

5. பருபொருட்களின் இயக்கம் மற்றும் திண்மப்பொருள்

- ஃ புவியைசுகள் செயல்படும் போது ஒரு பொருளின் இரு துகள்களுக்கிடையே உள்ள தொலைவானது மாறாமல் இருந்தால் அதனை திண்மப்பொருள் என்கிறோம்.
- ஃ திண்மப்பொருளானது சுழல் இயக்கத்தைப் போல் நோக்ககோட்டு இயக்கத்தைப் பெற்றிருக்கும்.
- ஃ ஒரு பொருளின் மீது ஒரே சமயத்தில் பல விசைகள் செயல்பட்டும் அப்பொருள் ஓய்வு நிலையிலோ (அ) நோக்ககோட்டில் சீரான இயக்க நிலையிலோ இருந்தால் அப்பொருள் முடுக்கமில்லாத இயக்கத்தை பெற்றிருக்கும் . இதற்கு சமநிலை என்று பெயர்.
- ஃ ஒரு பொருள் சமநிலையில் இருப்பதற்கான இரு நிபந்தனைகள்.
 - 1) இரு பொருளின் மீது செயல்படும் அனைத்து விசைகளின் தொகுபயன் சுழியாக இருக்கும்.
 - 2) ஏதேனும் ஒரு புள்ளியை பொருத்து அனைத்து விசைகளின் திருப்புத்திறனின் கூட்டுத் தொகையானது சுழி ஆகும்

இரு விசைகள் மட்டும் செயல்படும்போது சமநிலை

ஒரு பொருள் சமநிலையில் இருக்கும் போது F_1 & F_2 என்று விசைகள் மட்டும் செயல்படும்போது

$$F_1 + F_2 = 0, F_1 = -F_2$$

இந்த விசைகள் எண்ணளவில் சமமாகவும் எதிரெதிர் திசையிலும் இருக்கும்.

மூன்று விசைகளுக்கு கீழ் சமநிலை :

ஒரு பொருளில் செயல்படும் இணையில்லாத ஒரு தள மூன்று விசைகளின் சமநிலையில் இருப்பின் ஒவ்வொரு விசையும் மற்ற இரு விசைகளுக்கிடப்பட்ட கோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும்.

$$\frac{f_1}{\sin\theta_1} = \frac{f_2}{\sin\theta_2} = \frac{f_3}{\sin\theta_3}$$

- ஃ திண்மப்பொருளின் ஒரு துகள் அல்லது வேறுபட்ட துகள் பொது மையத்தைப் பொருத்து வட்டப்பாதையில் இயங்கினால் அவ்விசைக்கம் சுழல் இயக்கம் எனப்படும்
- ஃ வட்டங்கள் தளத்திற்கு செங்குத்தாகவும் வட்டங்களின் மையத்தின் வழியாகவும் செல்லும் கோடு சுழல் அச்சு எனப்படும்.
- ஃ துகளானது இயக்கத்தின் போது ஏற்படுத்தும்போது வட்டத்தின் ஆரமானது ஆர வெக்டர் எனப்படும்.
- ஃ சுழலும் திண்மப் பொருளின் சுழலும் அச்சைப்பொருத்த நிலைமத் திருப்புத்திறன் $I = mr^2$
- ஃ நிலைமத் திருப்புத்திறன் சுழற்சி இயக்கத்தில் செயல்படுவதால் நிறையானது நேரிசை இயக்கத்தில் செயல்படும்.
- ஃ சுழலும் திண்மப்பொருளின் நிலைமத்திருப்புத்திறன் கணக்கிடுவதற்கு பொருளிலுள்ள ஒவ்வொரு துகளின் நிலைம திருப்புத்திறனை கூட்டிக் கொள்ள வேண்டும்.
- $$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots$$
- $$I = mr^2$$
- ஃ பொருளின் ஒட்டு மொத்த எடையும் செறிந்துள்ள புள்ளிக்கும் சுழற்சி அச்சுக்கும் இடையே செங்குத்து தொலைவு சுழற்சி ஆரம்

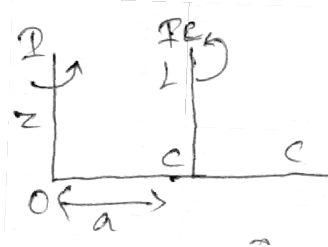
$$\sqrt{\frac{r_1^2 + r_2^2 + \dots + r_n^2}{n}}$$

செங்குத்து அச்சுகள் தேற்றம்

- ஃ ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான மூன்று அச்சுகள் பொதுவான புள்ளியில் வெட்டுமாறு இருக்க சமதள மல்லிய பரப்புடைய பொருளின் தளத்திற்குச் செங்குத்தான அச்சைப் பற்றிய நிலைமத் திருப்புத்திறனானது, தளத்திலேயே அமைந்த ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான இரு அச்சுகளை பற்றிய நிலைமத்திருப்புத்திறன்களின் கூடுதலுக்கு சமம்.

$$I_z = I_x + I_y$$

இணை அச்ச தோற்றம் :



பொருளின் எந்தவொரு அச்சைப்பற்றிய நிலைமைத்திருப்புத்திறனானது, ஈர்ப்பின் மையம் வழியே செல்லும் இணை அச்சைப் பற்றிய நிலைமைத் திருப்புத்திறன் மற்றும் பொருளின் நிறையையும் இரு அச்சுகளுக்கிடையேயான தொலைவின் இருமடியையும் இரு அச்சுகளுக்கிடையேயான தொலைவின் இருமடியையும் பெருக்கினால் வரும் பெருக்கற்பலன் ஆகியவற்றின் கூடுதலுக்கு சமமாகும்.

பொருளின் நிறை மையம் C வழியாக செல்லும் LC அச்சை பொறுத்து M நிறையுடைய பொருளின் நிலைமை திருப்புத்திறன் I_C , ZO அச்சை பொருத்த நிலைமைத்திருப்புத்திறன் I இவ்விரு அச்சின் இணை அச்சுகள் இடையேயான தொலைவு a எனவே தேற்றத்தின்படி

$$I = I_C + ma^2$$

பொருள்	சுழல் அச்ச	சுழற்சி ஆரம் (K)	வாய்ப்பாடு $I = mk^2$
மெல்லிய தண்டு	ஈர்ப்பு மையத்தின் வழியாக நீளத்திற்கு நேர்க்குத்தாக செல்லும் அச்ச	$\frac{1}{\sqrt{12}}$	$I = ml^2/12$
	தண்டின் ஒரு முனை வழியாக	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$I = ml^2/3$
மெல்லிய வட்ட வளையம்	விட்டத்தின் வழியாக செல்லும் அச்ச	$R/r\sqrt{2}$	$I = mR^2/2$
	மையத்தின் வழியாக தளத்திற்கு செங்குத்தாக செல்லும் அச்ச	R	$I = mR^2$
	தொடுகோட்டின் வழியே (விட்டத்திற்கு இணையாக)	$\sqrt{3/2} R$	$I = 3/2 mR^2$
வட்டத்தட்டு	விட்டத்தின் வழியே	R/2	$I = MR^2/4$
	மையத்தின் வழியாக தளத்திற்கு செங்குத்தாக செல்லும் அச்ச	$R/\sqrt{2}$	$I = MR^2/2$
	தொடு கோட்டின் வழியே விட்டத்திற்கு இணையாக	$\sqrt{5}R/2$	$I = 5MR^2/4$

பொருள்	சூழல் அச்சு	சூழற்சி ஆரம் (K)	வாய்ப்பாடு $I=mk^2$
திண்ம உருளை	சமச்சீருடைய நீண்ட அச்சின் வழியாக	$R\sqrt{2}$	$I=MR^2/2$
	மையத்தின் வழியாக நீளத்திற்கு செங்குத்தாக செல்லும் அச்சு	$\left[\frac{I^2 + R^2}{12 \cdot 4}\right]^{1/2}$	$I = \frac{MI^2}{12} + \frac{MR^2}{4}$
உள்ளீடற்ற உருளை	சமச்சீருடைய நீண்ட அச்சின் வழியாக	R	$I=MR^2$
	மையத்தின் வழியாக நீளத்திற்கு செங்குத்தாக செல்லும் அச்சு செங்குத்தாக செல்லும் அச்சு	$\left[\frac{I^2 + R^2}{12 \cdot 4}\right]^{1/2}$	$I = \frac{MI^2}{12} + \frac{MR^2}{2}$
திண்ம உருளை	விட்டத்தின் வழியாக	$R\sqrt{2/5}$	$I=2/5MR^2$
	தொடுகோட்டின் வழியாக	$R\sqrt{7/5}$	$I=7/5MR^2$
உள்ளீடற்ற உருளை	விட்டத்தின் வழியாக	$R\sqrt{2/3}$	$I=2/3MR^2$
	தொடுகோட்டின் வழியாக	$R\sqrt{5/3}$	$I=5/3MR^2$

நிறையின் மையம்

- ஃ ஒரு அமைப்பின் அனைத்து நிறைகளும் எந்த இடத்தில் இருக்கிறதோ அந்த இடத்தில் நிறையின் மையம் இருக்கும்.
- ஃ ஒரு திண்மப் பொருளில், பொருளின் நிறை ஒரு புள்ளியில் மொத்த நிறைக்கு சமமாக இருக்கும். அந்த புள்ளி இருக்கும் இடம் நிறையின் மையம் ஆகும்.
- ஃ ஒரு படித்தான சமச்சீர் வடிவ திண்மப் பொருளின் நிறையின் மையம் சமச்சீர் பொருளின் மையத்தில் இருக்கும். இது அதன் வடிவியல் மையம்.
- ஃ திண்மப் பொருளில் நிறையின் மையம் சமநிலைப் புள்ளியில் இருக்கும் ஒரு பொருளை நிறையின் மையத்திலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டால் அது சமநிலையில் இருக்கும்.
- ஃ ஒரு அமைப்பின் நிறையின் மையம் நகரும் துகள்களை சார்ந்திருக்காது மற்றும் இதை பயன்படுத்தி அமைப்பிலுள்ள துகள்களின் மோதல்களை ஆராய முடியும்

ஃ மொத்த நிறை M கொண்ட ஒரு அமைப்பில் N துகள்கள் இருந்தால் வரையறை

$$X_{cm} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$= \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i x_i$$

$$y_{cm} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + \dots + m_n y_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$= \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i y_i$$

$$Z_{cm} = \frac{m_1z_1 + m_2z_2 + \dots + m_n z_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$= \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i z_i$$

இதுதான் துகள்களின் சராசரி நிலை எடை. ஒவ்வொரு துகள்களின் நிறையை தொடர்புப்படுத்துகிறது.

தண்ம பொருள் நிறை m - பொது வரையறை

$$X_{cm} = \frac{1}{M} \int x \, dm$$

$$y_{cm} = \frac{1}{M} \int y \, dm$$

$$z_{cm} = \frac{1}{M} \int z \, dm$$

நிறை m பருமன் V கொண்ட சீரான அடர்த்தி உடைய திண்ம பொருள்

$$X_{cm} = \frac{1}{V} \iiint x \, dv$$

$$y_{cm} = \frac{1}{V} \iiint y \, dv$$

$$z_{cm} = \frac{1}{V} \iiint z \, dv$$

ஒரு பொருளின் நிறையின் மையம் ஒரு கூம்பு வடிவத்தில் இருக்கும் என்பதை இந்த சமன்பாடு வரையறுக்கிறது.

தொடர் பரவலுடைய நிறையின் மையம் :

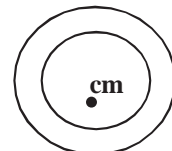
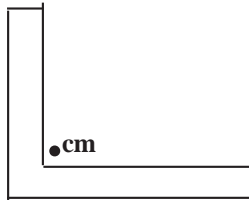
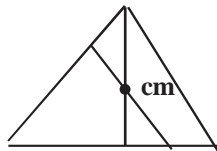
அமைப்பானது தொடர் பரவலாக நிறை இருந்தால் நிறை கூறு dm , r நிலை புள்ளியில் நிறையாகவும் அமைந்து தொகையிடலால் \sum யை நீக்க செய்து $R_{cm} = \frac{1}{M} \int r \, dm$

$$X_{cm} = \frac{1}{M} \int x \, dm$$

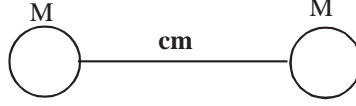
$$Y_{cm} = \frac{1}{M} \int y \, dm$$

$$Z_{cm} = \frac{1}{M} \int z \, dm$$

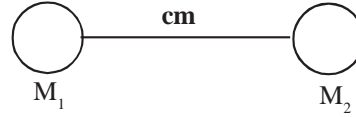
நிறையின் மையமானது ஒரு பொருளில் உள்ளேயே (அ) வெளியேயே இருக்கலாம்.



சமச்சீருடைய பொருளின் ஒரு படித்தான பரவலாக நிறை இருந்தால் நிறையின் மையம் சமச்சீர் மையத்திலுலோ (அ) வடிவியல் மையத்திலுலோ இருக்கும்.

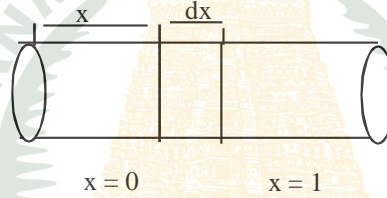


ஒழுங்கற்ற வடிவமாக இருந்தால் நிறையின் மையம் பெருத்த பகுதியின் அருகில் இருக்கும்.



அது எப்பொழுதும் அமைப்பின் மொத்த நிறையும் அதன் நிறையின் மையத்தில் இருக்கும்

ஒரு சீரான நீண்ட தண்டினுடைய நிறையின் மையம்



ஒரு படித்தான தண்டின் நீளம் மற்றும் நிறை முறையே M மற்றும் L

$$\text{தண்டின் ஓரலகு நீளத்திற்கான நிறை} = \frac{M}{L}$$

நீளத்திற்கான சிறு கூறு dx என்று கருதுக

$$\text{நிறையின் கூறு } dm = \frac{M}{L} dx$$

தண்டின் நிறையின் மையத்தின் அச்ச X

$$\begin{aligned} X_{cm} &= \frac{1}{M} \int x dm \\ &= \frac{1}{M} \int_0^L x \frac{m}{L} dx \\ &= \frac{1}{L} \left[\frac{x^2}{2} \right]_0^L = \frac{L}{2} \end{aligned}$$

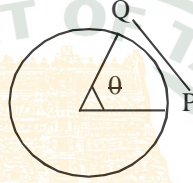
ஒரு மெல்லிய தண்டின் y அச்சு சுழி, 2 அச்சு சுழி என்று கருதுவோம்.

$$\text{அதனால் நிறையின் மையம்} = \left[\frac{2}{2}, 0, 0 \right]$$

கோண இடப்பெயர்ச்சி :-

ஒரு துகளானது 0 மையத்தில் காசித தளத்தில் வட்ட வடிவத்தில் நகர்ந்தால் சுழல் அச்சின் பாதை 0 வின் வழியாகவும், காசித தளத்திற்கு செங்குத்தானதாகவும் இருக்கும்.

துகளானது குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் நிலையிலிருந்து நிலை Q விற்கு நகர்ந்தால் $\angle POQ = \theta$ ஆனது அந்த கால இடைவெளியின் கோண இடப்பெயர்ச்சியாக இருக்கும்.



குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஆர வெக்டர் ஏற்படுத்தும் கோணம் கோண இடப்பெயர்ச்சி ஆகும்.

கோண இடப்பெயர்ச்சியின் அலகு ரேடியன்
கோண இடப்பெயர்ச்சியின் வெக்டர் ஆகும்.

கோண இடப்பெயர்ச்சி, சுழற்சி கடிகார திசைக்கு எதிர் திசையாக இருந்தால் நேர்குறியாகவும், கடிகார திசையில் இருந்தால் எதிர் குறியாகவும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

கோண திசை வேகம் :-

கோண இடப்பெயர்ச்சி மாறும் வீதம் கோண திசைவேகம்

t காலத்தில் ஆரவெக்டர் ஏற்படுத்தும் கோணம் θ இருந்தால் சராசரி கோண திசை வேகம்.

$$\omega = \theta/t \quad (\text{or}) \quad \theta = \omega t$$

வொதுவாக கண நேரத்தில் கோண திசைவேகம்

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

கோண திசைவேகம் வெக்டர் அளவு

வொருளானது கடிகார திசைக்கு எதிர் திசையில் சுழன்றால் கோண திசை வேகத்தின் திசை சுழலும் அச்சின் திசைக்கு மேல் நோக்கி இருக்கும்.

கோண திசைவேகத்தில் அலகு ரேடியன் / வினாடி பரிமாண வாய்ப்பாடு
 $M^0 L^0 T^{-1}$

கோண திசை வேகத்தை ஒரு நிமிடத்திற்கான சுழற்சி என்றும்
 வரையறுக்கலாம்.

கோண முடுக்கம் :-

கோண திசைவேகம் மாறும் வீதம் கோண முடுக்கம்

t காலத்தில் கோண திசைவேகத்தில் மாநிறம் ω எனில் சராசரி கோண
 முடுக்கம் α

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

கண நேரத்தில் முடுக்கம்

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt}$$

மீண்டும்

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

$$\alpha = \frac{d}{dt} \left(\frac{d\theta}{dt} \right) = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

இது வெக்டர் அளவு அலகு ரேடியன் / வினாடி² பரிமாண வாய்ப்பாடு
 $(M^0 L^0 T^{-2})$

நேர்கோட்டு திசை வேகத்திற்கும் கோணதிசை வேகத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு

t நேரத்தில் துகள் ஏற்படுத்தும் வில்லின் நீளம் S, அந்த நேரத்தில் கோண
 இடப்பயர்ச்சி D எனவும் ஆர வெக்டர் r எனவும் கொள்வோம்

$$S = r\theta$$

t - ஐ பொருத்து வகைப்படுத்த

$$\frac{ds}{dt} = r \frac{d\theta}{dt}$$

துகளின் நேர்கோட்டு திசை வேகம் மற்றும் கோண திசை வேகம்

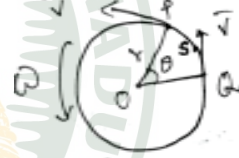
$$v = \frac{ds}{dt} \quad w = \frac{d\theta}{dt}$$

$$V = rw$$

நேர்கோட்டு திசை வேகம் = ஆரம் x கோண திசைவேகம்

நேர்கோட்டு திசைவேகத்தின் திசையானது எப்பொழுதும் வட்ட பாதையின் தொடுகோட்டில் இருக்கும்.

வெக்டர் வடிவில் இதன் தொடர்பு $V = w \times r$



நேர்கோட்டு முடுக்கத்திற்கும் கோண முடுக்கத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு



நேர்கோட்டு திசைவேகத்திற்கும் கோண திசைவேகத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு :

$$V = r w$$

நேரத்தைப் பொருத்து வகைப்படுத்த

$$\frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} (r w)$$

(or)

$$f_t = r \frac{dw}{dt}$$

$$f_t = r \alpha$$

நேர்கோட்டு முடிக்கம் = ஆரம் X கோண முடிக்கம் நேர் கோட்டு முடிக்கத்தின் திசையானது பாதையின் தொடுக்கோடாக இருக்கும்.

இயல்பான திசையில் மற்ற முடிக்கங்களிலிருந்து தொடுக்கோட்டை முடிக்கத்தை வேறுபடுத்துவது மையநோக்கு முடிக்கம்.

தொடுக்கோட்டின் திசையையும் (F_t) ஆர முடிக்கமும் (F_r) ஒரு துகளை வட்ட பாதையில் இயக்க வைக்கிறது.

P புள்ளியில் F_r மற்றும் F_t கொடுக்கும் மொத்த முடிக்கம் F ஆகும்.

நேர்கோடு மற்றும் சுழல் இயக்க சமன்பாடுகள் :

$$\begin{aligned} V &= u + at \\ S &= ut + \frac{1}{2}at^2 \\ V^2 &= u^2 + 2as \end{aligned}$$

u	-	ஆரம்ப திசை வேகம் ,
V	-	இறுதி திசை வேகம்
S	-	இடப்பெயர்ச்சி
a	-	நேர்கோட்டு முடிக்கம்
t	-	காலம்

வட்ட பாதையின் சுழல் இயக்க சமன்பாடுகள்

$$\begin{aligned} \omega &= \omega_0 + \alpha t \\ \theta &= \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \\ \omega^2 &= \omega_0^2 + 2\alpha \theta \end{aligned}$$

ω	-	ஆரம்ப கோண திசை வேகம் , ω_0 இறுதி கோண திசை வேகம்
α	-	கோண முடிக்கம் , θ - கோண இடப்பெயர்ச்சி
t	-	காலம்

கோண உந்தம் மற்றும் திருப்பு விசை :

நேர்க்கோட்டியகத்தில் நேர்கோட்டு உந்தத்தை போன்றது. சுழல் இயக்கத்தில் கோண உந்தமாகும். நேர்கோட்டு உந்தத்தின் திருப்பு திறன், அதன் கோண உந்தம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஒரு துகளின் நேர்கோட்டு உந்தத்தையும் மற்றும் அச்சிலிருந்து துகளின் இயக்க கோட்டின் செங்குத்து தொலைவையும் பெருக்கி பெருவது அந்த அச்சின் கோண உந்தம் ஆகும்.

ஒரு பொருளின் நேர்கோட்டு உந்தம் P எனவும் அதன் நிறை m எனவும் கொண்டால் கோண உந்தம் (L)

$$\begin{aligned} L &= Pr & (P = mv) \\ L &= mvr \\ &= mr^2\omega & (V=r\omega) \\ L &= I\omega & (I = mr^2) \end{aligned}$$

I -என்பது நிலைம திருப்பு திறன்

இது வெக்டர் அளவு . இதன் வெக்டர் வடிவம் பரிமாண வாய்ப்பாடு ($ML^2 T^{-1}$)

நேர்கோட்டு இயக்கத்தில் ஒரு பொருளின் உந்தத்தின் மீது விசை மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. அதே போல் திருப்பு விசையும் சுழல் இயக்கத்தில் ஒரு பொருளின் மீது கோண உந்தத்தை மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

ஒரு பொருளின் கோண உந்த மாறுபாட்டு வீதம், அதன் மீது செயல்படும் புறத்திருப்பு விசைக்கு நேர்தகவில் இருக்கும்.

$$\tau = \frac{dL}{dt} = \frac{d}{dt} (I\omega) = I \frac{d\omega}{dt} = I\alpha$$

கோண உந்த அழிவின்மையின் கொள்கை :

கீழ்கண்ட தொடர்பிலிருந்து திருப்பு விசைக்கும் கோண முடுக்கத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு

$$\tau = I\alpha$$

மற்றும் திருப்பு விசைக்கும் கோண உந்தத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு

$$\tau = \frac{d(L)}{dt}$$

$$\tau = 0, \quad \frac{d(L)}{dt} = 0$$

L - மாறிலி, எனவே I w = மாறிலி

பொருளின் மீது புறத்திருப்பு விசை செயல்படாத போது, சுழலும் திண்மப் பொருளின் மொத்த கோண உந்தம் மாறாமலிருக்கும். இதுவே கோண உந்த அழிவின்மை விதி ஆகும். இது எந்திரவியலின் அடிப்படை விதிகளில் ஒன்றாகும்.

சாய்வு தளத்தில் நழுவி விழாமல் ஒரு பொருள் உருளுவதற்கான இயக்கம்

ஒரு திண்மப் பொருளானது சாய்வு தளத்தில் நழுவாமல் உருளும் போது அது நேர்கோட்டு இயக்கத்தோடு கூடல் இயக்கமும் பெற்றிருக்கும்.

அது கீழ்நோக்கி உருளும்போது, அது செங்குத்து வீழ்ச்சியை பாதிக்கிறது மற்றும் நிலையாற்றலில் இழப்பு ஏற்படுகிறது.

உராய்வு வழியே ஆற்றல் இழப்பில்லாமல் இருந்தாலும் ஈர்ப்பு நிலையாற்றலிலும் இழப்பு இல்லாமலிருந்தாலும் இயக்க ஆற்றல் உயர்விற்கு சமமாக இருக்கிறது.

தளமானது கிடைத்தளத்திற்கு θ கோணத்தில் சாய்வாக இருந்தால் மற்றும் நிறை M மற்றும் பொருளின் வட்டப்பிரிவில் ஆரம் R இருக்கும் போது தளத்தில் உருளும்.

ஒரு பொருள் ஆரம்பத்தில் A புள்ளியில் இருந்து குறிப்பிட்ட நேரத்திற்கு பிறகு B-யை அடையாக கொள்ளோம்.



புள்ளி A-யிலிருந்து B-க்கு நகர்ந்தால் பொருள் பயணமத்தின் செங்குத்து தொலைவு h

$$h = S \sin \theta$$

பொருளில் ஈர்ப்பின் நிலையாற்றல் இழப்பு

$$mgh = Mgs \sin \theta$$

இதன் காரணமாக அங்கே நழுவாமல் இருந்தால் அங்கே எந்த வழியிலும் ஆற்றல் விரயம் ஆகாது.

எனவே நிலையாற்றல் இழப்பு இயக்க ஆற்றல் உயர்விற்கு சமமாக இருக்கும்.

$$Mgs \sin \theta = 1/2 mv^2 + 1/2 I\omega^2$$

$I =$ நிலைம திருப்பு திறன்

$$Mgs \sin \theta = 1/2 mv^2 + 1/2 I \left(\frac{V^2}{R^2} \right)$$

$$V = \sqrt{\frac{2Mgh}{M + I/R^2}}$$

காலத்தை பொருத்து வகைப்படுத்த, உருளும் பொருளின் முடுக்கம்

$$a = \frac{Mg \sin \theta}{M + I/R^2}$$

$S = ut + 1/2 at^2$ சமன்பாட்டிலிருந்து கீழ்நோக்கி உருளும் போது பொருளின் நேரம்

$$t = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h \left[\frac{M + I}{R^2} \right]}{gm}}$$

சிறப்பு நேர்வுகள் :-

(அ) வட்ட தட்டிற்கு, $I = 1/2 MR^2$

$$V = \sqrt{\frac{2gh}{3}}$$

$$V = \frac{2}{3} g \sin \theta$$

$$t = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{3h}{g}}$$

(ஆ) திண்ம உருளைக்கு

$$I = 1/2 MR^2$$

V, a, t மற்றும் மதிப்புகள் வட்ட தட்டிற்கு மாதிரி

(இ) திண்ம கோளத்திற்கு

$$I = \frac{2}{5} mR^2$$

$$V = \sqrt{\frac{10}{7} g h}$$

$$a = \frac{5}{7} g \sin \theta$$

$$t = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{14}{5} \frac{h}{g}}$$

திண்மப் பொருளின் சமநிலை :-

சமநிலையில் ஒரு பொருள் இரு நிபந்தனையை திருப்திப்படுத்த வேண்டும்

(1) முதல் நிபந்தனை :

ஒரு திண்ம பொருள் நேர்க்கோட்டு சமநிலையில் அது தொடர்ந்து ஓய்வு நிலையிலோ (அ) சீராண திசைவேகத்தில் குறிப்பிட்ட திசையில் இயக்கமடையும். இதனால் தொகுபயன் விசை (அ) பொருளின் மீது செயல்படும் அனைத்து புற விசைகளின் வெக்டர் கூட்டுத் தொகை சுழியாக இருக்கும்.

$$F = 0 \quad (\text{or}) \quad F = \sum_i F_i = 0$$

$$\sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0 \quad \text{and} \quad \sum F_z = 0$$

அச்சில் அனைத்து விசைகளும் சரிவகிதத்தில் இருக்காது. இதே உண்மை Y மற்றும் Z அச்சுக்கு பொருந்தும்.

நியூட்டன் இரண்டாம் விதியிலிருந்து

$$F = ma = 0 \quad \text{நேர் கோட்டு சமநிலையில்}$$

$$a = 0 \quad (\text{or}) \quad \frac{dv}{dt} = 0$$

V - மாறிலி (அ) சுழி

இதன் அர்த்தம் என்னவென்றால் ஒரு பொருள் நேர்க்கோட்டு சமநிலையில் அது ஓய்வு நிலையில் (அ) நேர்க்கோட்டில் சீராண இயக்கத்தில் இருக்கும்.

பொருள் ஓய்வு நிலையில் இருந்தால் அந்த சமநிலை நிலை ஓய்வு சமநிலை எனப்படும்.

$$F = \frac{-du}{-dr}$$

U - பொருளின் நிலையாற்றல்

$$\text{நேர்கோட்டு சமநிலையில் } F = \frac{-du}{dr} = 0$$

U - மாறிலி சமநிலையில் பொருளின் நிலையாற்றல் மாறிலி.

(2) சமநிலையில் இரண்டாம் நிபந்தனை :

திண்ம பொருள் சுழல் இயக்க சமநிலையில் , அது தொடர்ந்து ஓய்வு நிலையிலோ (அ) சீரான கோண திசைவேகத்தில் சுழலும் எனவே தொகுபயன் புறவிசை (அ) பொருளின் மீது தொகை சுழியாக இருக்கும்.

$$\tau = 0 \text{ (or) } \tau = \sum I = 0$$

சுழல் இயக்கத்தில்

$$\tau = I\alpha$$

இங்கு $\tau = 0$, $\alpha = 0$

ஆனால் $\alpha = \frac{dw}{dt}$

$$\frac{dw}{dt} = 0 \text{ (or) } w = \text{மாறிலி}$$

சுழல் இயக்க சமநிலையில் கோண திசைவேகம் மாறிலி ஆகும்.

செங்குத்து தளத்தில் ஊசல் திரும்புதல் :

திண்ம பொருள் செங்குத்து தளத்தில் கிடைத்தள அச்சில் அலைவுறுதல் கூட்டு ஊசல் எனப்படும்.

கூட்டு ஊசலின் அலைவு நேரம்.

$$T = 2\pi\sqrt{L/g}$$

இங்கு L - தனி ஊசல் நீளத்திற்கு சமம் = $l + K^2/l$

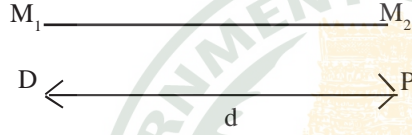
l - ஈர்ப்பு மையத்திற்கும் தொங்கு மையத்திற்கும் உள்ள தொலைவு

K - சுழற்சி ஆரம்

நேர்கோட்டு இயக்கம்	சுழல் இயக்கம்
1) அனைத்து அடிப்படை துகள்களும் நேர்கோட்டில் இணையாக செல்லும்	அனைத்து துகள்கள் வட்டப்பாதையில் வேறுபட்ட ஆரங்களுடன் ஒரே அச்சைப் பொறுத்து சுழலும்.
2) அனைத்து துகள்களும் ஒரே நேர்கோட்டு திசைவேகத்தைப் பெற்றிருக்கும்.	அனைத்து துகள்களும் ஒரே கோண திசை வேகத்தைப் பெற்றிருக்கும். மேலும் ஆரங்கள் (r) வேறுபடுவதால் வேறுபட்ட நேர்கோட்டு திசைவேகம் பெற்றிருக்கும்.
3) அனைத்து துகள்களும் ஒரே நேர்கோட்டு இடப்பெயர்ச்சி அடைந்திருக்கும்	அனைத்து துகள்களும் ஒரே கோண இடப்பெயர்ச்சி அடைந்திருக்கும்.
4) அனைத்து துகள்களும் ஒரே நேர்கோட்டு முடுக்கம் பெற்றிருக்கும்	அனைத்து துகள்களும் ஒரே கோண முடுக்கம் பெற்றிருக்கும்.
5) நேரத்தை பொறுத்து நிறையில் மையம் நிலை மாறுபடும்.	நேரத்தை பொறுத்து சுழல் அச்சிலிருந்து நிறையின் மையம் உள்ள தொலைவு மாறிலியாக இருக்கும்.
6) இயக்க ஆற்றல் = $1/2 MV^2$	இயக்க ஆற்றல் = $1/2 IW^2$
7) விசை நேர்கோட்டு இயக்கத்தை உருவாக்குகிறது	திருப்பு விசை சுழல் இயக்கத்தை உருவாக்குகிறது.
8) செய்யப்பட்ட வேலை $W =$ விசை X இடப்பெயர்ச்சி	வேலை = திருப்பு விசை X θ
9) விசை = நிறை X முடுக்கம்	திருப்பு விசை = I X கோண முடுக்கம்
10) நேர்கோட்டு உந்தம் P = நிறை X நேர்கோட்டு திசைவேகம்	கோணம் உந்தம் = I X W
11) கணதாக்கு விசை = விசை X நேரம்	கோண கணத்திற்கு விசை = திருப்பு விசை X காலம்
12) திறன் = விசை X திசைவேகம்	திறன் = திருப்புவிசை X W

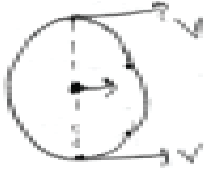
நேர்கோட்டு இயக்கம்	சுழல் இயக்கம்
13) நேர்கோட்டு இயக்கச் சமன்பாடுகள்	சுழல் இயக்கச் சமன்பாடுகள்
1) $v = u + at$	1) $\omega = \omega_0 + \alpha t$
2) $S = ut + \frac{1}{2} at^2$	2) $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$
3) $v^2 - u^2 = 2as$	3) $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\alpha\theta$
4) $S_{nth} = u + \frac{a(2n-1)}{2}$	4) $\theta - n = \omega_0 + \frac{a}{2}(2n-1)$

இரு துகள்கள் அமைப்பின் நிறையின் மையம்



$$M_1 - \text{லிருந்து நிறையின் மையத்தின் நிலை} = \frac{M_2 d}{M_1 + M_2}$$

$$M_2 - \text{லிருந்து நிறையின் மையத்தின் நிலை} = \frac{M_1 d}{M_1 + M_2}$$



தூய நேர்கோட்டு
இயக்கம்



தூய சுழல்
இயக்கம்



கூட்டு இயக்கம்

பயிற்சி வினாக்கள்

1) நிறை மற்றும் ஆரம் கொண்ட ஒரு படித்தான திண்ம கோளம் சொரசொரப்பான தளத்தில் பகுதி உருளுகிறது. பகுதி நழுவுகிறது. அப்போது கோளத்தின் இயக்கம் எவ்வாறு இருக்கும்.

- (a) மொத்த இயக்க ஆற்றல் மாறாமலிருக்கும்.
 (b) தளத்தின் தொடுபுள்ளியை பொறுத்து கோளத்தின் கோண உந்தம் மாறாமலிருக்கும்
 (c) நிறையின் மையத்தைப் பொறுத்து சுழலும் இயக்க ஆற்றல் மட்டும் மாறாமலிருக்கும்
 (d) நிறையின் மையத்தைப் பொறுத்து கோண உந்தம் மாறாமலிருக்கும்.

2) r ஆரம் m நிறையுடைய வளையம் அதன் மைய அச்சின் வழியாகவும் மற்றும் கோண திசை வேகம் ω உடைய தளத்திற்கு செங்குத்தாக சுழலுகிறது. அதன் இயக்க ஆற்றல்

- (a) $\frac{1}{2} m r^2 \omega^2$ (b) $m r \omega^2$ (c) $m r^2 \omega^2$ (d) $\frac{1}{2} m r \omega^2$

3) $m = 5$ நிறையுடைய ஒரு துகள் கோடு $y = x + 4$, xOy தளத்தில் சீரான வேகம் $v = 3\sqrt{2}$ பொறுத்து நகர்கிறது. ஆயப்புள்ளியைப் பொறுத்து கோண உந்தத்தின் எண்ணளவு.

- (a) 60 Units (b) $40\sqrt{2}$ Units (c) Zero (d) 7.5 Units

4) ஒரு படித்தான திண்ம கோளம் ஒன்றிலிருந்து h உயரத்தில் ஒரு சாய்வு தளத்தில் நழுவாமல் உருண்டு வருகிறப் போது அதன் வேகம்

- (a) $\sqrt{\frac{10}{7} gh}$ (b) \sqrt{gh} (c) $\sqrt{\frac{6}{5} gh}$ (d) $\sqrt{\frac{4}{3} gh}$

5) ஒவ்வொன்றும் r கொண்ட மூன்று ஒத்த பந்து ஒன்றுக்கொன்று தொடடுக்கொண்டு கிடைதளத்தில் இருக்கும் போது அதன் மையத்தை இணைத்தால் ஒரு சமபக்க முக்கோணம் உருவாகிறது எனில் அதன் நிறையின் மையம் எந்த இடத்தில் இருக்கிறது.

- (a) இரு பந்துகளை இணைக்கும் கோட்டின் மையத்தில்
 (b) ஒன்றின் பந்தின் மையத்தில்
 (c) கிடைதளத்தில்
 (d) இடைநிலையில் வெட்டும் புள்ளியில்

6) ஒரு தட்டி உருளுகிறது. அதன் நிறையின் மையத்தில் திசைவேகம் V_{cm} எந்த ஒன்று சரியானது ?

- (a) மிக உயர்புள்ளியில் திசைவேகம் $2V_{cm}$ மற்றும் தொடுப்புள்ளியில் சுழி
- (b) மிக உயர்புள்ளியில் திசைவேகம் V_{cm} மற்றும் தொடுப்புள்ளியில் V_{cm}
- (c) மிக உயர்புள்ளியில் திசைவேகம் $2V_{cm}$ மற்றும் தொடுப்புள்ளியில் V_{cm}
- (d) மிக உயர்புள்ளியில் திசைவேகம் $2V_{cm}$ மற்றும் தொடுப்புள்ளியில் $2V_{cm}$

7) சுழலும் தட்டின் கோண வேகம் ω . ஒரு குழந்தை அதன் மீது அமர்ந்தால் எது மாறாமலிருக்கும்

- (a) நேர்கோட்டு உந்தம்
- (b) கோண உந்தம்
- (c) இயக்க ஆற்றல்
- (d) நிலையாற்றல்

8) ஒரு சக்கரம் தரையை தொடும்புள்ளி P அது தரையில் நழுவாமல் உருளுகிறது. அப்போது சக்கரம் அரைச்சுற்று சுழல் முடிக்கும்போது P-யினுடைய இடப்பெயர்ச்சி எவ்வளவு ? (சக்கரத்தின் ஆரம் = 1 m)

- (a) 2 m
- (b) $\sqrt{\pi^2 + 4}m$
- (c) πm
- (d) $\sqrt{\pi^2 + 2}m$

9) ஒரு சக்கரத்தின் கோண முடுக்கம் 3.0 rad/Sec^2 மற்றும் தொடக்க கோண முடுக்கம் 2.00 rad/Sec^2 . அது 2 Sec நேரத்தில் சுழலும் கோணம் (ரேடியன்)

- (a) 10
- (b) 12
- (c) 4
- (d) 6

10) திண்ம கோளம் உள்ளீடற்ற கோளம் ஒரு வளையம் மற்றும் தட்டு ஒரு சாய்வு தளத்தில் உருளுகிறது. எதில் பெரும் இயக்க ஆற்றல் இருக்கும்

- (a) வளையம்
- (b) தட்டு
- (c) திண்ம கோளம்
- (d) உள்ளீடற்ற கோளம்.

11) ஒரு உருளை ஒரு சாய்வு தளத்தில் மேல்நோக்கி உருண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தை அடைந்து கீழ்நோக்கி உருளுகிறது. (இயக்கத்தில் நழுவாமல்) உருளையின் மீது செயல்படும் உராய்வு விசையின் திசை.

- (a) மேலேரும்போது உயரும் மற்றும் கீழிறங்கும் போது குறையும்
- (b) மேலேரும் போது ஏறி இறங்கும்
- (c) கீழிறங்கும்போது ஏறும் மற்றும் மேலேரும் போது இறங்கும்
- (d) கீழிறங்கும் போது ஏறி இறங்கும்

12) கிடைத்த தளத்தில் ஒரு வட்டதட்டு நடுவாமல் உருளுகிறது. இதன் மையம் C, C-யிலிருந்து சமதொலைவில் உள்ள இரு புள்ளி Q மற்றும் P. P, Q, C புள்ளியில் உள்ள திசைவேகங்கள் முறையே V_P, V_Q, V_C என்க. அப்போது

(a) $V_Q > V_C > V_P$ (b) $V_Q < V_C < V_P$

(c) $V_Q = V_P, V_C = 1/2V_P$ (d) $V_Q < V_C > V_P$



13) ஆரம் r மற்றும் அடர்த்தி P உடைய ஒரு திண்ம கோளத்தின் நிலைம திருப்பு திறன் அதன் விட்டத்தை பொறுத்து

(a) $\frac{176 PR^3}{105}$ (b) $\frac{176 PR^5}{105}$ (c) $\frac{105 PR^3}{176}$ (d) $\frac{105 PR^5}{176}$

14) புவியின் ஆரம் இப்போது இருப்பதை விட பாதியாக சுருங்கும்போது அதன் நிறை நிலை நிறுத்த எடுத்துக் கொள்ளும் நாட்கள்

(a) 15 மணி (b) 12 மணி (c) 6 மணி (d) 3 மணி

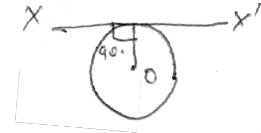
15) I நீளம் மற்றும் நிறை m உடைய மெல்லிய கம்பியை அரைவட்டமாக மாற்றும்போது திறந்த முனியில் இணைக்கும் அச்சை பொருத்து நிலைம திருப்புத்திறன்

(a) $m \pi I^2$ (b) $m I^2 / \pi^2$ (c) $m I^2 / 2\pi$ (d) $m I^2 / 2\pi^2$

16) இரு தட்டுகளின் நிலைம திருப்பு திறன் I_1 மற்றும் I_2 மற்றும் கோண வேகம் ω_1 மற்றும் ω_2 , அது நிறையின் மையத்தின் வழியாக செல்லும் இணைக்கோடு அச்சையும் மற்றும் அதன் தளத்திற்கு செங்குத்தாக சுழலுகிறது. அலைகள் ஒரே அச்சில் இணைந்து சுற்றினால் அமைப்பின் சுழலும் இயக்க ஆற்றல்.

(a) $\frac{I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2}{2(I_1 + I_2)}$ (b) $\frac{(I_1 + I_2)(\omega_1 + \omega_2)}{2}$ (c) $\frac{(I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2)^2}{2(I_1 + I_2)}$ (d) இவற்றில் எதுவுமில்லை

17) நீளம் L மற்றும் சராசரி அடர்த்தி P உடைய மெல்லிய கம்பி O வை மையமாக வைத்து வட்ட வடிவத்தில் மாற்றப்படுகிறது. அச்சு XX' யை பொறுத்து வளைவின் நிலைமத்திருப்பு திறன்



(a) $\frac{PL^3}{8\pi^2}$ (b) $\frac{PL^3}{16\pi^3}$ (c) $\frac{5PL^3}{16\pi^2}$ (d) $\frac{3PL^3}{8\pi^2}$

18) L நீளமுள்ள சீரான தண்டு கிடைத்தளத்துடன் ஒரு முனை தொடுமாறு வைக்கப்படுகிறது. கிடைத்தளத்துடன் சாய்வை ஏற்படுத்தும் கோணம் α உடன் விழுகிறது. தொடு புள்ளியில் நழுவவில்லை. அது கிடைத்தளத்துடன் இருக்கும் போது கோண திசைவேகம்.

(a) $\omega = \sqrt{\frac{3g \sin \alpha}{l}}$ (b) $\omega = \sqrt{\frac{2l}{3g \sin \alpha}}$

(c) $\omega = \sqrt{\frac{6g \sin \alpha}{l}}$ (d) $\omega = \sqrt{\frac{l}{g \sin \alpha}}$

19) ஒரு துகளை சீரான சுழல் இயக்கத்தில் சுழலுகிறது. வட்டத்தின் எந்த புள்ளியில் துகளின் கோண உந்தம் மாராமல் இருக்கும்.

- (a) வட்டத்தின் மையம் (b) வட்டத்தின் சுற்றளவில்
(c) வட்டத்திற்குள் (d) வட்டத்திற்கு வெளியே

20) ஒரு பொருளின் சுழல் இயக்க ஆற்றல் மற்றும் நிலைம திருப்பு திறன் முறையே E மற்றும் I பொருளின் கோண உந்தம்

- (a) $L^2 = 2EI$ (b) $L^2 = EI$ (c) $L^2 = 2E/I$ (d) $L^2 = 2I/E$

21) வேக வைக்காத முட்டையும் மற்றும் ஒரு வேக வைத்த முட்டையும் ஒரே அச்சை பொறுத்து ஒரே கோண வேகத்தில் சுழலுகிறது. நிற்பதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் காலங்களின் விகிதம்.

- (a) 3 : 5 (b) 2 : 3 (c) 1 : 2 (d) 7 : 5

22) உருளும் கோணத்திற்கு சுழல் ஆற்றல் மற்றும் இயக்க ஆற்றல்

- (a) 2 : 7 (b) 2 : 3 (c) 2 : 5 (d) 3 : 5

23) சுற்றும் தட்டில் மணலை குவித்து வைக்கப்பட்டால் அதன் கோண திசைவேகம்

- (a) சுழியாகும் (b) அதிகரிக்கும் (c) மாறிலி (d) குறையும்

24) சுழலும் கருவியின் மீது ஒரு மனிதன் கைகளை மடக்கி சுழலுகிறான். திடீரென்று கைகளை நீட்டிகிறான். அப்போது சுழலும் கருவியின் கோண வேகம்

- (a) சுழியாகும் (b) மாறிலி (c) அதிகரிக்கும் (d) குறையும்

25) இரண்டு வளையங்களின் ஆரங்கள் விகிதம் 2 : 1 மற்றும் அதனுடைய நிலைம திருப்புத் திறன் 2 : 1 எனில் அவைகளுடைய நிறைகளின் விகிதம்.

- (a) 2 : 1 (b) 4 : 1 (c) 3 : 1 (d) 1 : 2

26) L நீளமுடைய மெல்லிய தண்டுடைய சுழற்சி ஆரம் அதன் நிறையின் மையத்தின் வழியாக செல்லும் அச்சில்

- (a) $\sqrt{12} L$ (b) $\frac{\sqrt{12}}{L}$ (c) 12 L (d) $\frac{L}{\sqrt{12}}$

27) சூரிய குடும்பத்தின் விளக்கம்

- (a) நேர்கோட்டு உந்தத்தின் அழிவின்மை விதி
(b) ஆற்றல் அழிவின்மை விதி
(c) நிறை அழிவின்மை விதி
(d) கோண உந்த அழிவின்மை விதி

28) ஒரு கோள் சூரியனை நீல்வட்ட பாதையில் சுற்றி வருகிறது. அதன் வேகம்

- (a) வட்டப்பாதையில் அனைத்து புள்ளிகளிலும் ஒரே அளவாக இருக்கும்
(b) எந்த வாய்ப்பாடு மூலமும் ஒழுங்குப்படுத்த முடியாது.
(c) சூரியனுக்கு அருகில் குறைவு
(d) சூரியனுக்கு அருகில் அதிகம்.

29) இயக்க ஆற்றலுடைய ஒரு துகள் R ஆரமுடைய வட்டப்பாதையில் இயங்கினால்

$K = \beta X^2$ இங்கு X என்பது கடந்த தொலைவு துகளின் மீது செயல்படும் விசை

- (a) $2 \beta x (R^2 - x^2)$ (b) $2 \beta x \sqrt{\frac{1+x^2}{R^2}}$ (c) $2 \beta x^2 R$ (d) $2 \beta x R^2$

30) ஒரு சதுர மென்தகட்டின் பக்கம் l. அதன் நிறை M அதன் மூலைவிட்டத்தை பொருத்து நிலைம திருப்பு திறன்

- (a) $\frac{M l^2}{6}$ (b) $\frac{M l^2}{8}$ (c) $\frac{M l^2}{12}$ (d) $\frac{M l^2}{16}$

31) நிலைம திருப்பு திறன் 9 Kgm² மற்றும் 4Kgm² உடைய இரு பொருளின் சுழல் இயக்க ஆற்றல் சமம். அவைகளின் கோண உந்தங்களின் விகிதம்

- (a) 2 : 3 (b) 9 : 4 (c) 3 : 2 (d) 4 : 9

32) இயற்பியல் அளவில் (ML^2T^{-1}) குறிப்பிடுவது

- (a) கோண உந்தம் (b) கோண அதிர்வெண்
(c) கோண திசைவேகம் (d) நிலைம திருப்புதிறன்

33) திருப்பு விசையின் பரிமாண வாய்ப்பாடு எதற்கு சமம்

- (a) திறன் (b) கோண அதிர்வெண் (c) கோண உந்தம் (d) ஆற்றல்

34) திண்ம கோளம் தரையை தொடும் தொடுகோட்டை பொறுத்து நிலைம திருப்பு திறன்

- (a) $\frac{2MR^2}{5}$ (b) $\frac{7MR^2}{5}$ (c) $\frac{2MR^2}{3}$ (d) $\frac{5MR^2}{3}$

35) கொடுக்கப்பட்ட $\omega = 2K$, $r = 2i + 2j$ அளவுகளில் நேர்கோட்டு திசைவேகத்தை கண்டுபிடி

- (a) $4i + 4j$ (b) $4i + 4K$ (c) $-4i + 4j$ (d) $-4i - 4j$

36) ஒரு நிமிடத்தில் 120 சுற்றுகள் முடிக்கும் பறக்கும் சக்கரத்தின் கோண வேகம்

- (a) $2\pi \text{ rad S}^{-1}$ (b) $\pi \text{ rad S}^{-1}$ (c) $4\pi \text{ rad S}^{-1}$ (d) $4\pi^2 \text{ rad S}^{-1}$

37) M நிறையையுடைய ஒரு துகள் r ஆரமுடைய வட்டப் பாதையில் சுழலுகிறது. அதன் கோண உந்தம் L. அந்த துகளின் மீது செயல்படும் மையநோக்கு விசை.

- (a) $\frac{L^2}{mr}$ (b) $\frac{L^2M}{r^2}$ (c) $\frac{L^2}{mr^3}$ (d) $\left(\frac{L}{mr}\right)^2$

38) R ஆரமுடைய X வட்ட தட்டு, தடிமன் t உடைய இரும்பு தகடாக மாற்றப்படுகிறது. $4R$ ஆரமுடைய y வட்ட தட்டை $r/4$ தடிமனுடைய இரும்பு தகடாக மாற்றப்பட்டால் நிலைம திருப்பு திறன் I_y - ன் விகிதம்.

- (a) 32 (b) 16 (c) 1 (d) 64

39) இரு ஒருப்படித்தான A மற்றும் B கோளங்களின் நிறை m மற்றும் 2m பெற்றிருக்கும் ஆரங்கள் 2a மற்றும் a அவைகள் தொட்டு கொண்டிருக்கும். முதல் கோளத்திலிருந்து நிறையின் மையம் உள்ள தொலைவு

- (a) a (b) 2a (c) 3a (d) இவற்றில் எதுவுமில்லை

40) ஒரு துகளின் மீது $(i + j + k)$ m நிலையில் கொடுக்கப்படும் விசை $(5i + 7j - 3k)N$ ஆய அச்சுப் பொருத்து விசையின் திருப்பு விசையை கண்டுபிடி.

- (a) $4i - 2j + 2k$ (b) $2i - 3j + 4k$ (c) $5i - 2j + 3k$ (d) $6i - 4j + 4k$

41) R ஆரம், M நிறையுடைய தட்டில் வட்ட துளையின் விட்டம் R, இதில் ஒரு வளையம் மையம் வழியாக செல்வதற்காக வெட்டப்படுகிறது. மையத்தின் வழியாக அச்சுக்கு செங்குத்தாக பொறுத்து மீதியிருக்கும் பகுதியின் நிலைம திருப்பு திறன் என்ன?

- (a) $\frac{11 MR^2}{32}$ (b) $\frac{9 MR^2}{32}$ (c) $\frac{15 MR^2}{32}$ (d) $\frac{13 MR^2}{32}$

42) மூன்று பொருட்களான ஒரு வளையம், ஒரு திண்ம உருளை, ஒரு திண்ம கோளம், ஒரு சாய்வு தளத்தில் நழுவாமல் ஒரே மாதிரியாக உருண்டு கீழே வருகிறது. அவை ஆரம்பத்தில் ஓய்வில் இருக்கின்றன. அவை ஆரங்கள் ஒத்தவை. எந்த பொருள் தரை பெரும் திசைவேகத்துடன் அடையும்?

- (a) வளையம் (b) திண்ம உருளை (c) திண்ம கோளம்
(d) ஒரே திசை வேகத்தில் அனைத்தும் தரையை அடையும்.

43) ஒரே அளவு நிறை மற்றும் ஆரங்கள் கொண்ட வட்ட வளையம் மற்றும் வட்ட தட்டு அதனுடைய தளத்திற்கு செங்குத்தாகவும், அவைகளின் மையம் வழியாக செல்லும் அச்சைப் பொருத்தும் சுழற்சி ஆரங்களின் விகிதம்.

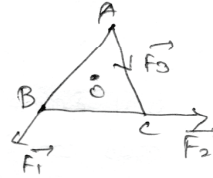
- (a) $1:\sqrt{2}$ (b) $3:2$ (c) $2:1$ (d) $\sqrt{2}:1$

44) 300g யை ஆயப்பள்ளியிலும், 500g மற்றும் $X=40cm$ மற்றும் 400g யை $X=70cm$ என்று மூன்று திசையில் X அச்சில் வைக்கப்படுகின்றன. ஆயத்திலிருந்து நிறையின் மையம் உள்ள தொலைவு

- (a) 40cm (b) 45cm (c) 50cm (d) 30cm

45) O -வை மையமாக கொண்ட ABC ஒரு சமபக்க முக்கோணம் F_1, F_2, F_3 என்ற மூன்று விசைகள் AB, BC, AC பக்கங்களின் மீது செயல்படுகிறது. O-வில் மொத்த திருப்பு விசை சுழி அப்போது O எண்ணளவு யாது?

- (a) $F_1 + F_2$, (b) $F_1 - F_2$,
(c) $\frac{F_1 + F_2}{2}$, (d) $2(F_1 + F_2)$



46) ஒரு திண்ம பொருளின் சுழற்சி இயக்கத்தில் அனைத்து துகள்களின் நகர்தல்

- (a) ஒரே நேர்கோட்டு & கோண திசை வேகம்
(b) ஒரே நேர்கோட்டு & வேறுபட்ட கோண திசை வேகம்
(c) வேறுபட்ட நேர்கோட்டு திசை வேகத்துடன் ஒரே கோண திசை வேகம்
(d) வேறுபட்ட நேர்கோட்டு திசை வேகத்துடன் வேறுபட்ட கோண திசை வேகம்

47) கார்பன் மோனாக்சைடு மூலக்கூறின் கார்பன் அணுவிற்கும் ஆக்ஸிஜன் அணுவிற்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு 1:1 A கொடுக்கப்பட்ட கார்பன் அணுவின் நிறை 12 amu, ஆக்ஸிஜனை அணுவின் நிறை 16 amu கார்பன் மோனாக்சைடு மூலக்கூறின் நிறையின் மையத்தை கணக்கிடு

- (a) கார்பன் அணுவிலிருந்து 6.3 A
 (b) கார்பன் அணுவிலிருந்து 0.63 A
 (c) ஆக்ஸிஜன் அணுவிலிருந்து 1 A
 (d) ஆக்ஸிஜன் அணுவிலிருந்து 0.12 A

48) ஒரே நிறை M மற்றும் ஒரே நீளம் l கொண்ட நான்கு மெல்லிய தண்டை படத்தில் உள்ளவாறு சதுரமாக அமைக்கப்படுகிறது. தளத்திற்கு செவ்வகத்தாகவும், மையம் O-வழியாக செல்லும் அச்சைப் பொறுத்து அமைப்பின் நிலைம திருப்பு திறன்

- (a) $\frac{4 M l^2}{3}$ (b) $\frac{M l^2}{3}$ (c) $\frac{M l^2}{6}$ (d) $\frac{2 M l^2}{3}$

49) ஒரு பந்து நழுவாமல் உருளுகின்றது. அதில் நிறையின் மையத்தின் வழியாக செல்லும் அச்சைப் பொருத்து சுழற்சி ஆரம் K பந்தின் ஆரம் R ஆக இருந்தால் அதன் சுழற்சி ஆற்றலுடன் இணைந்து மொத்த ஆற்றலின் உராய்வு

- (a) $\frac{K^2}{R^2}$ (b) $\frac{K^2}{K^2 + R^2}$ (c) $\frac{R^2}{K^2 + R^2}$ (d) $\frac{K^2 + R^2}{R^2}$

50) மையத்தை பொறுத்து அரைவட்ட வளையத்தின் நிலைமத் திருப்பு திறன்

- (a) MR^2 (b) $\frac{MR^2}{2}$ (c) $\frac{MR^2}{4}$ (d) இவற்றில் எதுவுமில்லை