

# Inercoīds – netriviālas sistēmas kustība

---

J. Tambergs, G. Māliņš, A. Andrejevs

# Motivācija

---

- Jau kopš pagājušās tūkstošgades turpinās asi strīdi par Inercoīdiem un alternatīviem kustības mehānismiem
- Lai arī no vienkāršas mehānikas viedokļa situācija šķiet primitīva, zinātniekiem par to ir atšķirīgs viedoklis
- Raksturīga visu strīdu pazīme ir viennozīmīgu pierādījumu trūkums
- Patiesībai ir nozīme!

# Referāta saturs

---

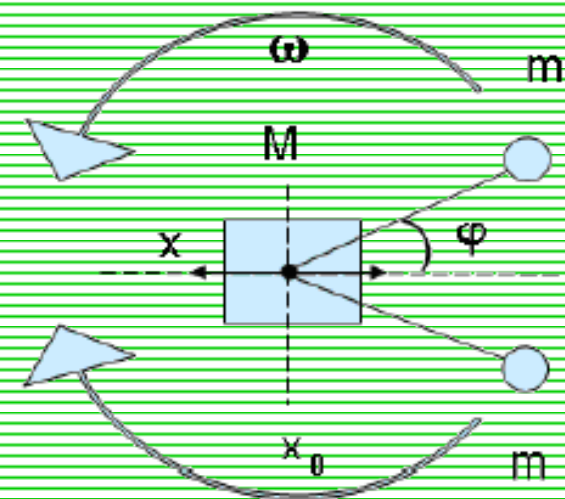
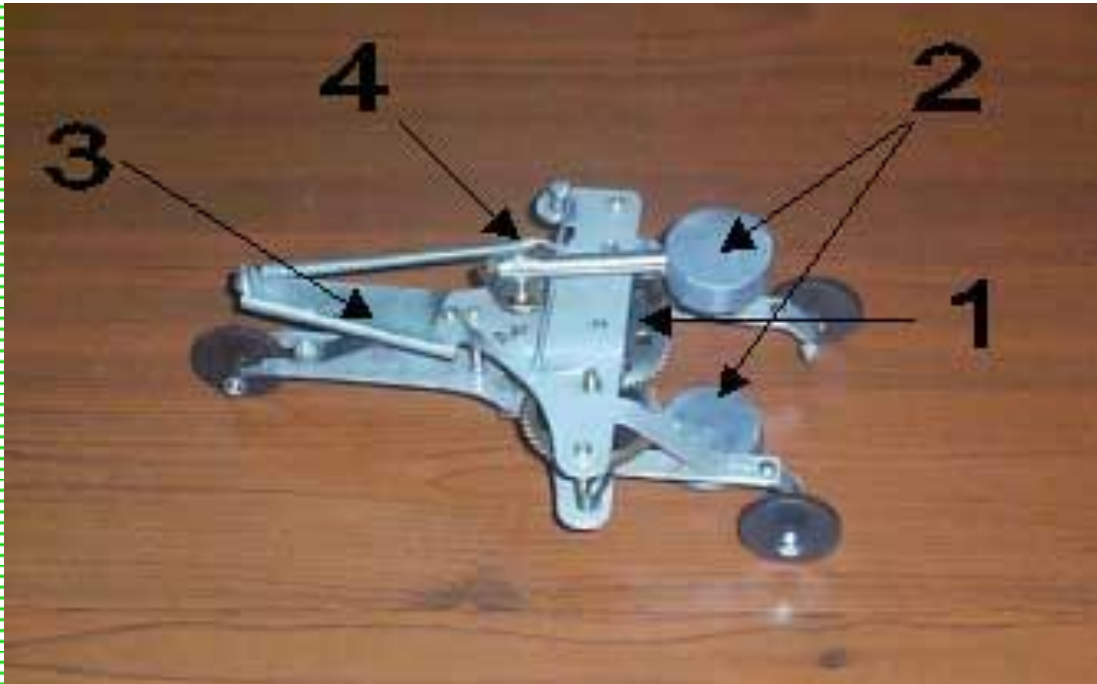
- ❑ Inercoīds, tā darbības princips, kustība un tās demonstrācija (G. Māliņš)
- ❑ Inercoīda kustības iespējamie skaidrojumi (J. Tambergs)
- ❑ Videomateriāli par eksperimentiem ar inercoīdiem (A. Andrejevs)
- ❑ Kopsavilkums – patreizējais stāvoklis un perspektīvas (J. Tambergs)
- ❑ Diskusija

# Referāta saturs

---

- Inercoīds, tā darbības princips, kustība un tās demonstrācija (G. Māliņš)
- Inercoīda kustības iespējamie skaidrojumi (J. Tambergs)
- Videomateriāli par eksperimentiem ar inercoīdiem (A. Andrejevs)
- Kopsavilkums – patreizējais stāvoklis un perspektīvas (J. Tambergs)
- Diskusija

# Kas ir Inercoīds ?



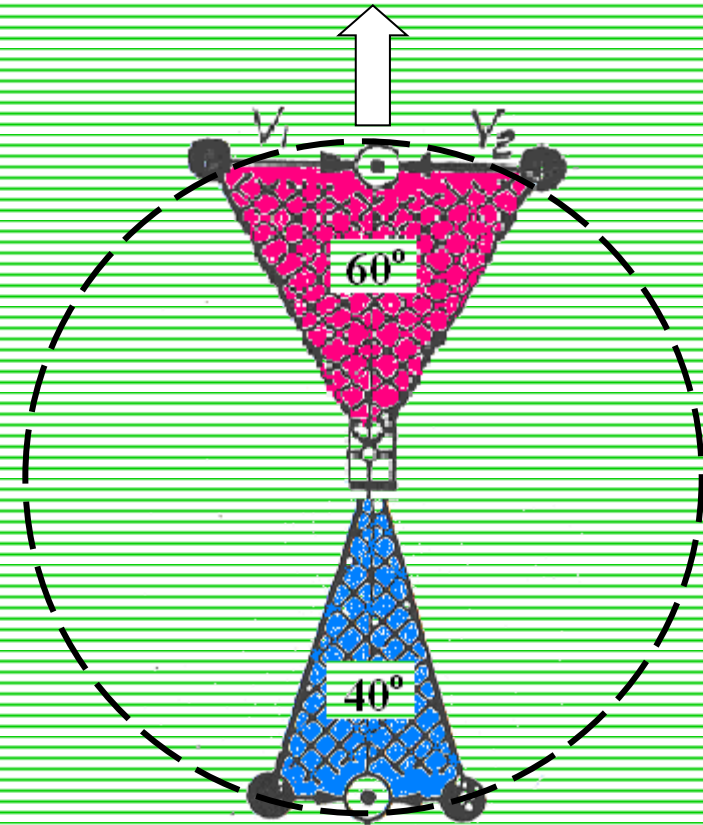
1 - dzinējs; 2 - atsvari  $m$ ; 3 - korpuss  $M$ ;  
4 - motors-bremze

# Inercoīda vēsture

---

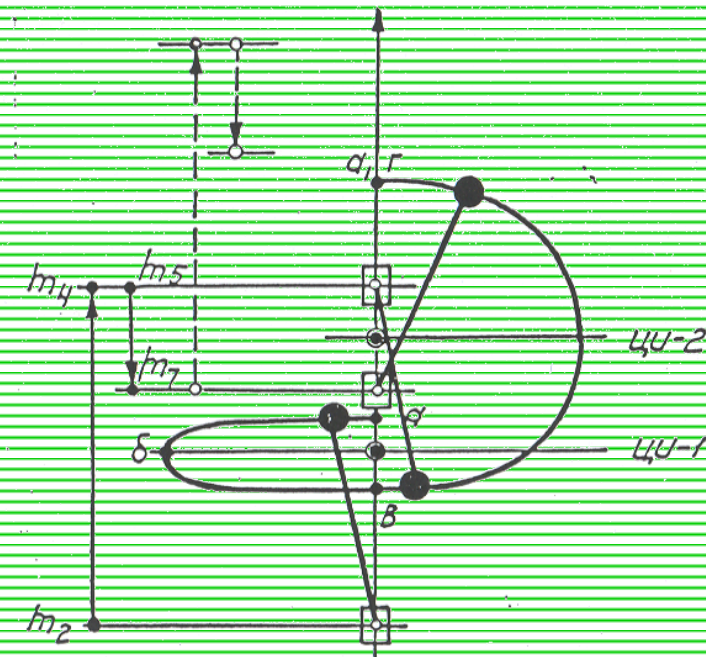
- 30-to gadu sākums – Permas rūpnīca
- krievu inženieris Vladimirs Tolčins
- Genādijs Šipovs – 4D-žiroskops

# Inercoīda darbības princips



- Paātrināšanās :  
330 - 0
- Bremzēšanās :  
160 - 180
- Dzinējs kompensē  
enerģijas zudumus

# Inercoīda kustība



## □ Pilns mehānisk process:

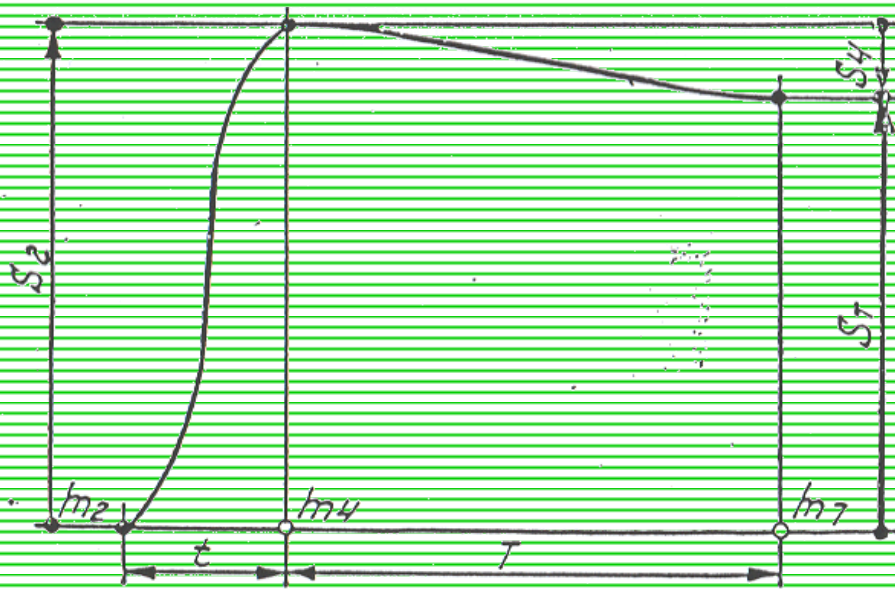
- ķermenis
- atbalsta punkts (otrs ķermenis)
- mijiedarbības spēks

## □ Hipotēze:

- rodas sistēmas "dinamiskais inerces centrs"



# Inercoīda kustība

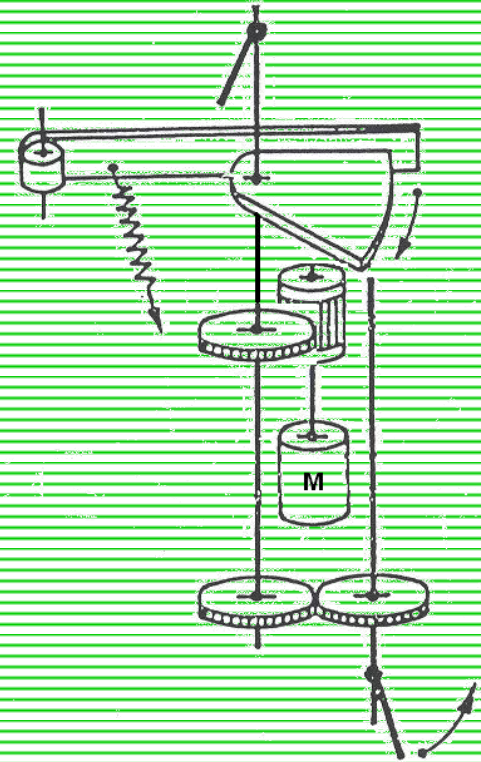
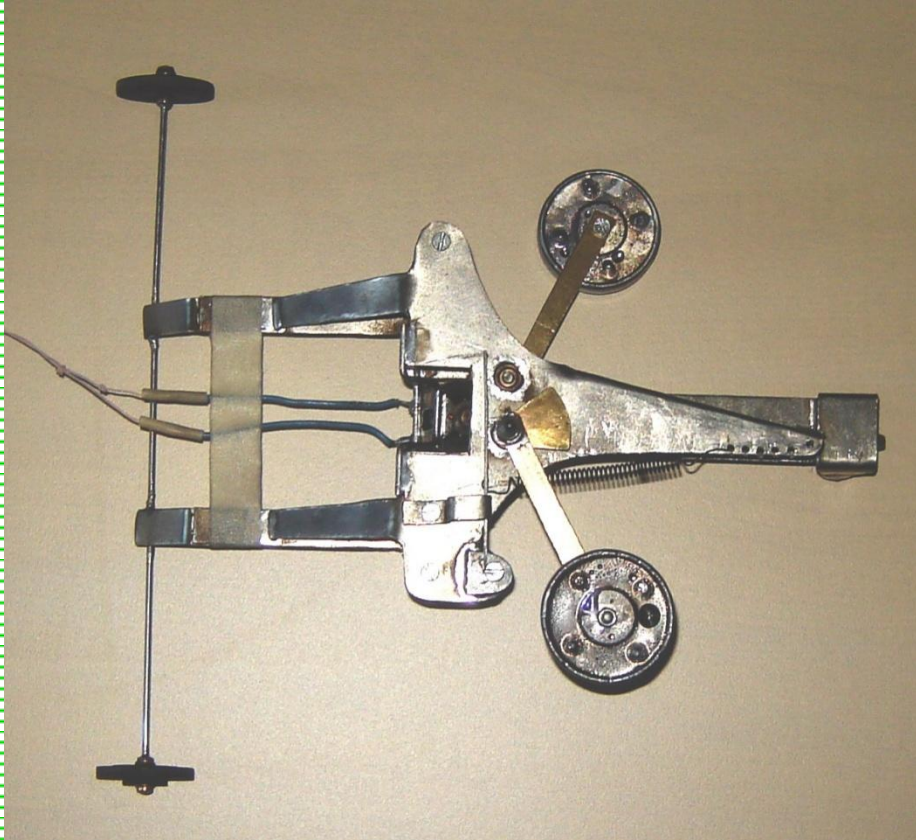


$$S_T = S_2 - S_4$$

## □ Korpusa ceļš vienas pilnas takts laikā

- $S_2$  - korpusa ceļš gājienā uz priekšu;
- $S_4$  - korpusa ceļš gājienā atpakaļ;
- $S_T$  - korpusa pārvietojums takts laikā;
- $t$  - procesa laiks korpusa gājienā uz priekšu;
- $T$  - procesa laiks korpusa gājienā atpakaļ

# Inercoīda modelis



# Inercoīda tehniskie dati

---

□ Mehānisma masa (bez atsv.)	225 g
□ Viena atsvāra masa	115 g
□ Atsvāra pleca garums	60 mm
□ Barošanas spriegums	6-9 v
□ Izmēri (G×P×A)	240×220×90

# Inercoīda kustības īpatnības

---

- ❑ Gājiens uz priekšu ( $Ft$ ) – atpakaļ ( $fT$ )
- ❑ Mehānismam nav inerces
- ❑ Enerģija tiek patērēta mehānisma iekšējās berzes un ārējās vides pretestības pārvarēšanai
- ❑ Inercoīds neizmanto virsmu, lai atgrūtos no tās
- ❑ Samazinoties ārējās vides pretestībai inercoīda kustības efektivitāte (vid. ātrums) pieaug

# Inercoīda kustības demonstrējums

---

# Tehniskās problēmas

---

- ❑ Fiksēti paātrināšanas – bremzēšanas sektori
- ❑ Nepārtraukta enerģijas padeve
- ❑ Mehānisma asimetrija
- ❑ Sistēmas smaguma centrs pārvietojas

# Referāta saturs

---

- ❑ Inercoīds, tā darbības princips, kustība un tās demonstrācija (G. Māliņš)
- ❑ Inercoīda kustības iespējamie skaidrojumi (J. Tambergs)
- ❑ Videomateriāli par eksperimentiem ar inercoīdiem (A. Andrejevs)
- ❑ Kopsavilkums – patreizējais stāvoklis un perspektīvas (J. Tambergs)
- ❑ Diskusija

## 4 efekti Inercoīda kustībā

---

- ❑ Relatīviskā asimetrija
- ❑ Visdoma efekts gravitācijas laukā
- ❑ Inercoīda kustības skaidrojums ar berzes spēkiem
- ❑ Inerces (torsionu) spēku ietekme



# Relatīviskā asimetrija

---

- ❑ SRT ķermeņa masa pieaug līdz ar ātrumu
- ❑ Inercoīda korpuss kustās pa taisni, kamēr atsvari – pa riņķa līniju
- ❑ Tāpēc atsvaru lineārais ātrums un līdz ar to masa mainās vairāk, nekā centrālajam ķermenim
- ❑ Līdz ar to “ātrajā” gājienā uz priekšu atsvaru masu attiecība pret korpusa masu būs lielāka, nekā “lēnajā” gājienā, kas arī nobīda sistēmas masas centru

# Visdoma efekts

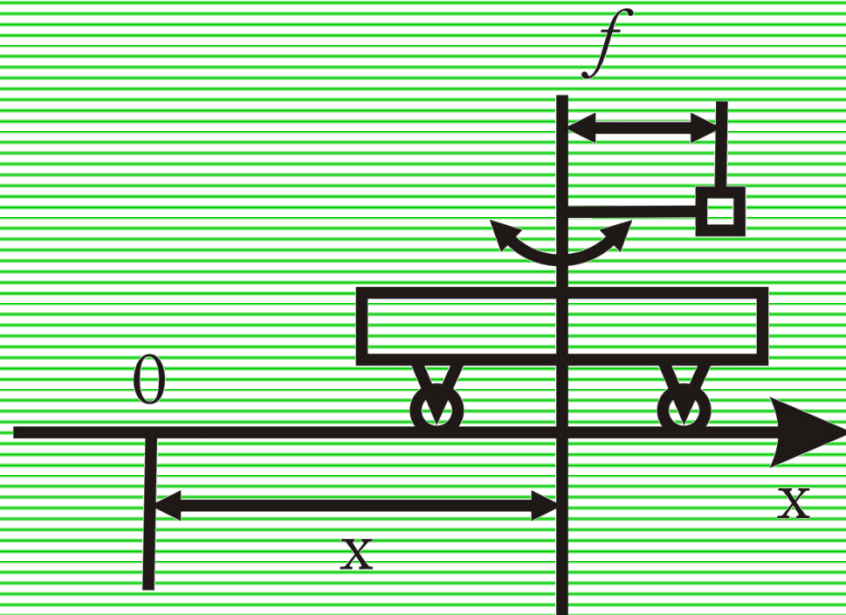
---

- ❑ Absolūti ciets ķermenis nevar pārvietoties pa liektu telpu, jo tam būtu jādeformējas pārvietošanas rezultātā
- ❑ Tātad, ja kvaziciets ķermenis liektā telpā deformējas atbilstošā veidā, tam ir jāpārvietojas
- ❑ Šo efektu, kurš ir spēkā arī kustībai gravitācijas saliektajā telplaikā, pirmais uzrādīja D. Visdoms [SCIENCE **299**,1865 (2003)], tāpēc mēs uz to atsaucamies kā uz Visdoma efektu

# Inercoīda kustības skaidrojums ar berzes spēkiem

□ E. L. Taruņins *et. al.* 1970

□ Tolčina inercoīda kustības vienkāršots uzdevums



# Taruņina uzdevuma apzīmējumi

---

- $M$  – korpusa masa
- $m=2m_0$  – rotējošo atsvaru kopējā masa
- $M+m$  – inercioīda kopējā masa
- $f(t)$  – atsvaru periodiskās kustības projekcija uz  $x$  asi
- $f(t)=l \cos \omega t$  ( $l$  – atsvaru stieņa garums)
- $x$  - korpusa koordināte
- $x_c$  – inercioīda masas centra koordināte

# Taruņina uzdevums

- Tolčina inercoīda Ņūtona kustības vienādojumi

$$(M + m) \frac{d^2 x_c}{dt^2} = -F_b$$

$$x_c = \frac{Mx + m(\xi + f)}{M + m}$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{F_b}{M + m} - \frac{m}{M + m} \cdot \frac{d^2 f}{dt^2}$$

# Taruņina uzdevuma rezultāti

- Ja ārējais berzes spēks  $F_b = 0$  un sākumā inercoīda masas centrs ir mierā
  1. Inercoīda korpusa koordināte  $x$  periodiski mainās – svārstās pēc atsvaru kustības likuma  $f(t)$
  2. Inercoīda kustības vidējais ātrums periodā  $T$

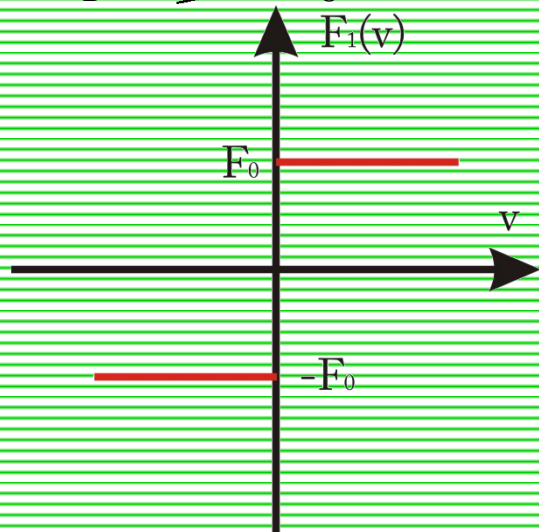
$$\bar{v} = 0$$

un inercoīds tikai svārstās ap kādu stāvokli.

# Taruņina lietotie berzes spēku modeļi

1. Sausā kuloniskā berze

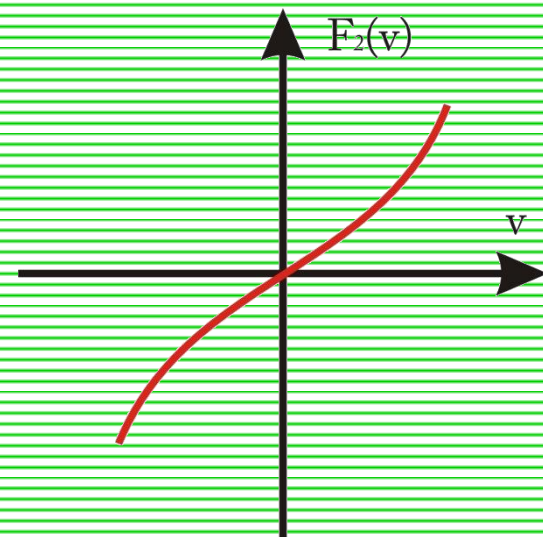
$$F_1 \overleftarrow{v} \equiv F_0 \operatorname{sgn} \overleftarrow{v}$$



$F_0$  - parametrs

2. Viskoza nelineārā berze

$$F_2 \overleftarrow{v} \equiv \alpha v + \beta v^2 \operatorname{sgn} \overleftarrow{v}$$



$\alpha, \beta$  - parametri

# Taruņina lietotie berzes spēku modeļi

---

## 3. Trīs parametru formula

$$F_3(\vec{v}) = F_1(\vec{v}) + F_2(\vec{v}) = F_0 \operatorname{sgn}(\vec{v}) + \alpha v + \beta v^2 \operatorname{sgn}(\vec{v})$$

ļauj pie  $\alpha < 0$  aprakstīt reālu berzes samazināšanās efektu pie maziem ātrumiem

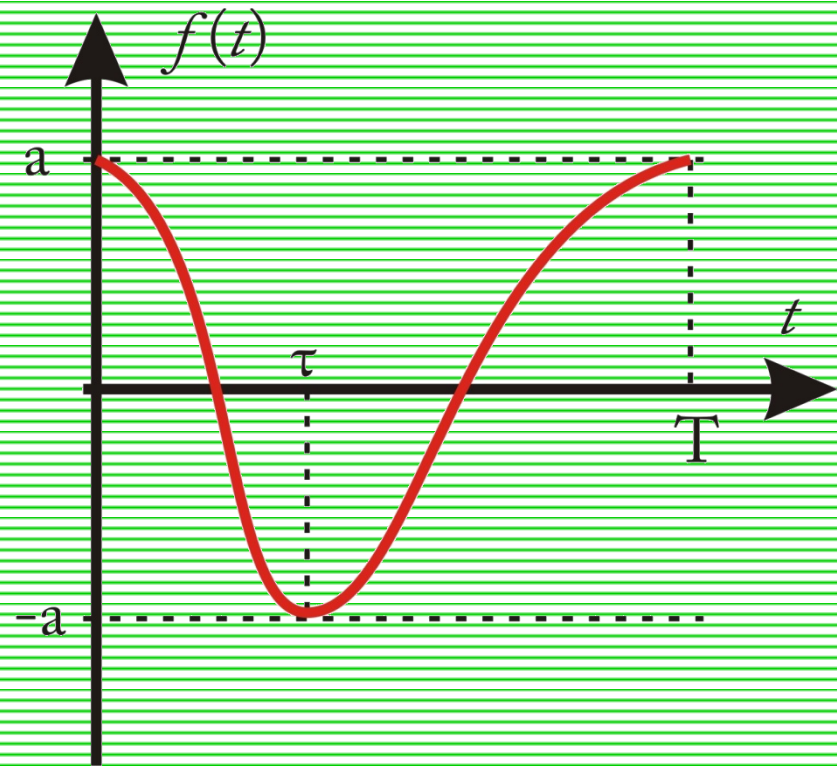
- Pats Taruņins, tomēr, šo formulu aprēķiniem neizmanto kā pārāk sarežģītu



# Inercoīda atsvaru kustību raksturojošie parametri

## Atsvaru kustības funkcija

$$f(t) = \begin{cases} a \cos\left(\frac{\pi}{\tau} t\right) & 0 \leq t \leq \tau \\ -a \cos\left(\pi \frac{\tau - t}{\tau - T}\right) & \tau \leq t \leq T \end{cases}$$



parametri  $T$ ,  $\tau$ ,  $a$

# Inercoīda kustību raksturojošie parametri

- Sausās kuloniskās berzes gadījumā ir 4 parametri

$$F_1 \overleftarrow{v} = F_0 \operatorname{sgn} \overleftarrow{v}$$

$$T, \quad \tau, \quad \mu = \frac{m \cdot a}{M + m} \quad \bar{F}_0 = \frac{F_0}{M + m}$$

- Viskoizās nelineārās berzes gadījumā ir 5 parametri

$$F_2 \overleftarrow{v} = \alpha v + \beta v^2 \operatorname{sgn} \overleftarrow{v}$$

$$T, \quad \tau, \quad \mu = \frac{m \cdot a}{M + m} \quad \bar{\alpha} = \frac{\alpha}{M + m} \quad \bar{\beta} = \frac{\beta}{M + m}$$

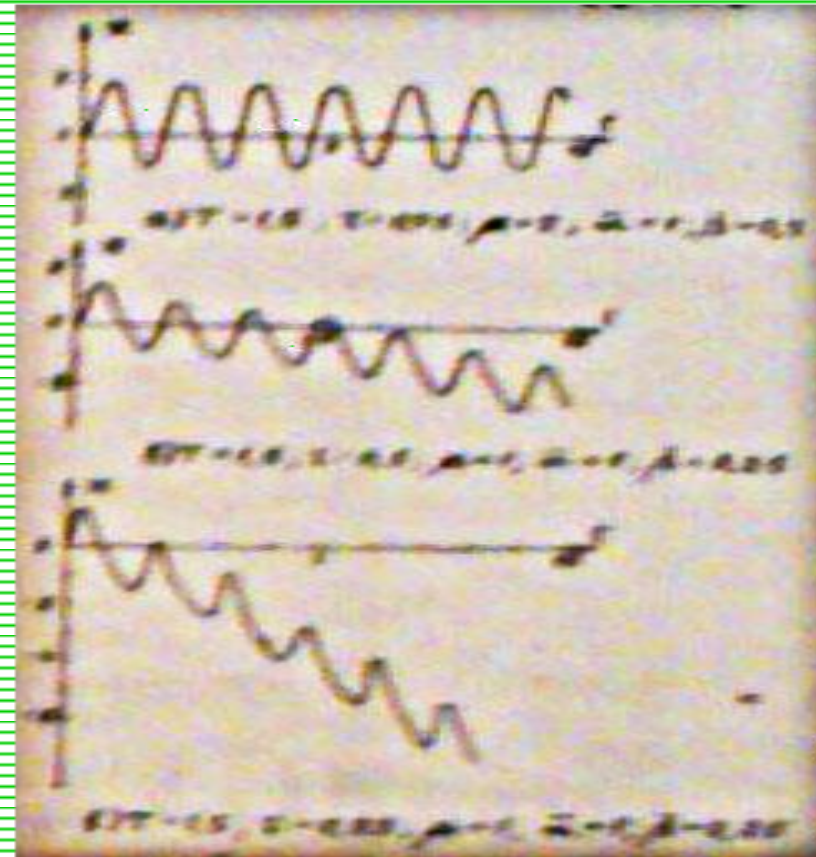
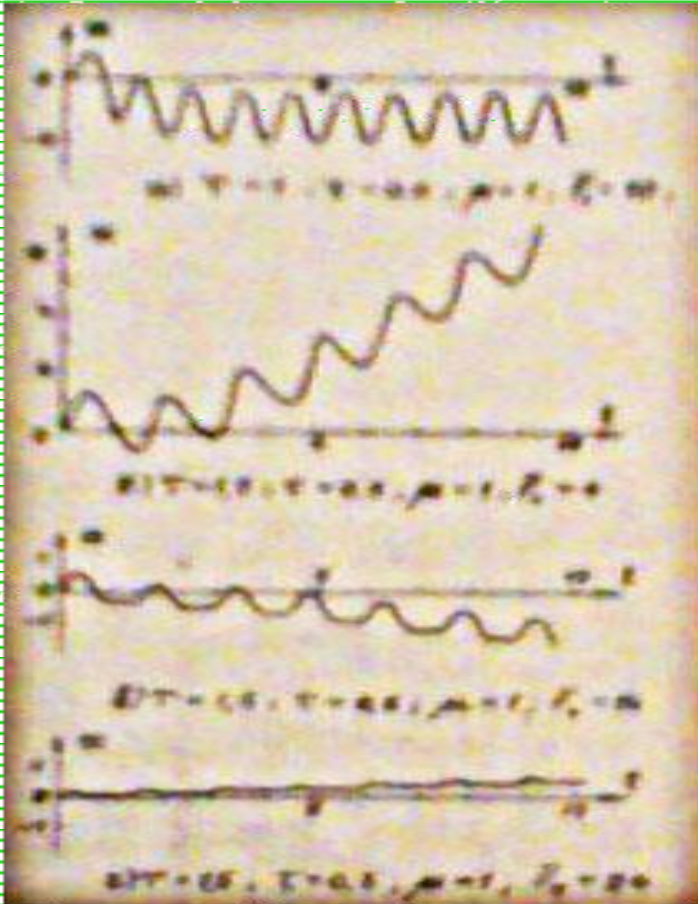
# Taruņina uzdevuma aprēķinu rezultāti sausai berzei

$T$	$\tau$	$\mu$	$F_0$	Inercoida kustība
<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	Svārstības uz vietas
<b>1.5</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	Kustība uz priekšu
<b>1.5</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	Kustība atpakaļ
<b>1.5</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	Vāja kustība uz priekšu

# Taruņina uzdevuma aprēķinu rezultāti viskozai berzei

$T$	$\tau$	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	Inercioīda kustība
1.5	0.75	2	1	0.5	Svārstības uz vietas
1.5	0.5	1	1	0.25	Kustība uz priekšu, tad atpakaļ
1.5	0.5	1	1	0.25	Kustība atpakaļ

# Tipiska inercoīda kustība



# Inercoīda korpusa kustības vidējais ātrums

---

- Inercoīda kustības vidējais ātrums svārstību periodā  $\bar{v} = 0$ , ja :
  - $F_b = 0$  (berzes nav)
  - $F_b = \alpha v$  (viskozā berze ar  $\beta = 0$ , pie jebkuras attiecības  $T/\tau$ )
  - $\tau = T/2$  (neatkarīgi no viskozās berzes koeficientiem  $\alpha, \beta$ )

Bet kas notiek pārējos gadījumos ?

# Taruņina 1996 gada uzlabojums

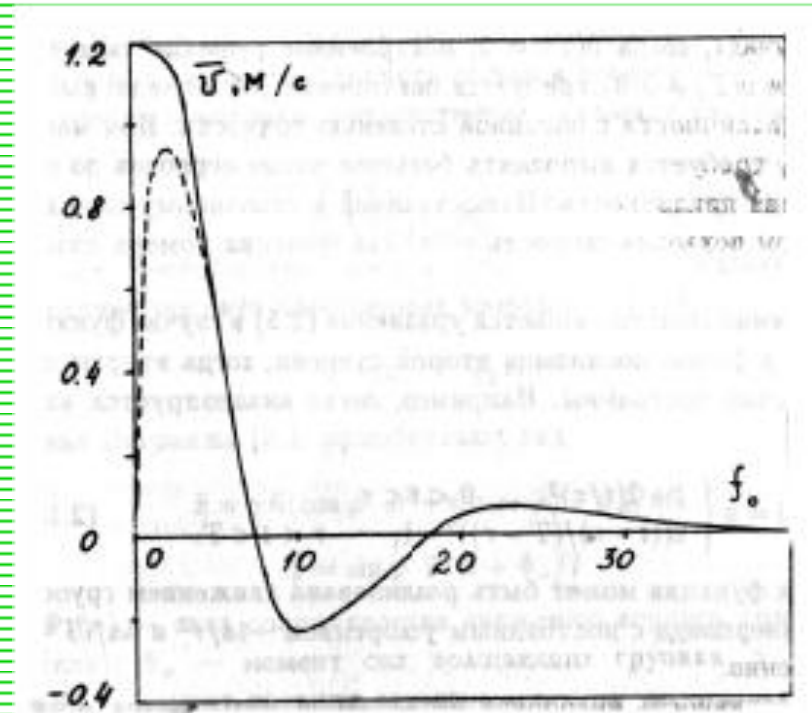
□ Sausā kuloniskā berze

□  $T=1.5, \tau=0.5, \mu=1$

□ Berzei izzūdot  
 $F_0 \rightarrow 0$

$$\bar{v} \left( F_0 = 0 \right) = 1.2 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

inercioīds kustas ... :D



# Kā tad īsti ir ar berzes spēkiem?

## □ J. Taruņina komentāri (1996)

- "Kā redzams, tad vidējais ātrums netiecas uz nulli pie  $F_0 \rightarrow 0$ . Svarīgi atzīmēt, ka pie  $F_0 = 0$  eksistē bezgalīgs skaits atrisinājumu ar jebkuru vidējo ātrumu, kuru nosaka sākuma stāvoklis."
- "Vispārīgā gadījuma berzes spēku atkarība  $F(v)$  ... ir ne vien teorētiski, bet arī eksperimentāli nepietiekami izpētīta."

## □ G. Šipovs (e-pasts J. Tambergam, 2007)

- "... Bez tam berzes spēki tiek aprakstīti fenomenoloģiski. Tos pēc vēlēšanās var izvēlēties tā, lai tie aprakstītu novērojamos efektus Tolčīna inercoida kustībā ..."



# Inerces (torsionu) spēku ietekme

## □ Ņūtona klasiskās mehānikas pamati

- Inerces likums -  $m_I a = 0$
- Kustības likums -  $m_I a = F$
- Darbības un pretdarbības likums  $F_1 = -F_2$

$$\frac{d}{dt} (m_{I1} \vec{v}_1 + m_{I2} \vec{v}_2) = 0$$

- Masas centra impulsa saglabāšanās likums sadursmē

$$m_{I1} \vec{v}_1 + m_{I2} \vec{v}_2 = m_{I1} \vec{v}'_1 + m_{I2} \vec{v}'_2 = \text{const}$$

# Rotējošs ciets ķermenis - žiroskops

- Translācijas inerces likums : Cieta ķermeņa masas centrs kustēsies vienmērīga taisnvirziena kustībā, ja uz to nedarbojas ārēji spēki

$$m_I \frac{d\vec{v}}{dt} = 0$$

- Rotācijas inerces likums : Ciets ķermenis griezīsies vienmērīgā rotācijas kustībā, ja uz to nedarbojas ārēji spēka momenti

$$J_I \frac{d\vec{\omega}}{dt} = 0$$

# Nūtona-Eilera mehānika

---

- Nūtona mehānikas vispārinājumu rotācijas kustības gadījuma attīstīja L. Eilers
- Vispārējs uzskats – Nūtona-Eilera mehānika ir Nūtona mehānikas sekas
- G. Šipovs – Nūtona-Eilera mehānikā ir 6 koordinātes un 2 ātrumi
  - Translācijas koordinātes  $\{x_1, x_2, x_3\}$  un lineārais ātrums  $v$
  - Rotācijas koordinātes  $\{\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3\}$  un leņķiskais ātrums  $\omega$

# Paātrināta kustība pēc inerces

---

- Translācijas koordinātes ir  $\{x_1, x_2, x_3\}$  holonomas, un veido polāru vektoru  $X$
- Rotācijas koordinātes  $\{\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3\}$  ir neholonomas, un vispār neveido vektoru. Tikai rotācijas koordinātu bezgala mazie pieaugumi  $\{d\varphi_1, d\varphi_2, d\varphi_3\}$  veido vektoru, turklāt aksiālu
- Translācijas un rotācijas koordinātu dažādā matemātiskā daba noved pie dažādām fizikālām sekām – rotācija pēc inerces translācijas nozīmē ir paātrināta kustība

# Orientēts materiāls punkts

- Ņūtona mehānikā materiālu punktu raksturo 4 koordinātes –  $x, y, z, t$
- G. Šipova izveidotajā Dekarta mehānikā materiālu punktu raksturo 10 koordinātes

$$\underbrace{x, y, z}_{3 \text{ spatial coordinates}} \quad \underbrace{t}_{\text{time}} \quad \underbrace{\varphi_{xy}, \varphi_{yz}, \varphi_{zx}}_{3 \text{ spatial angles}} \quad \underbrace{\theta_{tx}, \theta_{ty}, \theta_{tz}}_{3 \text{ spacetime angles}}$$

- Dekarta mehānikā jebkura kustība ir rotācija "X10" telpā

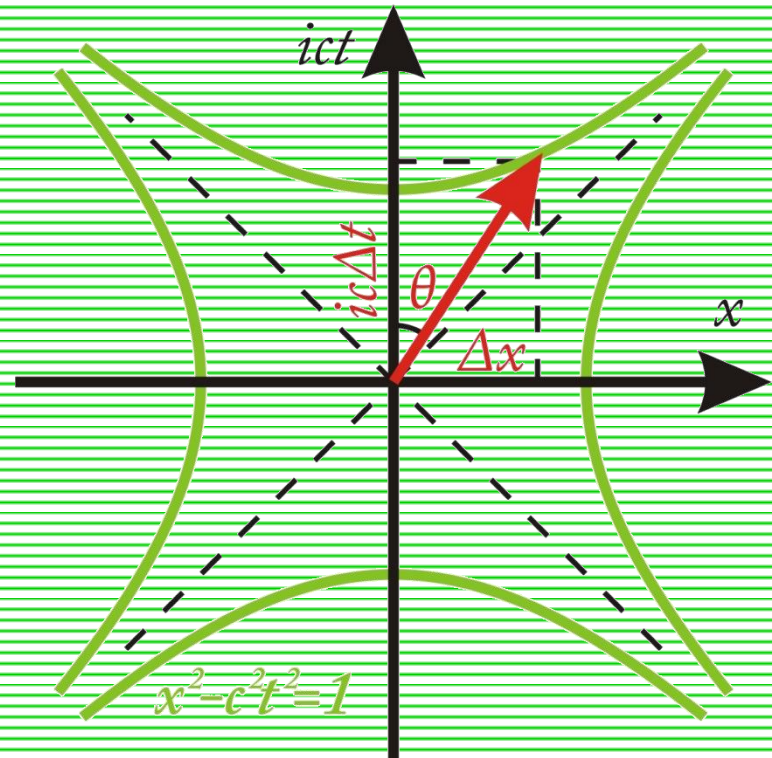
# Translācijas ātrums un paātrinājums Dekarta mehānikā

- Ātrums ir leņķis starp kustības virzienu un laika virzienu

$$v_x = \frac{dx}{dt} = c \tanh \theta_x$$

- Paātrinājums

$$w_x = c \frac{d \tanh \theta_x}{dt} \approx c \frac{d\theta_x}{dt}$$



# Inercoīds kā 4D žiroskops

- Inercoīda rotāciju Dekarta mehānikā apraksta 4D rotācijas matrica

$$A = R \times L = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & \sin \varphi & 0 \\ 0 & -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & -\tanh \theta & 0 & 0 \\ -\tanh \theta & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

kur  $\varphi(t)$  ir atsvaru telpiskās rotācijas leņķis, bet  $\theta(t)$  – masas centra kustības (telpas-laika rotācijas) ātrums

# Inertā un gravitējošā masa VRT

- VRT pamatvienādojums, kas seko no ekvivalences principa  $m_I = m_G$  :

$$R_{jm} - \frac{1}{2} g_{jm} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{jm}$$

- Gravitējošo  $m_G$  masu definē Einšteina vienādojuma kreisā pusē, kuru iegūst teorētiski, atrisinot vienādojumu
- Inerto masu  $m_I$  definē Einšteina vienādojuma labā pusē, kuru uzdod fenomenoloģiski



# G. Šipova fizikālā vakuuma teorija

- Izmanto Dekarta mehānikas orientēto materiālo punktu ar 10 koordinātēm
- Izmanto abas telplaika ģeometrijas deformācijas:
  - Lieci (curvature)  $\kappa$ , kas saistīta ar Rīmana liekuma tenzoru  $R_{jklm}$  un Ričči tenzoru  $R_{jm}$
  - Vērpi (torsion)  $\chi$ , kas saistīta ar Ričči vērpes (kontorsijas) tenzoru  $S_{ijk}$  un Ričči rotācijas koeficientiem  $\Omega_{jk}^i$
- Izmanto Kartāna absolūtā paralēlisma telplaika ģeometriju  $A_4$ , kurā telplaika pilnā deformācija ir nulle

$$\sigma = \kappa + \chi = 0$$

# Inertā masa fizikālā vakuuma teorijā

- Fizikālā vakuuma teorijā Einšteina vienādojumā izejošā inertā masa ir pilnīgi ģeometrizēta

$$R_{jm} - \frac{1}{2} g_{jm} R = \nu T_{jm} \quad T_{jm} = T_{jm}(g_{jm}, K_{ijk})$$

kas ļauj aprēķināt matērijas blīvumu un inerto masu no  $g_{ik}$  un torsionu lauka  $K_{ij}$

$$\rho = \rho(g_{ik}, K_{ijk}) \quad m_I = m_I(g_{ik}, K_{ijk})$$

- Nerelativiskajā robežgadījumā inertā masa vairs nav konstanta

$$m_I = m_I(\varphi, \vec{v}, \vec{\omega}, \dot{\vec{\omega}}, t)$$

# Reaktīvā kustība bez masas izsviešanas

- No fizikālā vakuuma teorijas viedokļa  $m_I = m_I(t)$ , līdz ar to atbilstošais Ņūtona kustības vienādojums

$$\frac{d}{dt} m v = m \frac{dv}{dt} + v \frac{dm}{dt} = 0$$

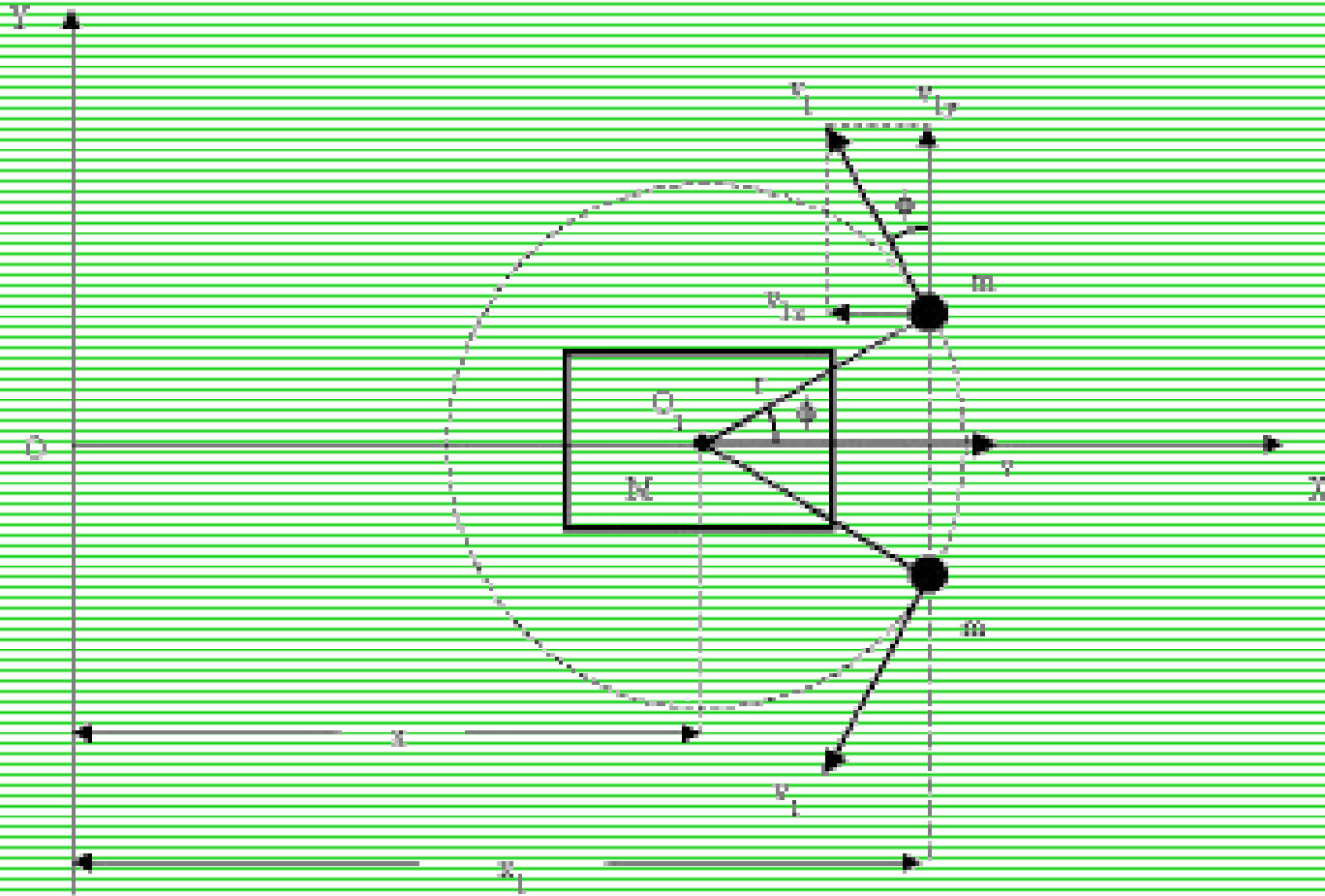
aprakstīs "reaktīvu kustību bez masas izsviešanas", parādot, kā mehāniska sistēma maina savu stāvokli telpā, izmainot savu inerci, bez ārējā spēka ietekmes

- No šī viedokļa Tolčina inercoidā tiek radīts "neņūtonisks" inerces spēks

$$F_{in} = -v \left( \frac{dm}{dt} \right)$$

kura efekts parādās, vadāmi izmainot inercoida iekšējo rotācijas enerģiju.

# Inercioīda principiālā shēma Lagranža vienādojumu izvedumam



# Apzīmējumi inercioīda Lagranža vienādojumu izvedumā

---

- $M$  – korpusa masa
- $2m$  – abu atsvaru kopējā masa
- $x$  – atsvaru rotācijas ass koordināte
- $x_1$  – rotējošo atsvaru koordināte
- $r$  – atsvaru rotācijas rādiuss
- $\varphi$  – atsvaru pagriezienu leņķis
- $v$  – korpusa lineārais ātrums
- $v_1$  – rotējošo atsvaru lineārie ātrumi
- $\omega$  – atsvaru rotācijas leņķiskais ātrums

# Brīva inercioīda Lagranža funkcija

- Brīvam inercioīdam  $v = \text{const}$ ,  $\omega = \text{const}$

$$L = \frac{1}{2} M v^2 + \frac{1}{2} 2m v_1^2 = \frac{1}{2} M + 2m \dot{y}^2 + m r^2 \omega - 2m r v \omega \sin \varphi$$

- Lagranža vienādojumi

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial L}{\partial x} = 0 \quad \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \varphi} = 0$$

- Translācijas vienādojums

$$M + 2m \ddot{x} - 2m r \dot{\omega} \sin \varphi - 2m r \omega^2 \cos \varphi = 0$$

- Rotācijas vienādojums

$$2m r^2 \dot{\omega} - 2m r \ddot{x} \sin \varphi = 0$$

# Brīvs inercoīds Ņūtona mehānikā

□ Brīvam inercoīdam  $F_x=0, L=0$

□ Kustības vienādojumi

$$\begin{cases} \ddot{x} - B \frac{d}{dt} (\dot{\varphi} \sin \varphi) = 0 \\ r\dot{\varphi} - \dot{x} \sin \varphi = 0 \end{cases} \quad B = k^2 r = \frac{2m}{M+2m} r$$

□ Atrisinājumi

$$x_c = A + v_0 t$$

$$v_c = -B \omega_0 \sin \varphi_0$$

# Brīvs inercoīds Ņūtona mehānikā

## □ Korpusa kustība

$$x = A + v_0 t - B \cos \varphi$$

$$\varphi = \omega t$$

$$v = v_c + B \omega \sin \varphi$$

## □ Parametri

$$A = x_0 + B \cos \varphi_0 = \text{const}$$

$$v_0 = B \omega_0 \sin \varphi_0 = \text{const}$$

$$\omega = \omega_0 \frac{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \phi_0}}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \phi}}$$

## □ Kopumā masas centrs ir vienmērīgā taisnvirziena kustībā



# Inercoīds Ņūtona mehānikā ārēju spēku un spēka momentu iedarbībā

- $F_x$  – ārējs spēks (berze),  $L$  – iekšējs spēka moments (motors-bremze)

$$\frac{dv}{dt} - B \frac{d}{dt} \omega \sin \varphi = \frac{F_x}{M + 2m}$$

$$r \frac{d\omega}{dt} - \frac{dv}{dt} \sin \varphi = \frac{L}{2mr}$$

- Atrisinājumi

- J. Taruņins (1996)  $F_x \neq 0, L \neq 0$  – inercoīda masas centrs kustas (dažādos režīmos)
- G. Šipovs (2000)  $F_x = 0, L \neq 0$  inercoīds nekustas

# Brīvs inercoīds Dekarta mehānikā

## □ Kustības vienādojumi

$$\begin{cases} \ddot{x}_c = \ddot{x} - B \frac{d}{dt} \left( \dot{\varphi} \sin \varphi \right) = B \omega \Phi \\ r \dot{\omega} - \ddot{x} \sin \varphi = -\Phi \dot{x} \end{cases}$$

kur  $\Phi$  – inerces (torsionu) lauka funkcija

$$\Phi = 2 \sqrt{\frac{N \sin \varphi \cos \theta}{1 - k^2 \sin^2 \varphi} + \frac{N_\varphi}{k^2}} \quad N_\varphi = \frac{\partial N}{\partial \varphi} \quad N = \frac{L}{2mr^2}$$

# Brīvs inercoids Dekarta mehānikā

- Inerces spēks

$$F_i = (M + 2m) \vec{B} \omega \Phi$$

- Inerces spēka moments

$$L_i = -2mr\Phi\dot{\chi}$$

- Inercoida masas centra paātrinājums

$$\ddot{\vec{x}}_c \langle \dot{\vec{\phi}} \rangle = \dot{v}_c \langle \dot{\vec{\phi}} \rangle$$

- Inercoidam var būt viena un tā pati pilnā enerģija, bet dažādas masas centra enerģijas

- Pēc sadursmēm novērojama 4D žiroskopa telpa laika precesija, kas izpaužas kā masas centra ātruma svārstības

# Inercoīds Dekarta mehānikā ārēju spēku un spēka momentu iedarbībā

## □ Kustības vienādojumi

$$\begin{cases} \ddot{x}_c = \ddot{x} - B \frac{d}{dt} (\omega \sin \varphi) = B \omega \Phi + \frac{F_x}{m + 2m} \\ r \dot{\omega} - \ddot{x} \sin \varphi = -\Phi \dot{x} + \frac{L}{2mr} \end{cases}$$

# 4D žiroskopa mehāniskā indukcija

---

- Ja uz inercioīdu darbojas tikai arējs (berzes) spēks  $F_x \neq 0$ ,  $L=0$ , tad inercioīda absolūti elastīgā trieciēna pret sienu tā masas centrs kustas ar lielāku paātrinājumu, nekā Ņūtona mehānikas gadījumā

$$a = \frac{a_x^N}{1 - k^2 \sin^2 \varphi} \geq a_x^N$$

# 4D žiroskopa mehāniskā pašindukcija

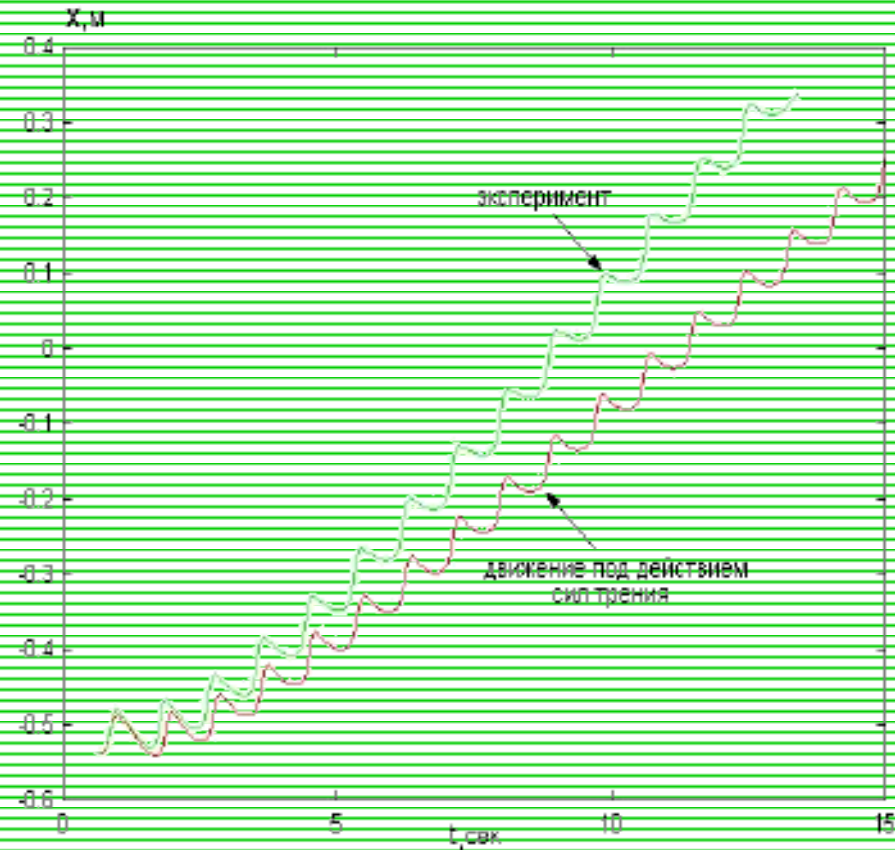
- Ja uz inercioīdu darbojas tikai ārējs (“iekšējs”) spēka moments  $L \neq 0$ ,  $F_x = 0$ , (motors-bremze), tā izsauktais leņķiskais paātrinājums  $N$

$$N = \frac{N^N}{1 - k^2 \sin^2 \varphi} \geq N^N$$

jo daļa no  $L$  padarītā darba paātrina masas centru, atšķirībā no Ņūtona mehānikas

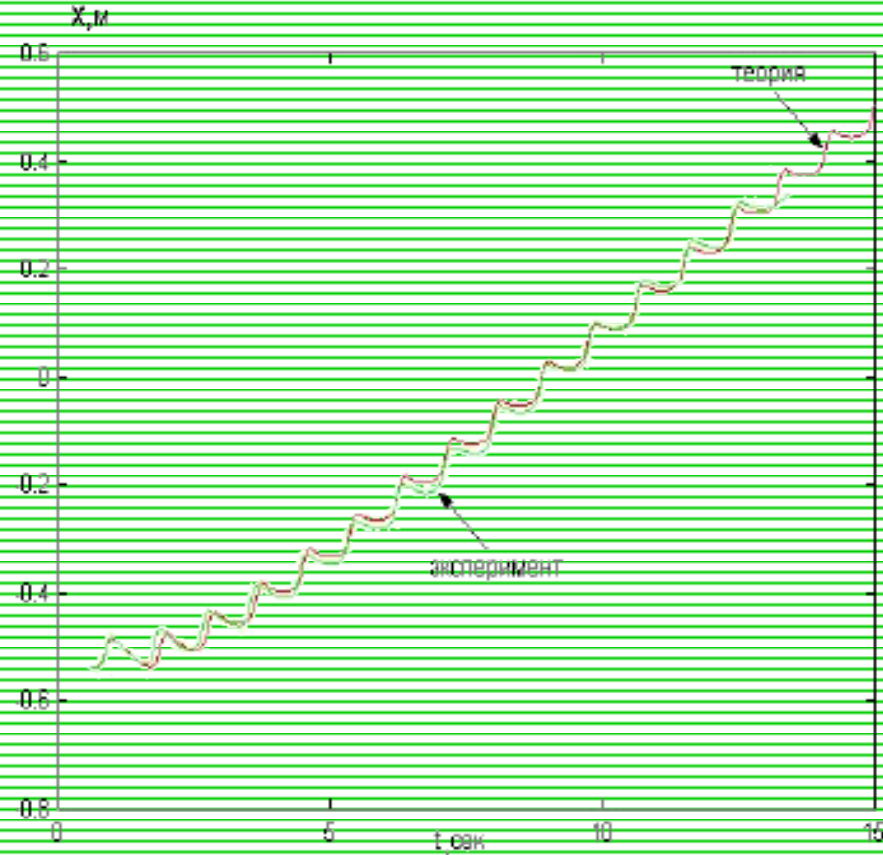
# Inercoīda kustība tikai ar berzi

G. Šipova un  
A. Sidorova  
rezultāti



# Inercoīda kustība ar berzi un telplaika vērpes efektu

G. Šipova un  
A. Sidorova  
rezultāti





# Referāta saturs

---

- ❑ Inercoīds, tā darbības princips, kustība un tās demonstrācija (G. Māliņš)
- ❑ Inercoīda kustības iespējamie skaidrojumi (J. Tambergs)
- ❑ Videomateriāli par eksperimentiem ar inercoīdiem (A. Andrejevs)
- ❑ Kopsavilkums – patreizējais stāvoklis un perspektīvas (J. Tambergs)
- ❑ Diskusija

# Referāta saturs

---

- ❑ Inercoīds, tā darbības princips, kustība un tās demonstrācija (G. Māliņš)
- ❑ Inercoīda kustības iespējamie skaidrojumi (J. Tambergs)
- ❑ Videomateriāli par eksperimentiem ar inercoīdiem (A. Andrejevs)
- ❑ Kopsavilkums – patreizējais stāvoklis un perspektīvas (J. Tambergs)
- ❑ Diskusija

# Kopsavilkums

---

- Uzbūvēts primitīvs inercoīda modelis, veikti daži eksperimenti
- Nopietniem pētījumiem nepieciešams pilnveidots inercoīda modelis (finanses, aparatūra, telpas, laiks)
- Izšķirošs eksperiments – inercoīda izturēšanās bezsvara stāvoklī
  - Lidmašīna Latvijā
  - ZMP “Юбилейный” Krievijā, paredzēts starts 2007. gada decembrī

# Kopsavilkums

---

- G. Šipova Dekarta mehānika un fizikālā vakuuma teorija, lai arī matemātiski eleganta, var tikt eksperimentāli apstiprināta, un var tikt arī noraidīta
- Piemērs : Dīraka idejas
  - $E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$  ir elektrons, atklāja arī pozitronu
  - Ir elektriskais lādiņš  $e$ , magnētisko lādiņu – monopolu meklē vēl šodien

*... paldies par uzmanību ...*

---

Ja vilku baidies, neej  
mežā [nepēti inercōīdu]

...