

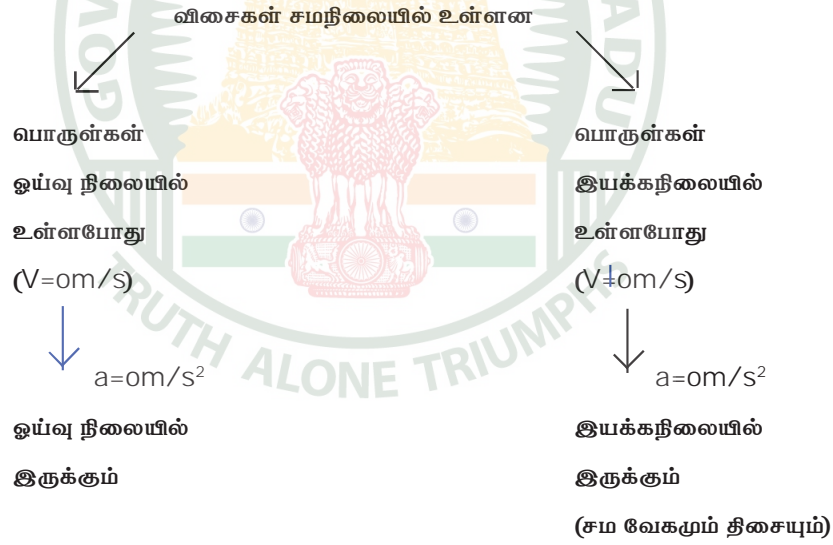
3. இயக்க விதிகள்

பொருள்களின் இயக்கம் குறித்து நியூட்டன் தனது மூன்று இயக்கவிதிகள் மூலம் விளக்கியுள்ளார்.

நியூட்டனின் முதல் இயக்க விதி :

புறவிசையொன்று செயல்பட்டு மாற்றும் வரை எந்த ஒரு பொருளும் தனது ஓய்வு நிலையையோ அல்லது நேர்க்கோட்டில் அமைந்த சீரான இயக்க நிலையையோ மாற்றிக் கொள்ளாமல் தொடர்ந்து அதே நிலையையோ மாற்றிக் கொள்ளாமல் தொடர்ந்து அதே நிலையில் இருக்கும்.

இந்த கூற்றுக்கு இரண்டு வகைகள் - ஒன்று நிலையான பொருள்களின் குணங்களை கணிப்பது மாற்றொன்று இயங்கும் பொருள்களின் குணங்களை கணிப்பது. இந்த இரண்டு பகுதிகளையும் வரைப்படத்தில் சுருக்கமாக கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

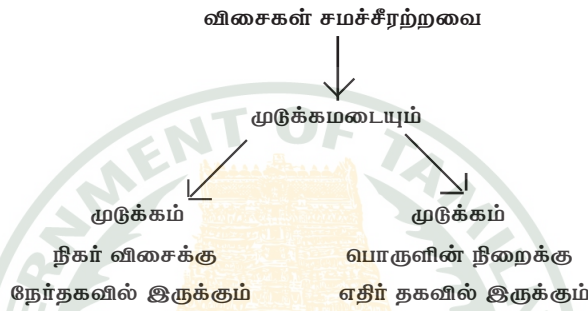


நிலைமம் :

புறவிசைகள் இல்லாத நிலையில், பொருள் ஒன்று தன்னிச்சையாகத் தானே தனது நிலையை மாற்றிக்கொள்ள இயலாத பண்பு நிலைமம் எனப்படும்.

நியூட்டனின் இரண்டாம் விதி :-

நியூட்டனின் முதல் இயக்க விதி, அனைத்து விசைகளும் சமநிலையில் இருக்கும்போது பொருள்களின் குணங்களை கணிக்கிறது. நியூட்டனின் கூற்றுபடி பொருள் ஒன்றின் மீது நிகர் விசையோ அல்லது சமச்சீரற்ற விசை செயல்படும் பொழுது மட்டுமே முடுக்கமடையும். சமச்சீரற்ற விசை பொருளின் வேகத்தையோ அல்லது திசையையோ அல்லது இரண்டையும் மாற்றும் பொழுது மட்டுமே முடுக்கமடையும்.



சமன்பாட்டின்படி நிகர்விசையானது பொருளின் நிறை மற்றும் முடுக்கத்தின் பெருக்கற்பலனிற்கு சமன்படுத்தப்படும்.

$$EF = F_{net} = ma$$

நியூட்டனின் மூன்றாம் விதி :

இரண்டாம் விதி பொருளின் நிறை மற்றும் பொருளின் மீது செயல்படும் விசையினால் ஏற்பட்ட முடுக்கத்தின் பெருக்கற்பலனாக, விசை அளவிடப்படுகிறது. விசையை அளவிடுவது பற்றி, இரண்டாம் இயக்கவிதி கூறுகிறது.

நியூட்டனின் மூன்றாம் விதி :

இவ்விதியின்படி பொருள் A, B-ன்-ன் மீது ஒரு குறிப்பிட்ட விசையை செயல்படுத்துகிறது. B, A -ன் மீது சமமான விசையை எதிர்திசையில் செயல்படுத்துகிறது. நாற்காலியின் மீது நாம் அமர்ந்திருக்கும்போது , நமது உடல், நாற்காலியின் மீது கீழ்நோக்கிய விசையும், நாற்காலி நமது உடலின் மீது மேல் நோக்கிய விசையும் செயல்படுத்தப்படுகிறது.

இதிலிருந்து இரண்டு விசைகள் 1) நாகாலியின்மீது செயல்படும் விசை 2) நமது உடலின் மீது செயல்படும் விசை. இந்த இரு விசைகளும் செயல் மற்றும் எதிர் செயல் விசைகள் எனப்படுகின்றன.

“ஒவ்வொரு செயலுக்கும் அதற்குச் சமமானதும் எதிர்விசையில் உள்ளதுமான ஒரு எதிர்செயல் உண்டு” என்பது விதியாகும்.

மைய விசைகளின் சமநிலை :-

மைய விசைகள் :

- ஃ அனைத்து விசைகளின் கோடுகளும் ஒரு பொதுவானப் புள்ளியில் வெட்டினால், அந்த விசைத்தொகுதி மைய விசைகள் எனப்படும்.
- ஃ ஒரு பொருளின் மீது செயல்படும் மையவிசைகள் அனைத்தும் சமநிலையில் அமைய வேண்டுமென்றால் அதனுடைய தொகுபயன் விசை சுழியாகும்.

$$\vec{f}_1 + \vec{f}_2 + \vec{f}_3 \dots \dots \dots + \vec{f}_n = 0$$

லாமியின் தேற்றம் :

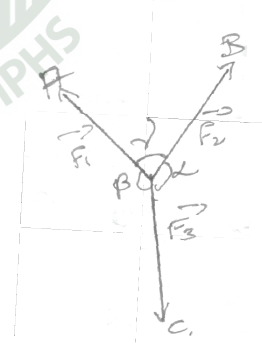
ஒரு புள்ளியில் செயல்படும் மூன்று விசைகள் சமநிலையில் இருப்பின், ஒவ்வொரு விசையும் மற்ற இரு விசைகளுக்கிடையேயான கோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கு நேர்த்தகவல் இருக்கும்

$$\frac{f_1}{\sin \alpha} = \frac{f_2}{\sin \rho} = \frac{f_3}{\sin \gamma}$$

$$\alpha = f_2 \text{ மற்றும் } f_3 \text{ இடையேயான கோணம்}$$

$$\beta = f_3 \text{ மற்றும் } f_1 \text{ இடையேயான கோணம்}$$

$$\gamma = f_1 \text{ மற்றும் } f_2 \text{ இடையேயான கோணம்}$$



விசையின் பொருள் :

- ஃ ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளின் மீது செயல்படுத்தும் இழு அல்லாத தள்ளுதல் விசை எனப்படும்.

ஃ அனைத்து பொருளின் மீது செயல்படும் விசைகளையும் இரண்டு வகையாக பிரிக்கலாம்.

- 1) தொடு விசை
- 2) தொலைவில் உள்ள செயல்களினால் ஏற்படும் விசைகள் இரு பொருள்கள் ஒன்றையொன்று தொட்டு கொள்வதில் ஏற்படக்கூடிய விசை தொடு விசை எனப்படும்.

இடைவினை புரியும் இரு பொருள்கள், ஒன்றுடன் ஒன்று தொடாமலேயே ஒன்றையொன்று இழுக்கக்கூடிய அல்லது தள்ளக்கூடிய விசைகள் தொடுதல் அல்லாத விசைகள்

தொடுவிசை

உராய்வு விசை

காற்று தடை விசை

சுருள் விசை

தொடுதல் அல்லாத விசைகள்

ஈர்ப்பு விசை

காந்த விசை

மின் விசை

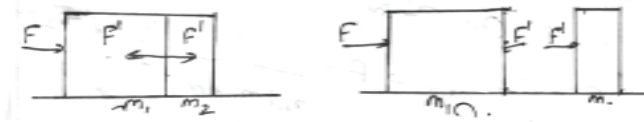
இழுவிசை

- ஃ இழுவிசை ஒரு பொருளை இழுக்கும்
- ஃ நிறையற்ற அல்லது உராய்வற்ற கம்பியின் மீது இழுவிசை மாறிலியாகும்.
- ஃ ஒரு கயிற்றை விசையினால் இழுக்கும் பொழுது கயிறு இறுக்கமாகும்.
- ஃ இழுவிசை என்பது ஒரு எதிர்செயல் விசையாகும். இழுவிசையை புறத்தில் செயல்படுத்த முடியாது.

தொடுவிசை - தொடுபொருளினால் ஏற்படும் இயக்கம்.

அ) தொடுதலுள்ள இரு பொருள்கள் :

f என்ற விசையை m_1 நிறையில் கிடைமட்டமாக செலுத்த வேண்டும். m_1 மற்றும் m_2 நிறையுடைய பொருள்கள் மோதுகின்றன. m_1 மற்றும் m_2 இடையே உள்ள தொடுவிசை = f' உராய்வற்ற தளத்தில் இரு பொருள்களை வைக்கும் பொழுது ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளின் மீது தொடுதனால் ஏற்படும் அழுத்தமே தொடுவிசை ஆகும்.



முடுக்கம் α = $\frac{\text{அமைப்பின் மீது செயல்படுத்தும் விசை}}{\text{அமைப்பின் நிறை}}$

$$\alpha = \frac{f}{(m_1 + m_2)}$$

$$m_1 \text{ மீதுள்ள தொடுவிசை} = m_1 a = m_1 f \frac{1}{(m_1 + m_2)}$$

$$m_2 \text{ மீதுள்ள தொடுவிசை} = m_2 a = \frac{m_2 f}{(m_1 + m_2)}$$

(or)

$$f_1 = m_2 a = \frac{m_2 f}{(m_1 + m_2)}$$

ஆ) மூன்று பொருள்கள் மோதலில் உள்ள போது



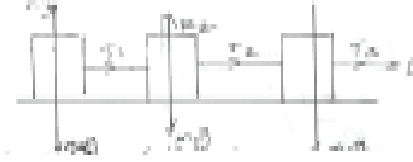
$$\begin{aligned} \text{அமைப்பின் மீது செயல்படுத்தும் விசை} &= F \\ \text{அமைப்பின் நிறை} &= m_1 + m_2 + m_3 \\ \text{அமைப்பின் முடுக்கம்} &= a \\ \text{ஒவ்வொவாரு நிறையின் மீதுள்ள முடுக்கம் } a &= \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_1 \text{ மற்றும் } m_2 \text{ இடையே உள்ள தொடுவிசை} &= f_1 \\ m_2 \text{ மற்றும் } m_3 \text{ இடையே உள்ள தொடுவிசை} &= f_2 \\ \text{முதல் பொருளில், } F - f_1 &= m_1 a \\ \text{இரண்டாம் பொருளில், } f_1 - f_2 &= m_2 a \\ \text{மூன்றாம் பொருளில், } f_2 &= m_3 a \end{aligned}$$

$$f_1 = F - m_1 a = F - \frac{m_1 F}{(m_1 + m_2 + m_3)} = \frac{(m_2 + m_3)F}{(m_1 + m_2 + m_3)}$$

$$f_2 = m_3 a = \frac{m_3 F}{(m_1 + m_2 + m_3)}$$

இ) கம்பியினால் இயக்கப்பட்ட பொருள்களின் இயக்கம்



அமைப்பின் முடுக்கம் = a

$$a = \frac{f}{(m_1+m_2+m_3)}$$

இழுவிசை $T_1 = m_3 a = \frac{m_3 f}{(m_1+m_2+m_3)}$

இழுவிசை $T_2 = (m_2+m_3) a = \frac{(m_2+m_3) f}{(m_1+m_2+m_3)}$

இழுவிசை $T_{23} = F$

m_1 மற்றும் m_2 நிறையுடைய இரு பொருள்கள் நெகிழ்ச்சி அடையாத கம்பியின் இரு முனைகளில் கட்டப்பட்டு M நிறையுடைய உராய்வற்ற கம்பியின் வழியே செலுத்தப்பட்டுள்ளது.

கம்பியின் நிறை = M

கம்பியின் ஆரம் = R

இயக்க சமன்பாடுகள்

$$m_1 g - T_1 = m_1 a \quad \text{----- (i)}$$

$$T_2 - m_2 g = m_2 a \quad \text{----- (ii)}$$

கம்பியின் மீது திருப்புவிசை செயல்படுகிறது.

$$n = (T_1 + T_2)R$$

$$R\alpha = (T_1 + T_2)R$$

$$\text{(or) } \left[\frac{MR^2}{2} \right] \left[\frac{a}{R} \right] = (T_1 - T_2)R \quad \text{or} \quad T_1 - T_2 = \frac{Ma}{2} \quad \text{..... iii}$$

(i), (ii), and (iii) \longrightarrow

$$a = \frac{(m_1 - m_2) g}{(m_1 + m_2) + \frac{M}{2}}$$

$$T_1 = \frac{m_1 (2m_2 + M) g}{m_1 + m_2 + \frac{M}{2}}$$

கம்பியின் எதிர் செயல் $R = T_1 + T_2$

$$R = \frac{4m_1 m_2 + M (m_1 + m_2) g}{\left[m_1 + m_2 + \frac{M}{2} \right]}$$

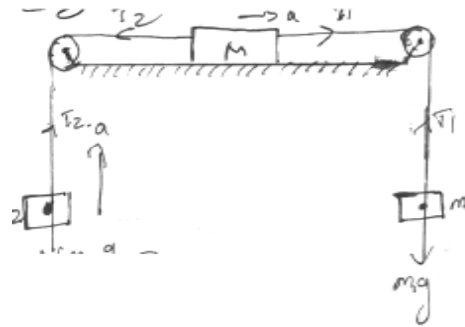
கம்பியின் நிறை சுழி, $M = 0$ இரு நிறைகளும் சமம் $m_1 = m_2 = m$

ஓய்வு நிலையில் கிடைமட்டத்தில் இருக்கும் பொருளின் நிறை M_2 கம்பி ஒன்றின் வழியே செலுத்தப்பட்ட கம்பி m_2 நிறையை m_1 நிறையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

அ) உராய்வற்ற நிலையில் M_2 மற்றும் கிடைமட்ட மேசை

முடுக்கம் $a = \frac{m_1 g}{(m_1 + m_2)}$

இழுவிசை $T = \frac{m_1 m_2 g}{(m_1 + m_2)}$



ஆ) வாகுளின் நிறை m_2 மற்றும் மேசைக்கு இடையில் உராய்வு செயல்படும்போது

$$\text{முடுக்கம்} \quad a = \frac{(m_1 - \mu m_2)g}{(m_1 + m_2)}$$

$$\text{இழுவிசை} \quad T = \frac{m_1 m_2 (1 + \mu)g}{(m_1 + m_2)}$$

இரு நிறைகளும் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது.

கிடைமட்ட மேசை மீது வைக்கப்பட்டுள்ள கட்டையை வலது பக்கமாக நகர்த்தும் போது ஏற்படும் முடுக்கம்

$$\begin{aligned} m_1 g - T_1 &= m_1 a \\ T_2 - m_2 g &= m_2 a \\ T_1 - T_2 &= M a \end{aligned}$$

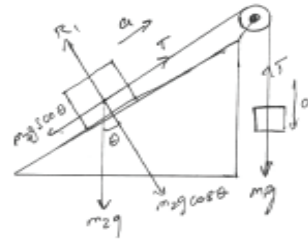
$$\text{முடுக்கம்} \quad a = \frac{(m_1 - m_2 T_2)g}{(m_1 + m_2 + M)}$$

சாய்வு பலகையின் மீது இரு நிறைகள் கப்பி ஒன்றின் வழியே படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு தொங்க விடப்பட்டுள்ளது. நிறை m_1 , a என்ற முடுக்கத்துடன் கப்பியின் வழியே இறக்கப்பட்டுள்ளது. நிறை m_2 சாய்வு பலகையின் மீது வைக்கப்பட்டுள்ளது.

உராய்வின்றி

$$\text{முடுக்கம்} \quad a = \frac{(m_1 - m_2 \sin \theta)g}{(m_1 + m_2)}$$

$$\text{இழுவிசை} \quad T = \frac{m_1 - m_2 (1 + \sin \theta)g}{(m_1 + m_2)}$$



உராய்வுடன்

$$\text{முடுக்கம், } a = \frac{(m_1 - m_2 (\sin \theta + \mu \cos \theta))g}{(m_1 + m_2)}$$

m_1 மற்றும் m_2 நிறைகளை கம்பியின் மூலம் இணைக்கப்பட்டு கம்பியின் வழியே செலுத்தப்பட்டுள்ளது.

$$m_1 > m_2$$

முடுக்கம்

$$a = \frac{(m_1 \sin \alpha - m_2 \sin \beta)g}{(m_1 + m_2)}$$

இழுவிசை

$$T_1 = \frac{m_1(2m_2 + M)g}{(m_1 + m_2 + M)}$$

இழுவிசை

$$T_2 = \frac{m_2(2m_2 + M)g}{(m_1 + m_2 + M)}$$

துணை முடிவுகள் :

இரு நிறைகள் சமமாக உள்ளபோது

$$m_1 = m_2 = m$$

முடுக்கம் = சுழி

$$\text{கம்பியின் எதிர்வினை} = 2T = 2mg$$

- அ) கம்பியின் ஒரு முனையில் M நிறையுடைய பொருள் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. சம அளவு நிறையுடைய மாணவன் ஒருவன் கம்பியின் மறுமுனை வழியாக ஏறினால் என்ன நடக்கும். அந்த அழிவின்மை விதியின்படி மாணவனும் நிறையும் சம வேகத்தில் எழுப்பப்படுவார்கள்.

- ஃ உராய்வு விசை என்பது பொருளொன்று பரப்பை கடக்கும்போது, பரப்பு பொருளின் மீது செலுத்தும் விசை. உராய்வு விசை தொடர்பில் உள்ள இரு பொருள்கள் சார்பு இயக்கத்தை எதிர்கிறது.
- ஃ உராய்வற்ற பரப்பில் தொடுவிசை தொடு கோட்டின் வழியாக செயல்படுகிறது. ஆகவே பரப்பில் உராய்வு விசை சுழி ஆகும்.
- ஃ இரு பரப்புகளும் சொரசொரப்பாக இருக்கும் போது உராய்வு விசை சுழியாக இருக்காது.
- ஃ உராய்வு விசை பொருள்களின் இயக்கத்திற்கு துணை புரிகிறது. ஆனால் சார்பு இயக்கத்தை எதிர்கிறது.

உராய்வு விசை இருவகைப்படும்.

- 1) சறுக்கும் உராய்வு 2) உருளும் உராய்வு
- சறுக்கும் உராய்வு மூன்று வகைப்படும்
- 1) நிலையான உராய்வு
 - 2) அதிகபட்ச நிலையான உராய்வு
 - 3) இயங்கும் உராய்வு

உருளும் உராய்வு < மாறும் உராய்வு < சறுக்கும் உராய்வு

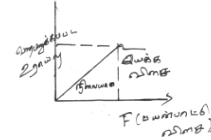
$$\mu_s = \tan \lambda$$

λ = உராய்வு கோணம்

உராய்வற்ற பரப்பில் உராய்வு கோணம் சுழியாகும்.

பயன்பாட்டு விசைக்கும் உராய்வு விசைக்கும் இடையே உள்ள வரைப்படம்.

சாய்வு பலகையில் மீதுள்ள இயக்கம்



சாய்வு பலகை சொரசொரப்பாகவோ அல்லது வழுவழுப்பாகவோ

இருக்கலாம். பொருள் பலகையின் மீது பகுதிக்கோ அல்லது மேல்பகுதிக்கோ நகரலாம்

- 1) பலகையின் கீழ் பகுதிக்கு இறங்கும்போது பொருளின் இயக்கம்

சாதாரண எதிர் செயல் $R = mg \cos \theta$

$$mg \sin \theta - \mu R = ma$$

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$$

(or)

$$a = g(\sin \theta - \mu \cos \theta)$$

சொரசொரப்பான பலகையின் கீழ்நோக்கிய முடுக்கம் = $g(\sin\theta - \mu\cos\theta)$

2) வழுவழப்பான பலகையில் கீழ் நோக்கிய இயக்கம் ($\mu = 0$)

பொருளின் முடுக்கம் = $g\sin\theta$

3) சொரசொரப்பான பலகையின் மேல் நோக்கிய பொருளின் இயக்கம்
பொருள் மேல்நோக்கி நகரும் பொழுது

உராய்வு விசை $f = \mu R$ பொருள் இயக்கத்தை எதிர்க்கும் வகையில் கீழ்நோக்கி செயல்படுகிறது.

$$\begin{aligned} \text{ஃ} \quad ma &= mg \sin\theta + f \\ &= mg\sin\theta + \mu R \\ &= mg \sin\theta + \mu mg \cos\theta = mg (\sin\theta + \mu\cos\theta) \end{aligned}$$

அல்லது முடுக்கம் $a = g(\sin\theta + \mu R\cos\theta)$

4) வழுவழப்பான பலகையில் மேல்நோக்கிய பொருளின் இயக்கம் ($\mu = 0$)

பொருளின் முடுக்கம் = $g\sin\theta$

5) பலகைக்கு கிடைமட்டமாக முடுக்கம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது, பலகை வழுவழப்பாக உள்ளது எனில்,

$$\begin{aligned} mg\cos\theta - mb\cos\theta &= ma \\ a &= (g\sin\theta - b\cos\theta) \\ a = 0, b &= g \tan \theta \end{aligned}$$

நேர்கோட்டு உந்த அழிவின்மை விதியின் தத்துவம்

தனி அமைப்பில், அமைப்பின் அனைத்து பொருள்களின் நேர்கோட்டு உந்தத்தின் வெக்டர் கூடுதல்கள் அழிவற்றது அமைப்பானது பரஸ்பர செயல் மற்றும் எதிர்செயலால் பாதிக்கப்படாது. தனி அமைப்பு புற விசையால் பாதிக்கப்படாது.

அமைப்பின் மொத்த உந்தம் மாறாது. ஆனால் செயல் மற்றும் எதிர் செயல்களினால் பொருள்களின் உந்தம் மாறுபடும்.

தனி அமைப்பு ஒன்றில் உள்ள n பொருள்களின் நிறைகள் $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ தொடக்க திசை வேகம் u_1, u_2, \dots, u_n நகருவதாக கருதுவோம், அமைப்பின் மொத்த தொடக்க நேர்கோட்டு உந்தம் $P_1 = m_1 u_1 + m_2 u_2 + \dots + m_n u_n$

செயல் மற்றும் எதிர் செயல்களினால் இறுதி திசைவேகம் v_1, v_2, \dots, v_n , அதனுடைய மொத்த இறுதி நேர்கோட்டு உந்தம் $P_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 + \dots + m_n v_n$

உந்த அழிவின்மை விதியின்படி

$$P_1 = P_2 \text{ புறவிசைகளின் தாக்கமின்றி}$$

அல்லது

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 + \dots + m_n u_n = m_1 v_1 + m_2 v_2 + \dots + m_n v_n$$

- எ.க. 1) துர்பாக்கியின் மின்னியக்கம்
2) குண்டு வெடித்தல்
3) ராக்கெட் மற்றும் ஜெட் விமானம் செயல்படுத்தல்
4) மனிதன் படகிலிருந்து கரைக்கு தள்ளுதல்

ராக்கெட் மற்றும் ஜெட் விமானங்களின் இயக்கம் :

ராக்கெட் மற்றும் ஜெட் விமானங்களின் இயக்கங்கள் நேர்கோட்டு உந்த அழிவின்மை விதியின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது. ஜெட் விமானங்கள் எரிபொருளை மட்டுமே எடுத்து செல்லும், ராக்கெட்கள் ஆக்ஸிஜன் மற்றும் எரிபொருள் சேர்த்து எடுத்து செல்லும் எரிபொருள் எரியூட்டப்படுவதால் உயர் வெப்பநிலை மற்றும் உயர் அழுத்தத்தில் உருவாகும் வாயுக்கள் சிறு துவாரம் வழியே வெளியேறுகின்றன.

மேர்க்கோட்டு உந்த அழிவின்மை விதியின்படி வெளியேறும் வாயுக்களின் உந்தமும் ராக்கெட்டுக்கு கிடைத்த உந்தமும் சமமாக இருக்க வேண்டும். ராக்கெட்டிற்கு அளிக்கப்படும் செங்குத்து விசை காரணமாக, அதன் திசை வேகமும் முடுக்கமும் தொடர்ந்து அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும். வெளியேறும் வாயுக்களின் நிறை காரணமாக, ராக்கெட்டின் நிறையும், எரிபொருள் அமைப்பும் குறைந்துக் கொண்டே வரும்.

நேர்கோட்டு உந்த அழிவின்மை விதியின்படி ராக்கெட்டின் திசைவேகம்

$$V = u \log_e \left(\frac{m_0}{m} \right) = 2.30$$

u என்பது வெளியேறும் வாயுக்களின் சார்பு திசை வேகம். m_0 என்பது ராக்கெட்டின் தொடக்க நிறை, m என்பது ராக்கெட்டின் நிறை

u - ராக்கெட்டின் திசைவேகம்.

எரியூட்டப்பட்ட ராக்கெட்டின் திசைவேகம்

$$u_b = 2.303 u \log_{10} \frac{m_0}{m_r}$$

m_r → அனைத்து எரிபொருள்களும் எரிந்த பின் ராக்கெட்டின் எஞ்சிய நிறை

ராக்கெட்டின் செங்குத்து விசை

$$F = - u \frac{dm}{dt}$$

$$\frac{dm}{dt} \rightarrow$$

எரிபொருள் எரியும் விகிதம் எதிர்குறி என்பது ராக்கெட்டின் செங்குத்து திசைவேகம் விடுபடு வேகம் வாயுவிற்கு எதிர்திசையில் செல்வதை குறிக்கிறது.

கணத்தாக்கு விசையும் விசையின் தாக்கமும் :

விசையின் தாக்கம் என்பது விசை மற்றும் காலத்தின் பெருக்கற்பலன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$Z = f t$$

f - விசை

t - விசை செயல்படக்கூடிய காலம்

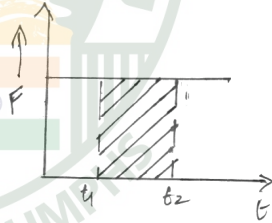
நியூட்டனின் இரண்டாம் விதிப்படி

$$F = \frac{dp}{dt}$$

$$dp = F dt$$

p - பொருளின் உந்தம்

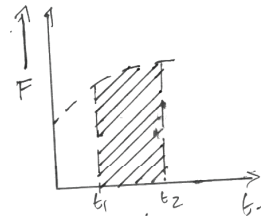
$$\text{மாறாத விசை} - P_2 - P_1 = f (t_2 - t_1) = f D t$$



மாறாத விசையின் தாக்கத்தை உந்த மாறுபாட்டின் மூலம் அளவிட முடிகிறது. இதனை விசை-காலம் வரைப்படத்தின் பரப்பு மூலம் அறியலாம்.

உந்த மாறுபாடு

$$P_2 - P_1 = \int_{t_1}^{t_2} f \Delta t$$



கணத்தாக்கு விசை

விசை செயல்படும் காலத்தில் பொருளின் நிலை ஏற்படும் மாற்றம் புறக்கணிக்கத் தக்கதாக இருக்கக்கூடிய, மிகக்குறைவான காலத்தில் பொருளின் மீது செயல்படும் மிக அதிகமான விசை, கணத்தாக்கு விசை எனப்படும். எ.கா. மோதல்கள், சுத்தியலால் அடித்தல், இரு பில்லியர்டு பந்துகளுக்கிடையேயான மோதல்.

குறிப்பாயம்**நிலைம குறிப்பாயம்**

குறிப்பாயத்தில் உள்ள பொருள்கள் நியூட்டனின் நிலைம விதி மற்றும் எந்திரவியல் விதிகளுக்கு உட்படுமானால் அது நிலைமக் குறிப்பாயம் எனப்படும். இக்குறிப்பாயத்தில் வெளிப்புற விசை செயல்படாதவரை பொருள் ஓய்வு நிலையிலோ அல்லது தொடர்ச்சியான இயக்க நிலையிலோ அமையும்.

நிலைமமற்ற குறிப்பாயங்கள் :

குறிப்பாயங்கள், நிலைம குறிப்பாயங்களை பொறுத்து முடுக்கமடைந்தாலோ அல்லது சுழற்சி அடைந்தாலோ நிலைமமற்ற குறிப்பாயங்கள் எனப்படும். பொருள்களின் இயக்கத்தை S மற்றும் S¹ குறிப்பாயங்கள் மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

S - நிலைம குறிப்பாயம்

S¹ - நிலைமமற்ற குறிப்பாயம்

குறிப்பாயங்களை பொறுத்து நிலை வெக்டர்கள் r மற்றும் r¹ தோற்ற S¹-ன் நிலை வெக்டர் R வெக்டர் முக்கோண OO¹P

$$r^1 = r - R$$

சமன்பாட்டை இருமுறைகாலத்தை பொறுத்து வகைகொடு செய்யும் பொழுது

$$\frac{d^2 r^1}{dt^2} = \frac{d^2(r)}{dt^2} - \frac{d^2(R)}{dt^2}$$

$$\implies a^1 = a - A$$

a¹ = S¹- சார்ந்த P பொருளின் முடுக்கம்

a = S- சார்ந்த P யின் முடுக்கம்

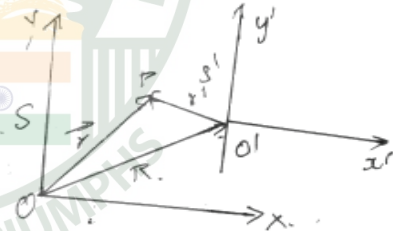
A = S ஐ சார்ந்த S¹ -ன் முடுக்கம்

சமன்பாட்டை m- ல் பெருக்கும் பொழுது

$$ma^1 = ma - mA \implies F^1 = F - mA$$

$$\implies F^1 = F + (-mA)$$

நிலைமமற்ற குறிப்பாயத்தில் நியூட்டன் விதியை பயன்படுத்த கூடுதல் விசையை கணக்கில் கொள்ள வேண்டும். இந்த விசையின் எண் மதிப்பு பொருளின் நிறை மற்றும் குறிப்பாயத்தின் முடுக்கம் ஆகியவற்றை பெருக்கி கிடைப்பதாகும். இந்த விசை முடுக்கித்தின் எதிர் திசையில் அமையும். இந்த விசைதான் மாய விசை. இது நிலைம குறிப்பாயத்தில் இருக்காது.



வட்ட இயக்கத்தின் விசைகள் :

மையநோக்கு விசை :

பொருள் ஒன்று வட்டபாதையில் சுற்றி தேவையான விசை.

வட்ட இயக்கத்தை ஏற்படுத்த ஆரத்தின் வழியே மையத்தை நோக்கியும் பொருளின் திசை வேகத்திற்கு செங்குத்தாகவும் மாறாத விசை செயல்பட வேண்டும்.

$$F = \frac{mv^2}{r} = mrw^2$$

v -- நேர்கோட்டு திசைவேகம்

w -- கோண திசை வேகம்

r -- வட்ட பாதையின் ஆரம்

மையவிலக்கு விசை :

வட்டப்பாதையில் செல்லும் ஒரு பொருளுக்கு மீண்டும் நேர்கோட்டு பாதையில் செல்ல தோன்றுவதே மையவிலக்கு விசையாகும்.

இது மையநோக்கு விசையின் எதிர் செயல் ஆகும். மையநோக்கு விசை எண்ணளவில் மைய விசைக்கு சமமாகும். மைய விலக்கு விசை, மையநோக்கு விசையின் எதிர்திசையில் செல்லும் மையவிலக்கு விசை ஆரத்தின் வழியாக மையத்திற்கு விட்டு விலகி செல்லும்.

வளைவுப் பாதையில் மிதிவண்டி ஓட்டி வளைதல் :

மிதிவண்டி ஓட்டிக்கு வளைந்து செல்லும் போது மையநோக்கு விசை தேவைப்படும். மிதிவண்டி ஓட்டி வளைவில் செல்லும்போது செங்குத்து திசையில் உந்து உட்புறம் நோக்கி ஓகோணம் வளைய வேண்டும். செங்குத்து நிலையிலிருந்து ஓகோணம் வளைவதை

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

v -- வளையும் போது மிதிவண்டி ஓட்டியின் திசைவேகம்

r -- வளைவு பாதையின் ஆரம்.

சரிசமமான வட்டச்சாலையில் வாகனத்தின் இயக்கும்

வாகனம் ஒன்று சரிசமமான கிடைமட்டமான வட்டச்சாலையில் செல்லும் போது, சாலைக்கும் டயர்களுக்கும் இடையேயான உராய்வு விசை தேவையான மையநோக்கு விசையை கொடுக்கும். எனவே வாகனம் ஒன்று சரிசமமான வளைவுப் பாதையில் நழுவி விழாமல் செல்லக்கூடிய பெரும் திசைவேகம்.

$$V_{\max} = \sqrt{\mu_s r g}$$

μ_s - சாலைக்கும் டயர்களுக்கும் இடைப்பட்ட உராய்வுக் குணகம்
வளைவுச்சாலைகளில் வெளிப்புறம் உயர்த்தப்பட்டிருந்தால் வாகனத்தின் இயக்கம்

கார் ஒன்று சரிசமமான வளைவில் செல்லும் போது சாலைக்கும் டயர்களுக்கும் இடையேயான உராய்வு விசை தேவையான மையநோக்கு விசையை ஏற்படுத்துகிறது. வாகனம் வளைவுப் பாதையில் செல்ல உதவும் மையநோக்கு விசையைத்தரும் உராய்வு விசை போதுமானதாக இல்லையெனில், கார் வழக்கி விழுந்து விடும். வழக்குவதை தவிர்க்க, சாலையின் உட்புற விளிம்பைவிட வெளிப்புற விளிம்பு உயர்த்தப்பட்டிருக்கும். இதனையே வளைவுச்சாலைகள் மற்றும் பாதைகளின் வெளிப்புறம் உயர்த்தப்படுதல் என்கிறோம். சாலையின் பரப்பிற்கும் கிடைமட்டத்திற்கும் இடைப்பட்ட கோணம் என்பது வெளிவிளிம்பு உயர்த்தப்பட்டதால் ஏற்பட்ட கோணமாகும்.

சறுக்காமலிருக்க தேவையான பெரும் வேகம்

$$V_{\max} = \left[\frac{r g (\mu_s + \tan \theta)}{1 - \mu_s \tan \theta} \right]^{1/2}$$

μ_s - டயர்களுக்கும், சாலைகளுக்கும் இடைப்பட்ட உராய்வு குணகம்.

r - வட்ட சாலையின் ஆரம்

V_{\max} - வாகனத்தின் நிறையை பொறுத்தல்

i.e., V_{\max} - அனைத்து வாகனங்களுக்கும் சமம்.

$\mu_s = 0$, வெளியுறம் உயர்த்தப்பட்ட பாதை வழவழப்பானதாக இருக்கும். இந்த வேகத்தில் தேவையான மையநோக்கு விசையை கொடுக்க உராய்வு விசை தேவைப்படாது.

$$V^2 = rg \tan \theta \quad \text{or} \quad \tan \theta = \frac{V^2}{rg}$$

$$\tan \theta = \frac{h}{\sqrt{b^2 - h^2}} = \frac{V^2}{rg}$$

$b \implies$ சாலையின் அகலம்

$h \implies$ சாலையின் வெளிப்புற உயரம்

$\theta \implies$ வெளிவிளிம்பு உயர்த்தப்பட்டதால் ஏற்பட்ட கோணம்

