

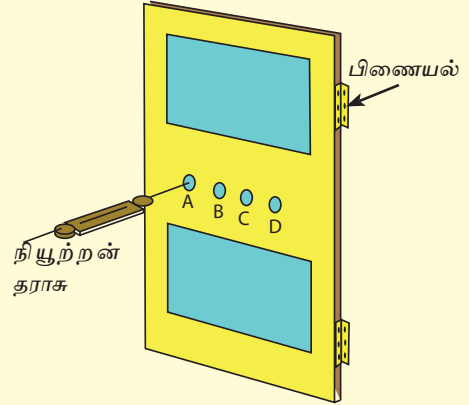
விசையின் திரும்பல் விளைவு

11.1 விசை திருப்பம்

ஒரு பொருளின் மீது விசைகளைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் அப்பொருளைத் தள்ளவோ, இழுக்கவோ, உயர்த்தவோ முடியும். அவ்வாறே ஒரு பொருளின் மீது விசையைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் அதனைத் திருப்பவும் முடியும். அதாவது ஒரு விசையின் மூலம் ஒரு பொருளை ஒருகுறித்த புள்ளியைப் பற்றி திருப்பவும் சுழற்றவும் முடியும். ஒரு பொருளை திருப்புவதில் செல்வாக்குச் செலுத்தும் காரணிகள் பற்றி அறிவதற்கு ஒரு செயற்பாட்டைச் செய்வோம்.

செயற்பாடு 1

பிணையல்களின் மூலம் நிலையுடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் ஒரு கதவைத் தெரிந்தெடுக்க. அதில் ஒரே கிடை மட்டத்தில் A, B, C, D என்னும் நான்கு புள்ளிகளாக் கருதுவோம். உரு 11.1 இல் உள்ளவாறு ஒரு நியூற்றன் தராசைக் கதவிலே A யில் பொருத்தி, கதவைத் திறப்பதற்கு விசையைப் பிரயோகிக்க. அவ்வாறே B, C, D ஆகிய இடங்களிலும் பொருத்தி கதவைத் திறப்பதற்கு விசையைப் பிரயோகிக்க. கதவு சுழல்வதற்கு மட்டுமட்டாக ஆரம்பிக்கும் கணத்தில் விசை எவ்வளவென அளந்து பார்க்க. அவ்வாசிப்புகளை அட்டவணையில் குறித்துக் கொள்ள்க.



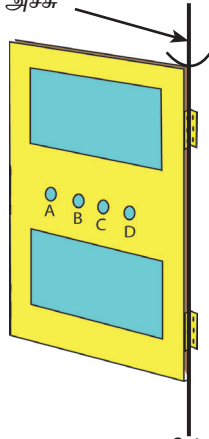
உரு 11.1 கதவைத் திறப்பதற்குத் தேவையான விசையை அளத்தல்

அட்டவணை 11.1

விற்றராசில் கொளுக்கி பொருத்தப்பட்ட புள்ளி	பிணையலின் அச்சிலிருந்து விசைக்கு உள்ள செங்குத்துத் தூரம்	கதவு அசையும் போது விற்றராசின் வாசிப்பு	விசை \times செங்குத்துத் தூரத்தின் பெறுமானம் (N m)
A			
B			
C			
D			

- கதவு சுழல ஆரம்பிப்பதற்குக் கூடுதலான விசை எத்தானத்தில் இருந்து இழுக்கும் போது தேவைப்படுகின்றது?
- கதவு சுழல ஆரம்பிப்பதற்குக் குறைந்த அளவு விசை எத்தானத்தில் இருந்து இழுக்கும் போது தேவைப்படுகின்றது?

கதவின் சுழற்சி அச்சு



இங்கு கதவின் திரும்பல் அதன் பிணையல் வழியே செல்லும் ஒரு அச்சு பற்றி நடைபெறுகின்றது. அவ்வச்சு கதவின் சுழற்சி அச்சு எனப்படும்.

கதவின் சுழற்சி அச்சிலிருந்து விசையின் தாக்கக் கோட்டிற்கு உள்ள செங்குத்தூரம் அதிகரிக்கும் போது கதவை திறக்க தேவையான விசை குறையும் என்பது தெளிவாகும். அவ்வாறே விசையின் தாக்கக் கோட்டிற்குக் கதவின் சுழற்சி அச்சிலிருந்து உள்ள செங்குத்துத் தூரம் குறையும் போது பிரயோகிக்க வேண்டிய விசை அதிகமென நீங்கள் பெற்ற வாசிப்புக்களிருந்து தெளிவாகும்.

உரு 11.2 கதவின் சுழற்சி அச்சு

கதவின் சுழற்சி அச்சிலிருந்து அப்பால் விசைகளைப் பிரயோகிக்கும் போது கதவைத் திறத்தல் மிகவும் எளிது என்பதும் பிணையலிற்கு அண்மையில் விசைகளைப் பிரயோகிக்கும் போது அது கடினம் என்பதும் இதிலிருந்து தெளிவாகும்.

ஒரு குறித்த பொருள் ஒரு குறித்த அச்சை அல்லது ஒரு குறித்த புள்ளியைப் பற்றித் திரும்புவதற்கு அல்லது சுழல்வதற்குத் தேவையான விசை பொருள் சுழலும் அச்சிலிருந்து உள்ள செங்குத்துத் தூரத்திற்கேற்ப மாறுமென மேற்குறித்த செயற்பாட்டிலிருந்து தெளிவாகும்.

ஒரு பொருளை ஒரு நேர்கோட்டியக்கத்திற்கு வழிப்படுத்துவதற்கு ஒரு விசை தேவையாக இருப்பது போன்று ஒரு புள்ளி அல்லது ஓர் அச்சு பற்றி ஒரு பொருளைச் சுழலச் செய்வதற்கும் ஒரு விசை தேவை. இவ்வாறு ஒரு பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் ஒரு விசை காரணமாக ஒரு குறித்த அச்சைப் பற்றி அப்பொருள் சுழலுமெனின், அவ்விசை காரணமாக உள்ள விளைவு திரும்பல் விளைவு அல்லது விசை திருப்பம் எனப்படும்.

இதற்கேற்ப ஒரு விசை காரணமாக உண்டாக்கும் திருப்பத்திற்கான சமன்பாடு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

விசைத் திருப்பம் = விசை (N) × சுழற்சி அச்சிலிருந்து
விசையின் தாக்கக் கோட்டிற்கு இடைப்பட்ட செங்குத்துத்
தூரம் m

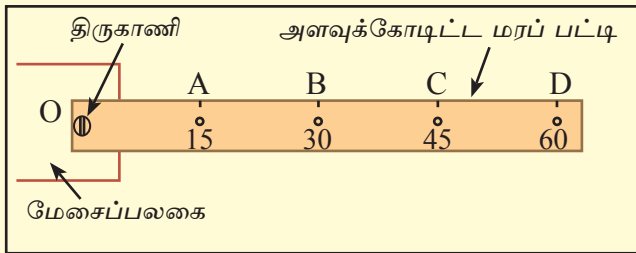
விசையின் திருப்பத்தின் அலகு N m ஆகும்.

- விசையின் திருப்பத்தில் விசையின் பருமன் செல்வாக்குச் செலுத்துவதை அறிதல்.

விசையின் திருப்பத்தில் விசையின் பருமன் செல்வாக்குச் செலுத்துவதை அறிவதற்கு பின்வரும் செயற்பாட்டைச் செய்வோம்.

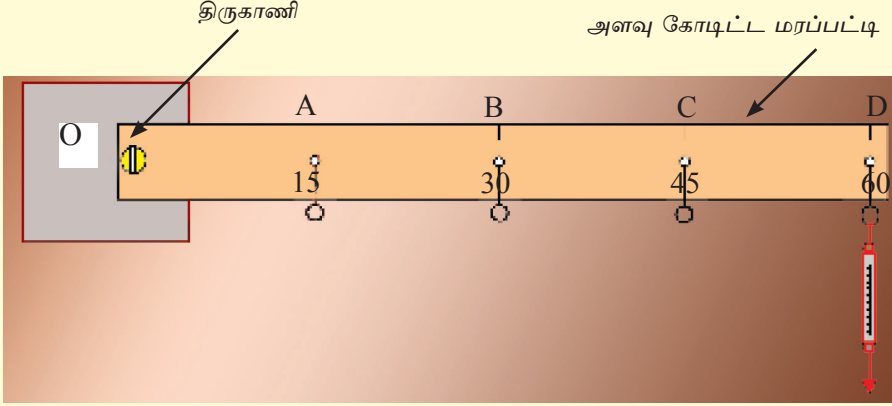
செயற்பாடு 2

தேவையான பொருள்கள் : ஓரளவு நீளமுள்ள மரக்கீலம் இரு இறப்பர் வார்கள் (Washer), ஒரு துளைப்பான் (Driller), ஒரு நியூற்றன் தராசு, சுரையுள்ள ஒரு திருகாணி, ஒரு மேசை அல்லது பலகை



உரு 11.3 விசையின் பருமன் விசையின் திருப்பத்திற்குச் செல்வாக்குச் செலுத்துவதை அறிதல்.

- உரு 11.3 இல் உள்ளவாறு ஒன்றிலிருந்தொன்று 15 cm தூரத்தில் இருக்கும் O, A, B, C, D என்னும் புள்ளிகளில் துளையிடுக.
- அதன் பின்னர் இறப்பர் வார்களையும் சுரையுள்ள திருகாணியையும் பயன்படுத்தி மரக்கீலத்தை புள்ளி O இல் மேசைப் பலகையுடன் பொருத்துக.



உரு 11.4

- இப்போது மேற்குறித்த மரக்கீலத்தில் A, B, C, D ஆகிய துளைகளில் கம்பித் துண்டுகளின் மூலம் செய்த வளையத்தை பொருத்துக. D யில் உள்ள வளையத்துடன் விற்றராசைத் தொடுத்து உரு 11.4 இல் உள்ளவாறு விற்றராசைத் மரக்கீலத்திற்கு செங்குத்தாக வைத்து மட்டுமட்டாகச் திரும்பச் செய்யப் பிரயோகிக்க வேண்டிய விசையைக் காண்க. இங்கு சுழற்சி அச்ச திருகாணியின் தண்டு வழியே உள்ள நேர்கோடாகும்.
- அதன் பின்னர் மரக்கீலத்தை ஓரளவுக்கு இறுக்கமாக்குவதற்கு திருகாணியை ஓர் அரைச் சுற்றுச் சுழற்றி மரக்கீலத்தை மட்டுமட்டாகச் சுழலச் செய்யப் பிரயோகிக்க வேண்டிய விசையைக் காண்க.
- இப்போது மறுபடியும் திருகாணியை மேலும் அரைச் சுற்றுச் சுழலச் செய்யத் தேவையான விசையைக் காண்க. உங்களுக்குக் கிடைக்கும் வாசிப்புக்களை அட்டவணைப்படுத்துக. அப்போது உங்களுக்குக் கிடைக்கும் பேறு யாது?

இங்கு பின்வரும் அட்டவணையில் உள்ளவாறு பெறுமானங்கள் கிடைப்பதாகக் கொள்வோம். நீங்கள் தயார் செய்த ஒழுங்கமைப்பிற்கேற்ப கிடைக்கும் வாசிப்புக்கள் இதிலிருந்து வேறுப்பட்ட பெறுமானங்களாக இருக்கலாம்.

அட்டவணை 11.2

சந்தர்ப்பம்	விசை (N)
தொடக்கச் சந்தர்ப்பம்	2 N
திருகாணியை ஓர் அரைச் சுற்றுச் சுழற்றி இறுக்கும் போது	5 N
திருகாணியை ஒரு சுற்றுச் சுழற்றி இறுக்கும் போது	9 N

அதற்கேற்பப் பட்டியைப் படிப்படியாக இறுக்கும் போது சுழற்சி விளைவுக்குத் தேவையான விசை அதிகரிப்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். அதாவது விசையின் திருப்பம் விசையின் பருமனைச் சார்ந்துள்ளது என்பது உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது.

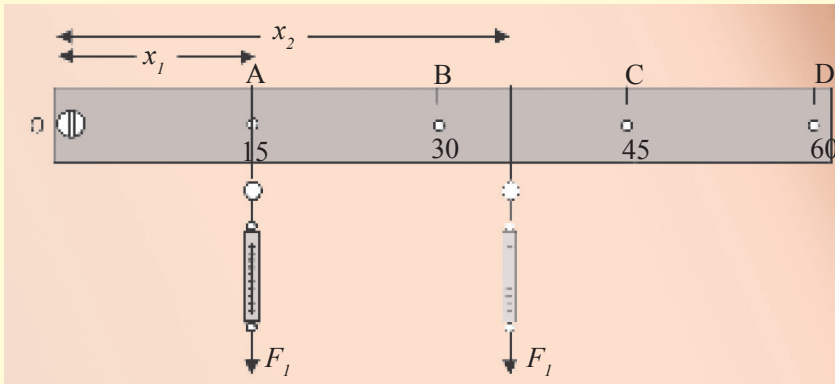
- விசையின் திருப்பம் சுழல் அச்சிலிருந்து விசையின் தாக்கக் கோட்டிற்கு இடைப்பட்ட செங்குத்துத் தூரத்தில் தங்கியுள்ளதைக் காட்டல்.

விசையின் திருப்பம் சுழல் அச்சிலிருந்து உள்ள செங்குத்துத் தூரத்தில் சார்ந்ததாவெனச் சோதிப்பதற்குப் பின்வரும் செயற்பாட்டைச் செய்வோம்.

செயற்பாடு 3

- செயற்பாடு 1 இல் பெற்ற மரக்கீலத்தில் உரு 11.5 இல் உள்ளவாறு A யிற்கு அண்மையில் மரக்கீலத்தைச் சுற்றி ஒரு நூலை அனுப்பி விற்றாசைப் பொருத்துக. திருகாணியைத் திரும்ப ஒரு சுற்றுச் சுழற்றி தொடக்க அமைவுக்குக் கொண்டு வருக. மரப் பட்டியை மட்டுமட்டாகச் சுழலச் செய்யத் தேவையான விசையைக் காண்க.

அதை F_1 எனக் கொள்வோம்.



உரு 11.5

- அதன் பின்னர் திருகாணியை ஏறத்தாழ $1/4$ சுற்றுக்குச் சுழற்றி இறுக்குக.
- இப்போது விற்றாசு வாசிப்பாகிய விசை F_1 ஐ மாறிலியாக வைத்துக்கொண்டு மரப் பட்டியை இயங்கச் செய்யும் வரைக்கும் விற்றாசுடன் கம்பி வளையத்தை D யை நோக்கி மெதுவாகக் கொண்டு செல்க. இயங்கத் தொடங்கும் சந்தர்ப்பத்தில் O இருந்து விற்றாசிற்கு உள்ள தூரம் x_3 ஐ அளக்க.
- இவ்வாறு திருகாணியை மேலும் $1/4$ சுற்றுக்குச் சுழற்றி விற்றாசின் வாசிப்பை மாறிலியாகப் பேணிக் கொண்டு (F_1) மரப் பட்டி மட்டுமட்டாகச் சுழலும் சந்தர்ப்பத்தில் O இலிருந்து அப்புள்ளிக்கு உள்ள தூரத்தைப் (x_3)பெறுக. வாசிப்புக்களை எடுத்து அட்டவணைப்படுத்துக.

உங்களுக்குக் கிடைக்கும் பெறுபேறுக்கேற்ப என்ன கூறலாம்?

அட்டவணையில் காணப்படுகின்றவாறு வாசிப்புகள் கிடைக்கின்றனவெனக் கொள்வோம். இதற்கேற்பப் பட்டியை இறுக்குவதனுடன் சுழற்சி விளைவுக்குத் தேவையான விசையை மாறிலியாக வைத்துக் கொள்ளும் போது விற்றாசிற்கு உள்ள செங்குத்துத் தூரத்தைக் கூட்ட நேரிடுமெனக் காணப்படும்.

அட்டவணை 11.3

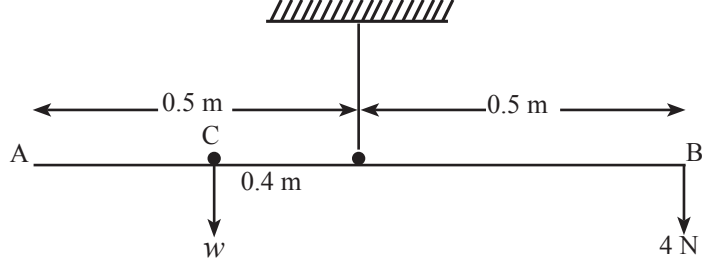
சந்தர்ப்பம்	F_1 (N)	விற்றாசிற்கும் புள்ளி O இற்கும் இடையிலான தூரம் (m)
தொடக்கச் சந்தர்ப்பம்	1.5	15
திருகாணி $\frac{1}{4}$ சுற்றுக்குச் சுழலும் போது	1.5	32
திருகாணி $\frac{1}{2}$ சுற்றுக்குச் சுழலும் போது	1.5	55

இதற்கேற்ப விசையின் திருப்பம் சுழல் புள்ளியிலிருந்து விசைக்கு உள்ள செங்குத்துத் தூரத்தைச் சார்ந்தது என்பது உறுதிப்படுத்தப்படுகின்றது.

- **விசைதிருப்பத்தின் திசையும் விசைதிருப்பத்தின் கீழ் பொருளொன்றின் சமநிலையும்**

1 m நீளமுள்ள ஒரு சீரான கோல் AB அதன் நடுவில் தொங்கவிடப்பட்டு சமநிலைப் படுத்தப்பட்டுள்ளது. அந்தம் B யில் ஒரு 4 N நிறை தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது.

- 4 N விசை காரணமாக உண்டாகும் (வலஞ்சுழி) திருப்பத்தைக் காண்க.
- சமநிலைப் புள்ளியிலிருந்து 0.4 m தூரத்தில் உள்ள புள்ளி C யிலிருந்து எந்நிறையைத் தொங்கவிட்டால், கோல் மறுமடியும் சமநிலையில் இருக்கும்?



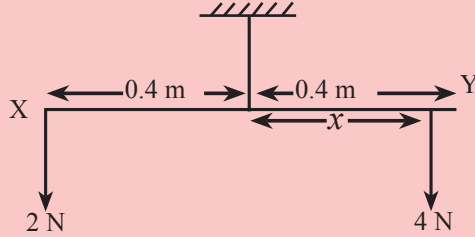
(i) திருப்பம் = $4 \text{ N} \times 0.5 \text{ m} = 2 \text{ N m}$

(ii) 0.4 m தூரத்தில் தொங்கவிடப்பட்ட நிறை x எனக் கொள்வோம்.

$$\begin{aligned} \therefore w \times 0.4 \text{ m} &= 4 \times 0.5 \\ w &= \frac{4 \times 0.5 \text{ N}}{0.4} \\ w &= 5 \text{ N} \end{aligned}$$

பயிற்சி 11.1

- 1) ஒரு கோல் XY ஆனது 0.8 m நீளமுள்ளது. அதன் அந்தம் X இல் ஓர் 2 நிறை தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. கோல் மறுபடியும் சமநிலை அடைவதற்குக்கோலின் மற்றைய பக்கத்தில் ஒரு 4 N நிறை சமநிலைப் புள்ளியிலிருந்து என்ன தூரத்தில் தொங்க விடப்பட வேண்டும்?



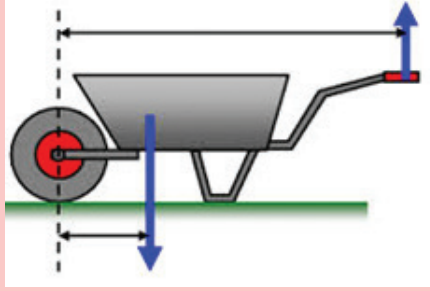
- (2) ஒருவிசையின் திருப்பம் தினசரி வாழ்வில் பயன்படுத்தப்படும் சில சந்தர்ப்பங்கள் கீழே காணப்படுகின்றன. அவை ஒவ்வொன்றிலும் திருப்பம் தாக்கும் விதத்தை விவரிக்கുക.
- சுரையாணியைக் கழற்றுவதற்குச் சாவியைப் பயன்படுத்தல்.



2. சைக்கிளின் மிதிப்படிக்கு விசையைப் பிரயோகித்தல்.



3. கை வண்டியைப் பயன்படுத்தல்.

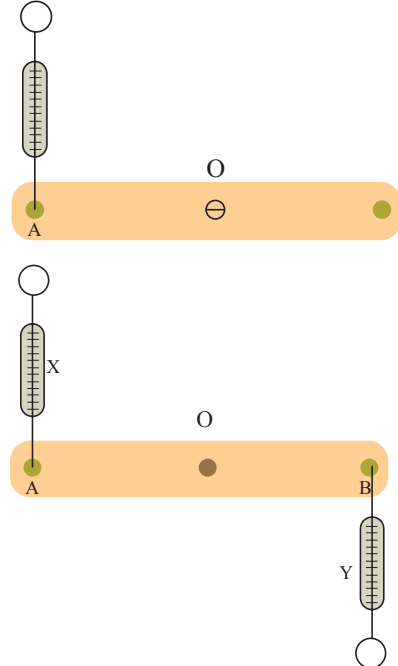


11.2 விசைகளின் இணை

ஒரு குறித்த பொருள் ஒரு குறித்த அச்சைப் பற்றிச் சுழல்வதற்கு அல்லது திரும்புவதற்கு மிகவும் எளிதான ஒரு விதத்தைக் காண்போம்.

ஒரு மரக்கீலத்தின் மத்தியில் துளை O வைத் துளைத்து, ஒரு திருகாணியின் மூலம் உருவில் உள்ளவாறு ஒரு மேசையில் பொருத்தியுள்ள ஒரு சந்தர்ப்பத்தைக் கருதுவோம். உருவில் உள்ளவாறு A யில் ஒரு விற்றராசுவைப் பொருத்தி, மரக்கீலம் மட்டுமட்டாகச் சுழலும் சந்தர்ப்பத்தில் விசையை அளக்கலாம்.

அதன் பின்னர் AB ஆகிய இரு புள்ளிகளிலும் இரு விற்றராசுகளைப் பொருத்தி இரு புள்ளிகளிலும் இரு பக்கங்களுக்கும் இழுக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் மரப் பட்டி மட்டுமட்டாகச் சுழலத் தேவையான விசைகளை அளக்கலாம். முதற் சந்தர்ப்பத்தைக் கருதும் போது ஒரு தனி விற்றராசின் மூலம்



உரு 11.5

மரப் பட்டியை இயங்கச் செய்யத் தேவையான விசை F எனின், இரு விற்றராசுகளின் மூலமும் ஓர் எதிர்த் திசையில் விசை பிரயோகிக்கப்படும் போது மரப்பட்டியை இயங்கச் செய்வதற்குத் ஒரு விற்றராசின் மூலம் பிரயோகிக்கப்பட வேண்டிய விசை F/2 ஆகும்.

அதாவது ஒரு பொருள் ஒரு குறித்த அச்சைப் பற்றிச் சுழல்வதற்கு அல்லது திரும்புவதற்கு விசைகளைப் பிரயோகித்தல் இரு சம விசைகளைப் பொருளின் மீது எதிர்த் திசைகளிற் பிரயோகிப்பதிலும் பார்க்க எளிதாகும் என்பது தெளிவாகின்றது.

இங்கு விசைகளின் ஓர் இணையை ஒரு பொருளின் மீது பிரயோகிக்கும் போது உரிய விசைச்சோடி ஒன்றுக்கொன்று எதிரான திசைகளில் இருப்பதனால் விளையுள் பூச்சியமாகும். ஆகவே இணையின் மூலம் ஒரு பொருள் நேர்கோட்டில் இயங்குவ தில்லை. பொருள் இரு விசைக்களுக்கிடையே உள்ள ஒரு புள்ளியைப் பற்றிச் சுழல்கின்றது.

ஓர் இணையின் திருப்பமானது விசையினதும் விசைகள் தாக்கும் கோடுகளுக்கிடையே உள்ள தூரத்தினதும் பெருக்கமாக வரையறுக்கப்படும்.

ஓர் இணையின் திருப்பம் = விசை × விசையின் தாக்கக் கோடுகளுக்கிடையே உள்ள செங்குத்துத் தூரம்
= $f \times d$

இணையின் அலகு N m ஆகும்.

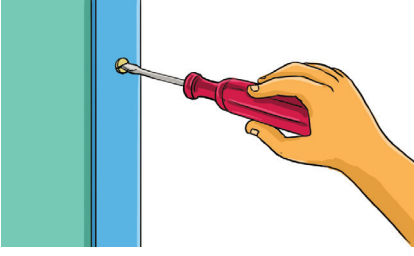
மேலுள்ள உதாரணத்தில் புள்ளி A இல் மட்டும் விற்றராசை இணைத்து இழுப்பது போன்று தனி விசையினால் பொருளொன்றைச் சுழற்றுவதற்கு தேவையாயின் பொருளை ஓர் இடத்தில் பிணைத்தோ அல்லது சுழலையிடப்பட்டிருப்பது அவசியமாகும். (இங்கு நியூட்டனின் மூன்றாம் விதிப்படி நாம் வழங்கும் விசை தாக்க விசை சுழலிடத்தில் மறுதாக்க விசை காரணமாக விசையினையொன்று தோன்றுகின்றது.) எனினும் A, B புள்ளிகள் இரண்டிலும் விற்றராசை இணைத்து இழுக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் விசையினைத் தொழிற்பட்டு பொருள் சுழற்சியடைகிறது.

விசையிணையின் பிரயோகங்கள்

நீர்த் திருகுபிடையைத் திறக்கும் போதும் மூடும்போதும் திருகு பிடையின் தலை மீது இணை தாக்குகின்றது.



உரு 11.6 நீர்த் திருகுபிடி



உரு 11.7 திருகாணி செலுத்தியினால் திருகாணியைக் கழற்றல்.

உரு 11.7 இல் உள்ளவாறு ஒரு திருகாணி செலுத்தியைப்பயன்படுத்தும்போது (திருகாணியை கழற்றுவதற்கும் சிறைப்படுத்துவதற்கும்) கைப்பிடி மீது இணையைப் பிரயோகிக்கின்றோம்.

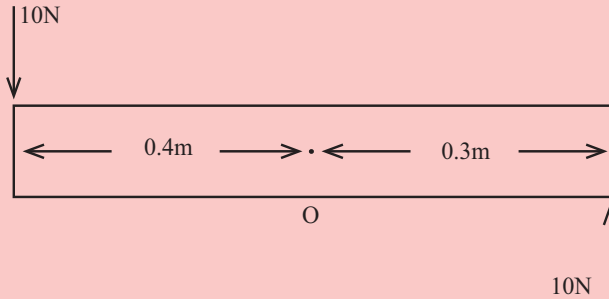
ஒரு விசையைப் பிரயோகித்து வாகனத்தின் செலுத்து சக்கரத்தை திருப்புவதிலும் பார்க்க இரு பக்கங்களிலும் சம விசைகளை எதிர்த் திசைகளிற் பிரயோகிப்பதன் மூலம் அதனை எளிதாக திருப்பலாம்



உரு 11.8 வாகனத்தின் செலுத்து சக்கரத்தை திருப்பதல்

பயிற்சி 11.2

- (1) (i) விசையிணைதாக்கும் சந்தர்ப்பங்களுக்கு இரு உதாரணங்கள் தருக.
- (ii) O இல் சுழலிடப்பட்ட ஒரு மெல்லிய பலகை உருவில் காணப்படுகின்றவாறு பலகை மீது விசைகள் பிரயோகிக்கப்படு மெனின், அவ்விணையின் திருப்பத்தைக் காண்க.



பொழிப்பு

- பொருள் ஒரு குறித்த புள்ளி மீது அல்லது ஓர் அச்சைப் பற்றித் திரும்புவதற்கு அல்லது சுழல்வதற்கு ஒரு விசை பிரயோகிக்கப்படும்போது அவ்விசை காரணமாக உண்டாகும் சுழற்சி விளைவானது அவ்விசையின் திருப்பம் எனப்படும்.
- ஒருதிசையின் திருப்பமானது பிரயோகிக்கப்படும் விசையை அவ்விசையின் தாக்கக் கோட்டிற்குச் சுழலையிலிருந்து உள்ள செங்குத்துத் தூரத்தினால் பெருக்கும் போது கிடைக்கும் பெறுமானமாகும்.

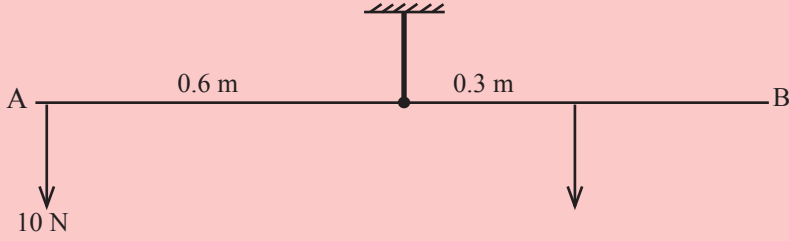
அதாவது,

$$\begin{aligned} \text{ஒரு விசை காரணமாக உண்டாகும் திருப்பம்} \\ = \text{விசை} \times \text{விசையின் தாக்கக் கோட்டிற்குச்} \\ \text{சுழலையிலிருந்து உள்ள செங்குத்துத் தூரம்.} \end{aligned}$$

- ஒரு குறித்த பொருள் ஒரு குறித்த திசையில் திரும்புவதற்கு (அல்லது சுழல்வதற்கு) இணையையப் பிரயோகித்தல் மிகவும் எளிதாகும்.
- இணை என்பது ஒரு குறித்த பொருள் ஒரு குறித்த திசையில் திரும்புவதற்கு அல்லது சுழல்வதற்கு அப்பொருளின் மீது எதிர் திசைகளில் பிரயோகிக்கப்படும் சமமும் சமாந்தரமுமான இரு விசைகளாகும்.

பயிற்சி

- (1) ஒரு கோல் AB யின் நீளம் 1.2 m ஆகும். அது அதன் நடுவில் தொங்கவிடப்பட்டு சமநிலையில் (நாப்பம்) உள்ளது.



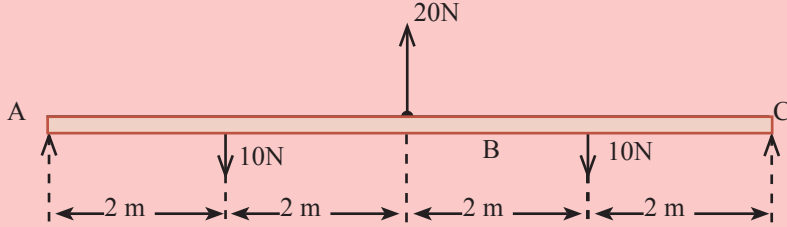
அந்தம் A யில் 10 N நிறை தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. கோல் சமநிலையில் இருப்பதற்கு சமநிலைப் புள்ளியிலிருந்து 0.3 m தூரத்தில் பிரயோகிக்க வேண்டிய விசையைக் காண்க.

- (2) பின்வரும் ஒவ்வொரு புள்ளியைச் சுற்றியும் காணப்படும் மூன்று விசைகளினாலும் ஏற்படும் விசையிணையைக் காண்க.

(a) A புள்ளி

(b) B புள்ளி

(c) C புள்ளி



கலைச்சொற்கள்

விசையின் திருப்பம்

Moment of force

திரும்பல் விளைவு

Turning effect of a force

விசை இணை

Couple of force