O’ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O’RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

ALISHER NAVOIY NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

MEXANIKA-MATEMATIKA FAKULTETI

MEXANIKA KAFEDRASI

DMI – 1 (dinamika)

NAZARIY MEXANIKADAN 8-MUSTAQIL ISHNI

TASHKIL ETISH, TOPSHIRIQLAR VA ULARNI BAJARISH BO’YICHA

USLUBIY QO’LLANMA

Samarqand – 2014

UDK 531.2(07)
BBK 22.21
№ 18

Nazariy mexanika fanidan 8-mustaqil ish topshiriqlari va ularni bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. DMI – 1 (dinamika). – Samarqand: SamDU nashri, 2013.

Tayyorlovchilar: t.f.d., prof.Xudoynazarov X.X.,
f.-m.f.n., dots. Buranov X.M.,
ass. Ismoilov E.A.

Mazkur uslubiy qo'llanma mexanika ta'lim yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar mustaqil ishlarini tashkil etish, topshiriqlar va ularni bajarish bo'yicha me'yoriy hujjat sifatida amal qiladi.

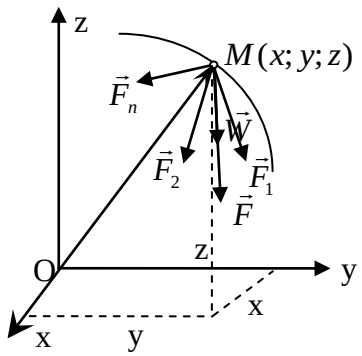
Uslubiy qo'llanma Mexanika kafedrasi professor-o'qituvchilari, magistrant va talabalarga mo'ljallangan.

Mustaqil ish № 8

Mavzu: Moddiy nuqtaning harakat differensial tenglamalari

Moddiy nuqtaning fazodagi holati biror koordinatalar sistemasida o'zining radius-vektori $\vec{r}$ bilan aniqlanadi. Nuqtaga ta'sir etuvchi $\vec{F}$ kuch nuqtaning holatiga, tezligiga va vaqtga bog'liq bo'lishi mumkin. Moddiy nuqtaga bir vaqtning o'zida bir nechta kuchlar, yani $\left(\vec{F}_1, \vec{F}_2, ..., \vec{F}_n\right)$ kuchlar sistemasi ta'sir etayotgan bo'lsa, kuchlar ta'sirining bog'liqmaslik qonuniga asosan harakatni kuchlar sistemasining geometrik yig'indisi $\vec{F} = \Sigma\vec{F}_i$ kuch ta'siridan hosil bo'ladigan harakat deb qarash mumkin (1-shakl). Shunday qilib, umumiy holda dinamikaning asosiy tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \vec{F}\left(\vec{r}, \frac{d\vec{r}}{dt}, t\right) \qquad (1)$$



1-shakl

Nuqta massasi, radius-vektori va ta`sir etuvchi kuchlar orasidagi bog`lanishni ifodalovchi bu tenglama nuqta harakat differensial tenglamasining vektor ko'rinishini ifodalaydi.

(1) tenglama uchta skalyar tenglamalar sistemasiga ekvivalent bo`ladi. Koordinatalar sistemasini tanlab (1) tenglamani tanlangan koordinatalar sistemasi o`qlariga proyeksiyalab, har xil ko`rinishdagi skalyar tenglamalar sistemasini hosil qilish mumkin.

Masalan (1) tenglamani qo'zg'almas dekart koordinatalar sistemasi o`qlariga proyeksiyalaymiz:

$$m\ddot{x} = F_x, \qquad m\ddot{y} = F_y, \qquad m\ddot{z} = F_z, \qquad (2)$$

bu yerda $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}$-lar tezlanishning koordinata o`qlaridagi proyeksiyalari, $F_x, F_y, F_z$ - lar ta`sir etuvchi kuchning o`sha o`qlardagi proyeksiyalari.

Moddiy nuqta dinamikasining ikkinchi masalasi moddiy nuqtaga ta`sir etuvchi $\vec{F}$ kuch, nuqtaning massasi m, shuningdek, nuqtaning boshlang`ich holati va boshlang`ich tezligi berilganda uning harakat qonunini topishdan iborat.

Bu masalani to`g`ri burchakli dekart koordinatalar sistemasida yechamiz. Ushbu holda nuqtaga ta`sir etuvchi kuch nuqtaning holatiga, tezligiga, vaqtga va h.k. ga bog`liq bo`lishi

mumkin. Biz kuchni nuqtaning holatiga, tezligiga va vaqtga bog`liq holi bilan chegaralanamiz. Bu holda nuqta harakat differensial tenglamalari (2) quyidagi ko`rinishda bo`ladi:

$$\begin{cases} m\dfrac{d^2x}{dt^2} = F_x(t;x,y,z,\dot{x},\dot{y},\dot{z}) \\ m\dfrac{d^2y}{dt^2} = F_x(t;x,y,z,\dot{x},\dot{y},\dot{z}) \\ m\dfrac{d^2z}{dt^2} = F_x(t;x,y,z,\dot{x},\dot{y},\dot{z}) \end{cases} \tag{3}$$

(3) tenglamalar $x = x(t),\quad y = y(t),\quad z = z(t)$ noma`lum funksiyalarga nisbatan ikkinchi tartibli differensial tenglamalar sistemasini ifodalaydi. Bu tenglamalarni integrallaganda har bittasida ikkitadan, oltita integrallash o`zgarmaslari qatnashadi, ya`ni

$$\begin{cases} x = x(t;C_1,C_2,C_3,...C_6), \\ y = y(t;C_1,C_2,C_3,...C_6), \\ z = z(t;C_1,C_2,C_3,...C_6). \end{cases} \tag{4}$$

(4) tenglamalardagi $C_i(i = 1,2,3,4,5,6)$ larning har bir qiymatiga bitta egri chiziq mos keladi, ya`ni bu tenglamalar cheksiz ko`p egri chiziqlar oilasini ifodalaydi. Buning mexanik ma’nosi shundan iboratki nuqta bir vaqtning o`zida bir nechta egri chiziq bo`ylab harakatlanishi kerak. Bunday bo`lishi mumkin emas. Bu aniqmaslikni ochish uchun nuqtaning boshlang`ich holati va boshlang`ich tezligini bilish kerak. Koshi masalasi yechimining mavjudligi va yagonaligi teoremasiga asosan, nuqtaning berilgan boshlang`ich holatdan berilgan boshlang’ich tezlik bilan sodir bo`ladigan harakatiga yagona egri chiziq mos keladi.

Boshlang`ich $t = t_0$ paytda nuqtaning koordinatalari va tezlikning boshlang`ich proyeksiyalari berilgan bo`lsin, ya`ni

$$t = t_0:\ x = x_0,\ \ y = y_0,\ \ z = z_0,\ \ \dot{x} = \dot{x}_0,\ \ \dot{y} = \dot{y}_0,\ \dot{z} = \dot{z}_0, \tag{5}$$

(5) munosabatlarga boshlang’ich shartlar deyiladi.

(4) tenglamalarning ikkala tomonlaridan vaqt bo’yicha bir marta hosila olamiz:

$$\begin{cases} \dot{x} = \dot{x}(t;C_1,C_2,...C_6), \\ \dot{y} = \dot{y}(t;C_1,C_2,...C_6), \\ \dot{z} = \dot{z}(t;C_1,C_2,...C_6). \end{cases} \tag{6}$$

(5) boshlang`ich shartlarni (4) va (6) tenglamalarga qo`ysak $C_i(i=1,2,...,6)$ o`zgarmaslarga nisbatan oltita algebraik tenglamalar sistemasini hosil qilamiz. Bu tenglamalar sistemasini yechib, $C_i(i=1,2,...,6)$ larning qiymatlarini topamiz, ya'ni

$$C_i = f_i(x_0, y_0, z_0, \dot{x}_0, \dot{y}_0, \dot{z}_0). \; C_i(i=1,2,...,6) \tag{7}$$

O`zgarmaslarning topilgan qiymatlarini (6) umumiy yechimga qo`yib, masalaning berilgan boshlang`ich shartlarni qanoatlantiruvchi yechimini topamiz ya`ni

$$\begin{cases} x = \varphi_1(t; x_0, y_0, z_0, \dot{x}_0, \dot{y}_0, \dot{z}_0); \\ y = \varphi_2(t; x_0, y_0, z_0, \dot{x}_0, \dot{y}_0, \dot{z}_0); \\ z = \varphi_3(t; x_0, y_0, z_0, \dot{x}_0, \dot{y}_0, \dot{z}_0). \end{cases} \tag{8}$$

(8) tenglamalar nuqtaning berilgan boshlang`ich holatdan berilgan boshlang`ich tezlik bilan sodir bo`ladigan harakat tenglamalarini ifodalaydi.

Moddiy nuqta dinamikasining ikkinchi masalasini quyidagi tartibda yechish tavsiya etiladi:

1. Masalaning berilishiga qarab, tegishli koordinatalar sistemasi tanlanadi.
2. Moddiy nuqtaga ta'sir etuvchi kuchlar shaklda tasvirlab olinadi.
3. Nuqtaning boshlang'ich holati va boshlang'ich tezligi, ya'ni boshlang'ich shartlar aniqlab olinadi.
4. Moddiy nuqtaning tanlangan koordinatalar sistemasiga nisbatan harakat differensial tenglamalari tuziladi.
5. Tuzilgan harakat differensial tenglamalarning berilgan boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi yechimi topiladi.

MODDIY NUQTANING HARAKAT DIFFERENSIAL TENGLAMALARI

D.1 – Topshiriq. O'zgarmas kuchlar tasirida bo'lgan moddoy nuqtaning harakat Differensial tenglamalarini integrallash

III. MUSTAQIL YECHISH UCHUN TOPSHIRIQLAR

1-5-VARIANTLAR (1-chizma, 1-sxema). Jism *A* nuqtadan gorizont bilan α burchak tashkil qiluvchi qiya tekislikning l uzunlikdagi *AB* qismi bo'ylab τc. Davomida harakat qiladi. Uning boshlang'ich tezligi v_a. Jismning tekislik bo'ylab sirpanish ishqalanish koeffitsiyenti f ga teng. *B* nuqtada jism tekislikni v_b tezlik bilan tark etadi va havoda *T* s. bo'lib, gorizontga β burchak ostida qiyalangan *BD* tekislikning *C* nuqtasiga v_c tezlik bilan tushadi.

Masalani yechishda jism moddiy nuqta, deb qabul qilinsin. Havoning qarshiligi hisoga olinmasin.

1-variant. Berilgan: $\alpha = 30^\circ, v_A = 0, f = 0,2; l = 10m, \beta = 60^\circ.$ τ *va* h aniqlansin.

2-variant. Berilgan : α =20 $\beta = 60^0, h = 5m, v_A = 2m/s,$ $f = 0,2;$ vanuqtaning *BC* qismidagi traektoriyasining tenglamasini tuzilsin

3-variant. Berilgan: $v_A = 4m/s,$; $f = 0, l = 8m, d = 10\,m, \beta = 50^0,$ $\alpha = 45^0,$ v_B *va* τ aniqlansin.

4-variant. Berilgan: $v_A = 0, \tau = 2c,$ $l = 9,8m, \beta = 60^0$ $f = 0.\alpha$, T aniqlansin.

5-variant. Berilgan: $\alpha = 30^0,$ $v_A = 0; l = 9,8m, \tau = 3c, \beta = 45^0$ f *va* v, aniqlansin.

6-10 VARIANTLAR (1-chizma, 2-sxema.). Chang'ichi gorizontga α burchak ostida qiyalangan tramplinning l uzunlikdagi *AB* qismining *A* nuqtasiga v_A tezlik bilan keladi. chang'ichining *AB* qismidagi sirpanish ishqalanish koeffitsiyenti *f* ga teng. Chang'ichi *A* dan *B* gacha τc. davomida harakatlanadi.U *B* nuqtada tramplinni v_B tezlik bilan tark etadi. *T* s dan keyin chang'ichi gorizont bilan β burchak tashkil qiluvchi tog'ning *C* nuqtasiga v_c tezlik bilan kelib tushadi.

Masalani yechishda chang'ichi moddiy nuqta, deb qabul qilinsin va havoning qarshilik kuchi hisobga olinmasin.

6-variant.Berilgan: $\alpha = 15^0$ $f = 0,2, \beta = 30^\circ.$ $\tau = 0,2c$ $h = 40\,m,$ l *va* v_c aniqlansin.

7-variant.Berilgan: $\alpha = 20^0,$ $f = 0,1$ $v_A = 16m/s; l = 5m, \beta = 45^\circ.$ v_B *va* T aniqlansin.

8-variant. Berilgan: $v_A = 21m/s,\ f = 0,\ \beta = 60^0,\ v_B = 20m/s\ va\ \ \alpha\ va\ d$ aniqlansin.

9-variant.Berilgan: $v_A = 25m/s,\ f = 0{,}1\ \ \tau = 0{,}3; h = 30\sqrt{2}m, \beta = 45^\circ.\ \ v_B\ va\ \ v_A$ aniqlansin.

10-variant.Berilgan: $\alpha = 20^0,\ f = 0\ \ v_A = 12m/s; d = 50m, \beta = 60^\circ. \tau$ va chang'ichining *BC* qismidagi traektoriyasining tenglamasi aniqlansin.

11-15 VARIANTLAR (1-chizma,3-sxema). Mototsikl A nuqtada v_A tezlikka ega bo'lib, Gorizont bilan tashkil qiluvchi *L* uzunlikdagi *AB* qism bo'ylab τc. davomida ko'tariladi. Mototsikl butun *AB* qism davomida doimiy *P* kuch tasirida harakatlangan holda *B* nuqtaga kelib v_B tezlikka ega bo'ladi va *T* s davomida havoda bo'lib, eni d bo'lgan jarlikda uchib o'tadi hamda *C* nuqtaga v_c tezlik bilan kelib tushadi. Mototsiklning mototsiklchi bilan birgalikdagi massasi m ga teng

Masalani yechishda mototsiklning mototsiklchi bilan birgalikda moddiy nuqta deb hisoblansin va harakatga qarshilik kuchlari hisobga olinmasin.

11-variant. Berilgan: $\alpha = 25^0,\ \ v_A = 0;\ p \neq 0, l = 40\,m, d = 3\,m\ \ v_B = 4{,}5\,m/s\ \ \tau\ va\ \ h$ aniqlansin.

12-variant. Berilgan: $\alpha = 30^0,\ \ p = 0,\ l = 40\,m,\ h=2m,\ v_B = 4{,}5\,m/s\ \ v_A\ va\ \ d$ aniqlansin.

13-variant. Berilgan: $\alpha = 30^0,\ \ h = 1{,}5\,m\ \ \ v_A = 0\ \ d = 3m\ \ m = 400kg, \tau = 20\ \ p\ va\ l$ aniqlansin.

14-variant. Berilgan : $\alpha = 30^0,\ d=3m,\ \ v_A = 0\ \ l = 40\ \ m = 400kg,\ \ \ p = 2{,}2kH\ \ v_B\ va\ v_c$ aniqlansin

15-variant. Berilgan : $\alpha = 25^0, d = 4\,m\ \ \ v_A = 0\ \ l = 50\ ,\ \ \ p = 2kH\ \ h = 2m\ \ T\ va\ m$ aniqlansin

16-20- VARIANTLAR (1-chizma, 4-sxema). Tosh nishablikning gorizont bilan α burchak tashkil qiluvchi va uzunligi L bo'lgan AB qism bo'ylab $\tau\,c$ davomida sirpanadi. Uning boshlang'ich tezligi v_A toshning nishablik bo'ylab sirpanish ishqalanish koeffitsiyenti f ga teng. Tosh B nuqtadan v_B tezlikka ega bo'lib $\tau\,c$ sekontdan keyin C nuqtada vertikal joylashgan himoya devoriga borib uriladi. Masalani yechishda tosh moddiy nuqta, deb qabul qilinsin. Havono qarshiligi hisobga olinmasin.

16-variant. Berilgan : $\alpha = 30^0,\ \ d=3,\ v_A = 2m/s,\ \ l = 3m,\ f = 0{,}2\ \ h = 2m\ \ T\ va\ h$ aniqlansin

17-variant. Berilgan : $\alpha = 50,\ \ \ l = 6\,m\ \ \ v_B = 2v_A, h = 6m, \tau = 1c, d\ va\ f$ aniqlansin

18-variant. Berilgan : $\alpha = 45^0, d = 5m,\ v_A = 0\ \ l = 2m,\ f = 0{,}1,\ \tau\ va\ h$ aniqlansin

19-variant. Berilgan : $\alpha = 15^0,\ l=4\ m,\ v_B = 5m/s,, \tau = 1{,}5c, d = 2m\ \ f = 0, v_A\ va\ h$ aniqlansin

20-variant. Berilgan : $\alpha = 50, v_A = 0, h = 4m, d = 2m\ f = 0{,}3\ \ l\ va\ \tau$ aniqlansin

21-25- VARIANTLAR (1-chizma, 5-sxema). Jism gorizont bilan α burchak tashkil qiluvchi qiya tekislikning *L* uzunlikdagi *AB* qismi bo'ylab *A* nuqtadan harakat qiladi. Uning boshlang'ich tezligi v_A sirpanish ishqalanish koeffitsiyenti f ga teng. τc.dan keyin jism *B* nuqtada v_B tezlik bilan qiya tekislikni tark etadi va gorizontal tekislikning *C* nuqtasiga v_C tezlik bilan tushadi. bunda u havoda *T s*. vaqt mobaynida bo'ladi. Masalani yechishda jism moddiy nuqta, deb qabul qilinsin va havoni qarshiligi hisobga olinmasin.

21-variant. Berilgan: $\alpha = 30^0$, *f=0,5*, $v_A = 1m/s$, $f = 0,1$, $\tau = 1,5c$; $h = 10m$ v_B *va d* aniqlansin

22-variant. Berilgan : $\alpha = 60^0$, $v_A = 0$, $h = 4m, l = 10m$ $\tau = 2c$. f *va BC* qismida traektoriyaning Tenglamasi aniqlansin.

23-variant.Berilgan: $f = 0, v_A = 0, l = 9,81m; \tau = 2c, h = 20m, \alpha$ *va I* aniqlansin.

24-variant.Berilgan: $v_A = 0, \alpha = 30^0$, $f = 0,2; l = 10m$, *d=10m* , τ *va h* aniqlansin.

25-variant.Berilgan: $v_A = 0, \alpha = 45^0$, $f = 0,2$; $l = 6m, h = 4,5m$ τ *va* v_C aniqlansin.

26-30-VARIANTLAR (1-chizma, 6-sxema). Jism *A* nuqtada v_A tealikka ega bo'lib,l uzunlikdagi gorizontal *AB* qism bo'ylab τc. Davomida harakatlanadi. Jismning tekislik bo'ylab sirpanish ishqalanish koeffitsenti f ga

teng. Jism B nuqtada v_B tezlik bilan tekislikni tark etadi va havoda T c. vaqt davomida bo'lib,C nuqtaga v_C tezlik bilan tushadi. Masalani yechishda jism moddiy nuqta deb qabul qilinsin. havoni qarshiligi hisobga olinmasin.

26-variant. Berilgan: $v_A = 7m/s$, $f = 0,2; l = 8m, h = 20m$, d *va* v_C aniqlansin.

27-variant. Berilgan: $v_A = 4m/s$, $f = 0,1; l = 8m, \tau = 2c$, $d = 2m$, v_B *va h* aniqlansin.

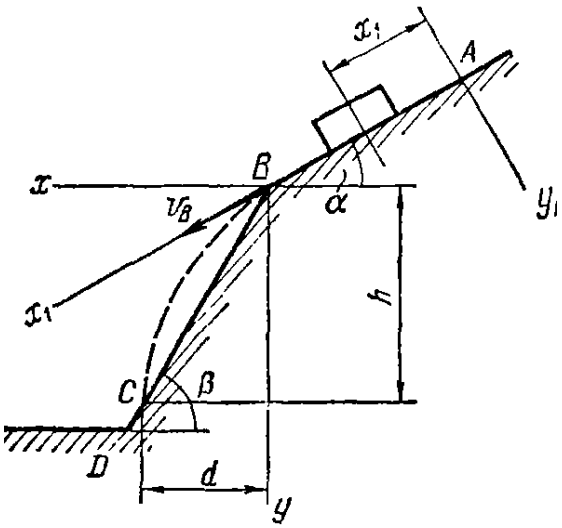
28-variant.Berilgan: $v_B = 3m/s$, $f = 0,3; l = 3m, h = 4,5m.$ v_A *va T* aniqlansin.

29-variant. Berilgan: $v_A = 3m/s, v_B = 1m/s, l = 2,5m,$; $h = 20m$ f *va d* aniqlansin.

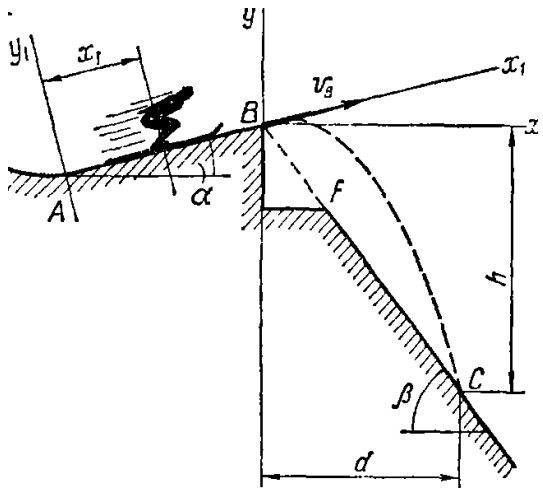
30-variant.Berilgan : $f = 0.25$; $l = 4m$; $d = 3m; h = 5m.$ v_A *va* τ aniqlansin.

1-chizma.

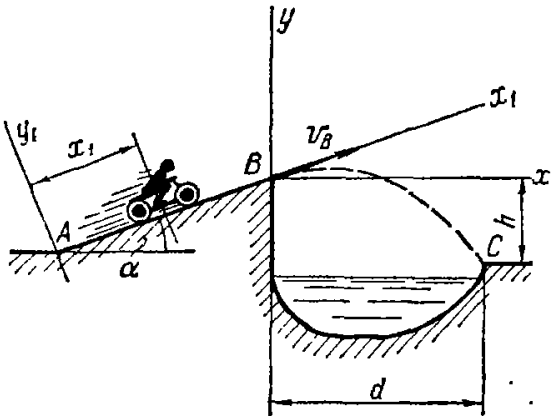
1


x_1
A
B
x
v_B
α
y_1
x_1
h
C
β
D
d
y

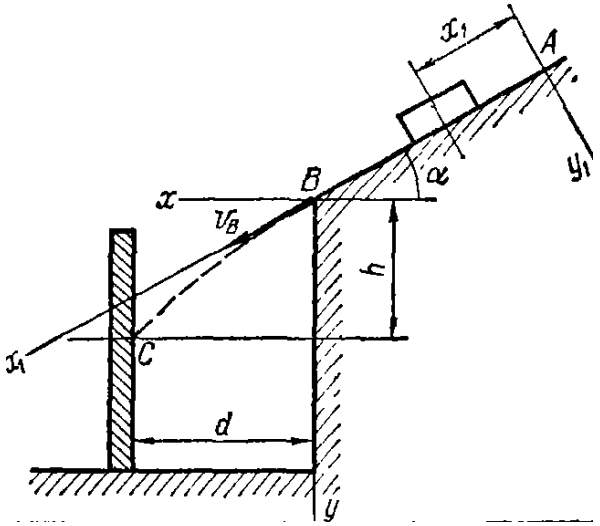
2


y
y_1
x_1
x_1
v_B
B
x
A
α
f
h
C
β
d

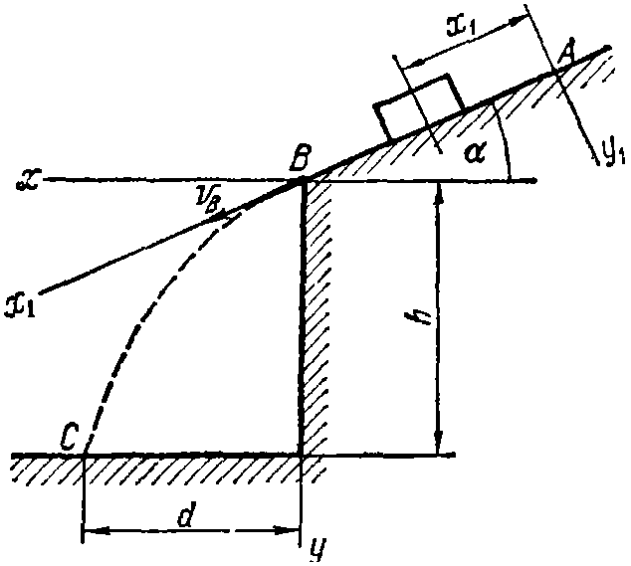
3


y
x_1
y_1
x_1
v_B
B
x
A
h
C
α
d

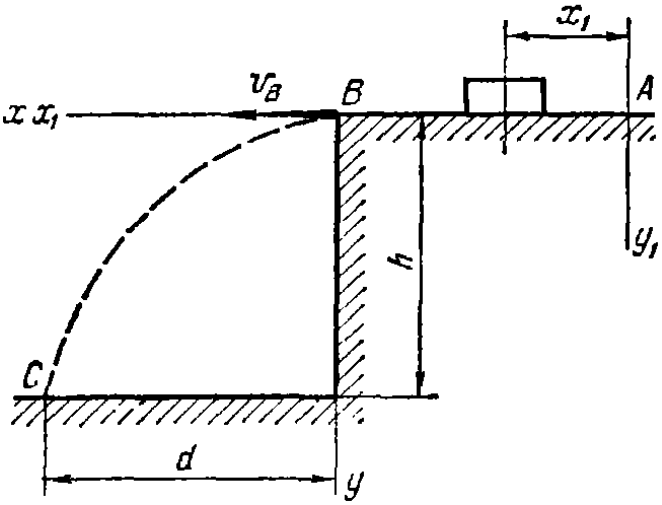
4


x_1
A
B
α
y_1
x
v_B
h
x_1
C
d
y

5

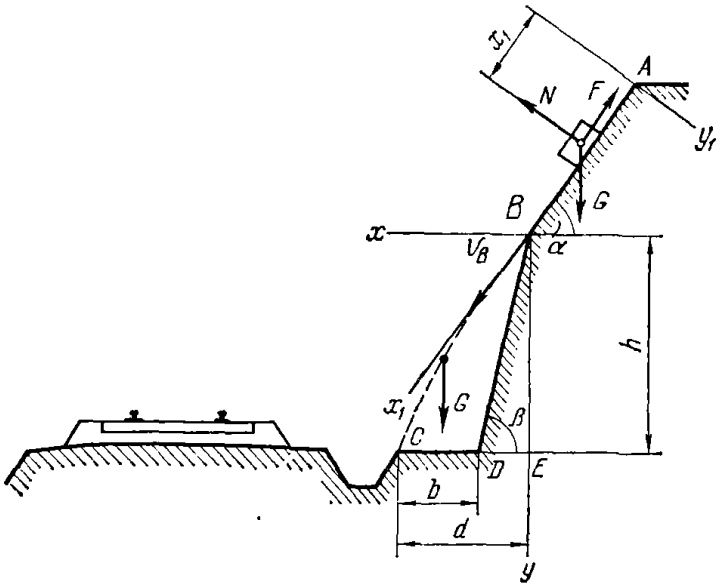

x_1
A
B
α
y_1
x
v_B
x_1
h
C
d
y

6


x_1
v_B
B
A
x x_1
y_1
h
C
d
y

Topshiriqni bajarish bo'yicha na'muna (2-shakl). Qoyaning temir yo'l o'tgan o'ymalarida kyuvetlarni ularga nishabliklardan tosh ko'kilarining tushishidan himoya qilish uchun DC "supa" qilinadi.Toshning nishablikning eng yuqori nuqtasi A dan tushishi mumkunligini etiborga olib va bunda uning boshlang'ich tezligini $v_0 = 0$ deb hisoblab, supaning eng kichik eni b va unga toshning tushish tezligi v_C aniqlansin .Tosh nishoblikning gorizont bilan α burchak tashkl qiluvchi va uzunligi *l* bo'lgan AB qismi bo'ylab τ sekund davomida harakat qiladi.

Masalani yechishda toshning AB qismidagi sirpanish ishqalinish koefsenti f o'zgarmas,deb hisoblansin,havoning qarshiligi esa etiborga olinmasin



2-shakl.

Berilgan: $v_A = 0;\ \alpha = 60°; l = 4m; \tau = 1; f \neq 0; h = 5m;\ \beta = 75°; .b\ va\ v_C$ aniqlansin.

Yechish: *AB* qismda toshning harakarini qurib chiqamiz.Toshni moddiy nuqta deb olib, unga tasir qiluvchi kuchlarni ko'rsatamiz,og'irlik kuchi $\vec{G}$, normal reaksiya kuchi $\vec{N}$ va sirpanish ishqalanish kuchi $\vec{F}$. Toshning *AB* qismdagi harakat differinsial tenglamasini tuzamiz :

$$mx_1 = \sum X_{i1}, mx_1 = Gsin\alpha - F.$$

Ishqalanish kuchi

$$F = fN.$$

bu yerda

$$N = G\cos\alpha.$$

Shunday qilib,

$$m\ddot{x}_1 = G\sin\alpha - fG\cos\alpha. \ddot{x}_1 = g\sin\alpha - fg\cos\alpha.$$

Differensial tenglamani ikki marta integrallab, quyidagilarni olamiz,

$$\dot{x}_1 = g(\sin\alpha - f\cos\alpha)t + C_1;$$

$$x_1 = \left[\frac{g(\sin\alpha - f\cos\alpha)}{2}\right]t^2 + C_1 t + C_2.$$

Integrallashning o'zgarmas ifodalarini aniqlash uchun masalaning boshlang'ich shartlaridan foydalanamiz:

$t=0$ da $x_1 = 0,\ \dot{x}_1 = 0.$

Bu boshlang'ich shartlarni yuqorida integrallab topilgan tenglamalarga qo'yib, o'zgarmaslar uchun quyidagi qiymatlarni olamiz:

$$C_1 = 0, C_2 = 0.$$

Unda $x_1 = g(\sin\alpha - f\cos\alpha)t,$

$$x_1 = \left[\frac{g(\sin\alpha - f\cos\alpha)}{2}\right]t^2.$$

Tosh *AB* qismni tark etgan τ on uchun

$$\dot{x}_1 = v_B, x_1 = l,$$

ya'ni

$$v_B = g(\sin\alpha - f\cos\alpha)\tau,$$

$$l = \left[\frac{g(\sin\alpha - f\cos\alpha)}{2}\right]\tau^2,$$

Bu yerdan $v_B = \frac{2l}{\tau}$, yani $v_B = 2 \cdot \frac{4}{1}$ =*8m/s.*

Toshning B nuqtadan *C* nuqtagcha bo'lgan harakatini qaraymiz. Toshga ta'sir qiluvchi og'irlik kuchi $\vec{G}$ ni ko'rsatib, uning harakat differensial tenglamasini tuzamiz :

$$m\ddot{x} = 0, m\ddot{y} = G.$$

Masalaning boshlang'ich shartlari:

$t=0$ da $x=0, y=0;$

$$\dot{x} = v_B\cos\alpha;\ \dot{y} = v_B\sin\alpha.$$

Differensial tenglamalarni ikki marta integrallaymiz:

$$x = C_3; y = gt + C_4;$$

$$x = C_{3t} + C_4; y = \frac{gt^2}{2} + C_4 t + C_6.$$

Bu yerda boshlang'ich shartlarni qo'yib, quyidigalarni topamiz:

$$C_3 = v_B cos\alpha;\ C_4 = v_B sin\alpha;$$

$$C_5 = 0;\ C_{6=0.}$$

Toshning tezliklari proyeksialaring quyidagi tenglamalarini:

$$\dot{x} = v_B cos\alpha, \dot{y} = gt + v_B sin\alpha.$$

va uning harakat tenglamalarini:

$$x = v_B cos\alpha \cdot t, y = \frac{gt^2}{2} + v_B sin\alpha \cdot t.$$

olamiz.

Tosh traektoriyasining tenglamasini harakat tenglamalaridan *t* parametrni yo'qotib topamiz.Birinchi tenglamadan *t* ni aniqlab va uning qiymatini ikkinchisiga qo'yib, parabolaning tenglamasini hosil qilamiz

$$y = gx^2/(2v_1B^2 \cos^2 \alpha) + xtg\alpha.$$

Toshning tushish onida *y=h, x=d* bo'ladi, unda traektoriyaning tenglamasidan ushbu qiymatlarni topamiz:

$$d_1 = 2{,}11m;\ d_2 = -7{,}75m.$$

Toshning harakat trayektoriyasi parabolaning musbat abssissali nuqtalar tarmog'i bo'lgani uchun *d=2,11 m.*

Supaning minimal eni *b=d-ED=* $d - \frac{h}{tg75^\circ}$ yoki *b=0,77m.*

Toshning harakat tenglamasi $x = v_B cos\alpha \cdot t$ dan foydalanib, uning *B* nuqtadan *C* nuqtagacha bo'lgan harakat vaqti *T* ni topamiz :

$$T=0{,}53s.$$

Toshning tushayotgandagi tezligini tezlikning koordinata o'qlariga proeksiyalari

$$\dot{x} = v_B cos\alpha;\ \dot{y} = gt + v_B sin\alpha.$$

orqali quyidagi formulani topamiz :

$$v = \sqrt{x^2 + y^2}.$$

Toshning tushish oni *t=T=0,53s*.

$$v_C = \sqrt{(v_B cos\alpha)^2 + \left(gT + v_B sin\alpha\right)^2}\ .$$

yoki

$$v_c = 12{,}8\frac{m}{s}.$$

Adabiyotlar

1. Aziz-Qoriyev S.Q., Yangurazov Sh.X. Nazariy mexanikadan masalalar yechish metodikasi. I-qism. – T.: «O'qituvchi», 1974.
2. Meshcherskiy I.V. Nazariy mexanikadan masalalar to'plami. - T.: O'qituvchi, 1989.
3. Rashidov T., Shoziyotov Sh., Mo'minov Q.B. Nazariy mexanika asoslari. - T.: «O'qituvchi», 1990.
4. O'rozboyev M.T. Nazariy mexanika asosiy kursi, - T.: «O'qituvchi», 1966.
5. Yablonskiy A.A.Sbornik zadaniy dlya kursovix rabot po teoreticheskoy mexanike. M.: Visshaya shkola, 1972.
6. Targ S.M. Kratkiy Kurs teoreticheskoy mexaniki. - M.: «Nauka», 1974.