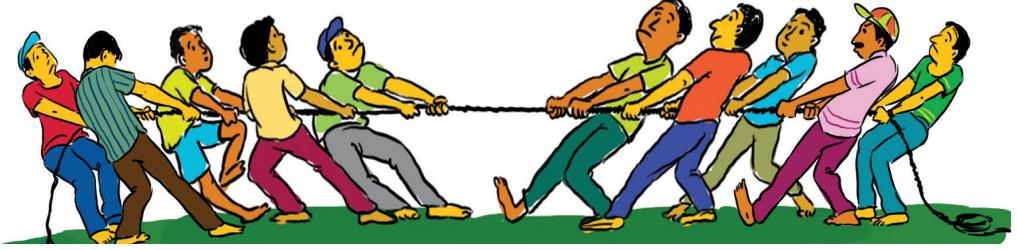


விசைகளின் சமநிலை

12.1 விசைகளின் சமநிலையை அறிமுகஞ் செய்தல்



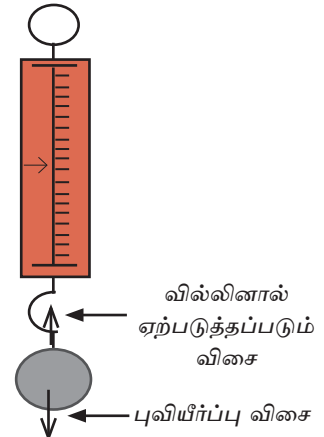
உரு 12.1 கயிற்றிழுத்தற் போட்டி நிகழ்வு

கயிற்றிழுத்தற் போட்டியில் இரு குழுக்கள் கயிற்றில் விசைகளைப் பிரயோகித்து அதனை இரு பக்கங்களுக்கும் இழுப்பதை உரு 12.1 காட்டுகின்றது. ஒரு பக்கத்தில் பிரயோகிக்கப்படும் விசை மற்றைய பக்கத்தில் பிரயோகிக்கப்படும் விசையிலும் பார்க்கக் கூடுதலாக இருக்கும்போது கயிறு கூடுதலான விசையின் திசையில் இழுக்கப்படுவதை நீங்கள் அறிவீர்கள். இரு குழுக்களும் சம விசைகளைப் பிரயோகித்து இழுக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் கயிறு ஒரு பக்கத்திற்கு இழுக்கப்படாமல் ஓய்வில் காணப்படும். இதற்குக் காரணம் கயிற்றின் இரு பக்கங்களுக்கும் பிரயோகிக்கப்படும் விசைகள் சமநிலை (நாப்பம்) யில் இருப்பதாகும்.

இச்சந்தர்ப்பத்தில் இரு பக்கங்களிலும் பிரயோகிக்கப்படும் விசைகளின் கீழ் கயிறு சமநிலையில் இருப்பதாகக் கூறப்படும்.

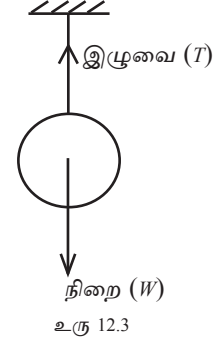
உரு 12.2 இல் உள்ளவாறு ஒரு பொருள் தொங்க விடப்பட்டுள்ள விற்றராசைக் கருதுவோம்.

இங்கு பொருளின் மீது இரு விசைகள் தாக்குகின்றன. அவற்றில் ஒன்று பொருளின் நிறையாகும். மற்றையது பொருளைத் தரையில் விழாமல் வைத்திருப்பதற்கு வில்லின் மூலம் மேல்நோக்கிப் பிரயோகிக்கப்படும் விசையாகும். இவ்விரு விசைகளின் கீழும் பொருள் ஓய்வில் இருக்கின்றது. இவ்விரு விசைகளின் கீழும் பொருள் சமநிலையில் உள்ளது.



உரு 12.2 விற்றராசில் பொருளொன்று தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது

ஒரு வலிமையான இழையிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டுள்ள ஒரு கோளத்தைக் கருதுக. கோளத்தின் நிறை நிலைக்குத்தாகக் கீழ்நோக்கித் தாக்குகின்றது. அந்நிறை இழையின் மூலம் மேல்நோக்கிப் பிரயோகிக்கப்படும் விசையினால் சமநிலைப் படுத்தப்படுவதனால், அது ஓய்வில் இருக்கின்றது. இங்கு கோளத்தின் நிறை, இழையின் மூலம் மேல்நோக்கிப் பிரயோகிக்கப்படும் விசை ஆகியவற்றின் கீழ் கோளம் சமநிலையில் உள்ளது.



தினசரி வாழ்வில் பொருள்களின் மீது பல்வேறு விசைகள் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன. அத்தகைய இரண்டு அல்லது மூன்று அல்லது மூன்றுக்கு மேற்பட்ட விசைகளின் கீழ்கூட பொருள்கள் சமநிலையில் இருக்கலாம்.

நாம் இங்கு இரண்டு அல்லது மூன்று விசைகளின் கீழ் ஒரு பொருள் சமநிலையில் இருக்கும் சந்தர்ப்பங்களை வேறுவேறாகக் கருதுவோம்.

12.2 இரு விசைகளின் கீழ் ஒரு பொருளின் சமநிலை

ஒரு புள்ளியில் தாக்கும் இரு ஒருதள விசைகள் காரணமாக உண்டாகும் விளையுள் விசை (பயன்படும் விசை) பற்றி நாம் விசைகளின் விளையுள் என்னும் பாடத்தில் கற்றோம்.

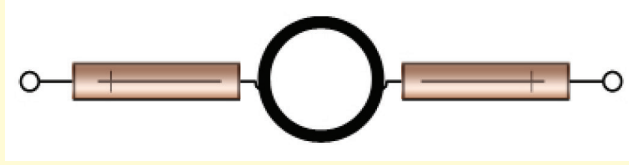
இதற்கேற்ப ஒரு விசையை ஒரு திசையில் பிரயோகித்து வேறொரு விசையினால் அப்பொருளை எதிர்த் திசையில் இழுத்தால், அப்போது விளையுள் விசை குறையும் எனவும் அவ்விளையுளின் திசையில் பொருள் இயங்கும் எனவும் நீங்கள் கற்றீர்கள். ஒரு பொருள் சமநிலையில் இருத்தல் என்பது அப்பொருளின் மீது தாக்கும் இரு விசைகளின் விளையுள் பூச்சியம் என்பதை நீங்கள் விளங்கிக் கொண்டிருப்பீர்கள்.

ஒரு பொருளின் மீது ஒரே தளத்தில் எதிர்த் திசைகளிலே தாக்கும் இரு விசைகள் சமநிலையில் இருக்கத் தேவையான காரணிகள் பற்றி அடுத்ததாகப் பார்ப்போம்.

அதற்காகச் செயற்பாடுகளை செய்வோம்.

செயற்பாடு 1

தேவையான பொருள்கள் : ஒரு வளையம், இரு நியூற்றன் தராசு



உரு 12.4 எதிர்த்திசைகளில் தாக்கும் இரு விசைகளினால் பொருளொன்று சமநிலையில் இருத்தல்

- ஒரு மேசை மீது வளையத்தை வைத்து அதனை இரு விற்றராசுகளினால் பல்வேறு விசைகளைப் பிரயோகித்து இழுத்து ஓய்வில் பேணுவதற்கு முயலுக.
- வளையம் அதன் இரு பக்கங்களிலும் பிரயோகிக்கப்படும் இரு விசைகளின் கீழ் சமநிலையில் இருக்கும் போது ஓய்வில் இருக்கின்றது. இவ்வாறு வளையம் சமநிலையில் இருக்கும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் இரு தராசுகளினதும் வாசிப்புகள் சமமெனக் காண்பீர்கள்.

அச்சந்தர்ப்பத்தில் இரு விசைகளினதும் பருமன்கள் சமம்.

இரு விற்றராசுகளும் ஒரே நேர் கோட்டில் இராதவாறு வளையத்தை சமநிலையில் வைத்திருப்பதற்கு முயலுக. இதனைச் செய்ய முடியாதெனக் காண்பீர்கள். அதாவது இங்கு வளையம் சமநிலையில் இருக்கும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் இரு விசைகளும் ஒரு கோட்டில் ஒன்றுக்கொன்று எதிரான திசைகளில் தாக்கும்.

செயற்பாடு 2

தேவையான பொருள்கள் : கனவுரு வடிவமுள்ள ஒரு மரக்குற்றி, இரு நியூற்றன் தராசுகள், நியூற்றன் தராசுகள், நியூற்றன் தராசுகளை மரக் குற்றியுடன் பொருத்தத் தேவையான இரு வளையங்கள்.

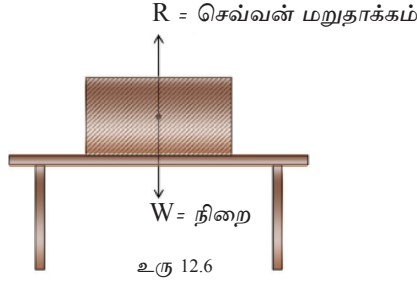
- மரக் குற்றியின் இரு பக்கங்களினதும் முகங்களின் நடுப் புள்ளிகளில் உரு 12.5 இல் உள்ளவாறு இரு வளையங்களை இணைக்க.
- இப்போது இரு நியூற்றன் தராசுகளை அவ்விரு வளையங்களுடனும் இணைத்து, அம்மரக் குற்றியைப் பல்வேறு பருமன்களை உடைய விசைகளைப் பிரயோகித்து இரு பக்கங்களுக்கும் இழுக்க.



உரு 12.5 மரக்குற்றியை இருபக்கங்களுக்கும் இழுத்தல்

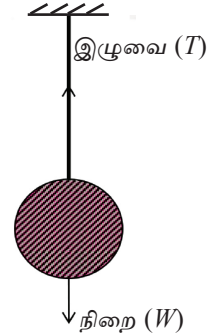
ஒரு விளையுள் விசை இருக்கும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் மரக்குற்றி ஒரு குறித்த திசையில் இயங்குகின்றது எனவும் விளையுள் விசை பூச்சியமாக இருக்குமாறு இரு பக்கங்களுக்கும் சம விசைகளைப் பிரயோகித்து அதனை இழுக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் மரக்குற்றி ஓய்வில் இருக்கும் எனவும் நீங்கள் காண்பீர்கள். அதாவது இங்கு மரக் குற்றி சமநிலையில் இருக்கும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் எதிராகத் தாக்கும் இரு விசைகளின் பருமன்கள் சமம்.

மேசை மீது வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு பொருள் தரையில் விழாதது ஏன்?



இங்கு பொருளின் நிறை நிலைக்குத்தாக்கக் கீழ்நோக்கித் தாக்கும் அதே வேளை அவ்விசை மேசைப் பலகையினால் நிலைக்குத்தாக மேல்நோக்கித் தாக்கும் செவ்வன் மறுதாக்க விசையினால் சமன் செய்யப்படுகின்றது. அதாவது மேற்குறித்த இரு விசைகளும் சமநிலையில் இருக்கும். அதனால் பொருள் ஓய்வில் இருக்கின்றது.

ஒரு பொருளை கயிற்றிலிருந்து தொங்கவிடும்போது அப்பொருள் ஓய்வில் இருக்குமெனின் அதற்குக் காரணம் பொருளின் நிறைக்குச் சமமான ஒரு விசை கயிறு வழியே மேல்நோக்கித் தாக்குகின்றமையாகும். கயிற்றின் மூலம் மேல்நோக்கிப் பிரயோகிக்கப்படும் விசை கயிற்றின் இழுவையாகும். பொருளின் நிறை, இழுவை ஆகியவற்றின் மூலம் பொருள் விசை சமநிலையில் இருக்கும் ஆகையால் பொருள் ஓய்வில் இருக்கின்றது.



ஒரு பொருளை கயிற்றினால் தொங்கவிடும்போது அப்பொருள் ஓய்வில் இருக்குமெனின், அதற்குக் காரணம் பொருளின் நிறைக்குச் சமமான ஒரு விசை அதே தாக்கக் கோட்டில் கயிறு வழியே மேல்நோக்கித் தாக்குகின்றமையாகும். கயிற்றின் மூலம் மேல்நோக்கிப் பிரயோகிக்கப்படும் விசை கயிற்றின் இழுவையாகும். பொருளின் நிறை, இழுவை ஆகியவற்றின் மூலம் பொருள் விசை சமநிலையில் இருக்கும் ஆகையால் பொருள் ஓய்வில் இருக்கின்றது.

மேலே விவரித்த ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் பொருளின் மீது இரு விசைகள் மாத்திரம் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன. மேலும் விசைகள் பருமனிற் சமமும் திசையில் எதிருமாகும். அவ்வாறே அவ்விசைகளின் தாக்கக்கோடு ஒன்றாகும். அதாவது, இரு விசைகளின் கீழ் ஒரு பொருள் சமநிலையில் இருப்பதற்குப் பின்வரும் தேவைகள் பூர்த்தி செய்யப்படுதல் வேண்டும்.

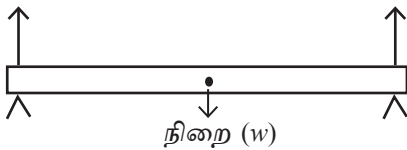
1. இரு விசைகள் பருமனில் சமமாக இருத்தல் வேண்டும்.
2. இரு விசைகளும் எதிர்த் திசைகளில் தாக்குதல் வேண்டும்.
3. இரு விசைகளும் ஒரே கோட்டில் தாக்குதல் வேண்டும்.

12.3 மூன்று ஒரு தளச் சமாந்தர விசைகளின் சமநிலை



உரு 12.8

இங்கு ஓர் இலேசான கோல் தொங்கவிடப்பட்டுள்ள இரு கயிறுகளும் அக்கோலிலிருந்து வாழைக் குலையொன்று தொங்கவிடப்பட்டுள்ள கயிறும் ஒரே தளத்தில் இருக்கின்றன. அவ்வாறே மூன்று கயிறுகளும் சமாந்தரமாக உள்ளன. இது மூன்று சமாந்தரமான ஒருதள விசைகளின் கீழ் சமநிலையில் இருக்கும் ஒரு தொகுதிக்கு ஓர் உதாரணமாகும்.



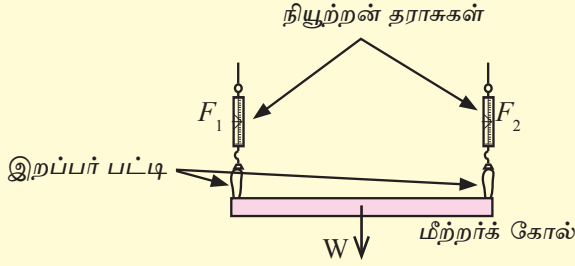
உரு 12.9

ஒரு கோல் இரு ஆதாரங்களின் மீது ஓய்வில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு சந்தர்ப்பம் உரு 12.9 இற் காணப்படுகின்றது. இங்கு கோலின் நிறை, இரு ஆதாரங்களினாலும் கோலின் மீது தாக்கும் செவ்வன் மறுதாக்கங்கள் ஆகிய மூன்று சமாந்தர

விசைகளும் ஒரே தளத்தில் இருக்கும்.

செயற்பாடு 3

தேவையான பொருள்கள் : இரு நியூற்றன் தராசுகள், ஒரு மீற்றர்க் கோல்



உரு 12.10 ஒருதள சமாந்தர மூன்று விசைகளின் கீழ் பொருளொன்று சமநிலையில் இருத்தல்

- ஒரு மீற்றர்க் கோலின் நிறையை நிறுத்துக் கொள்க. அதன் பின்னர் அதனை இரு விற்றராசுகளின் மூலம் இரு பக்கங்களிலும் தொங்க விட்டு மீற்றர்க் கோலைக் கிடையாக சமநிலையில் பேணுக. அப்போது இரு விற்றராசுகளினதும் வாசிப்புகளைப் பெற்றுக் கொள்க. இச்சந்தர்ப்பத்தில் இத்தொகுதி மூன்று விசைகளின் கீழ் சமநிலையில் இருக்கின்றது.
- இரு விற்றராசுகளினதும் வாசிப்புகளுக்கும் மீற்றர்க் கோலின் நிறைக்குமிடையே உள்ள தொடர்புடைமையைக் காண்க. இரு விற்றராசுகளினதும் வாசிப்புகளின் மொத்தம் மீற்றர்க் கோலின் நிறைக்குச் சமமெனக் காணலாம்.

அதாவது, இரு விற்றராசுகளின் மூலமும் மீற்றர்க் கோலின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் இரு விசைகளினதும் மொத்தம் மீற்றர்க் கோலின் நிறைக்குச் சமம்.

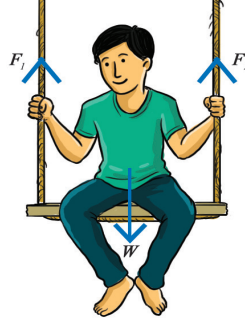
- ஓர் அந்தத்தில் மீற்றர்க் கோலிற்குச் செங்குத்தான திசையில் தள்ளிக்கொண்டு மீற்றர்க் கோலை சமநிலையில் பேண முடியுமாவெனப் பார்க்க.
- அச்சந்தர்ப்பங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் மறுபடியும் இரு விற்றராசுகளுடனும் மீற்றர்க் கோல் ஒரு தளமாக இருக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் மாத்திரம் மீற்றர்க் கோல் சமநிலையில் இருக்கும்

அதாவது மூன்று சமாந்தர விசைகளின் கீழ் ஒரு பொருள் சமநிலையில் இருப்பதற்குப் பின்வரும் நிபந்தனைகளைப் பூர்த்திசெய்தல் வேண்டும்.

- மூன்று விசைகளும் ஒரு தளமாக இருத்தல் வேண்டும்.
- ஒரு விசை மற்றைய இரு விசைகளுக்கும் எதிரான திசையில் தாக்க வேண்டும்.

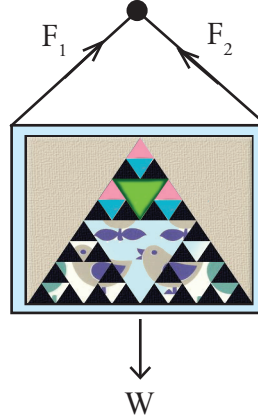
(iii) இரு விசைகளின் விளையுள் மூன்றாவது விசைக்குப் பருமனிற் சமமாகவும் எதிர் திசையிலும் இருத்தல் வேண்டும்.

பிள்ளை ஒன்று ஓர் ஊஞ்சலில் இரு கயிறுகளினாலும் மேலே பிரயோகிக்கப்படும் F_1, F_2 என்னும் இரு விசைகளினதும் மொத்தம் பிள்ளையின் நிறைக்குச் சமமாக இருப்பதனால் ஓய்வில் உள்ளது. F_1, F_2, W என்னும் மூன்று விசைகளும் சமநிலையில் உள்ளன.



உரு 12.11

12.4 ஒரு தளச் சமாந்தரமற்ற மூன்று விசைகளின் சமநிலை



உரு 12.12

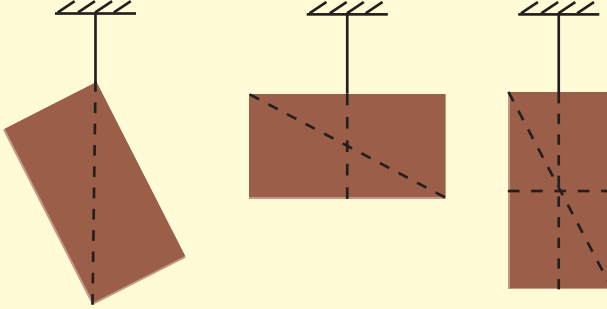
ஒரு சுவரில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ள சட்டமிடப்பட்ட ஒரு படம் இரு கயிறுகளினால் பிரயோகிக்கப்படும் F_1, F_2 படத்தின் நிறை W என்னும் மூன்று விசைகள் சமநிலையில் இருப்பதனால் படம் ஓய்வில் உள்ளது.

இப்போது நாம் மூன்று ஒரு தளச் சமாந்தரமல்லாத விசைகளின் கீழ் சமநிலையில் இருக்கத் தேவையான காரணிகளைக் காண்பதற்குச் செயற்பாடு 4 ஐச் செய்வோம்.

செயற்பாடு 4

தேவையான பொருள்கள் : ஒரு மெல்லிய தகடு, இழை

ஒரு மெல்லிய தகட்டை மூன்று வெவ்வேறு இடங்களில் தொங்க விடப்பட்டு ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் இழைகளினூடாகச் செல்லும் நிலைக்குத்துக் கோட்டைக் குறித்துக் கொள்க.



உரு 12.13 தள அடரொன்றின் புவியீர்ப்பு மையத்தைக் காணுதல்

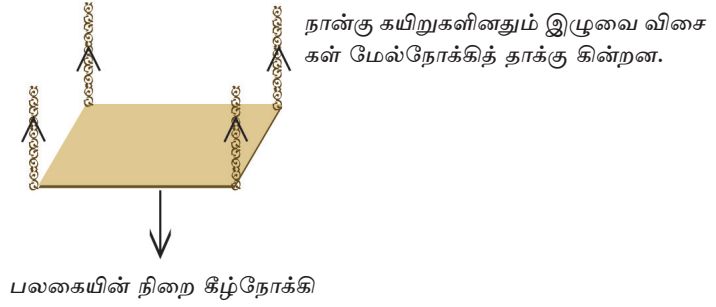
- மூன்று கோடுகளும் சந்திக்கும் புள்ளியைத் தகட்டின் மையமாக இனங்காண்க.
- தகட்டின் இரு இடங்களுடன் தொடுக்கப்பட்ட இரு இழைகளின் மூலம் தகட்டை ஒரு நிலைக்குத்து சமநிலையில் வைத்துக் கொள்க.
- ஒவ்வொரு இழையினூடாகவும் செல்லும் கோட்டின் மீது குறிக்க. புவியீர்ப்பு மையத்தினூடாகச் செல்லும் நிலைக்குத்துக் கோட்டையும் தகடு மீது குறித்துக் கொள்க.

மேலே குறித்த மூன்று கோடுகளும் ஒரு புள்ளியிற் கூடாக செல்கின்றன.

- ஒரு விசையின் திசையை மாறிலியாக வைத்துக் கொண்டு வேறொரு விசை தாக்கும் தளத்தை மாற்றுக. அப்போது மறுபடியும் மூன்று விசைகளையும் ஒரு தளத்தில் இருக்குமாறு அமைத்துக் கொண்டு தகடு மூன்று விசைகளின் கீழும் சமநிலையை அடையும். அதாவது, மூன்று சாய்ந்த விசைகளின் கீழ் ஒரு பொருள் சமநிலையில் இருப்பதற்கு மூன்று விசைகள் ஒரு தளமாக இருத்தல் வேண்டும். அவ்வாறே மூன்று விசைகளினதும் தாக்கக் கோடுகள் சந்திக்கின்றனவாக இருத்தல் வேண்டும். மேலும், இரு விசைகளின் விளையுள் மூன்றாம் விசைக்குச் சமமாகவும் எதிர்த் திசையிலும் இருத்தல் வேண்டும்.

ஒரு பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் இரு அல்லது மூன்று அல்லது மூன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒரு தள விசைகள் சமநிலையில் இருக்கும்போது அவ்விசைகள் பிரயோகிக்கப்படும் பொருள் ஓய்வில் இருக்கின்றது. மூன்றுக்கு மேற்பட்ட விசைகளின் கீழ் பொருள் சமநிலையில் இருத்தலுக்குச் சில உதாரணங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

பலகையொன்று நான்கு மூலைகளிலும் கயிற்றினால் கட்டி தொங்க விடப்பட்டுள்ள சந்தர்ப்பத்தைக் கருதுவோம். இங்கு பலகை நிலைக்குத்தாகக் கீழ்நோக்கித் தாக்கும் பலகையின் நிறை என்னும் விசை நான்கு கயிறுகளினதும் இழுவை விசைகளின் விளைவாக சமநிலையில் இருப்பதனால் ஓய்வில் இருக்கின்றது.

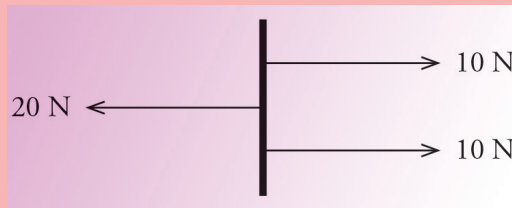


உரு 12.14

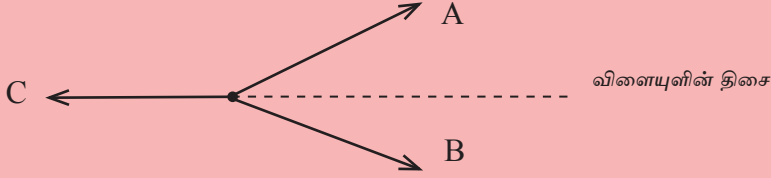
பொழிப்பு

- ஒரு பொருளின் மீது பிரயோகிக்கப்படும் இரு ஒரு தள விசைகள் பருமனிற் சமமாகவும் திசையில் எதிராகவும் இருப்பின் அவ்விரு விசைகளும் சமநிலையில் இருக்கும். அவ்விரு விசைகளும் பிரயோகிக்கப்படும் பொருள் ஓய்வில் இருக்கும்.
- மூன்று சமாந்தர விசைகளில் இரு விசைகளின் விளையுளிற் குச் சமமான ஒரு விசை எதிர்த் திசையிற் பிரயோகிக்கப்படுமெனின், அம்மூன்று விசைகளும் சமநிலையில் இருக்கும்.

உதாரணம் :



- மூன்று சமாந்தரமல்லாத ஒரு தள விசைகளில் எவையேனும் இரு விசைகளின் விளையுளிற்குச் சமமான ஒரு விசை விளையுளின் திசைக்கு எதிரான திசையில் பிரயோகிக்கப்படுமெனின், அம்மூன்று விசைகளும் நாப்பத்தில் இருக்கும்.

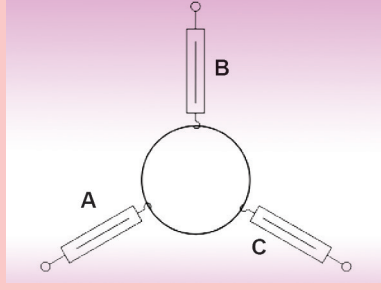


- A, B என்னும் இரு விசைகளின் விளையுளின் திசையில் விசை C யைப் பிரயோகிக்கும்போது அம்மூன்று விசைகளும் சமநிலையில் இருக்கும்.
- மூன்றுக்கு மேற்பட்ட விசைகளின் கீழும் தேவைக்கேற்ப விசைகளைப் பிரயோகிக்கும் போது அவ்விசைகளை நாப்பத்திற் பேணலாம்.

பயிற்சி

- (1) (i) ஒரு கிடைத் தளத்தின் மீது உள்ள ஒரு பொருள் ஒரு திசையை நோக்கி 20 N விசையினால் இழுக்கப்படுகின்றது. அப்பொருளை ஓய்வுக்குக் கொண்டு வருவதற்கு எதிர்த் திசையில் எவ்விசையைப் பிரயோகித்தல் வேண்டும்?

(ii) அப்பொருளுக்கு எதிர்த் திசையில் 25 N விசையைப் பிரயோகித்தால், என்ன நடைபெறும்?
- (2) எஞ்சின் தொழிற்படாமல் இருக்கும் வாகனம் ஒன்று சிறிது தூரம் இயங்குவதற்கு அவ்வாகனத்தின் மீது எவ்விதமாக விசைகளைப் பிரயோகித்தல் வேண்டும்?
- (3) பின்வரும் உருவில் இருக்கும் B, C என்னும் இரு வளையங்களின் விளையுள் விசை அறியப்பட்டிருப்பின், வளையத்தை ஓய்வில் வைத்திருப்பதற்கு என்ன செய்தல் வேண்டும்?



- (4) ஒரு மேசை மீது ஒரு பெட்டி வைக்கப்பட்டுள்ளது. இப்பெட்டி ஓய்வில் இருப்பதற்கான காரணம் யாது?
- (5) ஒரு கிடை மேசை மீது உள்ள ஒரு பொருள் இரு கயிறுகளினால் இரு வேறுபட்ட விசைகளைப் பிரயோகித்து இரு பக்கங்களுக்கும் இழுக்கப்படுமெனின், அப்பொருளின் இயக்கத்தின் இயல்பு தொடர்பாக நீர் என்ன கூறுவீர்?

கலைச் சொற்கள்

விசை	-	Force
விசைகளின் சமநிலை	-	Equilibrium of forces
ஒரு தள விசைகளின் சமநிலை	-	Equilibrium of co-planer forces
இரு விசைகளின் சமநிலை	-	Equilibrium of two forces
மூன்று விசைகளின் சமநிலை	-	Equilibrium of three forces
மூன்று சமாந்தர விசைகளின் சமநிலை	-	Equilibrium of three parallel forces