படலம் 10 அணுச்சுழற்சியும் அணுப்பிரிதலும்

10. 1 அணுச்சுழற்சி

10.2 M கட்டம்

10.3 முழுப்பிரிதலின் முக்கியத்துவம்

10.4 குன்றற்பிரிதல்

10.5 குன்றற்பிரிதலின் முக்கியத்துவம்

பெரிய உயிரிகள் உட்பட எல்லா உயிரிகளும் தங்கள் வாழ்வை ஒரு ஒற்றையணுவிலிருந்து தொடங்குகின்றன என்பதை அறிவீர்களா? ஒரு ஒற்றையணு இவ்வளவு பெரிய உயிரியை உருவாக்குவது எவ்வாறு என்று நீங்கள் வியக்கலாம். வளர்ச்சியும் இனப்பெருக்கமும் அணுக்களின் சிறப்பியல்புகள்; உண்மையில் எல்லா உயிரிகளின் சிறப்பியல்புகள். எல்லா அணுக்களும் இரண்டாக பிரிவதன்மூலம் இனப்பெருக்குகின்றன. ஒவ்வொரு முறை பிரியும்போதும் ஒரு தாயணு இரண்டு சேயணுக்களை விளைவிக்கிறது. புதிதாக உருவான சேயணுக்கள் வளர்ந்து பிரிகின்றன. இவ்வாறு, ஒரு ஒற்றையணுவிலிருந்தும் அதன் சந்ததியிலிருந்தும் தோன்றி வளர்ந்து இனப்பெருக்கும் ஒரு புதிய அணுவினத்தொகை உண்டாகிறது. வேறுவிதமாகச்சொன்னால், வளர்ச்சியும் பிரிதலுமான இந்த சுழற்சி இருமடி யாயிரக்கணக்கான அணுக்களுள்ள கட்டமைப்புகள் உருவாவதை சாத்தியமாக்குகிறது.

10.1 அணுச்சுழற்சி

அணுப்பிரிதல் எல்லா வாழுயிரிகளிலும் முக்கியமான நிகழ்முறை. அணு பிரியும்போது, அனடிநகலாதலும் அணுவளர்ச்சியும் நடைபெறுகின்றன. இந்த பிரிதல் சரியாக நடைபெற்று சேயணுக்கள் முழுமையான மரபுப்பதையை பெறும்வகையில் அணுப்பிரிதல், அனடிநகலாதல், அணுவளர்ச்சி ஆகிய எல்லா நிகழ்முறைகளும் ஒரு ஒருங்கமைந்த வழியில் இடம்பெறுகின்றன. அணு தன் மரபுப்பதையை நகலெடுத்து அணுவின் மற்ற உள்ளடங்கிகளை தொகுத்தாக்கி இறுதியில் இரண்டு சேயணுக்களாக பிரிவதான நிகழ்வுகளின் தொடரியை அணுச்சுழற்சி என்கிறோம். அணுக்குழைமம் அதிகரிப்பதால் அணுவளர்ச்சி தொடர்ச்சியாக நடைபெறினும், அனடித்தொகுத்தாக்கம் அணுச்சுழற்சியின் ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டத்திலே நடைபெறுகிறது. பிறகு நகலாக்கிய மரபுமெய்யங்கள் (அனடி) அணுப்பிரிதலின்போது நிகழும் ஒரு உட்சிக்கலான நிகழ்வுத்தொடரியால் சேயுட்கருக்களுக்கு பரவுகின்றன. இந்த நிகழ்வுகளும் மரபியக்கட்டுப்பாட்டுக்கு உள்ளானவை.

10.1.1 அணுப்பிரிதலின் கட்டங்கள்

உட்கருவுள்ள அணுக்கருக்கள் பிரிவதை மனிதவணுக்களை வளர்ப்பதால் அறியலாம். இவை சுமார் 24 மணிநேரத்துக்கு ஒருமுறை பிரிகின்றன (படம் 10.1). ஆனால், இந்த அணுச்சுழற்சியின் காலம் வெவ்வேறு உயிரிகளிலும் வெவ்வேறு அணுவகைகளிலும் வேறுபடலாம். சான்றாக, நொதிப்பூஞ்சை 90 நிமிடங்களில் அணுச்சுழற்சியை முடித்துவிடுகிறsது.

அணுச்சுழற்சியை இரணடு பெரும்பிரிவுகளாக பிரிக்கிறோம். அவை

- **இடைக்கட்டம்**
- **முழுப்பிரிதற்கட்டம்** (**பிரிகட்டம்**)

ஆகியவை.

பிரிகட்டத்திலே உண்மையில் அணுப்பிரிதல் நடைபெறுகிறது. இடைக்கட்டம் என்பது இரண்டு பிரிகட்டத்துக்கிடையான கட்டம். மனிதவணுவில் அணுச்சுழற்சியின் நேரம் 24 மணியாயிருப்பினும், அணுப்பிரிதல் ஒரு மணி நேரத்தில் நிகழ்கிறது. அதாவது, அணுச்சுழற்சிநேரத்தின் 95% இடைக்கட்டம்.

பிரிகட்டம் மரபுமெய்யங்கள் பிரிவதை குறிக்கும் **உட்கருவசை**வில் தொடங்கி, வழக்கமாக அணுக்குழைமம் பிரிவதை குறிக்கும் **அணுக்குழைமசை**வில் முடிகிறது. இடைக்கட்டத்தை ஓய்வுக்கட்டம் என்று அழைப்பினும், இக்கட்டத்திலே அணு வளர்ந்து அனடி நகலாகி பிரிதலுக்கு ஒரு ஒழுங்குமுறையில் அணியமாகிறது.

இடைக்கட்டத்தை மேலும் மூன்று கட்டங்களாக பிரிக்கிறோம். அவை

- **முன்னிடைக்கட்டம்** (**முன்கட்டம்**)
- **தொகுத்தாக்கக்கட்டம்** (**தொகுகட்டம்**)
- **பின்னிடைக்கட்டம்** (**பின்கட்டம்**)

ஆகியவை.

முன்கட்டம் முழுப்பிரிதலுக்கும் அனடிநகலாதல் தொடங்குவதற்கும் இடைப்பட்ட இடைவெளி. இந்த கட்டத்தில் அணுவில் வளர்சிதைமாற்றம் நிகழ்ந்து அணு தொடர்ந்து வளர்கிறது; ஆனால் அனடி நகலாகவில்லை. தொகுகட்டத்தில் அனடி நகலாகிறது. அப்போது அணுவிலுள்ள அனடியின் அளவு இரட்டிக்கிறது. அனடியின் தொடக்க அளவு $2C$ எனில் அது $4C$யாக அதிகரிக்கிறது. ஆனால் மரபுமெய்யங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கவில்லை. அணு இரட்டைமெய்யமெனில், அதாவது முன் கட்டத்தில் $2n$ மரபுமெய்யங்கள் இருந்தால், தொகுகட்டத்தின்பின்னும் $2n$ மரபுமெய்யங்களே இருக்கின்றன.

விலங்கணுக்களில் தொகுகட்டத்தின்போது அனடிநகலாதல் உட்கருவில் தொடங்குகிறது; வெற்றுமையம் அணுக்குழைமத்தில் இரட்டிக் கிறது.

பின்கட்டத்தில் முழுப்பிரிதலுக்கு அணியமாக புரதங்கள் தொகுத்தாகின்றன; வளர்ச்சி தொடர்கிறது.

முதிர்ந்த விலங்குகளிலுள்ள சில அணுக்கள் (சான்றாக இதயவணுக்கள்) பிரிவதில்லை. வேறு பல அணுக்கள் காயத்தாலோ அணுவிறப்பாலோ இழந்த அணுக்களை மீள்வைக்க தேவையான போதே பிரிகின்றன. பிரியாத அணுக்கள் முன்கட்டத்தில் வெளியேறி **அமைதிப்படிநிலை** எனப்படும் செயலற்ற நிலையை அடைகின்றன. இந்த நிலையிலுள்ள அணுக்களில் வளர்சிதை மாற்றம் நடைபெறினும், உயிரியின் தேவைகளைச்சார்ந்து இனப்பெருக்கம் தேவைப்படும் போது மட்டுமே பெருகுகின்றன.

விலங்குகளில் முழுப்பிரிதலை இரட்டைமெய்ய உடல அணுக்களில் மட்டுமே காண்கிறோம். ஆனால் ஒற்றைமெய்யவணுக் கள் முழுப்பிரியும் சில விதிவிலக்குகளும் இருக்கின்றன. ஆண் தேனீக்கள் ஒரு சான்று. இதன் மறுபக்கமாக, தாவரங்களில் ஒற்றை மெய்யவணுக்களும் இரட்டைமெய்யவணுக்களும் முழுப்பிரியலாம். தாவரங்களில் உங்களுக்கு தெரிந்த தலைமுறைமாறலுக்கான (படலம் 3) சான்றுகளிலிருந்து, ஒற்றைமெய்ய வணுக்களில் முழுப்பிரியும் தாவரவினங்களையும் கட்டங்களையும் இனங்காண்க.

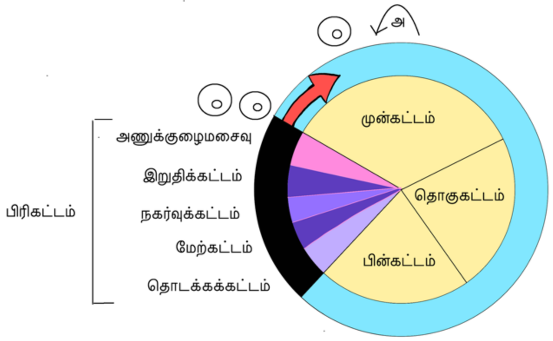
> தாவரங்களும் விலங்குகளும் தங்கள் வாழ்நாள்முழுவதும் எவ்வாறு வளர்கின்றன? தாவரத்தின் எல்லா அணுக்களும் எப்போதும் பிரிகின்றனவா? எல்லா விலங்குகளிலும் எல்லா தாவரங்களிலுமுள்ள எல்லா அணுக்களும் தொடர்ந்து பிரிந்துகொண்டேயிருக் கின்றவா? உயர்தாவரங்களில் வாழ்நாள்முழுவதும் பிரியும் அணுக்களுள்ள திசுக்களின் பெயர்களையும் இருப்பிடங்களையும் கூறவியலுமா? விலங்குகளில் இவ்வாறான ஆக்கத்திசுக்கள் இருக்கின்றனவா?

10.2 பிரிகட்டம்

இதுவே அணுப்பிரிதலில் விரைவான நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறும் கட்டம். கிட்டத்தட்ட அணுவின் எல்லாப்பாகங்களும் மறுவொறுங் கமைகின்றன. தாயணுவிலும் சேயணுவிலும் சம எண்ணிக்கையில் மரபுமெய்யங்கள் இருப்ப தால், இதை சமப்பிரிதல் என்றும் சொல்கிறோம். முழுப்பிரிதலில் உட்கருவசைவை

- **தொடக்கக்கட்டம்**
- **மேற்கட்டம்**
- **நகர்வுக்கட்டம்**
- **இறுதிக்கட்டம்**

ஆகிய கட்டங்களாக பிரிக்கிறோம். இவ்வாறு நம் வசதிக்காக நான்கு கட்டங்களாக பிரிப்பினும், அணுப்பிரிதல் தொடர்ச்சியான நிகழ்முறை என்பதையும் கட்டங்களிடையில் தெளிவான பிரிவுகள் இல்லை என்பதையும் புரிந்து கொள்வது முக்கியம்.



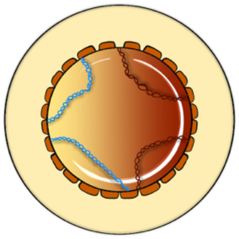
படம் 10.1 ஒரு அணுவிலிருந்து இரண்டு அணுக்கள் உருவாவதை குறிக்கும் அணுச்சுழற்சியின் படவரைவுநோக்கு

10.2.1 தொடக்கக்கட்டம்

முழுப்பிரிதலில் உட்கருவசைவின் முதற் கட்டமாகிய தொடக்கக்கட்டம் இடைக்கட்டத் தின் தொகுகட்டத்துக்கும் பின்கட்டத்துக்கும்பின் வருகிறது. தொகுகட்டத்திலும் பின்கட்டத்திலும் தொகுத்தான புதிய அனடிமூலக்கூறுகள் தனிப்பட்டவையாக இல்லாமல் ஒன்றுடனொன்று பின்னியிருக்கின்றன. மரபுமெய்யப்பொருண் மம் ஒருக்கமடையத்தொடங்குவதையே தொடக் கக்கட்டம் குறிக்கிறது. மரபுமெய்யப்பொருள் மரபுவலையவொருக்கம் என்ற நிகழ்முறையின் போது சிக்குநீங்குகிறது (படம் 10.2(அ)).

இடைக்கட்டத்தின் தொகுகட்டத்தின்போது இரட்டித்த மையமெய்யம் இப்போது அணுவின் எதிரெதிர் முனைகளைநோக்கி நகரத்தொடங்கு கிறது. தொடக்கக்கட்டம் முடிவடைவதை கீழ்க்காணும் நிகழ்ச்சிகளால் குறிக்கலாம்.

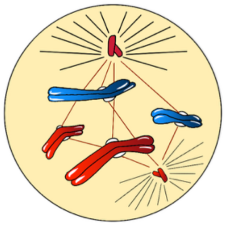
(அ) மரபுமெய்யப்பொருண்மம் ஒருங்கி திணுங்கி முழுப்பிரியும் மரபுமெய்யமாகிறது. மரபுமெய்யங்கள் மையத்திரளில் இணைந்த இரண்டு மரபுமெய்யிளங்களால் ஆனவயாக காட்சியளிக்கின்றன.



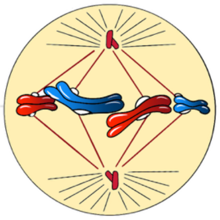
தொடக்கக்கட்டத்தின் முற்பகுதி

தொடக்கக்கட்டத்தின் பிற்பகுதி

(அ)



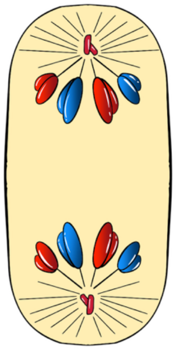
மேற்கட்டத்துக்கு நிலைமாற்றம்



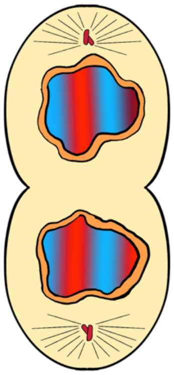
மேற்கட்டம்

(ஆ)

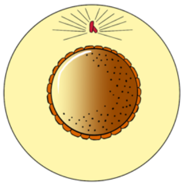
(ஆ) இடைக்கட்டத்தில் இரட்டித்த மரபுமெய்யம் அணுவின் எதிரெதிர் முனைகளைநோக்கி நகர்கின்றன. ஒவ்வொரு மையமெய்யமும் உடுவுரு எனப்படும் நுண்குழலங்களை ஆரவாட்டில் செலுத்துகிறது. இரண்டு உடுவுருக்களும் கதிராணிநாரிழைகளும் சேர்ந்து இழையுருப் பிரிதலுக்கான செங்கருவியாகின்றன.

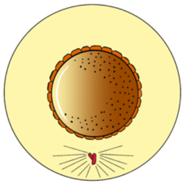


(இ) நகர்வுக்கட்டம்



(ஈ) இறுதிக்கட்டம்





(உ) இடைக்கட்டம்

படம் 10.2 முழுப்பிரிதலின் கட்டங்களை படவரைவாக காட்டல்

தொடக்கக்கட்டத்தின் முடிவிலுள்ள அணுக் களை நுண்ணோக்கியில் பார்க்கும்போது கால் சிக்கூட்டுமம், அகக்குழைமவலை, சிறுவுட்கரு, உட்கருமூடுறை ஆகியவை தோன்றுவதில்லை.

வெங்காயத்தின் வேர்நுனியணுக்களில் முழுப்பிரிவை நீங்கள் கற்றிருக்கிறீர்கள். ஒவ்வொரு அணுவிலும் 16 மரபுமெய்யங்கள் உள்ளன. அணுவில் முன்கட்டத்திலும், தொகு கட்டத்துக்குப்பின்னும், மேற்கட்டத்துக்குப் பின்னும் எத்தனை மரபுமெய்யங்கள் இருக் கின்றன? மேற்கட்டத்துக்குப்பின் அனடியுள் ளடக்கம் $2C$ எனில், முன்கட்டத்திலும் தொகு கட்டத்துக்குப்பின்னும் பின்கட்டத்திலும் உள்ளடக்கம் என்ன?

10.2.2 மேற்கட்டம்

உட்கருமூடுறை முற்றிலும் கட்டழிந்து மரபுமெய்யங்கள் அணுக்குழைமமுழுவதிலும் பரவியிருப்பது இழையுருப்பிரிவின் இரண்டாங் கட்டம் தொடங்குவதை குறிக்கிறது. இதற்குள் மரபுமெய்யங்களின் குறுக்கம் முற்றுப்பெறுவ தால் அவற்றை நுண்ணோக்கியில் தெளிவாக காணலாம். இக்கட்டத்தில் மரபுமெய்யங்களின் உருவியலை ஆய்ந்தறிவது எளிதாகிறது. மேற்கட்ட மரபுமெய்யம் இரண்டு மரபுமெய் யிளங்களால் ஆனது; இந்த மரபுமெய்யிளங்கள் மையத்திரளில் ஒட்டியிருக்கின்றன (படம் 10.2(ஆ)). மையத்திரளின் மேற்பரப்பிலுள்ள சிறு வட்டுவடிவக்கட்டமைப்புகளை நகர்விடங்கள் என்கிறோம். இவை கதிராணிநாரிழைகள் இணையும் இடங்களாக பணியாற்றுகின்றன. அணுவின் நடுவில் நகர்ந்துவிட்ட மரபுமெய் யங்களை கதிராணிநாரிழைகள் அணுவின் இரண்டு முனைகளுடனும் இணைக்கின்றன. ஒரு மரபுமெய்யிளம் ஒரு முனையுடனும் மற்றது மறுமுனையுடனும் இணைகின்றன. இவ்வாறு, மேற்கட்டத்தில் எல்லா மரபுமெய்யங்களும் அணுவின் மையக்கோட்டில் இருக்க, ஒவ்வொன்றின் ஒரு மரபுமெய்யிளம் அணுவின் ஒரு முனையுடனும் மற்ற மரபுமெய்யிளம் மறு முனையுடனும் அவற்றின் நகர்விடங்களிலிருந்து கதிராணிநாரிழைகளால் இணைகின்றன (படம் 10.2(ஆ)). மேற்கட்டத்தில் மரபுமெய்யங்கள் கிடக்கும் நடுக்கோட்டுத்தளத்தை மேற்கட்டத் தட்டு என்கிறோம். மேற்கட்டத்தின் முக்கியப் பண்புக்கூறுகள்

(அ) கதிராணிநாரிழைகள் மரபுமெய்யங்க ளின் நகர்விடங்களை இணைக்கின்றன.

(ஆ) மரபுமெய்யங்கள் கதிராணிநடுக்கோட் டுக்கு இழுக்கப்பட்டு மேற்கட்டத்தட்டுடன் கதிராணிநாரிழைகளால் நேரமைகின்றன.

10.2.3 நகர்வுக்கட்டம்

நகர்வுக்கட்டம் தொடங்கும்போது மேற்கட் டத்தட்டில் அடுக்கப்பட்டுள்ள மரபுமெய்யங்க ளின் இரண்டு மரபுமெய்யிளங்களும் ஒரேநேரத் தில் பிரிந்து எதிரெதிர்முனைகளைநோக்கி நகரத்தொடங்குகின்றன. இப்போது இவற்றை வரப்போகும் சேயுட்கருக்களின் சேய்மரபுமெய் யங்கள் என்கிறோம். ஒவ்வொரு மரபுமெய்யமும் மேற்கட்டத்தட்டிலிருந்து விலகும்போது ஒவ் வொரு மரபுமெய்யத்தின் மையமெய்யமும் அணுவின் ஒரு முனையைநோக்கி முன்னடத்த அதன் இரு கரங்களும் பின்றொடர்கின்றன (படம் 10.2(இ)). ஆக, நகர்வுக்கட்டத்தின் சிறப்பியல்பான நிகழ்வுகள் பின்வருமாறு.

(அ) மையத்திரள்கள் பிரிந்து மரபுமெய் யிளங்கள் விலகுகின்றன.

(ஆ) மரபுமெய்யிளங்கள் எதிரெதிர் முனை களைநோக்கி அசைகின்றன.

10.2.4 இறுதிக்கட்டம்

உட்கருவசைவின் இறுதிக்கட்டத்தின் தொடக்கத்தில் முனைகளையடைந்த மரபுமெய் யங்கள் ஒருக்கநீங்கி தம் தனியுருமையை இழக்கின்றன. தனியான மரபுமெய்யங்களை காணவியலாது. மரபுவலையப்பொருண்மத்தின் ஒவ்வொரு தொகுதியும் ஒவ்வொரு முனையிலும் திரள்கின்றன (படம் 10.2(ஈ)). இந்தக்கட்டத்தின் முக்கிய நிகழ்வுகள்:

(அ) மரபுமெய்யங்கள் எதிரெதிர் கதிராணி முனைகளில் திரள்கின்றன. அவற்றை தனித்தனி யாக காணவியலாது.

(ஆ) இரண்டு சேயுட்கருக்கள் உருவாகும் முனைகளிலுள்ள மரபுமெய்யத்திரள்களைச் சுற்றி உட்கருமேலுறை வளராகிறது.

(இ) சிறுவுட்கரு, கால்சிக்கூட்டுமம், அகக் குழைமவலை ஆகியவை மீளுருவாகின்றன.

10.2.5 அணுக்குழைமசைவு

முழுப்பிரிதல் இரட்டித்த மரபுமெய்யங் களை சேயுட்கருக்களாக பிரிப்பது (உட்கரு வசைவு) மட்டுமல்லாமல், அணுக்குழைமமும் பிரிந்து (அணுக்குழைமசைவு) அணுவும் இரண்டு சேயணுக்களாக பிரிகிறது (படம் 10.2(உ)). இதன்பின் அணுப்பிரிதல் முற்றுப்பெறுகிறது. விலங்கணுவில் இது குழைமச்சவ்வில் ஒரு வரிப்பள்ளம் தோன்றுவதில் தொடங்குகிறது. இந்த பள்ளம் படிப்படியாக ஆழமாகி இறுதியில் நடுவில் இணைந்து அணுக்குழைமத்தை இரண்டாக பிரிக்கிறது. தாவரவணுவின் அணுச்சுவர் ஒப்பளவில் நீட்டத்தகாததாக இருப்பதால், அவை வேறு இயங்குமுறையால் அணுக்குழைமசைவுக்குள்ளாகின்றன. இங்கு சுவர் உருவாதல் அணுவின் மையத்தில் தொடங்கி வெளிநோக்கி வளர்ந்து ஏற்கெனவே உள்ள பக்கச்சுவர்களை சந்திக்கிறது. புதிய அணுச்சுவர் உருவாவது **அணுத்தட்டு** எனப்படும் ஒரு முன்வைப்பியில் தொடங்குகிறது. இது அடுத்தடுத்த இரண்டு அணுச்சுவர்களின்

இடையில் தோன்றும் ஒரு மென்றட்டு. அணுக்குழைமப்பிரிவின்போது ஆற்றலாகிடங்கள், கணிகங்கள் போன்ற அணுவுறுப்புகள் இரண்டு சேயணுக்களுக்கும் பரவுகின்றன. சில உயிரிகளில் உட்கருவசைவுக்குப்பின் அணுக் குழைமசைவு நிகழ்வதில்லை. இதன் விளைவாக, கூட்டணுபோன்ற பலவுட்கருநிலைமைகள் எழுகின்றன. தேங்காயில் உள்விதை உண்டாவது ஒரு சான்று.

10.3 முழுப்பிரிதலின் முக்கியத்துவம்

முழுப்பிரிதல் எனப்படும் சமப்பிரிதல் இரட்டைமெய்ய அணுக்களில் மட்டுமே நிகழ்வது வழக்கம். ஆனால், சில தாழ்நிலைத்தாவரங்களிலும் சில சமூகப்பூச்சிகளிலும் ஒற்றைமெய்ய அணுக்களும் முழுப்பிரிதலால் பிரிகின்றன. ஒரு உயிரியின் வாழ்வில் இந்த பிரிதலின் முக்கியத்துவத்தை அறிந்துகொள்வது அவசியம். ஒற்றைமெய்யப்பூச்சிகளையும் இரட்டைமெய்யப்பூச்சிகளையும் பற்றி முன்பு படித்த சான்றுகள் உங்களுக்கு நினைவிருக்கிறதா?

முழுப்பிரிதலால் இரட்டைமெய்ய சேயணுக்கள் உண்டாவது வழக்கம். இவற்றின் மரபுப்பொருள்கள் முற்றிலும் சமம். பலவணுவுயிரிகளின் வளர்ச்சி இழையுருப்பிரிவால் நடைபெறுகிறது. அணுவளர்ச்சியால் உட்கருவுக்கும் அணுக்குழைமத்துக்குமுள்ள விகிதம் மாறுகிறது. எனவே உட்கருவணுக்குழைம விகிதத்தை மீளமைக்க அணு பிரிவது அவசியமாகிறது. முழுப்பிரிதலின் ஒரு முக்கியமான பங்களிப்பு அணுவை பழுதுநீக்கல். புறத்தோலின் மேற்படலத்திலும் குடலின் உட்படலத்திலுமுள்ள அணுக்களும் குருதியணுக்களும் இடைவிடாது புதுப்பிக்கப்படுகின்றன. உச்சிக்குழலாக்கத்திசு, பக்கக்குழலாக்கத்திசு போன்ற ஆக்கத்திசுக்களில் நிகழும் முழுப்பிரிதலால் தாவரங்கள் தங்கள் வாழ்க்கைமுழுவதும் இடைவிடாமல் வளர்கின்றன.

10.4 குன்றற்பிரிதல்

பாலுறவுப்பெருக்கத்தால் வழித்தோன்றல்களை உருவாக்குவதில், மரபுமெய்யத்தின் ஒரு முழு ஒற்றைமெய்யக்கணம் அடங்கிய இரண்டு சேரணுக்கள் ஒன்றிழைகின்றன. சேரணுக்கள் தனித்துவமான இரட்டைமெய்ய அணுக்களிலிருந்து உருவாகின்றன. மரபுமெய்ய எண்ணிக்கையை பாதியாக குறைக்கும் இந்த தனித்துவவகையான அணுப்பிரிதல் ஒற்றைமெய்ய சேயணுக்களை உருவாக்குகிறது. இவ்வகையான பிரிதலை குன்றற்பிரிதல் என்கிறோம். குன்றற்பிரிதல் பாலுறவால் இனப்பெருக்கும் உயிரிகளின் வாழ்க்கைச்சுழற்சியில் ஒரு ஒற்றைமெய்யக்கட்டத்தை புகுத்துகிறது; கருவுறுதல் இரட்டைமெய்யக்கட்டத்தை மீட்பெறுகிறது. தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் சேரணுவாதலின்போது குன்றற்பிரிதலை எதிர்கொள்கிறோம். இது ஒற்றைமெய்ய சேரணுக்களை உண்டாக்குகிறது. குன்றற்பிரிதலின் முக்கிய பண்புக்கூறுகள் பின்வருபவை.

(அ) குன்றற்பிரிதலில் ஒரு அனடிநகலாதற் சுழற்சியும் ஒன்றன்பின்னொன்றான இரண்டு பிரிதற்சுழற்சிகளும் உள்ளன. முதற்குன்றற்பிரிதல், இரண்டாங்குன்றற்பிரிதல் என்று குறிக்கும் இவற்றில் உட்கருவும் அணுவும் பிரிகின்றன.

(ஆ) தொகுகட்டத்தில் தாய்மரபுமெய்யங்கள் நகலாகி முற்றொருமையான உடன்பிறந்த சேய்மரபுமெய்யங்களை உண்டாக்கியபின் முதற்குன்றற்பிரிதல் தொடங்குகிறது.

(இ) குன்றற்பிரிதலில் படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்கள் இணையாகின்றன. இவற்றின் உடன்பிறவாத மரபுமெய்யிளங்கள் மீள்சேர்கின்றன.

(ஈ) இரண்டாங்குன்றற்பிரிதலின் இறுதியில் நான்கு ஒற்றைமரபுமெய்ய அணுக்கள் உருவாகின்றன.

குன்றற்பிரிதலின் நிகழ்வுகளை கீழ்க்கண்ட கட்டங்களாகவும் உட்கட்டங்களாகவும் பிரிக்கலாம்.

முதற்குன்றற் பிரிதல்	இரண்டாங்குன்றற் பிரிதல்
முதற்றொடக்கக் கட்டம்	இரண்டாந்தொடக்கக் கட்டம்
முதன்மேற்கட்டம்	இரண்டாம்மேற்கட்டம்
முதனகர்வுக் கட்டம்	இரண்டானகர்வுக்கட்டம்
முதலிறுதிக்கட்டம்	இரண்டாமிறுதிக்கட்டம்

10.4.1 முதற்குன்றற்பிரிதல்

முதற்றொடக்கக்கட்டம்

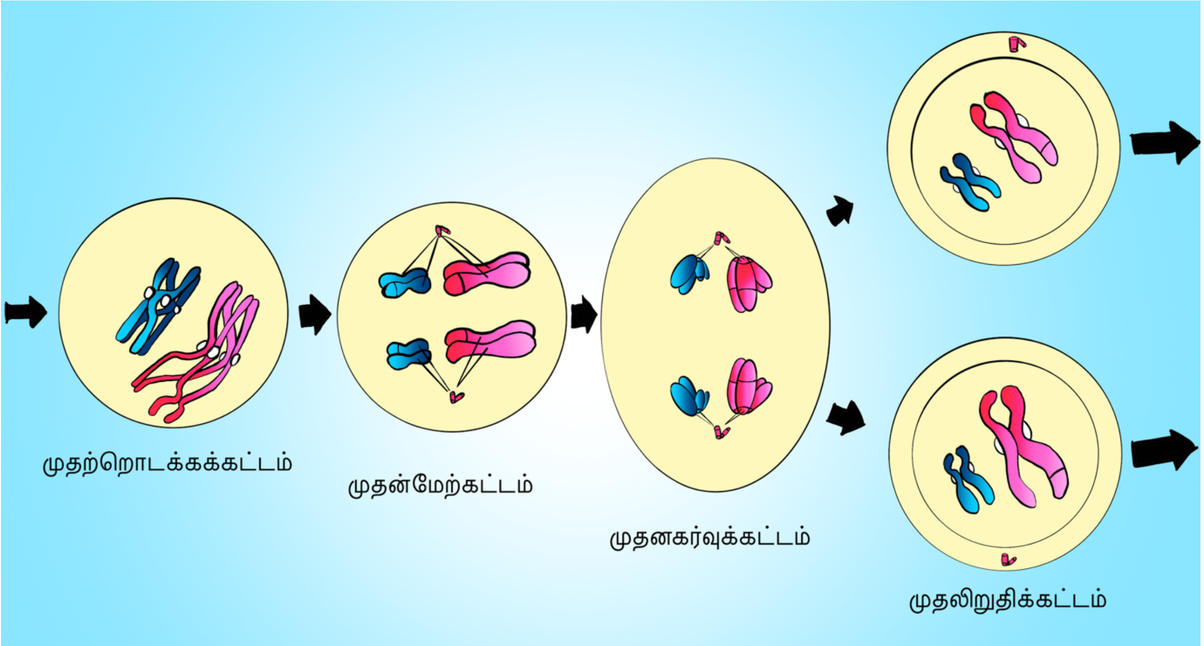
முதற்குன்றற்பிரிதலின் தொடக்கக்கட்டம் முழுப்பிரிதலின் ஒப்பீட்டில் பொதுவாக நீண்டதும் மேலும் உட்சிக்கலானதும். இதை மரபுமெய்யநடத்தையின் அடிப்படையில் மென்னாடா, இணைமநாடா, தடிப்புநாடா, இருநாடா, பிரிவசைவு ஆகிய ஐந்து படிநிலைகளாக பிரிக்கலாம்.

மென்னாடாப்படிநிலையில் மரபுமெய்யங்கள் படிப்படியாக ஒளிநுண்ணோக்கியில் தோன்றத்தொடங்குகின்றன. மரபுமெய்யங்களின் குறுக்கம் இந்த படிநிலைமுழுவதிலும் தொடர்கிறது. இதைத்தொடரும் **இணைமநாடா**ப்படிநிலையில் மரபுமெய்யங்கள் இணையாக சேரத்தொடங்குகின்றன**.** இந்த நிகழ்முறையை மரபுமெய்யிணைதல் என்கிறோம். இவ்வாறு இணைந்த மரபுமெய்யங்களை படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்கள் என்கிறோம். இந்தப்படிநிலையில் மரபுமெய்யிணைத

லின்போது இணையிழைக்கூட்டுமம் என்ற ஒரு கட்டமைப்பு உருவாவதை எதிர்மின்னிநுண் ணோக்கல் காட்டுகிறது. இணைந்த இரண்டு படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்களால் உருவான கூட்டுமத்தை நான்மடி என்கிறோம். ஆனால் இவை அடுத்த படிநிலையில் தெளிவாக தெரிகின்றன. முதற்குன்றற்பிரிதலின் முதலி ரண்டு படிநிலைகள் தடிப்புநாடா எனப்படும் அடுத்த படிநிலையின் ஒப்பளவில் குறுகிய காலத்தவை. தடிப்புநாடாப்படிநிலையில் ஒவ் வொரு நான்மடியின் நான்கு மரபுமெய்யிளங்க ளும் தெளிவாகத்தோன்றுகின்றன. இந்த படிநிலையின் சிறப்பியல்பு மீள்சேர்க்கைச்சிறு கணுக்கள் தோன்றுவது. இந்த சிறுகணுக்களில் படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்களின் உடன்பிறவாத மரபுமெய்யிளங்களிடையில் குறுக்குமாற்றம் நிகழ்கிறது. குறுக்குமாற்றம் என்பது இரண்டு படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்களிடையில் மரபுப்பொருண்மம் இடைமாறுவதை குறிக்கிறது. குறுக்குமாற் றத்தை மீள்சேருக்கி எனப்படும் ஊக்கிப்புரதம் வினையூக்குகிறது. குறுக்குமாற்றம் இரண்டு மரபுமெய்யங்களிலுமுள்ள மரபுப்பொருண்மம் மீள்சேர்வதை குறிக்கிறது. படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்களிடையில் மீள்சேர்க்கை நிகழ் வது தடிப்புநாடாப்படிநிலையின் இறுதியில் முற்றுப்பெறுகிறது. மரபுமெய்யங்கள் குறுக்கு மாற்றவிடங்களில் இணைந்திருக்கின்றன.

இருநாடாப்படிநிலை இணையிழைக்கூட்டு மம் கலையும்போது தொடங்குகிறது. அப்போது நான்மடியின் மீள்சேர்ந்த படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்கள் ஒன்றைவிட்டொன்று விலகும் போக்கும் தொடங்குகிறது. அவை இப்போது குறுக்குமாற்றவிடங்களில் மட்டுமே இணைந்தி ருக்கின்றன. இந்த Xவடிவக்கட்டமைப்புகளை **குறுக்கணைவு**கள் என்கிறோம். சில முதுகெலும்பிகளின் முட்டையாக்கணுக்களில் இருநாடாப்படிநிலை மாதக்கணக்கிலோ ஆண்டுக்கணக்கிலோ தொடரலாம்.

முதற்குன்றற்பிரிதலின் இறுதிப்படிநிலை **பிரிவசைவு**. இதை குறுக்கணைவுகள் மறைவதால் அறிகிறோம். இந்த படிநிலையில் மரபுமெய்யங்கள் முற்றிலும் குறுக்கமடைந்து விட்டன; குன்றற்பிரிதற்கதிராணி தொகுவி ணைந்து படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்கள் பிரிவதற்கு அணியமாக்குகின்றன. பிரிவசை வின் றுதியில் சிறுவுட்கரு மறைகிறது; உட்கருமேலுறையும் சிதைகிறது. பிரிவசைவு மேற்கட்டம் தொடங்குவதை குறிக்கிறது.



படம் 10.3 முதற்குன்றற்பிரிதலின் உட்கட்டங்கள்

முதன்மேற்கட்டம்

நான்மடிமரபுமெய்யங்கள் நடுக்கோட்டுத் தட்டில் நேரமைகின்றன (படம் 10.3). கதிராணி யின் எதிரெதிர் முனைகளிலுள்ள நுண்குழலங் கள் படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்களின் நகர்விடங்களில் இணைகின்றன.

முதனகர்வுக்கட்டம்

படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்கள் பிரிகின்றன. உடன்பிறந்த மரபுமெய்யிளங்கள் தங்கள் மையத்திரளில் இணைந்திருப்பது தொடர்கிறது.

முதலிறுதிக்கட்டம்

உட்கருச்சவ்வும் சிறுவுட்கருவும் மீண்டும் தோன்றுகிறன. அணுக்குழைமசைவு தொடர்கிறது. இதை அணுக்களின் இரட்டை என்கிறோம் (படம் 10.3). பல வேற்றுவங்களில் மரபுமெய்யங்கள் சற்றே பிரிகையடையினும், இடைக்கட்ட உட்கருவைப்போல் மீகநீண்ட நிலையை அடைவதில்லை. இரண்டு குன்றற்பிரிதற்கட்டங்களுக்கும் இடையிலுள்ள படிநிலையை அசைவிடை என்கிறோம். இது மிகக்குறுகியது. அசைவிடையின்போது அனடிநகலாதல் இல்லை. அசைவிடையை தொடர்ந்து இரண்டாந்தொடக்கக் கட்டம் நிகழ்கிறது. இது முதற்றொடக்கக் கட்டத்தைவிட மிக எளிதானது.

10.4.2 இரண்டாங்குன்றற்பிரிதல்

இரண்டாந்தொடக்கக்கட்டம்

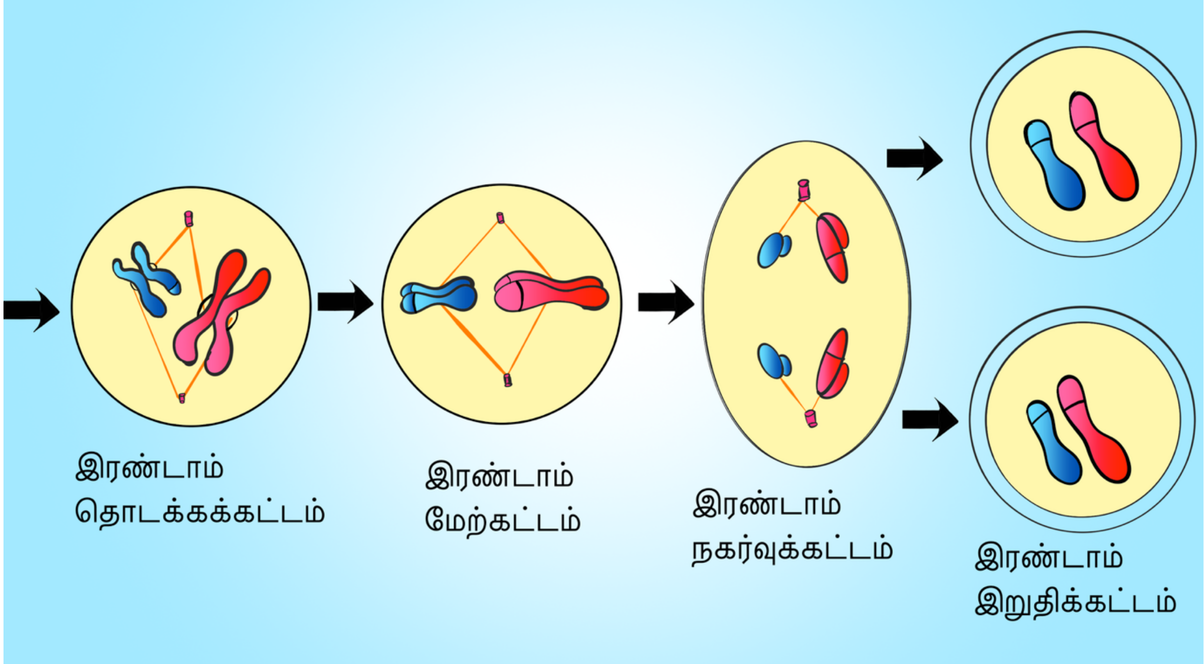
இரண்டாங்குன்றற்பிரிதல் அணுக்குழைம அசைவுக்குப்பின் மரபுமெய்யங்கள் முற்றிலும் நீளும்முன் தொடங்குகிறது. முதற்குன்றற் பிரிதலுக்கு முரணாக, இரண்டாங்குன்றற்பிரிதல் இயல்பான முழுப்பிரிவை ஒத்திருக்கிறது. அணுச்சவ்வு இரண்டாந்தொடக்கக்கட்டத்தின் முடிவில் மறைகிறது (படம் 10.4). மரபுமெய்யங்கள் மீண்டும் திணிகின்றன.

இரண்டாம்மேற்கட்டம்

இந்தக்கட்டத்தில் மரபுமெய்யங்கள் நடுக்கோட்டுத்தளத்தில் நேராகின்றன; கதிராணியின் எதிரெதிர் முனையிலிருந்து நுண்குழலங்கள் உடன்பிறந்த மரபுமெய்யிளங்களின் நகர்விடங்களுடன் இணைகின்றன.

இரண்டானகர்வுக்கட்டம்

இது ஒவ்வொரு மரபுமெய்யத்தின் மையத்திரளும் ஒரேநேரத்தில் பிரிவதில் தொடங்குகிறது. (மையத்திரள் உடன்பிறந்த மரபுமெய்யிளங்களை பிடித்திருந்தது). நகர்விடங்களில் இணைந்த நுண்குழலங்கள் நீளத்தில் குறுகுவதால் மரபுமெய்யிளங்கள் எதிரெதிர் முனைகளைநோக்கி நகர்கின்றன (படம் 10.4).



படம் 10.4 இரண்டாங்குன்றற்பிரிதலின் உட்கட்டங்கள்

இரண்டாமிறுதிக்கட்டம்

குன்றற்பிரிதல் இரண்டாமிறுதிக்கட்டத்தில் முடிவடைகிறது. இக்கட்டத்தில் மரபுமெய்யங்களின் இரண்டு தொகுதிகளையும் மீண்டும் உட்கருமூடுறைகள் சூழ்ந்து மூடுகின்றன. இதைத் தொடர்ந்து அணுக்குழைமசைவால் நான்கு ஒற்றைமெய்ய சேயணுக்கள் உருவாகின்றன (படம் 10.4).

10.5 குன்றற்பிரிதலின் முக்கியத்துவம்

பாலுறவால் இனப்பெருக்கும் ஒவ்வொரு இனத்தின் எல்லா தலைமுறைகளிலும் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையான மரபுமெய்யங்கள் இருப்பது குன்றற்பிரிதலின்மூலமே நடைபெறுகிறது. இந்த நிகழ்முறையில் மரபுமெய்யங்களின் எண்ணிக்கை பாதியாகக்குறைவது ஒரு முரணாக தோன்றலாம். இது உயிரிகளின் அடுத்த தலைமுறையின் இனத்தொகையில்

மரபியமாறுமைமயை அதிகரிக்கிறது. இந்த மாறுமை படிமலர்ச்சியில் மிகவும் முக்கியமானது.

சுருக்கவுரை

உயிரணுக்கோட்பாட்டின்படி, அணுக்கள் முன்பே இருக்கும் அணுக்களிலிருந்து எழுகின்றன. இது நிகழும் நிகழ்முறையை அணுப்பிரிதல் என்கிறோம். பாலுறவால் இனப்பெருக்கும் எந்த உயிரியும் அதன் வாழ்க்கைச்சுழற்சியை ஒரு ஒற்றையணுவான கலவத்தில் தொடங்குகிறது. உயிரி முதிர்ந்தவுடன் அணுப்பிரிதல் நின்றுவிடாமல் அதன் வாழ்க்கைச்சுழற்சியின் முழுவதிலும் தொடர்கிறது.

உயிரணு ஒரு பிரிதலிலிருந்து அடுத்த பிரிதல்வரை கடக்கும் படிநிலைகளை அணுச்சுழற்சி என்கிறோம். அணுச்சுழற்சியை அணுப்பிரிதலுக்கு அணியமாகும் இடைக்கட்டம், அணுப்பிரிதலான முழுப்பிரிதற்கட்டம் ஆகிய இரண்டு கட்டங்களாக பிரிக்கிறோம். இடைக்கட்டத்தை மேலும் முன்கட்டம், தொகுகட்டம், பின்கட்டம் ஆகிய மூன்று உட்கட்டங்களாக பிரிக்கிறோம். முன்கட்டத்தில் அணு இயல்பான வளர்சிதைமாற்றங்களை மேற்கொண்டு வளர்கிறது. பெரும்பான்மையான அணுவுறுப்புநகலாதலும் இக்கட்டத்திலே நடைபெறுகிறது. தொகுகட்டத்தில் அனடி நகலாகி மரபுமெய்யங்கள் இரட்டிக்கின்றன. பின்கட்டத்தில் அணுக்குழைமம் அதிகரிக்கிறது. இழையுருப்பிரிவையும் தொடக்கக்கட்டம், மேற்கட்டம், நகர்வுக்கட்டம், இறுதிக்கட்டம் ஆகிய நான்கு உட்கட்டங்களாக பிரிக்கிறோம். தொடக்கக்கட்டத்தில் மரபுமெய்யவொருக்கம் நிகழ்கிறது. அதே நேரத்தில், வெற்றுமையங்கள் எதிரெதிர்முனைகளுக்கு நகர்கின்றன. உட்கருமூடுறையும் சிறுவுட்கருவும் மறைந்து கதிராணியிழைகள் தோன்றுகின்றன. மேற்கட்டத்தில் மரபுமெய்யங்கள் நடுக்கோட்டுத்தட்டில் நேரமைகின்றன. மரபுமெய்யிளங்கள் முனைகளை அடைந்ததும் மரபுமெய்யங்கள் நீட்சியடைவது தொடங்குகிறது; சிறுவுட்கருவும் உட்கருமூடுறையும் மீண்டும் தோன்றுகின்றன. இதை இறுதிக்கட்டம் என்கிறோம். உட்கருபிரிதலைத்தொடர்ந்து அணுக்குழைமம் பிரிகிறது. இதை அணுக்குழைமசைவு என்கிறோம். முழுப்பிரிதல் தாயணுக்களிலுள்ள மரபுமெய்யங்களின் எண்ணிக்கையை சேயணுக்களில் மாறாமல் வைத்திருக்கும் சமப்பிரிதல்.

முழுப்பிரிதலுக்கு மாறாக, குன்றற்பிரிதல் சேரணுக்களாவதற்கு ஒதுக்கப்பட்ட இரட்டைமெய்யவணுக்களில் நிகழ்கிறது. சேரணுக்களை உண்டாக்கும்போது மரபுமெய்யங்களின் எண்ணிக்கையை பாதியாக குறைப்பதால் இதை இவ்வாறு அழைக்கிறோம். பாலுறவுப்பெருக்கத்தில் இரண்டு சேரணுக்கள் ஒன்றிழையும்போது மரபுமெய்யங்களின் எண்ணிக்கை தாயணுவுக்கு சமமாக மீளமைகிறது. குன்றற்பிரிதலை முதற்குன்றற்பிரிதல் இரண்டாங்குன்றற்பிரிதல் என்று இரண்டு கட்டங்காக பிரிக்கலாம். முதற்குன்றற்பிரிதலில் மரபுமெய்யங்கள் இரண்டிரண்டாக இணைந்து நான்மடிகள் உண்டாகி குறுக்குமாற்றம் ஏற்படுகிறது. முதற்குன்றற்பிரிதலில் நீண்ட தொடக்கக்கட்டம் நிகழ்கிறது. இதை மேலும் ஐந்து படிநிலைகளாக பிரிக்கிறோம். அவை மென்னாடா, இணைமநாடா, தடிப்புநாடா, இருநாடா, பிரிவசைவு ஆகியவை. முதன்மேற்கட்டத்தின்போது நான்மடிகள் நடுக்கோட்டுத்தட்டில் நேரமைகின்றன. அதன்பின் முதனகர்வுக்கட்டத்தில் படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்கள் தங்கள் இரண்டு மரபுமெய்யிளங்களுடனும் எதிரெதிர் முனைகளைநோக்கி நகர்கின்றன. ஒவ்வொரு முனையிலும் தாயணுவின் பாதி மரபுமெய்யங்கள் வந்துசேர்கின்றன. முதலிறுதிக்கட்டத்தில் உட்கருமூடுறையும் சிறுவுட்கருவும் மீளுருவாகின்றன. இரண்டாங்குன்றற் பிரிதல் முழுப்பிரிதலைப்போன்றது. இரண்டானகர்வுக்கட்டத்தின்போது உடன்பிறந்த மரபுமெய்யிளங்கள் பிரிகின்றன. இவ்வாறு குன்றற்பிரிவின் இறுதியில் நான்கு ஒற்றைமரபுமெய்ய அணுக்கள் உண்டாகின்றன.

பயிற்சிகள்

1. ஒரு பாலூட்டியணுவின் சராசரி அணுச்சுழற்சிக்காலம் என்ன?
2. அணுக்குழைமசைவை உட்கருவசைவிலிருந்து வேறுபடுத்துக.
3. இடைக்கட்டத்தில் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளை விவரிக்க.
4. அணுச்சுழற்சியின் அமைதிக்கட்டம் என்பது என்ன?
5. முழுப்பிரிதலை ஏன் சமப்பிரிதல் என்கிறோம்?
6. அணுச்சுழற்சியின் எந்தப்படிநிலையில் கீழ்க்காணும் நிகழ்ச்சிகள் நிகழ்கின்றன?
    a. மரபுமெய்யங்கள் கதிராணிநடுக்கோட்டுக்கு நகர்வது
    b. மையத்திரள் கலைந்து மரபுமெய்யிளங்கள் பிரிவது
    c. படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்கள் சோடியாதல்

d. படியொப்புமையான மரபுமெய்யங்களிடையில் குறுக்குமாற்றம்

7. கீழ்க்கண்டவற்றை விவரிக்க. விடையை எடுத்துக்காட்ட படம்வரைக.
    a. மரபுமெய்யிணை
    b. நான்மடி
    c. குறுக்கணைவு
8. தாவரவணுவிலும் விலங்கணுவிலும் அணுக்குழைமசைவு எவ்வாறு வேறுபடுகிறது?
9. குன்றற்பிரிதலால் உண்டாகும் நான்கு சேயணுக்கள் அளவில் சமமாகவும் சமமற்றும் இருப்பதற்கான சான்றுகளை காண்க.
10. முழுப்பிரிதலின் நகர்வுக்கட்டத்தையும் குன்றற்பிரிதலின் முதனகர்வுக்கட்டத்தையும் வேறுபடுத்துக.
11. முழுப்பிரிதலுக்கும் குன்றற்பிரிதலுக்குமான முக்கிய வேறுபாடுகளை பட்டியலிடுக.
12. முழுப்பிரிதலின் முக்கியத்துவம் என்ன?
13. உங்கள் ஆசிரியருடன் உரையாடுக:
    a. அணுப்பிரிதல் நிகழும் ஒற்றைமெய்யப்பூச்சிகளும் தாழ்தாவரங்களும்
    b. உயர்தாவரங்களில் அணுப்பிரிதல் நிகழாத சில ஒற்றைமெய்ய அணுக்கள்
14. தொகுகட்டத்தில் அனடிநகலாதல் இல்லாமல் முழுப்பிரிதல் நிகழலாமா?
15. அணுப்பிரிதலின்றி அனடிநகலாதல் நிகழலாமா?
16. அணுச்சுழற்சியின் ஒவ்வொரு கட்டத்தையும் பகுப்பாய்ந்து கீழ்க்கண்ட இரண்டு அளபுருக்கள் எவ்வாறு மாறுகின்றன என்பதை கவனிக்க.
    a. அணுவிலுள்ள மரபுமெய்யங்களில் எண்ணிக்கை (N)
    b. அணுவிலுள்ள அனடியளவு (C).