

3.இயக்க விதிகள்

3 மதிப்பெண் வினாக்கள்

1. நிலைமம் விளக்குக. இயக்கத்தில் நிலைமம், ஓய்வில் நிலைமம் மற்றும் திசையில் நிலைமம் ஒவ்வொன்றிற்கும் இரு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.

நிலைமம்:

பொருளொன்று, தானே இயங்க முடியாதத் தன்மை அல்லது தனது இயக்க நிலையைத் தானே மாற்றிக்கொள்ள இயலாதத் தன்மை நிலைமம் எனப்படும்.

(1) **ஓய்வில் நிலைமம்:**

தனது ஓய்வு நிலையைத் தானே மாற்றிக்கொள்ள இயலாத பொருளின் தன்மை, ஓய்வில் நிலைமம் எனப்படும்.

(2) **இயக்கத்தில் நிலைமம்:**

மாறாத் திசைவேகத்திலுள்ள ஒரு பொருள் தனது இயக்க நிலையைத் தானே மாற்றிக்கொள்ள இயலாதத் தன்மை, இயக்கத்தில் நிலைமம் எனப்படும்.

(3) **இயக்கத் திசையில் நிலைமம்:**

தனது இயக்கத்திசையினைத் தானே மாற்றிக்கொள்ள இயலாத பொருளின் தன்மை, இயக்கத்திசையில் நிலைமம் எனப்படும்.

2. கணத்தாக்கு என்பது உந்தத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் என்பதை விளக்குக.

- மிக அதிக விசை, மிகக்குறுகிய நேரத்திற்கு ஒரு பொருளின் மீது செயல்பட்டால் அவ்விசையை கணத்தாக்கு விசை அல்லது கணத்தாக்கு என்று அழைக்கலாம்.

$$F dt = dp$$

$$\int_{t_i}^{t_f} F dt = \int_{p_i}^{p_f} dp$$

$$p_f - p_i = \Delta p = J$$

$$t_f - t_i = \Delta t$$

$$F \Delta t = \Delta p$$

$$F \Delta t = J$$

• J என்பது கணத்தாக்கு.

• இது பொருளின் உந்த மாற்றத்திற்குச் சமமாகும்.

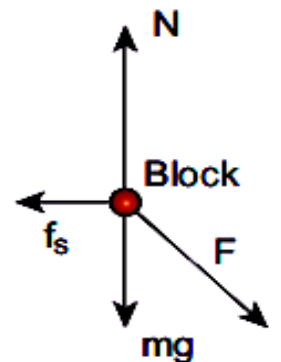
3. ஒரு பொருளை நகர்த்த அப்பொருளை இழுப்பது சுலபமா? அல்லது தள்ளுவது சுலபமா? தனித்த பொருளின் விசைப்படம் வரைந்து விளக்குக.

பொருளொன்றை θ கோணத்தில் தள்ளுதல்:

$$N_{push} = mg + F \cos \theta \dots\dots\dots(1)$$

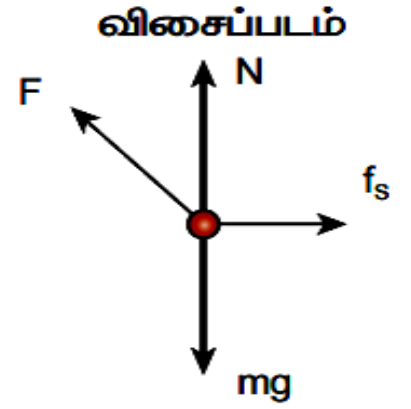
$$f_s^{max} = \mu_s (mg + F \cos \theta)$$

விசைப்படம்



பொருளொன்றை θ கோணத்தில் இழுத்தல்:

- $N_{pull} = mg - F \cos \theta$ (2)
- $N_{pull} < N_{push}$
- எனவே, ஒரு பொருளை நகர்த்துவதற்குத் தள்ளுவதை விட இழுப்பதே சுலபம்.



4. தனித்த பொருள் விசைப்படம் உருவாக்கும்போது பின்பற்ற வேண்டிய நெறிமுறைகள் யாவை?

- பொருளின் மீது செயல்படும் விசைகளைக் கண்டறிய வேண்டும்.
- பொருளை ஒரு புள்ளியாகக் குறிப்பிட வேண்டும்.
- பொருள் மீது செயல்படும் விசைகளைக் குறிப்பிடும் வெக்டர்களை வரைய வேண்டும்.

5. ஒருமைய விசைகள் மற்றும் ஒருதள விசைகள் என்றால் என்ன?

ஒருமைய விசைகள்:

பல்வேறு விசைகள் ஒரே புள்ளியில் சந்திக்குமானால் அவை ஒருமைய விசைகள் எனப்படுகின்றன.

ஒருதள விசைகள்:

ஒருமைய விசைகள் ஒரே தளத்தில் அமைந்தால் அவ்விசைகளை ஒருதள விசைகள் என அழைக்கலாம்.

6. உந்த மாறா விதியின் பொருள் யாது?

- உந்த மாறா விதி ஒரு வெக்டர் விதியாகும்.
- இவ்விதி மொத்த நேர்க்கோட்டு உந்தத்தின் எண் மதிப்பு மற்றும் திசை மாறாதவை எனக்காட்டுகிறது.
- சில நேர்வுகளில் மொத்த நேர்க்கோட்டு உந்தம் சுழி மதிப்பையும் பெறலாம்.

7. கிரிக்கெட் வீரர், வேகமாக வரும் பந்தினைப் பிடிக்கும்போது அவரின் கரங்களை பந்து வரும் திசையிலேயே படிப்படியாக தாழ்த்துவதன் காரணம் என்ன?

- * கிரிக்கெட் வீரர் பந்தைப் பிடித்த உடன் தன்னுடைய கரங்களை தாழ்த்தாமல் உடனடியாக நிறுத்தினால் பந்து உடனடியாக ஓய்வுநிலைக்கு வரும்.
- * அதாவது பந்தின் உந்தம் உடனடியாக சுழியாகிறது.
- * இதனால் கரங்களின் மீது பந்து செலுத்தும் சராசரி விசை பெரும் மதிப்பைப் பெறும்.
- * எனவே கிரிக்கெட் வீரரின் கரங்கள் வேகமாகத் தாக்கப்பட்டு அவர் அதிக வலியினை உணர்வார்.
- * இதனைத் தவிர்ப்பதற்காகத்தான் அவர் தன்னுடைய கரங்களைப் படிப்படியாக தாழ்த்துகிறார்.

8. காற்றுப் பைகளுடன் கார்கள் வடிவமைக்கப்படுவதன் காரணம் என்ன?

- * வேகமாகச் செல்லும் கார் ஒன்று விபத்திற்குள்ளாகும்போது அதன் உந்தம் மிகக் குறைந்த நேரத்தில் மிக வேகமாகக் குறைகிறது.
- * இது பயணிகளுக்கு பேராபத்தை விளைவிக்கும்.
- * ஏனெனில் பயணிகளின் மீது இவ்வுந்த மாற்றம் பெரும் விசையினைச் செலுத்தும்.
- * மரணத்தை ஏற்படுத்தும் இந்த விளைவிலிருந்து பயணிகளைக் காக்க காற்றுப்பைகளுடன் கார்கள் தற்போது வடிவமைக்கப்படுகின்றன.
- * இந்தக் காற்றுப்பைகள், பயணிகளின் உந்த மாற்றக் காலத்தை நீட்டித்து அவர்கள் பெரும் விசையைப் பெறுவதிலிருந்து தடுக்கிறது.

9. இருசக்கர வாகனங்களில் அதிர்வுத் தாங்கிகள் பொருத்தப்படுவது ஏன்?

- * மேடுபள்ளங்களில் வாகனம் செல்லும்போது ஒரு திடீர் விசையானது உடனடியாக வாகனத்தின் மீது செலுத்தப்படுகிறது.
- * இவ்விசை பயணிகளை உடனடியாகத் தாக்காமல் அதன் தாக்குதல் நேரத்தை நீட்டிக்க அதிர்வுத் தாங்கிகள் பயன்படுகின்றன.
- * எனவே பயணிகள் பெரும் விசையை உணர்வதிலிருந்து தவிர்க்கப்படுகின்றனர்.

10. மணல் தரையில் குதிப்பதைவிட கான்கிரீட் தரையில் குதிப்பது பேராபத்தை விளைவிக்கும் ஏன்?

- * மணல் தரையில் குதிப்பதைவிட கான்கிரீட் தரையில் குதிப்பது பேராபத்தை விளைவிக்கும். ஏனெனில்
- * மணல் நிரப்பப்பட்ட தரை நமது உடல் ஓய்வு நிலையை அடையும் நேரத்தை நீட்டித்து உடல் பெரும் விசையைப் பெறுவதிலிருந்து தடுக்கும்.
- * ஆனால், கான்கிரீட் தரையில் குதிக்கும்போது உடல் உடனடியாக ஓய்வுநிலைக்கு வந்து பெரும் விசையை உணரும்.
- * இது பேராபத்தை விளைவிக்கும்.

11. ஓய்வுநிலை உராய்வு மற்றும் இயக்கநிலை உராய்வு ஒப்பிடுக.

ஓய்வுநிலை உராய்வு	இயக்கநிலை உராய்வு
பொருள் நகரத் தொடங்குவதை எதிர்க்கும்	பொருளின் சார்பியக்கத்தை எதிர்க்கும்
தொடும் பரப்பின் அளவினைச் சார்ந்ததல்ல	தொடும் பரப்பின் அளவினைச் சார்ந்ததல்ல
கொடுக்கப்படும் விசையின் எண்மதிப்பைச் சார்ந்தது.	விசையின் எண்மதிப்பைச் சார்ந்ததல்ல.
μ_s ஒன்றையொன்று தொடும் பரப்பு பொருட்களின் தன்மையைச் சார்ந்திருக்கும்.	μ_k ஒன்றையொன்று தொடும் பரப்புகளின் தன்மை மற்றும் பரப்புகளின் வெப்பநிலையைச் சார்ந்திருக்கும்.
சுழியிலிருந்து $\mu_s N$ வரை உள்ள எந்த ஒரு மதிப்பினையும் பெற்றிருக்கும்.	இது எப்பொழுதும் சுழி மதிப்பினைப் பெறாது. பொருள் எந்த வேகத்தில் இயங்கினாலும் இதன் மதிப்பு μ_k க்குச் சமமாகும்.
$f_s^{max} > f_k$	$f_k < f_s^{max}$
$\mu_s > \mu_k$	$\mu_k < \mu_s$

12. உராய்வுக் கோணத்திற்கான கோவையைப் பெறுக.

- செங்குத்து எதிர்விசை மற்றும் பெரும் உராய்வு விசை ஆகிய இரண்டின் தொகுப்பனுக்கும் (R), செங்குத்து எதிர்விசைக்கும் (N) இடையேயான கோணம் உராய்வுக் கோணம் எனப்படுகிறது.

$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{f}_s^{\max}$$

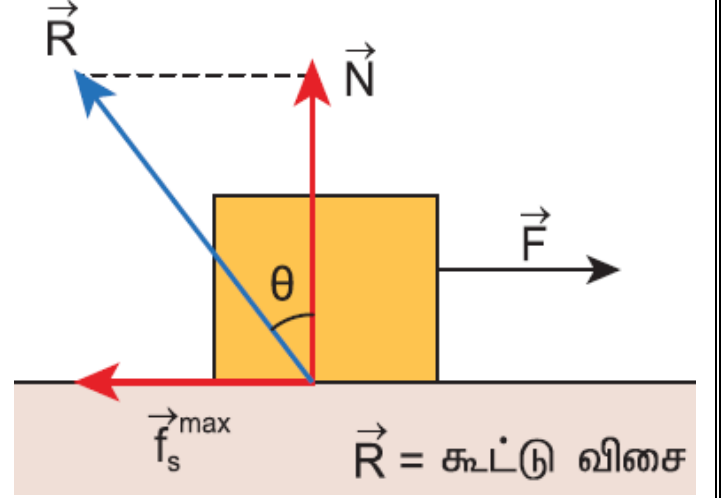
$$R = \sqrt{(f_s^{\max})^2 + N^2}$$

$$\tan \theta = \frac{f_s^{\max}}{N}$$

$$\frac{f_s^{\max}}{N} = \mu_s$$

$$\mu_s = \tan \theta$$

- ஓய்வுநிலை உராய்வுக் குணகம், உராய்வுக் கோணத்தின் டேன்ஜென்ட் மதிப்பிற்குச் சமம்.



13. உராய்வைக் குறைக்கும் முறைகள் யாவை?

- தொழிற்சாலைகளில் உள்ள கனரக இயந்திரங்களின் பரப்புகள் ஒன்றுடன் ஒன்று சார்பியக்கத்தில் உள்ளபோது உராய்வு ஏற்பட்டு வெப்ப வடிவில் ஆற்றல் இழக்கப்படுகிறது.
- இதனால் கனரக இயந்திரங்களின் செயல் திறன் குறைந்துவிடுகிறது.
- இவ்வாறு ஏற்படும் இயக்க உராய்வினைக் குறைப்பதற்காக உயவு எண்ணெய்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- பந்து தாங்கி அமைப்பு இயந்திரங்களில் இயக்க உராய்வைக் குறைப்பதில் பெரும் பங்காற்றுகின்றன.
- இரண்டு பரப்புகளுக்கு நடுவே பந்து தாங்கி அமைப்பைப் பொருத்துவதன் மூலமாக இரண்டுபரப்புகளின் சார்பியக்கம் நடைபெறும் நேர்வுகளில் இயக்க உராய்வினை முழுவதுமாக தடுத்து உருளுதலின் உராய்வு மட்டுமே பந்து தாங்கி அமைப்பினால் ஏற்படுகிறது.
- உருளுதலின் உராய்வு, இயக்க உராய்வை விட மிகக் குறைவு.
- எனவே இயந்திரங்களின் தேய்மானத்தைக் குறைத்து பந்து உருளை அமைப்பு அவற்றை நீண்ட காலத்திற்கு இயங்க வைக்கிறது.

14. பொருளின்மீது செயல்படும் விசை, அப்பொருளின் திசைவேகத்தை மாற்றியமைக்கும் வழிமுறைகள் யாவை?

- திசைவேகத்தின் திசையை மாற்றாமலேயே அதன் எண்மதிப்பை மட்டும் மாற்றுவது. இந்நிகழ்வில் துகள் ஒரே திசையில் முடுக்கத்துடன் இயங்கும்.
- திசைவேகத்தின் எண்மதிப்பை மாற்றாமல் அதன் திசையை மட்டும் மாற்றுவது. இது சீரான வட்ட இயக்கம் எனப்படும்.

3. திசைவகத்தின் எண்மதிப்பு மற்றும் திசை இவ்விரண்டிலும் மாற்றம் ஏற்பட்டால் சீரற்ற வட்ட இயக்கம் ஏற்படும்.

எ.கா: ஊஞ்சல், தனி ஊசல், நீள் வட்டப்பாதையில் சூரியனைச் சுற்றிவரும் கோள்கள்.

15. மையநோக்கு விசைக்கான சமன்பாட்டைப் பெறுக.

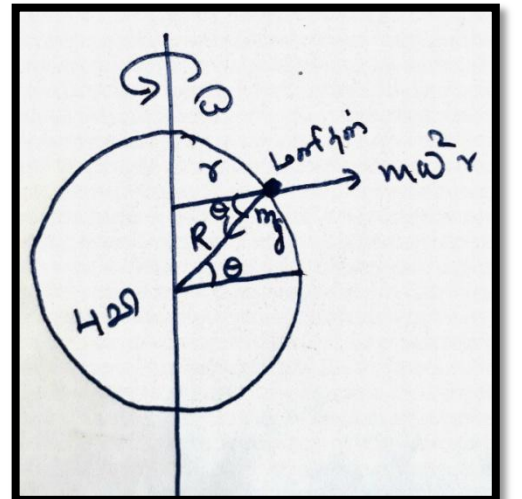
- துகளொன்று சீரான வட்டப்பாதையில் சுற்றிவரும்போது வட்டமையத்தை நோக்கி வட்டப்பாதையின் ஆரம் வழியாக மையநோக்கு முடுக்கம் ஏற்படும்.
- நியூட்டனின் இரண்டாம் விதிப்படி முடுக்கம் ஏற்பட்டால் நிலைமக் குறிப்பாயத்தைப் பொருத்து துகளின்மீது ஒரு விசை செயல்பட வேண்டும்.
- அவ்வாறு துகளின் மீது செயல்படும் விசையே மையநோக்கு விசை எனப்படும்.
- $a = \frac{v^2}{r}$
- $F_{cp} = \frac{mv^2}{r}$
- $F_{cp} = m\omega^2 r$

16. மையநோக்கு விசையின் தோற்றத்தை விளக்குவதற்கான மூன்று உதாரணங்களை எழுதுக.

- * மெல்லிய கயிற்றின் ஒரு முனையில் கட்டி சுழற்றப்படும் கல்லின் இயக்கத்தில், கயிற்றின் இழுவிசையே மையநோக்கு விசையாகச் செயல்படுகிறது.
- * புவியினைச் சுற்றிவரும் செயற்கைக்கோளின் இயக்கத்தில் புவி, செயற்கைக் கோளின் மீது செலுத்தும் புவியீர்ப்பு விசையே மையநோக்கு விசையாகச் செயல்படுகிறது.
- * கார் வளைவுப் பாதையில் செல்லும் போது, காரின் டயருக்கும், சாலைக்கும் இடையே ஏற்படும் உராய்வு விசையினால் மையநோக்கு விசை ஏற்படுகிறது.

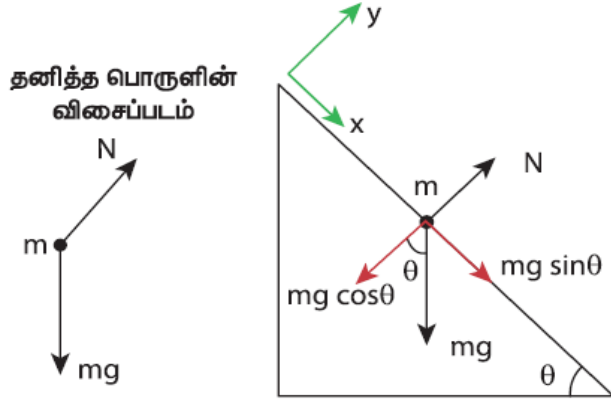
17. புவியின் சுழற்சியினால் ஏற்படும் மையவிலக்கு விசைக்கான கோவையைப் பெறுக.

- * புவி ω என்ற கோணத்திசைவேகத்தில் தன் அச்சினைப் பொருத்து தன்னைத் தானே சுற்றி வருகிறது.
- * புவிப்பரப்பிலுள்ள எந்தவொரு பொருளும் மையவிலக்கு விசையை உணரும்.
- * இம்மையவிலக்கு விசை சுழல் அச்சிலிருந்து மிகச் சரியாக எதிர் திசையில் செயல்படுவதாகத் தோன்றும்.
- * புவிப்பரப்பில் நின்றனாகொண்டிருக்கும் மனிதரின் மையவிலக்கு விசை $F_{cf} = m\omega^2 r$
- * $r = R \cos \theta$
- * R என்பது புவியின் ஆரம்



5 மதிப்பெண் வினா விடைகள்

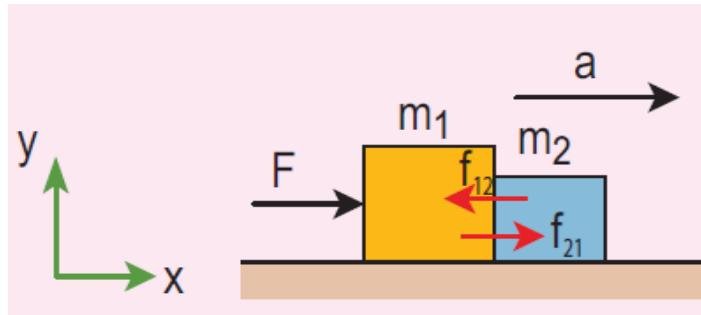
1. சாய்தளத்தில் இயங்கும் பொருளின் இயக்கத்திற்கான முடுக்கம் மற்றும் தரையை அடையும்போது அதன் வேகத்திற்கான கோவையைப் பெறுக.



- சாய்தளம் ஒன்றில் சறுக்கிச் செல்லும் பொருளின் மீது செயல்படும் விசைகள் பின்வருவனவற்றைத் தீர்மானிக்கின்றன.
 - பொருளின் முடுக்கம்
 - பொருள் தரையை அடையும்போது அதன் வேகம்
- பொருளின் மீது செயல்படும் விசைகள்:
 - கீழ்நோக்கிச் செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசை
 - சாய்தளத்திற்குச் செங்குத்தாகப் பொருளின் மீது செயல்படும் செங்குத்து விசை

y அச்சத் திசையில் இயக்கம்	x அச்சத் திசையில் இயக்கம்
$N\hat{j} - mg \cos \theta \hat{j} = 0$	$mg \sin \theta \hat{i} = ma\hat{i}$
$N = mg \cos \theta$	$mg \sin \theta = ma$
	$a = g \sin \theta$
	$v = \sqrt{2sg \sin \theta}$

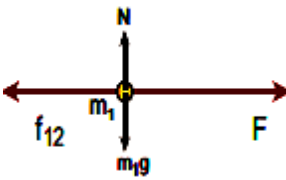
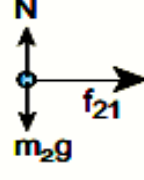
2. சமதளபரப்பில் ஒன்றையொன்று தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் இரண்டு பொருட்களின் இயக்கத்தை விவரி.



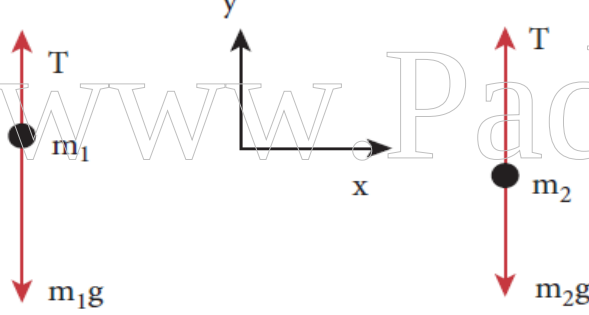
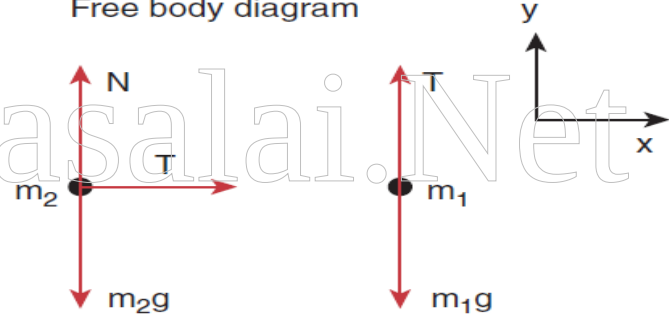
$$m = m_1 + m_2$$

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

m_1 மீதான விசை	m_2 மீதான விசை
	
$F\hat{i} - f_{12}\hat{i} = m_1 a\hat{i}$	$f_{21}\hat{i} = m_2 a\hat{i}$
$f_{12} = F - m_1 a$	$f_{21} = m_2 a$
$f_{12} = \frac{F m_2}{m_1 + m_2}$	$f_{21} = \frac{F m_2}{m_1 + m_2}$
$\vec{f}_{12} = -\frac{F m_2}{m_1 + m_2} \hat{i}$	$\vec{f}_{21} = \frac{F m_2}{m_1 + m_2} \hat{i}$
$\vec{f}_{12} = -\vec{f}_{21}$	

3. மெல்லிய கம்பி அல்லது நூலினால் கட்டப்பட்ட பொருளின் செங்குத்து இயக்கத்தை விவரி.

செங்குத்து இயக்கம்	கிடைத்தள இயக்கம்
	
நிறை m_1: $T\hat{j} - m_1 g\hat{j} = -m_1 a\hat{j}$ $T = m_1 g - m_1 a \dots\dots\dots(1)$	நிறை m_1: $T\hat{j} - m_1 g\hat{j} = -m_1 a\hat{j}$ $T = m_1 g - m_1 a \dots\dots\dots(1)$
நிறை m_2: $T\hat{j} - m_2 g\hat{j} = m_2 a\hat{j}$ $T = m_2 g + m_2 a \dots\dots\dots(2)$	நிறை m_2: $T\hat{i} = m_2 a\hat{i}$ $T = m_2 a \dots\dots\dots(2)$
(1),(2) லிருந்து $(m_1 - m_2)g = (m_1 + m_2)a$ $a = \left[\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right] g$	(1),(2) லிருந்து $m_1 g = (m_1 + m_2)a$ $a = \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2} \right) g$
$T = \left(\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) g$	$T = \left(\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) g$

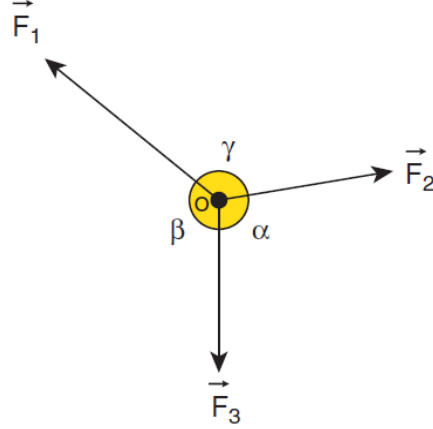
4. ஒருமைய விசைகள் என்றால் என்ன? லாமியின் தேற்றத்தைக் கூறி விளக்குக.

ஒருமைய விசைகள்:

பல்வேறு விசைகள் ஒரே புள்ளியில் சந்திக்குமானால் அவை ஒருமைய விசைகள் எனப்படுகின்றன.

லாமியின் தேற்றம்:

சமநிலையில் இருக்கும் மூன்று ஒருதள மற்றும் ஒருமைய விசைகள் கொண்ட அமைப்பில், ஒவ்வொரு விசையின் எண் மதிப்பும், மற்ற இரண்டு விசைகளுக்கிடையேயான கோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும்.



- படத்தில் காட்டியுள்ளபடி, என்ற மூன்று விசைகள் ஒருதள மற்றும் ஒருமைய விசைகள் O என்ற புள்ளியில் செயல்பட்டு அப்புள்ளியை சமநிலையில் வைக்கின்றன.

- $\frac{|\vec{F}_1|}{\sin \alpha} = \frac{|\vec{F}_2|}{\sin \beta} = \frac{|\vec{F}_3|}{\sin \gamma}$
- விசைகள் செயல்பட்டு, ஓய்வுச் சமநிலையில் உள்ள பொருள்களை பகுப்பாய்வு செய்வதில், லாமியின் தேற்றம் மிக முக்கியமாகப் பயன்படுகிறது.

5. நேர்க்கோட்டு உந்த மாறாவிதியை நிரூபி. இதிலிருந்து துப்பாக்கியிலிருந்து குண்டு வெடிக்கும்போது ஏற்படும் துப்பாக்கியின் பின்னியக்கத்திற்கான கோவையைப் பெறுக.

- $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

- $\vec{F}_{12} = \frac{d\vec{p}_1}{dt}, \vec{F}_{21} = \frac{d\vec{p}_2}{dt}$

- $\frac{d\vec{p}_1}{dt} = -\frac{d\vec{p}_2}{dt}$

- $\frac{d\vec{p}_1}{dt} + \frac{d\vec{p}_2}{dt} = 0$

- $\frac{d}{dt}(\vec{p}_1 + \vec{p}_2) = 0$

- $\vec{p}_{tot} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

மொத்த நேர்க்கோட்டு உந்த மாறா விதி:

அமைப்பின் மீது எவ்வித வெளிப்புற விசையும் செயல்படாத நிலையில், அமைப்பின் மொத்த நேர்க்கோட்டு உந்தம் எப்பொழுதும் ஒரு மாறா வெக்டராகும்.

துப்பாக்கியின் பின்னியக்கம்:

- துப்பாக்கி சுடும் நிகழ்வு ஒன்றைக் கருதுக.
- குண்டின் உந்தம் $\vec{p}_1$
- துப்பாக்கியின் உந்தம் $\vec{p}_2$
- தொடக்கத்தில் துப்பாக்கி மற்றும் குண்டு இரண்டும் ஓய்வு நிலையில் உள்ளன.
- எனவே சுடுவதற்கு முன் மொத்த உந்தம் $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = 0$
- நேர்க்கோட்டு உந்த அழிவின்மை விதிப்படி, துப்பாக்கி சுட்ட பின்பும் மொத்த நேர்க்கோட்டு உந்தம் சுழி மதிப்பைப் பெற வேண்டும்.
- துப்பாக்கி சுடப்படும்போது குண்டின் உந்தம் $\vec{p}_1$
- துப்பாக்கியின் உந்தம் $\vec{p}_2$
- $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = 0$
- $\vec{p}_1' = -\vec{p}_2'$
- துப்பாக்கியின் உந்தம் குண்டின் உந்தத்திற்கு எதிர்த்திசையில் இருக்கும்.
- இதன் காரணமாக துப்பாக்கி சுட்டபின்பு, $-\vec{p}_2$ என்ற ஒரு உந்தத்துடன் பின்னோக்கி இயங்கும்.
- இதற்கு பின்னியக்க உந்தம் என்று பெயர்.

6. உராய்வு என்றால் என்ன? உராய்வின் வகைகள் யாவை? உராய்வைக் குறைக்கும் வழிமுறைகளைக் கூறுக.

உராய்வு விசை:

பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ள தளத்திற்கு இணையாக ஒரு விசையை பொருளின்மீது செலுத்தினால், பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ள பரப்பு, செலுத்தப்படும் விசைக்கு எதிர்த்திசையில் பொருளின் மீது ஒரு விசையைச் செலுத்தி பொருளின் இயக்கத்தை எதிர்க்கும். இவ்விசையே உராய்வு விசை எனப்படும்.

உராய்வின் வகைகள்:

1. ஓய்வு நிலை உராய்வு

- ஓய்வுநிலை உராய்வு, ஒரு பரப்பில் வைக்கப்பட்டுள்ள பொருள் நகரத் தொடங்குவதை எதிர்க்கும் வகையில் அமையும் விசையாகும்.
- பரப்பு ஒன்றில் ஓய்வு நிலையிலுள்ள பொருளின் மீது இரண்டு விசைகள் செயல்படும்.
- அவை கீழ்நோக்கிச் செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசை மற்றும் மேல்நோக்கிச் செயல்படும் செங்குத்து விசை.
- இவ்விரண்டு விசைகளின் தொகுபயன் சுழியாகும்.
- இதன் விளைவாக பொருள் ஓய்வு நிலையில் இருக்கும்.
- பரப்பு ஒன்றில் ஓய்வு நிலையிலுள்ள பொருளின்மீது பரப்பிற்கு இணையாக வெளிப்புற விசை ஒன்று செயல்படும்போது, அப்பரப்பு இவ்வெளிப்புற விசைக்குச் சமமான எதிர்விசையை பொருளின் மீது செலுத்தி அதன் இயக்கத்தைத் தடுத்து அப்பொருளை ஓய்வு நிலையில் வைக்க முயற்சிக்கு.

- இதிலிருந்து வெளிப்புற விசையும், உராய்வு விசையு் ஒன்றுக்கொன்று சமம் மற்றும் எதிரெதிராக செயல்படும் என்பதை அறியலாம்.
- ஆனால் பொருளின் மீது செலுத்தப்படும் வெளிப்புற விசையைப் படிப்படியாக அதிகரிக்கும்போது, ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்கு மேல் பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ள பரப்பு, பொருளின் மீது செலுத்தப்படும் வெளிப்புற விசையைச் சமன்செய்யும் அளவிற்கு எதிர் உராய்வு விசையைப் பொருளின்மீது செலுத்த இயலாது.
- எனவே பொருள் பரப்பின் மீது சறுக்கிச் செல்லத் தொடங்கும்.
- இதுவே பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ள பரப்பு பொருளின்மீது செலுத்தும் பெரும் ஓய்வு நிலை உராய்வு விசையாகும்.
- ஓய்வுநிலை உராய்வுக்கான கணிதத் தொடர்பு: $0 \leq f_s \leq \mu_s N$
- μ_s என்பது ஓய்வு நிலை உராய்வுக் குணகம்.
- இது ஒன்றையொன்று தொடும் இரு பரப்புகளின் தன்மையைச் சார்ந்திருக்கும்.
- ஓய்வுநிலையிலுள்ள பொருளின்மீது வெளிப்புற விசை செயல்படாதபோது, ஓய்வுநிலை உராய்வு விசை சுழியாகும்.
- ஓய்வுநிலையிலுள்ள பொருளின்மீது வெளிப்புற விசை செயல்படும்போது, ஓய்வுநிலை உராய்வு விசை வெளிப்புற விசைக்குச் சமமாகும்.

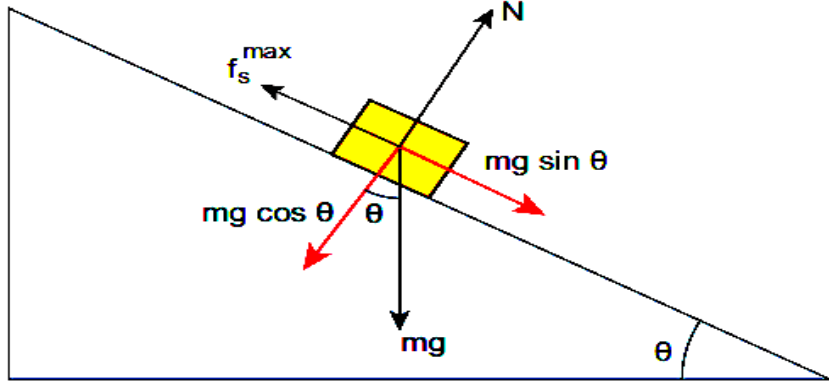
2. இயக்கநிலை உராய்வு:

- பொருளின் மீது செலுத்தப்படும் புறவிசை, ஓய்வுநிலை உராய்வு விசையின் பெரும் மதிப்பைவிட அதிகமாக இருக்கும்போது, பொருள் பரப்பின்மீது நகர்ந்து செல்லத் துவங்கும்.
- அவ்வாறு நகர்ந்து செல்லும் பொருளின் மீது, பொருள் நகர்ந்து செல்லும் பரப்பு ஒரு உராய்வு விசையைச் செலுத்தும்.
- அவ்வராய்வு விசையே இயக்கநிலை உராய்வு எனப்படும்.
- இது சறுக்கு உராய்வு எனவும் அழைக்கப்படும்.
- $f_k = \mu_k N$
- μ_k என்பது இயக்க உராய்வுக் குணகம்.
- $\mu_k < \mu_s$

உராய்வைக் குறைக்கும் வழிமுறைகள்:

- தொழிற்சாலைகளில் உள்ள கனரக இயந்திரங்களின் பரப்புகள் ஒன்றுடன் ஒன்று சார்பியக்கத்தில் உள்ளபோது உராய்வு ஏற்பட்டு வெப்ப வடிவில் ஆற்றல் இழக்கப்படுகிறது.
- இதனால் கனரக இயந்திரங்களின் செயல் திறன் குறைந்துவிடுகிறது.
- இவ்வாறு ஏற்படும் இயக்க உராய்வினைக் குறைப்பதற்காக உயவு எண்ணெய்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- பந்து தாங்கி அமைப்பு இயந்திரங்களில் இயக்க உராய்வைக் குறைப்பதில் பெரும் பங்காற்றுகின்றன.
- இரண்டு பரப்புகளுக்கு நடுவே பந்து தாங்கி அமைப்பைப் பொருத்துவதன் மூலமாக இரண்டுபரப்புகளின் சார்பியக்கம் நடைபெறும் நேர்வுகளில் இயக்க உராய்வினை முழுவதுமாக தடுத்து உருளுதலின் உராய்வு மட்டுமே பந்து தாங்கி அமைப்பினால் ஏற்படுகிறது.
- உருளுதலின் உராய்வு, இயக்க உராய்வை விட மிகக் குறைவு.
- எனவே இயந்திரங்களின் தேய்மானத்தைக் குறைத்து பந்து உருளை அமைப்பு அவற்றை நீண்ட காலத்திற்கு இயங்க வைக்கிறது.

7. சறுக்குக்கோணம் உராய்வுக்கோணத்திற்குச் சமம் என நிரூபி.



- சாய்தளத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள பொருள், கிடைத்தளப் பரப்புடன் சாய்தளம் ஏற்படுத்தும் எக்கோணத்தில் நகரத் தொடங்குகிறதோ, அக்கோணமே, சறுக்குக்கோணம் எனப்படும்.
- பொருளின் மீது செயல்படும் புவியீர்ப்புவிசையை இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம்.
- சாய்தளத்திற்கு இணையான கூறு $mg \sin \theta$
- சாய்தளத்திற்கு செங்குத்தான கூறு $mg \cos \theta$
- சாய்தளத்திற்கு இணையாகச் செயல்படும் $mg \sin \theta$ என்ற கூறு, பொருளை கீழ்நோக்கி நகர்த்த முயற்சிக்கும்.
- பொருள் நகரத் தொடங்கும்போது, ஓய்வுநிலை உராய்வு விசை $f_s^{max} = \mu_s N$

$$\bullet \frac{f_s^{max}}{N} = \mu_s \text{-----(1)}$$

$$\bullet f_s^{max} = mg \sin \theta \text{-----(2)}$$

$$\bullet N = mg \cos \theta \text{-----(3)}$$

$$\bullet (2)/(3) \rightarrow \frac{f_s^{max}}{N} = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

$$\bullet \mu_s = \tan \theta$$

- எனவே, சறுக்குக்கோணமும் உராய்வுக்கோணமும் சமம்.

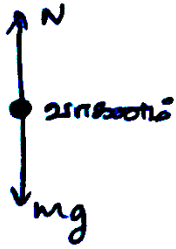
8. உருளும் உராய்வு பற்றி விளக்குக.

- அடியில் சக்கரங்களைப் பயன்படுத்தி பொருளொன்று பரப்பில் இயங்குகிறது எனில், அடிப்படையில் அப்பொருள் பரப்பில் சறுக்கிச் செல்கிறது.
- ஆனால் சக்கரங்கள் உருளுவதன் மூலம் பரப்பில் இயங்குகின்றன.
- சக்கரம் பரப்பில் இயங்கும்போது, சக்கரத்தின் எப்புள்ளி பரப்பைத் தொடுகிறதோ, அப்புள்ளி எப்பொழுதும் ஓய்வு நிலையில் இருக்கும்.
- எனவே உராய்வு விசையும் மிகக்குறைவு.
- அதே நேரத்தில் பொருளொன்று சக்கரங்கள் இன்றி செல்லும்போது, பொருளுக்கும் பரப்பிற்கும் இடையே அதிக உராய்வு விசை ஏற்படுகிறது.
- இதனால் பொருளை நகர்த்துவது கடினமாகும்.

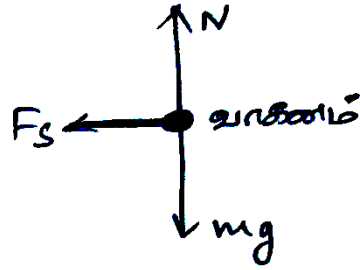
- சறுக்கலற்ற உருளும் இயக்கத்தில் பரப்பினைத் தொடும்புள்ளி ஓய்வுநிலையில் இருப்பது இலட்சிய நிலையில் மட்டுமே சாத்தியமாகும்.
- ஆனால் நடைமுறையில் அவ்வாறு இருப்பதில்லை.
- பொருட்களின் நெகிழ்வுத் தன்மை காரணமாக தரையைத் தொடும்புள்ளி சற்றே தரையில் அழுத்தி மிகக்குறைவான உராய்வினை ஏற்படுத்துகிறது.
- எனவே வாகனத்தின் சக்கரத்திற்கும், சாலையின் பரப்பிற்குமிடையே உராய்வுவிசை ஏற்படுகிறது.
- இவ்வராய்வு, இயக்க உராய்வை விட மிகவும் வலிமை குறைந்ததாகும்.

9. சரிசமமான வட்டச் சாலையில் செல்லும் வாகனம் சறுக்காமல் வளைவதற்கான நிபந்தனை மற்றும் சறுக்குவதற்கான நிபந்தனைகளைப் பெறுக.

நேரான பாதை



உள்வழிப் பாதை



- வாகனமொன்று வளைவுப்பாதையில் செல்லும்போது, அவ்வாகனத்தின் மீது மையநோக்கு விசை செயல்படுகிறது.
- வாகனத்தின் டயர் மற்றும் சாலையின் மேற்பரப்பு இவற்றிற்கிடையேயான உராய்வு விசையின் காரணமாக இம்மையநோக்குவிசை ஏற்படுகிறது.
- m நிறையுடைய வாகனமொன்று r ஆரமுடைய வட்டவடிவப் பாதையில் v வேகத்தில் இயங்குகிறது எனில் அவ்வாகனத்தின் மீது மூன்று விசைகள் செயல்படுகின்றன.
- கீழ்நோக்கிச் செயல்படும் புவியீர்ப்புவிசை
- மேல்நோக்கிச் செயல்படும் செங்குத்துவிசை
- சாலையின் கிடைத்தளப் பரப்பின் வழியே உள்நோக்கிச் செயல்படும் உராய்வு விசை
- சாலை கிடைத்தளமாக இருப்பின், செங்குத்து விசையும், புவியீர்ப்பு விசையும் ஒன்றுக்கொன்று சமம் மற்றும் எதிரெதிராக இருக்கும்.

வாகனம் சறுக்காமல் வளைவதற்கான நிபந்தனை:

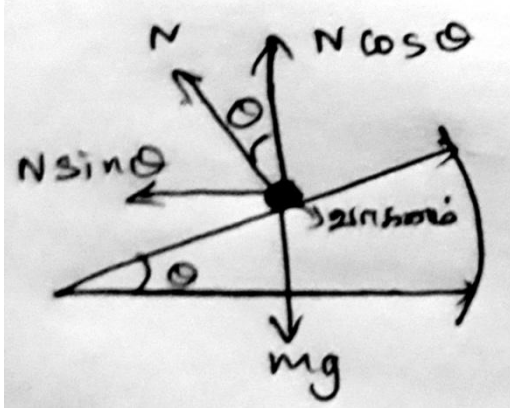
$$\begin{aligned} \bullet \frac{mv^2}{r} &\leq \mu_s mg \\ \bullet \mu_s &\geq \frac{v^2}{rg} \\ \bullet \sqrt{\mu_s rg} &\geq v \end{aligned}$$

வாகனம் சறுக்காமல் வளைவதற்கான நிபந்தனை:

$$\begin{aligned} \bullet \frac{mv^2}{r} &> \mu_s mg \\ \bullet \mu_s &< \frac{v^2}{rg} \\ \bullet \sqrt{\mu_s rg} &< v \end{aligned}$$

10. வளைவுச் சாலைகளில் வெளி விளிம்பு உயர்த்தப்பட்டிருப்பதன் நோக்கம் என்ன? விளக்குக.

- சரிசமமான வட்டச் சாலையில், வாகனங்கள் சறுக்கி விபத்துக்குள்ளாவது, சாலைப் பரப்பின் நிலை உராய்வுக் குணகத்தைச் சார்ந்திருக்கிறது.
- இந்த நிலை உராய்வுக் குணகத்தின் பெரும் மதிப்பு பரப்பின் தன்மையைச் சார்ந்ததாகும்.
- இதன் காரணமாக வாகனங்களுக்கு ஏற்படும் விபத்தினைத் தடுப்பதற்காகச் சாலையின் வெளிவிளிம்பு உட்புற விளிம்பை விட சற்றே உயர்த்தி அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.
- இதற்கு வெளிவிளிம்பு உயர்த்தப்பட்ட சாலை என்று பெயர்.
- வெளிவிளிம்பு உயர்த்தப்பட்டிருப்பதால் இரு ஒரு சாய்தளம் போன்று அமையும்.
- கிடைத்தளப் பரப்புடன் இந்தச் சாய்தளம் ஏற்படுத்தும் கோணம் வெளிவிளிம்புக் கோணம் எனப்படும்.



- இந்தச் சாலையில் செல்லும் கார் ஒன்று வளையும்போது அதன் மீது இரண்டு விசைகள் செயல்படும்.
- கீழ்நோக்கிச் செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசை (mg)
- சாலையின் பரப்பிற்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படும் செங்குத்துவிசை (N)
- $N \cos \theta = mg$

$$N \sin \theta = \frac{mv^2}{r}$$

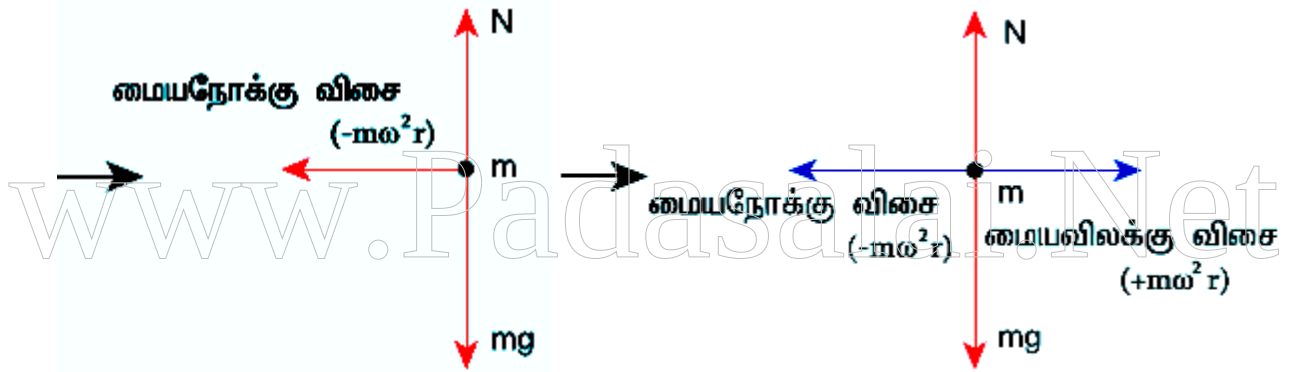
$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$v = \sqrt{rg \tan \theta}$$

- வெளி விளிம்புக் கோணம் மற்றும் சாலையில் வளைவு ஆரம் இவ்விரண்டும் வளைவுச் சாலையில் பாதுகாப்பாக வாகனங்கள் இயக்க வேண்டிய வேகத்தைத் தீர்மானிக்கின்றன.
- வாகனம் ஒன்றின் வேகம் நிர்ணயிக்கப்பட்ட வேகத்தைவிட அதிக வேகத்தில் செல்லும்போது சாலையின் வெளிப்புறத்தை நோக்கி சறுக்கத் தொடங்கும்.
- ஆனால் உராய்வு விசை செயல்பட்டு கூடுதல் மையநோக்கு விசையினைக் கொடுத்து வெளிப்புறச் சறுக்குதலைத் தடுக்கும்.
- அதே நேரத்தில் காரின் வேகம் நிர்ணயிக்கப்பட்ட வேகத்தைவிட குறைவாக இருப்பின் கார் உட்புறத்தை நோக்கி நகரத் தொடங்கும்.
- உராய்வு விசை செயல்பட்டு மையநோக்கு விசையைக் குறைத்து உட்புறத்தை நோக்கிச் சறுக்குவதைத் தடுக்கும்.
- இருப்பினும் காரின் வேகம் மிக அதிகம் எனில் உராய்வு விசையினால் கார் சறுக்குவதைத் தடுக்க முடியாது.

11. மையவிலக்கு விசையைத் தகுந்த உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

- மையவிலக்கு விசை ஒரு போலியான விசையாகும்.
- இது மையநோக்கு விசைக்குச் சமமாக எதிர்த்திசையில் வெளிநோக்கிச் செயல்படும்.
- இது சுழற்சிக் குறிப்பாயத்தில் மட்டுமே செயல்படும்.
- மெல்லிய கயிற்றின் ஒரு முனையில் கட்டப்பட்டு சுழற்சி இயக்கத்தை மேற்கொள்ளும் கல் ஒன்றைக் கருதுவோம்.
- ஓய்வுநிலையிலுள்ள நிலைமக் குறிப்பாயத்தைப் பொருத்து கல்லின் கோணத்திசைவேகம் 0 என்க.
- 0 கோணத்திசைவேகத்தில் கல்லுடன் சேர்ந்து சுழற்சி இயக்கத்திலுள்ள மற்றொரு குறிப்பாயத்திலிருந்து கல்லினைப்பார்க்கும்போது அக்கல் ஓய்வு நிலையில் இருப்பது போன்று தோன்றும்.
- சுழற்சிக் குறிப்பாயத்தைப் பொருத்து, வட்ட மையத்தை நோக்கிச் செயல்படும் மையநோக்கு விசையான $-m\omega^2 r$ உடன், அதற்குச் சமமான எதிர்த்திசையில் வெளிநோக்கிச் செயல்படும் என்ற $+m\omega^2 r$ விசை கல்லின் மீது செயல்படுகிறது.
- எனவே சுழற்சி இயக்கத்திலுள்ள குறிப்பாயத்தைப் பொருத்து கல்லின் மீது செயல்படும் தொகுபயன் விசை சுழியாகும் என்பதை இது காட்டுகிறது.
- இங்கு வெளிநோக்கிச் செயல்படும் $+m\omega^2 r$ விசைக்கு மையவிலக்கு விசை என்று பெயர்.



நிலைமக் குறிப்பாயத்தில்

நிலைமமற்றக் குறிப்பாயத்தில்

12. மையவிலக்கு விசையின் விளைவுகளைக் கூறுக.

- கார் ஒன்று வளைவுப்பாதையில் திரும்பும்போது, காரின் உள்ளே அமர்ந்திருப்பவர் ஒரு வெளிப்புற விசையை உணர்வார்.
- அவ்விசை அவரை வெளிநோக்கித் தள்ளும்.
- இவ்வெளிநோக்கிய விசையையும் மையவிலக்கு விசை என்றே அழைக்கலாம்.
- காரின் இருக்கைக்கும், அமர்ந்திருக்கும் நபருக்கும் இடையே போதுமான உராய்வு விசை இருந்தால் அவர் வெளியே தள்ளப்படுவது தவிர்க்கப்படுகிறது.
- நேர்க்கோட்டுப் பாதையில் சென்றுகொண்டிருக்கும் கார் ஒன்று திடீரென்று தன்பாதையிலிருந்து வளையும்போது, காரின் உள்ளே நிலையாகப் பொருத்தப்படாத பொருள், திசையில் நிலைமப் பண்பின் காரணமாக நேர்க்கோட்டுப் பாதையிலேயே தொடர்ந்து இயங்க முயற்சிக்கும்.
- சுழலும் மேடையில் நின்றுகொண்டிருக்கும் நபர் வெளிப்புற மையவிலக்கு விசையை உணர்வார்.
- இதன் காரணமாக மேடையிலிருந்து அவர் வெளியே தள்ளப்பட வாய்ப்பு அதிகம்.
- நின்று கொண்டிருக்கும் நபருக்கும், மேடைக்குமான உராய்வுவிசை வெளிநோக்கித் தள்ளப்படும் விசையினைச் சமன்செய்யப் போதுமானதல்ல.

- இதனைத் தவிர்ப்பதற்காக மேடையின் வெளிப்புற விளிம்பு சற்றே மேல்நோக்கி உயர்த்தப்பட்டிருக்கும்.
- இவ்வாயவ நின்று கொண்டிருக்கும் நபரின் மீது ஒரு செங்குத்து விசையைச் செலுத்தி அவர் வெளியே விழுவதைத் தடுக்கும்.

13. புவியை நோக்கி நிலவின் மையநோக்கு முடுக்கத்தைக் காண்க.

- நிலா, புவியினை வட்டப்பாதைக்கு ஒத்த ஒரு பாதையில் 27.3 நாள்களில் முழுமையாகச் சுற்றிவருகிறது.
- புவியீர்ப்பு விசையினால் நிலா பெறும் மையநோக்கு முடுக்கம் $a_m = \omega^2 R_m$
- R_m புவியிலிருந்து நிலா வரை உள்ள தொலைவு.
- இது புவியின் ஆரத்தைப் போல் 60 மடங்காகும்.
- $R_m = 60R$
- R என்பது புவியின் ஆரம் $R = 6.4 \times 10^6 m$
- $R_m = 384 \times 10^6 m$
- $\omega = \frac{2\pi}{T}$
- $T = 2.358 \times 10^6 s$
- $a_m = \omega^2 R_m = \frac{4\pi^2}{T^2} R_m$
- $a_m = 0.00272 m s^{-2}$

14. மையநோக்கு விசை மற்றும் மையவிலக்கு விசைகளுக்கிடையேயான ஒத்த மற்றும் வேறுபட்டக் கருத்துகளை விவரி.

மையநோக்குவிசை	மையவிலக்குவிசை
புவியீர்ப்புவிசை, கம்பியின் இழுவிசை, செங்குத்துவிசை போன்ற புறவிசைகளினால் பொருளின் மீது செலுத்தப்படும் உண்மை விசையாகும்.	இது போலியான அல்லது பொய்யான விசையாகும். இவ்விசை புவியீர்ப்பு விசை, கம்பியின் இழுவிசை, செங்குத்துவிசை போன்ற புறவிசைகளினால் தோன்றாது.
நிலைமை மற்றும் நிலைமைமற்ற குறிப்பாயங்கள், இரண்டிலும் இவ்விசை செயல்படும்.	நிலைமைமற்ற சுழலும் குறிப்பாயங்களில் மட்டுமே இவ்விசை செயல்படும்.
சுழல் அச்சினை நோக்கிச் செயல்படும் வட்டப்பாதை இயக்கத்தில் வட்டத்தின் மையத்தை நோக்கி செயல்படும்.	சுழல் அச்சிலிருந்து வெளிநோக்கிச் செயல்படும். மேலும் வட்ட இயக்கத்தில் வட்டமையத்திலிருந்து ஆரத்தின் வழியே வெளிநோக்கிச் செயல்படும்.
$ F_c = m\omega^2 r = \frac{mv^2}{r}$	$ F_g = m\omega^2 r = \frac{mv^2}{r}$
இது ஒரு உண்மையான விசை. இதன் விளைவுகளும் உண்மையானவை.	இது ஒரு போலிவிசை. ஆனால் இதன் விளைவுகள் உண்மையானவை.
இரண்டு பொருட்களுக்கிடையேயான உறவே (interaction) மையநோக்கு விசைக்கு அடிப்படையாக அமைகிறது.	ஒரு பொருளின் நிலைமைத் தன்மையே (inertial property) மையவிலக்கு விசைக்கு அடிப்படையாக அமைகிறது. இவ்விசை பொருட்களுக்கிடையேயான உறவால் (interaction) தோன்றாது.
நிலைமைக் குறிப்பாயத்தில் தனித்தபொருளின் விசைப்படம் வரையும்போது மையநோக்கு விசையை குறிப்பிட வேண்டும்.	நிலைமைக் குறிப்பாயத்தில் மையவிலக்கு விசை இல்லை. சுழலும் குறிப்பாயத்தில், மையநோக்கு விசை மற்றும் மையவிலக்குவிசை இரண்டையும் தனித்த பொருளின் விசைப்படத்தில் குறிப்பிட வேண்டும்.