பௌதிகவியல்

# மின் காந்தவியலும் தூண்டலும்

# 13

## 13.1 காந்தவியல்பு

13.1 ஒரு பெரிய மின்காந்தத்தைப் பயன்படுத்தி இரும்பு, உருக்குச் சிதைவுகள் உயர்த்தப்பட்டு அகற்றப்படும் விதம் உரு 13.1 இற் காணப்படுகின்றது. இவ் வலிமையான மின்காந்தம் உருக்குச் சிதைவுகளை மிகவும் வலிமையாகக் கவர்ந்து அவற்றை எளிதாக அகற்ற உதவுகின்றது.

உரு 13.1 கழிவு இரும்பு, உருக்கு துண்டுகளை அகற்றுவதற்கு மின்காந்தத்தைப் பயன்படுத்தல்

காந்தங்கள் முக்கியமாக இருவகைப்படும். அவை மின்காந்தங்களும் நிலையான காந்தங்களுமாகும். மின்காந்தத்தின் சுருளினூடாக மின்னோட்டம் பாயும் வரை அக் காந்தத்தில் காந்தவியல்பு இருக்கும் அதேவேளை நிலையான காந்தத்தின் காந்தவியல்பு அதன் ஓர் இயல்பாகும். அக் காந்த இயல்பு அற்றுப்போவதில்லை. இவ்விரு வகைக் காந்தங்களும் பல உபகரணங்களில் பல்வேறு தொழில்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின் மோட்டர்களின் மூலம் இயங்கும் பல வீட்டு உபகரணங்களிலும் ரோபோ போன்றவற்றிலும் மருத்துவத்தில் காந்தப் பரிவு விம்பமாக்கல் (MRI) (Magnetic resonance imaging) பொறியிலும் பல்வேறு மின், தொழில்நுட்ப உபகரணங்களிலும் காந்தங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எனவே காந்தங்களைப் பற்றிய இயல்பு, செயற்பாடு, பயன்பாடுகள் பற்றிய அறிவைப் பெறுதல் மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கும்.

உரு 13.2 காந்தத்தினால் கவரப்படும் பொருள்களும் கவரப்படாத பொருள்களும்

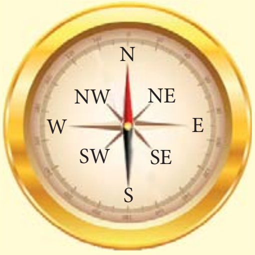
மேலே உரு 13.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ள பொருள்களுக்கு அருகில் காந்தத்தைக் கொண்டு செல்லும் போது இரும்பு, உருக்கு, நிக்கல் போன்ற காந்தத் திரவியங்களினால் உற்பத்தி செய்யப்படும் பொருள்கள் காந்தங்களினால் கவரப்படுகின்றன. பிளாத்திக்கு, மரம், கடதாசி, றப்பர் போன்ற திரவியங்களின் மூலம் உற்பத்தி செய்யப்படும் பொருள்கள் காந்தங்களினால் கவரப்படுவதில்லை.

## 13.1.1 காந்தப் புலம் (magnetic field)

ஒவ்வொரு காந்தத்தையும் சுற்றி அதன் செல்வாக்கிற்கு உட்படத்தக்க வெளி உண்டு. இவ்வெளி **காந்தப்புலம்** எனப்படும். பொதுவாகக் காந்தப்புலம் கட்புலத்திற்கு உட்படாது. அதனை நாம் பார்க்க முடியாது. எனினும் வேறு காந்தம் ஒன்றின் மூலமோ அல்லது இயங்கும் ஏற்றம் மூலமோ அதில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தலாம். பறவைகள் போன்ற விலங்குகளும் புவிக்காந்தப்புலத்தைத் தமது பயணப் பாதையைத் தீர்மானிப்பதற்குப் பயன்படுத்துவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. நாம் திசை காட்டியைப் பயன்படுத்தி ஒரு குறித்த வெளியில் காந்தப்புலம் இருக்கின்றதாவெனத் தீர்மானிக்கலாம். திசைகாட்டி என்பது சுயாதீனமாகச் சுழலுமாறு ஒரு பொறுதி மீது பொருத்தப்பட்டுள்ள ஒரு சிறிய இலேசான காந்தமாகும். திசைகாட்டும் ஊசி என்பது சிறிய காந்தமாக இருக்கும் அதேவேளை அது வேறு காந்தத்தின் செல்வாக்கு இல்லாதபோது வடக்கு தெற்குத் திசை வழியே ஓய்வில் இருக்கின்றது.

## செயற்பாடு 13.1

**தேவையான பொருள் :** திசைகாட்டி, கண்ணாடித்துண்டு, இரும்புத்துண்டு, காந்தம், பிளாத்திக்குத்துண்டு, பித்தளைத்துண்டு




உரு 13.3 திசைகாட்டி

- திசைகாட்டியை மேசை மீது வைத்து அதற்கு அண்மையில் கண்ணாடித்துண்டு, இரும்புத் துண்டு, காந்தம், பிளாத்திக்குத்துண்டு, பித்தளைத் துண்டு ஆகிய பொருள்களைக் கொண்டு வரும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் திசைகாட்டியின் சுட்டியின் திரும்பலை அவதானியுங்கள்.

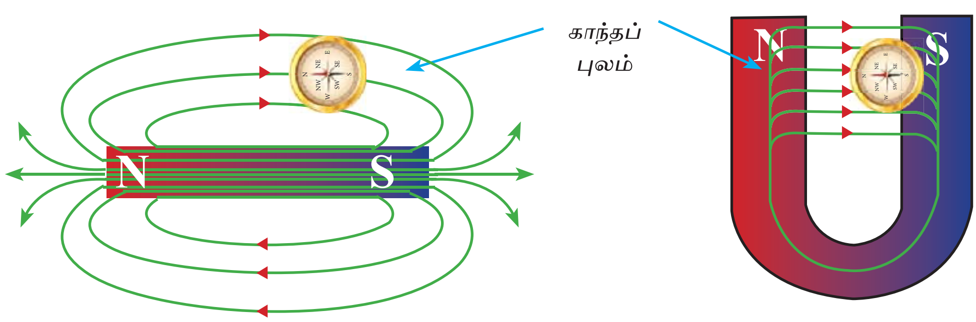
உங்களது அவதானங்களைப் பதிவு செய்யுங்கள்.

இங்கு திசைகாட்டிக்கு அண்மையில் ஒரு காந்தத்தைக் கொண்டு செல்லும் போது மாத்திரம் திசைகாட்டியின் சுட்டி திரும்புவதை அவதானிக்கலாம். காந்தத்தினால் அதனைச் சுற்றிக் காந்தப் புலம் உண்டாக்கப்படுகின்றது என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகும்.

### உங்களுக்குத் தெரியுமா?

இயற்கைக் காந்தம் பற்றிப் பல்லாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் அறியப்பட்டிருந்த அதேவேளை சீனர்களினால் காந்தத் திசைகாட்டி கி.பி. 11 இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

திசைகாட்டி ஒன்றை யாதாயினும் ஒரு காந்தப்புலத்திலே ஓர் குறித்த புள்ளியில் வைக்கும்போது திசைகாட்டியின் சுட்டி அப்புள்ளியில் இருக்கும் காந்தப் புலத்தின் திசையில் வழிப்படுத்தப்படுகின்றது. காந்தப்புலத்தின் தாக்கத்தின் விளைவாகத் திசை காட்டியின் சுட்டி திரும்புகின்றது. இதைத் தவிர வெவ்வேறு புள்ளிகளில் காந்தப்புலத் தின் வலிமை வேறுபடலாம். இதற்கேற்ப காந்தப்புலம் என்பது பருமனும் திசையும் கொண்ட ஓர் பௌதிகக் கணியமாகும்.




உரு 13.4 திசைகாட்டியின் மூலம் காந்தப்புலத்தின் திசையைக் காணல்

## 13.2 மின்காந்தவியல் (Electromagnetism)

மின் கடத்தி ஒன்றினூடாக மின்னோட்டம் பாயும்போது அக்கடத்தியைச் சுற்றிக் காந்தப்புலம் உண்டாகின்றது. இத் தோற்றப்பாடு **மின்காந்தவியல்** எனப்படும். மின்னோட்டத் தின் பயனாகக் காந்தவிளைவு உண்டாகின்றதென 1819 இல் டென்மார்க் நாட்டு விஞ்ஞானி ஹான்ஸ் கிறிஸ்ரீன் எசட்டு என்பவர் முதன்முதலாக கண்டறிந்தார்.

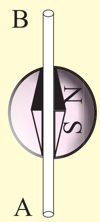
இப்போது நாம் நேரிய கம்பியில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் விளைவாகக் காந்த விளைவு (புலம்) உண்டாகின்றமையை அவதானிப்பதற்குச் செயற்பாடு 13.2 ஐச் செய்வோம்.

### செயற்பாடு 13.2

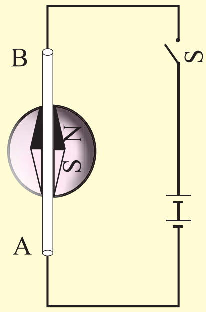
**தேவையான பொருள்கள் :**

ஒரு திசைகாட்டி, நேரிய செப்புக்கம்பி ஒன்று, சில பற்றரிகள், தொடுக்குங் கம்பி, ஆளி

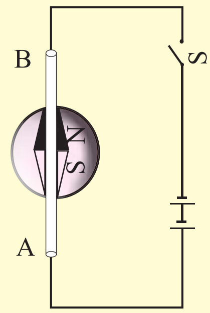
- திசைகாட்டியை மேசை மீது வைத்து அதன் சுட்டியை வடக்குத் தெற்குத் திசையில் இருக்குமாறு தயார்செய்து திசைகாட்டிக்கு மேலே அதனால் காட்டடப்படும் திசை வழியே செப்புக் கம்பி AB யை வையுங்கள்.




- AB யின் இரு அந்தங்களிலும் தொடுக்குங் கம்பிகளின் மூலம் பற்றரியையும் ஆளியையும் தொடுங்கள்.
- ஆளி S ஐ மூடி AB யினூடாக மின்னோட்டத்தைப் பாயச் செய்யுங்கள். திசைகாட்டியின் சுட்டி திரும்பலைக் காட்டுவதை அவதானியுங்கள்.
- ஓட்டத்தை நிறுத்தி (ஆளி S ஐத் திறந்து) திசைகாட்டியின் சுட்டியை அவதானியுங்கள். அப்போது திசைகாட்டியின் சுட்டி மறுபடியும் ஆரம்பநிலைக்கு வருவதை அவதானியுங்கள்.



- இப்போது திசைகாட்டியின் சுட்டிக்கு மேலே குறுக்காக கம்பி AB யை வைத்து AB யினூடாக ஓட்டம் செல்லும்போது நடைபெறுபவற்றை அவதானியுங்கள். அப்போது சுட்டி எதிர்த் திசையில் திரும்புவதைக் காணலாம்.




- திசைகாட்டி காந்தப்புலத் தாக்கத்திற்கு உட்படும்போது அதாவது ஒரு காந்தப்புலம் உண்டாகும்போது திரும்ப லைக் காட்டும். இதனால் மேற்குறித்த செயற்பாட்டைச் செய்யும் உங்களுக்கு ஒரு கடத்தியினூடாக ஓட்டம் பாயும்போது காந்தப்புலம் உண்டாகின்றது என்பது தெளிவாகும்.
- இப்போது பற்றரியின் முடிவிடங்களை இடம்மாற்றி ஓட்டத்தின் திசையை எதிர்த் திசையில் பாய்வதற்கு தயார்செய்யுங்கள். அப்போது திசைகாட்டியின் சுட்டி எதிர்த் திசையில் திரும்புவதை நீங்கள் காணலாம்.

இவ்வாறு ஓர் ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தியைச் சுற்றி உண்டாகும் காந்தப்புலத்தின் திசை ஓட்டம் பாயும் திசையில் தங்கியுள்ளது. என்பது உங்களுக்கு மேற்குறித்த செயற்பாட்டிலிருந்து தெளிவாகும்.

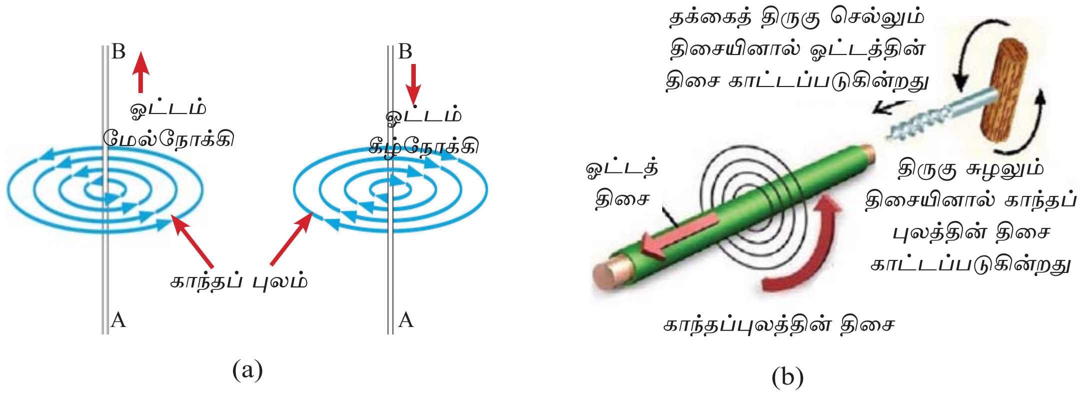
### 13.2.1 நேரிய கடத்தி ஒன்றினூடாக மின்னோட்டம் பாய்கின்றமையால் உண்டாகும் காந்தப்புலம்

நேரிய கம்பியினூடாக மின்னோட்டம் பாயும் போது அதனைச் சுற்றி உருவாகும் காந்த விசைக்கோடுகளின் திசையை அறிவதற்கு பயன்படுத்தக்கூடிய விதிகள் இரண்டு தொடர்பாக ஆராய்வோம்.

- **மாக்ஸ்வெல்லின் தக்கைத் திருகு விதி (Maxwell's cork Screw Rule)**

மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தியைச் சுற்றி உருவாகும் காந்தப் புலத்தின் திசையைக் காண்பதற்கு மாக்ஸ்வெல்லின் தக்கைத் திருகு விதியைப் பயன்படுத்தலாம்.

**விதி : ஓட்டம் பாயும் திசையில் ஒரு தக்கைத் திருகின் (வலக்கைப் புரி உள்ள திருகு) முனை செல்லும்போது தக்கைத் திருகின் தலை சுழலும் திசையில் காந்தப் புலம் இருக்கின்றது.**




உரு 13.5 ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தியைச் சுற்றி உண்டாகும் காந்தப் புலம்

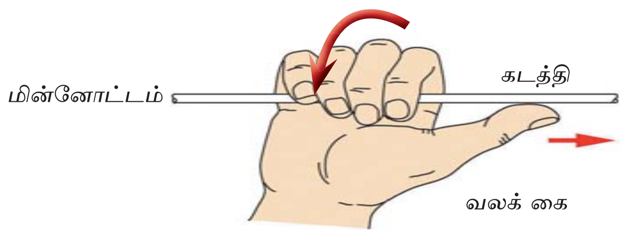
உரு (a) இற்கேற்ப ஓட்டம் A யிலிருந்து B யிற்கான திசையில் பாயும்போது காந்தப் புலம் இடஞ்சுழியாக உண்டாகின்றது.

உரு (b) இற்கேற்ப ஓட்டம் B யிலிருந்து A யிற்கான திசையில் பாயும்போது காந்தப் புலம் வலஞ்சுழியாக உண்டாகின்றது.

## • அம்பியரின் வலக்கை விதி (Ampere's Right hand grip rule)

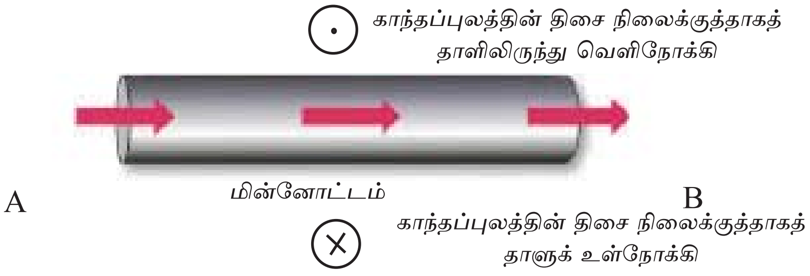
ஒரு கடத்தியினூடாக ஓட்டம் பாயும்போது உண்டாகும் காந்தப்புலத்தின் திசையைக் காணத்தக்க மற்றுமோர் எளிய விதி பின்வருமாறு,

**ஓட்டம் பாயும் திசையைப் பெருவிரல் குறிக்குமாறு வலக் கையினால் கடத்தியைப் பிடிப்பதாகக் கருதினால் எஞ்சியுள்ள விரல்கள் திரும்பியுள்ள திசையில் கடத்தியைச் சுற்றிக் காந்தப்புலத்தின் திசை இருக்கும்.**




உரு 13.6 ஓட்டத்தின் திசைக்கேற்பக் காந்தப்புலத்தின் திசையைக் காணல்

## கடத்தி ஒன்றினூடாகப் பாயும் ஓட்டம் காரணமாக உண்டாகும் காந்தப் புலத்தின் திசையைக் காட்டும் விதம்




உரு 13.7 ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தியும் காந்தப்புலத்தின் திசையும்

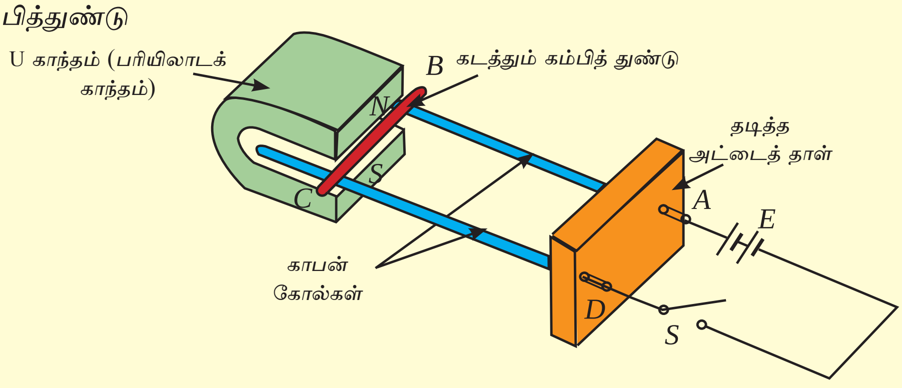
மேற்குறித்த கம்பியினூடாக ஓட்டம் திசை AB யில் பாய்கிறதெனக் கொள்வோம். இங்கு கடத்தியைச் சுற்றி வட்டமாக உண்டாகும் காந்தப்புலத்தின் திசையைப் பிளெமிங்கின் வலக்கை விதிக்கேற்ப காட்டுவதற்கு ⊙, ⊗ என்பவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். மேற்குறித்த கடத்தி AB யிற்கு மேலே காந்தப்புலம் நிலைக்குத்தாகத் தாளிலிருந்து வெளிநோக்கி வந்து ஓர் அரை வட்டத்திற்குச் சென்று AB யிற்குக் கீழே நிலைக்குத்தாகத் தாளினுள்ளே செல்லல் முறையே ⊙ மூலமும் ⊗ இன் மூலம் குறிக்கப்படுகின்றது.

### 13.2.2 காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தி மீது உண்டாகும் விசை

கடத்தி ஒன்றினூடாக ஓட்டம் பாயும்போது அக்கடத்தியைச் சுற்றி ஒரு காந்தப்புலம் உண்டாகின்றதென நீங்கள் மேலே கற்றீர்கள். இப்போது நாம் ஒரு காந்தப்புலத்தில் ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் கடத்தி ஒன்றை வைக்கும்போது கடத்தி மீது ஒரு விசை ஒன்று தாக்குகின்ற விதத்தைச் செயற்பாடு 13.4 ஐச் செய்வதன் மூலம் கண்டறிவோம்.

**செயற்பாடு 13.3**

**தேவையான பொருள்கள் :** ஒரு பரியிலாடக் காந்தம், இரு மின்கலங்கள், தடித்த அட்டைத்தாள், காபன்கோல் 2 அல்லது வேறு சில கடத்தும் கோல்கள் கடத்திக் கம்பித்துண்டு



- ஒரு பரியிலாடக் காந்தத்தின் (U காந்தத்தின்) இரு பக்கங்களிலும் A, D என்னும் இரு காபன் கோல்களைச் சமாந்தரமாக வைத்து A, D ஆகியவற்றின் முடிவிடங்களுடன் பற்றரி E யையும் ஆளி S ஐயும் தொடுங்கள்.
- அதன் பின்னர் காந்தத்தின் வடமுனைவிற்கும் தென்முனைவிற்குமிடையே காட்டப்பட்டுள்ளவாறு கடத்தும் கம்பித் துண்டு B, C யை வையுங்கள்.
- ஆளி S ஐ மூடி ஓட்டத்தை வழங்குங்கள். அப்போது மின்கலத்திலிருந்து காபன் கோலினூடாக AB திசை வழியே சென்று BC கடத்தித்துண்டின் வழியாக அடுத்த காபன் கோலின் CD ஊடாக மின்கலத்திற்கு வருகின்றது.
- ஓட்டம் அனுப்பப்படும்போது கடத்தும் கம்பி BC இரு பக்கங்களிலும் இரு காபன் கோல்களின் மீது அப்பால் (வலப்பக்கத்தை நோக்கி) இயங்குவதை அவதானியுங்கள்.
- பற்றரிகளின் முடிவிடங்களை இடம்மாற்றி (ஓட்டத்தின் திசையை மாற்றி) அவதானியுங்கள். கம்பி BC யின் இயக்கத்திசையை அவதானியுங்கள்.
- காந்தத்தின் முடிவிடங்களை இடம்மாறியிருக்குமாறு வைத்து கம்பி BC யின் இயக்கத்தை மறுபடியும் அவதானியுங்கள். அப்போது கம்பி BC இயங்கும் திசை மேற்குறித்த திசைக்கு எதிரான திசையில் உள்ளதென்பதைக் காணலாம்.

காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு கடத்தியினூடாக மின்னோட்டத்தை செலுத்தும் போது கடத்தி மீது ஒரு விசை உண்டாகின்றமையால் அது இயங்குகின்றது. கடத்தி இயங்கும் திசையின் மூலம் விசையின் திசை காட்டப்படுகின்றது.

காந்தப்புலத்தின் திசையும் கடத்தியில் ஓட்டம் பாயும் திசையும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தானது. அவ்வாறே இயக்கம் காந்தப் புலத்தின் திசைக்கும் ஓட்டம் பாயும் திசைக்கும் செங்குத்தானது.

ஒரு காந்தப்புலத்திலே புலத்தின் திசைக்குச் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்ட ஒரு கடத்தியினூடாக மின்னோட்டத்தை அனுப்பும்போது அக்கடத்தி மீது ஒரு விசை உண்டாகின்றதெனக் கற்றீர்கள். இங்கு உண்டாகும் விசையின் பருமன் பின்வரும் மூன்று காரணிகளிலும் தங்கியுள்ளது.

(1) கடத்தியில் பாயும் ஓட்டத்தின் பருமன் அதிகரிக்கும்போது விசை அதிகரிக்கும்.

(2) காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும் கடத்தியின் நீளம் அதிகரிக்கும் போது விசை அதிகரிக்கும்.

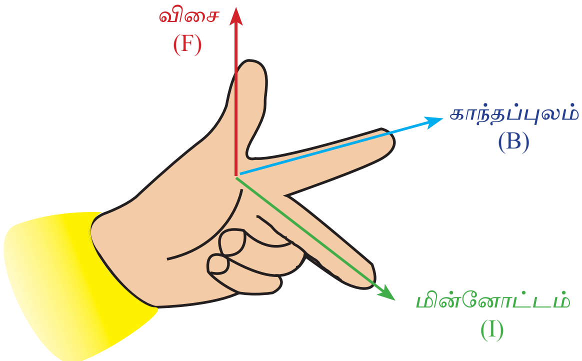
(3) காந்தப்புலத்தின் வலிமை அதிகரிக்கும் போது விசை அதிகரிக்கும்.

இம்மூன்று காரணிகளும் அதிகரிக்கும்போது உண்டாகும் விசை அதிகரிக்கும் அதேவேளை இம்மூன்று காரணிகளும் குறையும்போது உண்டாகும் விசை குறைகின்றது. இதற்கேற்ப உண்டாகும் விசை இம்மூன்று காரணிகளுக்கும் நேரடி விகிதசமமாகும்.

- ## பிளெமிங்கின் இடக் கை விதி (Fleming's left hand rule)

ஒரு காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு கடத்தியினூடாக மின்னோட்டத்தை அனுப்பும்போது கடத்தி மீது விசை (இயக்கம்) உண்டாகும் திசையைக் காண்பதற்குப் பிளெமிங்கின் இடக் கை விதியைப் பயன்படுத்தலாம்.

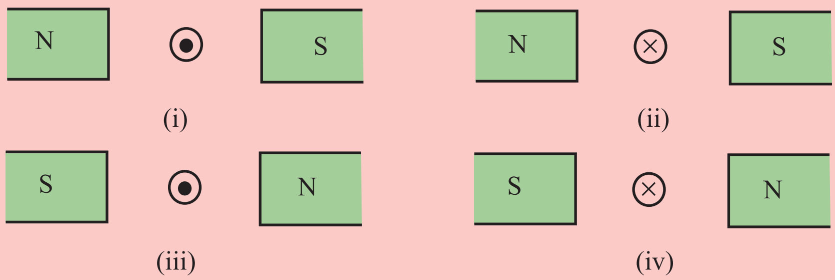
**இடக் கையின் பெருவிரல், சுட்டுவிரல், நடுவிரல் ஆகிய மூன்றையும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக வைத்துக்கொண்டு ஒட்டத்தின் திசையை நடுவிரலினாலும் காந்தப் புலத்தின் திசையைச் சுட்டுவிரலினாலும் குறிக்கும் போது பெருவிரலினால் காட்டப்படும் திசையில் கடத்தி மீது விசை (இயக்கம்) உண்டாகும்.**

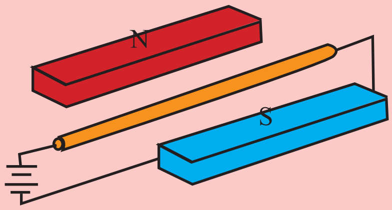



உரு 13.8 ஒட்டத்தின் திசைக்கேற்ப விசையின் திசையைக் காணல்

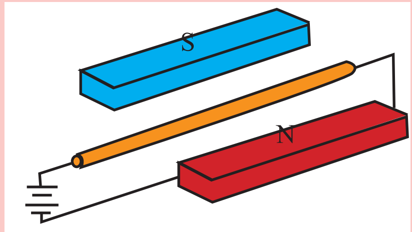
### 13.2 பயிற்சி

(1) பின்வரும் உருக்கள் ஒவ்வொன்றிலும் காணப்படுகின்றவாறு காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு கடத்தியினூடாக ஒட்டம் பாயும்போது அக்கடத்தி மீது விசை உண்டாகும் திசையைப் பிளெமிங்கின் இடக் கை விதியைக் கொண்டு கண்டு குறிக்க.





(v)

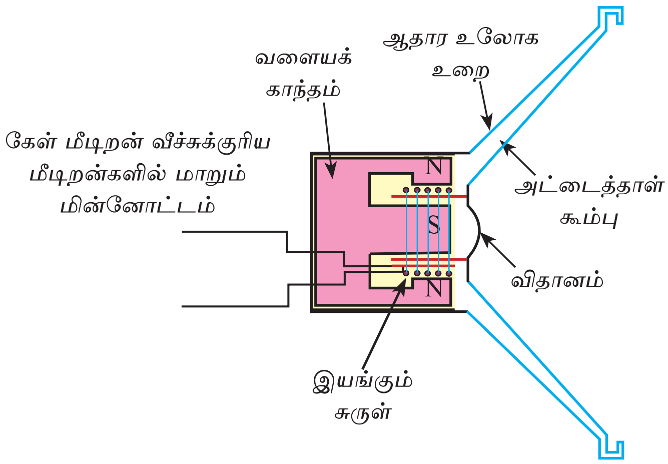


(vi)

மின்னோட்டத்தை கொண்டு செல்லும் கடத்தியின் மீது காந்தப்புலத்தினால் விசை வழங்கப்படும் சந்தர்ப்பம் எமது அன்றாட வாழ்வில் மிகப் பயனுள்ள தோற்றப்பாடாகும். மின்மோட்டர், ஒலிபெருக்கி, கல்வனோமானி, வோல்றுமானி, அம்பியர்மானி ஒப்புளிவகை என்பவை இத் தோற்றப்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட உபகரணங்களாகும்.

### 13.2.3 ஒலிபெருக்கியின் தொழிற்பாடு

உரு 13.9 (a) ஒலிபெருக்கி



உரு 13.9 (b) ஒலிபெருக்கியின் குறுக்குவெட்டு

உரு 13.9 ஒலிபெருக்கி

ஒலிபெருக்கியின் வெளிப்புறத் தோற்றத்தையும் அது அமைக்கப்பட்டுள்ள முறையையும் உரு 13.8 காட்டுகின்றது. ஒலிபெருக்கியில் ஒலி உருவாவதற்கு ஒலியை உருவாக்கும் வகையில் விதானம் அதிர வேண்டும். இதற்கு ஒலிபெருக்கிக்கு மாறும் மின்னோட்டம் ஒன்று சுருளினூடாக வழங்கப்பட வேண்டும்.

ஒலிபெருக்கியின் பிரதான பகுதிகளாக அட்டைத்தாள் கூம்பு, கடத்தும் சுருள், வளையக் காந்தம் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிட முடியும். காந்தம் கூம்பின் வெளிவிட்டம் என்பவை உரு 13.8 (b) இல் காட்டியவாறு ஆதார உலோக உறையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

சுருளானது காந்தத்தின் முனைவுகளுக்கிடையே முன், பின் நோக்கி சுயாதீனமாக அசையும் விதத்தில் கூம்பின் சிறிய விட்டம் கொண்ட பகுதியுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. சுருளினூடாக மாறும் மின்னோட்டமொன்று பயணிக்கும் போது காந்தத்தினால் கடத்தியின் மீது ஏற்படுத்தப்படும் விசை காரணமாக மின்னோட்டத்தின் மாற்றத்திற்கு அமைய சுருள் முன் பின்னாக அதிர்வடைவதனால் கூம்பும் அதிர்வடைந்து ஒலி பிறப்பிக்கப்படுகின்றது.

## 13.2.4 எளிய நேரோட்ட மோட்டர் (DC motor)

பெரும்பாலான நாடுகளில் இருக்கும் மின் புகையிரதம் மின் மோட்டரைப் பயன்படுத் தித் தொழிற்படுத்தப்படுகின்றது.

உரு 13.10 மின் புகையிரதம்

### செயற்பாடு 13.4

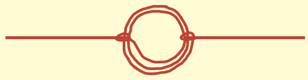
**எளிய மோட்டரைத் தயாரித்தல்**

**தேவையான பொருள்கள் :**

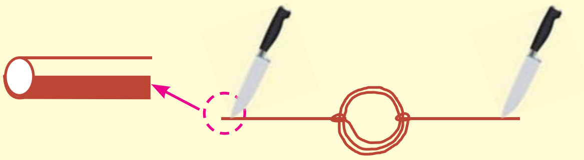
ஓர் உலர்கலம், காவலிட்ட செப்புக் கம்பி, பெரிய தலையுள்ள நீளமான தையலூசி கள் இரண்டு, சீனக்களி, செலோடேப், கம்பியை வெட்டத்தக்க ஓர் உபகரணம், ஒரு சிறிய வளையக் காந்தம்

- முதலில் காந்தச் சுருளைத் தயார்செய்யுங்கள். இதற்காகச் செப்புக் கம்பியின் நடுவில் ஆரம்பித்து ஓரளவு தடிப்பான பேனையை ஒத்த உருளை வடிவான பொருளைப் பற்றி ஏறத்தாழ 30 சுற்றுகளைச் சுற்றி உரு 1 இற் காணப்படுகின்றவாறு ஒரு சுருளைத் தயார்செய்து செப்புக் கம்பியின் சுயாதீன முடிவிடங்களைச் சுருளைப் பற்றிச் சில தடவைகள் சுற்றுங்கள்.
- உரு 2 இல் உள்ளவாறு கத்தி அலகைப் பயன்படுத்தி இரு சுயாதீன முடிவிடங்களினதும் காவலியை அகற்றுங்கள். இரண்டு முனைகளினதும் காவலிகள் அகற்றப்பட்ட பகுதி ஒரே பக்கமாக அமைய வேண்டும்.
- அதன் பின்னர் ஊசிகளின் துளையினூடாக இரு முடிவிடங்களும் செல்லத் தக்கதாகவும் அத்துடன் சுருள் கிடையாக இருக்கத்தக்கதாகவும் உரு 3 இல் காட்டியவாறு தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது.

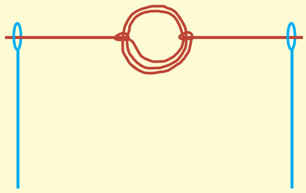
- உரு 4 இல் உள்ளவாறு உலர் கலத்தின் இரு முடிவிடங்களிலும் தையலூசிகளை வைத்து செலரேப்பின் மூலம் ஒட்டுங்கள்.
- சீனக்களி பயன்படுத்தி உலர் கலத்தை அசையாதவாறு உறுதியாக பொருத்துங்கள்.
- இறுதியில் சீனக்களி பயன்படுத்தி வளையக் காந்தத்தைப் பற்றரி மீது பொருத்துங்கள்.



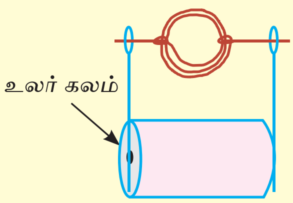
உரு 1



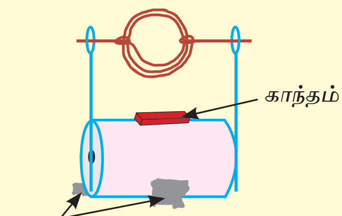
உரு 2



உரு 3

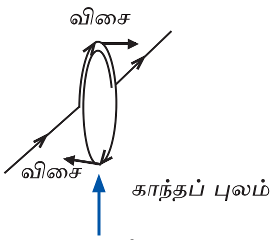



உரு 4

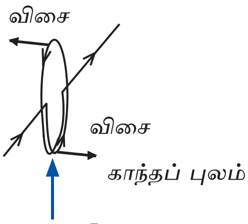



உரு 5

- செப்புச் சுருள் சுழலும் விதத்தை நீங்கள் காணலாம். அவ்வாறு சுழலாவிடின் சுருளை கையினால் சற்று சுழற்றி விடுங்கள். அது பின் தொடர்ச்சியாகச் சுழலும்.




உரு 6




உரு 7

கடத்தியினூடாக மின் செல்லும் போது காந்தப் புலத்தினால் கடத்தியின் மீது விசை யொன்று ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இங்கு கடத்திச் சுருள் காரணமாக உரு 6 இல் காட்டியவாறு சுருளின் மீது எதிர்த்திசையில் இரண்டு விசைகள் (விசையிணை) தோன்றி சுருள் சுழல்கின்றது.

கம்பியின் இருமுனைகளினதும் அரைப்பகுதி மாத்திரம் காவலிடப்பட்ட பகுதி நீக்கப்பட்டதற்கான காரணம் சுருளின் அரை சுழற்சியின் பின் மிகுதி அரை சுழற்சியின் போது மின் ஓட்ட பாய்ச்சலை தடுப்பதற்காகும். முழுமையாக காவலிடப்பட்ட பகுதி அகற்றப்பட்டால் அரை சுழற்சியின் போது முன்னர் தோன்றிய விசையிணைக்கு எதிரான திசையில் விசையிணை தோன்றி சுழற்சியை பாதிக்கச் செய்யும்.

எவ்வாறாயினும் இரண்டாவது அரை சுழற்சியின்போது மின்னோட்ட பாய்ச்சல் தடுக்கப்படுவதனால் சுருள் தொடர்ச்சியாக அத்திசையில் சுழலக் கூடியதாக உள்ளது. இங்கு இரண்டாவது அரைச் சுழற்சியின் முதலாவது அரைச்சுழற்சியின் போது பெற்ற உந்தத்தின் திருப்பமே காரணமாகும்.

## நேரோட்ட மோட்டரின் பிரதான பகுதிகளின் தொழில்கள்

- ### ஆமேச்சர் (Armature)

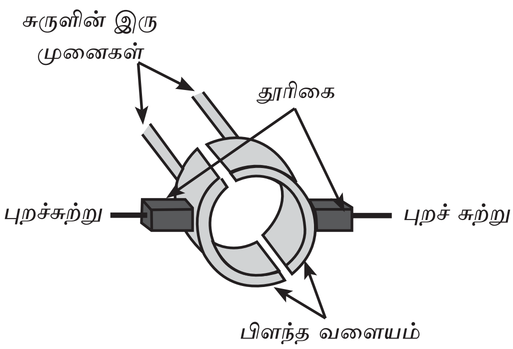
நீங்கள் மேற்கொண்ட செயற்பாட்டின் போது பயன்படுத்திய சுற்றுக்களிலும் பார்க்க மிக கூடுதலான எண்ணிக்கையான சுருளை சாதாரண எளிய மோட்டார் கொண்டுள்ளது. மோட்டரானது யாதேனும் சுமை யொன்றை சுழலச் செய்வதன் காரணமாக நீங்கள் அமைத்த சுருளைப் போன்று அல்லாது சாதாரண மோட்டரின் சுருள் புறச்சுமையுடன் தொடர்புறும் அளவுக்கு வலிமை கொண்டதாக அமைய வேண்டும். இதன் காரணமாக அகணியில் உருக்கு அல்லது இரும்பினைால் செய்யப்பட்ட அச்சிலே சுற்றப்படுகின்றது. இச் சுருளுடன் சேர்ந்த அகணி ஆமேச்சர் எனப்படும். மின்னோட்டம் செல்லும் போது விசையினை தோன்றி சுழல்வதற்கு தூண்டுவது ஆமேச்சரின் தொழிலாகும்.

- ### காந்த முனைவுகள் (Magnetic poles)

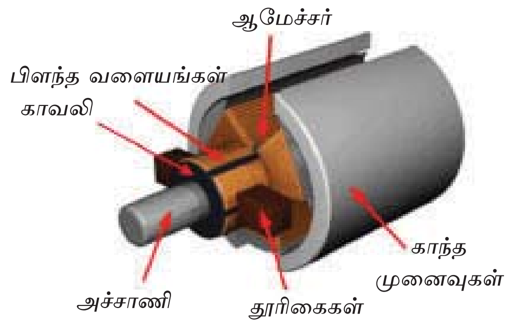
ஆமேச்சரின் இரு பக்கங்களிலும் காந்த முனைவுகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆமேச்சரின் சுருள் சுழலத் தேவையான காந்தப்புலத்தை வழங்குதல் காந்த முனைவுகளின் தொழிலாகும். படத்தில் காட்டியவாறு சாதாரண நேர் ஓட்ட மோட்டரில் காந்தப்புலத்தைப் பெற ஆமேச்சரை சுற்றிவர நிலையான காந்தமுனைவுகள் ஒழுங்குப்படுத்தப்படுகிறது.

- ## திசைமாற்றி (Commutator)

நீங்கள் அமைத்த மோட்டரின் சுருளின் இரு அந்தங்களினதும் காவலிப் பதார்த்தம் அரைப்பகுதி மாத்திரமே நீக்கப்பட்டது. காவலிப் பதார்த்தம் முழுமையாக நீக்கப்பட்டால் சுருளானது ஒரு திசையில் சுழல்வதற்குப் பதிலாக இரு திசைகளில் அசைவதைக் காணக்கூடியதாக இருக்கும். அரைப்பகுதி மாத்திரம் காவலிப் பதார்த்தம் நீக்கப்பட்டதன் காரணமாக சுருள் சுழலும் போது மின்னோட்டம் அரைவட்டத்திற்கு மாத்திரமே தோன்றுகின்றது. இதனால் சுருள் தொடர்ச்சியாக சுழல்கின்றது. இவ்வாறு அரைச் சுழற்சியில் மாத்திரம் மின் தோன்றுவதால் மோட்டரினால் சுழற்றக்கூடிய சுமை எல்லைப்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் காரணமாக சுருளினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசை மாற்றி வழங்குதல் அவசியமாகும். இதற்காக எளிய மின் மோட்டர்களில் திசைமாற்றிகள் (Commutator) பயன்படுத்தப்படுகின்றது.



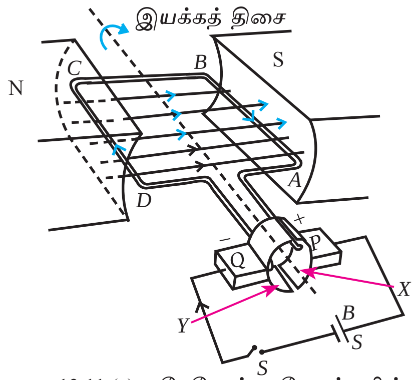

திசைமாற்றியானது உருவில் காட்டியவாறு இரண்டு பிளந்த வளையங்களினாலும் அவற்றுடன் தொடர்பான இரண்டு தூரிகையினாலும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்விரண்டு பிளவுகளுடனும் சுருளின் இரு முனைகளும் தொடர்புறுகின்றன. இப் பிளந்த வளையங்கள் ஆமேச்சருடன் சுழல்கின்றன. எனினும் தூரிகைகள் சுழல்வதில்லை. இவை பிளந்த வளையங்களுடன் தொடுகையுற்றவாறு காணப்படும். இத் தூரிகைகள் புற மின்சுற்றுடன் தொடர்புபடுத்தப்பட்டுக் காணப்படும்.




உரு 13.10 நேரோட்ட மோட்டரின் பிரதான பகுதிகள்

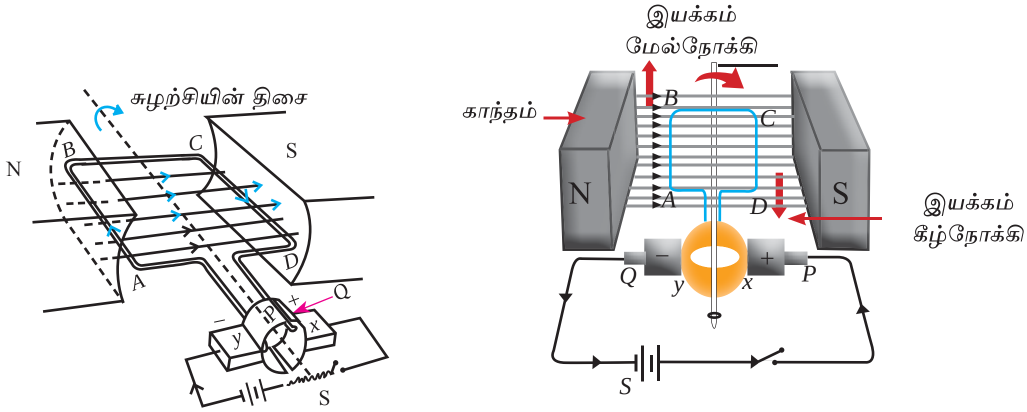
## நேரோட்ட மோட்டரின் செயற்பாடு

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட பகுதிகள் அனைத்தையும் ஒன்றாக இணைத்த அமைப்பு உரு 13.10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அம் மோட்டரின் இயக்கத்தை விளக்குவதற்காக அப்பகுதிகள் எளிய சுற்று வரிப்படமாக உரு 13.11 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மோட்டரின் கம்பிச் சுருள் 13.11 இல் ABCD என தனி தடமாக காட்டப்பட்டுள்ளது. இச்சுருளானது இரு காந்த முனைவுகளுக்கிடையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பிச்சுருளின் முடிவிடத்தை X, Y என்னும் பிளந்த வளையங்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளதுடன் *P*, *Q* தூரிகைகள் இரண்டும் மின் கலத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.



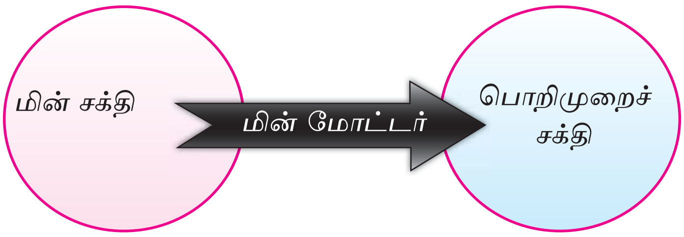

உரு 13.11 (a) - நேரோட்ட மோட்டரின் தொழிற்பாட்டை செய்து காட்டல்

- ஆளி S ஐ மூடும் போது ஓட்டம் தூரிகை P இலிருந்து பிளந்த வளையம் *X* இற்குப் புகுந்து கம்பிச் சட்டத்தின் வழியே திசை ABCD யில் சென்று பிளந்த வளையம் Y யிற்கு வந்து தூரிகை Q இல் இருந்து வெளியேருகின்றது.
- இங்கு காந்தப்புலத்தில் இருக்கும் சுருளின் மின்னோட்டமானது AB திசையிலும் CD திசையிலும் பாய்கின்றது.
- AB யிற்கும் CD யிற்கும் பிளெமிங்னின் இடக் கை விதியைப் பிரயோகித்து இயக்கம் உண்டாகும் திசையைக் காண்க. அப்போது பகுதி AB கீழ்நோக்கியும் பகுதி CD மேல்நோக்கியும் இயங்குகின்றன. இங்கு உண்டாகும் இணை காரணமாக ஆமேச்சர் வலஞ்சுழியாகச் சுழல்கின்றது.
- இப்போது சுருளினதும் பிளந்த வளையங்களினதும் அமைவு எதிராக 180 பாகையில் இருக்கும்போது நடைபெறுபவற்றை விளங்கிக் கொள்வோம்.




உரு 13.12 நேரோட்ட மோட்டரின் தொழிற்பாட்டைச் செய்து காட்டல்

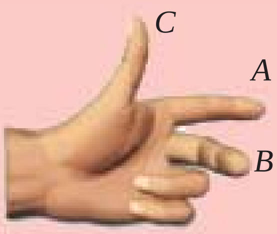
- இச்சந்தர்ப்பத்தில் பிளந்த வளையங்கள் எதிராக இருந்தாலும் ஓட்டம் தூரிகை P இலிருந்து பிளந்த வளையம் Y இற்குப் புகுந்து திசை DCBA இல் சென்று பிளந்த வளையம் X இலிருந்து வந்து தூரிகை Q விலிருந்து வெளியேறி அப்பால் வருகின்றது.
- இங்கு சுருளின் மின்னோட்டமானது DC இலும் திசை BA இலும் பாய்கின்றது.
- AB யிற்கும் CD இற்கும் பிளெமிங் இடக்கை விதியைப் பிரயோகிக்கும்போது AB மீது மேல்நோக்கியும் CD மீது கீழ்நோக்கியும் இயக்கம் உண்டாகின்றமை தெளிவாகும். இங்கு உண்டாகும் இணை ஆமேச்சரை மேலும் வலஞ்சுழியாகச் சுழலச் செய்கின்றது.
- பற்றரியின் முடிவிடங்களை இடம்மாற்றி ஓட்டம் புகும் திசையை எதிர்த் திசையாக்கினால் விசை உண்டாகும் திசையும் எதிராவதனால் ஆமேச்சரின் இயக்கத் திசை இடஞ்சுழியாகும்.
- நேரோட்ட மோட்டரின் தொழிற்பாட்டில் வழங்கப்படும் மின்சக்தி பொறிமுறைச் சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது.




உரு 13.13 சுழலும் பொறிகளின் தொழிற்பாடு

**பயிற்சி 13.4**

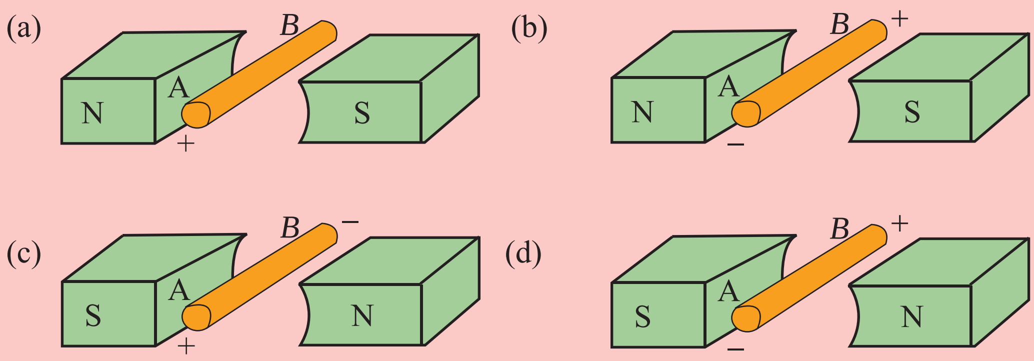
1. பிளெமிங்கின் இடக்கை விதியைப் பயன்படுத்தி ஒரு மாணவன் தனது இடக் கையைப் பயன்படுத்திய விதம் பின்வருமாறு,



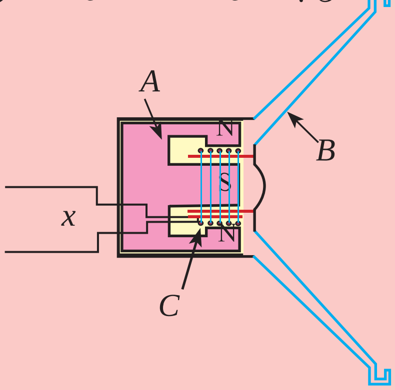

(i) பிளெமிங்கின் இடக்கை விதி எதற்காகப் பயன் படுத்தப்படும்?

(ii) மேற்குறித்த உருவில் A, B, C ஆகிய விரல்கள் வழிப்படுத்தப்பட்டுள்ள திசைகள் எதனை ஒத்தன?

(iii) பிளெமிங்கின் இடக்கை விதி பயன்படுத்தப்படும் பின்வரும் சந்தர்ப்பங்களில் கம்பி AB யிற்கு நடைபெறுவனவற்றை எழுதுக.




2. பின்வரும் உருவில் ஒலிபெருக்கியின் குறுக்குவெட்டு காணப்படுகின்றது.




(i) இங்கு A, B, C ஆகிய பகுதிகளைப் பெயரிடுக.

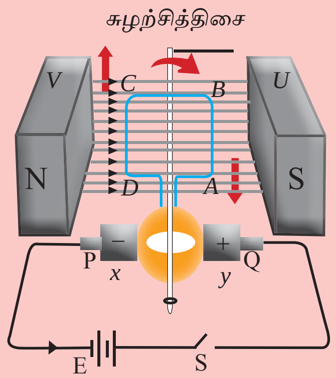
(ii) முடிவிடம் x இல் புகும் ஓட்டத்தின் ஒரு சிறப்பியல்பை எழுதுக.

(iii) ஒலிபெருக்கியின் தொழிற்பாட்டை விளக்குக.

(iv) ஒலிபெருக்கியில் நடைபெறும் சக்தி மாற்றத்தை எழுதுக.

(v) A, B, C என்னும் பகுதிகளின் மூலம் செய்யப்படும் தொழில்களைத் தனித்தனியாக எழுதுக.

3. ஒரு நேரோட்ட மோட்டரின் பிரதான பகுதிகள் பின்வரும் உருவில் காணப்படுகின்றன.



(i) இவ்வுருவில் *A, B, C, D* ஆகிய பகுதிகளைப் பெயரிடுக.

(ii) x, y எனக் காட்டப்பட்டுள்ளவை யாவை?

(iii) ஆளி S ஐ மூடும்போது ஓட்டம் பாயும் திசையைத் தரப்பட்டுள்ள எழுத்தைக் கொண்டு எழுதுக.

(iv) ஓட்டம் பாயும்போது சுழற்சி நடைபெறும் விதத்தை விளக்குக.

(v) உருவில் காணப்படும் மோட்டரின் பின்வரும் பகுதிகள் ஒவ்வொன்றி னாலும் செய்யப்படும் தொழில்களை வேறுவேறாக எழுதுக.

(a) *V* உம் *U* உம் (b) *E* (c) *P* உம் *Q* உம் (d) *x* உம் *y* உம்

(vi) ஆளி S ஐ மூடும்போது மோட்டரின் சுழற்சி நடைபெறும் திசை யாது?

(vii) பின்வரும் மாற்றங்கள் ஒவ்வொன்றும் நடைபெற்றால் மோட்டரின் தொழிற்பாட்டில் உண்டாகும் மாற்றங்களை எழுதுக.

(a) பற்றரியின் முடிவிடங்களை இடைமாற்றல்

(b) காந்த வலிமையைக் கூட்டல்

## 13.3 மின்காந்தத் தூண்டல் (Electromagnetic induction)

மேற்குறித்த பகுதியில் மின்னின் மூலம் இயக்கம் நடைபெறுதல் பற்றிக்கற்றோம். இப்பகுதியில் இயக்கத்தின் மூலம் மின்னை உற்பத்தி செய்தல் பற்றிக்கற்போம்.

காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்ட கடத்தி ஒன்றினூடாக ஓட்டம் பாயும் போது அக்கடத்தி மீது விசை ஒன்று உண்டாகின்றது. அதன் நிகர்மாற்று அதாவது ஒரு குறித்த காந்தப் புலத்தில் இருக்கும் கடத்தி ஒன்று இயங்கும்போது அக்கடத்தியின் முனைகளுக்கிடையில் மின்னியக்கவிசை தூண்டப்படுகின்றது.

மாறும் காந்தப்புலத்தில் ஒரு கடத்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும்போது அல்லது ஒரு நிலையான காந்தப்புலத்தில் அக்கடத்தியை இயக்கும் போது கடத்தியின் முனைகளுக்கிடையே ஒரு மின்னியக்க விசை உருவாதல் **மின்காந்தத் தூண்டல்** எனப்படும்.

இது பற்றி மைக்கல் பரடே முதன்முதலாகப் பல்வேறு பரிசோதனைகளைச் செய்து மின்காந்தத் தூண்டலை உலகிற்கு அறிமுகஞ் செய்தார். அவர் 1831 இல் இது தொடர்பாக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த விதியாகிய பரடேயின் விதியை எடுத்துரைத்தார்.

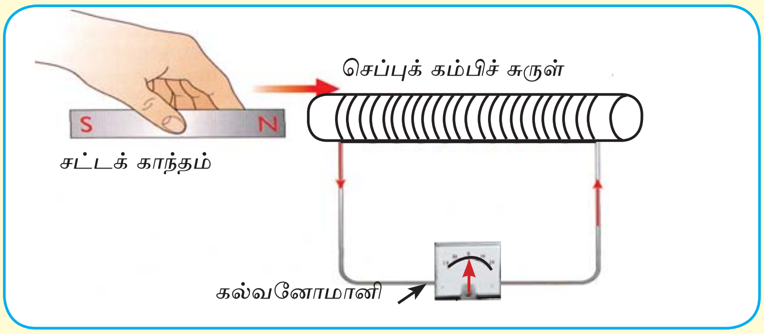
எமது வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் பெரும்பாலான மின்னுபகரணங்களும் கடைகளிலும் அலுவலகங்களிலும் பிரவேசிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் காந்த அட்டைகளும் பணத்தைச் செலுத்தப் பயன்படுத்தப்படும் காந்த அட்டைகளும் (Credit Card, Debit Card) ஆகாய விமானம், விண்வெளிக் கலம், ரோபோ, ஆகாய விமானம் ஆகியனவும் தொழிற்படும் போது மின்காந்தத் தூண்டல் தோற்றப்பாடு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. எண்ணெய், நிலக்கரி, கருச் சக்தி போன்ற முதல்களின் மூலம் உற்பத்தி செய்யப்படும் சக்தி மின்காந்தத் தூண்டலின் மூலம் மின் சக்தியாக மாற்றப்படுவதனால் பெறப்படுகின்றது. அடுத்ததாக ஓர் எளிய செயற்பாட்டின் மூலம் மின் காந்தத் தூண்டலைச் செய்து காட்டுவோம்.

மைக்கல் பரடே (1791 - 1867)

## செயற்பாடு 13.5

**தேவையான பொருள்கள் :** ஒரு சட்டக் காந்தம், ஒரு நூலுருளையின் குழாய், ஏறத்தாழ 28 கணிச்சி உள்ள 1 மீற்றர் செப்புக் கம்பி, மையப் பூச்சியக் கல்வனோமானி

- நூலுருளைக் குழாயைப் பற்றி ஒரு செப்புக் கம்பியைச் சுற்றி அதிக எண்ணிக்கையினாலான சுருளை அமைத்துக் கொண்டு அதன் இரு அந்தங்களையும் உரு 13.14 இல் உள்ளவாறு ஒரு மையப் பூச்சியக் கல்வனோமானியுடன் தொடுக்க.
- இப்போது பின்வரும் செயல்களைச் செய்து கல்வனோமானியில் திரும்பல் உண்டாகின்றதாவென அவதானித்துப் பின்வரும் அட்டவணையைப் பூர்த்தி செய்க.
- அட்டவணை சந்தர்ப்பம் 8, 9 ஆகியவற்றில் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பாகத் திரும்பலின் பருமனை அவதானிக்க.




உரு 13.14 மின்காந்தத் தூண்டலைச் செய்து காட்டல்

| காந்தத்தின் இயக்கம் | சுருளின் இயக்கம் | கல்வனோமானி திரும்புகின்றதா? இல்லையா? |
| --- | --- | --- |
| 1. சுருளை நோக்கி | ஓய்வில் | |
| 2. சுருளிற்கு அண்மையில் ஓய்வில் | ஓய்வில் | |
| 3. சுருளிலிருந்து அப்பால் | ஓய்வில் | |
| 4. ஓய்வில் | காந்தத்தை நோக்கி | |
| 5. ஓய்வில் | காந்தத்திலிருந்து அப்பால் | |
| 6. சுருளிலிருந்து அப்பால் | காந்தத்திலிருந்து அப்பால் | |
| 7. சுருளை நோக்கி | காந்தத்திலிருந்து அப்பால் (இடைவெளி மாறாமல்) | |
| 8. விரைவாகச் சுருளுக்கு | ஓய்வில் | |
| 9. மெதுவாக சுருளுக்கு | ஓய்வில் | |

மேற்குறித்த செயற்பாட்டிலிருந்து கிடைக்கும் அவதானிப்புகளுக்கேற்பச் சுருளுக்கும் காந்தத்திற்குமிடையே உள்ள தொடர்பு தூரம் மாறத்தக்கதாக நடைபெறும் ஒவ்வோர் இயக்கத்திலும் கல்வனோமானியில் திறம்பல் உண்டாகின்றதை அவதானிக்க கூடியதாக உள்ளது.

- கல்வனோமானியினூடாக மின்னோட்டம் பாயும்போது அதில் திறம்பல் உண்டா கின்றது. மின்னோட்டம் உண்டாக வேண்டுமெனின், சுற்றில் ஒரு மின்னியக்க விசை முதல் இருத்தல் வேண்டும். ஆனால் மேற்குறித்த ஒழுங்கமைப்பில் அத்தகைய ஒன்று இல்லை.

- இங்கு காந்தத்தினதும் சுருளினதும் தொடர்பு இயக்கத்தின் விளைவாக ஓர் அழுத்த வித்தியாசம் உண்டாகியுள்ளது. **தூண்டிய மின்னியக்க விசை** எனப்படும்.

- காந்தமும் சுருளும் ஒன்றுக்கொன்று கிட்ட வரும்போது அல்லது விலகும்போது சுருளுடன் தொடர்புபட்டுள்ள காந்தப்பாயத்தின் அளவில் அதிகரிப்பு அல்லது குறைவு ஏற்படுகின்றது. இத்தகைய ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் மாத்திரம் கல்வனோமானியில் திறம்பல் உண்டாகின்றமையால், சுருளில் ஓர் ஓட்டம் தூண்டப்படுவதற்குச் சுருளுடன் தொடர்புபட்ட காந்தப் பாயத்தின் அளவில் ஒரு மாற்றம் ஏற்படுதல் வேண்டும்.

- காந்தம் விரைவாக இயங்கும்போது மெதுவாக இயங்கும்போதிலும் பார்க்கக் கூடுதலான திறம்பல் கல்வனோமானியில் கிடைப்பதற்குக் காரணம் சுருளில் தூண்டிய மின்னியக்க விசை காந்தப் பாய மாற்ற வீதத்திற்கு நேரடி விகிதசமமாக இருக்கின்றமையாகும்.

**ஒரு காந்தச் சுற்றுடன் தொடர்புபட்ட காந்தப்புலத்தில் மாற்றம் ஏற்படுவதன் விளைவாக இவ்வாறு சுற்றில் மின்னியக்கவிசை தூண்டப்படுதல் மின்காந்தத் தூண்டல் எனப்படும்.**

தூண்டிய மின்னியக்கவிசையின் பருமனில் செல்வாக்குச் செலுத்தும் சில காரணிகள்

(1) சுருளின் முறுக்குகளின் எண்ணிக்கை

(2) காந்தத்தின் வலிமை

(3) காந்தம் அல்லது சுருள் இயங்கும் கதி

என நடைபெற்ற பரிசோதனைகளிலிருந்து பரடேயினால் காட்டப்பட்ட அதேவேளை அனைத்து விடயங்களையும் கருத்திற் கொண்டு மின்காந்தத் தூண்டல் பற்றிய பரடேயின் விதி முன்வைக்கப்பட்டது.

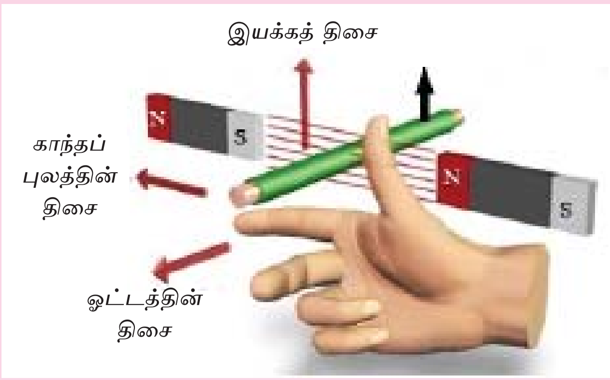
## பிளெமிங்ஙின் வலக்கை விதி (Fleming’s Right hand Rule)

காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு கடத்தி புலத்திற்குச் செய்குத்தாக இயங்கும்போது கடத்தியினூடாகத் தூண்டிய ஓட்டம் பாயும். கடத்தியானது மூடிய சுற்றுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பின் மின்னியக்க விசை காரணமாக கடத்தியினூடாக மின்னோட்டம் பாயும். இத்தூண்டிய மின்னோட்டத்தின் திசையை பிளமிங்கின் வலக்கை விதி மூலம் கண்டு கொள்ள முடியும்.

- **பிளெமிங்ஙின் வலக்கை விதி (Fleming's Right Handed Rule)**

வலக்கையின் முதல் மூன்று விரல்களும் ஒன்றுக்கொன்று 90º உள்ள மூன்று தளங்களில் இருக்கும்போது பெருவிரலினால் கடத்தி இயங்கும் திசையையும் சுட்டு விரலினால் அக்கடத்தியின் மூலம் வெட்டப்படும் காந்தப்புலம் இருக்கும் திசை யையும் காட்டும்போது நடுவிரலினால் கடத்தியினூடாகப் பாயும் ஓட்டத்தின் திசை காட்டப்படும்.

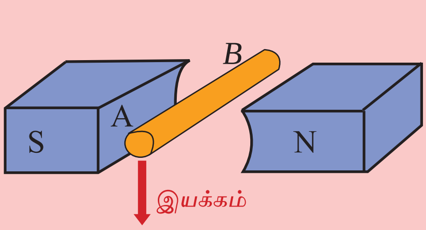
வலக்கை விதியைச் செய்து காட்டும் விதம் உரு 13.15 இல் காணப்படுகின்றது.



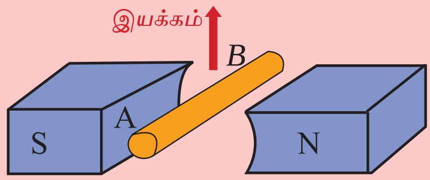

உரு 13.15 பிளெமிங்ஙின் வலக்கை விதியைச் செய்து காட்டல்

## பயிற்சி 13.2

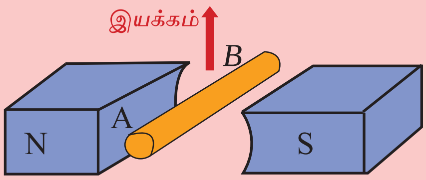
(01) பின்வரும் சந்தர்ப்பங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் கடத்தியினூடாகத் தூண்டிய ஓட்டம் பாயும் திசையைப் பிளெமிங்கின் வலக்கை விதியைக் கொண்டு கண்டு குறிக்க.



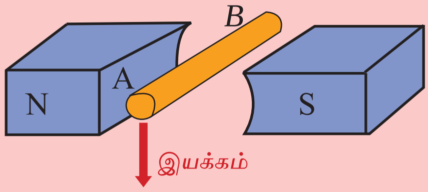
i



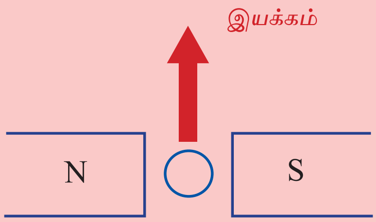
ii



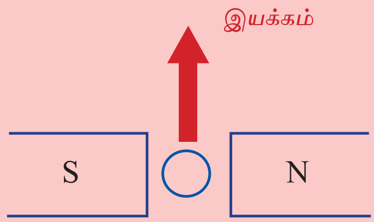
iii



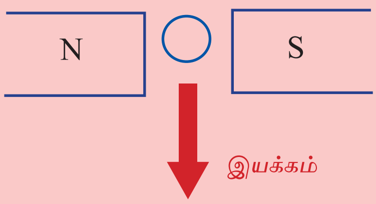
iv



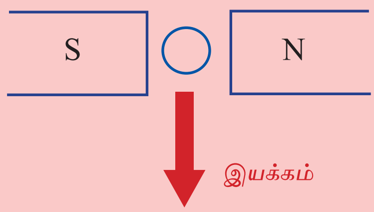
v



vi



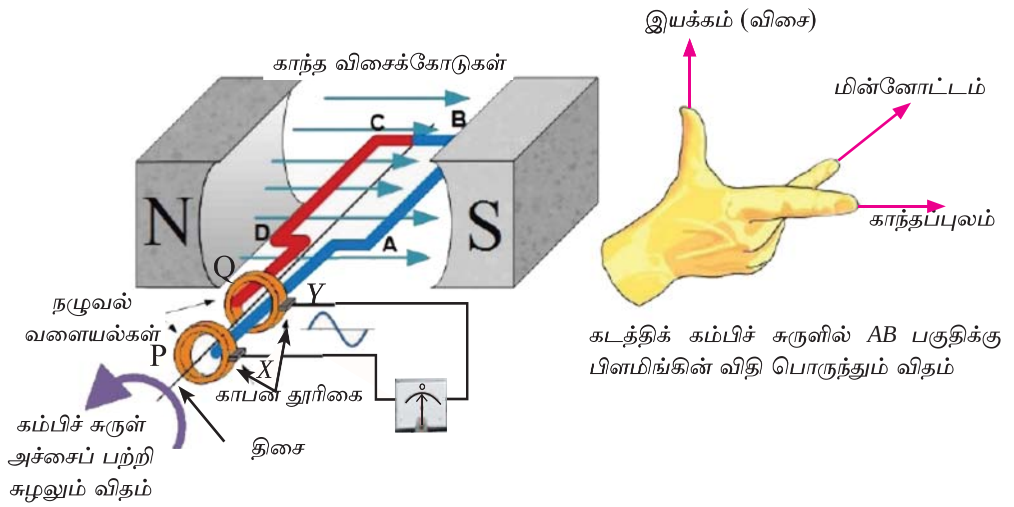
vii



viii

## 13.3.2 மின்காந்தத் தூண்டல் பிரயோகிக்கப்படும் சந்தர்ப்பங்கள்

### மின்பிறப்பாக்கி / டைனமோ




உரு 13.16 காந்தப் புலத்தினுள் அசையும் கடத்திச் சுருளின் இயக்கம் நடைபெறும் விதம்

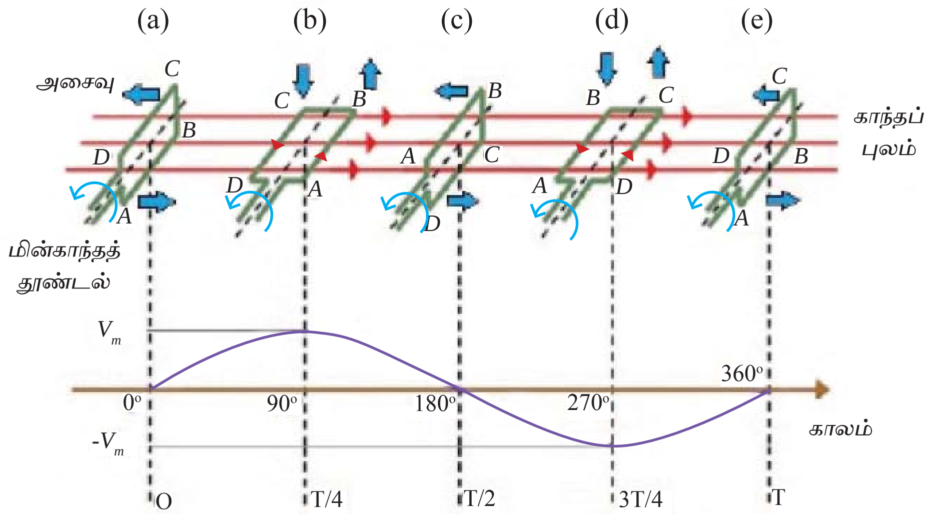
மின்பிறப்பாக்கி அல்லது டைனமோவின் அமைப்பு உரு 13.16 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு காவலிடப்பட்ட செப்புக்கம்பிகள் மென்னிரும்பு அகணியில் பல சுற்றுக்களாக சுற்றப்பட்ட ஆமேச்சர் ABCD அதன் அச்சுப்பற்றிச் சுழலக் கூடியவாறு பொறுத்தப்பட்டுள்ளது. கம்பிச் சுருளின் இரு புறமும் காந்தங்களின் வட முனைவும் தென் முனைவும் அமையுமாறு காந்தங்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் மூலம் படத்தில் காட்டியவாறு வலிமையான காந்த விசைக்கோடுகள் கம்பிச் சுருளினூடாக செல்லத்தக்கவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ABCD என்னும் கம்பிச் சுருளின் முனை A அச்சாணியுடன் நிலையாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ள P எனும் பித்தளை வளையத்துடனும் அவ்வாறே முனை D ஆனது Q எனும் பித்தளை வளையத்துடனும் தொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ளது. P, Q என்பன நழுவல் வளையங்கள் என அழைக்கப்படும்.

நழுவல் வலயங்கள் தொடுகையுறக்கூடியவாறு காபனினால் தயாரிக்கப்பட்ட X, Y எனும் தூரிகைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கம்பிச்சுருள் இந் தூரிகைகள் X, Y மூலம் புறச்சுற்றிலுள்ள மையப்பூச்சிய கல்வனோமானியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ABCD சுருள், நழுவல் வளையம், தூரிகை என்பன **ஆமேச்சர்** என அழைக்கப்படும்.

கம்பிச்சுருள் சுழலும்போது குறுக்காக அமைந்துள்ள காந்தப்புலம் சுருளின் AB, CD பகுதிகள் மூலம் வெட்டிக் கொண்டு பயணம் செய்வதன் மூலம் மின்காந்தத் தூண்டல் உண்டாகும். சுற்று பூரணப்படுத்தப்பட்டுள்ளதால் மின்காந்தத் தூண்டல் மூலம் AB, CD என்பவற்றில் மின்னோட்டம் உண்டாவதோடு அவ்வோட்டத்திசையை பிளமிங்கின் இடக்கை விதியைப் பயன்படுத்தி அறியலாம். படத்தில் காட்டியவாறு வலம்சுழியாக

கம்பிச் சுருள் சுழலும்போது AB பகுதி மேல்நோக்கி அசையும்போது மின்னோட்டம் AB திசையிலும் CD பகுதி கீழ்நோக்கி அசையும்போது பிளமிங்கின் இடக்கை விதிப்படி மின்னோட்டம் CD திசையிலும் உண்டாகும் என எதிர்வு கூறலாம். AB, CD யின் மூலம் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் தொடர்ச்சியான ஒரே திசையில் மின் சுருளினூடாக பயணம் செய்யும். அதாவது ABCD வழியே மின்னோட்டம் செல்லும்.

வெளிப்புறச் சுற்றிலுள்ள கல்வனோமானியினூடாக X யிலிருந்து Y இந்த மின்னோட்டம் செல்லும். இதன்போது கல்வனோமானியின் காட்டி இடப்பக்கமாக நகரும். உரு 13.16 இல் காந்தப்புலத்தினுள் சுழலும் ABCD பகுதிகளால் மின்காந்தத் தூண்டல் மூலம் மின் உற்பத்தியாகும் முறை உரு 13.17 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.




உரு 13.17 மின்னோட்டம் உண்டாகும் விதம்

உரு 13.17 படத்தில் மேற்பகுதியில் காந்தப்புலத்தில் கம்பிச்சுருள் சுழலும் விதம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

- கம்பிச்சுருள் சுழன்று நிலை (a) யில் இருக்கும் போது AB, CD பகுதிகள் அசைவது மின்காந்தப்புலத்திற்கு சமாந்தரமாக என்பதால் அவை காந்த விசைக்கோடுகளை வெட்டமாட்டாது. அதனால் AB, CD யில் மின்காந்தத் தூண்டல் உண்டாகாது. அதனால் மையப்பூச்சிய கல்வனோமானியில் காட்டி பூச்சியத்தில் காணப்படும்.
- கம்பிச்சுருள் நிலை (a) யிலிருந்து நிலை (b) வரை சுழலும்போது காந்த விசைக் கோடுகள் வெட்டுப்படும் அளவு படிப்படியாகக் கூடும்போது கல்வனோமானி யின் காட்டியின் திறம்பல் அளவு கூடும்.
- நிலை (b) யில் காட்டப்பட்டுள்ளது நிலை (a) பகுதியில் இருந்து 90° சுழன்ற AB, CD பகுதிகளின் அமைவாகும். இங்கு AB மேலேயும் CD கீழேயும் அசைந்து காந்த

விசைக் கோடுகளை வெட்டப்படும். இதன்போது *ABCD* திசையில் மின்னோட்டம் செல்வதோடு கல்வனோமானியின் காட்டியின் திறம்பல் அதிகரிக்கும்.

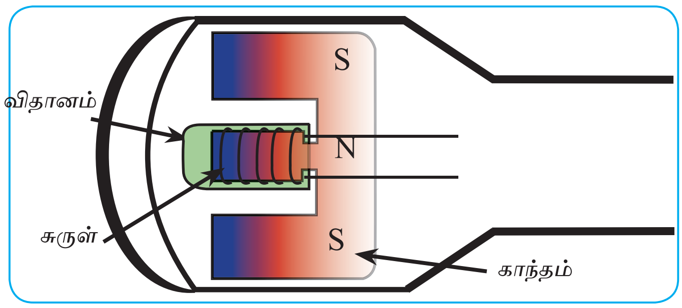
- நிலை (*b*) யிலிருந்து நிலை (*c*) யிற்குச் செல்லும் போது 90° யிலிருந்து 180° வரை கம்பிச்சுருள் சுழல்வதோடு மின்னோட்டம் குறைவதோடு மீண்டும் கல்வனோமானி ஓய்வுக்கு வரும்.

- நிலை (*c*) யிலிருந்து நிலை (*d*) யிற்கு கம்பிச்சுருள் சுழலும்போது 180° யிலிருந்து 270° வரை *AB*, *CD* பகுதிகள் சுழலும். அங்கு *AB* கீழேயும், *CD* மேலேயும் அசைவதோடு காந்த விசைக்கோடுகள் வெட்டப்படும். இதன்போது *D* யிலிருந்து *C* யிற்கும் *B* யிலிருந்து *A* யிற்கும் மின்னோட்டம் பாய்தல் பிளமிங்கிற் இடக்கை விதியின் மூலம் பெறப்படும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் மின்னோட்டம் DCBA திசையில் பாயும். இதன்போது புறச்சுற்றிலுள்ள கல்வனோமானியினூடாக வலப்பக்கமாக காட்டி அசையும்.

காந்த விசைக்கோடுகள் வெட்டுப்படும் சந்தர்ப்பங்களில் *ABCD* தளம் காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாகவுள்ள நிலைகள் (*b*), (*d*) தளங்களில் உச்ச மின்காந்தத் தூண்டலும் அதன் மூலம் உயர் மின்னோட்டமும், சமாந்தரமாக உள்ளபோது நிலைகள் ((*a*), (*c*), (*e*) ) யில் பூச்சியமாகும் என்பதும் தெளிவாகின்றது.

இவ்வாறு கம்பிச்சுருள் தொடர்ந்தும் சுழலும்போது வெளிப்புறச்சுற்றில் மின்னோட்டம் திசையை மாற்றி மாற்றி பாய்ந்து செல்லும். கல்வனோமானி நிலை (*b*) யில் இடமாகவும் நிலைகள் (*a*), (*c*), (e) யில் பூச்சியமாகவும் நிலை (*d*) யில் வலமாகவும் மீண்டும் மீண்டும் அசைந்து மின்னோட்டத் திசையை காட்டும். அதாவது கம்பிச் சுருள் ஒரு முழுவட்டம் சுழலும்போது ஒவ்வொரு அரைவட்டத்திலும் மின்னோட்டம் பாயும் திசை வேறுபடும். இம் மின்னோட்டத் திசை மாறுபடும் விதம் உரு 13.17 இல் காட்டியவாறான அலைவடிவில் அமையும்.

- **அசையுஞ் சுருள் காந்த நுணுக்குப்பன்னி (moving coil magnetic microphone)**

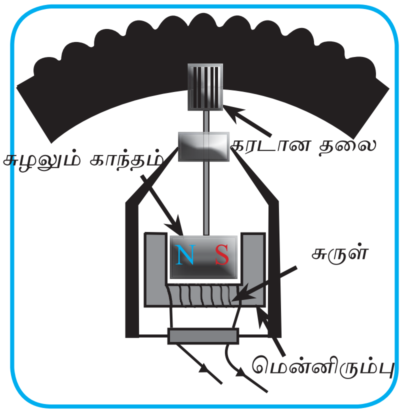



உரு 13.18 அசையும் சுருள் நுணுக்குப்பன்னியின் குறுக்குவெட்டு

### தொழிற்பாடு

உரு 13.18 ஆனது ஓர் இயங்கும் சுருள் நுணுக்குப்பன்னியை காட்டுகிறது. நுணுக்குப் பன்னியின் விதானத்திற்கு ஒலியை வழிப்படுத்தும் போது விதானம் உள்ளேயும் வெளியேயும் அதிரும். அப்போது அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள இலேசான சுருளும் அதற்கு இசைவாக இயங்கும். சுருள் காந்தப் புலத்தில் இயங்குகின்றமையால் சுருளுடன் இணையும் காந்தப்பாயம் மாறுவதனால் சுருளில் மின்னியக்க விசை தூண்டப்படும். சுருள் இரு திசைகளிலும் இயங்குவதனால் மின்னியக்க விசையின் திசையும் ஆடலுறும். அப்போது வழிப்படுத்திய ஒலிக்கு இசைவாக மாறும் நுண் ஆடல் ஓட்டம் (இரு திசைகளிலும் பாயும்) நுணுக்குப் பன்னியிலிருந்து வெளியே வழங்கப்படும்.

- **சைக்கிள் தைனமோ (Bicycle dynamo)**




உரு 13.19 சைக்கிள் தைனமோ

### தொழிற்பாடு

உரு 13.19 ஆனது சைக்கிள் தைனமோவின் உட்பகுதி உறுப்புக்களை காட்டுகின்றது. கரடான தலையைச் சைக்கிளின் ஒரு டயருடன் தொடுகையுறுமாறு செய்யும்போது டயர் சுற்றுகையில் கரடான தலை விரைவாகச் சுழல்கின்றது.

அப்போது அதனுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் உருளைக் காந்தமும் சுழல்கின்றது.

மெல்லிரும்பைப் பற்றிச் சுற்றப்பட்டுள்ள சுருளுடன் தொடர்புபட்ட காந்தப்புலத்தில் உள்ள மாற்றத்தின் காரணமாகச் சுருளில் ஒரு மின்னியக்கவிசை தூண்டப்படுகின்றது. இதன் விளைவாகச் சுருளிலிருந்து மின்னோட்டம் வழங்கப்படுகின்றது.

சுருள் ஒரு மென்னிரும்பைப் பற்றிச் சுற்றியிருப்பதனால் காந்தவிசைக் கோடுகளைச் ஒன்றுசேர்த்துச் சுருளினூடாக அனுப்பத்தக்கதாக இருக்கும் அதேவேளை அப்போது சுருளுடன் மோதும் காந்தவிசைக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதனால் கூடுதலான மின்னியக்கவிசை தூண்டப்படுகின்றது.

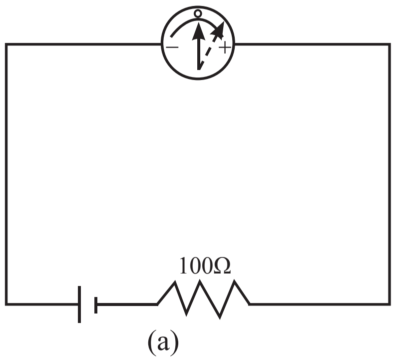
காந்தம் சுழலும்போது காந்தப்புலத்தின் திசை நேரத்திற்கு நேரம் மாறுவதனால் தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசையும் நேரத்திற்கு நேரம் மாறுபடும். ஆகவே சைக்கிள் தைனமோவினால் ஆடலோட்டம் வழங்கப்படுகின்றது (இரு திசைகளிலும் பாயும் ஓட்டம்).

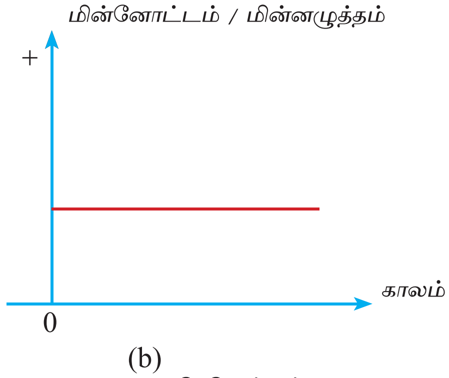
சைக்கிளை விரைவாகச் செலுத்தும்போது சில்லு சுழலும் கதி அதிகரிக்கின்றது. அப்போது டயருடன் தொடுகையுறும் தைனமோவின் தலையும் விரைவாகச் சுழன்று காந்தத்தின் சுழற்சிக் கதி அதிகரிக்கும். சுருளுடன் மோதும் காந்தப் புலத்தின் மாற்றம் விரைவாகின்றமையால் தூண்டிய மின்னியக்கவிசை அதிகரித்துக் கூடுதலான ஓட்டத்தை வழங்குகின்றது. ஆகவே சைக்கிள் விளக்கின் ஒளிர்வின் பிரகாசம் சைக்கிளின் கதியுடன் அதிகரிக்கும்.

தைனமோவில் சக்தி நிலைமாற்றம் ஏற்படுகிறது. மின் உருவாக தைனமோ சுழல வேண்டும். ஆகவே இங்கு பொறிமுறைச்சக்தி ⟶ மின்சக்தியாக மாறுகின்றது.

### 13.3.3 நேரோட்டமும் ஆடலோட்டமும்

மின்கலமொன்றும், தடையொன்றும், மையப்பூச்சிய கல்வனோமானியொன்றும் தொடராக இணைக்கப்பட்ட மின்சுற்று 13.20 (*a*) யில் காட்டப்பட்டுள்ளது. (இங்கு தடை இணைக்கப்பட்டமைக்கான காரணம் கூடுதலான மின்னோட்டத்தினால் கல்வனோமானி பாதிப்படைவதைத் தடுப்பதற்காகும்) இங்கு கல்வனோமானி யினூடாக நேர் மின்னோட்டமொன்று பாய்வது கல்வனோமானியின் காட்டி ஒரு திசையில் மட்டுமே அசைவதைக் கொண்டு அறியலாம். நேரத்திற்கு எதிராக பாயும் மின்னோட்டம் (அல்லது மின்னழுத்தம்) த்தை வரைபு படுத்தினால் 13.20 (b) உருவில் காட்டியவாறான நேர்கோடு கிடைக்கும்.

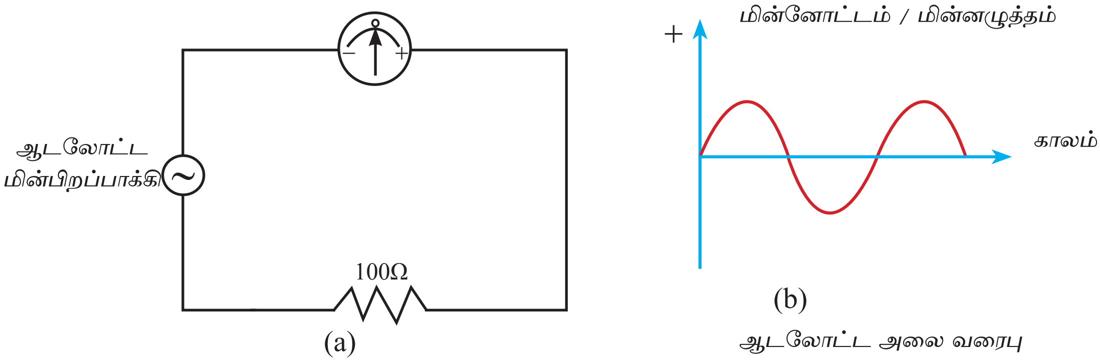



உரு 13.20 நேர் மின்னோட்ட மின்சுற்று

உரு 13.21 (a) இல் காட்டியவாறு முன்னர் விபரித்த தைனமோவையும் தடையையும் கல்வனோமானியையும் தொடராக இணைத்து ஆமேச்சரை மெதுவாக சுழற்றினால் மையப்பூச்சிய கல்வனோமானியின் காட்டி பூச்சியத்தினூடாக நேர், மறை திசை

களில் அலைவுறும். எனவே நேரத்திற்கு எதிராக மின்னோட்டம் (மின்னழுத்தம்) வரைபுபடுத்தும்போது உரு 13.21 (b) இல் காட்டியவாறு வரைபு கிடைக்கும்.




உரு 13.21 ஆடலோட்ட மின்னோட்ட சுற்றின் ஒழுங்கமைப்பு

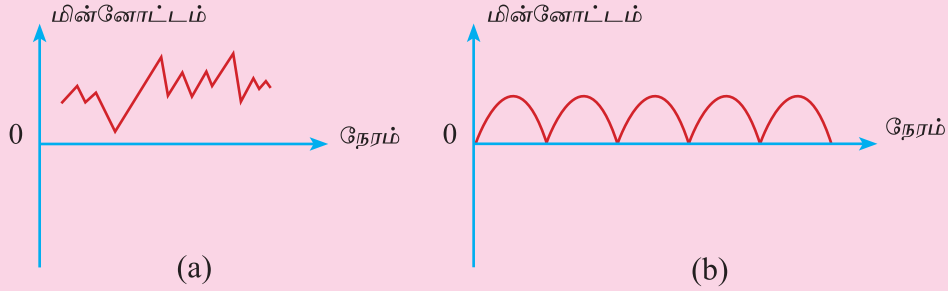
முதற் சந்தர்ப்பத்தில் (உரு 13.20) மின்னோட்டம் பாயும் திசை மாறுபடாததால் அவ்வாறான **நேரத்துடன் மின்னோட்டத் திசை மாறாத மின்னோட்டம் நேரோட்டம் எனப்படும்.**

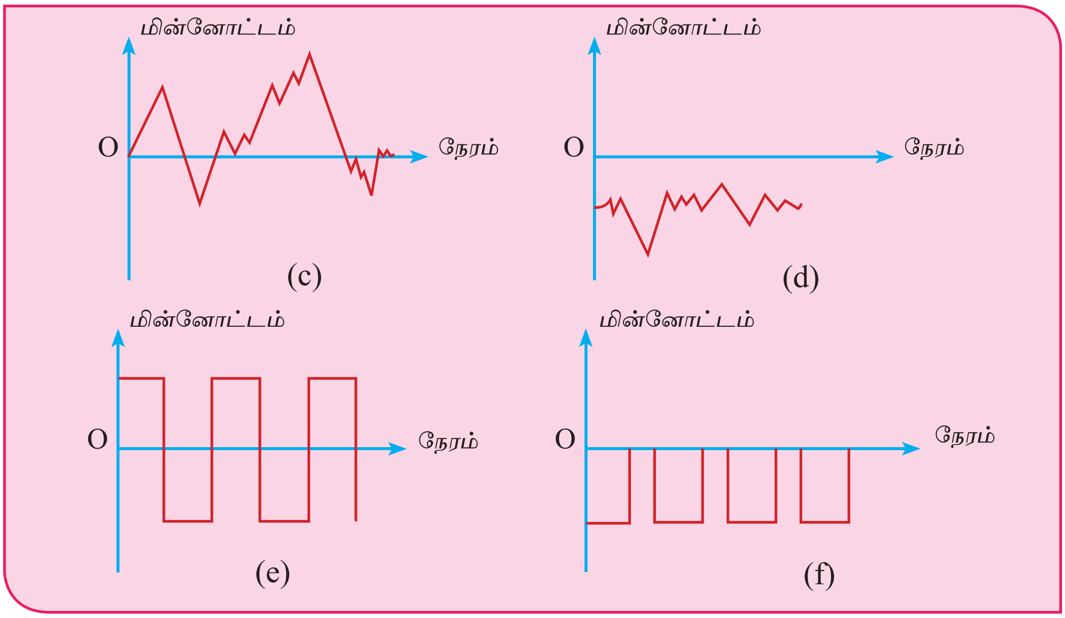
இரண்டாவது சந்தர்ப்பத்தில் (உரு 13.21) மின்னோட்டத்திசை நேரத்துடன் மாற்ற மடையும். **இவ்வாறான மின்னோட்டத்திசை நேரத்துடன் மாறுபடும் மின்னோட்டம் ஆடலோட்ட மின்னோட்டம் எனப்படும்.**

## பயிற்சி 13.4

1. நேரோட்ட மின்னோட்டம், ஆடலோட்ட மின்னோட்டம் என்பவற்றைப் பயன்படுத்தும் சந்தர்ப்பங்கள் சிலவற்றை எழுதுங்கள்.

2. நேரத்துடன் மின்னோட்டம் மாறுபடும் விதத்தைக் காட்டும் பல்வேறு வரைபுகள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன. இவை எவ்வகையான மின்னோட்டம் எனக்கூறி அதற்கான காரணத்தை தருக.



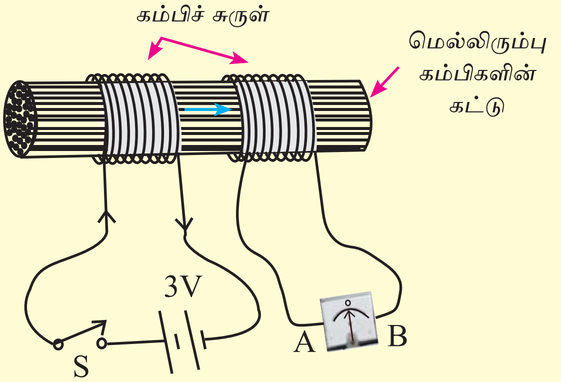



## 13.3.4 நிலைமாற்றிகள்

### செயற்பாடு 13.6

**தேவையான பொருள்கள் :** கணிச்சி 28 உடைய 2 m நீளமான காவலிட்ட செப்புக்கம்பி வகையைச் சேர்ந்த காவலிடப்பட்ட செப்புக் கம்பி மெல்லிரும்புக்கம்பிக்கட்டு, உலர்கலம் 2, மையப்பூச்சிய கல்வனோமானி ஒன்று, ஆளி ஒன்று

- மெல்லிரும்புக் கம்பிக்கட்டின் மீது ஏறத்தாழ 100 சுற்றுக்களை காவலிடப்பட்ட கம்பினால் சுற்றுங்கள்.
- பின்னர் அச்சுற்றைப்போன்ற இன்னொரு சுற்றை அச்சுற்றிலிருந்து 1 cm தூரத்தில் சுற்றுங்கள்.



- படத்தில் காட்டியவாறு ஆளியையும் 1.5 V உலர் மின் கலங்கள் இரண்டையும் தொடராக சுற்றில் இணையுங்கள். மற்றைய சுற்றை மையப்பூச்சிய கல்வனோமானியுடன் இணையுங்கள்.
- இப்போது முதலாவது சுருளுடன் இணைக்கப்பட்ட ஆளியை மூடி, திறந்து கல்வனோமானியின் ஊசியின் திரும்பலை அவதானியுங்கள். இதனடிப்படையில் கீழே காட்டப்பட்டுள்ள அட்டவணையிலுள்ள பிழையான சொல்லை நீக்கி அட்டவணையைப் பூரணப்படுத்துங்கள்.

| S ஆளி | மையப்பூச்சிய கல்வனோமானியின் காட்டியின் அசைவு | பெறுபேறு |
|---|---|---|
| ஆளியை மூடுதல் (ON) | (இடமாக / வலமாக) காட்டி திரும்பலடையும் | மின்னோட்டம் இரண்டாவது சுற்றில் (A யில் யிற்கு B யில் இருந்து A யிற்கு பாயும்) |
| தொடர்ந்தும் ஆளி மூடப்பட்டிருத்தல் | காட்டி (திரும்பலடையும் / திரும்பலடைவதில்லை) | மின்னோட்டம் (பாயும் / பாயாது) |
| ஆளியை திறத்தல் (OFF) | முதல் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் (இடமாக / வலமாக) திரும்பலடையும் | முதல் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் மின்னோட்டம் (பாயும் / பாயாது) |
| தொடர்ந்தும் ஆளியை திறந்திருத்தல் | திரும்பல் (உண்டு / இல்லை) | மின்னோட்டம் (பாயும் / பாயாது) |

இச் செயற்பாட்டைச் செய்வதன் மூலம் கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள முடிவுகளுக்கு வரலாம்.

- முதலாவது சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய ஆரம்பிக்கும் கணத்தில் இரண்டாவது சுற்றில் மின்னோட்டம் தூண்டப்படும்.
- முதலாவது சுற்றில் மின்னோட்டம் தொடர்ந்து பாயும்போது இரண்டாவது சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய்வது நின்றுவிடும்.
- மீண்டும் முதல் சுற்றில் மின்னோட்டம் பாயும்போது இரண்டாவது சுற்றில் முதல் தடவை மின்னோட்டம் பாய்ந்த திசைக்கு எதிர்த்திசையில் மின்னோட்டம் பாயும்.
- முதல் சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய்வது நிறுத்தப்பட்டவுடன் இரண்டாவது சுற்றில் மின்னோட்டம் பூச்சியமாகும்.

இங்கு முதல் சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய்வதற்கு முன்னர் சுற்றுக்குக் குறுக்காக காந்தப்புலம் இல்லை. முதல் சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய ஆரம்பிக்கும்போது காந்தப்புலமொன்று உருவாகும். இக் காந்தப்புலம் மெல்லிய இரும்புக் கம்பிக் கட்டியினூடாக இரண்டாவது சுற்றை நோக்கிப் பயணம் செய்யும். இரண்டாவது சுற்றில் உண்டாகும் இக் காந்தப்புல மாற்றம் காரணமாக இரண்டாவது சுற்றில் மின்னியக்கவிசை தூண்டப்பட்டு அதன் விளைவாக மின்னோட்டம் பாய திறம்பல் ஒன்றை கல்வனோமானி காட்டும்.

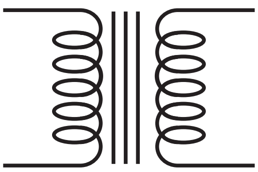
முதலாவது சுற்றில் தொடர்ந்தும் மின்னோட்டம் பாயும் போது காந்தப்புலம் தொடர்ந்தும் மாறுதலடையாது இருப்பதால் இரண்டாவது சுருளில் காந்தப்புலத்தில் எதுவிதமாற்றமும் ஏற்படாது. எனவே அதில் மின்னியக்கவிசை தூண்டப்படாது. எனவே கல்வனோமானியில் திறம்பல் ஏற்படாது.

மீண்டும் முதல் சுற்றிலுள்ள ஆளியை திறக்கும் போது அங்கு பாயும் மின்னோட்டம் துண்டிக்கப்படும். இதனால் மின்னோட்டத்தினால் தூண்டப்பட்ட காந்தப்புலம் அற்றுப்போகும். இதன் காரணமாக காந்தப்புலம் அற்றுப்போகும். இரண்டாவது சுருளில் காந்தப் பாயத்தில் மாற்றம் ஏற்படும். எனவே இரண்டாவது சுருளில் மின்னியக்க விசை ஒன்று தூண்டப்படும். இத்தூண்டிய மின்னியக்கவிசை முன்னர் நிகழ்ந்த மாற்றத்தை எதிர்க்கும் வகையில் இருக்கும். இதனால் கல்வனோமானியினூடு முன்னைய எதிரான திசையில் திறம்பல் ஏற்படும்.

முதற் சுருளில் மின்னோட்டப் பாய்ச்சல் இல்லை எனில் இரண்டாம் சுருளில் காந்தப்பாயத்தில் மாற்றம் ஏற்படாததன் காரணமாக அதில் மின்னியக்கவிசை தூண்டப்படமாட்டாது. எனவே கல்வனோமானியின் திறம்பல் பூச்சியமாகும். எனவே முதலாவது சுற்றிலிருந்து இரண்டாவது சுற்றை நோக்கிய காந்தப்புலத்தில் மாற்றத்தை ஏற்படத்தும் எல்லா சந்தர்ப்பங்களிலும் இரண்டாவது சுற்றில் மின்னியக்கவிசை தூண்டப்படும் என்பதை நாம் இதிலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம்.

முதலாவது சுருளிலுள்ள மின்கலத்திற்கு பதிலாக ஆடலுறும் அழுத்தத்தை நாம் இணைக்கும்போது (உரு 13.21 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு) காந்தப்புலத்தில் தொடர்ச்சியாக மாற்றம் ஏற்படுவதன் காரணமாக இரண்டாவது சுருளில் அதே மாதிரியான ஆடலுறும் அழுத்த வேறுபாடு ஒன்று தூண்டப்படும். அவ்வாறு சுருள்களின் காந்தப்புலத்தினூடான இணைப்பு நிலைமாற்றி எனப்படும்.

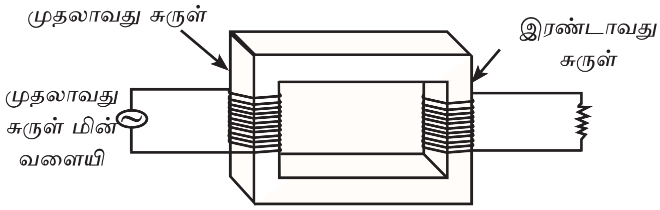
நிலைமாற்றி சுற்றி வரிப்படத்தை கீழே உள்ள உரு காட்டுகின்றது.



இங்கு கம்பிச் சுருளுக்கிடையில் உள்ள நேர்கோடுகள் மெல்லிரும்பானியை குறிக்கும்.

## நிலைமாற்றியின் கட்டமைப்பு

உரு 13.22 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது நிலைமாற்றியின் எளிய அமைப்பாகும். இங்கு மெல்லிரும்பு வளையத்தில் காவலிடப்பட்ட செப்புக்கம்பிச் சுற்றுக்கள் இரண்டு சுற்றப்பட்டுள்ளது.




உரு 13.22 எளிய நிலைமாற்றி

| முதற்சுற்று | துணைச்சுற்று |
|---|---|
| சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை $N_P$ | சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை $N_s$ |
| மின்னழுத்தம் $V_P$ | தூண்டல் அழுத்தம் $V_S$ |

பொதுவாக நிலைமாற்றியொன்றின் ஒரு சுற்றுக்கு ஆடலுரும் வலுவழங்கி இணைப்பதோடு இரண்டாம் சுற்றுக்கு சுமை (ஓர் தடை அல்லது ஆடலுரும் வலு வழங்கியில் செயற்படும் மின் உபகரணமொன்று) இணைக்கப்படும். சுற்றுக்கு வலுவை வழங்கும் முதலாவது கம்பிச் சுருள் முதற்சுருள் அல்லது 'பெய்ப்பு' எனவும் சக்தியைப் பெற்றுக்கொள்ளும் இரண்டாவது சுருள் துணைச்சுருள் அல்லது 'பயப்பு' எனவும் அழைக்கப்படும். முதற்சுற்றுக்கு வழங்கப்படும் மின்னழுத்தம் $V_P$ எனவும் துணைச்சுற்றின் அழுத்தம் $V_S$ எனவும் அழைக்கப்படும்.

முதற்சுற்றுக்கு வழங்கப்பட்ட $V_P$ மின்னழுத்தம் முதல் சுற்றில் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்துவதுடன் அதனால் ஆடலுரும் காந்தப்புலம் உருவாகும். இக் காந்தப்புலம் மெல்லிரும்பு அகணியினூடாக இரண்டாவது சுற்றில் இணைவதனால் இரண்டாவது சுற்றில் $V_S$ மின்னழுத்தம் உண்டாகும்.

நிலைமாற்றியொன்றின் சுருள்களின் எண்ணிக்கைக்கும் அவற்றில் உண்டாகும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டுக்கும் இடையிலான தொடர்பை பின்வருமாறு காட்டலாம்.

$$\frac{\text{முதல் சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{துணைச் சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை}} = \frac{\text{முதற்சுற்றின் மின்னழுத்தம்}}{\text{துணைச் சுற்றின் மின்னழுத்தம்}}$$

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S}$$

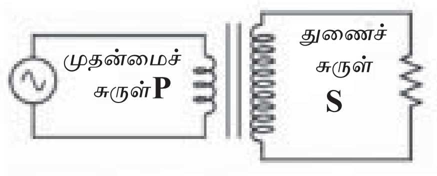
இதன் அடிப்படையில் முதல் சுற்றிலுள்ள சுருள்களின் எண்ணிக்கை $N_P$ துணைச் சுற்றிலுள்ள சுருள்களின் எண்ணிக்கை $N_S$ ஆகியவற்றுக்கிடையிலான விகிதத்தை மாற்றுவதன் மூலம் துணைச் சுற்றின் தூண்டல் அழுத்தத்தை கூட்டிக் குறைத்துக் கொள்ளலாம்.

இதற்கேற்ப நிலைமாற்றியின் இரு வகைகளைக் காட்டலாம்.

(1) படியுயர்த்து நிலைமாற்றிகள் (Step-up transformers)

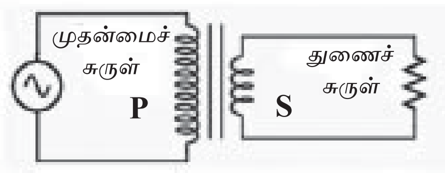
(2) படிகுறை நிலைமாற்றிகள் (Step-down transformers)

**(1) படியுயர்த்து நிலைமாற்றிகள்**




வழங்கும் வோல்ற்றளவிலும் பார்க்கப் பயப்பு வோல்ற்றளவைக் கூட்டத்தக்க நிலைமாற்றி கள் படியுயர்த்து நிலைமாற்றிகள் ஆகும். இவற்றின் முதன்மைச் சுருளின் முறுக்கு எண்ணிக்கையிலும் பார்க்கத் துணைச் சுருளின் முறுக்கு எண்ணிக்கை கூடியது.

**(2) படிகுறை நிலைமாற்றிகள்**




வழங்கும் வோல்ற்றளவிலும் பார்க்கப் பயப்பு வோல்ற்றளவைக் குறைக்கத்தக்க நிலைமாற்றி கள் படிகுறை நிலைமாற்றிகள் ஆகும். இவற்றின் முதன்மைச் சுருளின் முறுக்கு எண்ணிக்கையிலும் பார்க்கத் துணைச் சுருளின் முறுக்கை எண்ணிக்கை குறைந்தது.

## நிலைமாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படும் சந்தர்ப்பங்கள்

- தேசிய வலு நெய்யரிக்கு வழங்குவதற்கு முன் மின் வலு நிலையங்களில் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஆடலுரும் மின் 132 000 V (132 kV) அல்லது 220 000 V (220 kV) போன்ற உயர் வோல்ற்றளவுப் பெறுமானங்களுக்கு உயர்த்துவதற்கு படியுயர்த்து நிலைமாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படும்.

- பிரதான மின் ஊடுகடத்தும் நிலையங்களிலிருந்து வழங்கப்படும் மின்னை வீடு களுக்கு விநியோகிக்கும் உபநிலையங்கள், வலுப் பொதிகள், கணினி, வானொலி ஆகிய மின்னுபகரணங்களுக்கு படிகுறை நிலைமாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படும்.

- நுண்ணலை கனலி, கதிர்க் குழாய் ஆகியவற்றில் உயர் வோல்ற்றளவை பெற்றுக் கொடுப்பதற்கு படியுயர்த்து நிலைமாற்றிகள் பயன்படும்.

**நிலைமாற்றியில் சக்தித் தொடர்பு**

ஓர் இலட்சிய நிலைமாற்றியில் சக்தி இழப்பு இல்லையெனக் கொண்டால் அதன் திறன் 100 % ஆகும். அப்போது முதன்மையின் வலுவும் துணையின் வலுவும் சமம்.

**வலு = அழுத்த வித்தியாசம் × ஓட்டம்**

ஆகையால், பின்வரும் தொடர்புடைமையைப் பெறலாம்.

சக்தி நட்டம் பூச்சியமாக இருக்கும்போது

**முதன்மையின் வலு = துணையின் வலு** ஆகையால்,

**முதன்மையின் அழுத்த வித்தியாசம் × முதன்மையின் ஓட்டம் = துணையின் அழுத்த வித்தியாசம் × துணையின் ஓட்டம்**

இதற்கேற்ப,

$$V_P I_P = V_s I_s$$

$I_p$ = முதன்மைச் சுருளின் ஓட்டம்

$I_s$ = துணைச் சுருளின் ஓட்டம்

$V_p$ = முதன்மையின் அழுத்த வித்தியாசம்

$V_s$ = துணையின் அழுத்த வித்தியாசம்

உதாரணம் : ஒரு குறித்த நிலைமாற்றியின் முதன்மைச் சுருளின் முறுக்கு எண்ணிக்கை 500 உம் துணைச் சுருளின் முறுக்கு எண்ணிக்கை 5000 உம் ஆகும். அதன் முதன்மைச் சுருளுக்கு அழுத்த வித்தியாசம் 12 V ஆகவுள்ள ஆடலோட்டம் வழங்கப்படுகின்றது. அப்போது முதன்மைக்குக் கிடைக்கும் ஓட்டம் 2 V எனின்,

(i) நிலைமாற்றியின் துணைச் சுருளின் அழுத்த வித்தியாசத்தைக் காண்க.

(ii) நிலைமாற்றியின் துணைச் சுருளின் ஓட்டத்தைக் காண்க.

(iii) இது எவ்வகை நிலைமாற்றியாகும்?

(i) $N_p = 500, N_s = 5000, V_p = 12\ V, V_s = ?$

$$\frac{V_s}{V_p} \qquad \frac{N_s}{N_p}$$

$V_s$ ஐ எழுவாயாக்குவோம். அப்போது

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p}$$

$$V_s = \frac{12\ V \times 5000}{500}$$

$$V_s \ 120\ V$$

(ii) $V_p = 12\ V, \ V_s = 120\ V, I_p = 2\ A, I_s = ?$

$$V_p \ I_p = V_s \ I_s$$

$$I_s = \frac{V_p \ I_p}{V_s}$$

$$I_s = \frac{12\ V \times 2\ A}{120\ V}$$

$$I_s = \frac{2\ A}{10}$$

$$I_s = 0.2\ A$$

(iii) இது படி கூட்டு நிலைமாற்றி

## பொழிப்பு

- மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியைச் சுற்றி உண்டாகும் காந்தப் புலத்தின் திசையை வலக்கைத் தக்கைத் திருகுவிதியின் மூலம் காணலாம்.
- ஓட்டம் பாயும் திசையில் தக்கைத் திருகின் (வலக்கைப் புரி உள்ள திருகு) நுனி செல்லும் போது தக்கைத் திருகின் தலை சுழலும் திசையில் காந்தப் புலம் இருக்கின்றது.
- ஒரு மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியைக் காந்தப் புலத்தில் வைக்கும்போது அக்கடத்தி மீது ஒரு விசை உண்டாகின்றது.
- இவ்விசையானது கடத்தியினூடான ஓட்டம், கடத்தியின் நீளம், காந்தப் புலத்தின் வலிமை என்னும் மூன்று காரணிகளுக்கு நேரடி விகிதசமம்.
- ஒரு காந்தப்புலத்தில் வைத்த ஓட்டம் பாயும் கடத்தி மீது ஒரு விசை உண்டாகும்போது அது இயங்குகின்றது.
- இயங்கும் திசையைக் காண்பதற்குப் பிளெமிங்கின் இடக்கை விதியைப் பயன்படுத்தலாம்.
- இடக்கையின் பெருவிரல், சுட்டுவிரல், நடுவிரல் ஆகிய மூன்றையும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக வைத்துக்கொண்டு ஓட்டத்தின் திசையில் நடுவிரலையும் காந்தப்புலத்தின் திசையில் சுட்டு விரலையும் வழிப்படுத்தும்போது பெருவிரல் வழிப்படுத்தப்படும் திசையில் கடத்தி மீது விசை (இயக்கம்) உண்டாகின்றது.
- ஒரு காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஓட்டம் பாயும் கடத்தி மீது உண்டாகும் விசையைப் பயன்படுத்தி நேரோட்ட மோட்டர், ஒலிபெருக்கி போன்ற உபகரணங்கள் தொழிற்படுகின்றன.
- மோட்டரின் செயற்பாட்டில் மின்சக்தி பொறிமுறைச் சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது.
- மூடிய மின்சுற்றில் காந்தப்பாய மாற்றம் காரணமாக அழுத்த வித்தியாசத் தைச் சுற்றில் உண்டாக்கல் மின்காந்தத் தூண்டல் எனப்படும்.

- தூண்டிய மின்னியக்க விசையின் பருமனில் சுருளின் முறுக்கு எண்ணிக்கை, காந்தத்தின் வலிமை, காந்தம் இயங்கும் கதி என்னும் காரணிகள் செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றன.
- ஒரு நேரிய கடத்தியின் தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசையைக் காண்பதற்குப் பிளெமிங்கின் வலக்கை விதி பயன்படுத்தப்படுகின்றது.
- வலக்கையின் பெருவிரல், சுட்டுவிரல், நடுவிரல் ஆகிய மூன்றையும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக வைத்தக் கொண்டு காந்தப் புலத்தின் திசையில் சுட்டும் விரலையும் இயங்கும் திசையில் பெருவிரலையும் வழிப்படுத்தும்போது நடுவிரல் வழிப்படுத்தப்படும் திசையில் தூண்டிய ஓட்டம் பாய்கின்றது.
- மின்காந்தத் தூண்டல் பயன்படுத்தப்படும் சந்தர்ப்பங்களாகச் சைக்கிள் தைனமோ, அசையுஞ் சுருள் நுணுக்குப்பன்னி ஆகியவற்றைக் காட்டலாம்.
- நேரத்துடன் ஓட்டத்தின் பருமனும் திசையும் மாறாவிட்டால், அத்தகைய ஓட்டம் நேரோட்டமாகும்.
- நேரத்துடன் ஓட்டத்தின் பருமன் அல்லது திசை அல்லது பருமனும் திசையும் மாறினால், அத்தகைய ஓட்டம் ஆடலோட்டமாகும்.
- உலர் கலங்கள், சூரிய கலங்கள் என்பவற்றில் இருந்து நேரோட்டத்தையும் ஆடலோட்டத் தைனமோவிலிருந்து ஆடலோட்டத்தையும் பெறலாம்.
- நிலைமாற்றிகளின் மூலம் ஆடலுரும் வோல்ற்றளவை ஒரு பெறுமானத் திலிருந்து வேறொரு பெறுமானத்துக்கு மாற்றலாம்.
- நிலைமாற்றிகளின் முதன்மைச் சுருளுக்கும் துணைச் சுருளுக்குமிடையே உள்ள தொடர்புடைமை

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} \qquad V_p I_p = V_s I_s$$

## 13.4 பயிற்சி

1. ஒரு நிலைமாற்றியின் முதன்மைச் சுருளின் முறுக்குகளின் எண்ணிக்கை 1000 ஆக இருக்கும் அதே வேளை துணைச் சுருளில் 100 முறுக்குகள் உள்ளன. அதன் முதன்மைச் சுருளுக்கு அழுத்த வித்தியாசம் 230V ஆகவுள்ள ஓர் ஆடலோட்டம் வழங்கப்படுகின்றது. நிலைமாற்றியில் சக்தி நட்டம் இல்லையெனக் கொண்டு பின்வருவனவற்றைக் காண்க.

   (i) துணையிலிருந்து பெறத்தக்க உயர்ந்தபட்ச அழுத்த வித்தியாசம்,

   (ii) முதன்மைக்கு 5 A ஓட்டத்தை வழங்கினால் துணையிலிருந்து வழங்கும் ஓட்டம்

2. ஒரு குறித்த நிலைமாற்றியின் முதன்மைச் சுருளின் முறுக்கு எண்ணிக்கை 5000 உம் துணைச் சுருளின் முறுக்கு எண்ணிக்கை 500 உம் ஆகும். அதன் முதன்மைச் சுருளுக்கு 230 V அழுத்த வித்தியாசம் வழங்கப்படுகின்றது. நிலைமாற்றியின் திறன் 100 % எனின்,

   (i) துணையிலிருந்து வழங்கும் அழுத்த வித்தியாசத்தைக் காண்க.

   (ii) துணையிலிருந்து வழங்கும் ஓட்டம் 10 A எனின், முதன்மைக்கு வழங்கப்படும் ஓட்டத்தைக் காண்க.

3. ஒரு குறித்த நிலைமாற்றியின் முதன்மைச் சுருளினதும் துணைச் சுருளினதும் முறுக்கு எண்ணிக்கைகள் 1 : 10 என்னும் விகிதத்தில் உள்ளன. முதன்மைச் சுருளுக்கு 6 V ஆடலோட்டம் வழங்கப்பட்டுள்ளது. துணையிலிருந்து 20 A ஓட்டத்தைப் பெறவேண்டியுள்ளது. நிலைமாற்றியின் திறன் 100 % எனக் கொண்டு பின்வருவனவற்றைக் காண்க.

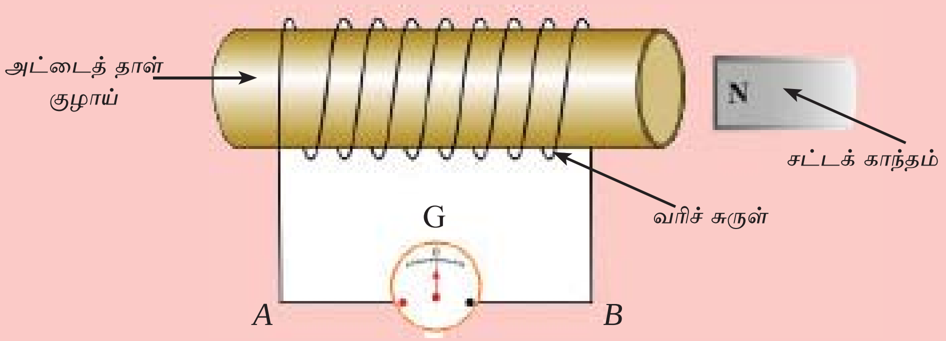
   (i) துணையிலிருந்து வழங்கப்படும் அழுத்த வித்தியாசம்

   (ii) முதன்மைக்கு வழங்கும் ஓட்டம்

   (iii) முதன்மையின் வோல்ற்றளவுக்கும் துணையின் வோல்ற்றளவுக்கு மிடையே உள்ள விகிதம்

   (iv) முதன்மையின் ஓட்டத்திற்கும் துணையின் ஓட்டத்திற்குமிடையே உள்ள விகிதம்

4. மின்காந்தத் தூண்டல் பயன்படுத்தப்படும் பல சந்தர்ப்பங்கள் உள்ளன. மின்காந்தத் தூண்டல் தோற்றப்பாட்டைச் செய்துகாட்டுவதற்குத் தயார் செய்த ஓர் ஒழுங்கமைப்பு கீழே உள்ள உருவில் காணப்படுகின்றது.




(i) மின்காந்தத் தூண்டல் என்பதை எளிதாக அறிமுகஞ் செய்க.

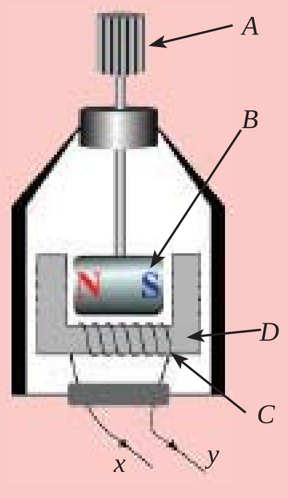
(ii) ஒரு சட்டக் காந்தத்தின் வடமுனைவு விரைவாகச் சுருளை நோக்கிக் கொண்டு வரப்படும்போது மையப் பூச்சியக் கல்வனோமானி (G) இன் திறம்பல் வலப்பக்கமாக ஏற்பட்டது. இதன் கல்வனோமானியினூடாக உள்ள ஓட்டம் A யிலிருந்து B யிற்கா அல்லது B யிலிருந்து A யிற்கா பாய்கின்றது ?

(iii) சட்டக் காந்தத்தின் வடமுனைவை வரிச்சுருளிலிருந்து அப்பால் எடுக்கும்போது கல்வனோமானியின் திறம்பல் நடைபெறும் திசை யாது ?

(iv) காந்தத் தென் முனைவை வரிச்சுருளை நோக்கிக் கொண்டு சென்றால், கல்வனோமானியின் திறம்பல் உண்டாகும் திசை யாது ?

(v) கல்வனோமானியினூடாகப் பாயும் ஓட்டத்தின் வலிமை சார்ந்திருக்கும் மூன்று காரணிகளை எழுதுக.

5. ஒரு சைக்கிள் தைனமோவின் உட்பகுதிகள் பின்வரும் உருவில் காட்டியுள்ளவாறு உள்ளன.




(i) இங்கு A, B, C, D ஆகிய பகுதிகளைப் பெயரிடுக.

(ii) தைனமோவின் தொழிற்பாட்டிற்கு அடிப் படையான கோட்பாடு யாது ?

(iii) இத் தைனமோவின் தொழிற்பாட்டை விளக்குக.

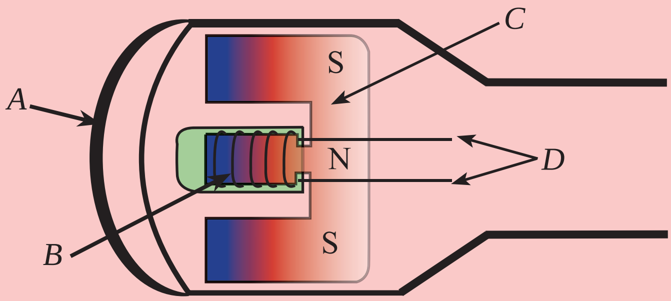
(iv) சைக்கிள் தைனமோவிலிருந்து வழங்கப் படும் ஓட்டம் நேரோட்டமா? ஆடலோட்டமா?

(v) இங்கு உண்டாகும் ஓட்டத்தின் மின்னியக்க விசை நேரத்துடன் மாறும் விதத்தைக் காட்டுவதற்கு ஒரு பரும்படி வரைபை வரைக.

(vi) சைக்கிள் விளக்கின் ஒளிர்வு சைக்கிள் செலுத்தப்படும் கதியுடன் மாறுகின்றது. இது நடைபெறும் விதத்தை விளக்குக.

(vii) சைக்கிள் தைனமோவின் மூலம் சைக்கிள் விளக்கு ஒளிர்த்தப்படும்போது நடைபெறும் சக்தி மாற்றத்தை எழுதுக.

6. பின்வருவது ஓர் அசையுஞ் சுருள் நுணுக்குப்பன்னியாகும். A, B, C, D என்னும் பகுதிகளை பெயரிட்டு அதன் தொழிற்பாடுகளை விபரிக்குக.




| கலைச் சொற்கள் | |
|---|---|
| காந்தப்புலம் | - Magnetic field |
| படிகூட்டு நிலைமாற்றி | - Step - up transformer |
| படி குறை நிலைமாற்றி | - Step - down transformer |
| காந்தம் | - Magnet |
| வலு | - Power |
| சுருள் | - Coil |
| நிலைமாற்றி | - Transformer |
| ஆடலோட்டம் | - Alternating Current |
| மின்காந்த தூண்டல் | - Electro Magnetic Induction |
| தூண்டல் மின்னோட்டம் | - Induced Current |
| மின்னியக்கவிசை | - Electromotive force |