = 0.$$

$v_1$ -ə görə olan bu kvadrat tənliyin həllərinin həqiqi olması

üçün aydındır ki,  $\sin \alpha \leq \frac{m_2}{m_1}$  şərti ödənməlidir.

Bu şərti ödəyən maksimal  $\alpha$  bucağı tələb olunan  $\theta$  bucağına bərabər olacaq. Beləliklə  $\sin \theta = \frac{m_2}{m_1}$  və buradan da

$\theta = 14^\circ 30'$  olduğunu, deytron üçün isə  $\theta = 30^\circ$  olduğunu tapa bilərik.

### Məsələ №61

Suyun donması zamanı yaranan maksimal təziqi tapın.  
Buzun sıxlığı  $\rho_b = 0,917 \frac{q}{sm^3}$ ; yunq modulu  $E = 2,8 \cdot 10^{10} Pa$   
Puaason əmsalı  $\mu = 0,3$ .

#### Həlli

$$\text{Həcmnin nisbi dəyişməsi } \frac{\Delta V}{V} = \frac{3(1-2\mu)p}{E}$$

$$\Delta V = \frac{m(\rho_{su} - \rho_{buz})}{\rho_{su}\rho_{buz}} (\rho_{su} - \text{suyun sıxlığı, } m - \text{kütlə})$$

$$\text{Deməli } \frac{\Delta V}{V} = \frac{\rho_{su} - \rho_{buz}}{\rho_{su}} \text{ və maksimal təziq}$$

$$p = \frac{E(\rho_{su} - \rho_{buz})}{[3(1-2\mu)\rho_{su}]} = 2 \cdot 10^9 Pa.$$

### Məsələ №62

Kəndirdən asılmış yükə 98 N qüvvə təsir etdikdə yük  $2m/sm^2$  təcillə qalxır. Həmin yükə  $8 m/san^2$  təcil verə bilən qüvvənin təsiri zamanı kəndir qırılır. Yükün kütləsini və qırılma anında kəndirin gərilməsini tapmalı.

### Məsələ №63

Uclarında iki kiçik  $m_1=0,05 kq$  və  $m_2=0,02 kq$  kürecikləri bərkidilmiş uzunluğu  $l=0,6 m$  olan çox yüngül çubuq, ona perpendikulyar istiqamətdə onun ortasından keçən üfüqi ox ətrafında sürtünməsiz fırlana bilər. Çubuğu üfüqi vəziyyətə gətirib buraxırlar.

1) Çubuq hərəkətə başlayan anda  $\varepsilon$  bucaq təcili və oxa təsir edən  $F_1$  təziq qüvvəsini:

2) Tarazlıq vəziyyətindən keçən anda  $\omega$  bucaq sürətini və oxa təsir edən  $F_2$  təziq qüvvəsini :

3) Sistemin kiçik rəqslərinin T periodunu tapmalı.

### Məsələ №64

Çəkisi 10,5N olan cisim buz üzərində 2,44m/s sürətlə sürüşür və sürtünmə qüvvəsinin təsiri ilə 10 saniyədən sonra dayanır. Sürtünmə qüvvəsini bütün hərəkət boyu sabit hesab edərək onun qiymətini tapmalı.

### Məsələ №65

10 N sabit qüvvənin təsiri ilə cisim düz xətti hərəkət edir. Onun getdiyi yolun zamandan asılılığı  $S=A-Bt+Ct^2$  qanunu üzrə baş verir.  $C=1 \text{ m/s}^2$ . Cisimin kütləsini tapmalı.

### Məsələ №66

Sabit 5N qüvvənin təsiri ilə cisim düz xətti hərəkət edir. Onun getdiyi yolun zamandan asılılığı  $S=A-Bt+Ct^2$  qanunu üzrə baş verir.  $C=1 \text{ m/s}^2$ . Cisimin kütləsini tapmalı.

### Məsələ №67

Kütləsi  $m=0,4 \text{ kq}$  olan cismin getdiyi yolun zamandan asılılığı  $S=Asin \pi t$  qanunu ilə baş verir.  $A=4 \text{ sm}$ ;  $\omega = \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ .

Hərəkətə başlayandan 2 s sonra cismə təsir edən  $F$  qüvvəsini tapmalı.

### Məsələ №68

Çəkisi 20 N olan cisim 3 m/s sürətlə hərəkət edərək çəkisi 30 N olan və həmin istiqamətdə 1m/s sürətlə hərəkət edən II cismə toqquşur. Zərbənin mərkəzi və elastiki olduğunu qəbul edərək cisimlərin zərbədən sonrakı sürətlərini tapmalı.

### Məsələ №69

Çəkisi 20 N olan cisim 3 m/s sürətlə hərəkət edərək çəkisi 30 N olan və həmin istiqamətdə 1m/s sürətlə hərəkət edən II cismə toqquşur. Zərbənin mərkəzi və qeyri elastiki olduğunu qəbul edərək cisimlərin zərbədən sonrakı sürətlərini tapmalı.

### Məsələ №70

Çəkisi 20 N olan cisim 3 m/s sürətlə hərəkət edərək çəkisi 30 N olan və həmin istiqamətdə 1m/s sürətlə hərəkət edən II cismə toqquşur. Zərbədən sonra birinci cisim dayanır. Cisimlərin kütlələri nisbətini tapmalı.

### Məsələ №71

Çəkisi 30 N olan cisim 4 m/s sürətlə hərəkət edərək öz çəkisinə bərabər olan sükunətdəki ikinci cismə qeyri elastik toqquşur. Toqquşma nəticəsində ayrılan istilik miqdarını tapmalı

### Məsələ №72

Kütləsi 5 kq olan diskə  $F=20 \text{ N}$  toxunan qüvvə təsir edir  $\Delta t=5 \text{ s}$  ərzində disk hansı kinetik enerjini əldə edəcək?

### Məsələ №73

Reislər üzərində duran vaqona hansı qüvvə ilə təsir etmək lazımdır ki, o,  $t = 30s$  müddətində  $s = 11m$  yol getsin? Vaqonun kütləsi  $m = 16$  tondur. Vaqon hərəkət edərkən ona ağırlıq qüvvəsinin  $0,05$  hissəsinə bərabər olan sürtünmə qüvvəsi təsir edir.

### Məsələ №74

Kütləsi  $m = 4,65 \cdot 10^{-26} kq$  olan molekul  $v = 600m/s$  sürətlə hərəkət edərək qabın divarına onun normalı ilə  $\alpha = 60^\circ$  bucaq altında zərbə vurur və elastiki olaraq enerji itirmədən geri sıçrayır. Zərbə zamanı divarın aldığı qüvvə impulsunu tapın.

### Məsələ №75

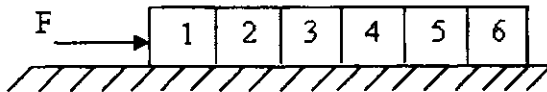
Kütləsi  $m = 1kq$  olan və nazik sapdan asılmış kürə tarazlıq vəziyyətindən  $\alpha = 30^\circ$  bucaq altında meyl etdirilərək buraxılır. Kürə tarazlıq vəziyyətindən keçərkən sapın gərilmə qüvvəsini tapın.

### Məsələ №76

Uzunluğu  $\ell = 50sm$  olan ipə bağlanmış  $m = 0,5kq$  kütləli cisim şaquli müstəvidə bərabər sürətlə fırlanır. Çevrənin aşağı nöqtəsində ipin gərilmə qüvvəsi  $F = 44N$  -dur. Sürət şaquli olaraq yuxarıya yönəldiyi anda ip qırılsa cisim hansı hündürlüyə qalxar.

### Məsələ №77

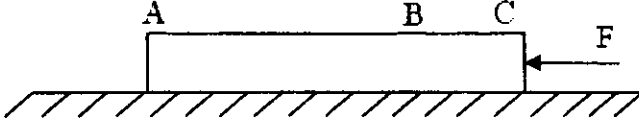
Hamar üfüqi müstəvi üzərində hər birinin kütləsi  $1 kq$  olan  $6$  ədəd eyni kub yerləşdirilmişdir.  $1$  kubuna sabit  $F = 12N$  qüvvə təsir edir (şəkil 10 bax). Hər bir kuba təsir edən əvəzləyici  $f$  qüvvəsini və  $4$  kubunun  $5$  kubuna hansı  $f_1$  qüvvəsi ilə təsir etdiyini tapmalı.



Şəkil 10

### Məsələ №78

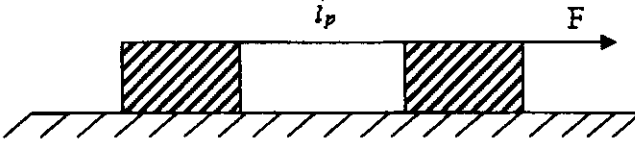
Hamar üfüqi müstəvi üzərinə kütləsi  $m$  və uzunluğu  $\ell$  olan bircins  $AC$  çubuğu qoyulmuşdur (şəkil 11). Sabit  $F$  qüvvəsi çubuğun sağ ucunu itələyir. Çubuğun xəyalən seçilmiş  $AB = \frac{4}{5}\ell$  hissəsi  $BC$  hissəsinə hansı  $F_1$  qüvvəsi ilə təsir göstərəcək.



Şəkil 11

### Məsələ №79

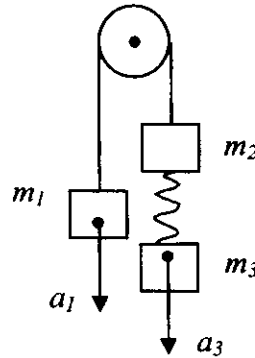
İki eyni cisim bir-biri ilə düz ip ilə bağlanıb hamar stol üzərində yerləşdirilmişdir (şəkil 12). Düz xətt kimi təsəvvür edilən ip 20N - dan böyük olmayan gərilməyə məruz qala bilər. Cisimlərdən birinə üfüqi istiqamətdə yönəlmiş hansı  $F$  qüvvəsi ilə təsir etmək lazımdır ki, ip qırılmasın.



Şəkil 12

### Məsələ №80

Yüklər sistemi Atvud maşınındadır (şəkil 13).  $m_2$  və  $m_3$  yükləri yayla birləşdirilmişdir.  $m_1$  yükündən tutaraq sistemi saxlayıb sonra buraxmışlar. Hərəkətə başlayan anda  $m_1$  və  $m_3$  yüklərinin təcilləri nə qədər olmuşdur?

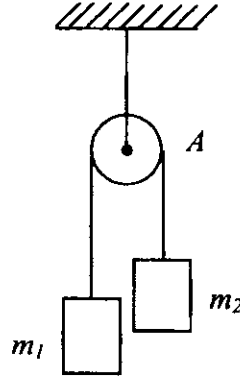


Şəkil 13



### Məsələ №81

Bərabərtəcilli hərəkət qanunlarını yoxlamaq üçün sxematik olaraq şəkil 5-də göstərilən Atvud maşınından istifadə olunur.  $A$  - blokundan aşırıdılmış ipin uclarına müxtəlif  $m_1$  və  $m_2$  kütləli cisimlər bağlanmışdır. Cisimlərin hərəkət təcilini, ipin gərilmə qüvvəsi  $T$ -ni və blokun oxuna təsir edən  $f$  qüvvəsini təyin etməli. Blok və ipi çəkisiz hesab edib, blokun oxuna sürtünməni nəzərə almamalı.



Şəkil 14

### Məsələ №82

Kütləsi  $0,5\text{kg}$  olan cisimin getdiyi yolun zamandan asılılığı  $S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$  ifadəsi ilə verilmişdir.  $C = 5\text{m/s}^2$   $D = 1\frac{\text{m}}{\text{s}^3}$  hərəkətin birinci saniyəsinin sonunda cisimə təsir edən qüvvəni tapmalı.

### Məsələ №83

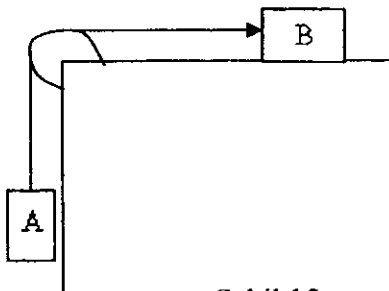
$F = 10\text{N}$  sabit qüvvənin təsiri ilə düzxətli hərəkət edən cismin getdiyi yolun zamandan asılılığı  $S = A - Bt + Ct^2$  ifadəsi ilə verilmişdir.  $C = 1\text{m/s}^2$  olduğunu bilərək cisimin kütləsini tapmalı.

### Məsələ №84

Kütləsi  $m = 0,5\text{kg}$  olan cisim elə hərəkət edir ki, onun getdiyi yolun zamandan asılılığı  $S = A \sin \omega t$  şəklində olur;  $A = 5\text{sm}$  və  $\omega = \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$  olduğunu bilərək hərəkətə başlayandan  $t = \frac{1}{6}\text{s}$  sonra cisimə təsir edən  $F$  qüvvəsini tapmalı.

### Məsələ №85

Çəkisiz blok stolun kənarına bərkidilmişdir. Çəkiliəri  $p_1 = p_2 = 10N$  olan  $A$  və  $B$  yükləri iplə birləşdirilib blokdan aşırılmışdır (şəkil 15).  $B$  yükünün stola sürtünmə əmsali  $k = 0,1$  tapmalı:



Şəkil 15

1) Yüklərin hərəkət təcillərini 2) ipin gərilmə qüvvəsini tapmalı. Blokda sürtünməni nəzərə almamalı.

### Məsələ №86

Kütləsi  $m$  olan cisim  $v$  sürəti ilə hərəkət edərək qarşısına çıxan divara zərbə vurur və elastiki olaraq divardan əks olunur.  $\vec{v}$  sürət vektoru divara çəkilmiş normal ilə  $\alpha$  bucağı əmələ gətirir. Divarın aldığı  $p$  - hərəkət miqdarını təyin etməli.

### Məsələ №87

Üfüqi müstəvi üzərində yük (cisim) vardır. Cisimlə müstəvi arasında sürtünmə əmsali  $0,1$ -dir. Taxtaya üfüqi istiqamətdə nə qədər təcil vermək lazımdır ki, onun üzərindəki cisim sürüşüb düşə bilsin.

### Məsələ №88

Kütləsi  $m = 10kq$  olan peykin en kəsiyinin sahəsi  $S = 0,5m^2$ -dir. Peyk  $H = 400km$  yüksəklikdə uçur. Bu hündürlükdə atmosferin sıxlığı  $\rho \approx 1,6 \cdot 10^{-11} kq/m^3$ -dur. Uçuş zamanı peykin məruz qaldığı  $F_{mq}$  - müqavimət qüvvəsini tapın. Peykin sürəti

$$v = 8 \frac{km}{s}$$

### Məsələ №89

Kosmonavt kütləsi  $M = 1,1 \cdot 10^{16} kq$  və radiusu  $R = 11,1km$  olan asteroiddən tullanaraq onu həmişəlik tərk edə bilərmə?

### §3. Mexaniki iş, güc və enerji

•  $s$  yerdəyişməsində  $F$  qüvvəsinin gördüyü iş  $A = \int_S F_s ds$  münasibəti ilə təyin edilir.  $F_s$  - qüvvənin yol üzrə proyeksiyası,  $ds$  - yolun müəyyən kiçik hissəsinin uzunluğudur. İntegrallama bütün yol üzrə aparılır. Xüsusi halda yerdəyişmə ilə dəyişməz bucaq altında təsir edən sabit qüvvənin gördüyü iş  $A = FS \cos \alpha$  ifadəsi ilə müəyyən edilir.  $\alpha = (\vec{F} \wedge \vec{S})$ , başqa sözlə  $\alpha$   $\vec{F}$  qüvvə vektoru ilə  $\vec{S}$  yerdəyişmə vektoru arasındakı bucaqdır.

Güc  $N = \frac{dA}{dt}$  düsturu ilə müəyyən edilir. Güc sabit olduqda

$N = \frac{A}{t}$  olur. Burada  $A, t$  müddətində görülən mexaniki işdir. Güc həmçinin  $N = (\vec{F}\vec{v}) = Fv \cos \alpha$  ifadəsi ilə müəyyən edilir.

• İrəliləmə hərəkəti edən cismin kinetik enerjisi

$T = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} = \frac{pv}{2}$ ,  $m$  - cismin kütləsi,  $v$  - hərəkət sürəti,  $p$  - impulsudur

• Tərpənməz  $z$  oxu ətrafında fırlanan cismin kinetik enerjisi

$T = \frac{1}{2} J_z \omega^2 = \frac{L_z^2}{2J_z}$ ,  $J_z$  - ətalət momentinin  $z$  oxu üzrə

proyeksiyası,  $L_z$  - hərəkət miqdarı momentinin  $z$  oxu üzrə proyeksiyası,  $\omega$  - bucaq sürətidir.

• Kinetik enerji ilə mexaniki iş arasında əlaqə  $A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$

• potensial enerji

a) elastiki deformasiya olunmuş yay üçün  $P = \frac{1}{2} kx^2$

$k$  - yayın sərtliyi,  $x$  - mütləq deformasiyadır.

b) Qravitasiya qarşılıqlı təsirin potensial enerjisi

$$P = -Gm_1 m_2 / r$$

$G$  - qravitasiya sabiti;  $m_1$  və  $m_2$  qarşılıqlı təsirdə olan cisimlərin kütlələridir,  $r$  - cisimlər arasındakı məsafədir (cisimlərə maddi nöqtə kimi baxılır).

v) bircins ağırlıq qüvvəsi sahəsində yerləşən cismin potensial enerjisi  $P = mgh$

$g$  - sərbəst düşmə təcili;  $h$  - sıfır qəbul edilən səviyyədən olan hündürlüyüdür (bu ifadə  $h \ll R$  şərti daxilində doğrudur), ( $R$  - Yer radiusudur).

- Mexaniki enerjinin saxlanması qanunu  $E = T + P = const$
- Xarici qüvvələrin gördüyü  $A$  işi sistemin enerjisinin dəyişməsi ölçüsü kimi təyin edilir

$$A = \Delta E = E_2 - E_1.$$

### Məsələ №90

Yaylı tapançadan şaquli istiqamətdə yuxarıya atəş açarkən kütləsi 20q olan güllə  $h = 5m$  hündürlüyə qalxmışdır. Yayın  $x = 10sm$  sıxıldığını bilərək onun sərtliyini müəyyən etməli. Yayın kütləsi nəzərə alınmır.

### Həlli

Güllə – yer sistemi (tapança ilə birlikdə) qapalı sistemdir. Bu sistemdə konservativ qüvvələr:

- elastiki və sürtünmə qüvvələri təsir göstərir. Ona görə də məsələni həll etmək üçün mexanikada enerjinin saxlanması qanunundan istifadə etmək olar. Bu qanuna görə başlanğıc halda sistemin tam mexaniki enerjisi  $E_1$  son haldakı (güllənin  $h$  - hündürlüyünə qalxdığı  $a_n$ ) tam mexaniki enerjiyə,  $E_2$  -yə bərabərdir, yəni

$$E_1 = E_2 \quad \text{və ya} \quad T_1 + P_1 = T_2 + P_2 \quad (1)$$

burada  $T_1, T_2, P_1$  və  $P_2$  - sistemin başlanğıc və son hallardakı kinetik və potensial enerjilərdir.

Güllənin kinetik enerjiləri başlanğıc və son hallarda sıfır olduğu üçün (1) münasibəti  $P_1 = P_2$  (2) şəklinə düşür.

Yerin cazibə sahəsində yer səthi üzərində potensial enerjinin sıfır olduğunu qəbul etsək, onda başlanğıc halda sistemin enerjisi

sıxılmış yayın potensial enerjisinə bərabər  $P_1 = \frac{1}{2}kx^2$ , son halda isə bu enerji güllənin  $h$ - hündürlükdəki potensial enerjisinə, başqa sözlə  $P_2 = mgh$  bərabər olar.  $P_1$  və  $P_2$ -nin ifadələrini (2)-də nəzərə alsaq  $\frac{1}{2}kx^2 = mgh$ ,  $K = \frac{2mgh}{x^2}$  (3) ifadəsini alarıq. (3)-ün doğruluğunu yoxlayaq. Bunun üçün (3)-ün sağ tərəfinə kəmiyyətlərin vahidlərini yazaq

$$\frac{[m][g][h]}{[x]} = \frac{1kg \cdot 1 \frac{m}{s^2} \cdot m}{1m^2} = 1 \frac{N}{m}$$

Kəmiyyətlərin qiymətlərini (3)-də nəzərə alaraq  $k$ -ni hesablaya bilərik

$$K = \frac{2 \cdot 0,02 \cdot 9,81 \cdot 5}{(0,1)^2} N/m = 196 \frac{N}{m}$$

#### Məsələ №91

Kütləsi  $m_1$  olan kürə üfüqi istiqamətdə  $v_1$  sürəti ilə hərəkət edərkən sükunətdə olan  $m_2$  kütləli kürə ilə toqquşur. Kürələr mütləq elastiki, zərbə isə düz və mərkəzidir. Zərbə zamanı birinci kürə öz kinetik enerjisinin hansı  $\varepsilon$  hissəsini ikinci kürəyə verir.

#### Həlli

Birinci kürənin ikinciyə verdiyi enerji

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_1} = \frac{m_2 v_2^2}{m_1 v_1^2} = \frac{m_2}{m_1} \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^2 \quad (1)$$

$T_1$  - birinci kürənin zərbəyə qədər kinetik enerjisi;  $v_2$  və  $T_2$  isə ikinci kürənin zərbədən sonrakı sürəti və kinetik enerjisidir.

(1) ifadəsindən görüldüyü kimi  $\varepsilon$ -nu tapmaq üçün  $v_2$ -ni tapmaq lazımdır.

Elastiki zərbə zamanı mexaniki enerjinin və impulsun saxlanma qanunları ödəndiyindən yaza bilərik ki,

$$m_1 v_1 = m_1 u_1 + m_2 u_2 \quad (2)$$