ប៉ូលីមែរសរីរាង្គធម្មជាតិនិងសំយោគ

Synthetic and Natural Organic Polymers

១ លក្ខណៈប៉ូលីមែរ (Properties of Polymers)

ប៉ូលីមែរ គឺជាសមាសធាតុម៉ូលេគុលដែលខុសប្លែកពីសមាសធាតុដទៃដោយសារម៉ាសម៉ូលេគុលធំចាប់ពី រាប់ពាន់ និងរាប់លានក្រាម និងផ្សំឡើងពីឯកត្តាដដែលៗ (ម៉ូណូមែរ) ជាច្រើន។ លក្ខណៈរូបនៃម៉ាក្រូម៉ូលេគុល ទាំងនេះខុសគ្នាយ៉ាងខ្លាំងពីលក្ខណៈរូបនៃម៉ូលេគុលធម្មតាតូចៗ ដូច្នេះគេត្រូវការបច្ចេកទេសពិសេស ដើម្បីសិក្សាពីសមាធាតុទាំងនេះ។

ប៉ូលីមែរដែលកើតឡើងតាមធម្មជាតិរួមមាន ប្រូតេអ៊ីន អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច សែលុយឡូស (ប៉ូលីសាក់ការ៉ិត) និងកៅស៊ូ (ប៉ូលីអ៊ីសូប្រែន)។ ប៉ូលីមែរសំយោគភាគច្រើន គឺជាសមាសធាតុសរីរាង្គ។ ឧទាហរណ៍ នីឡុង (ប៉ូលីអ៊ិចសាមេទីឡែនអាឌីប៉ាមីត) ដាក្រុង (ប៉ូលីអេទីឡែនតេរេផ្តាឡាត) និងលុយស៊ីត ឬផ្លិចស៊ីក្លាស (ប៉ូលីមេទីលមេតាគ្រីឡាត)។

ការអភិវឌ្ឍន៍នៃគីមីប៉ូលីមែរបានចាប់ផ្តើមក្នុងទសវត្ស 1920 ជាមួយការអង្កេតទៅលើលក្ខណៈស្មុគស្មាញនៃសម្ភារៈមួយចំនួន ដែលរួមមាន ឈើ ជាតិខាប់អន្ទិល កប្បាស និងកៅស៊ូ។ ឧទាហរណ៍ នៅពេលកៅស៊ូដែលមានរូបមន្តងាយ C_5H_8 ត្រូវបានរំលាយក្នុងអង្គធាតុរំលាយសរីរាង្គ សូលុយស្យុងរបស់វាបង្ហាញលក្ខណៈចម្លែកមួយចំនួនដូចជាភាពស្អិតអន្ទិលខ្ពស់ សំពាធអូស្មូសទាប និង ការបន្ថយចំណុចកក (Freezing-point depression)។ ការសង្កេតឃើញទាំងនេះបានស្នើថា មានវត្តមាននៃអង្គធាតុរលាយដែលមានម៉ាសម៉ូលេគុលធំខ្លាំងណាស់ ប៉ុន្តែគីមីវិទូនៅពេលនោះមិនទាន់ទទួលនូវទស្សនៈដែលថា ម៉ូលេគុលយក្សបែបនេះកើតមានទេ។ ពួកគេបានស្នើថា សម្ភារៈដូចជាកៅស៊ូផ្សំឡើងពិការប្រមូលផ្តុំគ្នានៃឯកត្តាម៉ូលេគុលតូចៗជាច្រើន ដូចជា C_5H_8 ឬ $C_{10}H_{16}$ ផ្សំចូលគ្នាដោយកម្លាំងអន្តរម៉ូលេគុល។ ការយល់ច្រឡំនេះកើតមានអស់រយៈពេលជាច្រើនឆ្នាំ រហូតទាល់តែលោក Hermann Staudinger[1] បានបង្ហាញយ៉ាងច្បាស់ថាតាមពិតការប្រមូលផ្តុំគ្នានោះ គឺជាម៉ូលេគុលធំខ្លាំងណាស់ហើយដែលម៉ូលេគុលនិមួយៗ មានផ្ទុករាប់ពាន់អាតូមដែលចងភ្ជាប់គ្នាដោយសារសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់។

[1] លោក Hermann Staudinger (1881-1963) ជាគីមីវិទូជនជាតិអាល្លឺម៉ង់។ ជាអ្នករកឃើញគីមីប៉ូលីមែរមុនគេ។ លោក Staudinger ទទួលបានពានរង្វាន់ណូបែលផ្នែកគីមីក្នុងឆ្នាំ 1953។

នៅពេលដែលទម្រង់នៃម៉ាក្រូម៉ូលេគុលទាំងនេះ ត្រូវបានគេយល់របៀបសម្រាប់ការផលិតប៉ូលីមែរត្រូវបានបង្កើតឡើង ដែលឥឡូវជ្រួតជ្រាបស្ទើរតែគ្រប់ទិដ្ឋភាពនៃជីវិតប្រចាំថ្ងៃរបស់យើង។ ប្រហែល 90 ភាគរយនៃគីមីវិទូសព្វថ្ងៃ រាប់ទាំងអ្នកគីមីជីវៈ ធ្វើការជាមួយប៉ូលីមែរ។

២ ប៉ូលីមែរសរីរាង្គសំយោគគីន (Synthetic Organic Polymers)

ដោយសារទំហំរបស់វា យើងប្រហែលជារំពឹងថាម៉ូលេគុលដែលមានផ្ទុករាប់ពាន់នៃអាតូមកាបូន និងអ៊ីដ្រូសែន ដើម្បីបង្កើតជាអ៊ីសូមែរទម្រង់ និងធរណីមាត្រយ៉ាងច្រើនសន្ធឹកសន្ធាប់ (ប្រសិនបើមានវត្តមានសម្ព័ន្ធ C=C)។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ម៉ូលេគុលទាំងនេះផ្សំឡើងពី**ម៉ូណូមែរ** ដែលជាឯកត្តាងាយដដែល ហើយសមាសភាពផ្សំប្រភេទនេះ បង្ខាំងមិនឱ្យកើតមានអ៊ីសូមែរទេ។ ប៉ូលីមែរសំយោគត្រូវបង្កើតឡើងដោយការភ្ជាប់ម៉ូណូមែរជាមួយគ្នាម្តងមួយៗ ដោយមធ្យោបាយនៃប្រតិកម្មបូក និង ប្រតិកម្ម កុងដង់កម្ម។

ប្រតិកម្មបូក (Addition Reactions)

ប្រតិកម្មបូកទាក់ទងទៅនឹងសមាសធាតុមិនឆ្អែតដែលមានផ្ទុកសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងបីជាន់ជាពិសេស C=C និង C≡C។ ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្ម និង ប្រតិកម្មនៃអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែន្ទ និងអាឡូសែនជាមួយ អាល់សែន និងអាល់ស៊ីន គឺជាឧទាហរណ៍នៃប្រតិកម្មបូក។

ប៉ូលីអេទីឡែន ដែលជាប៉ូលីមែរមានស្ថិរភាពខ្លាំងដែលប្រើក្នុងការវិចខ្ចប់ ត្រូវផលិតឡើងពីការភ្ជាប់ម៉ូណូមែរអេទីឡែនជាច្រើនតាមរយៈចលនការប្រតិកម្មបូក។ ដំបូងម៉ូលេគុលអង្គធាតុផ្តើម (R_2) ត្រូវដុត កំដៅដើម្បីបង្កើតជារ៉ាឌីកាល់ពីរ:

$$R_2 \longrightarrow 2R^{\cdot}$$

រ៉ាឌីកាល់សកម្មនេះមានប្រតិកម្មជាមួយម៉ូលេគុលអេទីឡែន ដើម្បីបង្កើតជារ៉ាឌីកាល់ថ្មីមួយដូចខាងក្រោម:

$$R^{\cdot} + CH_2{=}CH_2 \longrightarrow R\text{-}CH_2\text{-}CH_2^{\cdot}$$

ដែលវាមានប្រតិកម្មបន្តទៀតជាមួយម៉ូលេគុលអេទីឡែនមួយទៀត និងបន្តរបៀបនេះរហូត:

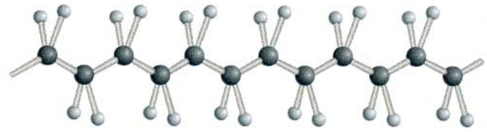
$$R\text{-}CH_2\text{-}CH_2^{\cdot} + CH_2{=}CH_2 \longrightarrow R\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2^{\cdot}$$

ខ្សែយ៉ាងវែងនៃក្រុម CH_2 ត្រូវបានបង្កើតឡើងយ៉ាងរហ័ស។ បន្ទាប់មក ដំណើរការនេះត្រូវបញ្ចប់ដោយបន្សំ នៃរ៉ាឌីកាល់ខ្សែវែងពីរដើម្បីបង្កើតជាប៉ូលីមែរដែលហៅថា ប៉ូលីអេទីឡែន:

$$R\text{-}(CH_2\text{-}CH_2)_n\text{-}CH_2CH_2^{\cdot} + R\text{-}(CH_2\text{-}CH_2)_n\text{-}CH_2CH_2^{\cdot} \longrightarrow R\text{-}(CH_2\text{-}CH_2)_n\text{-}CH_2CH_2\text{-}CH_2CH_2\text{-}(CH_2\text{-}CH_2)_n\text{-}R$$

ដែល $-(CH_2\text{-}CH_2)_n-$ ជាអនុសញ្ញាជវលេខ (បំព្រួញ) សមស្របសម្រាប់តាងឱ្យឯកត្តាដដែលៗ ក្នុងប៉ូលីមែរ។ តម្លៃ n ត្រូវគេដឹងថា មានតម្លៃធំដល់ទៅរាប់រយ។

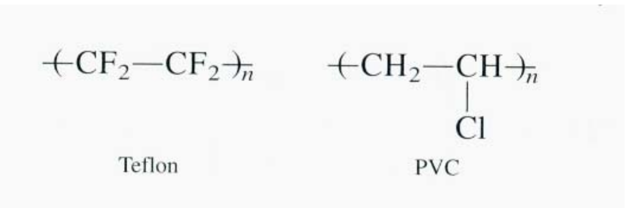
ខ្សែនិមួយៗនៃប៉ូលីអេទីលែនបង្ហាប់ចូលគ្នាយ៉ាងណែន ដូច្នេះហើយវាបង្ហាញលក្ខណៈភ្លឺថ្លានៃសារធាតុ (រូបទី.១)។ ប៉ូលីអេទីឡែនភាគច្រើនត្រូវប្រើជាហ្វីលសម្រាប់ខ្ចប់ម្ហូបអាហារដែលកកនិងការវិចខ្ចប់ផលិតផលដទៃទៀត។ ប្រភេទពិសេសមួយនៃប៉ូលីអេទីឡែនហៅថា ទីវ៉ែក (Tyvek) ត្រូវប្រើសម្រាប់ជាអង្គធាតុអ៊ីសូឡង់ក្នុងផ្ទះ។

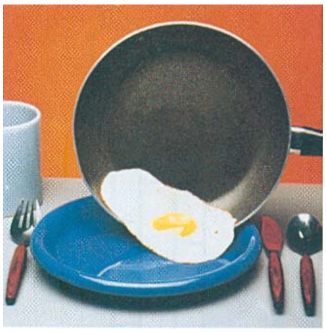


រូបទី.១ ទម្រង់នៃប៉ូលីអេទីឡែន។ អាតូមកាបូននិមួយៗមានអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម-sp^3

ស្រោមសំបុត្រធ្វើពី Tyvek

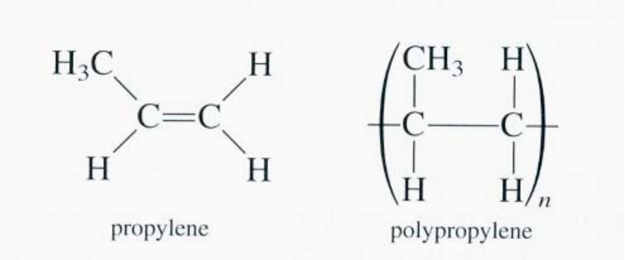
ប៉ូលីអេទីឡែន គឺជាឧទាហរណ៍នៃ**អូម៉ូប៉ូលីមែរ** *ដែលជាប៉ូលីមែរមួយផ្សំឡើងពីម៉ូណូមែរតែមួយប្រភេទប៉ុណ្ណោះ។* អូម៉ូប៉ូលីមែរដែលត្រូវសំយោគដោយចលនការ៉ាឌីកាល់គឺជាតេផ្លុង (ប៉ូលីតេត្រាភ្លុយអរ៉ូ-អេទីឡែន) (រូបទី.២) និងប៉ូលីវីនីលក្លរួ (PVC)





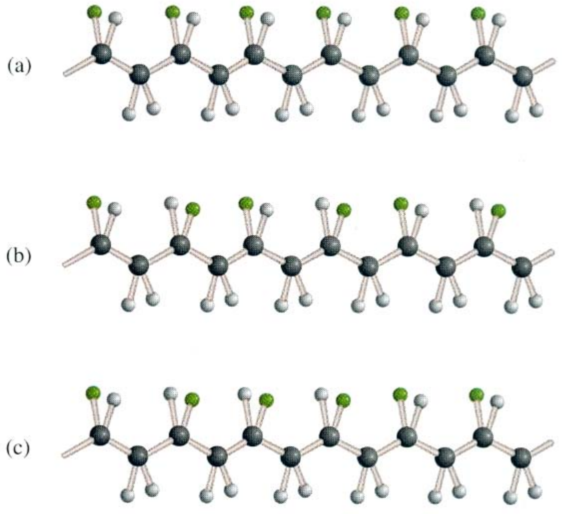
រូបទី.២ គ្រឿងប្រដាប់ផ្ទះបាយ ដែលស្រោបដោយស្រទាប់ ដែលមានផ្ទុកប៉ូលីតេត្រាភ្លុយអរ៉ូអេទីឡែន

គីមីប៉ូលីមែរ គឺកាន់តែស្មុគស្មាញ ប្រសិនបើឯកត្តាផ្តើមមានលក្ខណៈអស៊ីមេទ្រិ:



ស្តេរ៉េអូអ៊ីសូមែរអាចទទួលបានពីប្រតិកម្មបូកនៃប្រូពីឡែន (រូបទី.៣)។ ប្រសិនបើការបូកកើតឡើងដោយចៃដន្យយើងទទួលបានប៉ូលីប្រូពីឡែនអាតាក់ទិច ដែលមិនបង្ហាប់ចូលគ្នាណែនល្អទេ។ ប៉ូលីមែរទាំងនេះមានលក្ខណៈយឺតគ្មានទ្រង់ទ្រាយប្រាកដ និងខ្សោយ។ លទ្ធភាពពីរផ្សេងទៀតគឺជាទម្រង់អ៊ីសូតាក់ទិច ដែលក្នុងនោះក្រុម R ទាំងអស់ឋិតនៅលើតែផ្នែកម្ខាងនៃអាតូមកាបូនអស៊ីមេទ្រី និងសណ្ឋាន ស៊ីនឌីអូតាក់ទិច ដែលក្នុងនោះក្រុម R ឆ្លាស់ទៅខាងឆ្វេង និងខាងស្តាំនៃកាបូនអស៊ីមេទ្រី។

ក្នុងចំណោមអ៊ីសូមែរទាំងនេះ អ៊ីសូមែរអ៊ីសូតាក់ទិចមានចំណុចរំពុះខ្ពស់ និងភាពភ្លឺថ្លាខ្លាំង និង ផ្តល់នូវលក្ខណៈមេកានិចខ្ពស់។



រូបទី.៣ ស្តេរ៉េអូអ៊ីសូមែរនៃប៉ូលីមែរ។នៅក្រុម R (ស្វ៊ែរពណ៌បៃតង) គឺជា CH_3 ប៉ូលីមែរគឺជាប៉ូលីប្រូពីឡែន។ (a) នៅពេលក្រុម R ទាំងអស់ឋិតនៅលើផ្នែកម្ខាងនៃខ្សែប៉ូលីមែរនោះហៅថា ប៉ូលីមែរអ៊ីសូតាក់ទិច។ (b) នៅពេលក្រុម R ឆ្លាស់ពីម្ខាងទៅម្ខាងប៉ូលីមែរនោះហៅថា ប៉ូលីមែរស៊ីនឌីអូតាក់ទិច។ (c) នៅពេលក្រុម R មានទីតាំងដោយចៃដន្យប៉ូលីមែរនោះហៅថា ប៉ូលីមែរអាតាក់ទិច។

បញ្ហាចំបងដែលឧស្សាហកម្មប៉ូលីមែរប្រឈមមុខក្នុងការចាប់ផ្តើមគឺថា តើត្រូវរបៀបណាដើម្បីសំយោគប៉ូលីមែរអ៊ីសូតាក់ទិច ឬស៊ីនឌីអូតាក់ទិចដោយជំរើសដែលគ្មានការលាយឡំផលិតផលដទៃទៀត។ ដំណោះស្រាយបានពីលោក Giulio Natta[2] និង Karl Ziegler[3] ដែលបានចង្អុលបង្ហាញថា កាតាលីសមួយចំនួន ដែលរួមមានទ្រីអេទីលអាលុយមីញ៉ូម $[Al(C_2H_5)_3]$ និង ទីតាញ៉ូមទ្រីក្លរួ ($TiCl_3$) អាចជំរុញលទ្ធភាពនៃការបង្កើតតែអ៊ីសូមែរជាក់លាក់បែបនេះបាន។ ដោយការប្រើកាតាលីស Natta-Ziegler អ្នកគីមី អាចធ្វើប៉ូលីមែរដើម្បីសមស្របទៅតាមគោលបំណងណាមួយបាន។

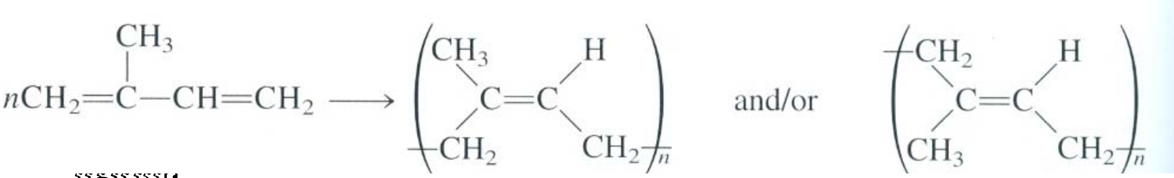
កៅស៊ូប្រហែលជាប៉ូលីមែរសរីរាង្គដែលត្រូវបានគេស្គាល់ជាងគេបំផុត និងជាប៉ូលីមែរ អ៊ីដ្រូកាបូនពិតប្រាកដតែមួយគត់ដែលរកឃើញក្នុងធម្មជាតិ។ វាត្រូវបង្កើតឡើងដោយការបូករ៉ាឌីកាល់នៃម៉ូណូមែរ

---

[2] លោក Giulio Natta (1903-1979) ជាគីមីវិទូជនជាតិអ៊ីតាលី។ លោក Natta ទទួលបានពានរង្វាន់ណូបែលផ្នែកគីមី ក្នុងឆ្នាំ 1963 សម្រាប់ការរកឃើញកាតាលីសស្តេរ៉េអូជាក់លាក់សម្រាប់ការសំយោគប៉ូលីមែរ។

[3] លោក Karl Ziegler (1898-1976) ជាគីមីវិទូជនជាតិអាល្លឺម៉ង់។ លោក Ziegler ទទួលបានពានរង្វាន់រួមគ្នាក្នុងផ្នែក គីមីក្នុងឆ្នាំ 1963 ជាមួយលោក Natta សម្រាប់ការងាររបស់គាត់ក្នុងផ្នែកគីមីប៉ូលីមែរ។

អ៊ីសូប្រែន។ តាមពិតប្រតិកម្មប៉ូលីមែរកម្មនេះអាចផ្តល់ផលជាប៉ូលី-ស៊ីស-អ៊ីសូប្រែន ឬប៉ូលី-ត្រង់-អ៊ីសូប្រែន ឬជាល្បាយនៃប៉ូលីមែរទាំងពីរនេះ ដោយអាស្រ័យទៅលើល័ក្ខខ័ណ្ឌប្រតិកម្ម:



អុសូប្រេន

ប៉ូលី-ស៊ីស-អ៊ីសូប្រែន

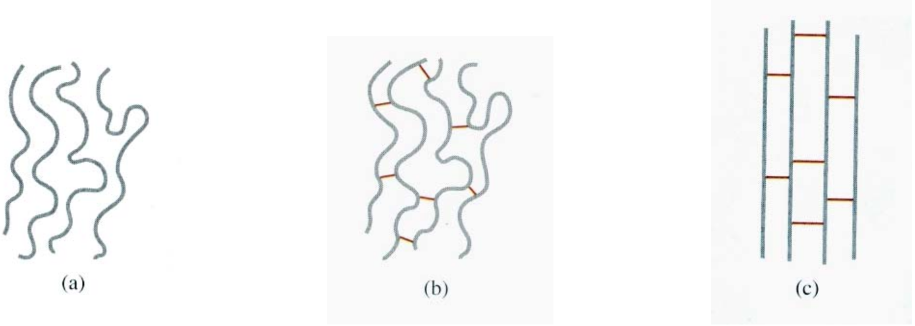
ប៉ូលី-ត្រង់-អ៊ីសូប្រែន

ចូរចំណាំថា ក្នុងអ៊ីសូមែរស៊ីស ក្រុម CH_2 ពីរគឺចិតនៅលើតែផ្នែកម្ខាងនៃសម្ព័ន្ធ C=C ចំណែកឯក្រុមដូចគ្នា នេះ (CH_2) គឺចិតនៅខ្វែងគ្នាក្នុងអ៊ីសូមែរត្រង់។ កៅស៊ូធម្មជាតិគឺជា ប៉ូលី-ស៊ីស-អ៊ីសូប្រែន ដែលត្រូវ យោបកពីដើមកៅស៊ូ Hevea (រូបទី .៤)។

រូបទី.៤ ជ័រកៅស៊ូ (សូលុយស្យុងទឹកនៃ ភាគល្អិតកៅស៊ូ)ដែលកំពុងត្រូវប្រមូលពីដើមកៅស៊ូ។

លក្ខណៈចម្លែក និងមានប្រយោជន៍ខ្លាំងនៃកៅស៊ូ គឺភាពយឺតរបស់វា។ កៅស៊ូនឹងអាចទាញសន្ធឹងរហូតដល់ទៅ 10 ដងនៃប្រវែងរបស់វា និងប្រសិនបើរបូត នឹងត្រឡប់ទៅប្រវែងដើមរបស់វាវិញ។ ចំណែកឯ ខ្សែទង់ដែងអាចទាញសន្ធឹងបានតែភាគរយតិចតួចប៉ុណ្ណោះនៃប្រវែងរបស់វា ដែលអាចត្រឡប់មកប្រវែងដើមរបស់វាបាននោះ។ កៅស៊ូដែលមិនអាចទាញសន្ធឹង (យឺត) បានគ្មានលំងាក ឬបំផ្លាតកាំរស្មី-X ទៀងទាត់ទេ ដូច្នេះវាគ្មានទ្រង់ទ្រាយពិតប្រាកដដែរ។ ចំណែកឯកៅស៊ូដែលអាចយឺតបានមានកិរិតភ្លឺថ្លាមធ្យម និងតំរៀបមាន សន្តាប់ធ្នាប់។

លក្ខណៈយឺតនៃកៅស៊ូគឺអាស្រ័យទៅនឹងភាពរលាស់នៃម៉ូលេគុលខ្សែវែង។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយក្នុងភាពជាដុំកៅស៊ូគឺជាការជំពាក់ជំពិននៃខ្សែប៉ូលីមែរ ហើយប្រសិនបើកម្លាំងខាងក្រៅខ្លាំងគ្រប់គ្រាន់ខ្សែនិមួយៗរអិលរបូតពីគ្នា ដែលជាហេតុបណ្ដាលឱ្យកៅស៊ូបាត់បង់ភាពយឺតរបស់វាអស់ភាគច្រើន។ ក្នុងឆ្នាំ 1839 លោក Charles Goodyear[4] បានរកឃើញថា កៅស៊ូធម្មជាតិអាចភ្ជាប់ខ្សែខ្វែងជាមួយស្ពាន់ធ័រ (ដោយប្រើសង្ក័សីអុកស៊ីតជាកាតាលីករ) ដើម្បីការពារភាពរអិលខ្សែរបស់វា (រូបទី.៥)។ ដំណើរការរបស់គាត់នេះ បានត្រួសត្រាយផ្លូវសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ប្រតិបត្តិ និងពាណិជ្ជកម្មជាច្រើននៃកៅស៊ូដូចជាកៅស៊ូកង់រថយន្ត និងក្រាសធ្មេញ។



រូបទី.៥ ម៉ូលលេគុលកៅស៊ូដែលដើមដំបូងកោង និងអង្គញ្ញ។ ផ្នែក (a) និង (b) តាងឱ្យខ្សែវែង មុន និងក្រោយពេលការធ្វើឱ្យកៅស៊ូកាន់តែជាប់ឡើង តាមរៀង។ (c) បង្ហាញការតម្រិមជួរនៃម៉ូលេគុលនៅពេលយឺត។ គ្មានការធ្វើឱ្យកៅស៊ូជាប់ឡើងទេ ម៉ូលេគុលទាំងនេះនឹងរអិលរបូតពីគ្នា ហើយកៅស៊ូនឹងបាត់បង់ លក្ខណៈយឺតរបស់វា។

ក្នុងសង្គ្រាមលោកលើកទី II កង្វះខាតនៃកៅស៊ូធម្មជាតិក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិកបានជំរុញឱ្យមានកម្មវិធីជាបន្ទាន់មួយដើម្បីផលិតកៅស៊ូសំយោគ។ កៅស៊ូសំយោគភាគច្រើន (ហៅថា **អេឡាស្តូមែរ**) ត្រូវផលិតឡើងពីផលិតផលប្រេងកាត (ប្រេងមិនទាន់ស្ល) ដូចជា អេទីឡែន ប្រូពីឡែន និងប៊ុយតាដ្យែន។ ឧទាហរណ៍ ម៉ូលេគុលក្លរ៉ូប្រែនងាយរងប៉ូលីមែរកម្មដើម្បីបង្កើតជាប៉ូលីក្លរ៉ូប្រែន គេស្គាល់ជាទូទៅ ***ណេអូប្រែន*** ដែលមានលក្ខណៈប្រហាក់ប្រហែល ឬសឹងតែខ្ពស់ធៀបទៅនឹងកៅស៊ូធម្មជាតិ។

$$H_2C{=}CH{-}CCl{=}CH_2$$

ក្លរ៉ូប្រែន

ប៉ូលីក្លរ៉ូប្រែន

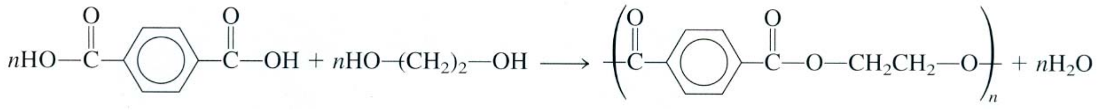
[4] លោក Charles Goodyear (1800-1860) ជាគីមីវិទូជនជាតិអាមេរិក។ លោក Goodyear គឺជាមនុស្សទីមួយដែលបានដឹងពីប៉ូតង់ស្យែលនៃកៅស៊ូធម្មជាតិ។ ដំណើរការធ្វើឱ្យកៅស៊ូកាន់តែជាប់ល្អរបស់គាត់បានធ្វើឱ្យកៅស៊ូអាចប្រើប្រាស់បានច្រើនរាប់មិនអស់ និងបើកផ្លូវសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍន៍នៃឧស្សាហកម្ម រថយន្ត។

កៅស៊ូសំយោគសំខាន់មួយទៀត ត្រូវបង្កើតឡើងដោយការបូកនៃប៊ុយតាដ្យែនទៅលើស្ទីរ៉ែនក្នុង ផលធៀប 3:1 ដើម្បីទទួលបានកៅស៊ូស្ទីរ៉ែន-ប៊ុយតាដ្យែន (SBR)។ ដោយសារស្ទីរ៉ែន និងប៊ុយតាដ្យែន គឺជាម៉ូណូមែរខុសគ្នា SBR ត្រូវបានគេហៅថា **កូប៉ូលីមែរ** *ដែលជាប៉ូលីមែរដែលមានផ្ទុកម៉ូណូមែរខុសគ្នាពីរ ឬច្រើន*។ តារាងទី.១ បង្ហាញពីអូម៉ូប៉ូលីមែរ និងកូប៉ូលីមែរទូទៅមួយចំនួនដែលត្រូវផលិតឡើងដោយ ប្រតិកម្មបូក។

ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម (Condensation Reactions)

ដំណើរការកុងដង់កម្មប៉ូលីមែរដែលគេស្គាល់ជាងគេបំផុតមួយ គឺជាប្រតិកម្មរវាងអ៊ិចសា-មេទីឡែន-ឌីអាមីន និងអាស៊ីតអាឌីពិច ដែលបង្ហាញក្នុងរូបទី .៦។ ផលិតផលចុងក្រោយដែលហៅថា នីឡុង 66 (ព្រោះមានអាតូមកាបូនប្រាំមួយក្នុង អ៊ិចសា-មេទីឡែនឌីអាមីន និងអាស៊ីតឌីពិច) ត្រូវបង្កើតឡើងជាលើកដំបូងដោយលោក Wallace Carothers[5] នៅ Du Pont ក្នុងឆ្នាំ 1931។ ភាពប្រើបានច្រើនយ៉ាងនៃនីឡុង គឺប្រសើរខ្លាំងណាស់ ដែលផលិតផលប្រចាំឆ្នាំនៃនីឡុង និងសារធាតុទាក់ទងឥឡូវនេះមានតម្លៃដល់ទៅរាប់រយកោដិដោន។ រូបទី .៧ បង្ហាញពីរបៀបធ្វើនីឡុង 66 ក្នុងទីពិសោធន៍។

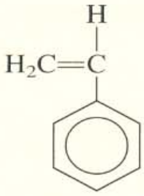
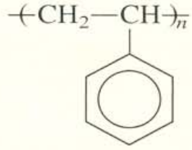
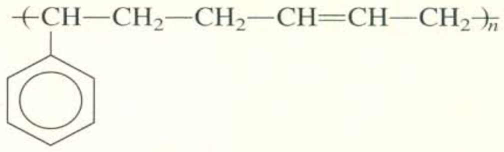
ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម ត្រូវបានគេប្រើផងដែរក្នុងការផលិតដាក្រុង (ប៉ូលីអេស្ទែ)។



អាស៊ីតតេរ៉េផ្តាលិច 1, 2-អេទីឡែនគ្លីកុល ដាក្រុង

[5] លោក Wallace Carothers (1896-1937) ជាគីមីវិទូជនជាតិអាមេរិក។ ក្រៅពីជោគជ័យផ្នែកពាណិជ្ជកម្មដ៏សម្បើម ការងាររបស់លោក Carothers ពីនីឡុង ត្រូវបានដាក់លំដាប់ថ្នាក់ជាមួយការងាររបស់លោក Studinger ក្នុងការបំភ្លឺយ៉ាង ច្បាស់លាស់ពីទម្រង់ និងលក្ខណៈនៃម៉ាក្រូម៉ូលេគុល។ ដោយមានទុក្ខក្រៀមក្រំដោយសារមរណៈភាពរបស់ប្អូនស្រី របស់គាត់ និងដោយយល់ថាការងារប្រចាំជីវិតរបស់គាត់ទទួលបរាជ័យ លោក Carothers បានធ្វើអត្តឃាតនៅអាយុ 41។

តារាងទី .១ ម៉ូណូមែរមួយចំនួន និង ប៉ូលីមែរសំយោគទូទៅរបស់វា

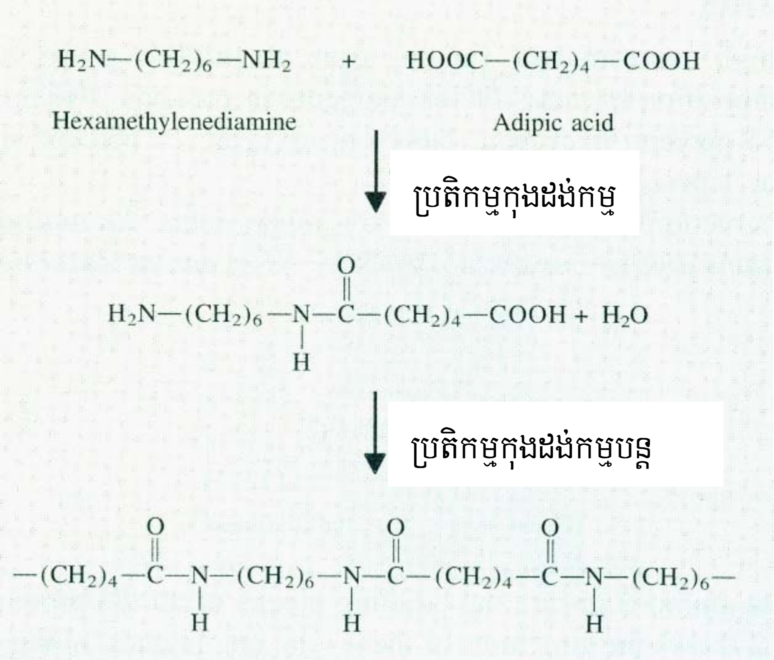
ម៉ូណូមែរ		ប៉ូលីមែរ	
រូបមន្ត	**ឈ្មោះ**	**រូបមន្ត និងឈ្មោះ**	**បំរើបំរាស់**
$H_2C{=}CH_2$	Ethylene	Polyethylene $-(CH_2-CH_2)_n-$	Plastic piping, bottles, electrical insulation, toys
$H_2C{=}C(H)(CH_3)$	Propylene	Polypropylene $\left(-CH(CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-\right)_n$	Packaging film, carpets, crates for soft-drink bottles, lab wares, toys
$H_2C{=}C(H)(Cl)$	Vinyl chloride	Poly(vinyl chloride) (PVC) $-(CH_2-CH(Cl))_n-$	Piping, siding, gutters, floor tile, clothing, toys
$H_2C{=}C(H)(CN)$	Acrylonitrile	Polyacrylonitrile (PAN) $\left(-CH_2-CH(CN)-\right)_n$	Carpets, knitwear
$F_2C{=}CF_2$	Tetrafluoro-ethylene	Polytetrafluoroethylene (Teflon) $-(CF_2-CF_2)_n-$	Coating on cooking utensils, electrical insulation, bearings
$H_2C{=}C(COOCH_3)(CH_3)$	Methyl methacrylate	Poly(methyl methacrylate) (Plexiglas) $-(CH_2-C(COOCH_3)(CH_3))_n-$	Optical equipment, home furnishing
	Styrene	Polystyrene 	Containers, thermal insulation (ice buckets, water coolers), toys
$H_2C{=}C(H)-C(H){=}CH_2$	Butadiene	Polybutadiene $-(CH_2CH{=}CHCH_2)_n-$	Tire tread, coating resin
See above structures	Butadiene and styrene	Styrene-butadiene rubber (SBR) 	Synthetic rubber

៣ ប្រូតេអ៊ីន (Proteins)

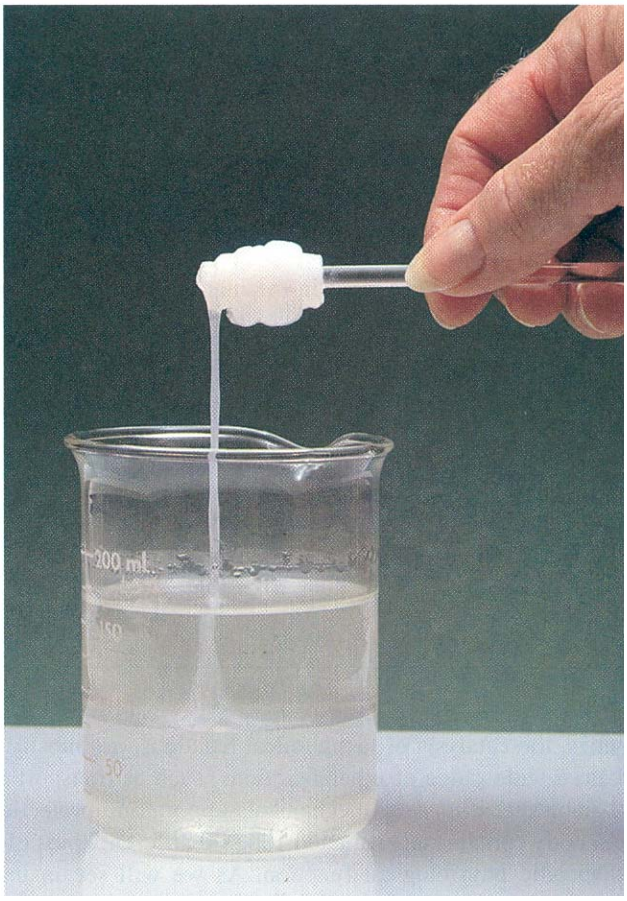
ប្រូតេអ៊ីន *គឺជាប៉ូលីមែរនៃអាស៊ីតអាមីណូ។* ពួកវាមានតួនាទីយ៉ាងក្នុងស្ទើរគ្រប់ដំណើរការជីវវិទ្យាទាំងអស់។ អង់ស៊ីមដែលជាកាតាលីករនៃប្រតិកម្មគីមីជីវៈភាគច្រើនគឺជាប្រូតេអ៊ីន។ ប្រូតេអ៊ីនជួយសម្រួលមុខងារដទៃទៀតជាច្រើនផងដែរ ដូចជាការដឹកនាំនិងផ្ទុកសារធាតុសម្រាប់ជីវិតចលនាសម្របសម្រួលផ្គត់ផ្គង់មេកានិច និងការពារទប់ទល់នឹងជំងឺផ្សេងៗ។ ខ្លួនមនុស្សមានផ្ទុកប្រូតេអ៊ីនប្រហែល 100000 ប្រភេទខុសៗគ្នា ដែលប្រភេទនិមួយៗមានមុខនាទីសរីរសាស្ត្រជាក់លាក់។ ដូចយើងនឹងឃើញក្នុងផ្នែកនេះ សមាសភាពផ្សំគីមី និងទម្រង់នៃប៉ូលីមែរធម្មជាតិកំផ្លិចទាំងនេះ គឺជាមូលដ្ឋាននៃភាពជាក់លាក់របស់ពួកវា។

អាស៊ីតអាមីនេ (Amino Acids)

ប្រូតេអ៊ីនមានម៉ាសម៉ូលេគុលធំ ចាប់ពីប្រហែល 5000 g ទៅ 1×10^7 g ហើយលើសពីនេះទៅទៀត សមាសភាពភាគរយជាម៉ាសនៃធាតុផ្សំក្នុងប្រូតេអ៊ីនមានលក្ខណៈថេរគួរឱ្យកត់សំគាល់ៈ កាបូន 50% ទៅ 55% អ៊ីដ្រូសែន 7% អុកស៊ីសែន 23% អាសូត 16% និង ស្ពាន់ធ័រ 1% ។

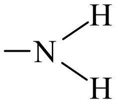


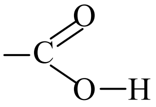
រូបទី.៦ ការបង្កើតនីឡុងដោយប្រតិកម្មកុងដង់កម្មរវាងអ៊ិចសាមេទីឡែនឌីអាមីន និង អាស៊ីតឌីពិច។



រូបទី .៧ ល្បិចបង្កើតខ្សែនីឡុង ។ ដោយការបន្ថែមសូលុយស្យុងអាឌីប៉ូអ៊ីលក្លរ (ស្រឡាយអាស៊ីតឌីពិចដែលក្នុងនោះ ក្រុម OH ត្រូវបានជំនួសដោយក្រុម Cl) ក្នុងស៊ីក្លូអ៊ិចសានទៅក្នុងសូលុយស្យុងទឹកនៃអ៊ិចសាមេទីលឌីអាមីន បណ្តាលឱ្យនីឡុងបង្កើតនៅចន្លោះផ្ទៃប៉ះនៃសូលុយស្យុងទាំងពីរ ដែលមិនលាយចូលគ្នា ។ បន្ទាប់មកវាត្រូវគេទាញកមក្រៅ ។

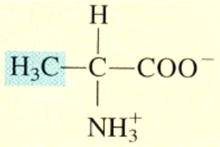
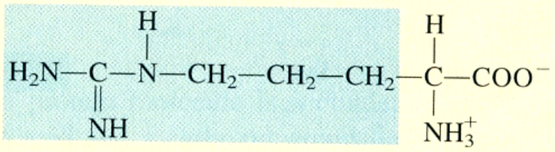
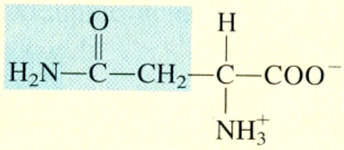
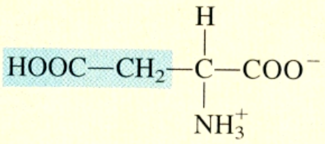
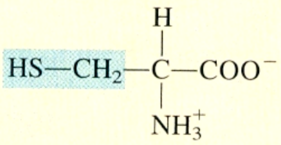
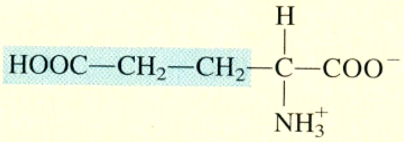
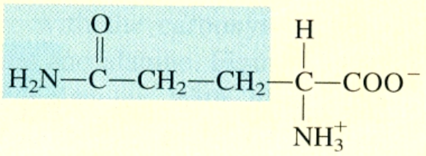
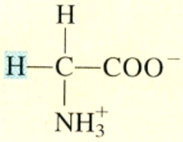
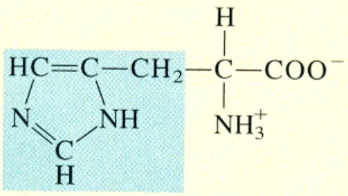
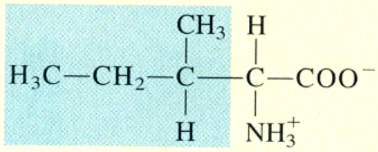
ឯកត្តាទម្រង់មូលដ្ឋាននៃប្រូតេអ៊ីន គឺអាស៊ីតអាមីនេ ។ **អាស៊ីតអាមីនេ***គឺជាសមាសធាតុ ដែលយ៉ាងហោចណាស់មានក្រុមអាមីណូមួយ (-NH$_2$) និងយ៉ាងហោចណាស់មានក្រុមកាបុកស៊ីលមួយ (-COOH) :*


ក្រុមអាមីណូ

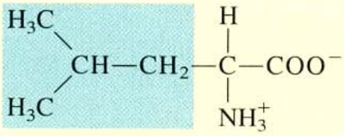
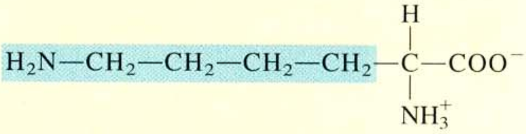
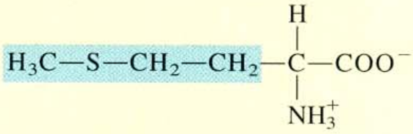
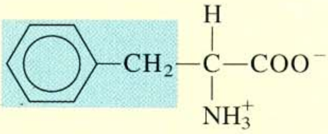
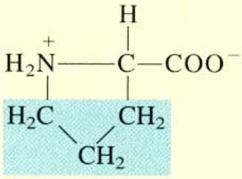
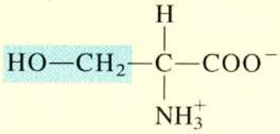
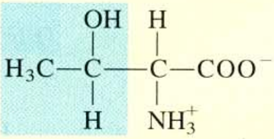
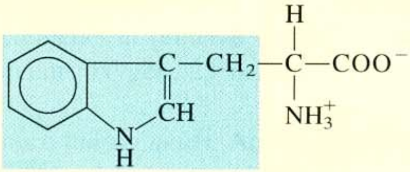
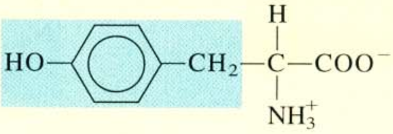
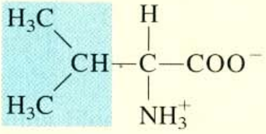

ក្រុមកាបុកស៊ីល

អាស៊ីតអាមីនេទាំង 20 ផ្សេងៗគ្នាគឺជាប្លុកសម្រាប់បង្កើតប្រូតេអ៊ីនទាំងអស់ក្នុងខ្លួនមនុស្ស ។ តារាងទី .២ បង្ហាញពីទម្រង់នៃសមាសធាតុសម្រាប់ជីវិតទាំងនេះ ដោយមានទាំងអក្សរកាត់បីតួអក្សរផងដែរ ។

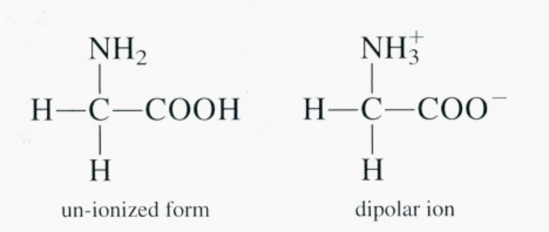
តារាងទី .២ អាស៊ីតអាមីនេទាំង 20 ដែលមានសារសំខាន់ចំពោះសរីរាង្គមានជីវិត

ឈ្មោះ	អក្សរកាត់	ទម្រង់
Alanine	Ala	
Arginine	Arg	
Asparagine	Asn	
Aspartic acid	Asp	
Cysteine	Cys	
Glutamic acid	Glu	
Glutamine	Gln	
Glycine	Gly	
Histidine	His	
Isoleucine	Ile	

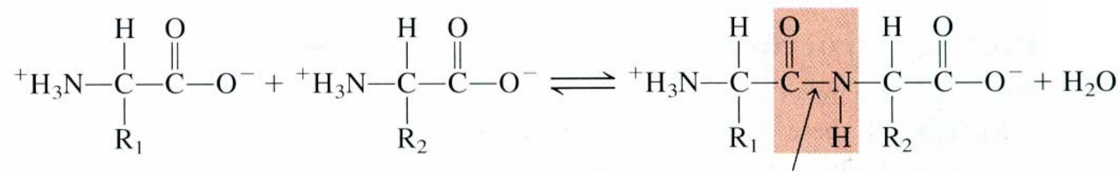
តារាងទី .២ អាស៊ីតអាមីនេទាំង 20 ដែលមានសារសំខាន់ចំពោះសរីរាង្គមានជីវិត (ត)

ឈ្មោះ	អក្សរកាត់	ទម្រង់
Leucine	Leu	
Lysine	Lys	
Methionine	Met	
Phenylalanine	Phe	
Proline	Pro	
Serine	Ser	
Threonine	Thr	
Tryptophan	Trp	
Tyrosine	Tyr	
Valine	Val	

អាស៊ីតអាមីនេក្នុងសូលុយស្យុងនៅ pH ណឺត ឋិតនៅជា*អ៊ីយ៉ុងឌីប៉ូល* មានន័យថា ប្រូតុងនៅលើក្រុមកាបុកស៊ីលបានផ្លាស់ទីទៅក្រុមអាមីណូ។ ចូរពិនិត្យមើល គ្លីស៊ីនដែលជាអាស៊ីតអាមីនេងាយជាងគេបំផុត។ សណ្ឋានមិនបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង និង អ៊ីយ៉ុងឌីប៉ូលនៃគ្លីស៊ីនមានបង្ហាញដូចខាងក្រោម:



ដំណាក់កាលទីមួយ ក្នុងការសំយោគម៉ូលេគុលប្រូតេអ៊ីនគឺជាប្រតិកម្មកុងដង់កម្មរវាងក្រុមអាមីណូនៅលើអាស៊ីតអាមីនេមួយ និង ក្រុមកាបុកស៊ីលនៅលើអាស៊ីតអាមីនេមួយផ្សេងទៀត។ ម៉ូលេគុល ដែលបង្កើតឡើងពីអាស៊ីតទាំងពីរនេះហៅថា *ឌីប៉ិបទីត* និង សម្ព័ន្ធដែលភ្ជាប់ម៉ូលេគុលទាំងពីរគឺជា *សម្ព័ន្ធប៉ិបទីត:*



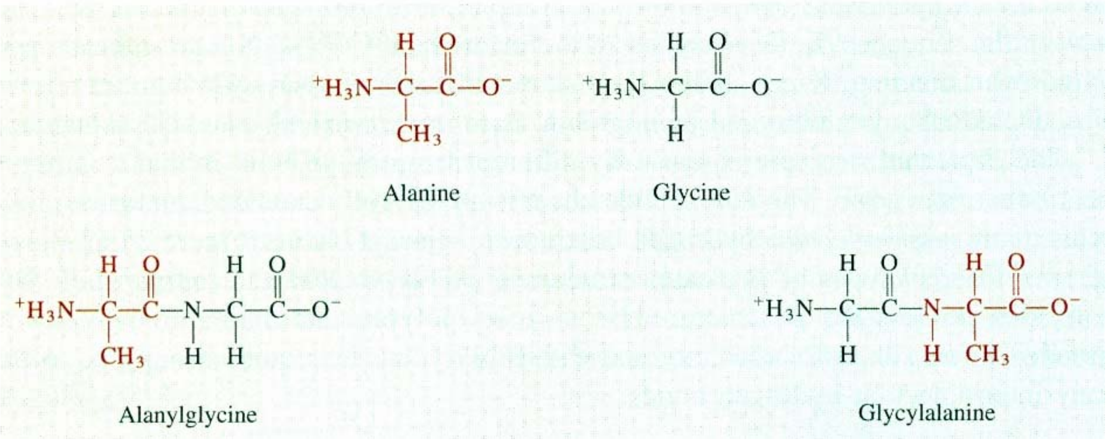
សម្ព័ន្ធប៉ិបទីត

ដែល R_1 និង R_2 តាងឱ្យអាតូម H ឬក្រុមដទៃមួយចំនួន ហើយ –CO—NH- ហៅថា *ក្រុមអាមីត។* ដោយសារលំនឹងនៃប្រតិកម្មដែលភ្ជាប់អាស៊ីតអាមីនេទាំងពីរទំនោរទៅខាងឆ្វេង ដំណើរការនេះត្រូវកើតមានព្រមគ្នាជាមួយប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសនៃ ATP (អាដេណូស៊ីនទ្រីផូស្វាត)។

ចុងណាមួយនៃឌីប៉ិបទីតក៏អាចភ្ជាប់ជាមួយអាស៊ីតអាមីនេមួយផ្សេងទៀតក្នុងប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម ដើម្បីបង្កើតជា *ទ្រីប៉ិបទីត តេត្រាប៉ិបទីត ។ល។* ផលិតផលបញ្ចប់ ម៉ូលេគុលប្រូតេអ៊ីនគឺជា *ប៉ូលីប៉ិបទីត។* គេអាចគិតថាវាជាប៉ូលីមែរនៃអាស៊ីតអាមីនេផងដែរ។

ឯកត្តាអាស៊ីតអាមីនេក្នុងខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតហៅថា *គ្រោង។* ជាទូទៅ ខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតមានផ្ទុកគ្រោងអាស៊ីតអាមីនេ 100 ឬលើសពីនេះ។ ដំណើរបន្តនៃអាស៊ីតអាមីនេក្នុងខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតត្រូវសរសេរពីឆ្វេងទៅស្តាំ ដោយចាប់ផ្តើមពីគ្រោងដែលបញ្ចប់ក្រុមអាមីណូ និង បញ្ចប់ដោយគ្រោងបញ្ចប់ក្រុមកាបុកស៊ីល។ ចូរពិនិត្យមើល ឌីប៉ិបទីតដែលបង្កើតឡើងពីគ្លីស៊ីន និង អាឡាលីន។ រូបទី .៨ បង្ហាញថា អាឡានីលគ្លីស៊ីន និងគ្លីស៊ីលអាឡានីនគឺជាម៉ូលេគុលផ្សេងៗគ្នា។ ជាមួយអាស៊ីតអាមីនេ 20 ផ្សេងៗគ្នា ជ្រើសរើសពី 20^2 ឬ 400 ឌីប៉ិបទីតផ្សេងៗគ្នាអាចត្រូវបង្កើតឡើង។ សូម្បីតែពីប្រូតេអ៊ីនតូចខ្លាំងដូចជាអ័ងស៊ុយលីន (ឱសថកែរោគទឹកនោមផ្អែម) ដែលមានផ្ទុកគ្រោងអាស៊ីតអាមីនេតែ 50 ប៉ុណ្ណោះ ទម្រង់

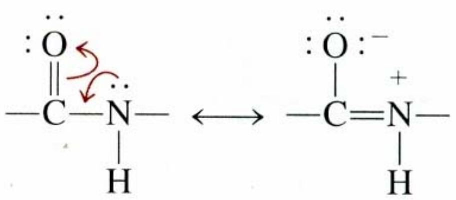
គឺមីផ្សេងៗគ្នាយ៉ាងច្រើនអាចគេគិតមានរហូតដល់ទៅ 20^{50} ឬ 10^{65}! នេះគឺជាចំនួនយ៉ាងច្រើន ដែលមិនគួរឱ្យជឿនៅពេលអ្នកគិតថាចំនួនសរុបនៃអាតូមក្នុងកាឡាស៊ីរបស់យើង (galaxy) គឺប្រហែល 10^{68}។ ជាមួយ លទ្ធភាពយ៉ាងច្រើនសម្រាប់សំយោគប្រូតេអ៊ីន វាគួរឱ្យកត់សំគាល់ដែលពីមួយជំនាន់ទៅមួយជំនាន់នៃ កោសិកា អាចផលិតផលិតប្រូតេអ៊ីនដែលដូចគ្នាបេះបិទសម្រាប់មុខនាទីសរីរសាស្ត្រជាក់លាក់។



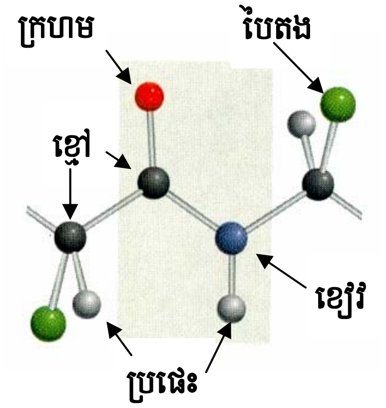
រូបទី .៨ ការបង្កើតឌីប៉ិបទីតពីអាស៊ីតអាមីនេពីផ្សេងៗគ្នា។ អាឡានីលគ្លីស៊ីន ខុសពីគ្លីស៊ីល-អាឡានីន ដោយសារក្នុងអាឡានីលគ្លីស៊ីន ក្រុមអាមីណូ និងមេទីលចងសម្ព័ន្ធទៅលើអាតូមកាបូន តែមួយ។

ទម្រង់ប្រូតេអ៊ីន (Protein Structures)

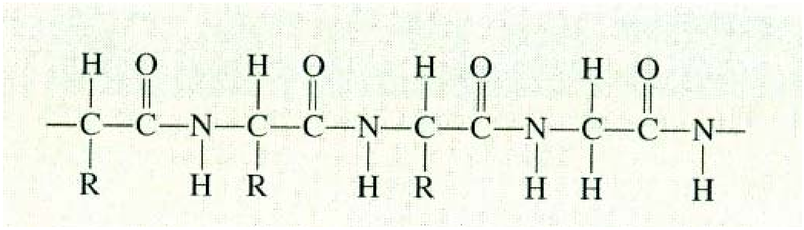
ប្រភេទ និងចំនួននៃអាស៊ីតអាមីនេក្នុងប្រូតេអ៊ីនណាមួយតែងតែមានដំណើរបន្ត ឬលំដាប់លំដោយដែលក្នុងនោះអាស៊ីតអាមីនេទាំងនេះត្រូវចងភ្ជាប់គ្នា ដើម្បីកំណត់ទម្រង់របស់ប្រូតេអ៊ីន។ ក្នុងទសវត្សឆ្នាំ 1930 លោក Linus Pauling និងអ្នករួមការងាររបស់គាត់បានបង្កើតការអង្កេតប្រព័ន្ធនៃទម្រង់ប្រូតេអ៊ីន។ ដំបូងពួកគាត់បានសិក្សាពីធរណីមាត្រនៃក្រុមានដដែលមានន័យថា ក្រុមអាមីតដែលតាងដោយទម្រង់ រេសូណង់ដូចខាងក្រោម:



ដោយសារវាពិបាក (មានន័យថា ត្រូវចំណាយថាមពលច្រើន) ដើម្បីរមួលសម្ព័ន្ធពីរជាន់ជាសម្ព័ន្ធមួយជាន់ អាតូមទាំងបួនក្នុងក្រុមអាមីតត្រូវជាប់នៅលើប្លង់តែមួយ(រូបទី.៩) ។ រូបទី.១០ ពិពណនាអំពីក្រុមអាមីតដដែលៗក្នុងខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីត។

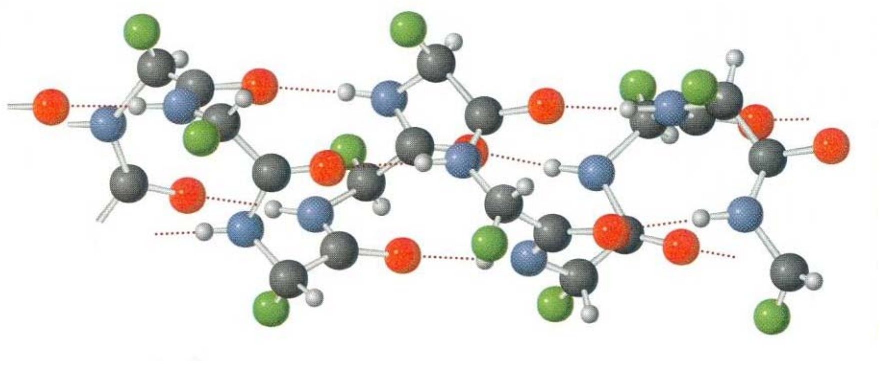


រូបទី .៩ ក្រុមអាមីតនៅលើប្លង់ក្នុងប្រូតេអ៊ីន។ រង្វិលសម្ព័ន្ធប៉ិបទីតត្រូវរារាំងដោយលក្ខណៈសម្ព័ន្ធពីរជាន់របស់វា។ អាតូមពណ៌ខ្មៅតាងឱ្យកាបូន ខៀវតាងឱ្យអាសូត ក្រហមតាងឱ្យអុកស៊ីសែន បៃតងតាងឱ្យក្រុម R និងប្រផេះតាងឱ្យអ៊ីដ្រូសែន



រូបទី.១០ ខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីត។ ចូរចំណាំឯកត្តាដដែលៗនៃក្រុមអាមីត។ និមិត្តសញ្ញា R តាងឱ្យផ្នែក នៃលក្ខណៈទម្រង់អាស៊ីតអាមីនេនិមួយៗ។ ចំពោះគ្លីស៊ីន R គឺជាអាតូមអ៊ីដ្រូសែន H

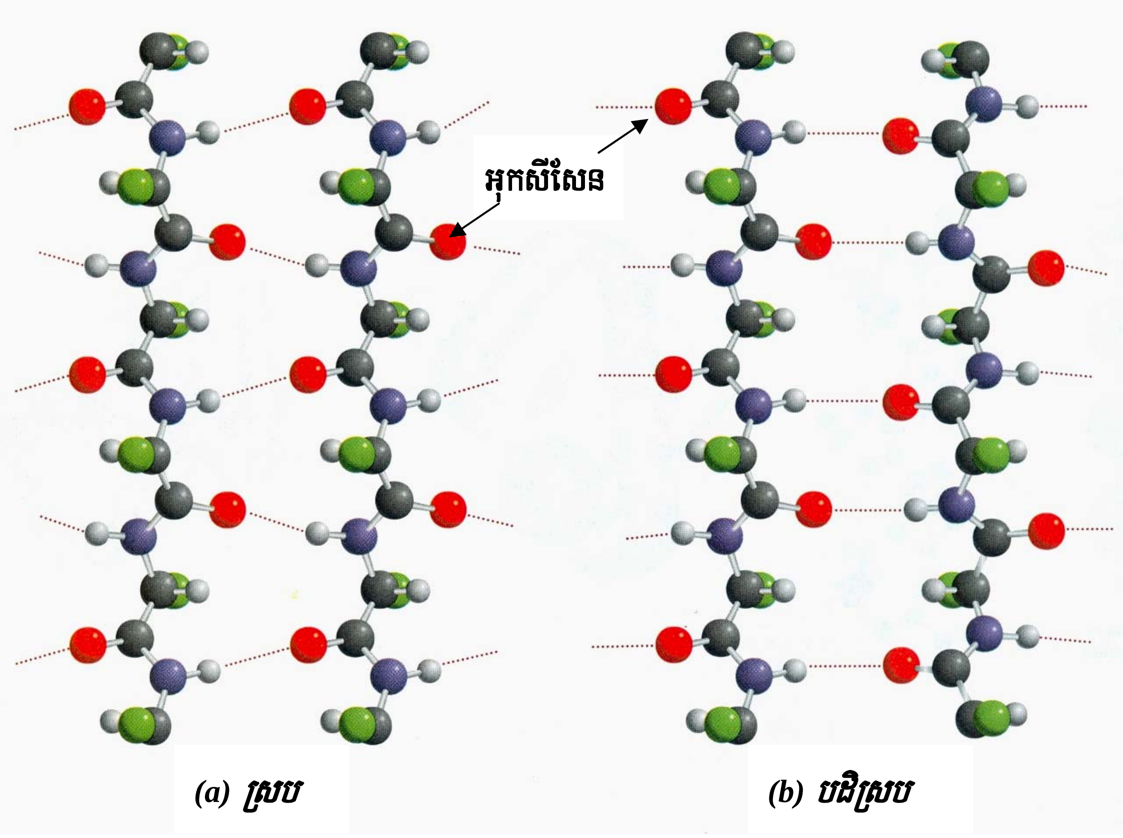
ដោយផ្អែកលើមូលដ្ឋាននៃម៉ូដែល (Model) និងទិន្នន័យបំផ្លាតកាំរស្មី-X លោក Pauling បានសន្មតថា ទម្រង់ទូទៅពីរសម្រាប់ម៉ូលេគុលប្រូតេអ៊ីនហៅថា បន្ទះស្ព្យៀ-α និងបន្ទះផ្នត់-β។ ទម្រង់ស្ព្យៀ-α នៃខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតមានបង្ហាញក្នុងរូបទី.១១។ ទម្រង់ស្ព្យៀត្រូវធ្វើឱ្យមានស្ថិរភាពដោយសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែននៅអន្តរម៉ូលេគុលរវាងក្រុម NH និង CO នៃខ្សែមេ ដែលកើនឡើងទៅជាទ្រង់ទ្រាយមូលទ្រវែង។



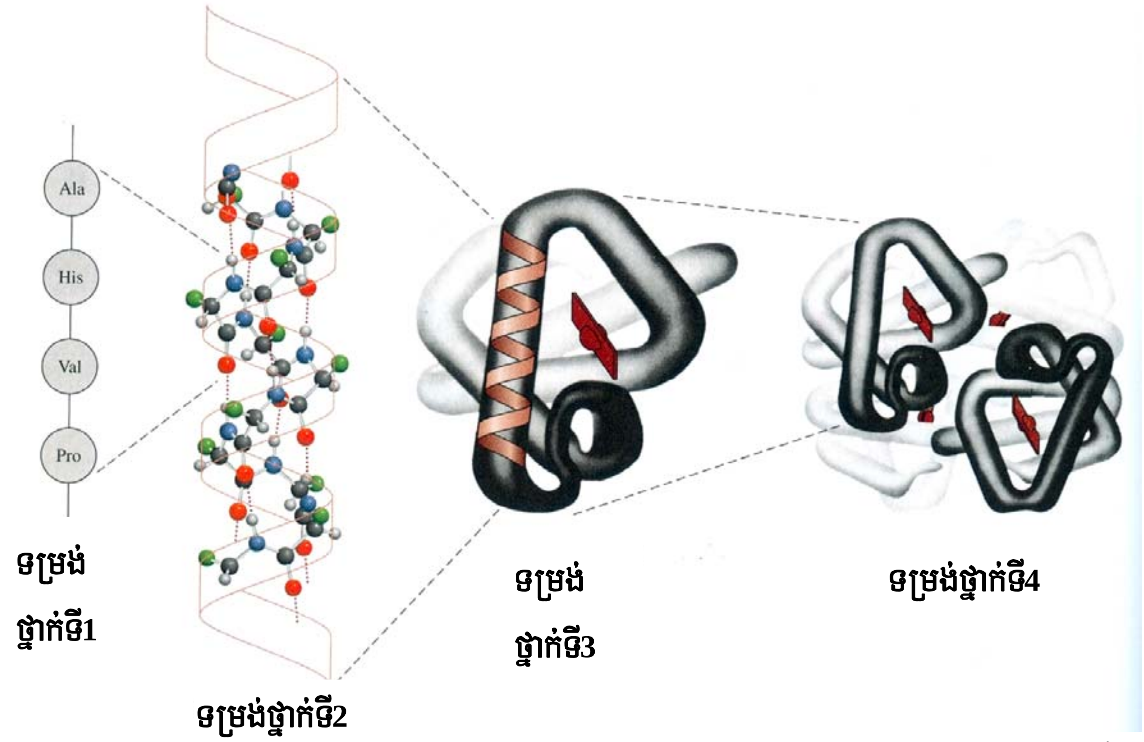
រូបទី.១១ ទម្រង់រាងស្ព្យៀ-α នៃខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីត។ ទម្រង់នេះមានទីតាំងនៅក្បែរសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែននៅអន្តរម៉ូលេគុលដែលបង្ហាញជាបន្ទាត់ដាច់ៗ។ ចំពោះពិណមើលរូបទី .៩

ក្រុម CO នៃអាស៊ីតអាមីនេនិមួយៗចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនទៅនឹងក្រុម NH នៃអាស៊ីតអាមីនេដែលជាគ្រោងបួនឃ្លាតពីគ្នាតាមលំដាប់លំដោយ។ ក្នុងលក្ខណៈនេះក្រុម NH និង CO នៃខ្សែមេ

ទាំងអស់ចូលរួមក្នុងការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន។ ការសិក្សាដោយប្រើកាំរស្មី-X បានបង្ហាញថា ទម្រង់នៃប្រូតេអ៊ីនជាច្រើនរួមទាំងមីអូគ្លូប៊ីន និងអេម៉ូគ្លូប៊ីន គឺពង្រីកវិសាលភាពចំណេះដឹងលើនៃទម្រង់ ស្ល្យ-α ក្នុងធម្មជាតិ។ ទម្រង់ផ្នត់-β ខុសគ្នាយ៉ាងខ្លាំងពីទម្រង់ស្ល្យ-α ដោយសារវាមាន រាងដូចជា បន្ទះជាង។ ខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតត្រូវលាតសន្ធឹងស្ទើរតែទាំងស្រុង ហើយខ្សែនិមួយៗបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែននៅអន្តរម៉ូលេគុលជាច្រើនជាមួយខ្សែដែលនៅជាប់វា។ រូបទី .១២ បង្ហាញប្រភេទពីរយ៉ាងនៃទម្រង់ផ្នត់-β ហៅថា ទម្រង់*ស្រប* (Parallel) និង *បដិស្រប* (Antiparallel)។ ម៉ូលេគុលសូត្រមានទម្រង់ផ្នត់-β ។ ដោយសារខ្សែប៉ិបទីតរបស់វាងាយលាតសន្ធឹង (រលា) សូត្រខ្វះភាព យឺត និងភាពអាចទាញឱ្យយឺតបាន ប៉ុន្តែវាខ្លាំង ឬជាប់ល្អដោយសារសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែននៅអន្តរម៉ូលេគុល ជាច្រើនរបស់វា។



រូបទី.១២ សម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន (a) ក្នុងទម្រង់បន្ទះផ្នត់-β ស្រប ដែលក្នុងនោះខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតត្រូវដៅទិសតាមទិសដៅតែមួយ និង (b) ក្នុងទម្រង់ផ្នត់-β បដិស្រប ដែលក្នុងនោះខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតដែលនៅជាប់ត្រូវដៅទិសតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នា។ ចំពោះពិណរបស់វា មើលរូប ទី.៨។

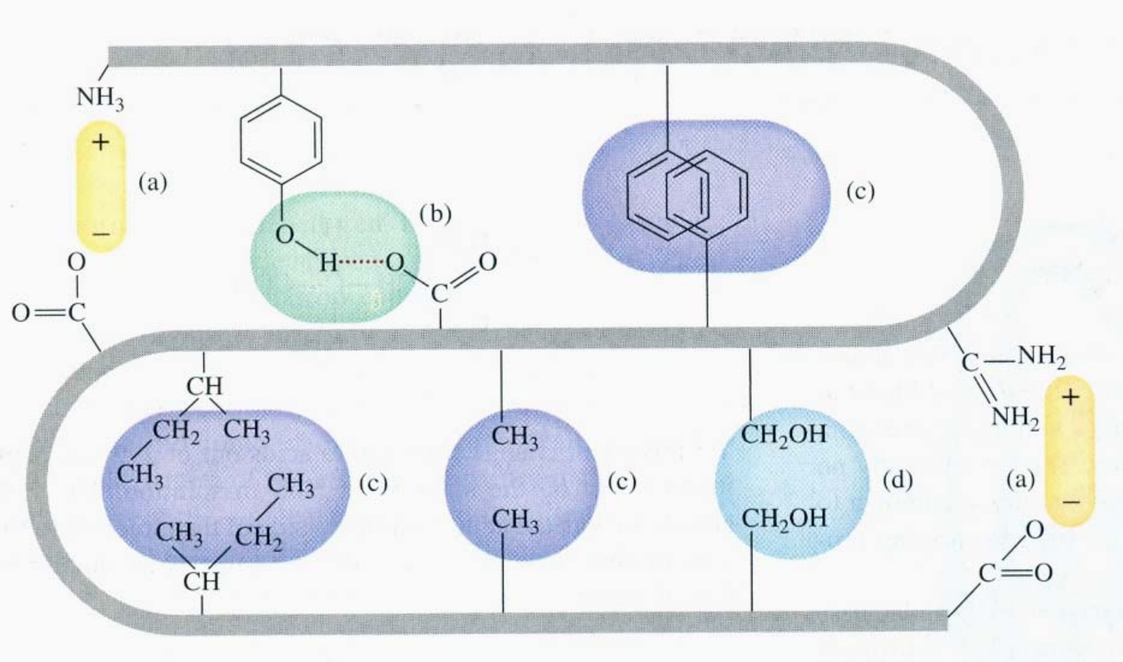


រូបទី.១៣ ទម្រង់ថ្នាក់ទី1 ទី2 ទី3 និងទី4 នៃម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីន

ជាធម្មតា គេបែងចែកទម្រង់ប្រូតេអ៊ីនទៅជាបួនកំរិត។ ***ទម្រង់ថ្នាក់ទី** 1* សំដៅទៅលើការបន្តខ្សែនៃអាស៊ីតអាមីនេតែមួយប្រភេទដូចគ្នាក្នុងខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីត។ ***ទម្រង់ថ្នាក់ទី** 2* រាប់បញ្ចូលទាំងផ្នែកទាំងឡាយ នៃខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតដែលត្រូវធ្វើឱ្យមានស្ថិរភាពដោយគំរូទៀងទាត់នៃសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងក្រុម CO និង NH នៃឆ្អឹងខ្នង ឧទាហរណ៍ ទម្រង់ស្ពៀ-α ។ ***ទម្រង់ថ្នាក់ទី** 3* អនុវត្តចំពោះទម្រង់វិមាត្របីដែលត្រូវធ្វើ ឱ្យមានស្ថិរភាពដោយកម្លាំងពង្រាយ ការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន និងកម្លាំងអន្តរម៉ូលេគុលដទៃទៀត។ វាខុសពីទម្រង់ថ្នាក់ទី2 ដោយសារអាស៊ីតអាមីនេដែលចូលរួមក្នុងអន្តរកម្មទាំងនេះអាចនៅឆ្ងាយពីខ្សែប៉ិបទីត។ ដូច្នេះ ក្នុងការបន្ថែមកម្លាំងអន្តរកម្មផ្សេងៗទៀត *នៅក្នុង*ខ្សែមួយដែលឈានឡើងទៅជាទម្រង់ថ្នាក់ ទី2 និងទី3 យើងត្រូវតែពិចារណាផងដែរពីអន្តរកម្ម*រវាង*ខ្សែនិងខ្សែ។ តំរៀបទាំងស្រុងនៃខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតហៅថា ទម្រង់ថ្នាក់ទី4។ ឧទាហរណ៍ ម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីនផ្សំឡើងពីខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតដោយឡែកពីគ្នាបួន ឬ*ឯកត្តាតូចៗ។* ឯកត្តាតូចៗទាំងនេះចងភ្ជាប់គ្នាដោយកម្លាំងវ៉ាន់ដឺវ៉ាល់ (van der Waals forces) និងកម្លាំងអ៊ីយ៉ុង (រូបទី .១៣) ។

ការងាររបស់លោក Pauling គឺជាជោគជ័យដ៏មហិមាក្នុងគីមីប្រូតេអ៊ីន។ វាបានបង្ហាញជាលើកទីមួយពីរបៀបទស្សន៍ទាយទម្រង់ប្រូតេអ៊ីនដោយប្រើចំណេះដឹងខាងធរណីមាត្រនៃប្លុកសម្រាប់បង្កើតអាស៊ីតអាមីនេដែលជាមូលដ្ឋានរបស់វា។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយមានប្រូតេអ៊ីនជាច្រើនដែលទម្រង់ របស់

វាមិនត្រូវគ្នាទៅនឹងទម្រង់ស្លៀ-α និងទម្រង់-β ទេ ។ឥឡូវនេះអ្នកគីមីដឹងថាទម្រង់វិមាត្របីនៃប៉ូលីមែរជីវៈត្រូវរក្សាដោយប្រភេទកម្លាំងអន្តរម៉ូលេគុលមួយចំនួនបន្ថែមពីលើការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរូបទី.១៤។

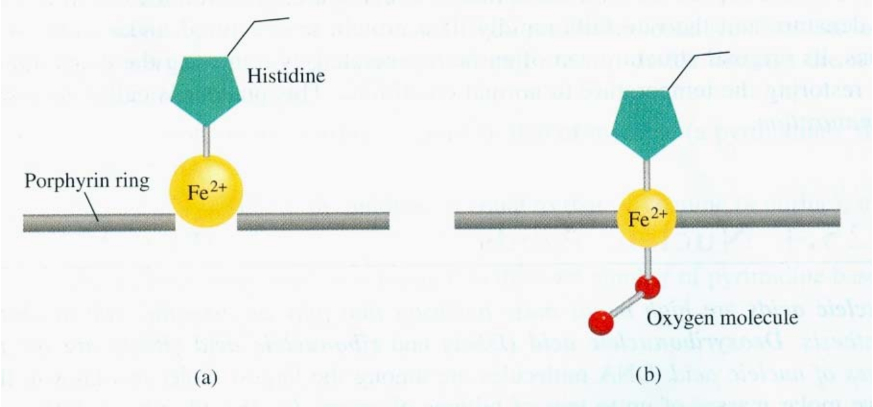


រូបទី.១៤ កម្លាំងអន្តរម៉ូលេគុលក្នុងម៉ូលេគុលប្រូតេអ៊ីនៈ (a) កម្លាំងអ៊ីយ៉ុង (b) ការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន (c) កម្លាំងពង្រាយ និង (d) កម្លាំងឌីប៉ូល-ឌីប៉ូល

តុល្យភាពដែលប្រសើរនៃអន្តរកម្មផ្សេងៗអាចឱ្យតម្លៃលើបានដោយពិនិត្យមើលឧទាហរណ៍ដូចតទៅ: នៅពេលអាស៊ីតគ្លុយតាមិច (ជាអាស៊ីតអាមីនេមួយនៅសល់ក្នុងពីរនៃខ្សែ ប៉ូលីប៉ិបទីតបួនក្នុងអេម៉ូគ្លូប៊ីន) ត្រូវជំនួសដោយវ៉ាលីន (អាស៊ីតអាមីនេមួយផ្សេងទៀត) នោះម៉ូលេគុលប្រូតេអ៊ីនប្រមូលផ្ដុំចូលគ្នាដើម្បីបង្កើតជា ប៉ូលីមែរមិនរលាយ ដែលបណ្ដាលឱ្យស្គាល់ជម្ងឺនោះថាជាជម្ងឺខ្វះកោសិកាឈាមក្រហម (មើលគីមីអនុវត្ត **ជម្ងឺកោសិកាឈាមក្រហមរាងកណ្ដៀវ**)។

ក្រៅពីកម្លាំងទាំងអស់ដែលផ្ដល់ឱ្យប្រូតេអ៊ីនទូវទម្រង់ស្ថិរភាព ប្រូតេអ៊ីនភាគច្រើនមានភាពរលាស់ (ភាពបត់បែន) ជាក់លាក់។ ឧទាហរណ៍អង់ស៊ីមអាចបត់បែនបាន ដើម្បីផ្លាស់ប្ដូរទម្រង់ធរណីមាត្ររបស់វា ដើម្បីធ្វើឱ្យត្រូវទៅតាមទំហំ និងទ្រង់ទ្រាយនៃស៊ុបត្រា (substrate)។ ឧទាហរណ៍គួរឱ្យចាប់អារម្មណ៍មួយទៀតនៃភាពបត់បែនរបស់ប្រូតេអ៊ីន ត្រូវបានរកឃើញនៅក្នុងការចងសម្ព័ន្ធនៃអេម៉ូគ្លូប៊ីនទៅនឹងអុកស៊ីសែន។ ខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតនិមួយៗក្នុងចំណោមខ្សែទាំងបួន មានផ្ទុកក្រុមហែម (heme) មួយដែលអាចចងទៅនឹងម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែន។ ក្នុងដែអុកស៊ីអេម៉ូគ្លូប៊ីនចំណូលនៃក្រុមហែមសម្រាប់អុកស៊ីសែនប្រហែលជាដូចគ្នា។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយនៅពេលក្រុមហែមមួយត្រូវរងអុកស៊ីសែនកម្មភ្លាមចំណូលនៃក្រុម ហែមបីផ្សេងទៀតសម្រាប់អុកស៊ីសែនត្រូវបានបង្កើនឡើង។ បាតុភូតនេះ(ហៅថាភាពសហការណ៍) ធ្វើឱ្យអេម៉ូគ្លូប៊ីនក្លាយទៅជាសារធាតុសមស្របបំផុត

សម្រាប់នាំយកអុកស៊ីសែនក្នុងសួត។ នៅពេលម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីនដែលរងអុកស៊ីសែនកម្មទាំងស្រុង ហើយរំដោះម៉ុលេគុលអុកស៊ីសែន (ទៅឱ្យមីអូគ្លូប៊ីនក្នុងជាលិកា) ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនបីផ្សេងទៀតនឹងចាកចេញយ៉ាងងាយស្រួល។ ធម្មជាតិសហការណ៍នៃការចងសម្ព័ន្ធ គឺជាព័តិមានពីវត្តមាន (ឬអវត្តមាន) នៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនត្រូវបញ្ជូនពីឯកត្តាតូចៗមួយទៅមួយទៀតតាមខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតដែលជាដំណើរការអាចធ្វើទៅបានដោយភាពបត់បែននៃទម្រង់វិមាត្របី (រូបទី .១៥)។



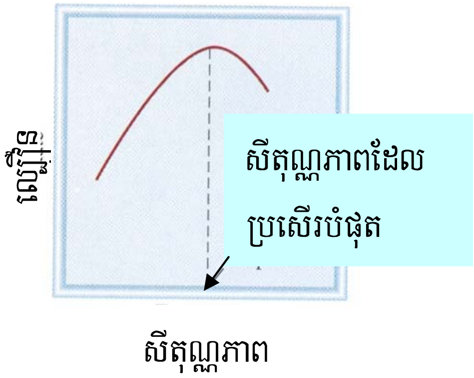
រូបទី.១៥ ការផ្លាស់ប្តូទម្រង់ដែលកើតឡើងនៅពេលក្រុមហែមក្នុងអេម៉ូគ្លូប៊ីនចងសម្ព័ន្ធទៅនឹងម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែន។ (a) ក្រុមហែមក្នុងដេអុកស៊ីអេម៉ូគ្លូប៊ីន (b) អុកស៊ីអេម៉ូគ្លូប៊ីន

គេជឿថា អ៊ីយ៉ុង Fe^{2+} មានកាំធំពេកមិនអាចស៊ីគ្នានឹងវង់ប៉ូហ្វីរិន (Porphyrin) នៃ ដេអុកស៊ី-អេម៉ូគ្លូប៊ីនទេ។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយនៅពេល O_2 ចងសម្ព័ន្ធទៅនឹង Fe^{2+} អ៊ីយ៉ុងនេះ នឹងរួញតូចបន្តិចបន្តួចដែលអាចឱ្យវាស៊ីគ្នាទៅនឹងប្លង់នៃវង់នោះ។ នៅពេលអ៊ីយ៉ុងនោះរអិលចូលទៅក្នុងវង់ វាទាញគ្រោងហ៊ីស្ទីឌីនឆ្ពោះទៅរកវង់ ដែលជាហេតុធ្វើឱ្យបញ្ឈប់ការបន្តខ្សែនៃការផ្លាស់ប្តូរទម្រង់ពី ឯកត្តាតូចៗមួយទៅមួយទៀត។ ទោះបីជាការពន្យល់លំអិតនៃការផ្លាស់ប្តូរនេះមិនច្បាស់លាស់ អ្នកគីមីជីវៈជឿជាក់ថា នេះគឺជារបៀបចងសម្ព័ន្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនទៅនឹងក្រុមហែមមានផលប៉ះពាល់ដល់ក្រុមហែមមួយផ្សេងទៀត។ ការផ្លាស់ប្តូរទម្រង់នេះមានផលប៉ះពាល់យ៉ាងខ្លាំងដល់ចំណូលនៃក្រុមហែមដែលនៅសល់សម្រាប់ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែន។

នៅពេលប្រូតេអ៊ីនត្រូវវដុតកំដៅលើពីសីតុណ្ហភាពខ្លួនមនុស្ស ឬនៅពេលពួកវាត្រូវដាក់ឱ្យប៉ះទៅនឹងល័ក្ខខ័ណ្ឌអាស៊ីត ឬបាសមិនធម្មតា ឬត្រូវដាក់ឱ្យមានអំពើជាមួយធាតុបន្ទាល់ពិសេសហៅថា *សារធាតុបំប្លែងធម្មជាតិ (denaturant)* នោះពួកវាបាត់បង់ទម្រង់ថ្នាក់ទី2 និងទី3 របស់ពួកវាមួយចំនួន ឬទាំងអស់។ ដោយហៅថា **ប្រូតេអ៊ីនរងបំប្លែងធម្មជាតិ** ប្រូតេអ៊ីនក្នុងភាពបែបនេះ *មិនបង្ហាញសកម្មភាពសរីរសាស្ត្រធម្មតាទៀតហើយ*។ រូបទី.១៦ បង្ហាញពីការប្រែប្រួលល្បឿនជាមួយសីតុណ្ហភាពសម្រាប់ប្រតិកម្មកាតាលីកម្ម ដោយអង់ស៊ីមទូទៅមួយចំនួន។ នៅពេលចាប់ផ្តើមល្បឿនកើនឡើង

ស្របគ្នាជាមួយនឹងកំណើនសីតុណ្ហភាពដូចយើងរំពឹងទុក។ ប៉ុន្តែឆ្លងផុតពីសីតុណ្ហភាពប្រសើរបំផុតនេះ (optimum temperature) អង់ស៊ីមចាប់ផ្តើមបំប្លែង ហើយល្បឿនប្រតិកម្មធ្លាក់ចុះយ៉ាងរហ័ស។ ប្រសិនបើប្រូតេអ៊ីនមួយត្រូវបំប្លែងក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌមិនខ្លាំងពេកទម្រង់ដើមរបស់វា ជារឿយៗអាចត្រូវកកើតឡើងវិញដោយការផ្តាច់យកសារធាតុបំប្លែងធម្មជាតិ ឬដោយការធ្វើឱ្យសីតុណ្ហភាពត្រឡប់ទៅល័ក្ខខណ្ឌធម្មតាវិញ។ ដំណើរការនេះហៅថា *ការបំប្លែងធម្មជាតិទៅមក* (*reversible denaturation*) ។

រូបទី.១៦ ភាពទាក់ទងនៃល្បឿននៃប្រតិកម្មកាតាលីកម្មដោយអង់ស៊ីមលើសីតុណ្ហភាព។ លើសពីសីតុណ្ហភាពប្រសើរបំផុតដែលនៅចំណុចនេះអង់ស៊ីមមានប្រសិទ្ធិខ្ពស់ សកម្មភាពរបស់វាធ្លាក់ចុះដោយសារផលនៃការបំប្លែងធម្មជាតិ។



គីមីអនុវត្ត

ជម្ងឺកោសិកាឈាមក្រហមរាងកណ្តៀវ (ជម្ងឺម៉ូលេគុល)

Sickle Cell Anemia—a molecular disease

ជម្ងឺកោសិកាឈាមក្រហមរាងកណ្តៀវគឺជាជម្ងឺតពូជ (តពីឪម្តាយទៅកូន) ដែលក្នុងនោះកោសិកាឈាមក្រហម ដែលមានទ្រង់ទ្រាយខុសពីធម្មតា ទប់ស្កាត់លំហូរឈាមទៅកាន់សរីរាង្គជីវិតក្នុងខ្លួនមនុស្ស ដែលបណ្តាលឱ្យហើមឈឺចុកចាប់យ៉ាងធ្ងន់ធ្ងរ និងមានអាយុខ្លី។ បច្ចុប្បន្ននេះ មិនទាន់មានការព្យាបាលសម្រាប់ល័ក្ខខ័ណ្ឌនេះនៅឡើយទេ ប៉ុន្តែរោគសញ្ញាដែលឈឺចុកចាប់របស់វាត្រូវដឹងថា បណ្តាលមកពី ការខ្វះអេម៉ូគ្លូប៊ីន ដែលជាប្រូតេអ៊ីនដឹកនាំអុកស៊ីសែនក្នុងកោសិកាឈាមក្រហម។

ម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីនគឺជាប្រូតេអ៊ីនធំដែលមានម៉ាសម៉ូលប្រហែល 65000g។ អេម៉ូគ្លូប៊ីនមនុស្សធម្មតា (HbA) ផ្សំឡើងពីច្រវ៉ាក់α ពីរ (និមួយៗមានផ្ទុក 141 អាស៊ីតអាមីនេ) និងច្រវ៉ាក់ β ពីរ (និមួយៗ ផ្សំឡើងពី 146 អាស៊ីតអាមីនេ)។ ខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីតទាំងបួន ឬឯកត្តាតូចៗទាំងនេះ ត្រូវចងភ្ជាប់គ្នាដោយ កម្លាំងអ៊ីយ៉ុង និង កម្លាំង van der Waals ។

មានម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីនបរិវត្តរូបជាច្រើន ដែលជាម៉ូលេគុលមានការបន្តខ្សែអាស៊ីតអាមីនេដែលខុសគ្នាបន្តិចបន្តួចពីការបន្តច្រវ៉ាក់ក្នុង HbA។ អេម៉ូគ្លូប៊ីនបរិវត្តរូបភាគច្រើនមិនធ្វើឱ្យមានទុក្ខទោសអ្វីទេ

ប៉ុន្តែ អេម៉ូគ្លូប៊ីនកោសិកាឈាមក្រហមរាងកណ្តៀវ (HbS) និងដទៃទៀត បណ្តាលឱ្យមានជម្ងឺយ៉ាងធ្ងន់ធ្ងរ។ HbS និង HbA មានទម្រង់លំអិតខុសគ្នាតែបន្តិចប៉ុណ្ណោះ។ ម៉ូលេគុលវ៉ាលីនជំនួសដោយម៉ូលេគុលអាស៊ីតគ្លុយតាមិច លើច្រវ៉ាក់និមួយៗនៃច្រវ៉ាក់ β ទាំងពីរ:

$$HCOOC-CH_2-CH_2-C(H)(NH_3^+)-COO^- \qquad (H_3C)_2CH-C(H)(NH_3^+)-COO^-$$

អាស៊ីតគ្លុយតាមិច　　　　　　　　វ៉ាលីន

ប៉ុន្តែ ការផ្លាស់ប្តូរតិចតួចនេះ (អាស៊ីតអាមីនេពីរចេញពី 292) មានផលប៉ះពាល់យ៉ាងខ្លាំងទៅលើស្ថិរភាពនៃ HbS ក្នុងសូលុយស្យុង។ ក្រុមវ៉ាលីនឋិតនៅខាងក្រោមខាងក្រៅ ម៉ូលេគុលបង្កើតជាគន្លឹះល្បៀនចេញនៅលើច្រវ៉ាក់ β និមួយៗ។ ផ្នែកមិនប៉ូលែរនៃវ៉ាលីនគឺ

$$(H_3C)_2CH-$$

ផ្នែកនេះអាចស្រូបទាញក្រុមមិនប៉ូលែរមួយផ្សេងទៀតក្នុងច្រវ៉ាក់ α នៃម៉ូលេគុល HbS ដែលនៅ ជាប់តាមរយៈកម្លាំងវ៉ាយ។ អ្នកគីមីជីវៈជារឿយៗសំដៅទៅលើប្រភេទនៃការស្រូបទាញរវាងក្រុមមិនប៉ូលែរដូចជាអន្តរកម្មអ៊ីដ្រូផូប(មិនចូលចិត្តទឹក)។ បន្តិចម្តងៗម៉ូលេគុល HbS គ្រប់គ្រាន់នឹងប្រមូលផ្តុំបង្កើតជា **ស៊ុយពែប៉ូលីមែរ**។

វិធានទូទៅអំពីកម្រិតរលាយនៃសារធាតុគឺថា ម៉ូលេគុលរបស់វាកាន់តែធំ នោះកម្រិតរលាយរបស់វាក៏កាន់តែទាប ដែរពីព្រោះដំណើរការស៊ុលវ៉ាតកម្មមិនចំណូលជាមួយកំណើនបរិវេណផ្ទៃម៉ូលេគុលទេ។ ដោយសារហេតុផលនេះជាទូទៅប្រូតេអ៊ីនមិនរលាយក្នុងទឹកទេ។ ដូច្នេះ ម៉ូលេគុល HbS ដែលត្រូវប្រមូលផ្តុំបន្តិចម្តងៗរងជាកករពីសូលុយស្យុង។ កករនេះបណ្តាលឱ្យកោសិកាឈាមក្រហម ដែលមានទ្រង់ទ្រាយដូចថាសក្លែងទៅជារាងព្រះច័ន្ទមួយចំហៀង ឬទ្រង់ទ្រាយដូចកណ្តៀវ។ កោសិកាដែលប្តូរទ្រង់ទ្រាយទាំងនេះ ធ្វើឱ្យស្ទះសរសៃឈាមឆ្មាតូចៗ ដែលជាហេតុឱ្យស្ទះដល់លំហូរឈាមទៅសរីរាង្គនៃខ្លួនមនុស្ស។ លំហូរឈាមថយចុះនេះហើយដែលធ្វើឱ្យមានកំណើនរោគសញ្ញាជម្ងឺឈាមក្រហមរាងកណ្តៀវ។ ជម្ងឺឈាមក្រហមរាង កណ្តៀវត្រូវបានគេហៅថា **ជម្ងឺម៉ូលេគុល** ដែលដាក់ឈ្មោះដោយលោក Linus Pauling ដែលបានធ្វើការស្រាវជ្រាវគីមីសំខាន់ៗមួយចំនួនលើធម្មជាតិនៃការឈឺចាប់នេះ ព្រោះអំពើដែលធ្វើឱ្យវិនាស កើតឡើងនៅកម្រិតម៉ូលេគុល ហើយជាលទ្ធផលជម្ងឺនេះអាស្រ័យទៅនឹងការខ្វះម៉ូលេគុល។

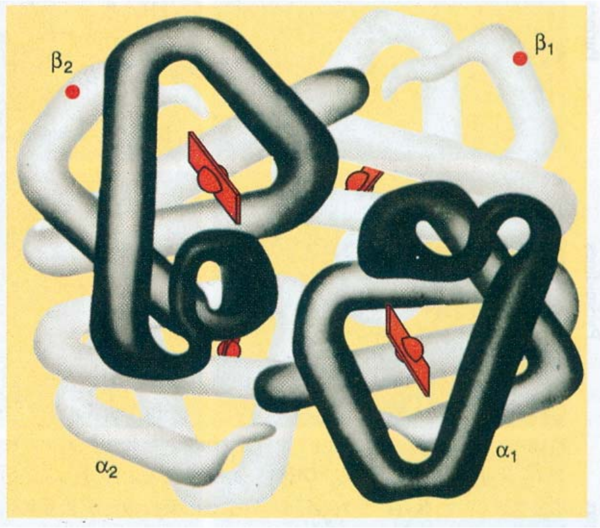
សារធាតុមួយចំនួន ដូចជាអ៊ុយរេ និង អ៊ីយ៉ុងស្យាណាត:

$$H_2N-C-NH_2 \qquad O=C=N^-$$

||
O

អ៊ុយរេ ស្យាណាត

អ៊ីយ៉ុងទាំងនេះ អាចបំបែកអន្តរកម្មអ៊ីដ្រូផូបរវាងម៉ូលេគុល HbS និង ត្រូវបានអនុវត្តទទួលបានជោគជ័យខ្លះៗដែរដើម្បីបញ្ច្រាសការឡើងកោងដូចកណ្តៀវនៃកោសិកាឈាមក្រហម។ វិធីនេះអាចជួយសម្រាលការឈឺចាប់ដល់អ្នកជម្ងឺកោសិកាឈាមរាងកណ្តៀវ ប៉ុន្តែ វាមិនការពារខ្លួនមនុស្សយើងពីផលិត HbS បន្ថែមទៀតទេ។ ដើម្បីពដើម្បីពាបាលជម្ងឺកោសិកាឈាមក្រហមរាងកណ្តៀវ អ្នកស្រាវជ្រាវត្រូវតែរកវិធីដើម្បីបំផ្លែង ឬកែប្រែម៉ាស៊ីនសេនេទិច (ពូជ) ដែលដឹកនាំការផលិត HbS ។



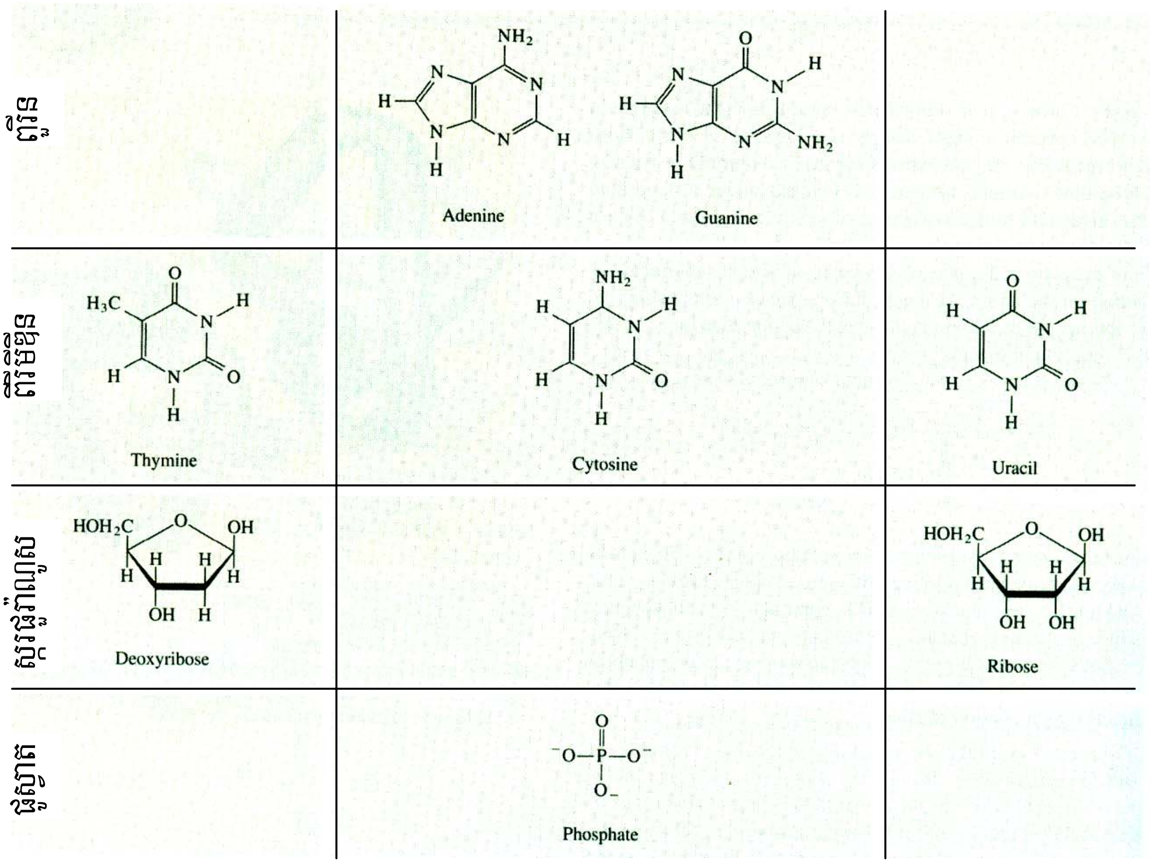
ទម្រង់ទាំងមូលរបស់ម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីន។ ម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីន ផ្សំឡើងពីច្រវ៉ាក់ α ពីរ និងច្រវ៉ាក់ β ពីរ។ ច្រវ៉ាក់និមួយៗមានទម្រង់ស្រដៀងម៉ូលេគុលមីយ៉ូក្លូប៊ីន ហើយមានក្រុមអ៊ែមសម្រាប់ចងភ្ជាប់អុកស៊ីសែន។ ក្នុងអេម៉ូគ្លូប៊ីនកោសិកាឈាមក្រហមរាងកណ្តៀវ តំបន់ខូច (ក្រុមវ៉ាលីន) ឋិតនៅជិតចុងច្រវ៉ាក់ β ដែលបង្ហាញខាងឆ្វេងនេះ (β_1 និង β_2)។

****

៤ អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច (Nucleic Acids)

អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច *គឺជាប៉ូលីមែរដែលមានម៉ាសម៉ូលខ្ពស់ដែលដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការសំយោគប្រូតេអ៊ីន។* **អាស៊ីត ឌីអុកស៊ីរីបូនុយក្លេអ៊ិច (DNA)** និង **អាស៊ីតរីបូនុយក្លេអ៊ិច (RNA)** *គឺជាអាស៊ីត នុយក្លេអ៊ិចពីរប្រភេទ។* ម៉ូលេគុល DNA គឺជាម៉ូលេគុលដែលធំជាងគេបំផុតដែលគេស្គាល់។ ពួកវាមានម៉ាសម៉ូលរហូតដល់ទៅ 1000 កោដិ g។ ចំណែកឯ ម៉ូលេគុល RNA ប្រែប្រួលទំហំយ៉ាងខ្លាំងខ្លះមានម៉ាសម៉ូល ប្រហែល 20000 g។ បើប្រៀបធៀបជាមួយប្រូតេអ៊ីនដែលផ្សំឡើងពីអាស៊ីតអាមីនេផ្សេងៗគ្នាចំនួន 20 អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចគឺមានសមាសភាពផ្សំសាមញ្ញ។ ម៉ូលេគុល DNA និង RNA មានផ្នុកប្លុកសម្រាប់ផ្សំ តែបួនប្រភេទតែប៉ុណ្ណោះ: ពួរីន (purine) ពីរីមីឌីន (pyrimidine) ស្ករផ្យូរ៉ាណូស (furanose sugars) និង ក្រុមផូស្វាត (រូបទី .១៧)។ ពួរីន ឬពីរីឌីននិមួយៗហៅថា បាស។

ឃើញមានតែក្នុង DNA **ឃើញមានទាំងក្នុង DNA និង RDA** **ឃើញមានតែក្នុង RDA**



រូបទី.១៧ សមាសធាតុផ្សំនៃអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច DNA និង RNA

ក្នុងទសវត្សឆ្នាំ 1940 លោក Erwin Chargaff[6] បានសិក្សាពីម៉ូលេគុល DNA ដែលទទួលបានពីប្រភពផ្សេងៗគ្នានិងបានសង្កេតភាពទៀតទាត់របស់វា។ *វិធានរបស់ Chargaff (ដែលគាត់បានរកឃើញ ហើយគេស្គាល់ឥឡូវនេះ)* ពិពណ៌នាគំរូដូចខាង ក្រោម:

1. បរិមាណអាដេនីន (ពួរីន) ស្មើនឹងបរិមាណទីមីន (ពីរីមីឌីន) មានន័យថា A = T ឬ A/T = 1 ។
2. បរិមាណស៊ីតូស៊ីន (ពីរីមីឌីន) ស្មើនឹងបរិមាណកានីន (ពួរីន) មានន័យថា C = G ឬ C/G = 1 ។
3. ចំនួនសរុបនៃបាសពួរីនស្មើនឹងចំនួនសរុបនៃបាសពីរីមីឌីន មានន័យថា A + G = C + T ។

ដោយផ្អែកលើព័ត៌មាន និងការវិភាគគីមីដែលទទួលបានពីរង្វាស់ដែលធ្វើឱ្យប្លាតកាំរស្មី-X លោក James Watson[7] និង Francis Crick[8] បានបង្កើតរូបមន្តទម្រង់ដូចស្នៀពីរជាន់សម្រាប់ម៉ូលេគុល

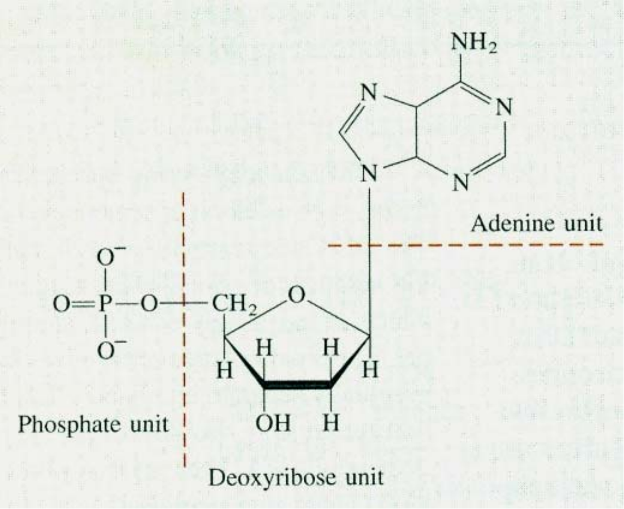
---

[6] លោក Erwin Chargaff (1905-2002) ជាអ្នកគីមីជីវៈជនជាតិអាមេរិកមានដើមកំណើតអូស្ត្រាលី។ លោក Chargaff គឺជាអ្នកទីមួយដែលបង្ហាញថា ប្រភេទជីវៈផ្សេងៗគ្នា មានផ្ទុកម៉ូលេគុល DNA ខុសៗគ្នាដែរ។

[7] លោក James Dewey Watson (1928-) ជាអ្នកគីមីជនជាតិអាមេរិក។ លោក Watson បានទទួលពានរង្វាន់ណូបែល(Nobel) ក្នុងឆ្នាំ 1962 ផ្នែកសរីរសាស្ត្រ ឬឱសថ រួមជាមួយលោក Crick និង Maurice Walkins

DNA ក្នុងឆ្នាំ 1953 ។ លោក Watson និង លោក Crick បានកំនណត់ថា ម៉ូលេគុល DNA មានច្រវ៉ាក់ដូចស្លៀពីរ ។ ច្រវ៉ាក់និមួយៗធ្វើឡើងពី ***នុយក្លេអូទីត*** *ដែលផ្សំឡើងពីបាស ដេអុកស៊ីរីបូស និង ក្រុមផូស្វាត ចងភ្ជាប់គ្នា* (រូបទី .១៨) ។

រូបទី.១៨ ទម្រង់នៃនុយក្លេអូទីតជាឯកត្តាមួយនៃឯកត្តាដដែលៗក្នុង DNA



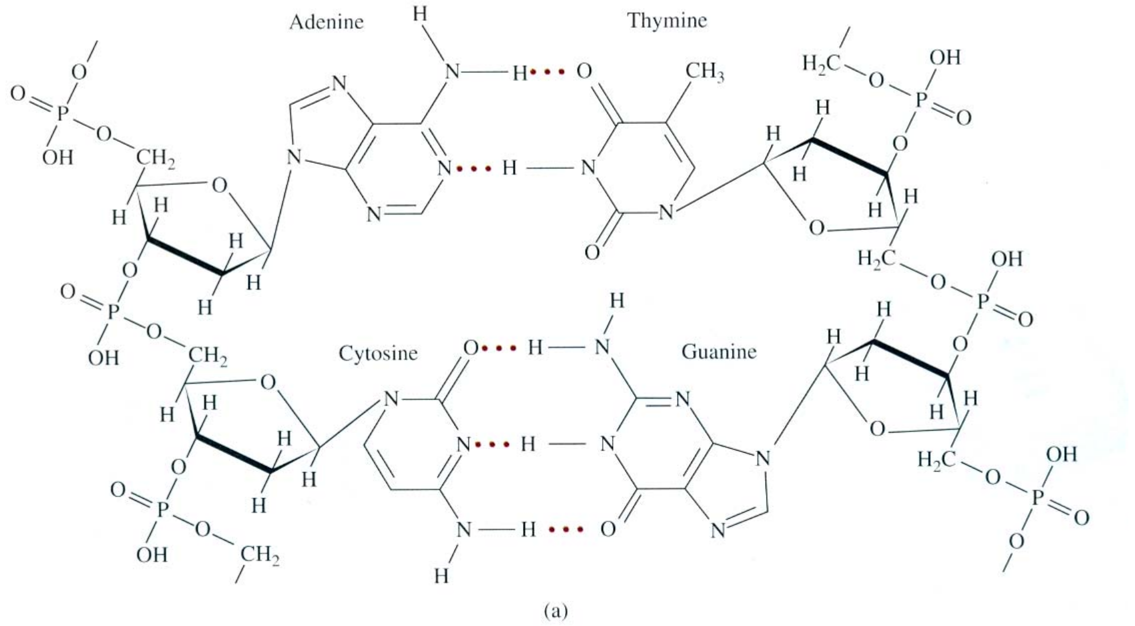
គន្លឹះចំពោះទម្រង់ដូចស្លៀពីរជាន់នៃ DNA គឺជាការបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងបាសក្នុងច្រវ៉ាក់ពីរនៃម៉ូលេគុលមួយ ។ ទោះបីជាសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនអាចបង្កើតឡើងរវាងបាសពីរហៅថា គូបាស លោក Watson និង Crick បានរកឃើញថា ការផ្គូរដែលងាយកើតបំផុតគឺរវាងអាដេនីន និងទីមីន និងរវាងស៊ីតូស៊ីន និងកានីន (រូបទី.១៩) ។ ចូរចំណាំថា រូបនេះគោរពទៅតាមវិធានរបស់ Chargaff ដោយសារ បាសពួរីននិមួយៗត្រូវចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនទៅនឹងបាសពីរីមីឌីន និងច្រាសមកវិញ (A + G = C + T) ។ កម្លាំងទំនាញដទៃទៀតដូចជាអន្តរកម្មឌីប៉ូល-ឌីប៉ូល និង កម្លាំង van der Waals រវាងគូបាសជួយធ្វើឱ្យ មានស្ថិរភាពដល់ទម្រង់ដូចស្លៀពីរជាន់ផងដែរ ។

ទម្រង់នៃ RNA ខុសពីទម្រង់នៃ DNA ក្នុងទិដ្ឋភាពមួយចំនួន ។ ទី1 ដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី .១៧ បាសទាំងបួនរកឃើញក្នុងម៉ូលេគុល RNA គឺជា អាដេនីន ស៊ីតូស៊ីន កានីន និង អ៊ុយរ៉ាស៊ីល ។ ទី2 ម៉ូលេគុល RNA មានផ្ទុកស្ករីបូសចំណែក DNA មានផ្ទុក 2-ដេអុកស៊ីរីបូស ។ ទី3 ការវិផាគគីមីបង្ហាញថា សមាសភាពផ្សំនៃ RNA មិនគោរពទៅតាមវិធានរបស់ Chargaff ទេ ។

សម្រាប់ការងាររបស់ពួកគេ លើទម្រង់ DNA ដែលត្រូវចាត់ទុកថា មានសារសំខាន់ និងការអភិវឌ្ឍន៍ផ្នែកជីវវិទ្យាក្នុង សតវត្សទី 20 នេះ ។

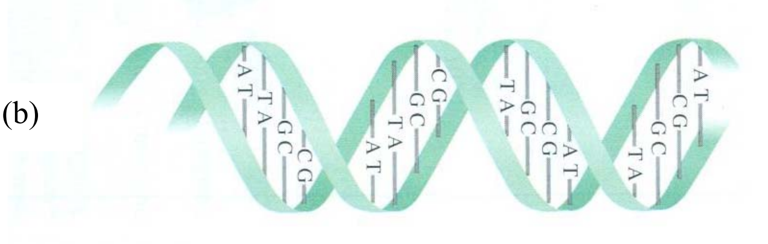
[8] លោក Francis Harry Compton Crick (1916-) ជាអ្នកជីវវិទ្យាជនជាតិអង់គ្លេស ។ លោក Crick ចាប់ផ្តើមជាអ្នករូបវិទ្យា ប៉ុន្តែបានចាប់អារម្មណ៍ក្នុងផ្នែកជីវវិទ្យាបន្ទាប់ពីអានសៀវភៅ *What is life?* និពន្ធដោយ Erwin Schrodinger ។ បន្ថែមពីលើការបំភ្លឺពីទម្រង់ DNA លោក Crick បានបង្កើតស្នាដៃជាច្រើនទៅលើជីវ ម៉ូលេគុល ។

ម្យ៉ាងទៀតផលធៀបពួរីន-ពីរីមីឌីន មិនស្មើនឹង 1 ដូចក្នុងករណី DNA ទេ។ ភស្តុតាងនេះ និងដទៃទៀត បង្កើតបានជាច្បាប់សម្រាប់ទម្រង់ដូចស្ពៀពីរជាន់។ តាមពិតម៉ូលេគុល RNA មានប៉ូលីនុយក្លេអូទីតច្រវ៉ាក់មួយជាន់។ ជាក់ស្តែង មានម៉ូលេគុល RNA បីប្រភេទៈ RNA នាំសារ (*m*RNA) RNA រីបូសូម (*r*RNA) និង RNA ដឹកជញ្ជូន (*t*RNA)។ RNA ទាំងនេះ មាននុយក្លេអូទីតស្រដៀងគ្នា ប៉ុន្តែខុសគ្នាពីមួយទៅមួយដោយម៉ាសម៉ូល ទម្រង់ទាំងស្រុង និង មុខនាទីជីវៈ។ ម៉ូលេគុល DNA និង RNA ដឹកនាំការសំយោគប្រូតេអ៊ីនក្នុងកោសិកា។



រូបទី.១៩ (a) ការបង្កើតគូបាសដោយអាដេនីន និងទីមីន និង ដោយស៊ីតូស៊ីន និង កានីន។

(b)



រូបទី.១៩ (b) ខ្សែរាងស្ពៀពីរជាន់នៃម៉ូលេគុល DNA ដែលចងភ្ជាប់គ្នាដោយសម្ព័ន្ធ អ៊ីដ្រូសែន (និងកម្លាំងអន្តរម៉ូលេគុលផ្សេងទៀត) រវាងគូបាស A-T និង C-G។

គីមីអនុវត្ត

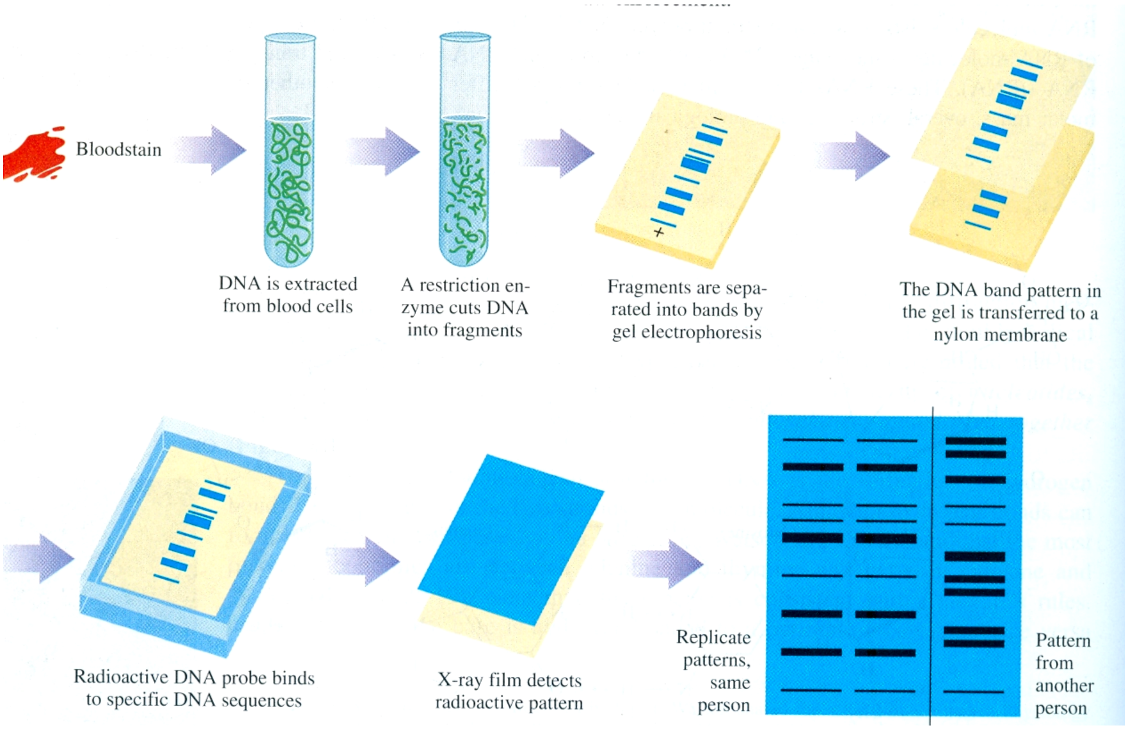
ការបោះពុម្ព DNA

ការផលិតសេនេទិចមនុស្ស ផ្សំឡើងពិនុយគ្លេអូទីតប្រហែល 3 រយកោដិ។ ឯកត្តា 3 រយកោដិ ទាំងនេះផ្សំឡើងពី 23 គូនៃក្រូម៉ូសូម ដែលជាច្រវ៉ាក់បន្តនៃ DNA ចាប់ពីប្រវែង 50 ទៅ 500 លាន នុយគ្លេអូទីត។ ដោយសរសេរក្នុង DNA និង ផ្ទុកក្នុងឯកត្តាទាំងនេះ ហៅថា សែន (genes) គឺជាការសិក្សា សម្រាប់ការសំយោគប្រូតេអ៊ីន ដែលសែននិមួយៗមានផ្ទុកខ្សែបន្តនៃបាសដដែលពីរ-បីដង ដែលមិនដឹងពី មុខនាទីរបស់វា។ អ្វីដែលគយរឱ្យចាប់អារម្មណ៍ពីការបន្តខ្សែទាំងនេះ (ហៅថា មីនីផ្កាយរណប)គឺថា ពួកវាបង្ហាញជាច្រើនដងក្នុងទីតាំងផ្សេងៗគ្នា មិនត្រឹមតែក្នុងសែនជាក់លាក់នោះ ទេ។ លើសពីនេះ មនុស្សម្នាក់ៗមានចំនួននៃការកើតឡើងដដែលនេះតែមួយគត់។ មានតែកូនភ្លោះដែល ដូចគ្នាបេះបិតប៉ុណ្ណោះ ដែលមានចំនួនបន្តខ្សែមីនីផ្កាយរណបស្មើគ្នា។

ក្នុងឆ្នាំ 1985 អ្នកគីមីជនជាតិអង់គ្លេសឈ្មោះ Alec Jeffreys បានស្នើថា ការបន្តខ្សែមីនីផ្កាយ រណបផ្តល់មធេ ផ្តល់មធ្យោបាយនៃការកំណត់អត្តសញ្ញាណ ដូចជាស្នាមផ្តិតម្រាមដៃ។ ការបោះពុម្ព DNA មានចាប់តាំងពីបានទទួលភាពជាក់ស្តែងជាមួយមន្ត្រីប្រតិបត្តិច្បាប់ជាវិធីសំគាល់ជនសង្ស័យរឿង ក្តីឃាតកម្ម។

ដើម្បីបោះពុម្ព DNA អ្នកគីមីត្រូវការភាគសំណាកជាលិកាដូចជាឈាម ឬទឹកកាម។ សូម្បីតែសក់ និងទឹកមាត់ក៏មានផ្ទុក DNA ដែរ។ DNA ត្រូវយោបកពីណ្វែយ៉ូកោសិកា និងកាត់ទៅជាបំណែកដោយការ បន្ថែមអង់ស៊ីមសម្រាប់កំណត់។ បំណែកណាដែលមានបន្ទុកអវិជ្ជមាន ត្រូវញែកចេញដោយដែនអគ្គីសនីក្នុងជាតិអន្ទិល។ បំណែកតូចជាងផ្លាស់ទីរហ័សជាងបំនែកធំជាង ដូច្នេះ ជាបណ្តើរៗវាញែកទៅផ្តុំគ្នាជាក្រុម។ ការផ្តុំគ្នាជាក្រុមនៃបំណែក DNA ត្រូវបញ្ជូនពីជាតិអន្ទិលទៅ ភ្នាសប្លាស្ទិក និងនាំឱ្យទីតាំងរបស់ពួកវា មិនប្រែប្រួល។ បន្ទាប់មក ប្រដាប់ស្ទង់ DNA (បំណែក DNA ដែលត្រូវបានបិទស្លាកកាំរស្មីវិទ្យុសកម្ម) ត្រូវបន្ថែម។ ប្រដាប់ស្ទង់ចងភ្ជាប់ទៅនឹងបំណែកដែលមាន ខ្សែបន្តនៃ DNA ពេញលេញ។ ហ្វីលកាំរស្មី-X ត្រូវដាក់ផ្ទាល់លើស្រទាប់ប្លាស្ទិក ហើយបង់លេចចេញ នៅលើហ្វីលថតក្នុងទីតាំងដែលត្រូវគ្នាទៅនឹងបំណែក ដែលស្គាល់ដោយប្រដាប់ស្ទង់។ ប្រដាប់ស្ទង់ផ្សេងៗ គ្នាប្រហែលបួនត្រូវការដើម្បីទទួលឯកសារដែលមាន តែមួយសម្រាប់សំគាល់មនុស្សម្នាក់ៗ។ គេប៉ាន់- ប្រមាណថា ប្រូបាប៊ីលីតេនៃការរកឃើញគំរូដូចគ្នាបេះបិទក្នុង DNA នៃមនុស្សដែលត្រូវជ្រើសរើស ដោយចៃដន្យពីរនាក់ គឺ 1 ក្នុង 1000 កោដិ។

ករណីនៅសហរដ្ឋអាមេរិកដំបូង ដែលក្នុងនោះមនុស្សម្នាក់ត្រូវគេជឿថាទាក់ទងនឹងឃាតកម្មមួយ ដោយជំនួយនៃការបោះពុម្ព DNA ដែលត្រូវ សាកល្បងក្នុងឆ្នាំ 1987 ។ សព្វថ្ងៃការបោះពុម្ព DNA បានក្លាយទៅជាឧបករណ៍ចាំបាច់ (ខានមិនបាន) នៃការប្រតិបត្តិច្បាប់ ។



ដំណើរការសម្រាប់ទទួលបានការបោះពុម្ព DNA ។ ហ្វីលដែលផ្តិតរួច បង្ហាញ ការបោះពុម្ព DNA ដែលត្រូវប្រៀបធៀបជាមួយគំរូពីវត្ថុដែលស្គាល់ ។

សង្ខេបហេតុការណ៍ពិត និង បញ្ញត្តិ

1. ប៉ូលីមែរ គឺជាម៉ូលេគុលធំដែលផ្សំឡើងពីឯកត្តាដដែលៗតូចៗហៅថាម៉ូណូមែរ ។
2. ប្រូតេអ៊ីន អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច សែលុយឡូស និងកៅស៊ូ គឺជាប៉ូលីមែរធម្មជាតិ ។ នីឡុង អំបោះដាក្រុង (dacron) និងលុយស៊ីត (lucite) គឺជាឧទាហរណ៍នៃប៉ូលីមែរសំយោគ ។
3. ប៉ូលីមែរសរីរាង្គអាចត្រូវបានសំយោគតាមរយៈប្រតិកម្មបូក ឬប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម ។
4. ស្តេរ៉េអូអ៊ីសូមែរនៃប៉ូលីមែរមួយដែលផ្សំឡើងពីម៉ូណូមែរមិនស៊ីមេទ្រី មានលក្ខណៈខុសគ្នាអាស្រ័យលើវិធីដែលម៉ូណូមែរដើមរបស់វាចងសម្ព័ន្ធជាមួយគ្នា ។
5. កៅស៊ូសំយោគរួមមានប៉ូលីក្លូរ៉ូប្រែន និង កៅស៊ូស្ទីរ៉ែន - ប៊ុយតាដ្យែន ដែលជាសហប៉ូលីមែរនៃស្ទីរ៉ែន និងប៊ុយតាដ្យែន ។

6. ទម្រង់ប្រូតេអ៊ីនកំណត់មុខនាទី និងលក្ខណៈនៃប្រូតេអ៊ីន។ បន្ថែមលើនេះទៀតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន និងកម្លាំងអន្តរម៉ូលេគុលដទៃទៀតកំណត់ពីទម្រង់នៃប្រូតេអ៊ីន។
7. ទម្រង់ប្រូតេអ៊ីនថ្នាក់ទី១ គឺជាការបន្តខ្សែអាស៊ីតអាមីនេរបស់វា។ ទម្រង់ ប្រូតេអ៊ីនថ្នាក់ទី២ គឺជាទ្រង់ទ្រាយ ដែលកំណត់ដោយការភ្ជាប់សម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន ជាមួយនឹងក្រុម CO និង NH នៃគ្រោងខ្សែអាស៊ីតអាមីនេ។ ទម្រង់ប្រូតេអ៊ីនថ្នាក់ទី៣ និងទី៤ គឺជាតំរៀបវិមាត្របីនៃប្រូតេអ៊ីន ដែលធ្វើឱ្យមានស្ថិរភាពដោយសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន និងកម្លាំងអន្តរម៉ូលេគុលដទៃទៀត។
8. អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច (DNA និង RNA) គឺជាប៉ូលីមែរដែលមានម៉ាសម៉ូលេគុលធំដែលដឹកនាំបញ្ជាហ្សែនសម្រាប់សំយោគប្រូតេអ៊ីនក្នុងកោសិកា។ នុយក្លេអូទីតគឺជាប្លុកនៃ DNA និង RNA។ នុយក្លេអូទីត DNA និមួយៗមានផ្ទុកបាសពួរីន ឬពីរីមីឌីន ដេអុកស៊ីរីបូសមួយ និងក្រុមផូស្វាតមួយ។ នុយក្លេអូទីត RNA គឺស្រដៀងគ្នានឹងនុយក្លេអូទីត DNAដែរ ប៉ុន្តែមានផ្ទុកបាស និងរីបូសផ្សេងៗគ្នា ដែលមិនមែនជាដេអុកស៊ីរីបូសទេ។

ពាក្យគន្លឹះ

អាស៊ីតអាមីនេ	Amino acid	25-10
កូប៉ូលីមែរ	Copolymer	25-7
ប្រូតេអ៊ីនបំផ្លែងធម្មជាតិ	Denatured protein	25-20
អាស៊ីតដេអុកស៊ីរីបូនុយក្លេអ៊ិច (DNA)	Deoxyribonucleic acid	25-21
អូម៉ូប៉ូលីមែរ	Homopolymer	25-3
ម៉ូណូមែរ	Monomer	25-2
អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច	Nucleic acid	25-21
ប៉ូលីមែរ	Polymer	25-1
ប្រូតេអ៊ីន	Protein	25-9
អាស៊ីតរីបូនុយក្លេអ៊ិច (RNA)	Ribonucleic acid	25-21

សំណួរ និង លំហាត់

ប៉ូលីមែរសរីរាង្គសំយោគ

សំណួររំលឹក

1. ចូរឱ្យនិយមន័យនៃពាក្យទាំងនេះ ម៉ូណូមែរ ប៉ូលីមែរ អុម៉ូប៉ូលីមែរ និង កូប៉ូលីមែរ។
2. ចូរឱ្យឈ្មោះវត្ថុចំនួន 10 ដែលផ្សំឡើងពីប៉ូលីមែរសរីរាង្គសំយោគ។

3. ចូរគណនាម៉ាសម៉ូលនៃភាគសំណាកប៉ូលីអេទីឡែនមួយ $-\!\!(CH_2-CH_2)_n\!-$ ដែល n = 4600 ។

4. ចូររៀបរាប់ពីចលនការសំខាន់ពីរនៃការសំយោគប៉ូលីមែរសរីរាង្គ ។

5. តើអ្វីទៅជាកាតាលីករ Natta-Ziegler? តើវាមានតួនាទីបែបណាក្នុងការសំយោគប៉ូលីមែរ ។

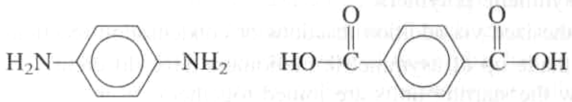
6. តើលក្ខណៈប្រមូលផ្តុំបែបណាដែលសមស្របសម្រាប់ការកំណត់ម៉ាសម៉ូលេគុលនៃប៉ូលីមែរមួយ? ហេតុអ្វី?

លំហាត់

7. តេផ្លុង (Teflon) ត្រូវបង្កើតឡើងដោយប្រតិកម្មបូករ៉ាឌីកាល់ដែលចូលរួមដោយម៉ូណូមែរ តេត្រាភ្លុយអរ៉ូអេទីឡែន ។ ចូរបង្ហាញចលនការសម្រាប់ប្រតិកម្មនេះ ។

8. វីនីលក្លរួ $H_2C=CHCl$ ទទួលរងកូប៉ូលីមែរកម្ម 1,1-ឌីក្លរ៉ូអេទីឡែន $H_2C=CCl_2$ ដើម្បីបង្កើតជាប៉ូលីមែរដែលស្គាល់លក្ខណៈគីមីជា សារ៉ាន (Saran)។ ចូរគូរទម្រង់ប៉ូលីមែរនេះ ដោយបង្ហាញពីឯកត្តា (បណ្តុំ) ម៉ូណូមែរដដែលរបស់វាផង ។

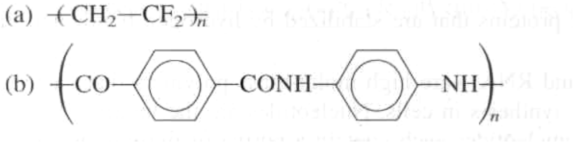
9. កែវឡា (Kevlar) គឺជាប៉ូលីមែរដែលត្រូវប្រើក្នុងធ្វើជាអាវក្រោះការពារគ្រាប់កាំភ្លើង (បាញ់មិនធ្លុះ) ។ វាត្រូវបង្កើតឡើងដោយប្រតិកម្មកុងដង់កម្មរវាងម៉ូណូមែរពីរដូចខាងក្រោម:



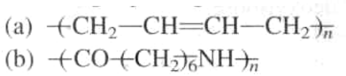
ចូរគូរផ្នែកមួយនៃខ្សែប៉ូលីមែរដោយបង្ហាញពីឯកត្តាម៉ូណូមែរពីរ-បី ។ ចូរសរសេរសមីការសរុបសម្រាប់ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មនេះ ។

10. ចូររៀបរាប់ពីការបង្កើតប៉ូលីស្ទីរ៉ែន ។

11. ចូរកំណត់ម៉ូណូមែរដែលអនុវត្តសម្រាប់ធ្វើប៉ូលីមែរដែលមានឯកត្តាដដែលៗដូចខាងក្រោម:



12. ចូរកំណត់ម៉ូណូមែរដែលអនុវត្តសម្រាប់ធ្វើប៉ូលីមែរដែលមានឯកត្តាដដែលៗដូចខាងក្រោម:



ប្រូតេអ៊ីន

សំណួររំលឹក

13. ចូរពិភាក្សាពីលក្ខណៈនៃក្រុមអាមីត និង សារសំខាន់របស់វាក្នុងទម្រង់ប្រូតេអ៊ីន។

14. ចូររៀបរាប់ពីទម្រង់ផ្នត់ β ដែលមានវត្តមានក្នុងប្រូតេអ៊ីនមួយចំនួន។

15. ចូរពិភាក្សាពីមុខនាទីនៃប្រូតេអ៊ីនក្នុងប្រព័ន្ធមានជីវិត។

16. ចូរពន្យល់ដោយសង្ខេបពីបាតុភូតនៃភាពរួមគ្នាដោយម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីនក្នុងការចងភ្ជាប់ជាមួយអុកស៊ីសែន។

17. តើហេតុអ្វីបានជាជម្ងឺកោសិកាឈាមក្រហមរាងកណ្ដៀវត្រូវបានគេហៅថា ជម្ងឺម៉ូលេគុល?

18. តើអ្វីទៅជាទម្រង់រាងស្លៀ α ក្នុងប្រូតេអ៊ីន?

លំហាត់

19. ចូរគូរទម្រង់នៃឌីប៉ិបទីតដែលអាចត្រូវបង្កើតឡើងពីប្រតិកម្មរវាងគ្លីស៊ីនអាស៊ីតអាមីនេ និង អាឡានីន។

20. ចូរគូរទម្រង់នៃឌីប៉ិបទីតដែលអាចត្រូវបង្កើតឡើងពីប្រតិកម្មរវាងគ្លីស៊ីនអាស៊ីតអាមីនេ និង លីស៊ីន។

21. តើគ្លីស៊ីនអាស៊ីតអាមីនអាចត្រូវធ្វើកុងដង់កម្មដើម្បីបង្កើតជាប៉ូលីមែរហៅថា ប៉ូលីគ្លីស៊ីន។ ចូរគូរឯកត្តាម៉ូណូមែរដែលរបស់វា។

22. ខាងក្រោមនេះ ជាទិន្នន័យទទួលបានពីល្បឿននៃការបង្កើតផលិតផលនៃប្រតិកម្មកាតាលីកម្មអង់ស៊ីមៈ

សីតុណ្ហភាព (^{0}C)	**ល្បឿនបង្កើតផលិតផល (M/s)**
10	0,0025
20	0,0048
30	0,0090
35	0,0086
45	0,0012

ចូរបញ្ជាក់ពីទំនាក់ទំនងរវាងល្បឿនជាមួយសីតុណ្ហភាព។ (មិនចាំបាច់គណនាទេ)

អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច

សំណួររំលឹក

23. ចូររៀបរាប់ពីទម្រង់នៃនុយក្លេអូទីត។

24. តើរីបូស និង ដេអុកស៊ីរីបូស ខុសគ្នាយ៉ាងណា?

25. តើវិធានរបស់ Chargaff មានអ្វីខ្លះ?

26. ចូររៀបរាប់ពីតួនាទីនៃសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនក្នុងការរក្សាទម្រង់រាងស្លៀពីរជាន់នៃ DNA។

លំហាត់បន្ថែម

27. ចូរពិភាក្សាពីសារសំខាន់នៃសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនក្នុងប្រព័ន្ធជីវៈ។ ចូរប្រើប្រូតេអ៊ីន និង អាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច ជាឧទាហរណ៍។

28. ប្រូតេអ៊ីនអាចមានទម្រង់ផ្សេងៗយ៉ាងច្រើន ចំណែកឯអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិចមានទម្រង់ឯកសណ្ឋាន។ តើអ្នកពន្យល់យ៉ាងដូចម្ដេចពីភាពខុសគ្នាយ៉ាងខ្លាំងនេះ?

29. ប្រសិនបើ មិនព្យាបាលទេ គ្រុនក្ដៅ 104^0F ឬខ្ពស់ជាង អាចនាំឱ្យខូចខាតដល់ខួរក្បាល។ ហេតុអ្វី?

30. ចំណុចរលាយនៃម៉ូលេគុល DNA គឺជាសីតុណ្ហភាពដែលច្រវ៉ាក់រាងស្ពៀពីរជាន់ផ្ដាច់ពីគ្នា។ ឧបមាថា អ្នកមានភាគសំណាក DNA ពីរ។ ភាគសំណាកមួយមានផ្ទុកគូបាស C-G 45% ចំណែកឯភាគសំណាកមួយទៀតមានផ្ទុកគូបាស C-G 64%។ ចំនួនបាសសរុបគឺស្មើគ្នាក្នុងភាគសំណាកនិមួយៗ។ តើភាគសំណាកណាមួយមានចំណុចរលាយខ្ពស់ជាង? ហេតុអ្វី?

31. នៅពេលផ្លែឈើ ដូចជាផ្លែប៉ោម និង ផ្លែព័រ ត្រូវបានគេកាត់ ឬចិត មុខកាត់នោះចាប់ផ្ដើមប្រែទៅជាពណ៌ត្នោត។ នេះគឺជាលទ្ធផលនៃប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មដែលកាតាលីកម្មដោយវត្តមានអង់ស៊ីមក្នុងផ្លែឈើនោះ។ ជារឿយៗ សកម្មភាពឡើងពណ៌ត្នោតនេះ អាចត្រូវការពារ ឬកាត់បន្ថយដោយការបន្ថែមទឹកក្រូចឆ្មារពីរ-បីដំណក់ទៅលើបរិវេណមុខកាត់នោះ។ តើមានមូលដ្ឋានគីមីអ្វីសម្រាប់ការធ្វើបែបនេះ?

32. សាច់មាន់មានសាច់ពណ៌ស និង សាច់ពណ៌ត្នោត។ ចូរពន្យល់អ្វីដែលបណ្ដាលឱ្យសាច់នេះបំផ្លែងទៅជាពណ៌ខុសគ្នាបែបនេះ។ (តម្រុយៈ សាច់ដុំសកម្មជាងក្នុងសាច់មាន់មានល្បឿនមេតាបូលីសខ្ពស់ជាង និង ត្រូវការអុកស៊ីសែនច្រើនជាង។)

33. នីឡុងអាចត្រូវបំផ្លាញយ៉ាងងាយស្រួលដោយអាស៊ីតខ្លាំង។ ចូរពន្យាល់ពីមូលដ្ឋានគីមីសម្រាប់ការបំផ្លាញនេះ។ (តម្រុយៈ ផលិតផលគឺជារូបធាតុផ្ដើមនៃប្រតិកម្មប៉ូលីមែរកម្ម។)

34. ទោះបីជាអ្នកប្រហែលជាបានអានប្រលោមលោកប្រឌិតបែបវិទ្យាសាស្ត្រ ឬមើលខ្សែភាពយន្តគួររន្ធត់ វាពិតជាមិនអាចទៅកើតទេ ដែលសត្វល្អិតអាចធំធាត់រហូតមានទំហំស្មើនឹងទំហំមនុស្ស។ ហេតុអ្វី? (តម្រុយៈ សត្វល្អិតមិនមានម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីនក្នុងឈាមរបស់ពួកវាទេ។)

35. តើប៉ូលីប៉ិបទីតប៉ុន្មាន ត្រូវបង្កើតឡើងដោយលីស៊ីន និង អាឡានីន?

36. ការវិភាគគីមីបង្ហាញថា អេម៉ូគ្លូប៊ីនមានផ្ទុក Fe 0,34% គិតជាម៉ាស។ តើម៉ាសម៉ូលអប្បរមាដែលអាចមាននៃអេម៉ូគ្លូប៊ីនស្មើនឹងប៉ុន្មាន? ម៉ាសម៉ូលជាក់ស្ដែងនៃអេម៉ូគ្លូប៊ីនគឺបួនដងនៃតម្លៃអប្បរមានេះ។ តើអ្នកអាចទាញសេចក្ដីសន្និដ្ឋានយ៉ាងដូចម្ដេចពីទិន្នន័យទាំងនេះ?

37. ការបត់ខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីត មិនត្រឹមតែអាស្រ័យទៅនឹងការបន្តខ្សែអាស៊ីតអាមីនេទេ ថែមទាំងអាស្រ័យទៅនឹងធម្មជាតិនៃអង្គធាតុរំលាយទៀតផង។ ចូរពិភាក្សាពីប្រភេទអន្តរកម្មដែលអាចកើតមាន រវាងម៉ូលេគុលទឹក និង គ្រោងអាស៊ីតអាមីនេនៃខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីត។ តើក្រុមណាមួយត្រូវបង្ហាញឱ្យឃើញនៅលើផ្ទៃខាងក្រៅនៃប្រូតេអ៊ីននៅពេលប៉ះជាមួយទឹក និង ក្រុមណាមួយត្រូវកប់បាត់ក្នុងផ្ទៃខាងក្នុងនៃប្រូតេអ៊ីន?

38. តើកម្លាំងអន្តរម៉ូលេគុលប្រភេទអ្វី ទទួលខុសត្រូវសម្រាប់ការប្រមូលផ្តុំនៃម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីនដែលនាំឱ្យកើតជម្ងឺកោសិកាឈាមក្រហមរាងកណ្តៀវ? (តម្រុយៈ មើលអត្ថបទតីមីអនុវត្ត។)

39. ចូរគូទម្រង់នុយក្លេអូទីតដែលមានផ្ទុកសមាសភាពដូចខាងក្រោមៈ (a) ដេអុកស៊ីរីបូស និង ស៊ីតូស៊ីន (b) រីបូស និង អ៊ុយរ៉ាស៊ីល។

40. នៅពេល ណូណាប៉ិបទីតមួយ (ដែលមានផ្ទុកគ្រោងអាស៊ីតអាមីនេប្រាំបួន) ដែលញែកពីខួរក្បាលកណ្តុរត្រូវធ្វើអ៊ីដ្រូលីស វាផ្តល់ឱ្យប៉ិបទីតតូចៗដូចតទៅ ជាផលិតផលដែលមានអត្តសញ្ញាណៈ Gly-Ala-Phe, Ala-Leu-Va, Gly-Ala-Leu, Phe-Glu-His, និង His-Gly-Ala។ ចូរបង្កើតខ្សែបន្តអាស៊ីត អាមីនេក្នុងណូណាប៉ិបទីត ដោយឱ្យហេតុផលរបស់អ្នកផង។ (ចូរចងចាំពីការកំណត់សរសេរប៉ិបទីត)។

41. នៅ pH ណឺត អាស៊ីតអាមីនេកើតមានជាអ៊ីយ៉ុងប៉ូលែរ។ ដោយប្រើគ្លីស៊ីនជាឧទាហរណ៍ ហើយ pK_a នៃក្រុមកាបុកស៊ីលគឺ 2,3 និង pK_a នៃក្រុមអាម៉ូញ៉ូមគឺ 9,6 ចូរទស្សន៍ទាយសណ្ឋានលើសលុបនៃម៉ូលេគុលនៅ pH = 1, 7, និង 12។ ចូរឱ្យហេតុផលដោយប្រើសមីការ $pH = pK_a + \log\frac{[conjugatebase]}{[acid]}$ ។

42. ក្នុងរឿងព្រេងនិទានរបស់លោក Lewis Carroll " តាមរយៈកញ្ចក់សម្រាប់ឆ្លុះ" Alice ឆ្ងល់ថាតើ "ទឹកដោះគោឃើញក្នុងកញ្ចក់ " អាចផឹកបានដែរឬទេ។ ដោយផ្អែកលើចំណេះដឹងរបស់អ្នកខាងផ្នែកភាពគីរ៉ាល់ (Chirality) និង សកម្មភាពអង់ស៊ីម ចូរពន្យល់ពីកង្វល់របស់ Alice។

43. នីឡុងត្រូវបង្កើតឡើងដើម្បីធ្វើជាសរសៃសូត្រសំយោគ។ (a) ម៉ាសម៉ូលមធ្យមនៃនីឡុង 66 គឺ 12 000 g/mol។ តើមានឯកត្តាម៉ូណូមែរប៉ុន្មានក្នុងភាគសំណាកនេះ? (b) តើផ្នែកណាមួយនៃទម្រង់របស់នីឡុងដែលស្រដៀងគ្នាទៅនឹងទម្រង់របស់ប៉ូលីប៉ិបទីត? (c) តើមានទ្រីប៉ិបទីតខុសៗគ្នាប៉ុន្មាន (ដែលធ្វើឡើងពីអាស៊ីតអាមីនេបី) អាចត្រូវបង្កើតឡើងពីអាឡានីនអាស៊ីតអាមីនេ (Ala) គ្លីស៊ីន (Gly) និង សេរីន (Ser) ដែលសមស្របបំផុតចំពោះអាស៊ីតអាមីនេក្នុងសូត្រនេះ?

44. ការផ្លាស់ប្តូរអង់តាល់ពីក្នុងការបំផ្លែងធម្មជាតិនៃប្រូតេអ៊ីនមួយគឺ 125 kJ/mol ។ ប្រសិនបើការផ្លាស់ប្តូរអង់ត្រូពីគឺ 397J/K.mol ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពអប្បរមាដែលប្រូតេអ៊ីនត្រូវរងបំផ្លែងធម្មជាតិដោយឯកឯង ។

45. នៅពេលក្រាមដេអុកស៊ីរីបូសត្រូវដាក់ឱ្យប៉ះជាមួយអុកស៊ីសែន ពួកវាបែកខ្ចាយ ។ ចំណែកឯក្រាមដេអុកស៊ីមីអូគ្លូប៊ីនមិនទទួលរងផលពីអុកស៊ីសែនទេ ។ ចូរពន្យល់ ។ (មីអូគ្លូប៊ីនត្រូវបង្កើតឡើងតែពីមួយឯកត្តាតូចៗក្នុងចំណោមឯកត្តាតូចៗបួន ឬខ្សែប៉ូលីប៉ិបទីត ក្នុងអេម៉ូគ្លូប៊ីន ។

ចំលើយ

8. $-\!\!\left(CH_2-CHCl-CH_2-CHCl_2 \right)\!\!-$ **10.** ដោយប្រតិកម្មបូកជាមួយម៉ូណូមែរស្ទីរ៉ែន ។ **12.** (a) $CH_2=CH-CH=CH_2$ (b) $HO_2C(CH_2)_6NH_2$ **22.** អង់ស៊ីមនេះរងបំផ្លែងធម្មជាតិនៅ 35°C **28.** ប្រូតេអ៊ីនបានផ្សំលើងពីអាស៊ិតអាមីនេ 20 ចំណែកឯអាស៊ីតនុយក្លេអ៊ិច ដែលបានផ្សំដោយ ៤ផ្នែក(ពួរីន ពីរីមីឌីន ស្ករ និងក្រុមផូស្វាត) តែប៉ុណ្ណោះ ។ **30.** គូបាស C – G មានសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន៣ ដូច្នេះមានចំណុចរំពុះខ្ពស់ ។ គូបាស A – T មានតែសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន២ ។ **32.** សាច់ដុំក្នុងជើងសកម្មជាងសាច់ដុំផ្សេងៗ ដូច្នេះសាច់ដុំក្នុងជើងមានកំហាប់មីអូគ្លូប៊ីនកម្រិតខ្ពស់ ។ ធាតុ Fe ក្នុងមីអូគ្លូប៊ីនធ្វើឱ្យពិណផ្នោតក្នុងសាច់ ។ **34.**សត្វល្អិតគ្មានសួត ហើយពួកវាបានទទួលអុកសីសែនដោយការបន្សាយខ្យល់ ដែលជាដំណើការយឺតណាស់ ។ ដូច្នេះ សត្វល្អិតធំដូចមនុស្សមិនអាចទទួលអុកសីសែនគ្រប់គ្រាន់ទេ ។ **36.** មាន៤ អាតូម Fe ក្នុង១ម៉ូលេគុលអេម៉ូគ្លូប៊ីន ។ $1{,}6 \times 10^4$ g/mol **38.** ភាគច្រើនកម្លាំងវ៉ាយ **40.** Gly-Ala-Phe-Glu-Ala-Leu-Val **42.** ទេ ។ អង់ស៊ីមអាចមានអំពើនៅលើអ៊ីសូមែអុបទិចតែមួយរបស់សមាសធាតុ ។ **44.** 315K