அலகு
11

இயற்பியலின் அண்மைக்கால வளர்ச்சிகள் (RECENT DEVELOPMENTS IN PHYSICS)

மீ நுண் உலகில் நமக்கு நிறைய வாய்ப்புகள் உள்ளன. இது இயற்பியல் துறையின் புதிய களத்தில் நுழைவதற்கான ஒரு அழைப்பு

–ரிச்சர்டு ஃபைன்மேன்

கற்றலின் நோக்கங்கள்

இந்த அலகில் மாணவர்கள் அறிந்து கொள்ள இருப்பது

- அனைத்து வகையான வளர்ச்சிக்கும் இயற்பியலின் முக்கியத்துவம்
- பொறியியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்திற்கு அடிப்படைக் கட்டுமானத் தொகுதியாக உள்ள இயற்பியல்
- நானோ அறிவியல் மற்றும் நானோ தொழில்நுட்பம்
- எந்திரனியல் துறையில் இயற்பியல்
- மருத்துவ நோய் அறிதல் மற்றும் சிகிச்சையில் இயற்பியல் கொள்கைகள்
- துகள் இயற்பியல், பிரபஞ்சவியல் மற்றும் குவாண்டம் தகவல் கோட்பாடு
- இயற்பியலின் அண்மைக்கால வளர்ச்சிகளை ஆராய்வதற்கான அடித்தளம் மேல்நிலை வகுப்பு இயற்பியலில் உள்ளதை உணர்தல்
- உயர்கல்வியில் உள்ள சவால்களை வசதியாகவும் மற்றும் நம்பிக்கையுடனும் சந்திக்க மாணவர்களை தயார்படுத்துதல்

A6B1C6

11.1 அறிமுகம்

இயற்பியல் என்பது படம் 11.1 இல் காட்டியுள்ளவாறு அறிவியல், பொறியியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்திற்கு அடிப்படைக் கட்டுமானத் தொகுதியாக உள்ளது. (XI இயற்பியல் 1.3 ஐக் காண்க) வேகமாக வளர்ந்துவரும் நானோ அறிவியல் மற்றும் நானோ தொழில்நுட்பம், எந்திரனியல் (Robotics) மற்றும் மருத்துவ நோயறிதல் (medical diagnosis) மற்றும் சிகிச்சை ஆகிய இந்த துறைகளில் இயற்பியலின் பயன்பாடுகளை மாணவர்கள் உணர்ந்து கொள்ளும் வகையில் சுருக்கமாக விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அலகானது மேல்நிலை இயற்பியலில் உள்ள முக்கிய இயற்பியல் கொள்கைகள் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சிக்கு அடித்தளமாக உள்ளதை வெளிப்படுத்துகிறது. மேல்நிலை பள்ளி அளவில் தேவையான அடிப்படை இயற்பியலை கற்றிருப்பதால் அறிவியல், பொறியியல், தொழில்நுட்பம் மற்றும் மருத்துவம் ஆகிய அனைத்து உயர்கல்வி துறைகளிலும் மாணவர்கள் சாதிக்க முடியும் என்ற நம்பிக்கையூட்டும் வகையில் இந்த அலகு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 256 9/12/2019 1:02:31 PM

படம் 11.1 இயற்பியல் – பொறியியல், தொழில்நுட்பம், அறிவியல் மற்றும் மருத்துவத்திற்கு அடிப்படைக் கட்டுமானம் (தேர்வுக்கு உரியதன்று)

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 257 9/12/2019 1:02:31 PM

11.2 நானோ அறிவியல் மற்றும் நானோ தொழில்நுட்பம்

11.2.1

நானோஅறிவியல் (Nanoscience)

நானோ அறிவியல் என்பது 1–100 nm அளவுகள் வரை கொண்ட பொருள்களின் அறிவியல் ஆகும். நானோ என்பது ஒரு மீட்டரில் பில்லியனில் ஒரு பங்கு அதாவது 10^{-9} m ஆகும்.

பருப்பொருளானது அத்தகைய சிறு பொருட்களாக பிரிக்கப்பட்டால் இயந்திரவியல், மின்னியல், ஒளியியல், காந்தவியல் மற்றும் பிற பண்புகள் மாறுபடுகிறது.

நானோதொழில்நுட்பம் (Nanotechnology)

நானோ தொழிநுட்பம் என்பது நானோ அளவில் கட்டமைக்கப்பட்ட பொருள்களின் வடிவமைப்பு, உற்பத்தி, பண்புக்கூறுகள் மற்றும் பயன்பாடுகள் உள்ளடக்கிய தொழில்நுட்பம் ஆகும்.

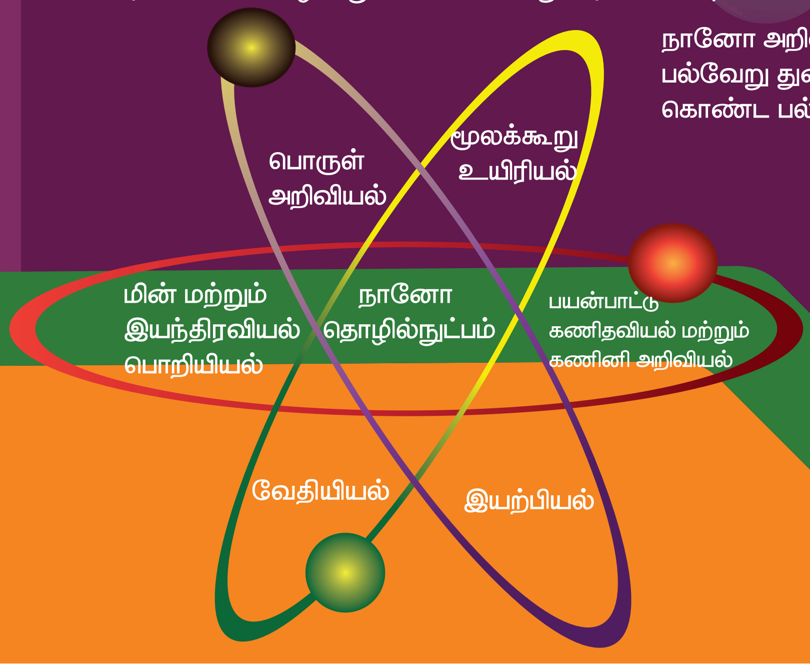
நானோதுகள்கள் (Nanoparticles)

திண்மங்கள் துகள்களால் ஆனது. ஒவ்வொரு துகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான அணுக்களைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் இது பொருளுக்கு பொருள் மாறுபடலாம். ஒரு திண்மத்தின் துகளானது 100 nm ஐ விட சிறிய அளவாக இருந்தால் அது 'நானோ திண்மம் (Nano solid)' எனப்படுகிறது. துகளின் அளவு 100 nm ஐ விட அதிகமெனில் அது ஒரு 'பேரளவு திண்மம் (Bulk solid)' ஆகும். நானோ மற்றும் பேரளவு திண்மங்கள் ஒரே வேதியியல் கலவையால் ஆனவையாக இருக்கலாம் என்பது கவனிக்க வேண்டியதாகும். எடுத்துக்காட்டாக, ZnO ஆனது பேரளவு மற்றும் நானோ ஆகிய இரு வடிவிலும் இருக்கலாம். ஒரே வேதியியல் கலவையாக இருப்பினும் பேரளவு வடிவத்தை ஒப்பிட நானோ வடிவம் மாறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது.

நானோ அளவிலான பரிமாணங்களில் (குறைக்கப்பட்ட பரிமாணங்கள்) நானோ பண்புகளை இரு முக்கிய நிகழ்வுகள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. அவை குவாண்டம் வரையறை விளைவுகள் (quantum confinement effects) மற்றும் மேற்பரப்பு விளைவுகள் (surface effects) ஆகும். மாணவர்கள் இந்த விளைவுகளை உயர்கல்வியில் ஆராயலாம் மற்றும் அதன் விளக்கம் பள்ளிக்கல்வி அளவில் தவிர்க்கப்பட்டுள்ளது.

11.2.2 நானோ தொழில்நுட்பத்தின் பல்துறை இயல்பு

நானோ அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பம் பல்வேறு துறைகளில் பயன்பாடுகளைக் கொண்ட பல்துறை இயல்புடையதாகும்.



UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 258 9/12/2019 1:02:32 PM

11.2.3 இயற்கையில் உள்ள நானோ

நானோ அளவிலான வடிவங்கள் அறிவியல் அறிஞர்கள் அவற்றை ஆய்வுக் கூடங்களில் ஆய்வு செய்யத் தொடங்குவதற்கு வெகு காலம் முன்பே இயற்கையில் அமைந்துள்ளன.

சில எடுத்துக்காட்டுகள்

பொருள்

DNA இன் ஓரிழை ஒன்று அனைத்து உயிரினங்களின் அடிப்படைக் கட்டமைப்பாக உள்ளது. ஏறத்தாழ மூன்று நானோமீட்டர்கள் அகலம் கொண்டது

இயற்கையில் உள்ள நானோ

ஆய்வுக்கூடங்களில் பின்பற்றுவது

பொருள்கள் செய்யப்பட்ட நானோ துகள்களின் அளவை மாற்றி அமைப்பதன் மூலம் நிறங்களைக் கையாளுதல்

பொருள்

மார்ஃபோ பட்டாம்பூச்சியின் இறக்கைகளில் உள்ள செதில்கள் நானோ அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன, அவை ஒளி அலைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இடைவினை புரியும் வழியை மாற்றி இறக்கைகளுக்கு உலோக நீல நிறத்தையும் பச்சை சாயல்களையும் அளிக்கின்றன.

இயற்கையில் உள்ள நானோ

பொருள்

மயில் இறகுகள் சில பத்து நானோ மீட்டர் தடிமன் கொண்ட 2 பரிமாண ஒளிப்படிக அமைப்புகளுடன் ஒளி இடைவினை புரிவதால் அவற்றின் மாறுபட்ட நிறங்களைப் பெறுகின்றன.

இயற்கையில் உள்ள நானோ

ஆய்வுக்கூடங்களில் பின்பற்றுவது

மயில் இறகுகள் போன்று பல்வேறு நிறங்களில் ஒளிர நானோ கட்டமைப்புகள் ஆய்வுக் கூடங்களில் உருவாக்கப்படுகின்றன.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 259 9/12/2019 1:02:33 PM

பொருள்

கிளி மீன் நாள்முழுதும் பவளப் பாறைகளை கடித்து நொறுக்கி கொண்டிருக்கும். கிளி மீனின் சக்தி வாய்ந்த கடிக்கு காரணம் ஒன்றுடன் ஒன்று பின்னப்பட்ட நானோ அமைப்பான நார்கள் ஆகும். புளுரோபடைட் என்ற கனிமத்தின் படிகங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சங்கிலித்தொடராக பின்னப்பட்டு உள்ளது. இந்த அமைப்பு கிளி மீனின் பற்களுக்கு அற்புதமான நிலைப்புத்திறனை அளிக்கிறது.

ஆய்வுக் கூடங்களில் பின்பற்றுவது

இயற்கை அமைப்பு தொடர்ந்து இயங்கி தேய்மானம் மற்றும் தொடர்பு தகைவுக்கு உட்படும் மின்னணுவியலில் மற்றும் பிற கருவிகளில் உள்ள இயந்திரவியல் பாகங்களுக்கு உதவும் வகையில் மிகவும் நிலைப்புத்திறன் கொண்ட செயற்கை பொருட்களை உருவாக்க அடித்தளமாக உள்ளது.

பொருள்

தாமரை இலை மேற்பரப்பு வரிக்கண்ணோட்ட எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (SEM) தாமரை இலையின் மேற்பரப்பில் உள்ள நானோ அமைப்பைக் காட்டுகிறது. இதுவே தாமரை இலையின் தானே சுத்தப்படுத்திக்கொள்ளும் செயல்பாட்டிற்கு காரணமாகும்.

இயற்கையில் உள்ள நானோ

இயற்கையில் உள்ள நானோ

ஆய்வுக் கூடங்களில் பின்பற்றுவது

நீரை எதிர்க்கும் நானோ வர்ணங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. அத்தகைய நானோ வர்ணங்கள் பூசப்பட்டால் நிலைப்புத்திறன், கறை மற்றும் தூசிகளுக்கு எதிரான பாதுகாப்பு அளிக்கின்றன. மேலும் இந்த நானோ வர்ணங்கள் கப்பல்களில் பூசப்பட்டால் எரிபொருளின் பயனுறுதிறன் அதிகரிக்கிறது.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 260 9/12/2019 1:02:35 PM

11.2.4 ஆரம்பகால தொடக்கம் மற்றும் வளர்ச்சி
(தேர்வுக்கு உரியதன்று)

2016
ஜியான் பியேர் சவாஜ், ஃப்ரேசர் ஸ்டாடர்ட் மற்றும் பெர்னார்டு பெரிங்கா ஆகியோர் 'நானோ கார்' உள்ளிட்ட நானோ அளவிலான இயந்திரங்களை மேம்படுத்தும் ஆராய்ச்சிக்காக வேதியியலில் நோபல் பரிசு பெற்றனர்.

2004
மான்செஸ்டர் பல்கலைக்கழகத்தில் 2004இல் ஆண்டரி கைம் மற்றும் கான்ஸ்டன்டின் நவோஸ்லெவ் ஆகியோரால் 2D பொருள் தனிமைப்படுத்தி வகைப்படுத்தப்பட்டது. இந்த ஆய்வுப் பணி 2010இல் இயற்பியலில் நோபல் பரிசைப் பெற்றது.

1990-2000
நானோ தொடர்பான ஆராய்ச்சியை வழி நடத்த ஆராய்ச்சிக் குழுக்கள் மற்றும் செயற்குழுக்கள் அமைக்கப்பட்டன. நானோ தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தும் பயனாளர் பொருள்கள் சந்தையில் வரத்தொடங்கின.

1989
IBM இன் அல்மேடன் ஆராய்ச்சி மையத்தில் டான் இக்ளர் மற்றும் எர்ஹார்டு ஸ்வைசர் IBM சின்னத்தை உச்சரிக்க 35 தனியான செனான் (Xenon) அணுக்களைக் கையாண்டனர்.இந்த அணுக்களைத் துல்லியமாகக் கையாளும் திறனை காட்சிப்படுத்தியதன் மூலம் நானோ தொழில் நுட்பத்தின் அவசியம், பயன்பாடு உலகுக்கு தெரிந்தது.

1981
கெர்டு பின்னிங்(Gred Binning) மற்றும் ஹைன்ரிக் ரோரர்(Heinrich Rohrer) வரிக்கண்ணோட்ட துளைக்கும் நுண்ணோக்கியை (Scaning Tunnelling Microscope–STM) மேம்படுத்தியது நவீன நானோ தொழில்நுட்பத்தின் தொடக்கமாகும். ஆராய்ச்சியாளர்கள் முதன் முதலாக பொருள்களின் மேற்பரப்பில் உள்ள அணுக்களைப் பார்க்க STM உதவியது முதல் நானோ தொழில்நுட்பம் அதன் படிப்படியான வளர்ச்சியைத் தொடங்கியது.

1974
மிது துல்லிய இயந்திரங்களை மேம்படுத்தும் பணியின் போது பேராசிரியர் நோரியோ டனிகுச்சி (Norio Taniguchi) நானோ தொழில்நுட்பம் என்ற வார்த்தையை உருவாக்கினார்.

1959
இந்த நானோ அறிவியல் மற்றும் நானோ தொழில்நுட்பம் ஆகிய சொற்களை உருவாக்குவதற்கு வெகுகாலம் முன்பே 1959 இல் ரிச்சர்டு ஃபைன்மேன் என்ற அமெரிக்க இயற்பியலாளர் அவரது "அடிமட்டத்திலேயே இன்னும் நிறைய அறைகள் உள்ளன" என்ற உரையில் அவற்றை வரையறை செய்யும் கருத்துகளை குறிப்பிட்டுள்ளார். ஃபைன்மேன் அவரது உரையில் எதிர்காலத்தில் அறிவியல் அறிஞர்கள் ஒவ்வொரு அணுவையும், ஒவ்வொரு மூலக்கூறையும் எவ்வாறு தனித்தனியாக கையாளவும், கட்டுப்படுத்தவும் முடியும் என்பது போன்ற செயல்முறைகளை விவரித்தார்.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 261 9/12/2019 1:02:35 PM

11.2.5 ஆய்வுக்கூடங்களில் நானோ

ஆய்வுக் கூடத்தில் உருவாக்கப்பட்ட நானோ அமைப்புகள் இயற்கையின் அற்புதமான நானோ அமைப்புகளைப் பின்பற்றி அமைந்துள்ளன. நானோ அமைப்புகள் மிகவும் சிறியதாக உள்ளதால் இந்த அளவிலான பொருள்களை உற்பத்தி செய்ய சிறப்பு முறைகள் தேவைப்படுகின்றன. நானோ பொருள்களை தயாரிக்க இரு வழிகள் உள்ளன. மேலிருந்து கீழ் மற்றும் கீழிருந்து மேல் அணுகுமுறைகள்.

நானோ துகள்கள் உருவாக்கம்

மேலிருந்து– கீழ் அணுகுமுறை

பேரளவு திண்மங்களை நானோ அளவுக்கு உடைப்பதன் மூலம் நானோ பொருள்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. எடுத்துககாட்டு: பந்துகளால் அரைத்தல் (Ball milling), கூழாக்கும் முறை (sol–gel), கல் அச்சு (Lithogrophy)

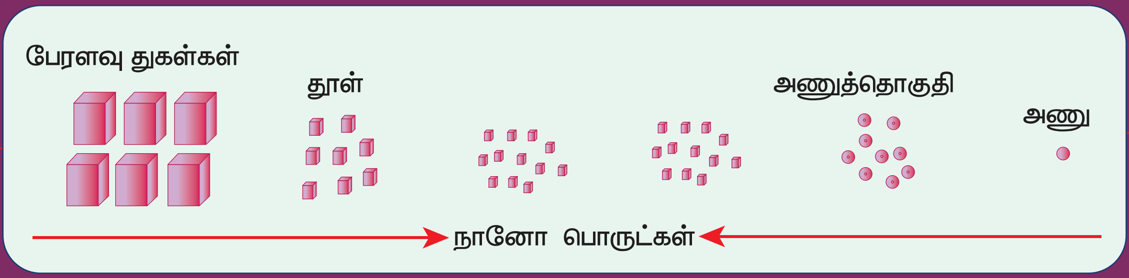
கீழிருந்து–மேல் அணுமுறை

நானோ பொருள்கள் அணுக்கள்/ மூலக்கூறுகளை ஒன்றாக கூட்டுவதன் மூலம் உருவாக்கப்படுகின்றன. தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அணுக்கள் அமைப்பை உருவாக்குமாறு ஒன்று சேர்க்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: பிளாஸ்மா பொறித்தல் (Plasma etching) மற்றும் வேதி நீராவி படிவு (chemical vapour deposition)

நானோ பொருள்கள் உருவாக்கம்

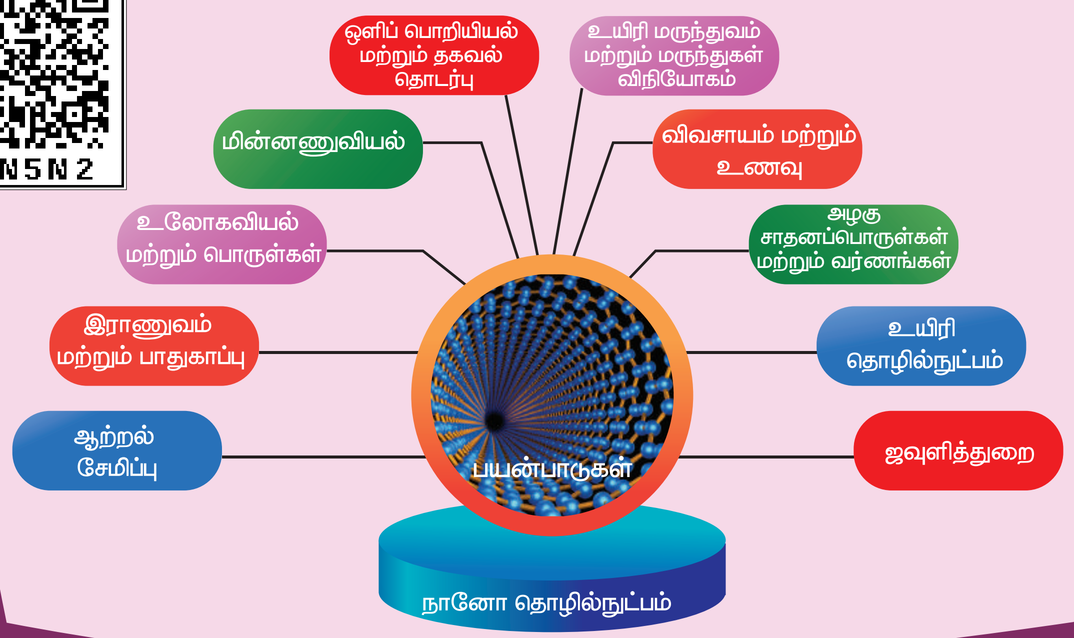
மேலிருந்து – கீழ் அணுகுமுறை

கீழிருந்து – மேல் அணுகுமுறை



அதிக அளவிலான முறைகள் உள்ளதால் இந்த மட்டத்தில் விவரங்கள் தவிர்க்கப்பட்டுள்ளன.

11.2.6 நானோ தொழில்நுட்பத்தின் பயன்பாடுகள்



பல்வேறு துறைகளில் நானோ அடிப்படையிலான பொருள்களின் பயன்பாடுகள்

வாகன தொழிற்சாலை	வேதித் தொழிற்சாலை	பொறியியல்
• குறைந்த எடை கட்டமைப்பு • வர்ணப்பூச்சு (நிரப்பிகள், அடித்தளப்பூச்சு, தெளிவான பூச்சு) • வினையூக்கிகள் • டயர்கள் (நிரப்பிகள்) • உணர்விகள் • கார் கண்ணாடி மற்றும் கூண்டிற்கான பூச்சுகள்	• வர்ணப்பூச்சு அமைப்பின் நிரப்பிகள் • நானோ கூட்டுப்பொருள்களால் ஆன பூச்சு அமைப்புகள் • காகிதங்களை செறிவூட்டல் • மாற்றக்கூடிய பசைகள் • காந்தப் பாய்மங்கள்	• கருவிகள் மற்றும் இயந்திரங்களுக்கான தேய்மானப் பாதுகாப்பு (தடுப்பு எதிர்ப்பு பூச்சுகள், நெகிழிப் பாகங்களில் கீறல் எதிர்ப்பு பூச்சுகள் ஆகியன) • உயவு எண்ணெய் இல்லா பேரிங்குகள்
மின்னணுவியல் தொழிற்சாலை	**கட்டுமானம்**	**மருத்துவம்**
• தரவு நினைவகம் • காட்சிப்படுத்திகள் (Displays) • லேசர் டையோடுகள் • கண்ணாடி இழைகள் • ஒளியியல் சுவிட்சுகள் • வடிப்பான்கள் (IR தடுத்தல்) • கடத்தக்கூடிய நிலைமின் எதிர்ப்புப் பூச்சுகள்	• கட்டுமானப் பொருள்கள் • வெப்பக் காப்பு • தீத் தடுப்பான்கள் • மரம், தரைகள், கல், கட்டிட முகப்புகள், ஓடுகள், கூரை ஓடுகள் ஆகியவற்றின் மேற்பரப்பு சார்ந்த கட்டுமானப் பொருட்கள் • கட்டிட முகப்பு பூச்சுகள் • பள்ளம் நிரப்பும் கலவை	• மருந்து விநியோக அமைப்புகள் • செயல்படும் காரணிகள் • மாறுபட்ட ஊடகம் • மருத்துவ விரைவுச் சோதனைகள் செயற்கை உறுப்புகள் பொருத்துதல் • நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு பொருள்கள் மற்றும் பூச்சுகள் • புற்றுநோய் சிகிச்சை பொருள்கள்

ஜவுளி / துணிகள்/ (நெய்யப்படாதது)	ஆற்றல்	அழகு சாதனப் பொருட்கள்
• மேற்பரப்பு– பதப்படுத்தப்பட்ட ஜவுளிகள் • ஸ்மார்ட் ஆடைகள்	• எரிபொருள் கலன்கள் • சூரிய மின் கலன்கள் • மின்கல அடுக்குகள் • மின்தேக்கிகள்	• சூரிய ஒளிப் பாதுகாப்பு • உதட்டுச் சாயங்கள் • தோல் பூச்சுகள் • பற்பசை
உணவு மற்றும் பானங்கள்	**வீட்டு உபயோகம்**	**விளையாட்டு/ வெளிப்புறம்**
• தொகுப்புப் பொருள்கள் • சேமிப்பு வாழ் உணர்விகள் • கூட்டுப்பொருள்கள் • பழ ரசங்களை தெளிவுபடுத்துதல்	• இரும்புக்கான பீங்கான் பூச்சுகள் • வாசனையூட்டிகள் • கண்ணாடி , பீங்கான், தரை, சன்னல்கள் அகியவற்றிற்கான சுத்தப்படுத்தி	• ஸ்கி மெழுகு • கண்ணாடிகள்/ நீச்சல் கண்ணாடிகளின் பனித்தடுப்புகள் • கப்பல்கள்/படகுகளுக்கான சிதிலத்தடுப்பான் பூச்சுகள் • வலுப்படுத்தப்பட்ட டென்னிஸ் மட்டைகள் மற்றும் பந்துகள்

11.2.7 நானோ துகள்களின் சாத்தியமான தீங்குவிளைவிக்கும் விளைவுகள்

நானோ தொழில்நுட்பம் பயன்பாட்டின் தீங்கு விளைவிக்கும் விளைவுகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியும் சம அளவான முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. மேலும் அது வேகமாகவும் வளர்ந்துவரும் ஆராய்ச்சி துறையாகும். இங்கு முக்கிய பிரச்சனை என்னவென்றால் நானோ துகள்கள் புரோட்டீன் போன்ற உயிரி மூலக்கூறுகளுக்கு சமமான பரிமாணங்களைக் கொண்டுள்ளன. அவை உயரினங்களின் மேற்பரப்பினுள் எளிதாக உறிஞ்சப்படலாம் அல்லது உடலின் திசுக்கள் மற்றும் நீர்மங்களில் நுழையக்கூடும்.

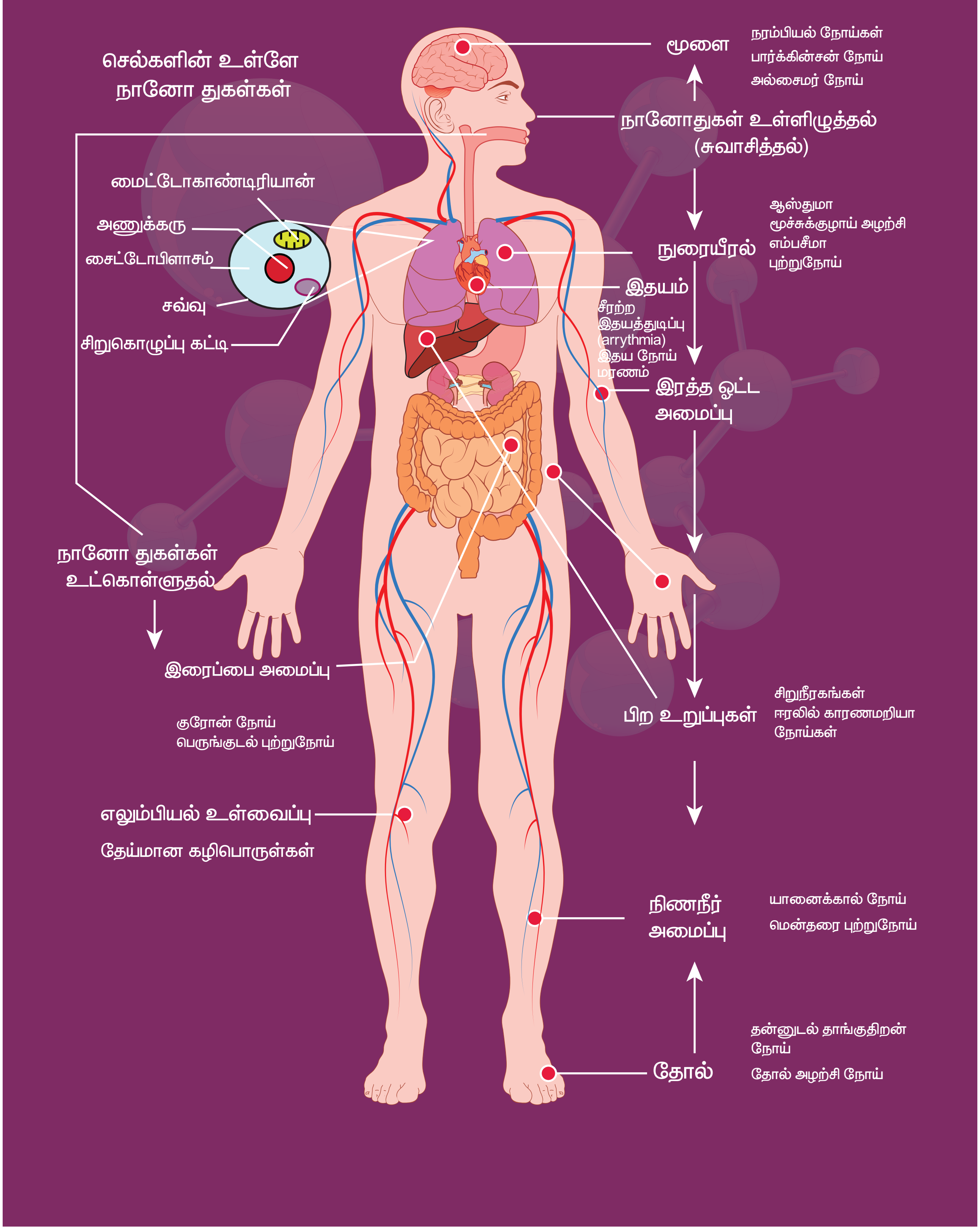
உறிஞ்சப்படும் தன்மை நானோ துகளின் மேற்பரப்பைச் சார்ந்தது. உடலில் உள்ள குறிப்பிட்ட செல், மருந்தை நேரடியாக உறிஞ்சும் வகையில் நானோ துகளின் மேற்பரப்பை வடிவமைக்க இயலும்.

உயிர்வாழ் அமைப்புகளுடன் ஏற்படும் இடைவினையையும் நானோ துகள்களின் பரிமாணங்கள் பாதிக்கின்றன. உதாரணமாக, சில நானோ மீட்டர் அளவுள்ள நானோதுகள்கள் உயிரி மூலக்கூறுகளுக்கு உள்ளே நன்கு சென்றடைகின்றன, ஆனால் பெரிய நானோதுகள்களால் இது இயலாது. நானோ துகள்கள் செல் சவ்வுகளையும் கடக்கும். உள்ளிழுக்கப்பட்ட நானோ துகள்கள் இரத்தத்தை அடைய இயலும். மேலும் இவை ஈரல், இதயம் அல்லது இரத்த செல்கள் ஆகிய உறுப்புகளையும் அடையும் வாய்ப்பு உள்ளது.

ஆராய்ச்சியாளர்கள் பல்வேறுபட்ட அளவு, வடிவம், வேதிஅமைப்பு மற்றும் மேற்பரப்பு பண்புகள் கொண்ட நானோதுகள்களை உயிரின உறுப்புகளில் செலுத்தும் போது அதன் எதிர்செயலைப் புரிந்துகொள்ள முயற்சி செய்கின்றனர்.

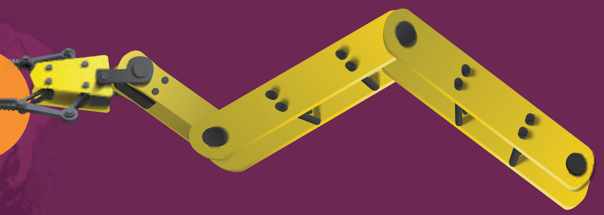
UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 264 9/12/2019 1:02:36 PM

நானோ துகள் உடலில் நுழையும்போது ஏற்படும் நோய்கள்
(தேர்வுக்கு உரியதன்று)



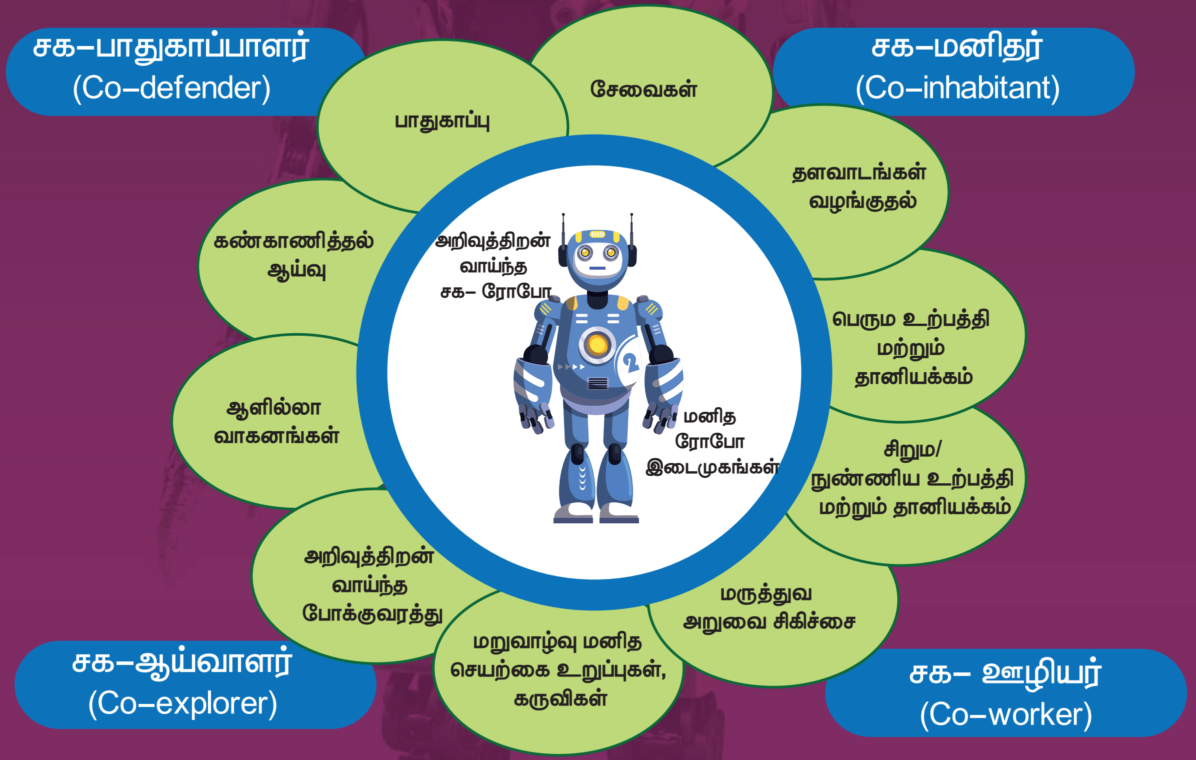
UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 265 9/12/2019 1:02:36 PM

11.3 எந்திரனியல் (Robotics)



11.3.1 எந்திரனியல் என்றால் என்ன?

எந்திரனியல் என்பது இயந்திரப் பொறியியல், மின்னணுப் பொறியியல், கணினி பொறியியல் மற்றும் அறிவியல் ஆகியவற்றின் ஒருங்கிணைந்த கற்றல் பிரிவு ஆகும். இயந்திர மனிதன் (ரோபோ) என்பது மின்னணுவியல் சுற்றினால் வடிவமைக்கப்பட்ட மற்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட பணியைச் செய்ய திட்டமிடப்பட்ட ஒரு எந்திரனியல் கருவியாகும். இந்த தானியங்கி இயந்திரங்கள் எந்திரனியல் சகாப்தத்தின் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக அமைந்து வெடிகுண்டுகளை செயலிழக்கச் செய்தல், கட்டட இடிபாடுகளில் சிக்கியுள்ளவர்களைக் கண்டறிதல், சுரங்கங்களை ஆய்வு செய்தல் மற்றும் கப்பல் விபத்துகள் போன்ற அபாயகரமான சூழல்களில் மனிதர்களைப் போல செயலாற்றுகின்றன.



1954–இல் ஜார்ஜ் டிவால் என்பவர் யுனிமேட் எனப்படும் முதல் இலக்கமுறை செயல்பாடு கொண்ட திட்டமிடக்கூடிய ரோபோவை கண்டுபிடித்தார். நவீன இயந்திர மனிதவியல் தொழிலின் தந்தை ஜோசப் ஏஞ்சல்பெர்கர் மற்றும் ஜார்ஜ் டிவால் உலகத்தின் முதல் இயந்திர மனித நிறுவனத்தை 1956–இல் உருவாக்கினர். 1961–இல் யுனிமேட் ஆனது நியூஜெர்சியில் ஒரு ஜெனரல் மோட்டார்ஸ் தானியங்கிகள் தொழிற்சாலையில் கார் உதிரி பாகங்களை நகர்த்துவதற்காக இயக்கப்பட்டது.

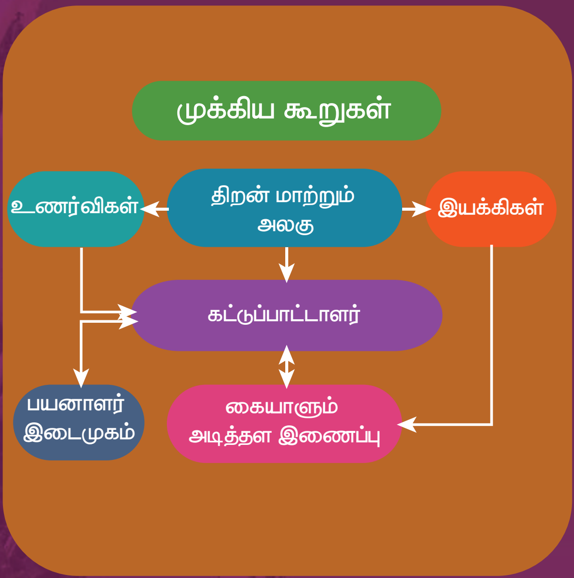
UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 266 9/12/2019 1:02:37 PM

11.3.2 எந்திரனியலின் கூறுகள்

எந்திரனியல் அமைப்பானது முக்கியமாக உணர்விகள், திறன் வழங்கிகள், கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள், கையாளும் கருவிகள் மற்றும் தேவையான மென்பொருளைக் கொண்டுள்ளது.

பெரும்பாலான ரோபோக்கள் 3 முக்கிய பாகங்களால் ஆனது

1. கட்டுப்பாட்டாளர் (Controller) – மூளை என்றும் அழைக்கப்படும் இது கணினி நிரலினால் இயங்குகிறது. இது பணியைச் செய்வதற்காக இயங்கும் பாகங்களுக்கு கட்டளைகளை வழங்குகிறது.
2. இயந்திரவியல் பாகங்கள் (Mechanical parts) – மோட்டார்கள், பிஸ்டன்கள், பிடிப்பான்கள் (Grippers), சக்கரங்கள் மற்றும் கியர்கள் ஆகியவை ரோபோவை இயங்க, பிடிக்க, திரும்ப மற்றும் தூக்கச் செய்கின்றன.
3. உணர்விகள் (Sensors)– ரோபோட்டின் சுற்றுப்புறத்தைப் பற்றி ரோபோவிடம் கூற இது பயன்படுகிறது. மேலும் சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள பொருள்களின் அளவுகள் மற்றும் வடிவங்களையும் பொருள்களிடையே உள்ள தொலைவு மற்றும் திசைகளையும் கூட கண்டறிய உதவுகிறது.



11.3.3 ரோபோக்களின் வகைகள்

மனித ரோபோ (Human Robot)

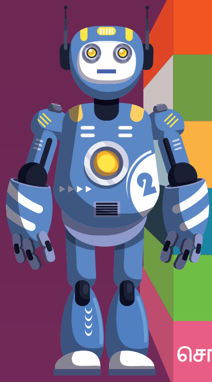
சில ரோபோக்கள் தோற்றத்தில் மனிதர்களைப் போலவே இருக்கும் வகையில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் அவை நடத்தல், தூக்குதல் மற்றும் உணர்தல் போன்ற மனித செயல்பாடுகளை அவ்வாறே செய்கின்றன.

1. **திறன் மாற்றும் அலகு:** ரோபோக்கள் ஆனது மின்கலன்கள், சூரியஒளி மின்திறன் மற்றும் நீர்மவியல் அமைப்புகளில் இருந்து மின்திறனைப் பெறுகின்றன.
2. **இயக்கிகள்:** ஆற்றலை இயக்கமாக மாற்றுகின்றன. பெரும்பாலான இயக்கிகள் சுழல் இயக்கம் அல்லது நேர்க்கோட்டு இயக்கத்தை உருவாக்குகின்றன.
3. **மின் மோட்டார்கள்:** இவை சக்கரங்கள், கைகள், விரல்கள், கால்கள் உணர்விகள், கேமிரா, ஆயுத அமைப்புகள் போன்ற ரோபோக்களின் பாகங்களை இயக்க பயன்படுகின்றன. பல்வேறு வகையான மின்மோட்டார்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
4. **காற்றழுத்தத் தசைகள்:** இவை காற்று உள்ளே செலுத்தப்பட்டால் சுருங்கவும், விரிவடையவும் கூடிய கருவிகள் ஆகும். இது மனித தசையின் செயல்பாட்டைப் பிரதிபலிக்கும். காற்று அவற்றின் உள்ளே உறிஞ்சப்பட்டால் அவை ஏறத்தாழ 40% அளவுக்கு சுருங்கும்.
5. **தசைக்கம்பிகள்:** இவை வடிவ நினைவு உலோகக் கலவைகளால் (Shape memory alloys) உருவாக்கப்பட்ட மெல்லிய கம்பிகள் ஆகும். அவற்றின் வழியே மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்டால் அவை 5% அளவுக்கு சுருங்கும்.
6. **பீசோ மோட்டார்கள் மற்றும் மீயொலி மோட்டார்கள்:** நாம் அடிப்படையில் இவற்றை தொழிற்சாலை ரோபோக்களில் பயன்படுத்துகிறோம்.
7. **உணர்விகள்:** இவை நிகழ்நேர அறிவுசார் தகவல்களை அளிப்பதால் பொதுவாக பணிச் சூழல்களில் பயன்படுகின்றன.
8. **ரோபோ இடம் பெயரும் அமைப்பு:** ரோபோக்களுக்கு இயக்க வகைகளை அளிக்கிறது. இது பல்வேறு வகைகளானது.
அ) கால் உள்ளது ஆ) சக்கரம் உள்ளது
இ) கால் மற்றும் சக்கரம் சேர்ந்து உள்ள அமைப்பு ஈ) கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நழுவுதல்/ சறுக்குதல்.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 267 9/12/2019 1:02:37 PM

தொழிற்சாலை ரோபோக்கள்
(Industrial Robots)

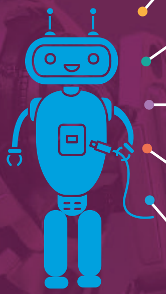
தொழிற்சாலை ரோபோக்களின்
ஆறு முக்கிய வகைகள்



1. கார்ட்டீசியன்
2. *SCARA
3. உருளை வடிவம்
4. டெல்டா
5. துருவ வகை
6. செங்குத்தாக கருதப்படுபவை

*Selective Compliance Assembly Robot Arm

ஆறு– அச்சு ரோபோக்கள்
கீழ்க்கண்டவற்றிற்கு ஏற்றது.



- மின் வில் பற்றவைப்பு
- குறிப்பிட்ட இட பற்றவைப்பு
- பொருள்களை கையாளுதல்
- இயந்திரப் பராமரிப்பு
- பிற பயன்பாடுகள்

செயற்கை நுண்ணறிவு
(Artificial Intelligence)

Q9A6W8

செயற்கை நுண்ணறிவின் நோக்கம் மனிதனைப் போன்ற பண்புகளை ரோபோக்களில் கொண்டுவருவது ஆகும். அதன் பணிகள்.

1. முகம் அடையாளம் காணல்.
2. கணினி விளையாட்டுகளில் விளையாடுபவரின் செயல்பாடுகளுக்கு பதில் அளித்தல்.
3. முந்தைய செயல்களின் அடிப்படையில் முடிவுகளை எடுத்தல்.
4. சாலைகளில் போக்குவரத்து நெரிசலை பகுப்பாய்வு செய்து போக்குவரத்தை ஒழுங்குப்படுத்துதல்.
5. ஒரு மொழியில் இருந்து மற்றொன்றிற்கு வார்த்தைகளை மொழி பெயர்ப்பு செய்தல்.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 268 9/12/2019 1:02:38 PM

11.3.4 பயன்பாடுகள்

வெளிப்புற விண்வெளி: விண்மீன்கள், கோள்கள் ஆகியவற்றை ஆய்வு செய்தல், செவ்வாய் கோளின் பாறைகள் மற்றும் மண் வகைகள் உள்ளிட்ட கனிம வளத்தை கூர்ந்தாய்வு செய்தல் மற்றும் பாறைகள் மற்றும் மண் வகைகளில் காணப்படும் தனிமங்களைப் பகுப்பாய்வு செய்தல்.

நாசாவின் செவ்வாய் ரோவர் ஆய்வுக்கலன்

செவ்வாய் இரட்டை ரோவர் ஆய்வுக்கலன்கள்

செவ்வாய் பாதை கண்டறியும் பணி

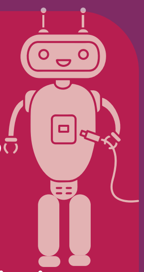
மிகச்சிறிய இடங்களில் ஒரு பணியை மேற்கொள்ள நானோ ரோபோக்களின் அளவானது நுண்ணிய அளவிற்கு குறைக்கப்படுகிறது. இருப்பினும், அது வளர்ந்துவரும் நிலையில்தான் உள்ளது. மருத்துவத்துறையில் அதன் எதிர்கால வாய்ப்புகள் மிகவும் அதிகமாக எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. இரத்த ஓட்டத்தில் சிறிய அறுவை சிகிச்சைகளை மேற்கொள்ளவும், பாக்டீரியாவுக்கு எதிராக போராடுதல், உடலில் உள்ள தனிப்பட்ட செல்லை சீரமைத்தல் ஆகியவற்றில் நானோ ரோபோக்கள் செயல்படும். அவை உடலுக்குள் பயணம் செய்யும் மற்றும் பணி மேற்கொண்டபின் வெளியே வரும். சீன அறிவியல் அறிஞர்கள் உலகின் முதல் தன்னிச்சையாக செயல்படும் DNA ரோபோக்களை புற்றுநோய் கட்டிகளை அழிப்பதற்காக உருவாக்கியுள்ளனர்.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 269 9/12/2019 1:02:39 PM

ரோபோக்களை உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்கள்

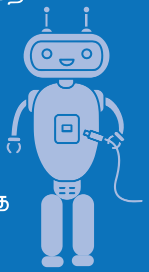
ரோபோக்களுக்கு, அலுமினியம் மற்றும் எஃகு ஆகிய உலோகங்கள் பொதுவாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. அலுமினியம் ஆனது ஒரு மென்மையான உலோகம் என்பதால் அதைக் கொண்டு எளிதாக உருவாக்கலாம், ஆனால் எஃகு ஆனது பல மடங்கு வலிமையானது. இவை தகடு, கம்பி, வாய்க்கால் வடிவ கம்பி மற்றும் பிற வடிவங்களாக ரோபோ உடல் பகுதிகள் கட்டமைப்பதற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

11.3.5 எந்திரனியலின் நன்மைகள்

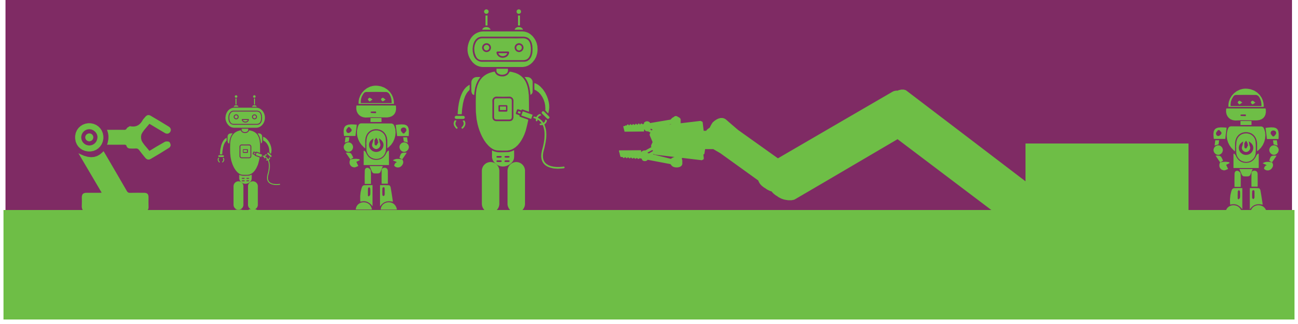


1. ரோபோக்கள் மனிதர்களை விட மிகவும் மலிவானதாகும்.
2. ரோபோக்கள் மனிதர்களைப் போல எப்போதும் சோர்வடையாது. அவை 24x7 மணி நேரமும் வேலை செய்யும். எனவே பணி இடத்தில் வருகை தராமை குறைக்கப்படுகிறது.
3. ரோபோக்கள் மிகவும் துல்லியமானவை மற்றும் பணியை மேற்கொள்வதில் குறைபாடு அற்றவை.
4. மனிதர்களை விட வலிமையானவை மற்றும் வேகமானவை
5. ரோபோக்கள் அதீத சுற்றுச்சூழல் நிலைகளிலும் வேலை செய்யும். எடுத்துக்காட்டாக அதீத வெப்பம் அல்லது குளிர், விண்வெளி அல்லது நீருக்கடியில், வெடிகுண்டு கண்டுபிடிப்பு மற்றும் செயலிழப்பு போன்ற ஆபத்தான சூழல்களில் ரோபோக்கள் பணிபுரிகின்றன.
6. போரில் ரோபோக்கள் மனித உயிர்களை காப்பாற்றும்.
7. ரோபோக்கள் வேதி தொழிற்சாலைகளில் குறிப்பாக அணு உலைகளில் மனிதர்களுக்கு சுகாதார தீங்கை ஏற்படுத்தும் நிலையில் பொருள்களை கையாளுவதில் கணிசமாக பயன்படுகின்றன.

11.3.6 எந்திரனியலின் தீமைகள்



1. ரோபோக்களுக்கு உணர்வுகள் அல்லது மனசாட்சி இல்லை.
2. அவை இரக்கம் அற்றதாக உள்ளது மற்றும் உணர்வற்ற பணியிடங்களை உருவாக்குகின்றன.
3. இறுதியில் ரோபோக்கள் எல்லா வேலையும் செய்தால், மனிதர்கள் உட்கார்ந்து அவற்றை கண்காணித்தால், சுகாதார சீர்கேடு விரைவாக அதிகரிக்கும்.
4. வேலை வாய்ப்பின்மை பிரச்சனை அதிகரிக்கும்.
5. ரோபோக்கள் வரையறுக்கப்பட்ட வேலையை மட்டுமே செய்ய இயலும் மற்றும் எதிர்பாரா சூழல்களைக் கையாள இயலாது.
6. ரோபோக்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையை மட்டுமே செய்ய திட்டமிடப்பட்டவை. ஒருவேளை ஏதேனும் ஒரு சிறு தவறு நடந்தால் அது நிறுவனத்திற்கு பெரும் நட்டத்தை ஏற்படுத்தும்.
7. ஒரு ரோபோ பழுதானால், பிரச்சனையை அடையாளம் காண, சரி செய்ய மற்றும் தேவைப்பட்டால் மறு திட்டமிட நேரமாகும். இச்செயல்முறைக்கு கணிசமான நேரம் தேவை.
8. முடிவு எடுப்பதில் ரோபோக்களால் மனிதர்களுக்கு மாற்றாக இருக்க இயலாது.
9. ரோபோக்கள் மனித நுண்ணறிவு மட்டத்தை அடையும் வரை, பணி இடத்தில் மனிதர்கள் நீடிப்பார்கள்.



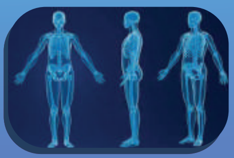
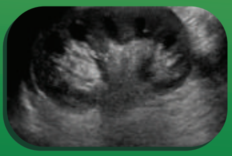
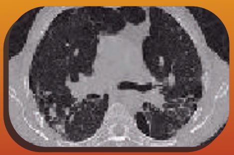
UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 270 9/12/2019 1:02:39 PM

11.4 மருத்துவ நோயறிதல் மற்றும் சிகிச்சையில் இயற்பியல் (Physics in medical diagnosis and therapy)

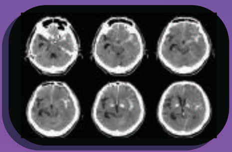
மருத்துவ அறிவியல், இயற்பியல் கொள்கைகளை பின்பற்றியே இயங்குகிறது. தொழில்நுட்பம் ஒருங்கிணைந்த நோயறிதல் மற்றும் சிகிச்சை (technology integrated diagnosis and treatment) முறைகளால் அளிக்கப்படுவதால் மருத்துவ கருவிமயமாக்கல் மனித வாழ்நாளை அதிகரித்துள்ளது. அடிப்படை இயற்பியலை திறம்பட பயன்படுத்துவதால் எல்லா துறைகளிலும் இந்த நவீனமயமாக்கல் சாத்தியமாகிறது.

11.4.1 மருத்துவ துறையின் வளர்ச்சியானது கீழே காட்டியுள்ளவாறு இயற்பியலின் பரிணாம வளர்ச்சிக்கு ஏற்ப உள்ளது.

(தேர்வுக்கு உரியதன்று)

	ஆண்டு	இயற்பியல் கண்டுபிடிப்பு (கண்டுபிடித்தவர்)	மருத்துவத்துறையில் பயன்படுத்தப்படும் நுட்பம்	படம்
1	1895	x– கதிர்கள் (வில்ஹெம் கான்ராட்– ராண்ட்ஜன்)	கதிரியக்கவியல் – x கதிர் படம்	
2	1896 மற்றும் 1898	கதிரியக்கக் கோட்பாடு (ஆன்டனி ஹென்றி பெக்கரல், பியூரிகியூரி மற்றும் மேரி கியூரி)	கதிரியக்க ஐசோடோப் படம்	
3	1934	செயற்கைக் கதிரியக்கம் (ஜோலியட் மற்றும் ஐரெனி கியூரி)	கதிரியக்கப் படம் (Scintigraphy)	
4	1950	மீயொலி	எக்கோ கிராஃபி	
5	1952	அணுக்கரு காந்த ஒத்ததிர்வு (NMR) (பெலிக்ஸ் பிளாக் மற்றும் எட்வர்டு பர்செல்)	காந்த ஒத்ததிர்வுப் படம் (MRI)	
6	1979	X கதிர் கணிக்கும் டோமோகிராஃபி (கார்மாக் மற்றும் ஹீன்ஸ்பீல்டு)	கணிக்கப்பட்ட டோமோகிராஃபி (CT)	

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 271 9/12/2019 1:02:39 PM

	ஆண்டு	இயற்பியல் கண்டுபிடிப்பு (கண்டுபிடித்தவர்)	மருத்துவத்துறையில் பயன்படுத்தப்படும் நுட்பம்	படம்
7	1934	செயற்கை கதிரியக்கம் (ஜோலியட் மற்றும் ஐரெனி கியூரி)	பாசிட்ரான் உமிழ்வு டோமோகிராஃபி	
8	1940-இல்	ஒளி இழை	எண்டோஸ்கோப்பி, உயிரி மருத்துவ உணர்விகள்	
9	1960	லேசர்	அறுவை சிகிச்சை கருவி மற்றும் நோயறியும் கருவி	
10	1959	நானோ தொழில் நுட்பம்	நானோ மருத்துவம், மருந்து விநியோகம்	
11	2005	இரட்டை மூல கணிக்கப்பட்ட டோமோகிராஃபி (DSCT)	கணக்கிடப்பட்ட டோமோகிராஃபி (CT)	
12	1998	அணுக்கரு மருத்துவம் (டேவிட் டௌன்சென்ட், ரொனால்ட் நட்)	இணைவுப் பிம்ப தொழில்நுட்பங்கள் (PET-CT, PET-MR)	

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 272 9/12/2019 1:02:40 PM

11.4.2 மருத்துவ தொழில்நுட்பத்தில் சமீபத்திய வளர்ச்சியானது கீழ்க்கண்டவற்றை உள்ளடக்கியவை.

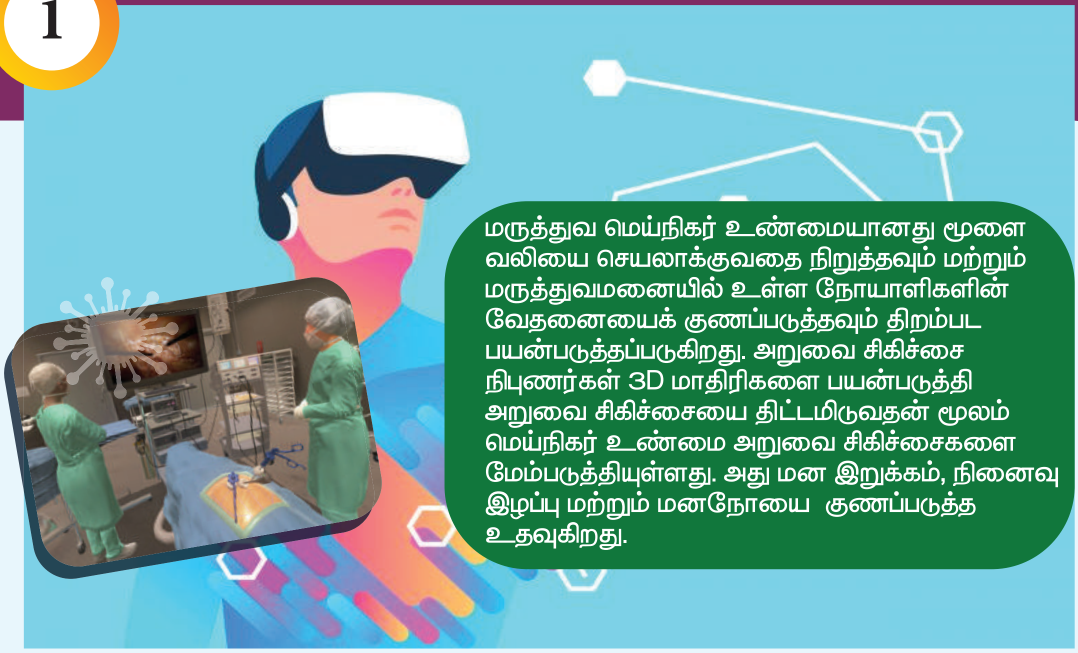
1. மெய்நிகர் உண்மை (Virtual reality)
2. துல்லிய மருத்துவம் (Precision medicine)
3. சுகாதார அணிகலன்கள் (Health wearables)
4. செயற்கை உறுப்புகள் (Artificial organs)
5. முப்பரிமாண 3D அச்சு (3D printing)
6. கம்பியில்லா மூளை உணர்விகள் (Wireless brain sensors)
7. ரோபோட்டிக் அறுவை சிகிச்சை (Robotic surgery)
8. மீத்திறன் உள்இழுப்பான்கள் (Smart inhalers)

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 273 9/12/2019 1:02:40 PM

தொழில்நுட்பத்தையும் அடிப்படை இயற்பியலையும் ஒருங்கிணைத்ததால் மருத்துவ நோயறிதலின் புதுமையானது திடீர் பாய்ச்சலாக உயர்ந்துள்ளது. அத்தகைய முன்னேற்றங்களில் சில கீழே விவாதிக்கப்பட்டுள்ளன.

மெய்நிகர் உண்மை

1

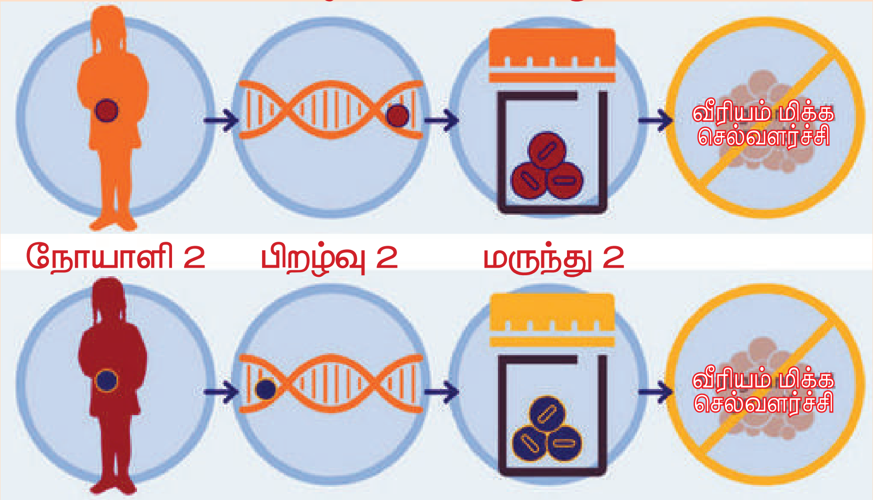


மருத்துவ மெய்நிகர் உண்மையானது மூளை வலியை செயலாக்குவதை நிறுத்தவும் மற்றும் மருத்துவமனையில் உள்ள நோயாளிகளின் வேதனையைக் குணப்படுத்தவும் திறம்பட பயன்படுத்தப்படுகிறது. அறுவை சிகிச்சை நிபுணர்கள் 3D மாதிரிகளை பயன்படுத்தி அறுவை சிகிச்சையை திட்டமிடுவதன் மூலம் மெய்நிகர் உண்மை அறுவை சிகிச்சைகளை மேம்படுத்தியுள்ளது. அது மன இறுக்கம், நினைவு இழப்பு மற்றும் மனநோயை குணப்படுத்த உதவுகிறது.

2

துல்லிய மருத்துவம்

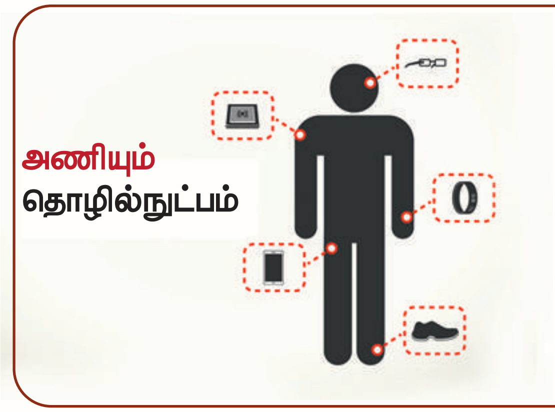
துல்லிய மருத்துவம் என்பது தனித்தனியான மரபணு மாறுபாடுகள், சுற்றுச்சூழல் மற்றும் ஒவ்வொரு நபரின் வாழ்க்கை முறை ஆகியவற்றை கணக்கில் கொண்டு நோய்த்தடுப்பு மற்றும் சிகிச்சைக்கான ஒரு வளர்ந்து வரும் அணுகுமுறை ஆகும். இந்த மருத்துவ மாதிரியில் ஒவ்வொரு தனி நோயாளிக்கும் மருத்துவ முடிவுகள், சிகிச்சைகள், தொடர் சிகிச்சைகள் அல்லது அவருக்கு ஏற்ற கருவிகளைக் கொண்டு மருத்துவ சேவையை தனிப்பயன் ஆக்க இயலும்.



UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 274
9/12/2019 1:02:40 PM

3 சுகாதார அணிகலன்கள்

ஒரு சுகாதார அணிகலன் என்பது அணிந்திருப்பவரின் முக்கிய அறிகுறிகள், அல்லது சுகாதார மற்றும் உடல் தகுதி தொடர்பான தரவு, இருப்பிடம் ஆகியவற்றை கண்காணிக்க உதவும் ஒரு கருவி ஆகும். செயற்கை நுண்ணறிவு மற்றும் பெரும் தரவுடன் கூடிய மருத்துவ அணிகலன்கள், நோயறிதல், சிகிச்சை, நோயாளி கண்காணிப்பு மற்றும் நோய்தடுப்பு ஆகியவற்றில் கவனம் செலுத்தக்கூடிய மருத்துவசேவைக்கு ஒரு கூட்டப்பட்ட மதிப்பை அளிக்கின்றன.

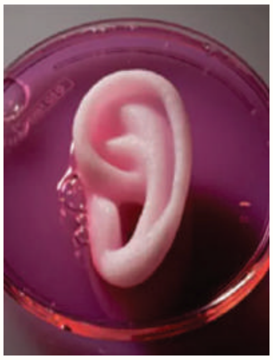


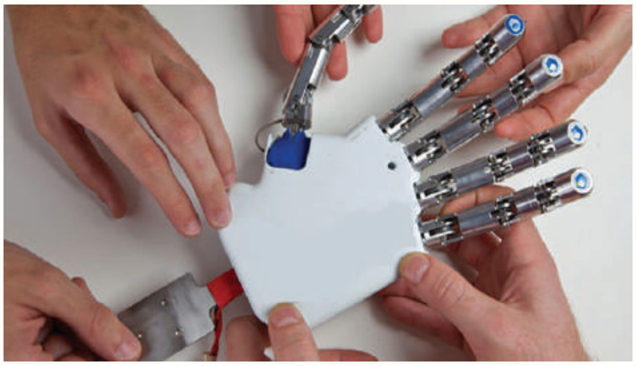
குறிப்பு

பெரும் தரவு: மிகவும் அதிக தரவு தொகுப்புகள் கணினி வழியாக பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டு மாதிரி வகைகள், போக்குகள், மற்றும் தொடர்புகள்,குறிப்பாக மனித நடத்தை மற்றும் இடைவினைகளை வெளிப்படுத்துகின்றன.

4 செயற்கை உறுப்புகள்

ஒரு செயற்கை உறுப்பு என்பது மனிதனுக்குள் பொருத்தப்பட்ட அல்லது ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட ஒரு வடிவமைக்கப்பட்ட கருவி அல்லது திசு ஆகும். அதனை உயிருள்ள திசுவுடன் இணைக்கவோ அல்லது மனித உடல் உறுப்பை மாற்றவோ பயன்படுத்தப்படுகிறது. அது மனித உறுப்புகளின் குறிப்பிட்ட செயல்பாட்டை அல்லது செயல்பாடுகளை இரட்டிப்பாக்கி அல்லது அதிகப்படுத்தி, நோயாளி இயன்றவரை விரைவாக இயல்பு வாழ்க்கைக்கு திரும்பும் வகையில் செயல்படுகிறது.





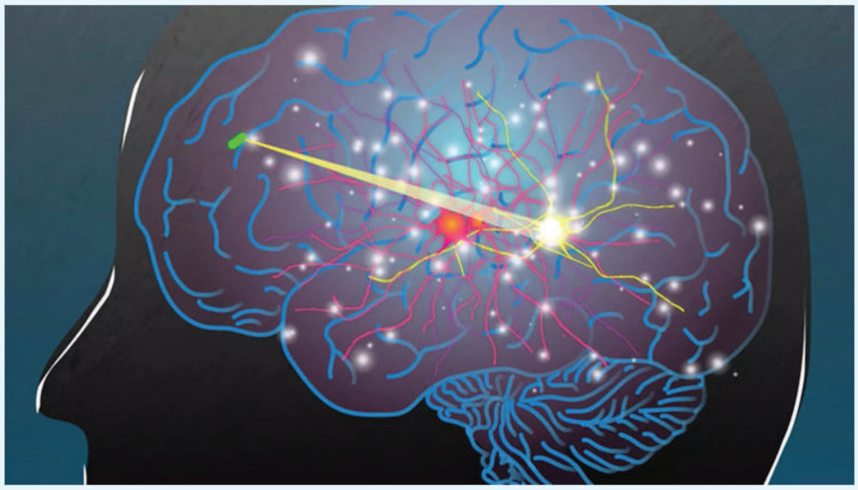
UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 275 9/12/2019 1:02:40 PM

5 முப்பரிமாண (3D) அச்சு

காது மருத்துவம்,பல் மருத்துவம், எலும்பு மருத்துவம் போன்ற மருத்துவ துறைகளில் மருத்துவர்களின் பல்வேறு செயல்பாடுகளுக்கு நவீன 3D அச்சு அமைப்புகள் மற்றும் பொருள்கள் உதவுகின்றன.

6 கம்பியில்லா மூளை உணர்விகள்

கம்பியில்லா மூளை உணர்விகள் மண்டை ஓட்டினுள் உள்ள அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலையை கண்காணிக்கின்றன. மேலும் அவை உடலினால் உறிஞ்சிகொள்ளப்படுகின்றன. எனவே இந்த கருவிகளை நீக்க அறுவை சிகிச்சை தேவையில்லை.



UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 276 9/12/2019 1:02:40 PM

7 ரோபோட்டிக் அறுவை சிகிச்சை

ரோபோட்டிக் அறுவை சிகிச்சை ரோபோட் அமைப்புகளால் செய்யப்படும் ஒரு வகை அறுவை சிகிச்சை செயல்முறை ஆகும். ரோபோட் உதவியுடன் மேற்கொள்ளப்படும் அறுவை சிகிச்சை ஏற்கனவே உள்ள குறைந்த அளவான துளையிடும் அறுவை சிகிச்சை செயல்முறைகளில் உள்ள வரம்புகளைக் கடக்க உதவுகிறது. மேலும் இது அறுவை சிகிச்சை நிபுணர்கள் திறந்த நிலை அறுவை சிகிச்சை செய்யும் திறன்களையும் மேம்படுத்துகிறது.

8 மீத்திறன் உள் இழுப்பான்கள்

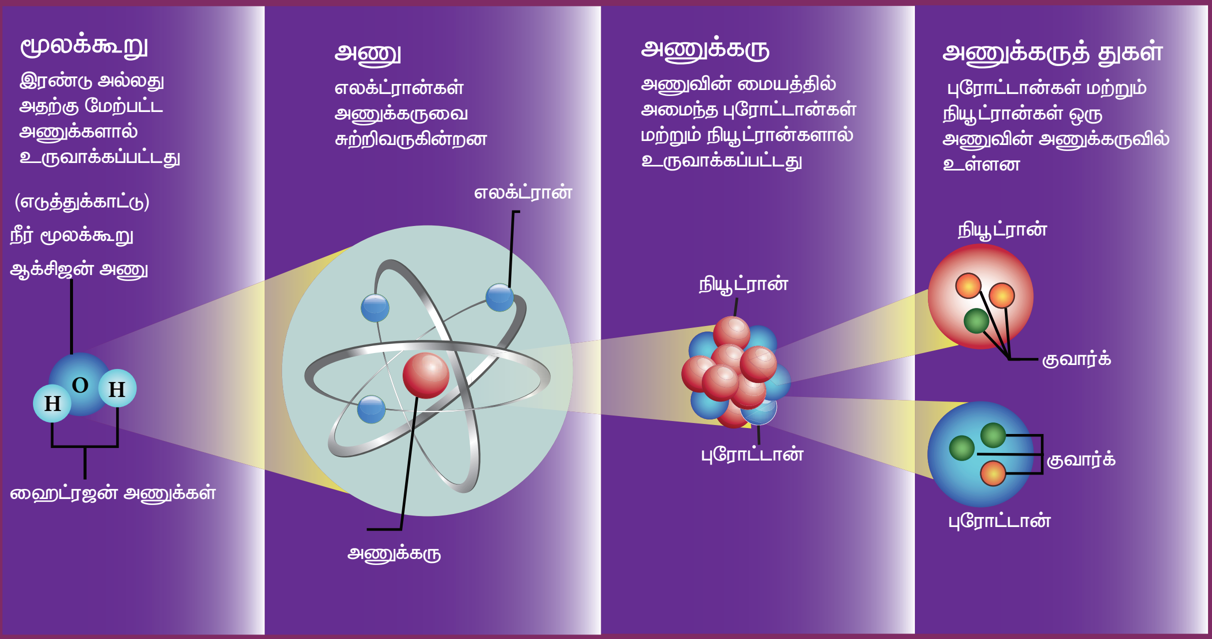
ஆஸ்துமாவிற்கு முக்கிய சிகிச்சை வாய் உள்இழுப்பான்கள் ஆகும். மீத்திறன் உள் இழுப்பான்கள் சுகாதார அமைப்புகள் மற்றும் நோயாளிகளை (health systems and patients) மனதில் கொண்டு அவர்கள் பெரும் பயனை அடையுமாறு வடிவமைக்கப்படுகின்றன. மீத்திறன் உள்இழுப்பான்கள் புளூடூத் தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி உள் இழுப்பான் பயன்பாட்டை கண்டறிந்து நோயாளிகளுக்கு அவர்களின் மருந்தை எப்போது எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும் என நினைவூட்டுகிறது. மேலும் இது தொடர் கவனிப்புக்கு உதவ தரவுகளைச் சேகரிக்கிறது.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 277 9/12/2019 1:02:41 PM

இயற்பியலில் பிற சமீபத்திய வளர்ச்சிகள்

துகள் இயற்பியல்

துகள் இயற்பியல் இயற்கையின் அடிப்படைத் துகள்களைப் பற்றிய ஆய்வுகளை செய்கிறது. மேலும் இது இயற்பியலில் உள்ள தீவிர ஆராய்ச்சித் துறைகளில் ஒன்றாகும். தொடக்கத்தில் அணுவானது பருப்பொருளின் அடிப்படை ஆதாரம் எனக் கருதப்பட்டது. 1930 வாக்கில் அணுக்கள் எலக்ட்ரான்கள், புரோட்டான்கள் மற்றும் நியூட்ரான்களால் ஆனவை என நிறுவப்பட்டது.



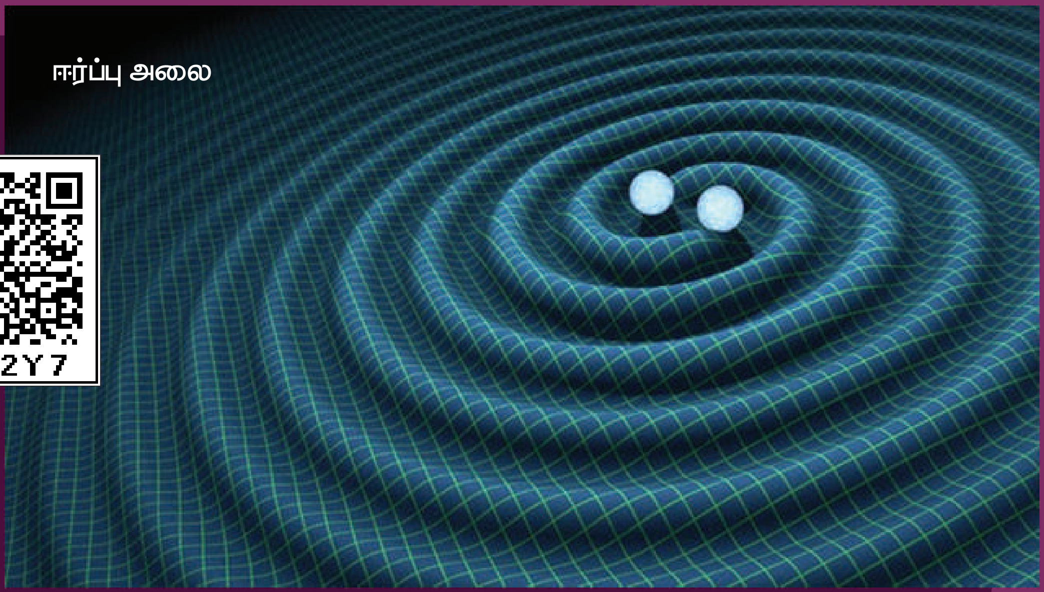
1960–களில் குவார்க்குகள்(quarks) கண்டறியப்பட்டன. மேலும் புரோட்டான் மற்றும் நியூட்ரான் குவார்க்குகளால் உருவாக்கப்பட்டவை எனவும் அறிந்து கொள்ளப்பட்டது. அதேவேளை, துகள் இயற்பியல் ஆராய்ச்சியானது வேகம் பெற்று கருத்தியல் மற்றும் சோதனை அளவில் என இரண்டிலும் அதீத வளர்ச்சியடைந்துள்ளது. பிறகு குவார்க்குகளானது குளுவான்கள்(gluons) வழியே இடைவினை புரிவது தெரியவந்தது. இந்த துறையானது இயற்பியலில் அதிக அளவிலான நோபல் பரிசுகளை பெற்றுள்ள துறையாகும். சமீபத்தில் 2013 ஆம் ஆண்டில் புகழ்பெற்ற "கடவுள் துகள்கள்" என்று விளையாட்டாக அழைக்கப்பட்ட "ஹிக்ஸ் துகள்கள்"(Higgs particle) கண்டறியப்பட்டன. இதைக் கண்டறிந்ததற்காக பீட்டர் ஹிக்ஸ்(Peter Higgs) மற்றும் எங்லெர்ட்(Englert) என்ற இருவரும் இயற்பியலில் நோபல் பரிசைப் பெற்றனர். புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் போன்ற பல துகள்களுக்கு நிறையைக் கொடுப்பது இந்த ஹிக்ஸ் துகள்களே ஆகும்.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 278 9/12/2019 1:02:41 PM

பிரபஞ்சவியல்

பிரபஞ்சவியல் என்பது பிரபஞ்சத்தின் தோற்றம் மற்றும் பரிணாம வளர்ச்சியை ஆய்வு செய்யும் துறையாகும். அது விண்மீன்கள், விண்மீன்திரள் ஆகியவற்றின் உருவாக்கத்தைப் பற்றிய ஆய்வை மேற்கொள்கிறது. 2015 ஆம் ஆண்டில் "ஈர்ப்பு அலைகள்" இருப்பது கண்டறியப்பட்டது. மேலும் இந்த கண்டுபிடிப்புக்காக 2017 ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

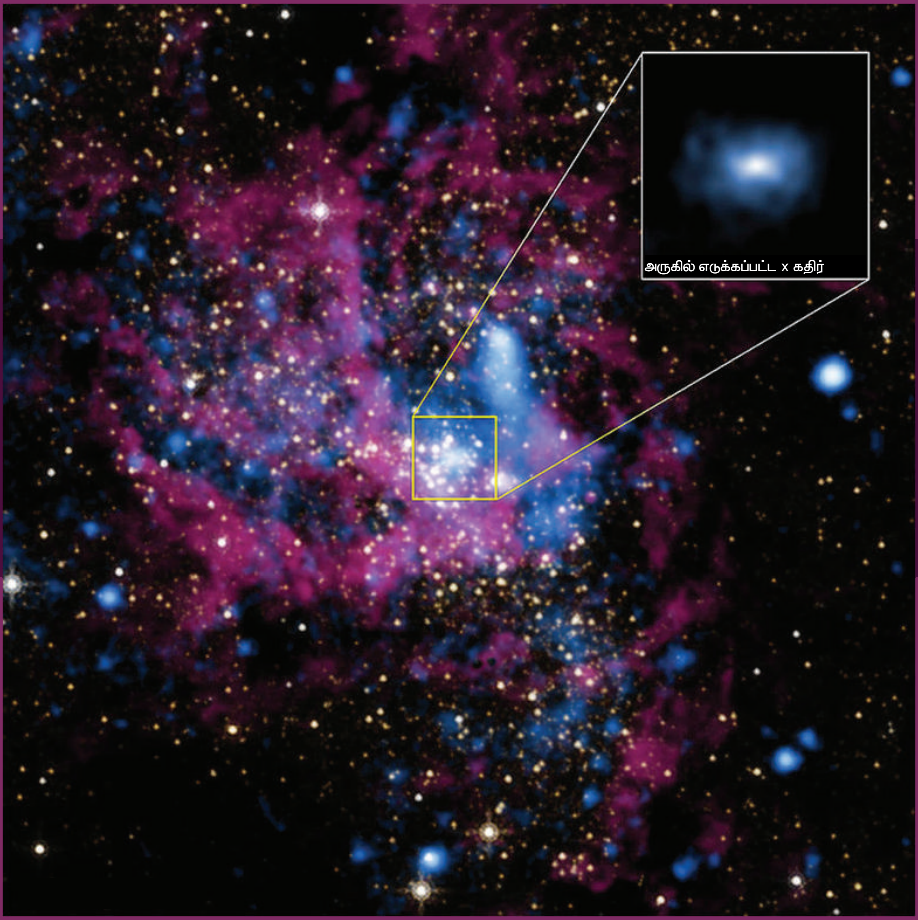
ஈர்ப்பு அலைகள் என்பது வெளி– காலத்தின் வளைபரப்பில் உள்ள மாறுபாடுகள் ஆகும் மற்றும் இது ஒளியின் வேகத்தில் பயணம் செய்கிறது. எந்த ஒரு முடுக்கப்பட்ட மின்துகளும் மின்காந்த அலையை வெளியிடும். அதுபோன்றே, எந்த ஒரு முடுக்கப்பட்ட நிறையும் ஈர்ப்பு அலைகளை வெளியிடும். ஆனால், இந்த அலைகள் புவியைப் போன்ற அதிக நிறையுள்ள பொருட்களுக்கு கூட மிகவும் வலிமை குன்றியதாக உள்ளன. ஈர்ப்பு அலைகளின் வலிமையான மூலம் கருந்துளைகள் ஆகும். அவை ஈர்ப்பு அலைகளின் வலிமைமிக்க மூலமாக உள்ளதால் ஈர்ப்பு அலைகளின் கண்டுபிடிப்பு கருந்துளைகளின் அமைப்பை ஆய்வு செய்வதை சாத்தியமாக்கியது. உண்மையில், ஈர்ப்பு அலையின் சமீபத்திய கண்டுபிடிப்புகள், இரு கருந்துளை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து ஒரே கருந்துளையாக மாறும்போது வெளியிடப்பட்டவை ஆகும். உண்மையில் ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீன் 1915 ஆம் ஆண்டில் " ஈர்ப்பு அலைகள்" இருப்பதை கருத்தியலாக முன்மொழிந்தார். 100 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு, அவரது கணிப்பு சரியானது என சோதனை வாயிலாக நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.



V2G2Y7

கருந்துளைகள் விண்மீன்களின் இறுதி நிலையாகும் மற்றும் அவை அதிக அடர்த்தி கொண்ட பெருத்த பொருளாகும். அதன் நிறையானது சூரியனின் நிறையைப்போல 20 மடங்கிலிருந்து 1 மில்லியன் மடங்கு வரை உள்ளது. அது எந்த ஒரு துகளும் அல்லது ஒளியும் கூட அதிலிருந்து தப்பிச் செல்லாதவாறு மிக வலிமையான ஈர்ப்பு விசையை கொண்டுள்ளது. கருந்துளையை சுற்றும் விண்மீன்கள் மற்ற விண்மீன்களை விட வித்தியாசமாக செயல்படும்போது கருந்துளைகள் இருப்பது உறுதி செய்யப்படுகிறது. ஒவ்வொரு விண்மீன்திரளும் அதன் மையத்தில் கருந்துளையைக் கொண்டுள்ளது. பால்வழித்திரளின் மையத்தில் உள்ள கருந்துளை தனுசு A* (SagittariusA*) ஆகும்.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 279 9/12/2019 1:02:41 PM



தனுசு A* கருந்துளை

புகழ்பெற்ற இயற்பியலாளர் ஸ்டீபன் ஹாகிங் கருந்துளைகள் துறையில் ஆய்வு செய்தவர் ஆவார்.

R8I1R8

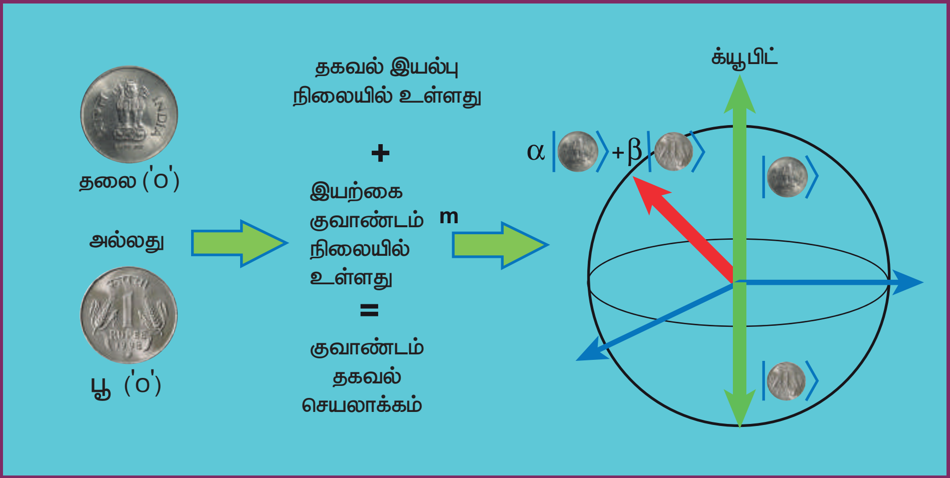
மீப்பேரளவு கருந்துளை M87* இன் உண்மையான புகைப்படம்

மேலே குறிப்பிட்ட கருந்துளை புகைப்படத்தை எடுக்கத் தேவையான பெருமளவு தரவை ஐந்து கண்டங்களில் நிலைகொண்டுள்ள மீத்திறன் கணினிகள் மற்றும் எட்டு தொலைநோக்கிகள் (அடிவான நிகழ்வு தொலைநோக்கி EVENT HORIZON TELESCOPE) பயன்படுத்தப்பட்டன.இது ஐன்ஸ்டீனின் பொது சார்பியல் கொள்கையை மீண்டும் உறுதிப்படுத்தியுள்ளது.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 280 9/12/2019 1:02:41 PM

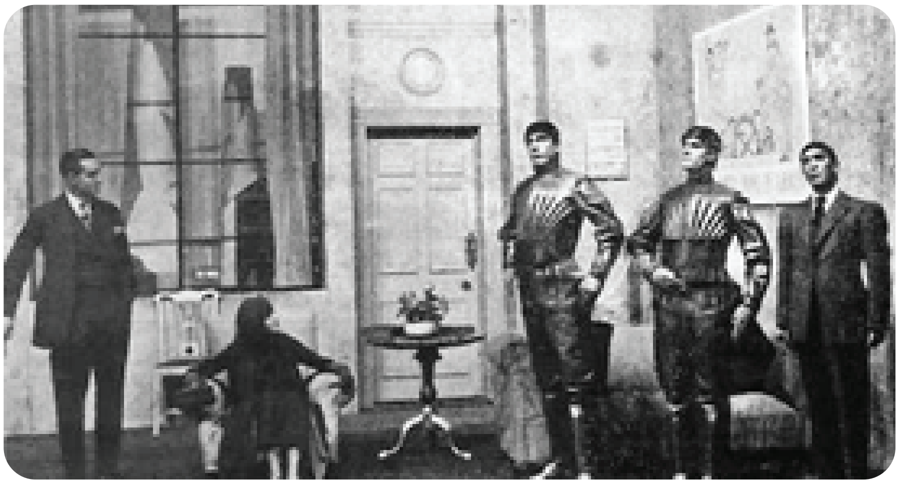
குவாண்டம் தகவல் கோட்பாடு
(தேர்வுக்கு உரியதன்று)

இது குவாண்டம் கணினிகளைப் பயன்படுத்தி தகவல் சேமிப்பை மேம்படுத்துவதைக் கையாளும் மற்றொரு வளர்ந்துவரும் ஆராய்ச்சித்துறை ஆகும். தற்போதுள்ள கணினிகள் தகவல்களை 'பிட்கள்' வடிவில் சேமிக்கின்றன. ஆனால் குவாண்டம் கணினிகள் தகவல்களை க்யூபிட்கள் (qubits) வடிவில் சேமிக்கின்றன. க்யூபிட் என்பது குவாண்டம்பிட் ஐக் குறிக்கிறது மற்றும் அது குவாண்டம் தகவலின் அடிப்படை அலகாகும். பண்டைய பிட் 0 அல்லது 1 ஐக் குறிக்கிறது. ஆனால் க்யுபிட் 0 அல்லது 1 ஐ மட்டுமின்றி 0 மற்றும் 1 இன் நேர் மேற்பொருத்துதலையும் கொண்டுள்ளது. இந்த தொழில்நுட்பம் கணக்கிடும் நேரத்தை பெருமளவு குறைக்கிறது. இந்த ஆராய்ச்சித்துறை எதிர்காலத்தில் மிகவும் அதிகமான பயன்பாட்டைக் கொண்டுள்ளது.



உங்களுக்குத் தெரியுமா?

பல கண்டுபிடிப்புகளும், உரைக்கத்தக்க புதுமைகளும் அறிவியல் புனைவுகளில் இருந்து தோன்றியதாகும். ரோபோக்களும் இதற்கு விதிவிலக்கல்ல. ரோபோடிக்ஸ் (எந்திரனியல்) (ROBOTICS) என்ற சொல் ரோபோ என்ற வார்த்தையிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டது. 1920, இல் செக் எழுத்தாளர் கார்ல் கேபக் என்பவரால் 'ரோஸ்ஸம் யுனிவர்சல் ரோபோக்கள்' என்ற நாடகத்தில் அது அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. ரோபோ என்ற வார்த்தை தொழிலாளர் அல்லது வேலை எனப் பொருள்படும் 'ரோபோட்டா' என்ற சொல்லில் இருந்து பெறப்பட்டதாகும். செயற்கை மனிதர்களை உருவாக்கும் ஒரு தொழிற்சாலையில் நாடகம் தொடங்குகிறது. மனிதர்கள் என தவறாகக் கொள்ளக்கூடிய உயிரினங்கள் போல அவை காட்சியளிக்கின்றன (படம் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது) இந்த பாத்திரங்கள் ஆன்டிராய்டுகளில் இருக்கும் நவீன யுக்திகளைப் போன்றதே ஆகும்.



(மூன்று ரோபோக்களைக் காட்டும் ரோஸ்ஸம் யுனிவர்சல் ரோபோக்கள் என்ற நாடகத்திலிருந்து ஒரு காட்சி)

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 281 9/12/2019 1:02:41 PM

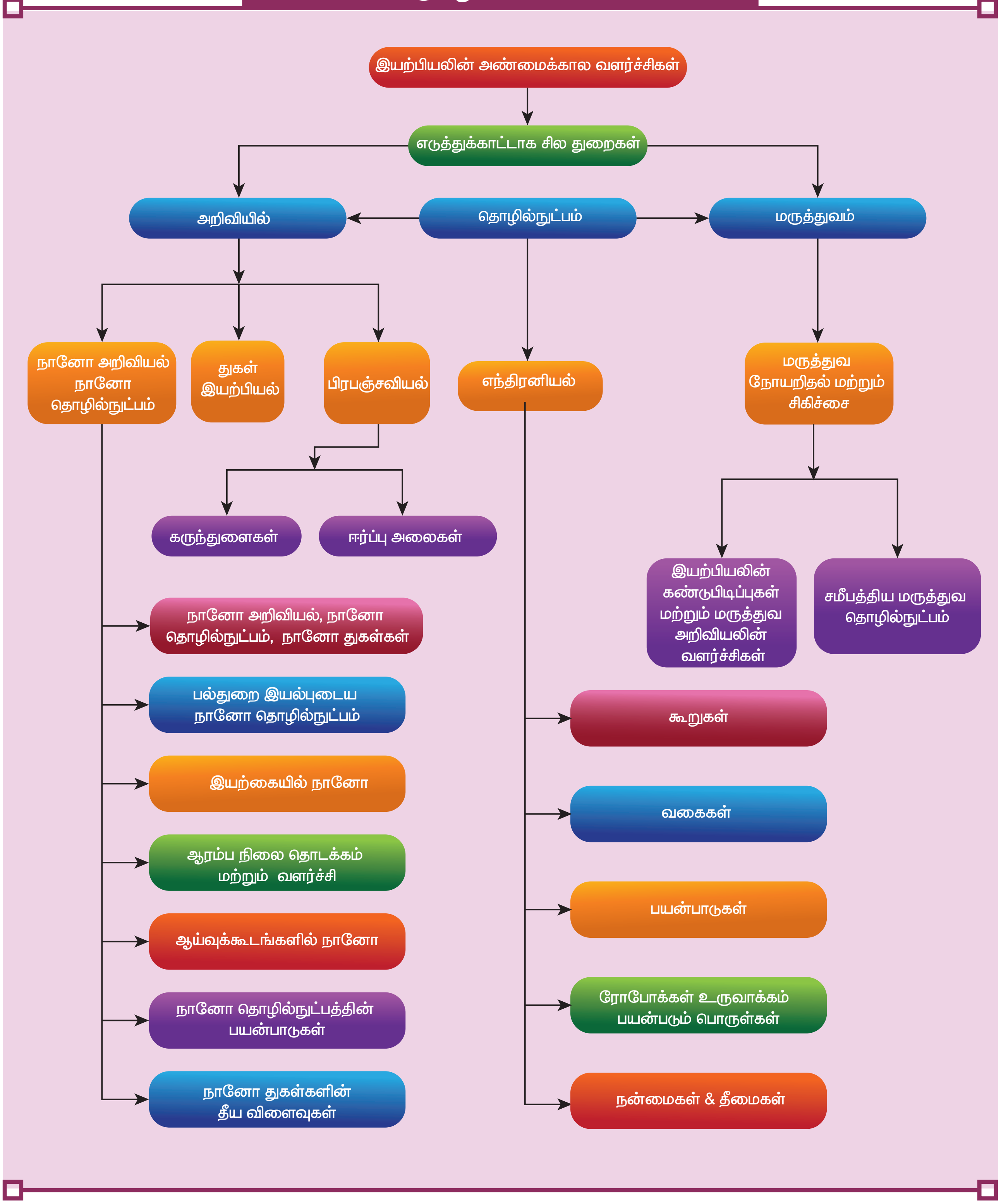
பாடச்சுருக்கம்

- முக்கிய இயற்பியல் கொள்கைகள் (மேல்நிலை வகுப்பு இயற்பியலில் உள்ளவை) தொழில்நுட்ப வளர்ச்சிக்கு அடித்தளமாக உள்ளன.
- இயற்பியல் என்பது அறிவியல், பொறியியல்,தொழில்நுட்பம் மற்றும் மருத்துவம் ஆகியவற்றிற்கு அடிப்படைக் கட்டுமானத் தொகுதியாக உள்ளது. நானோ அறிவியல் என்பது 1–100nm பொதுவான அளவுள்ள பொருள்களின் அறிவியல்.
- நானோ என்பது ஒரு மீட்டரில் பில்லியனில் ஒரு பகுதி ஆகும். அதாவது 10^{-9} m.
- நானோ தொழில்நுட்பம் என்பது நானோ அளவில் கட்டமைக்கப்பட்ட பொருள்களின் வடிவமைப்பு, உற்பத்தி, பண்புக் கூறுகள் மற்றும் பயன்பாடுகள் உள்ளடக்கிய தொழில்நுட்பம் ஆகும்.
- ஒரு திண்மத்தின், துகளின் அளவு 100 nm க்கு குறைவாக இருந்தால் அது 'நானோ திண்மம்' எனப்படும்
- துகளின் அளவு 100 nm க்கு அதிகமானால் அது பேரளவு திண்மத்தை உருவாக்கிறது.
- பொருளின் நானோ வடிவம் அதன் பேரளவு வடிவத்துடன் ஒப்பிட மிகவும் மாறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது.
- குவாண்டம் வரையறை விளைவுகள் மற்றும் மேற்பரப்பு விளைவுகள் ஆகியவை நானோ பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் இரு முக்கிய நிகழ்வுகள்
- நானோ அறிவியல் மற்றம் தொழில்நுட்பம் பல்வேறு துறைகளில் பயன்பாடுகளைக் கொண்ட பல்துறை இயல்புடையதாகும்.
- நானோ அளவிலான வடிவங்கள் அறிவியல் அறிஞர்கள் அவற்றை ஆய்வுக் கூடங்களில் ஆய்வு செய்யத் தொடங்குவதற்கு வெகுகாலம் முன்பே இயற்கையில் அமைந்துள்ளன.
- மேலிருந்து–கீழ் மற்றும் கீழிருந்து –மேல் என்ற அணுகுமுறைகள் நானோ பொருள்களை தயாரிப்பதற்கான இரு வழிகள் ஆகும்.
- நானோ தொழில்நுட்ப பயன்பாடுகள் பல்வேறு துறைகளில் உள்ளன.
- நானோ பயன்பாட்டின் முக்கிய பிரச்சனை என்னவென்றால் நாளோ துகள்கள் புரோட்டீன் போன்ற உயிரி மூலக்கூறுகளுக்கு சமமான பரிமாணங்களைக் கொண்டுள்ளன.
- நானோ துகள்கள் உயிரினங்களின் மேற்பரப்பினுள் எளிதாக உறிஞ்சப்படுகிறது மற்றும் அவை உடலின் திசுக்கள் மற்றும் நீர்மங்களில் நுழையக்கூடும்.
- உறிஞ்சப்படும் தன்மை நானோ துகளின் மேற்பரப்பைச் சார்ந்தது.
- உடலின் எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட செல்லிற்கும் நானோ துகளின் மேற்பரப்பை அது குறிப்பிட்ட இலக்கு செல்லின் உறிஞ்சப்படும் வகையில் வடிவமைப்பதன் மூலம் மருந்தை நேரடியாக செலுத்த இயலும்.
- சில நானோ மீட்டர் அளவுள்ள நானோ துகள்கள் உயிரி மூலக்கூறுகளுக்கு உள்ளே நன்கு சென்றடைகின்றன. ஆனால் பெரிய நானோ துகள்களால் இது இயலாது. நானோதுகள்கள் செல் சவ்வுகளையும் கடக்கும்
- உள்ளிழுக்கப்பட்ட நானோ துகள்கள் இரத்தத்தைத் அடைகிறது. மேலும் அது பிற இடங்களான ஈரல், இதயம் அல்லது இரத்த செல்களையும் அடையலாம்.
- எந்திரனியல் என்பது இயந்திர பொறியியல், மின்னணுப்பொறியியல், கணினி பொறியியல் மற்றும் அறிவியல் ஆகியவற்றின் ஒருங்கிணைந்த கற்றல் ஆகும்.
- எந்திர மனிதன் என்பது மின் சுற்றினால் வடிவமைக்கப்பட்ட மற்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட பணியைச் செய்ய திட்டமிடப்பட்ட ஒரு எந்திர கருவியாகும்.
- எந்திரனியல் அமைப்பானது முக்கியமாக உணர்விகள், திறன் வழங்கிகள் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள், கையாளும் கருவிகள் மற்றும் தேவையான மென்பொருளைக் கொண்டுள்ளது.
- ஒரு ரோபோவின் முக்கிய கூறுகள் திறன் மாற்றும் அலகு, இயக்கிகள், மின் மோட்டார்கள், காற்றழுத்த தசைகள், தசைக்கம்பிகள், பீசோ மோட்டார்கள் மற்றும் மீயொலி மோட்டார்கள், உணர்விகள் மற்றும் ரோபோ இடம்பெயரும் அமைப்பு ஆகும்.

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 282 9/12/2019 1:02:42 PM

- தொழிற்சாலை ரோபோக்களின் ஆறு முக்கிய வகைகள், கார்ட்டீசியன், SCARA, உருளைவடிவம், டெல்டா, துருவ வகை மற்றும் செங்குத்தாக கருதப்படுபவை ஆகும்.
- ஆறு– அச்சு ரோபோக்கள் மின்வில் பற்றவைப்பு குறிப்பிட்ட இட பற்றவைப்பு, பொருள்களைக் கையாளுதல், இயந்திரப்பராமரிப்பு ஆகியவற்றக்கு ஏற்றது.
- எந்திரனியலின் ஐந்து பெரும்பகுதிகள்: மனித ரோபோ இடைவினை, இயங்கும் தன்மை, கையாளுதல், திட்டமிடுதல் மற்றும் உணர்விகள்
- செயற்கை நுண்ணறிவின் நோக்கம் மனிதனைப் போன்ற பண்புகளை ரோபோக்களில் கொண்டுவருவது ஆகும்
- செயற்கை நுண்ணறிவின் பணிகள் முகம் அடையாளம் காணல், கணினி விளையாட்டில் விளையாடுபவரின் செயல்பாடுகளுக்கு பதில் அளித்தல், முந்தைய செயல்களின் அடிப்படையில் முடிவுகளை எடுத்தல், போக்குவரத்து நெரிசலை பகுப்பாய்வு செய்து போக்குவரத்தை ஒழுங்குபடுத்துதல் மற்றும் ஒரு மொழியிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு வார்த்தைகளை மொழிபெயர்ப்பு செய்தல்.
- ரோபோக்கள் தயாரிக்க பயன்படும் பொருள்கள் அலுமினியம் மற்றும் எஃகு ஆகியவை பொதுவாக அதிகம் பயன்படுபவை
- அலுமினியம் மென்மையான உலோகம், எனவே அதைக் கொண்டு எளிதாக உருவாக்கலாம்
- எஃகு பல மடங்கு வலிமையானது.
- உலோகத்தின் உள்ளார்ந்த வலிமையின் காரணமாக ரோபோ உடல் பகுதிகள் தகடு, கம்பி, வாய்க்கால் வடிவ கம்பி மற்றும் பிற வடிவங்களைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்படுகிறது. ரோபோக்கள் பல பயன்பாடுகளில் நன்மைகளை கொண்டுள்ளன. ஆனால் பல தீமைகளும் உள்ளன.
- விண்வெளியின் வெளிப்பகுதியில் விண்மீன்கள், கோள்கள் ஆகியவற்றை ஆய்வு செய்ய, செவ்வாயில் பாறையின் கனிமங்கள் மற்றும் மண் வகைகள் ஆய்வு செய்தல், பாறைகளிலும் மற்றும் மண் வகைகளிலும் உள்ள தனிமங்களை பகுப்பாய்வு செய்யவும் ரோபோக்கள் பயன்படுகின்றன.
- வீட்டு உபயோக ரோபோக்கள், வெற்றிட சுத்தமாக்கிகள், தரை சுத்தமாக்கிகள், கழிவுநீர் வாய்க்கால் சுத்தமாக்கிகள், புல்தரை பராமரித்தல், நீச்சல் குள சுத்திகரிப்பு மற்றும் கதவுகளைத் திறந்து மூடவும் பயன்படுகின்றன.
- தொழிற்சாலை ரோபோக்கள், பற்றவைத்தல், வெட்டுதல், ரோபோ நீர் ஜெட்மூலம் வெட்டுதல், ரோபோ லேசர் வழி வெட்டுதல், தூக்குதல், பிரித்தல், வளைத்தல், உற்பத்தி ,இணைத்தல், போக்குவரத்து அணுக்கழிவு போன்ற அபாயகரமான பொருட்களைக் கையாளுதல், போர்க்கருவிகள்,ஆய்வுக்கூட ஆராய்ச்சி, நுகர்வோர் மற்றும் தொழிற்சாலை பொருள்களை பெரும் அளவில் உற்பத்தி செய்தல் ஆகியவற்றில் பயன்படுகின்றன.
- நானோ ரோபோக்கள், இரத்த ஓட்டத்தில் சிறிய அறுவை சிகிச்சைகளை மேற்கொள்ளவும், பாக்டீரியாவுக்கு எதிராக போராடுதல், உடலில் உள்ள தனிப்பட்ட செல்லை சீரமைத்தல் ஆகிய பணிகளுக்காக மேம்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.
- மருத்துவ துறையின் வளர்ச்சி இயற்பியலின் பரிணாம வளர்ச்சிக்கு ஏற்ப உள்ளது.
- சமீபத்திய மருத்துவ தொழில்நுட்பமானது, மெய்நிகர் உண்மை, துல்லிய மருத்துவம் சுகாதார அணிகலன்கள், செயற்கை உறுப்புகள், முப்பரிமாண (3D) அச்சு, கம்பியில்லா மூளை உணர்விகள், இயந்திர மனித அறுவை சிகிச்சை மீத்திறன் உள் இழுப்பான்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது.
- துகள் இயற்பியல் இயற்கையின் அடிப்படைத் துகள்களைப் பற்றிய ஆய்வை மேற்கொள்கிறது. புரோட்டான்கள் மற்றும் நியூட்ரான்கள் குவார்க்குகளால் ஆனது.
- பிரபஞ்சவியல் என்பது பிரபஞ்சத்தின் தோற்றம் மற்றும் பரிணாம வளர்ச்சியை உள்ளடக்கிய துறையாகும்.
- முடுக்கப்பட்ட சாதாரண நிறைகள் வலிமை குறைந்த ஈர்ப்பு அலைகளை உமிழ்கிறது.
- கருந்துளைகள் அதிக வலிமையுள்ள ஈர்ப்பு அலைகளை வெளியிடுகிறது.

கருத்து வரைபடம்



UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 284 9/12/2019 1:02:42 PM

மதிப்பீடு

I சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக

1. ZnO பொருளின் துகள் அளவு 30 nm. இந்த பரிமாணத்தின் அடிப்படையில் அது இவ்வாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

a) பேரளவு பொருள்

b) நானோ பொருள்

c) மென்மையான பொருள்

d) காந்தப்பொருள்

2. கீழ்க்கண்டவற்றுள் இயற்கையான நானோ பொருள் எது?

a) மயிலிறகு

b) மயில் அலகு

c) மணல் துகள்

d) திமிங்கலத்தின் தோல்

3. மிகவும் நிலைத்த தன்மை கொண்ட செயற்கைப் பொருள் உருவாக்குவதற்கான திட்ட வரையறை எதனைப் பின்பற்றியது

a) தாமரை இலை

b) மார்ஃபோ பட்டாம்பூச்சி

c) கிளிமீன்

d) மயிலிறகு

4. அணுக்களை ஒன்றுதிரட்டி நானோ பொருளை உருவாக்கும் முறை அழைக்கப்படுவது

a) மேலிருந்து –கீழ் அணுகுமுறை

b) கீழிலிருந்து–மேல் அணுகுமுறை

c) குறுக்கு கீழ் அணுகுமுறை

d) மூலை விட்ட அணுகுமுறை

5. 'ஸ்கி மெழுகு' என்பது நானோ பொருளின் பயன்பாடு ஆகும். அது பயன்படும் துறை

a) மருத்துவம்

b) ஜவுளி

c) விளையாட்டு

d) வாகன தொழிற்சாலை

6. எந்திரனியல் துறையில் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்கள்

a) அலுமினியம் மற்றும் வெள்ளி

b) வெள்ளி மற்றும் தங்கம்

c) தாமிரம் மற்றும் தங்கம்

d) எஃகு மற்றும் அலுமினியம்

7. ரோபோக்களில் தசைக்கம்பிகள் உருவாக்க பயன்படும் உலோகக்கலவைகள்

a) வடிவ நினைவு உலோகக்கலவைகள்

b) தங்கம் தாமிர உலோகக் கலவைகள்

c) தங்கம் வெள்ளி உலோகக் கலவைகள்

d) இரு பரிமாண உலோகக்கலவைகள்

8. மூளையானது வலியைச் செயலாக்குவதை நிறுத்த பயன்படுத்தப்படும் தொழில்நுட்பம்

a) துல்லிய மருத்துவம்

b) கம்பியில்லாமூளை உணர்வி

c) மெய்நிகர் உண்மை

d) கதிரியக்கவியல்

9. புரோட்டான்கள் மற்றும் நியூட்ரான்களுக்கு நிறையை அளிக்கும் துகள்

a) ஹிக்ஸ் துகள்

b) ஐன்ஸ்டீன் துகள்

c) நானோ துகள்

d) பேரளவு துகள்

10. ஈர்ப்பு அலைகளை கருத்தியலாக முன்மொழிந்தவர்

a) கான்ராட் ரோன்ட்ஜென்

b) மேரி கியூரி

c) ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீன்

d) எட்வார்டு பர்செல்

விடைகள்

1) b	2) a	3) c	4) b	5) c
6) d	7) a	8) c	9) a	10) c

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 285 9/12/2019 1:02:42 PM

II. சிறுவிடை வினாக்கள்

1. நானோ அறிவியல் மற்றும் நானோ தொழில்நுட்பம் வேறுபடுத்துக.
2. நானோ பொருட்கள் மற்றும் பேரளவு பொருட்கள் இடையே உள்ள வேறுபாடு யாது?
3. இயற்கையில்உள்ள 'நானோ' பொருட்களுக்கு ஏதேனும் இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.
4. எந்திரனியலின் ஏதேனும் இரு நன்மைகள் மற்றும் தீமைகளைக் குறிப்பிடுக.
5. ரோபோக்கள் உருவாக்க ஏன் எஃகு தேர்வு செய்யப்படுகிறது?
6. கருந்துளைகள் என்றால் என்ன?
7. துணை அணுத்துகள்கள் என்பவை யாவை?

III விரிவான விடை வினாக்கள்

1. பல்வேறு துறைகளில் நானோ பொருள்களின் பயன்பாடுகளை விவரி?
2. நானோ பயன்படுத்துவதால் சாத்தியமான தீய விளைவுகள் யாவை?ஏன்?
3. ரோபோக்களின் முக்கிய பாகங்களின் செயல்பாடுகளை விவரி?
4. ஏதேனும் இரு வகையான ரோபோக்களை பொருத்தமான எடுத்துக்காட்டுகளுடன் விரிவாக விளக்குக.
5. மருந்துவ நோயறிதல் மற்றும் சிகிச்சையின் சமீபத்திய வளர்ச்சியைப் பற்றிய கருத்தைக் கூறுக.

மேற்கோள் நூல்கள் (BOOKS FOR REFERENCE)

1. Pradeep, T. Nano Essential Understanding Nano Science and Nanotechnology, McGraw Hill Education, India 2007.
2. Rita John, Solid State Physics, McGraw Hill Education, India 2016
3. Asim K Das, Mahua Das, An Introduction to Nano Science and Nano technology, CBS Publishers and Distributors Pvt Ltd, India 2017.
4. Jerrold T. Bushberg, J.Anthony Seibert, The Essential Physics of Medical Imaging, Wolters Kluwer, Lippin Cott Willams & Wilkins 2012
5. Brian R Martin, Particle Physics, Kindle edition, 2011
6. B S Murty, P Shankar, Baldev Raj, B B Rath, James Murday, Textbook of Nanoscience and Nanotechnology, Springer, Universities Press, 2013

இணையச் செயல்பாடு

இயற்பியலின் அண்மைக்கால வளர்ச்சிகள்

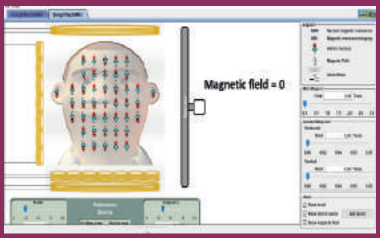
இந்த செயல்பாட்டின் மூலம் மாணவர்கள் (i) வெளிப்புற காந்தப்புலத்தின் காரணமாக நீர் மூலக்கூறுகளிலுள்ள ஹைட்ரஜன் உட்கருவின்தற்சுழற்சியினால்ஏற்படும் மாற்றங்களை உற்றுநோக்குவார்கள். (ii) இதன் விளைவாக வெளியேறும் ஃபோட்டானின்ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணைக் கண்டறிவார்கள்.

தலைப்பு: MRI ஸ்கேன்.

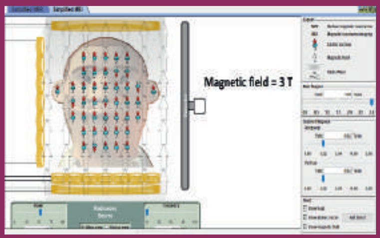
படிகள்:

- உலாவியைத் திறந்து 'https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/mri' என்ற பக்கத்திற்குச் சென்று 'simplified MRI' என்ற என்ற java file ஐ பதிவிறக்கம் செய்க. அல்லது Google → Phet → simulation → Physics → simplified MRI பாதையில் சென்று 'simplified MRI' என்ற என்ற java file ஐ பதிவிறக்கம் செய்க.
- 'simplified MRI' java file ஐ திறந்து 'simplified MRI' என்ற தாவலை கிளிக் செய்யவும்.
- மூளையில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகளில் இருக்கும் ஹைட்ரஜன் உட்கருவின் தற்சுழற்சியினை கவனி (நீல நிறம் ஹைட்ரஜன் உட்கருவை குறிக்கிறது). அவைகள் ஒரே திசையில் ஒருங்கமைந்துள்ளனவா? வெளிப்புற காந்தப்புலத்தை மாற்றம் செய்யும் போது ஒருங்கமைவில் ஏதாவது மாற்றம் நிகழ்கிறதா? ஏன் மாற்றம் நிகழ்கிறது என விவாதிக்கவும்.
- அதிர்வெண்ணை மாற்றம் செய்யும் போது ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணிற்கு, ஹைட்ரஜன் உட்கருக்கள் இடமிருந்து வலமாக ரேடியோ அலைகளை வெளியிடும். இந்த அதிர்வெண் ஒத்திசைவு அதிர்வெண் ஆகும். ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணை பதிவு செய்க.
- இப்போது ஒரு ஒரு கட்டியைச் (tumour) சேர்க்கவும். ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணை சிறிது மாற்றியமைத்து கட்டியிலிருந்து வலுவான சைகைகள் வருமாறு செய்க. கட்டியின் ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணை பதிவு செய்க. இரண்டு ஒத்திசைவு அதிர்வெண்களுக்குள்ளே ஏதாவது இடம்பெயர்வு இருக்கிறதா?
- ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணில் ஏற்படும் இடம்பெயர்வைப் பயன்படுத்தி மூளைக்குள் இருக்கும் கட்டியைப் பற்றி தெரிந்து கொள்ள முடியும்.

படி 1

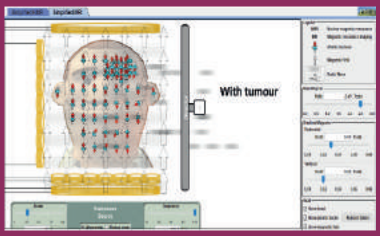


படி 2



படி 3

படி 4



குறிப்பு:

உங்கள் உலாவியில் java இல்லையென்றால் அதனை நிறுவவும்.

உரலி:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/mri

*படங்கள் அடையாளத்திற்கு மட்டும்.

* தேவையெனில் Flash Player or Java Script அனுமதிக்க.

B226_12_PHYSICS_TM

UNIT-11(XII-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 287 9/12/2019 1:02:42 PM

கலைச்சொற்கள்
GLOSSARY

K4G6C2

1.	ஏற்புக்கோணம்	Acceptance angle
2.	ஏற்பு அணு ஆற்றல் மட்டம்	Acceptor energy level
3.	செயல்பாடு	Activity
4.	வீச்சுப் பண்பேற்றம்	Amplitude modulation
5.	தளவிளைவு ஆய்வி	Analyser
6.	கறைபடியா மேற்பூச்சு	Anti fouling coating
7.	எதிர்த்துகள்	Anti particle
8.	தோற்ற ஆழம்	Apparent depth
9.	ஒரு தளப்பார்வை	Astigmatism
10.	வலுவிழப்பு	Attenuation
11.	வாகனத் தொழில்	Automotive industry
12.	நோய் எதிர்ப்பு சக்திக்கு எதிரான நோய்	Auto-immune disease
13.	பட்டை இடைவெளி ஆற்றல்	Band gap energy
14.	அரண் மின்னழுத்தம்	Barrier potential
15.	அடிக்கற்றை சைகை	Baseband signal
16.	சார்பளித்தல்	Biasing
17.	பிணைப்பாற்றல்	Binding energy
18.	இருமுனைச் சந்தி டிரான்சிஸ்டர்	Bipolar junction transistor
19.	பூலியன் இயற்கணிதம்	Boolean Algebra
20.	மூளைக்கட்டி	Brain tumor
21.	பொலிவுப்பட்டை	Bright fringe
22.	ஒலிபரப்பும் நிலையம்	Broadcasting station
23.	ஊர்தி செறிவு	Carrier concentration
24.	ஊர்தி சைகை	Carrier signal
25.	மையப்பொலிவுப்பட்டை	Central bright fringe
26.	சிறப்பு x கதிர்கள்	Characteristic x-rays
27.	வேதிவினை நீராவி படிவு (அ) வேதி ஆவி படிகமாக்கல்	Chemical Vapour Deposition (CVD)
28.	செவ்வியல் மின்னியக்கவியல்	Classical electrodynamics
29.	ஏற்பான் – அடிவாய் சந்தி	Collector-base junction
30.	கணினி வரைவி	Computed Tomography
31.	குழிலென்ஸ்	Concave lens
32.	குழி அடி	Concave mirror
33.	தொடர் x கதிர்கள்	Continuous x-rays
34.	குவிலென்ஸ்	Convex lens

Glossary_Tamil.indd 288 9/12/2019 1:04:47 PM

35. குவி ஆடி - Convex mirror
36. மாறுநிலைக்கோணம் - Critical angle
37. முறிவுப் பகுதி - Cut-off region
38. கரும்பட்டை - Dark fringe
39. சிதைவுப் பாணி/வழிமுறை - Decay mode
40. இயக்கமில்லா பகுதி - Depletion region
41. விளிம்புவிளைவு - Diffraction
42. விரவல் மின்னோட்டம் - Diffusion current
43. இலக்கமுறை மற்றும் தொடர் சைகை - Digital and analog signal
44. பிரிநிலை - Discrete
45. நிறப்பிரிகை - Dispersion
46. மீச்சிறு அணுகு தொலைவு - Distance of closest approach
47. கொடை அணு ஆற்றல் மட்டம் - Donor energy level
48. மாசூட்டல் - Doping
49. இழுப்பு மின்னோட்டம் - Drift current
50. திவலை - Droplet
51. இருமைப்பண்பு - Duality
52. மாறு மின்தடை - Dynamic resistance
53. எலக்ட்ரான் – துளை மறு இணைவு - Electron-hole recombination
54. எலக்ட்ரான் மின்னோட்டம் - Electron current
55. எலக்ட்ரான் உமிழ்வு - Electron emission
56. நிலை மின்புல லென்ஸ் - Electrostatic lens
57. உமிழ்ப்பான் - அடிவாய் சந்தி - Emitter-base junction
58. உமிழ்ப்பான் மின்னோட்டம் - Emitter current
59. ஆற்றல் பட்டை வரைபடம் - Energy band diagram
60. அக உள்நோக்கி - Endoscopy
61. கிளர்வு ஆற்றல் - Excitation energy
62. புறவியலான - Extrinsic
63. பின்னூட்டச் சுற்று - Feedback circuit
64. ஒளி இழைத் தகவல் தொடர்பு - Fiber optic communication
65. புல உமிழ்வு - Field emission
66. குவியத்தொலைவு - Focal length
67. முன்னோக்கு மின்னோட்டப்பெருக்கம் - Forward current gain
68. அதிர்வெண் பண்பேற்றம் - Frequency modulation
69. பட்டை அகலம் - Fringe width
70. எரிபொருள் மின்கலன் - Fuel cell
71. கண்ணாடிப்பட்டகம் - Glass slab
72. உலகளாவிய நிலை அறிவும் அமைப்பு - Global Positioning System
73. அடி நிலை / கிளர்ச்சி நிலை - Ground State / excited state
74. தரை அலை பரவல் - Ground wave propagation
75. துளை மின்னோட்டம் - Hole current
76. தூரப்பார்வை - Hypermetropia
77. மோதல் காரணி - Impact parameter
78. மாசு அணுக்கள் - Impurity atoms

79. குறுக்கீட்டு விளைவு - Interference
80. உள்ளார்ந்த - Intrinsic
81. பயன்தொடக்க மின்னழுத்தம் - Knee voltage
82. ஒளி உமிழ் டையோடு - Light emitting diode
83. நேர்க்கோட்டுப்பார்வை தகவல் தொடர்பு - Line of sight communication
84. பளு மின்னோட்டம் - Load current
85. பளு மின்தடை - Load resistance
86. தர்க்க வாயில்கள் (லாஜிக் கேட்டுகள்) - Logic gates
87. நிழல் தோற்றம் - Looming
88. காந்தப் புலலென்ஸ் - Magnetic lens
89. உருப்பெருக்கம் - Magnification
90. பெரும்பான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகள் - Majority charge carriers
91. ஓரக்கதிர்கள் - Marginal rays
92. பருப்பொருள் அலைகள் - Matter waves
93. பெரும துணை மின்னழுத்தம் - Maximum secondary voltage
94. சிறுபான்மை மின்னூட்ட ஊர்திகள் - Minority charge carriers
95. கானல் நீர் - Mirage
96. செல் பேசி தகவல் தொடர்பு - Mobile communication
97. தணிப்பான் - Moderator
98. கிட்டப்பார்வை - Myopia
99. அண்மைக் குவி நிலை - Near point focusing
100. எதிர்மின்திரள் பகுதி - Negative space charge region
101. இயல்பு குவி நிலை - Normal focusing
102. அணுக்கரு பிளவு - Nuclear fission
103. அணுக்கரு இணைவு - Nuclear fusion
104. ஒளிஇழை - Optical fiber
105. ஒளியியல் மின்னணு சாதனங்கள் - Optoelectronic devices
106. அண்மை அச்சுக்கதிர்கள் - Paraxial rays
107. பெரும புரட்டு மின்னழுத்தம் - Peak inverse voltage
108. கட்டம் - Phase
109. கட்டப் பண்பேற்றம் - Phase modulation
110. ஒளிமின் கடத்து மின்கலம் - Photo conductive cell
111. ஒளிமின் உமிழ்வு - Photoelectric emission
112. ஒளி எலக்ட்ரான்கள் - Photoelectrons
113. ஒளிமின் உமிழ்வு மின்கலம் - Photo emissive cell
114. ஒளி உணர் பொருள் - Photosensitive material
115. ஒளி நுண் உணர்வு பொருட்கள் - Photosensitive materials
116. ஒளி வோல்டா மின்கலம் - Photo voltaic cell
117. தளவிளைவாக்கி - Polariser
118. தளவிளைவு - Polarization
119. நேர் மற்றும் எதிர் லாஜிக் - Positive and negative logic
120. நேர் மின்திரள் பகுதி - Positive space charge region
121. மின்னழுத்த அரண் - Potential barrier
122. லென்சின் திறன் - Power of lens

Glossary_Tamil.indd 290 9/12/2019 1:04:48 PM

123.	வெள்ளெழுத்து	Presbyopia
124.	முப்பட்டகம்	Prism
125.	செயற்கைமூட்டு	Prosthetics
126.	துடிப்பு வெளியீடு	Pulsating output
127.	குவாண்டமாக்கல்	Quantization
128.	கதிர்வீச்சு மறுஇணைவு	Radioactive recombination
129.	கதிர்வீச்சு ஐசோடோப்பு பிம்பம்	Radio isotope imaging
130.	கதிரியக்கச் சிகிச்சை	Radiology
131.	கதிரியக்க ஊடுகதிர் பிம்பம்	Radiology X-ray imaging
132.	திருத்துதல்	Rectification
133.	திருத்தியின் பயனுறுதிறன்	Rectifier efficiency
134.	ஒளி எதிரொளிப்பு	Reflection
135.	ஒளிவிலகல்	Refraction
136.	ஒளிவிலகல் எண்	Refractive Index
137.	மறு ஒலிபரப்பி	Repeater
138.	பிரித்தறிதல்	Resolution
139.	பிரிதிறன்	Resolving Power
140.	பின்னோக்கு செறிவு மின்னோட்டம்	Reverse saturation current
141.	இயந்திர மனிதன்/ எந்திரன்	Robot
142.	ரோபோட்டிக் அறுவைசிகிச்சை	Robotic surgery
143.	துளைக்கும் வரிக்கண்ணோட்ட நுண்ணோக்கி	Scanning Tunneling Microscope (STM)
144.	ஒளிச்சிதறல்	Scattering
145.	இரண்டாம் நிலை உமிழ்வு	Secondary emission
146.	உணர்வி	Sensor
147.	தாவுத் தொலைவு	Skip distance
148.	தாவு மண்டலம்	Skip zone
149.	வான் அலை பரவல்	Sky wave propagation
150.	வெளி அலை பரவல்	Space wave propagation
151.	மின்னூட்ட எண்	Specific Charge
152.	நிறுத்து மின்னழுத்தம்	Stopping potential
153.	பரப்பு அரண்	Surface barrier
154.	வெப்பஅயனி உமிழ்வு	Thermionic emission
155.	பயன்தொடக்க அதிர்வெண்	Threshold frequency
156.	முழு அக எதிரொளிப்பு	Total Internal reflection
157.	பரப்பும் விண்ணலைக்கம்பி	Transmitting antenna
158.	அலைமுகப்பு	Wavefront
159.	கம்பியில்லா மூளை உணர்வி	Wireless brain sensor
160.	வெளியேற்று ஆற்றல்	Work function

K6J8Q8

தீர்க்கப்பட்ட கணக்குகள்

Z5A5T6

போட்டித் தேர்வுப் பகுதி

Glossary_Tamil.indd 291 9/12/2019 1:04:48 PM

மடக்கை அட்டவணை (LOGARITHM TABLE)

											Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.0	0.0000	0.0043	0.0086	0.0128	0.0170	0.0212	0.0253	0.0294	0.0334	0.0374	4	8	12	17	21	25	29	33	37
1.1	0.0414	0.0453	0.0492	0.0531	0.0569	0.0607	0.0645	0.0682	0.0719	0.0755	4	8	11	15	19	23	26	30	34
1.2	0.0792	0.0828	0.0864	0.0899	0.0934	0.0969	0.1004	0.1038	0.1072	0.1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
1.3	0.1139	0.1173	0.1206	0.1239	0.1271	0.1303	0.1335	0.1367	0.1399	0.1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
1.4	0.1461	0.1492	0.1523	0.1553	0.1584	0.1614	0.1644	0.1673	0.1703	0.1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27
1.5	0.1761	0.1790	0.1818	0.1847	0.1875	0.1903	0.1931	0.1959	0.1987	0.2014	3	6	8	11	14	17	20	22	25
1.6	0.2041	0.2068	0.2095	0.2122	0.2148	0.2175	0.2201	0.2227	0.2253	0.2279	3	5	8	11	13	16	18	21	24
1.7	0.2304	0.2330	0.2355	0.2380	0.2405	0.2430	0.2455	0.2480	0.2504	0.2529	2	5	7	10	12	15	17	20	22
1.8	0.2553	0.2577	0.2601	0.2625	0.2648	0.2672	0.2695	0.2718	0.2742	0.2765	2	5	7	9	12	14	16	19	21
1.9	0.2788	0.2810	0.2833	0.2856	0.2878	0.2900	0.2923	0.2945	0.2967	0.2989	2	4	7	9	11	13	16	18	20
2.0	0.3010	0.3032	0.3054	0.3075	0.3096	0.3118	0.3139	0.3160	0.3181	0.3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
2.1	0.3222	0.3243	0.3263	0.3284	0.3304	0.3324	0.3345	0.3365	0.3385	0.3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
2.2	0.3424	0.3444	0.3464	0.3483	0.3502	0.3522	0.3541	0.3560	0.3579	0.3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
2.3	0.3617	0.3636	0.3655	0.3674	0.3692	0.3711	0.3729	0.3747	0.3766	0.3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
2.4	0.3802	0.3820	0.3838	0.3856	0.3874	0.3892	0.3909	0.3927	0.3945	0.3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
2.5	0.3979	0.3997	0.4014	0.4031	0.4048	0.4065	0.4082	0.4099	0.4116	0.4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
2.6	0.4150	0.4166	0.4183	0.4200	0.4216	0.4232	0.4249	0.4265	0.4281	0.4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
2.7	0.4314	0.4330	0.4346	0.4362	0.4378	0.4393	0.4409	0.4425	0.4440	0.4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
2.8	0.4472	0.4487	0.4502	0.4518	0.4533	0.4548	0.4564	0.4579	0.4594	0.4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
2.9	0.4624	0.4639	0.4654	0.4669	0.4683	0.4698	0.4713	0.4728	0.4742	0.4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
3.0	0.4771	0.4786	0.4800	0.4814	0.4829	0.4843	0.4857	0.4871	0.4886	0.4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
3.1	0.4914	0.4928	0.4942	0.4955	0.4969	0.4983	0.4997	0.5011	0.5024	0.5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
3.2	0.5051	0.5065	0.5079	0.5092	0.5105	0.5119	0.5132	0.5145	0.5159	0.5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
3.3	0.5185	0.5198	0.5211	0.5224	0.5237	0.5250	0.5263	0.5276	0.5289	0.5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
3.4	0.5315	0.5328	0.5340	0.5353	0.5366	0.5378	0.5391	0.5403	0.5416	0.5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
3.5	0.5441	0.5453	0.5465	0.5478	0.5490	0.5502	0.5514	0.5527	0.5539	0.5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
3.6	0.5563	0.5575	0.5587	0.5599	0.5611	0.5623	0.5635	0.5647	0.5658	0.5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
3.7	0.5682	0.5694	0.5705	0.5717	0.5729	0.5740	0.5752	0.5763	0.5775	0.5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
3.8	0.5798	0.5809	0.5821	0.5832	0.5843	0.5855	0.5866	0.5877	0.5888	0.5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
3.9	0.5911	0.5922	0.5933	0.5944	0.5955	0.5966	0.5977	0.5988	0.5999	0.6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
4.0	0.6021	0.6031	0.6042	0.6053	0.6064	0.6075	0.6085	0.6096	0.6107	0.6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
4.1	0.6128	0.6138	0.6149	0.6160	0.6170	0.6180	0.6191	0.6201	0.6212	0.6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.2	0.6232	0.6243	0.6253	0.6263	0.6274	0.6284	0.6294	0.6304	0.6314	0.6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.3	0.6335	0.6345	0.6355	0.6365	0.6375	0.6385	0.6395	0.6405	0.6415	0.6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.4	0.6435	0.6444	0.6454	0.6464	0.6474	0.6484	0.6493	0.6503	0.6513	0.6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.5	0.6532	0.6542	0.6551	0.6561	0.6571	0.6580	0.6590	0.6599	0.6609	0.6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.6	0.6628	0.6637	0.6646	0.6656	0.6665	0.6675	0.6684	0.6693	0.6702	0.6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
4.7	0.6721	0.6730	0.6739	0.6749	0.6758	0.6767	0.6776	0.6785	0.6794	0.6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
4.8	0.6812	0.6821	0.6830	0.6839	0.6848	0.6857	0.6866	0.6875	0.6884	0.6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
4.9	0.6902	0.6911	0.6920	0.6928	0.6937	0.6946	0.6955	0.6964	0.6972	0.6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8
5.0	0.6990	0.6998	0.7007	0.7016	0.7024	0.7033	0.7042	0.7050	0.7059	0.7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
5.1	0.7076	0.7084	0.7093	0.7101	0.7110	0.7118	0.7126	0.7135	0.7143	0.7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
5.2	0.7160	0.7168	0.7177	0.7185	0.7193	0.7202	0.7210	0.7218	0.7226	0.7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
5.3	0.7243	0.7251	0.7259	0.7267	0.7275	0.7284	0.7292	0.7300	0.7308	0.7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
5.4	0.7324	0.7332	0.7340	0.7348	0.7356	0.7364	0.7372	0.7380	0.7388	0.7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7

Glossary_Tamil.indd 292 9/12/2019 1:04:48 PM

மடக்கை அட்டவணை (LOGARITHM TABLE)

											Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.5	0.7404	0.7412	0.7419	0.7427	0.7435	0.7443	0.7451	0.7459	0.7466	0.7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
5.6	0.7482	0.7490	0.7497	0.7505	0.7513	0.7520	0.7528	0.7536	0.7543	0.7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
5.7	0.7559	0.7566	0.7574	0.7582	0.7589	0.7597	0.7604	0.7612	0.7619	0.7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
5.8	0.7634	0.7642	0.7649	0.7657	0.7664	0.7672	0.7679	0.7686	0.7694	0.7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
5.9	0.7709	0.7716	0.7723	0.7731	0.7738	0.7745	0.7752	0.7760	0.7767	0.7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
6.0	0.7782	0.7789	0.7796	0.7803	0.7810	0.7818	0.7825	0.7832	0.7839	0.7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
6.1	0.7853	0.7860	0.7868	0.7875	0.7882	0.7889	0.7896	0.7903	0.7910	0.7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
6.2	0.7924	0.7931	0.7938	0.7945	0.7952	0.7959	0.7966	0.7973	0.7980	0.7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
6.3	0.7993	0.8000	0.8007	0.8014	0.8021	0.8028	0.8035	0.8041	0.8048	0.8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
6.4	0.8062	0.8069	0.8075	0.8082	0.8089	0.8096	0.8102	0.8109	0.8116	0.8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
6.5	0.8129	0.8136	0.8142	0.8149	0.8156	0.8162	0.8169	0.8176	0.8182	0.8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
6.6	0.8195	0.8202	0.8209	0.8215	0.8222	0.8228	0.8235	0.8241	0.8248	0.8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
6.7	0.8261	0.8267	0.8274	0.8280	0.8287	0.8293	0.8299	0.8306	0.8312	0.8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
6.8	0.8325	0.8331	0.8338	0.8344	0.8351	0.8357	0.8363	0.8370	0.8376	0.8382	1	1	2	3	3	4	4	5	6
6.9	0.8388	0.8395	0.8401	0.8407	0.8414	0.8420	0.8426	0.8432	0.8439	0.8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
7.0	0.8451	0.8457	0.8463	0.8470	0.8476	0.8482	0.8488	0.8494	0.8500	0.8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
7.1	0.8513	0.8519	0.8525	0.8531	0.8537	0.8543	0.8549	0.8555	0.8561	0.8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
7.2	0.8573	0.8579	0.8585	0.8591	0.8597	0.8603	0.8609	0.8615	0.8621	0.8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
7.3	0.8633	0.8639	0.8645	0.8651	0.8657	0.8663	0.8669	0.8675	0.8681	0.8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
7.4	0.8692	0.8698	0.8704	0.8710	0.8716	0.8722	0.8727	0.8733	0.8739	0.8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
7.5	0.8751	0.8756	0.8762	0.8768	0.8774	0.8779	0.8785	0.8791	0.8797	0.8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
7.6	0.8808	0.8814	0.8820	0.8825	0.8831	0.8837	0.8842	0.8848	0.8854	0.8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
7.7	0.8865	0.8871	0.8876	0.8882	0.8887	0.8893	0.8899	0.8904	0.8910	0.8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
7.8	0.8921	0.8927	0.8932	0.8938	0.8943	0.8949	0.8954	0.8960	0.8965	0.8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
7.9	0.8976	0.8982	0.8987	0.8993	0.8998	0.9004	0.9009	0.9015	0.9020	0.9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
8.0	0.9031	0.9036	0.9042	0.9047	0.9053	0.9058	0.9063	0.9069	0.9074	0.9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
8.1	0.9085	0.9090	0.9096	0.9101	0.9106	0.9112	0.9117	0.9122	0.9128	0.9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
8.2	0.9138	0.9143	0.9149	0.9154	0.9159	0.9165	0.9170	0.9175	0.9180	0.9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
8.3	0.9191	0.9196	0.9201	0.9206	0.9212	0.9217	0.9222	0.9227	0.9232	0.9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
8.4	0.9243	0.9248	0.9253	0.9258	0.9263	0.9269	0.9274	0.9279	0.9284	0.9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
8.5	0.9294	0.9299	0.9304	0.9309	0.9315	0.9320	0.9325	0.9330	0.9335	0.9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
8.6	0.9345	0.9350	0.9355	0.9360	0.9365	0.9370	0.9375	0.9380	0.9385	0.9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
8.7	0.9395	0.9400	0.9405	0.9410	0.9415	0.9420	0.9425	0.9430	0.9435	0.9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
8.8	0.9445	0.9450	0.9455	0.9460	0.9465	0.9469	0.9474	0.9479	0.9484	0.9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
8.9	0.9494	0.9499	0.9504	0.9509	0.9513	0.9518	0.9523	0.9528	0.9533	0.9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
9.0	0.9542	0.9547	0.9552	0.9557	0.9562	0.9566	0.9571	0.9576	0.9581	0.9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
9.1	0.9590	0.9595	0.9600	0.9605	0.9609	0.9614	0.9619	0.9624	0.9628	0.9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
9.2	0.9638	0.9643	0.9647	0.9652	0.9657	0.9661	0.9666	0.9671	0.9675	0.9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
9.3	0.9685	0.9689	0.9694	0.9699	0.9703	0.9708	0.9713	0.9717	0.9722	0.9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
9.4	0.9731	0.9736	0.9741	0.9745	0.9750	0.9754	0.9759	0.9763	0.9768	0.9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
9.5	0.9777	0.9782	0.9786	0.9791	0.9795	0.9800	0.9805	0.9809	0.9814	0.9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
9.6	0.9823	0.9827	0.9832	0.9836	0.9841	0.9845	0.9850	0.9854	0.9859	0.9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
9.7	0.9868	0.9872	0.9877	0.9881	0.9886	0.9890	0.9894	0.9899	0.9903	0.9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
9.8	0.9912	0.9917	0.9921	0.9926	0.9930	0.9934	0.9939	0.9943	0.9948	0.9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
9.9	0.9956	0.9961	0.9965	0.9969	0.9974	0.9978	0.9983	0.9987	0.9991	0.9996	0	1	1	2	2	3	3	3	4

Glossary_Tamil.indd 293
9/12/2019 1:04:48 PM

எதிர்மடக்கை அட்டவணை (ANTILOGARITHM TABLE)

										Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.00	1.000	1.002	1.005	1.007	1.009	1.012	1.014	1.016	1.019	1.021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.01	1.023	1.026	1.028	1.030	1.033	1.035	1.038	1.040	1.042	1.045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.02	1.047	1.050	1.052	1.054	1.057	1.059	1.062	1.064	1.067	1.069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.03	1.072	1.074	1.076	1.079	1.081	1.084	1.086	1.089	1.091	1.094	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.04	1.096	1.099	1.102	1.104	1.107	1.109	1.112	1.114	1.117	1.119	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.05	1.122	1.125	1.127	1.130	1.132	1.135	1.138	1.140	1.143	1.146	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.06	1.148	1.151	1.153	1.156	1.159	1.161	1.164	1.167	1.169	1.172	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.07	1.175	1.178	1.180	1.183	1.186	1.189	1.191	1.194	1.197	1.199	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.08	1.202	1.205	1.208	1.211	1.213	1.216	1.219	1.222	1.225	1.227	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.09	1.230	1.233	1.236	1.239	1.242	1.245	1.247	1.250	1.253	1.256	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.10	1.259	1.262	1.265	1.268	1.271	1.274	1.276	1.279	1.282	1.285	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.11	1.288	1.291	1.294	1.297	1.300	1.303	1.306	1.309	1.312	1.315	0	1	1	1	2	2	2	2	3
0.12	1.318	1.321	1.324	1.327	1.330	1.334	1.337	1.340	1.343	1.346	0	1	1	1	2	2	2	2	3
0.13	1.349	1.352	1.355	1.358	1.361	1.365	1.368	1.371	1.374	1.377	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.14	1.380	1.384	1.387	1.390	1.393	1.396	1.400	1.403	1.406	1.409	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.15	1.413	1.416	1.419	1.422	1.426	1.429	1.432	1.435	1.439	1.442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.16	1.445	1.449	1.452	1.455	1.459	1.462	1.466	1.469	1.472	1.476	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.17	1.479	1.483	1.486	1.489	1.493	1.496	1.500	1.503	1.507	1.510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.18	1.514	1.517	1.521	1.524	1.528	1.531	1.535	1.538	1.542	1.545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.19	1.549	1.552	1.556	1.560	1.563	1.567	1.570	1.574	1.578	1.581	0	1	1	1	2	2	3	3	3
0.20	1.585	1.589	1.592	1.596	1.600	1.603	1.607	1.611	1.614	1.618	0	1	1	1	2	2	3	3	3
0.21	1.622	1.626	1.629	1.633	1.637	1.641	1.644	1.648	1.652	1.656	0	1	1	2	2	2	3	3	3
0.22	1.660	1.663	1.667	1.671	1.675	1.679	1.683	1.687	1.690	1.694	0	1	1	2	2	2	3	3	3
0.23	1.698	1.702	1.706	1.710	1.714	1.718	1.722	1.726	1.730	1.734	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.24	1.738	1.742	1.746	1.750	1.754	1.758	1.762	1.766	1.770	1.774	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.25	1.778	1.782	1.786	1.791	1.795	1.799	1.803	1.807	1.811	1.816	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.26	1.820	1.824	1.828	1.832	1.837	1.841	1.845	1.849	1.854	1.858	0	1	1	2	2	3	3	3	4
0.27	1.862	1.866	1.871	1.875	1.879	1.884	1.888	1.892	1.897	1.901	0	1	1	2	2	3	3	3	4
0.28	1.905	1.910	1.914	1.919	1.923	1.928	1.932	1.936	1.941	1.945	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.29	1.950	1.954	1.959	1.963	1.968	1.972	1.977	1.982	1.986	1.991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.30	1.995	2.000	2.004	2.009	2.014	2.018	2.023	2.028	2.032	2.037	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.31	2.042	2.046	2.051	2.056	2.061	2.065	2.070	2.075	2.080	2.084	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.32	2.089	2.094	2.099	2.104	2.109	2.113	2.118	2.123	2.128	2.133	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.33	2.138	2.143	2.148	2.153	2.158	2.163	2.168	2.173	2.178	2.183	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.34	2.188	2.193	2.198	2.203	2.208	2.213	2.218	2.223	2.228	2.234	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.35	2.239	2.244	2.249	2.254	2.259	2.265	2.270	2.275	2.280	2.286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.36	2.291	2.296	2.301	2.307	2.312	2.317	2.323	2.328	2.333	2.339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.37	2.344	2.350	2.355	2.360	2.366	2.371	2.377	2.382	2.388	2.393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.38	2.399	2.404	2.410	2.415	2.421	2.427	2.432	2.438	2.443	2.449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.39	2.455	2.460	2.466	2.472	2.477	2.483	2.489	2.495	2.500	2.506	1	1	2	2	3	3	4	5	5
0.40	2.512	2.518	2.523	2.529	2.535	2.541	2.547	2.553	2.559	2.564	1	1	2	2	3	4	4	5	5
0.41	2.570	2.576	2.582	2.588	2.594	2.600	2.606	2.612	2.618	2.624	1	1	2	2	3	4	4	5	5
0.42	2.630	2.636	2.642	2.649	2.655	2.661	2.667	2.673	2.679	2.685	1	1	2	2	3	4	4	5	6
0.43	2.692	2.698	2.704	2.710	2.716	2.723	2.729	2.735	2.742	2.748	1	1	2	3	3	4	4	5	6
0.44	2.754	2.761	2.767	2.773	2.780	2.786	2.793	2.799	2.805	2.812	1	1	2	3	3	4	4	5	6
0.45	2.818	2.825	2.831	2.838	2.844	2.851	2.858	2.864	2.871	2.877	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.46	2.884	2.891	2.897	2.904	2.911	2.917	2.924	2.931	2.938	2.944	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.47	2.951	2.958	2.965	2.972	2.979	2.985	2.992	2.999	3.006	3.013	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.48	3.020	3.027	3.034	3.041	3.048	3.055	3.062	3.069	3.076	3.083	1	1	2	3	4	4	5	6	6
0.49	3.090	3.097	3.105	3.112	3.119	3.126	3.133	3.141	3.148	3.155	1	1	2	3	4	4	5	6	6

Glossary_Tamil.indd 294 9/12/2019 1:04:49 PM

எதிர்மடக்கை அட்டவணை (ANTILOGARITHM TABLE)

											Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.50	3.162	3.170	3.177	3.184	3.192	3.199	3.206	3.214	3.221	3.228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
0.51	3.236	3.243	3.251	3.258	3.266	3.273	3.281	3.289	3.296	3.304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
0.52	3.311	3.319	3.327	3.334	3.342	3.350	3.357	3.365	3.373	3.381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
0.53	3.388	3.396	3.404	3.412	3.420	3.428	3.436	3.443	3.451	3.459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
0.54	3.467	3.475	3.483	3.491	3.499	3.508	3.516	3.524	3.532	3.540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
0.55	3.548	3.556	3.565	3.573	3.581	3.589	3.597	3.606	3.614	3.622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
0.56	3.631	3.639	3.648	3.656	3.664	3.673	3.681	3.690	3.698	3.707	1	2	3	3	4	5	6	7	8
0.57	3.715	3.724	3.733	3.741	3.750	3.758	3.767	3.776	3.784	3.793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
0.58	3.802	3.811	3.819	3.828	3.837	3.846	3.855	3.864	3.873	3.882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
0.59	3.890	3.899	3.908	3.917	3.926	3.936	3.945	3.954	3.963	3.972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
0.60	3.981	3.990	3.999	4.009	4.018	4.027	4.036	4.046	4.055	4.064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
0.61	4.074	4.083	4.093	4.102	4.111	4.121	4.130	4.140	4.150	4.159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.62	4.169	4.178	4.188	4.198	4.207	4.217	4.227	4.236	4.246	4.256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.63	4.266	4.276	4.285	4.295	4.305	4.315	4.325	4.335	4.345	4.355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.64	4.365	4.375	4.385	4.395	4.406	4.416	4.426	4.436	4.446	4.457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.65	4.467	4.477	4.487	4.498	4.508	4.519	4.529	4.539	4.550	4.560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.66	4.571	4.581	4.592	4.603	4.613	4.624	4.634	4.645	4.656	4.667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
0.67	4.677	4.688	4.699	4.710	4.721	4.732	4.742	4.753	4.764	4.775	1	2	3	4	5	7	8	9	10
0.68	4.786	4.797	4.808	4.819	4.831	4.842	4.853	4.864	4.875	4.887	1	2	3	4	6	7	8	9	10
0.69	4.898	4.909	4.920	4.932	4.943	4.955	4.966	4.977	4.989	5.000	1	2	3	5	6	7	8	9	10
0.70	5.012	5.023	5.035	5.047	5.058	5.070	5.082	5.093	5.105	5.117	1	2	4	5	6	7	8	9	11
0.71	5.129	5.140	5.152	5.164	5.176	5.188	5.200	5.212	5.224	5.236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
0.72	5.248	5.260	5.272	5.284	5.297	5.309	5.321	5.333	5.346	5.358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
0.73	5.370	5.383	5.395	5.408	5.420	5.433	5.445	5.458	5.470	5.483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
0.74	5.495	5.508	5.521	5.534	5.546	5.559	5.572	5.585	5.598	5.610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
0.75	5.623	5.636	5.649	5.662	5.675	5.689	5.702	5.715	5.728	5.741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
0.76	5.754	5.768	5.781	5.794	5.808	5.821	5.834	5.848	5.861	5.875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
0.77	5.888	5.902	5.916	5.929	5.943	5.957	5.970	5.984	5.998	6.012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
0.78	6.026	6.039	6.053	6.067	6.081	6.095	6.109	6.124	6.138	6.152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
0.79	6.166	6.180	6.194	6.209	6.223	6.237	6.252	6.266	6.281	6.295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
0.80	6.310	6.324	6.339	6.353	6.368	6.383	6.397	6.412	6.427	6.442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
0.81	6.457	6.471	6.486	6.501	6.516	6.531	6.546	6.561	6.577	6.592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
0.82	6.607	6.622	6.637	6.653	6.668	6.683	6.699	6.714	6.730	6.745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
0.83	6.761	6.776	6.792	6.808	6.823	6.839	6.855	6.871	6.887	6.902	2	3	5	6	8	9	11	13	14
0.84	6.918	6.934	6.950	6.966	6.982	6.998	7.015	7.031	7.047	7.063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
0.85	7.079	7.096	7.112	7.129	7.145	7.161	7.178	7.194	7.211	7.228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
0.86	7.244	7.261	7.278	7.295	7.311	7.328	7.345	7.362	7.379	7.396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
0.87	7.413	7.430	7.447	7.464	7.482	7.499	7.516	7.534	7.551	7.568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
0.88	7.586	7.603	7.621	7.638	7.656	7.674	7.691	7.709	7.727	7.745	2	4	5	7	9	11	12	14	16
0.89	7.762	7.780	7.798	7.816	7.834	7.852	7.870	7.889	7.907	7.925	2	4	5	7	9	11	13	14	16
0.90	7.943	7.962	7.980	7.998	8.017	8.035	8.054	8.072	8.091	8.110	2	4	6	7	9	11	13	15	17
0.91	8.128	8.147	8.166	8.185	8.204	8.222	8.241	8.260	8.279	8.299	2	4	6	8	9	11	13	15	17
0.92	8.318	8.337	8.356	8.375	8.395	8.414	8.433	8.453	8.472	8.492	2	4	6	8	10	12	14	15	17
0.93	8.511	8.531	8.551	8.570	8.590	8.610	8.630	8.650	8.670	8.690	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0.94	8.710	8.730	8.750	8.770	8.790	8.810	8.831	8.851	8.872	8.892	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0.95	8.913	8.933	8.954	8.974	8.995	9.016	9.036	9.057	9.078	9.099	2	4	6	8	10	12	15	17	19
0.96	9.120	9.141	9.162	9.183	9.204	9.226	9.247	9.268	9.290	9.311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
0.97	9.333	9.354	9.376	9.397	9.419	9.441	9.462	9.484	9.506	9.528	2	4	7	9	11	13	15	17	20
0.98	9.550	9.572	9.594	9.616	9.638	9.661	9.683	9.705	9.727	9.750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
0.99	9.772	9.795	9.817	9.840	9.863	9.886	9.908	9.931	9.954	9.977	2	5	7	9	11	14	16	18	20

Glossary_Tamil.indd 295 9/12/2019 1:04:49 PM

சைன் மதிப்புகள் (NATURAL SINES)

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0.0017453	0.0034907	0.0052360	0.0069813	0.0087265	0.010472	0.012217	0.013962	0.015707
1	0.017452	0.019197	0.020942	0.022687	0.024432	0.026177	0.027922	0.029666	0.031411	0.033155
2	0.034899	0.036644	0.038388	0.040132	0.041876	0.043619	0.045363	0.047106	0.04885	0.050593
3	0.052336	0.054079	0.055822	0.057564	0.059306	0.061049	0.062791	0.064532	0.066274	0.068015
4	0.069756	0.071497	0.073238	0.074979	0.076719	0.078459	0.080199	0.081939	0.083678	0.085417
5	0.087156	0.088894	0.090633	0.092371	0.094108	0.095846	0.097583	0.09932	0.101056	0.102793
6	0.104528	0.106264	0.107999	0.109734	0.111469	0.113203	0.114937	0.116671	0.118404	0.120137
7	0.121869	0.123601	0.125333	0.127065	0.128796	0.130526	0.132256	0.133986	0.135716	0.137445
8	0.139173	0.140901	0.142629	0.144356	0.146083	0.147809	0.149535	0.151261	0.152986	0.15471
9	0.156434	0.158158	0.159881	0.161604	0.163326	0.165048	0.166769	0.168489	0.170209	0.171929
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
10	0.173648	0.175367	0.177085	0.178802	0.180519	0.182236	0.183951	0.185667	0.187381	0.189095
11	0.190809	0.192522	0.194234	0.195946	0.197657	0.199368	0.201078	0.202787	0.204496	0.206204
12	0.207912	0.209619	0.211325	0.21303	0.214735	0.21644	0.218143	0.219846	0.221548	0.22325
13	0.224951	0.226651	0.228351	0.23005	0.231748	0.233445	0.235142	0.236838	0.238533	0.240228
14	0.241922	0.243615	0.245307	0.246999	0.24869	0.25038	0.252069	0.253758	0.255446	0.257133
15	0.258819	0.260505	0.262189	0.263873	0.265556	0.267238	0.26892	0.2706	0.27228	0.273959
16	0.275637	0.277315	0.278991	0.280667	0.282341	0.284015	0.285688	0.287361	0.289032	0.290702
17	0.292372	0.29404	0.295708	0.297375	0.299041	0.300706	0.30237	0.304033	0.305695	0.307357
18	0.309017	0.310676	0.312335	0.313992	0.315649	0.317305	0.318959	0.320613	0.322266	0.323917
19	0.325568	0.327218	0.328867	0.330514	0.332161	0.333807	0.335452	0.337095	0.338738	0.34038
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
20	0.34202	0.34366	0.345298	0.346936	0.348572	0.350207	0.351842	0.353475	0.355107	0.356738
21	0.358368	0.359997	0.361625	0.363251	0.364877	0.366501	0.368125	0.369747	0.371368	0.372988
22	0.374607	0.376224	0.377841	0.379456	0.38107	0.382683	0.384295	0.385906	0.387516	0.389124
23	0.390731	0.392337	0.393942	0.395546	0.397148	0.398749	0.400349	0.401948	0.403545	0.405142
24	0.406737	0.40833	0.409923	0.411514	0.413104	0.414693	0.416281	0.417867	0.419452	0.421036
25	0.422618	0.424199	0.425779	0.427358	0.428935	0.430511	0.432086	0.433659	0.435231	0.436802
26	0.438371	0.439939	0.441506	0.443071	0.444635	0.446198	0.447759	0.449319	0.450878	0.452435
27	0.45399	0.455545	0.457098	0.45865	0.4602	0.461749	0.463296	0.464842	0.466387	0.46793
28	0.469472	0.471012	0.472551	0.474088	0.475624	0.477159	0.478692	0.480223	0.481754	0.483282
29	0.48481	0.486335	0.48786	0.489382	0.490904	0.492424	0.493942	0.495459	0.496974	0.498488
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
30	0.5	0.501511	0.50302	0.504528	0.506034	0.507538	0.509041	0.510543	0.512043	0.513541
31	0.515038	0.516533	0.518027	0.519519	0.52101	0.522499	0.523986	0.525472	0.526956	0.528438
32	0.529919	0.531399	0.532876	0.534352	0.535827	0.5373	0.538771	0.54024	0.541708	0.543174
33	0.544639	0.546102	0.547563	0.549023	0.550481	0.551937	0.553392	0.554844	0.556296	0.557745
34	0.559193	0.560639	0.562083	0.563526	0.564967	0.566406	0.567844	0.56928	0.570714	0.572146
35	0.573576	0.575005	0.576432	0.577858	0.579281	0.580703	0.582123	0.583541	0.584958	0.586372
36	0.587785	0.589196	0.590606	0.592013	0.593419	0.594823	0.596225	0.597625	0.599024	0.60042
37	0.601815	0.603208	0.604599	0.605988	0.607376	0.608761	0.610145	0.611527	0.612907	0.614285
38	0.615661	0.617036	0.618408	0.619779	0.621148	0.622515	0.62388	0.625243	0.626604	0.627963
39	0.62932	0.630676	0.632029	0.633381	0.634731	0.636078	0.637424	0.638768	0.64011	0.64145
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
40	0.642788	0.644124	0.645458	0.64679	0.64812	0.649448	0.650774	0.652098	0.653421	0.654741
41	0.656059	0.657375	0.658689	0.660002	0.661312	0.66262	0.663926	0.66523	0.666532	0.667833
42	0.669131	0.670427	0.671721	0.673013	0.674302	0.67559	0.676876	0.67816	0.679441	0.680721
43	0.681998	0.683274	0.684547	0.685818	0.687088	0.688355	0.68962	0.690882	0.692143	0.693402
44	0.694658	0.695913	0.697165	0.698415	0.699663	0.700909	0.702153	0.703395	0.704634	0.705872
45	0.707107	0.70834	0.709571	0.710799	0.712026	0.71325	0.714473	0.715693	0.716911	0.718126

Glossary_Tamil.indd 296 9/12/2019 1:04:49 PM

சைன் மதிப்புகள் (NATURAL SINES)

46	0.71934	0.720551	0.72176	0.722967	0.724172	0.725374	0.726575	0.727773	0.728969	0.730162
47	0.731354	0.732543	0.73373	0.734915	0.736097	0.737277	0.738455	0.739631	0.740805	0.741976
48	0.743145	0.744312	0.745476	0.746638	0.747798	0.748956	0.750111	0.751264	0.752415	0.753563
49	0.75471	0.755853	0.756995	0.758134	0.759271	0.760406	0.761538	0.762668	0.763796	0.764921
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
50	0.766044	0.767165	0.768284	0.7694	0.770513	0.771625	0.772734	0.77384	0.774944	0.776046
51	0.777146	0.778243	0.779338	0.78043	0.78152	0.782608	0.783693	0.784776	0.785857	0.786935
52	0.788011	0.789084	0.790155	0.791224	0.79229	0.793353	0.794415	0.795473	0.79653	0.797584
53	0.798636	0.799685	0.800731	0.801776	0.802817	0.803857	0.804894	0.805928	0.80696	0.80799
54	0.809017	0.810042	0.811064	0.812084	0.813101	0.814116	0.815128	0.816138	0.817145	0.81815
55	0.819152	0.820152	0.821149	0.822144	0.823136	0.824126	0.825113	0.826098	0.827081	0.82806
56	0.829038	0.830012	0.830984	0.831954	0.832921	0.833886	0.834848	0.835807	0.836764	0.837719
57	0.838671	0.83962	0.840567	0.841511	0.842452	0.843391	0.844328	0.845262	0.846193	0.847122
58	0.848048	0.848972	0.849893	0.850811	0.851727	0.85264	0.853551	0.854459	0.855364	0.856267
59	0.857167	0.858065	0.85896	0.859852	0.860742	0.861629	0.862514	0.863396	0.864275	0.865151
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
60	0.866025	0.866897	0.867765	0.868632	0.869495	0.870356	0.871214	0.872069	0.872922	0.873772
61	0.87462	0.875465	0.876307	0.877146	0.877983	0.878817	0.879649	0.880477	0.881303	0.882127
62	0.882948	0.883766	0.884581	0.885394	0.886204	0.887011	0.887815	0.888617	0.889416	0.890213
63	0.891007	0.891798	0.892586	0.893371	0.894154	0.894934	0.895712	0.896486	0.897258	0.898028
64	0.898794	0.899558	0.900319	0.901077	0.901833	0.902585	0.903335	0.904083	0.904827	0.905569
65	0.906308	0.907044	0.907777	0.908508	0.909236	0.909961	0.910684	0.911403	0.91212	0.912834
66	0.913545	0.914254	0.91496	0.915663	0.916363	0.91706	0.917755	0.918446	0.919135	0.919821
67	0.920505	0.921185	0.921863	0.922538	0.92321	0.92388	0.924546	0.92521	0.925871	0.926529
68	0.927184	0.927836	0.928486	0.929133	0.929776	0.930418	0.931056	0.931691	0.932324	0.932954
69	0.93358	0.934204	0.934826	0.935444	0.93606	0.936672	0.937282	0.937889	0.938493	0.939094
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
70	0.939693	0.940288	0.940881	0.941471	0.942057	0.942641	0.943223	0.943801	0.944376	0.944949
71	0.945519	0.946085	0.946649	0.94721	0.947768	0.948324	0.948876	0.949425	0.949972	0.950516
72	0.951057	0.951594	0.952129	0.952661	0.953191	0.953717	0.95424	0.954761	0.955278	0.955793
73	0.956305	0.956814	0.957319	0.957822	0.958323	0.95882	0.959314	0.959805	0.960294	0.960779
74	0.961262	0.961741	0.962218	0.962692	0.963163	0.96363	0.964095	0.964557	0.965016	0.965473
75	0.965926	0.966376	0.966823	0.967268	0.967709	0.968148	0.968583	0.969016	0.969445	0.969872
76	0.970296	0.970716	0.971134	0.971549	0.971961	0.97237	0.972776	0.973179	0.973579	0.973976
77	0.97437	0.974761	0.975149	0.975535	0.975917	0.976296	0.976672	0.977046	0.977416	0.977783
78	0.978148	0.978509	0.978867	0.979223	0.979575	0.979925	0.980271	0.980615	0.980955	0.981293
79	0.981627	0.981959	0.982287	0.982613	0.982935	0.983255	0.983571	0.983885	0.984196	0.984503
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
80	0.984808	0.985109	0.985408	0.985703	0.985996	0.986286	0.986572	0.986856	0.987136	0.987414
81	0.987688	0.98796	0.988228	0.988494	0.988756	0.989016	0.989272	0.989526	0.989776	0.990024
82	0.990268	0.990509	0.990748	0.990983	0.991216	0.991445	0.991671	0.991894	0.992115	0.992332
83	0.992546	0.992757	0.992966	0.993171	0.993373	0.993572	0.993768	0.993961	0.994151	0.994338
84	0.994522	0.994703	0.994881	0.995056	0.995227	0.995396	0.995562	0.995725	0.995884	0.996041
85	0.996195	0.996345	0.996493	0.996637	0.996779	0.996917	0.997053	0.997185	0.997314	0.997441
86	0.997564	0.997684	0.997801	0.997916	0.998027	0.998135	0.99824	0.998342	0.998441	0.998537
87	0.99863	0.998719	0.998806	0.99889	0.998971	0.999048	0.999123	0.999194	0.999263	0.999328
88	0.999391	0.99945	0.999507	0.99956	0.99961	0.999657	0.999701	0.999743	0.999781	0.999816
89	0.999848	0.999877	0.999903	0.999925	0.999945	0.999962	0.999976	0.999986	0.999994	0.999998
90	1	0.999998	0.999994	0.999986	0.999976	0.999962	0.999945	0.999925	0.999903	0.999877

Glossary_Tamil.indd 297 9/12/2019 1:04:49 PM

கொசைன் மதிப்புகள் (NATURAL COSINES)

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	0.999998	0.999994	0.999986	0.999976	0.999962	0.999945	0.999925	0.999903	0.999877
1	0.999848	0.999816	0.999781	0.999743	0.999701	0.999657	0.99961	0.99956	0.999507	0.99945
2	0.999391	0.999328	0.999263	0.999194	0.999123	0.999048	0.998971	0.99889	0.998806	0.998719
3	0.99863	0.998537	0.998441	0.998342	0.99824	0.998135	0.998027	0.997916	0.997801	0.997684
4	0.997564	0.997441	0.997314	0.997185	0.997053	0.996917	0.996779	0.996637	0.996493	0.996345
5	0.996195	0.996041	0.995884	0.995725	0.995562	0.995396	0.995227	0.995056	0.994881	0.994703
6	0.994522	0.994338	0.994151	0.993961	0.993768	0.993572	0.993373	0.993171	0.992966	0.992757
7	0.992546	0.992332	0.992115	0.991894	0.991671	0.991445	0.991216	0.990983	0.990748	0.990509
8	0.990268	0.990024	0.989776	0.989526	0.989272	0.989016	0.988756	0.988494	0.988228	0.98796
9	0.987688	0.987414	0.987136	0.986856	0.986572	0.986286	0.985996	0.985703	0.985408	0.985109
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.984808	0.984503	0.984196	0.983885	0.983571	0.983255	0.982935	0.982613	0.982287	0.981959
11	0.981627	0.981293	0.980955	0.980615	0.980271	0.979925	0.979575	0.979223	0.978867	0.978509
12	0.978148	0.977783	0.977416	0.977046	0.976672	0.976296	0.975917	0.975535	0.975149	0.974761
13	0.97437	0.973976	0.973579	0.973179	0.972776	0.97237	0.971961	0.971549	0.971134	0.970716
14	0.970296	0.969872	0.969445	0.969016	0.968583	0.968148	0.967709	0.967268	0.966823	0.966376
15	0.965926	0.965473	0.965016	0.964557	0.964095	0.96363	0.963163	0.962692	0.962218	0.961741
16	0.961262	0.960779	0.960294	0.959805	0.959314	0.95882	0.958323	0.957822	0.957319	0.956814
17	0.956305	0.955793	0.955278	0.954761	0.95424	0.953717	0.953191	0.952661	0.952129	0.951594
18	0.951057	0.950516	0.949972	0.949425	0.948876	0.948324	0.947768	0.94721	0.946649	0.946085
19	0.945519	0.944949	0.944376	0.943801	0.943223	0.942641	0.942057	0.941471	0.940881	0.940288
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0.939693	0.939094	0.938493	0.937889	0.937282	0.936672	0.93606	0.935444	0.934826	0.934204
21	0.93358	0.932954	0.932324	0.931691	0.931056	0.930418	0.929776	0.929133	0.928486	0.927836
22	0.927184	0.926529	0.925871	0.92521	0.924546	0.92388	0.92321	0.922538	0.921863	0.921185
23	0.920505	0.919821	0.919135	0.918446	0.917755	0.91706	0.916363	0.915663	0.91496	0.914254
24	0.913545	0.912834	0.91212	0.911403	0.910684	0.909961	0.909236	0.908508	0.907777	0.907044
25	0.906308	0.905569	0.904827	0.904083	0.903335	0.902585	0.901833	0.901077	0.900319	0.899558
26	0.898794	0.898028	0.897258	0.896486	0.895712	0.894934	0.894154	0.893371	0.892586	0.891798
27	0.891007	0.890213	0.889416	0.888617	0.887815	0.887011	0.886204	0.885394	0.884581	0.883766
28	0.882948	0.882127	0.881303	0.880477	0.879649	0.878817	0.877983	0.877146	0.876307	0.875465
29	0.87462	0.873772	0.872922	0.872069	0.871214	0.870356	0.869495	0.868632	0.867765	0.866897
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	0.866025	0.865151	0.864275	0.863396	0.862514	0.861629	0.860742	0.859852	0.85896	0.858065
31	0.857167	0.856267	0.855364	0.854459	0.853551	0.85264	0.851727	0.850811	0.849893	0.848972
32	0.848048	0.847122	0.846193	0.845262	0.844328	0.843391	0.842452	0.841511	0.840567	0.83962
33	0.838671	0.837719	0.836764	0.835807	0.834848	0.833886	0.832921	0.831954	0.830984	0.830012
34	0.829038	0.82806	0.827081	0.826098	0.825113	0.824126	0.823136	0.822144	0.821149	0.820152
35	0.819152	0.81815	0.817145	0.816138	0.815128	0.814116	0.813101	0.812084	0.811064	0.810042
36	0.809017	0.80799	0.80696	0.805928	0.804894	0.803857	0.802817	0.801776	0.800731	0.799685
37	0.798636	0.797584	0.79653	0.795473	0.794415	0.793353	0.79229	0.791224	0.790155	0.789084
38	0.788011	0.786935	0.785857	0.784776	0.783693	0.782608	0.78152	0.78043	0.779338	0.778243
39	0.777146	0.776046	0.774944	0.77384	0.772734	0.771625	0.770513	0.7694	0.768284	0.767165
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	0.766044	0.764921	0.763796	0.762668	0.761538	0.760406	0.759271	0.758134	0.756995	0.755853
41	0.75471	0.753563	0.752415	0.751264	0.750111	0.748956	0.747798	0.746638	0.745476	0.744312
42	0.743145	0.741976	0.740805	0.739631	0.738455	0.737277	0.736097	0.734915	0.73373	0.732543
43	0.731354	0.730162	0.728969	0.727773	0.726575	0.725374	0.724172	0.722967	0.72176	0.720551
44	0.71934	0.718126	0.716911	0.715693	0.714473	0.71325	0.712026	0.710799	0.709571	0.70834
45	0.707107	0.705872	0.704634	0.703395	0.702153	0.700909	0.699663	0.698415	0.697165	0.695913

Glossary_Tamil.indd 298 9/12/2019 1:04:49 PM

கொசைன் மதிப்புகள் (NATURAL COSINES)

46	0.694658	0.693402	0.692143	0.690882	0.68962	0.688355	0.687088	0.685818	0.684547	0.683274
47	0.681998	0.680721	0.679441	0.67816	0.676876	0.67559	0.674302	0.673013	0.671721	0.670427
48	0.669131	0.667833	0.666532	0.66523	0.663926	0.66262	0.661312	0.660002	0.658689	0.657375
49	0.656059	0.654741	0.653421	0.652098	0.650774	0.649448	0.64812	0.64679	0.645458	0.644124
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
50	0.642788	0.64145	0.64011	0.638768	0.637424	0.636078	0.634731	0.633381	0.632029	0.630676
51	0.62932	0.627963	0.626604	0.625243	0.62388	0.622515	0.621148	0.619779	0.618408	0.617036
52	0.615661	0.614285	0.612907	0.611527	0.610145	0.608761	0.607376	0.605988	0.604599	0.603208
53	0.601815	0.60042	0.599024	0.597625	0.596225	0.594823	0.593419	0.592013	0.590606	0.589196
54	0.587785	0.586372	0.584958	0.583541	0.582123	0.580703	0.579281	0.577858	0.576432	0.575005
55	0.573576	0.572146	0.570714	0.56928	0.567844	0.566406	0.564967	0.563526	0.562083	0.560639
56	0.559193	0.557745	0.556296	0.554844	0.553392	0.551937	0.550481	0.549023	0.547563	0.546102
57	0.544639	0.543174	0.541708	0.54024	0.538771	0.5373	0.535827	0.534352	0.532876	0.531399
58	0.529919	0.528438	0.526956	0.525472	0.523986	0.522499	0.52101	0.519519	0.518027	0.516533
59	0.515038	0.513541	0.512043	0.510543	0.509041	0.507538	0.506034	0.504528	0.50302	0.501511
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
60	0.5	0.498488	0.496974	0.495459	0.493942	0.492424	0.490904	0.489382	0.48786	0.486335
61	0.48481	0.483282	0.481754	0.480223	0.478692	0.477159	0.475624	0.474088	0.472551	0.471012
62	0.469472	0.46793	0.466387	0.464842	0.463296	0.461749	0.4602	0.45865	0.457098	0.455545
63	0.45399	0.452435	0.450878	0.449319	0.447759	0.446198	0.444635	0.443071	0.441506	0.439939
64	0.438371	0.436802	0.435231	0.433659	0.432086	0.430511	0.428935	0.427358	0.425779	0.424199
65	0.422618	0.421036	0.419452	0.417867	0.416281	0.414693	0.413104	0.411514	0.409923	0.40833
66	0.406737	0.405142	0.403545	0.401948	0.400349	0.398749	0.397148	0.395546	0.393942	0.392337
67	0.390731	0.389124	0.387516	0.385906	0.384295	0.382683	0.38107	0.379456	0.377841	0.376224
68	0.374607	0.372988	0.371368	0.369747	0.368125	0.366501	0.364877	0.363251	0.361625	0.359997
69	0.358368	0.356738	0.355107	0.353475	0.351842	0.350207	0.348572	0.346936	0.345298	0.34366
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
70	0.34202	0.34038	0.338738	0.337095	0.335452	0.333807	0.332161	0.330514	0.328867	0.327218
71	0.325568	0.323917	0.322266	0.320613	0.318959	0.317305	0.315649	0.313992	0.312335	0.310676
72	0.309017	0.307357	0.305695	0.304033	0.30237	0.300706	0.299041	0.297375	0.295708	0.29404
73	0.292372	0.290702	0.289032	0.287361	0.285688	0.284015	0.282341	0.280667	0.278991	0.277315
74	0.275637	0.273959	0.27228	0.2706	0.26892	0.267238	0.265556	0.263873	0.262189	0.260505
75	0.258819	0.257133	0.255446	0.253758	0.252069	0.25038	0.24869	0.246999	0.245307	0.243615
76	0.241922	0.240228	0.238533	0.236838	0.235142	0.233445	0.231748	0.23005	0.228351	0.226651
77	0.224951	0.22325	0.221548	0.219846	0.218143	0.21644	0.214735	0.21303	0.211325	0.209619
78	0.207912	0.206204	0.204496	0.202787	0.201078	0.199368	0.197657	0.195946	0.194234	0.192522
79	0.190809	0.189095	0.187381	0.185667	0.183951	0.182236	0.180519	0.178802	0.177085	0.175367
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
80	0.173648	0.171929	0.170209	0.168489	0.166769	0.165048	0.163326	0.161604	0.159881	0.158158
81	0.156434	0.15471	0.152986	0.151261	0.149535	0.147809	0.146083	0.144356	0.142629	0.140901
82	0.139173	0.137445	0.135716	0.133986	0.132256	0.130526	0.128796	0.127065	0.125333	0.123601
83	0.121869	0.120137	0.118404	0.116671	0.114937	0.113203	0.111469	0.109734	0.107999	0.106264
84	0.104528	0.102793	0.101056	0.09932	0.097583	0.095846	0.094108	0.092371	0.090633	0.088894
85	0.087156	0.085417	0.083678	0.081939	0.080199	0.078459	0.076719	0.074979	0.073238	0.071497
86	0.069756	0.068015	0.066274	0.064532	0.062791	0.061049	0.059306	0.057564	0.055822	0.054079
87	0.052336	0.050593	0.04885	0.047106	0.045363	0.043619	0.041876	0.040132	0.038388	0.036644
88	0.034899	0.033155	0.031411	0.029666	0.027922	0.026177	0.024432	0.022687	0.020942	0.019197
89	0.017452	0.015707	0.013962	0.012217	0.010472	0.0087265	0.0069813	0.0052360	0.0034907	0.0017453
90	0	0.0017453	0.0034907	0.0052360	0.0069813	0.0087265	0.010472	0.012217	0.013962	0.015707

Glossary_Tamil.indd 299 9/12/2019 1:04:49 PM

டேஞ்சன்ட் மதிப்புகள் (NATURAL TANGENTS)

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0.0017453	0.0034907	0.0052360	0.0069814	0.0087269	0.010472	0.012218	0.013964	0.015709
1	0.017455	0.019201	0.020947	0.022693	0.024439	0.026186	0.027933	0.029679	0.031426	0.033173
2	0.034921	0.036668	0.038416	0.040164	0.041912	0.043661	0.04541	0.047159	0.048908	0.050658
3	0.052408	0.054158	0.055909	0.05766	0.059411	0.061163	0.062915	0.064667	0.06642	0.068173
4	0.069927	0.071681	0.073435	0.07519	0.076946	0.078702	0.080458	0.082215	0.083972	0.08573
5	0.087489	0.089248	0.091007	0.092767	0.094528	0.096289	0.098051	0.099813	0.101576	0.10334
6	0.105104	0.106869	0.108635	0.110401	0.112168	0.113936	0.115704	0.117473	0.119243	0.121013
7	0.122785	0.124557	0.126329	0.128103	0.129877	0.131652	0.133428	0.135205	0.136983	0.138761
8	0.140541	0.142321	0.144102	0.145884	0.147667	0.149451	0.151236	0.153022	0.154808	0.156596
9	0.158384	0.160174	0.161965	0.163756	0.165549	0.167343	0.169137	0.170933	0.17273	0.174528
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.176327	0.178127	0.179928	0.181731	0.183534	0.185339	0.187145	0.188952	0.19076	0.19257
11	0.19438	0.196192	0.198005	0.19982	0.201635	0.203452	0.205271	0.20709	0.208911	0.210733
12	0.212557	0.214381	0.216208	0.218035	0.219864	0.221695	0.223526	0.22536	0.227194	0.229031
13	0.230868	0.232707	0.234548	0.23639	0.238234	0.240079	0.241925	0.243774	0.245624	0.247475
14	0.249328	0.251183	0.253039	0.254897	0.256756	0.258618	0.26048	0.262345	0.264211	0.266079
15	0.267949	0.269821	0.271694	0.273569	0.275446	0.277325	0.279205	0.281087	0.282971	0.284857
16	0.286745	0.288635	0.290527	0.29242	0.294316	0.296213	0.298113	0.300014	0.301918	0.303823
17	0.305731	0.30764	0.309552	0.311465	0.313381	0.315299	0.317219	0.319141	0.321065	0.322991
18	0.32492	0.32685	0.328783	0.330718	0.332656	0.334595	0.336537	0.338481	0.340428	0.342377
19	0.344328	0.346281	0.348237	0.350195	0.352156	0.354119	0.356084	0.358052	0.360022	0.361995
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0.36397	0.365948	0.367928	0.369911	0.371897	0.373885	0.375875	0.377869	0.379864	0.381863
21	0.383864	0.385868	0.387874	0.389884	0.391896	0.39391	0.395928	0.397948	0.399971	0.401997
22	0.404026	0.406058	0.408092	0.41013	0.41217	0.414214	0.41626	0.418309	0.420361	0.422417
23	0.424475	0.426536	0.428601	0.430668	0.432739	0.434812	0.436889	0.438969	0.441053	0.443139
24	0.445229	0.447322	0.449418	0.451517	0.45362	0.455726	0.457836	0.459949	0.462065	0.464185
25	0.466308	0.468434	0.470564	0.472698	0.474835	0.476976	0.47912	0.481267	0.483419	0.485574
26	0.487733	0.489895	0.492061	0.494231	0.496404	0.498582	0.500763	0.502948	0.505136	0.507329
27	0.509525	0.511726	0.51393	0.516138	0.518351	0.520567	0.522787	0.525012	0.52724	0.529473
28	0.531709	0.53395	0.536195	0.538445	0.540698	0.542956	0.545218	0.547484	0.549755	0.55203
29	0.554309	0.556593	0.558881	0.561174	0.563471	0.565773	0.568079	0.57039	0.572705	0.575026
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	0.57735	0.57968	0.582014	0.584353	0.586697	0.589045	0.591398	0.593757	0.59612	0.598488
31	0.600861	0.603239	0.605622	0.60801	0.610403	0.612801	0.615204	0.617613	0.620026	0.622445
32	0.624869	0.627299	0.629734	0.632174	0.634619	0.63707	0.639527	0.641989	0.644456	0.646929
33	0.649408	0.651892	0.654382	0.656877	0.659379	0.661886	0.664398	0.666917	0.669442	0.671972
34	0.674509	0.677051	0.679599	0.682154	0.684714	0.687281	0.689854	0.692433	0.695018	0.69761
35	0.700208	0.702812	0.705422	0.708039	0.710663	0.713293	0.71593	0.718573	0.721223	0.723879
36	0.726543	0.729213	0.731889	0.734573	0.737264	0.739961	0.742666	0.745377	0.748096	0.750821
37	0.753554	0.756294	0.759041	0.761796	0.764558	0.767327	0.770104	0.772888	0.77568	0.778479
38	0.781286	0.7841	0.786922	0.789752	0.79259	0.795436	0.79829	0.801151	0.804021	0.806898
39	0.809784	0.812678	0.81558	0.818491	0.821409	0.824336	0.827272	0.830216	0.833169	0.83613
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	0.8391	0.842078	0.845066	0.848062	0.851067	0.854081	0.857104	0.860136	0.863177	0.866227
41	0.869287	0.872356	0.875434	0.878521	0.881619	0.884725	0.887842	0.890967	0.894103	0.897249
42	0.900404	0.903569	0.906745	0.90993	0.913125	0.916331	0.919547	0.922773	0.92601	0.929257
43	0.932515	0.935783	0.939063	0.942352	0.945653	0.948965	0.952287	0.955621	0.958966	0.962322
44	0.965689	0.969067	0.972458	0.975859	0.979272	0.982697	0.986134	0.989582	0.993043	0.996515
45	1	1.0035	1.00701	1.01053	1.01406	1.01761	1.02117	1.02474	1.02832	1.03192

டேஞ்சன்ட் மதிப்புகள் (NATURAL TANGENTS)

46	1.03553	1.03915	1.04279	1.04644	1.0501	1.05378	1.05747	1.06117	1.06489	1.06862
47	1.07237	1.07613	1.0799	1.08369	1.08749	1.09131	1.09514	1.09899	1.10285	1.10672
48	1.11061	1.11452	1.11844	1.12238	1.12633	1.13029	1.13428	1.13828	1.14229	1.14632
49	1.15037	1.15443	1.15851	1.16261	1.16672	1.17085	1.175	1.17916	1.18334	1.18754
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
50	1.19175	1.19599	1.20024	1.20451	1.20879	1.2131	1.21742	1.22176	1.22612	1.2305
51	1.2349	1.23931	1.24375	1.2482	1.25268	1.25717	1.26169	1.26622	1.27077	1.27535
52	1.27994	1.28456	1.28919	1.29385	1.29853	1.30323	1.30795	1.31269	1.31745	1.32224
53	1.32704	1.33187	1.33673	1.3416	1.3465	1.35142	1.35637	1.36134	1.36633	1.37134
54	1.37638	1.38145	1.38653	1.39165	1.39679	1.40195	1.40714	1.41235	1.41759	1.42286
55	1.42815	1.43347	1.43881	1.44418	1.44958	1.45501	1.46046	1.46595	1.47146	1.47699
56	1.48256	1.48816	1.49378	1.49944	1.50512	1.51084	1.51658	1.52235	1.52816	1.534
57	1.53986	1.54576	1.5517	1.55766	1.56366	1.56969	1.57575	1.58184	1.58797	1.59414
58	1.60033	1.60657	1.61283	1.61914	1.62548	1.63185	1.63826	1.64471	1.6512	1.65772
59	1.66428	1.67088	1.67752	1.68419	1.69091	1.69766	1.70446	1.71129	1.71817	1.72509
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
60	1.73205	1.73905	1.7461	1.75319	1.76032	1.76749	1.77471	1.78198	1.78929	1.79665
61	1.80405	1.8115	1.81899	1.82654	1.83413	1.84177	1.84946	1.8572	1.86499	1.87283
62	1.88073	1.88867	1.89667	1.90472	1.91282	1.92098	1.9292	1.93746	1.94579	1.95417
63	1.96261	1.97111	1.97966	1.98828	1.99695	2.00569	2.01449	2.02335	2.03227	2.04125
64	2.0503	2.05942	2.0686	2.07785	2.08716	2.09654	2.106	2.11552	2.12511	2.13477
65	2.14451	2.15432	2.1642	2.17416	2.18419	2.1943	2.20449	2.21475	2.2251	2.23553
66	2.24604	2.25663	2.2673	2.27806	2.28891	2.29984	2.31086	2.32197	2.33317	2.34447
67	2.35585	2.36733	2.37891	2.39058	2.40235	2.41421	2.42618	2.43825	2.45043	2.4627
68	2.47509	2.48758	2.50018	2.51289	2.52571	2.53865	2.5517	2.56487	2.57815	2.59156
69	2.60509	2.61874	2.63252	2.64642	2.66046	2.67462	2.68892	2.70335	2.71792	2.73263
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
70	2.74748	2.76247	2.77761	2.79289	2.80833	2.82391	2.83965	2.85555	2.87161	2.88783
71	2.90421	2.92076	2.93748	2.95437	2.97144	2.98868	3.00611	3.02372	3.04152	3.0595
72	3.07768	3.09606	3.11464	3.13341	3.1524	3.17159	3.191	3.21063	3.23048	3.25055
73	3.27085	3.29139	3.31216	3.33317	3.35443	3.37594	3.39771	3.41973	3.44202	3.46458
74	3.48741	3.51053	3.53393	3.55761	3.5816	3.60588	3.63048	3.65538	3.68061	3.70616
75	3.73205	3.75828	3.78485	3.81177	3.83906	3.86671	3.89474	3.92316	3.95196	3.98117
76	4.01078	4.04081	4.07127	4.10216	4.1335	4.1653	4.19756	4.2303	4.26352	4.29724
77	4.33148	4.36623	4.40152	4.43735	4.47374	4.51071	4.54826	4.58641	4.62518	4.66458
78	4.70463	4.74534	4.78673	4.82882	4.87162	4.91516	4.95945	5.00451	5.05037	5.09704
79	5.14455	5.19293	5.24218	5.29235	5.34345	5.39552	5.44857	5.50264	5.55777	5.61397
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
80	5.67128	5.72974	5.78938	5.85024	5.91236	5.97576	6.04051	6.10664	6.17419	6.24321
81	6.31375	6.38587	6.45961	6.53503	6.61219	6.69116	6.77199	6.85475	6.93952	7.02637
82	7.11537	7.20661	7.30018	7.39616	7.49465	7.59575	7.69957	7.80622	7.91582	8.02848
83	8.14435	8.26355	8.38625	8.51259	8.64275	8.77689	8.9152	9.05789	9.20516	9.35724
84	9.51436	9.6768	9.84482	10.0187	10.1988	10.3854	10.5789	10.7797	10.9882	11.2048
85	11.4301	11.6645	11.9087	12.1632	12.4288	12.7062	12.9962	13.2996	13.6174	13.9507
86	14.3007	14.6685	15.0557	15.4638	15.8945	16.3499	16.8319	17.3432	17.8863	18.4645
87	19.0811	19.7403	20.4465	21.2049	22.0217	22.9038	23.8593	24.8978	26.0307	27.2715
88	28.6363	30.1446	31.8205	33.6935	35.8006	38.1885	40.9174	44.0661	47.7395	52.0807
89	57.29	63.6567	71.6151	81.847	95.4895	114.589	143.237	190.984	286.478	572.957
90	∞	572.957	286.478	190.984	143.237	114.589	95.4895	81.847	71.6151	63.6567

Glossary_Tamil.indd 301 9/12/2019 1:04:49 PM

மாநில கல்வியியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம்
மேல்நிலை இரண்டாம் ஆண்டு இயற்பியல்
பாடநூல் தயாரிப்பில் பணியாற்றியவர்கள்

பாட வல்லுநர் மற்றும் நெறியாளர்

பேராசிரியர் முனைவர். ரீட்டா ஜான்
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத்தலைவர்
கோட்பாட்டு இயற்பியல் துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், சென்னை.

மேலாய்வாளர்கள்

முனைவர். வி.என். மணி
முதன்மை அறிவியல் அறிஞர் F. Head
(C– MET)
மின்னணுவியல் மற்றும் தகவல்
தொழில்நுட்பத் துறை
ஹைதராபாத், இந்திய அரசு.

பேராசிரியர் முனைவர். பி. ரவீந்திரன்
இயற்பியல் துறை அடிப்படை மற்றும்
பயன்பாட்டு அறிவியல் துறை
தமிழ்நாடு மத்திய பல்கலைக்கழகம்,
திருவாரூர்.

முனைவர். ரஜீவ் ஷேஷா ஜோஷி
உதவிப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் புலம்
கர்நாடகா மத்தியப்பல்கலைக்கழகம்.

பாடநூல் ஆசிரியர்கள்

பேராசிரியர் முனைவர். ரீட்டா ஜான்
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத்தலைவர்
கோட்பாட்டு இயற்பியல் துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், சென்னை.

முனைவர் ப.பாலமுருகன்
உதவிப்பேராசிரியர்
இயற்பியல் முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி துறை
அரசினர் ஆடவர் கலைக்கல்லூரி (தன்னாட்சி)
நந்தனம், சென்னை

முனைவர் ர. சுகராஜ் சாமுவேல்
உதவிப் பேராசிரியர்
முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி இயற்பியல் துறை
புதுக்கல்லூரி, ராயப்பேட்டை, சென்னை.

திரு சி. ஜோசப் பிரபாகர்
உதவிப் பேராசிரியர்
முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி இயற்பியல் துறை
லயோலா கல்லூரி, சென்னை.

முனைவர். சா. ச. நெய்னா முஹம்மது
உதவிப் பேராசிரியர்
முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி இயற்பியல் துறை
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
உடுமலைப்பேட்டை, திருப்பூர் மாவட்டம்.

முனைவர் பா. இளங்கோவன்
உதவிப் பேராசிரியர்
முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி இயற்பியல் துறை
பச்சையப்பன் கல்லூரி, சென்னை.

முனைவர் பி. பெனிட்டா மெர்லின்
உதவிப் பேராசிரியர்
ஆல்பா கலை மற்றும் அறிவியல் கல்லூரி
சென்னை.

தமிழாக்கம் செய்தோர்

திரு.ஏ.இளங்கோவன்
தலைமை ஆசிரியர்,
அரசு மேல்நிலைப்பள்ளி
இராமநாயக்கன்பேட்டை,
வேலூர் மாவட்டம்.

முனைவர்.கொ.வாசுதேவன்
முதுகலைப் பட்டதாரி ஆசிரியர் (இயற்பியல்)
அரசு.ஆ.தி.நல மேல்நிலைப்பள்ளி
களங்காணி,
நாமக்கல் மாவட்டம்

திரு.வா.பாலமுருகன்
முதுகலை ஆசிரியர்,
அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி,
கடம்பத்தூர்,
திருவள்ளூர் மாவட்டம்.

திரு.சு.ரவிசங்கர்,
முதுகலை ஆசிரியர்,
எஸ்.ஆர்.எம்.மேல்நிலைப் பள்ளி,
அம்பத்தூர், திருவள்ளூர் மாவட்டம்.

பாட ஒருங்கிணைப்பாளர்கள்

திருமதி. பா. நந்தா
முதுநிலை விரிவுரையாளர்
மாநிலக் கல்வியியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம்
சென்னை.

தகவல் தொழில்நுட்ப ஒருங்கிணைப்பாளர்கள்

திரு.ஞா. பெர்ஜின்
முதுகலைப் ஆசிரியர் இயற்பியல்
அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
சாயல்குடி, இராமநாதபுரம் மாவட்டம்.

விரைவுக் குறியீடு மேலாண்மைக் குழு

இரா. ஜெகநாதன், இ.நி.ஆ,
ஊ.ஒ.ந.நி.பள்ளி, கணேசபுரம், போளூர்,
திருவண்ணாமலை மாவட்டம்.

ஆ.தேவி ஜெஸிந்தா, ப.ஆ,
அ.உ.நி.பள்ளி, என்.எம்.கோவில், வேலூர்

வ.பத்மாவதி, ப.ஆ,
அ.உ.நி. பள்ளி, வெற்றியூர், திருமானூர்,
அரியலூர்.

தட்டச்சு செய்தவர்

திருமதி. ப. காமாட்சி

கலை மற்றும் வடிவமைப்புக் குழு

வரைபடம்
சசிகுமார். K
துர்காதேவி. S
வினோத் குமார். V

வடிவமைப்பு
யோகேஷ். B
ஸ்ரீதர். V
பிரஷாந்த். C

In-House QC
ராஜேஷ் தங்கப்பன்
ஜெரால்டு வில்சன்

அட்டை வடிவமைப்பு
கதிர் ஆறுமுகம்

ஒருங்கிணைப்பாளர்
ரமேஷ் முனிசாமி

இந்நூல் 80ஜி.எஸ்.எம். எலிகண்ட் மேப்லித்தோ தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்:

PH XII Std Acknowledgement_Tamil.indd 302 9/12/2019 1:03:58 PM

குறிப்பு

PH XII Std Acknowledgement_Tamil.indd 303 9/12/2019 1:03:58 PM

குறிப்பு

PH XII Std Acknowledgement_Tamil.indd 304 9/12/2019 1:03:58 PM