សម្ព័ន្ធគីមី២: ទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល និងអ៊ីប្រ៊ីតកម្មអរប៊ីតាល់អាតូម

Chemical Bonding II: molecular geometry & orbital hybridization

សេចក្តីផ្តើម

នៅមេរៀនទី**9** យើងបានពិភាក្សាអំពីសម្ព័ន្ធដែលទាក់ទងទៅនឹងទ្រឹស្តីឡឺវិស។ មេរៀននេះយើងនឹងសិក្សាអំពីទ្រង់ទ្រាយ ឬទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល។ ទំរង់ធរណីមាត្រមានឥទ្ធិពលសំខាន់ទៅលើលក្ខណៈរូប និងលក្ខណៈគីមីរបស់ម៉ូលេគុលដូចជាចំណុចរលាយ ចំណុចរំពុះ និងកិរិតប្រតិកម្ម។ យើងនឹងដឹងថា យើងអាចទស្សន៍ទាយពីទ្រង់ទ្រាយរបស់ម៉ូលេគុលជាមួយនឹងភាពជាក់លាក់គួរអោយកត់សំគាល់ដោយប្រើប្រាស់វិធីងាយៗផ្អែកទៅលើទំរង់ឡឺវិស។

ទោះបីជាទ្រឹស្តីឡឺវិសអំពីសម្ព័ន្ធគីមីមានប្រយោជន៍ និងងាយស្រួលអនុវត្តក៏ដោយតែវាមិនប្រាប់យើងពីរបៀប និងមូលហេតុដែលសម្ព័ន្ធកើតឡើងនោះទេ។ ការយល់ដឹងត្រឹមត្រូវបានមកពីមេកានិចកង់ទិច (quantum mechanic)។ ដូច្នេះ នៅក្នុងផ្នែកទី**2**នៃជំពូកនេះ យើងនឹងអនុវត្តទៅលើមេកានិចកង់ទិច ដើម្បីសិក្សាអំពីទំរង់ធរណីមាត្រ និងកិរិត ស្ថិរភាពនៃម៉ូលេគុល

១ ទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល

២ ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល

៣ ទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់

៤ អ៊ីប្រ៊ីតកម្មអរប៊ីតាល់អាតូម

៥ អ៊ីប្រ៊ីតកម្មក្នុងម៉ូលេគុលដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងសម្ព័ន្ធបីជាន់

៦ ទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល

៧ រូបសណ្ឋានអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល

8 អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល (delocalized)

១ ទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល

ទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល ជាតំរៀបវិមាត្របីនៃអាតូមក្នុងម៉ូលេគុល។ ទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលមួយមានឥទ្ធិពលទៅលើលក្ខណៈរូប និងលក្ខណៈគីមីរបស់វាដូចជាចំណុចរលាយ ចំណុចរំពុះ ដង់ស៊ីតេ និងប្រភេទនៃប្រតិកម្មដែលវាទទួលរង។ ជាទូទៅប្រវែងសម្ព័ន្ធ និងមុំសម្ព័ន្ធត្រូវបានដឹងដោយ

ការពិសោធ។ ទោះបីយ៉ាងណាមានដំណើរការងាយៗ ដែលអាចអោយយើងទស្សន៍ទាយដោយជោគជ័យ គួរអោយកត់សំគាល់ទៅលើទំរង់ធរណីមាត្រទាំងមូលនៃម៉ូលេគុល ឬអ៊ីយ៉ុង បើសិនជាយើងដឹងចំនួនអេឡិចត្រុងដែលព័ទ្ធជុំវិញអាតូមមណ្ឌលនៅក្នុងទំរង់ឡឺវីសរបស់វា។ មូលដ្ឋាននៃដំណើរការនេះ គឺជាការសន្មតថា គូអេឡិចត្រុងក្នុង**ស្រទាប់វ៉ាឡង់**របស់អាតូមមានចំរានទៅនឹងអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ដទៃទៀត។ ស្រទាប់អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ ជាស្រទាប់អេឡិចត្រុងក្រៅគេបំផុតរបស់អាតូមមួយ។ វាមានអេឡិចត្រុងដែលជាទូទៅទាក់ទងទៅនឹងការបង្កើតសម្ព័ន្ធ។ ក្នុងសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ មានអេឡិចត្រុងមួយគូ ដែលគេហៅថា ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ នោះគឺមាននាទីក្នុងការដាក់ប៊ុនដោយអាតូមពីររួមគ្នា។ យ៉ាងណាក៏ដោយ នៅក្នុងម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូមដែលមានសម្ព័ន្ធពីរ ឬច្រើនរវាងអាតូមមណ្ឌល និងអាតូមដែលព័ទ្ធជុំវិញនោះ ចំរានរវាងអេឡិចត្រុងនៅក្នុងគូសម្ព័ន្ធផ្សេងៗគ្នាបណ្តាលអោយឃ្លាតឆ្ងាយ ពីគ្នាតាមតែអាចទៅបាន។ ទំរង់ធរណីមាត្រដែលម៉ូលេគុលសន្មតអាចប្រើការបាន (ពេលត្រូវបានកំណត់ដោយទីតាំងរបស់អាតូមទាំងអស់) ធ្វើអោយចំរានទាំងនេះមានតំលៃអប្បបរមា។ របៀបសិក្សាទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលបែបនេះគូវបានគេហៅថា **វិធានចំរានគូអេឡិចត្រុងស្រទាប់វ៉ាឡង់ (VSEPR)** ពីព្រោះវាពន្យល់ពីតំរៀបធរណីមាត្រនៃគូអេឡិចត្រុងដែលព័ទ្ធជុំវិញអាតូមមណ្ឌល ចំពោះចំរានអេឡិចត្រូស្តាទិចរវាងគូអេឡិចត្រុង។

វិធានទូទៅពីរដែលនាំអោយយើងប្រើប្រាស់វិធាន VSEPR

- កាលណានិយាយពីចំរានគូអេឡិចត្រុងនោះសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងសម្ព័ន្ធបីជាន់អាចត្រូវបានគិតដូចគ្នាទៅនឹងសម្ព័ន្ធមួយជាន់ដែរ។ ការបាន់ប្រមាណនេះល្អប្រសើរចំពោះគោលបំណងសិក្សាផ្នែកបរិមាណ។ ទោះបីយ៉ាងណាក៏ដោយ យើងត្រូវដឹងថា ភាពពិតសម្ព័ន្ធច្រើនជាន់គឺធំជាងសម្ព័ន្ធមួយជាន់។ មានន័យថា ដោយសារតែវាមានសម្ព័ន្ធពីរ ឬបីរវាងអាតូម និងអាតូម នោះដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងតាំងនៅក្នុងលំហធំជាង។
- បើសិនម៉ូលេគុលមានទំរង់រ៉ែសូណង់ពីរ ឬច្រើន យើងអាចអនុវត្ត វិធាន VSEPR ទៅលើទំរង់ណាមួយក្នុងចំណោមទំរង់ទាំងអស់។ បន្ទុកជាក់លាក់ជាទូទៅមិនត្រូវបានបង្ហាញទេ។
  ដោយប្រើវិធាននេះ យើងអាចទស្សន៍ទាយទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល និងអ៊ីយ៉ុងបានទៅតាមមធ្យោបាយឥតលំអៀងមួយ។ ក្នុងគោលបំណងនេះ វាជាការសមស្របត្រូវចែកម៉ូលេគុលជាពីរប្រភេទដោយយោងទៅលើថា តើអាតូមមណ្ឌលមានគូទោលអេឡិចត្រុង ឬអត់។

ម៉ូលេគុលដែលអាតូមមណ្ឌលគ្មានគូទោលអេឡិចត្រុង

ដើម្បីភាពងាយស្រួល យើងនឹងពិនិត្យមើលម៉ូលេគុលដែលមានធាតុពីរប៉ុណ្ណោះ គឺ A និង B ដែល A ជាអាតូមមណ្ឌល។ ម៉ូលេគុលនេះរូបមន្តទូទៅ AB_x ដែល x ជាចំនួនគត់ 2, 3… (បើសិន x = 1 យើងបានម៉ូលេគុលឌីអាតូម AB ដែលជាបន្ទាត់ត្រង់មួយ)។ តំលៃរបស់ x ភាគច្រើនគឺនៅចន្លោះពី 2 ទៅ 6 ។

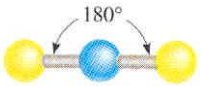
តារាងទី**1** បង្ហាញពីតំរៀបអេឡិចត្រុងដែលអាចកើតមានចំនួនប្រាំរបៀបរបស់គូអេឡិចត្រុងដែលនៅជុំវិញអាតូមមណ្ឌលA ។ ជាលទ្ធផលនៃចំរានទៅវិញទៅមកគូអេឡិចត្រុងស្ថិតនៅឆ្ងាយពីគ្នាតាមដែលអាចទៅបាន។ ចូរកត់សំគាល់ថា តារាងនេះបង្ហាញពីតំរៀបនៃគូអេឡិចត្រុងតែមិនបង្ហាញពីទីតាំងអាតូម ដែលព័ទ្ធជុំវិញអាតូមមណ្ឌលនោះទេ។ ម៉ូលេគុលដែលអាតូមមណ្ឌលគ្មានគូអេឡិចត្រុងសេរីត្រូវទៅនឹងតំរៀបមួយក្នុងចំណោមតំរៀបគូអេឡិចត្រុងទាំង**5**របៀបនេះ។ តំរៀបទាំងនោះមានរូបមន្តទូទៅដូចជា AB_2 AB_3 AB_4 AB_5 និង AB_6 ។

AB_2: ម៉ូលេគុលបេរីលៀមក្លរួ ($BeCl_2$)

ទំរង់ឡឺវិសនៃ $BeCl_2$ ក្នុងភាពជាឧស្ម័នសរសេរ

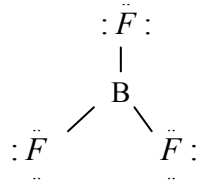
$$:\ddot{Cl} - Be - \ddot{Cl}:$$

ដោយសារតែគូសម្ព័ន្ធច្រានគ្នាទៅវិញទៅមក ដែលធ្វើអោយវាស្ថិតនៅឈរមុខគ្នាជាបន្ទាត់ត្រង់ដើម្បីអោយវាឃ្លាតចេញពីគ្នាយ៉ាងឆ្ងាយតាមតែអាចទៅបាន។ ដូច្នេះមុំ ClBeCl ត្រូវបានគេទស្សន៍ទាយថាស្មើ180^0 ហើយម៉ូលេគុលជាបន្ទាត់ត្រង់ រឺ លីនេអ៊ែ (មើលតារាងទី**1**) គំរូដៅតគ្រាប់មូលជាមួយឈើ (Ball and stick) របស់ $BeCl_2$ គឺ

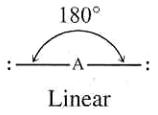
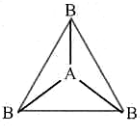
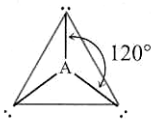
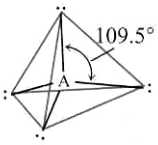
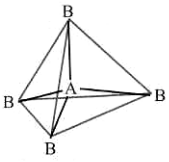
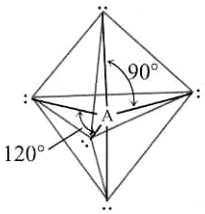
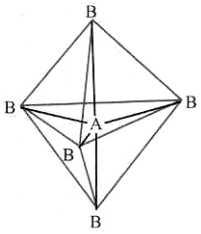
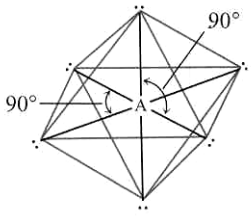
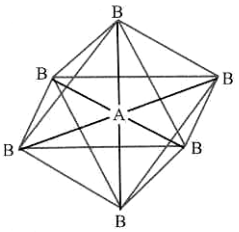


AB_3: ម៉ូលេគុល BF_3

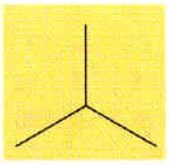
បរទ្រីភ្លុយអរូ មានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់បី ឬគូទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធបី។ ក្នុងការតំរៀបដែលមានស្ថិរភាពខ្ពស់បំផុត នោះសម្ព័ន្ធទាំងបីរបស់ BF ត្រូវឃាតចេញជាជ្រុងត្រីកោណសម័ង្សជាមួយនឹង B ដែលជាផ្ចិតនៃត្រីកោណ។



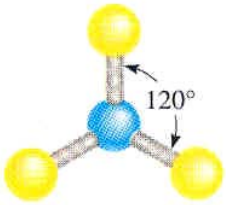
តារាងទី ១: តំរៀបចំគូអេឡិចត្រុងចំពោះអាតូមមណ្ឌល (A) នៅក្នុងម៉ូលេគុល និងទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ម៉ូលេគុល និងអ៊ីយ៉ុងមួយចំនួនដែលអាតូមមណ្ឌលគ្មានគូទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរី

ចំនួនគូអេឡិចត្រុង	តំរៀបចំនួនគូអេឡិចត្រុង	ទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល	ឧទាហរណ៍
2	 Linear	 Linear	$BeCl_2$, $HgCl_2$
3	 Trigonal planar	Trigonal planar	BF_3
4	 Tetrahedral	 Tetrahedral	CH_4, NH_4^+
5	 Trigonal bipyramidal	 Trigonal bipyramidal	PCl_5
6	 Octahedral	 Octahedral	SF_6

តាមតារាងទី **1** ទំរង់ធរណីមាត្ររបស់BF_3ជាទំរង់ប្លង់ត្រីកោណ(ប្លង់រាប) ព្រោះអាតូមខាងចុងទាំងបីស្ថិតនៅលើជ្រុងនៃត្រីកោណសម័ង្សដែលជាប្លង់រាប។ ដូចនេះមុំនីមួយៗនៃ FBF គឺ 120^0 ហើយអាតូមទាំងបួនស្ថិតនៅលើប្លង់រាបតែមួយ ។

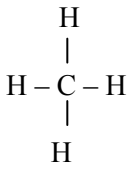


Planar



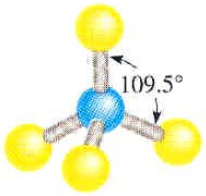
AB_4: ម៉ូលេគុល CH_4

ទំរង់ឡឺវិសរបស់មេតាន គឺ



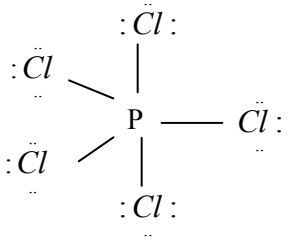
ដោយសារមានបួនគូទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ ទំរង់ធរណីមាត្ររបស់មេតាន (CH_4) គឺជាទំរង់ចតុមុខ មើលតារាងទី**1** ។ ទំរង់ចតុមុខមានបួនជ្រុង (តាមបុព្វបទចតុ មានន័យថា បួន) ឬមុខបួនដែលមុខទាំងអស់ជាត្រីកោណសម័ង្ស ។ នៅក្នុងម៉ូលេគុលចតុមុខមួយអាតូមមណ្ឌល (C ក្នុងករណីនេះ)គឺស្ថិតនៅចំផ្ចិតនៃចតុមុខ ហើយអាតូមផ្សេងទៀតស្ថិតនៅខាងជ្រុង ហើយមុំសម្ព័ន្ធទាំងអស់គឺ $109,5^o$ ។

Tetrahedral

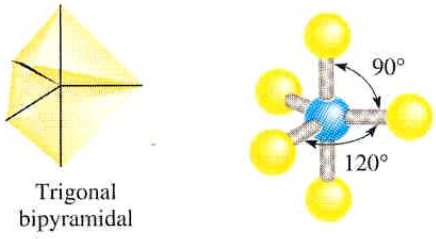


AB_5: ម៉ូលេគុល ផូស្វរប៉ង់តាក្លរួ (PCl_5) (ជាឧស្ម័ន)

ទំរង់ឡឺវិសនៃផូស្វរប៉ង់តាក្លរួ



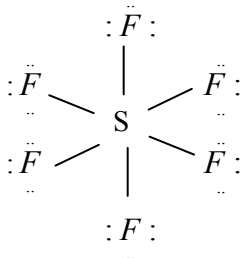
វិធីតែមួយគត់ដើម្បីធ្វើអោយកំលាំងចំរានមានតំលៃអប្បរិមាក្នុងចំណោមទ្វេតាសម្ព័ន្ធទាំង 5 គឺត្រូវរៀបចំសម្ព័ន្ធ PCl ក្នុងទំរង់ប៊ីពីរ៉ាមីតត្រីកោណ (Trigonal bipyramid) (មើលតាមតារាងទី**1**) ។ ពីពីរ៉ាមីតត្រីកោណអាចត្រូវបានបង្កើតឡើង ដោយភ្ជាប់ទំរង់ចតុមុខចំនួនពីរទៅតាមគោលការណ៍ត្រីមុខ (គោលការណ៍ដែលមានរាងត្រីកោណ) ។



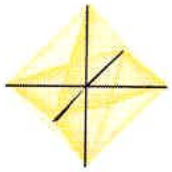
អាតូមមណ្ឌល (P ក្នុងករណីនេះ) នៅចំផ្ទិតនៃត្រីកោណទាំងអស់ ដោយអាតូមដែលព័ទ្ធជុំវិញវាស្ថិតនៅលើជ្រុងទាំង 5 របស់ពីរ៉ាមីតត្រីកោណ។ អាតូមដែលជាប្លង់ត្រីកោណស្ថិតនៅពីលើ និងពីក្រោមត្រូវបានគេអោយឈ្មោះថា ទីតាំងនៅលើអក្ស (axial position) ហើយអាតូមផ្សេងពីនោះដែលនៅប្លង់ត្រីមុខត្រូវបានគេអោយឈ្មោះថា ទីតាំងនៅលើអេក្វាទ័រ (equatorial position)។ មុំរវាងសម្ព័ន្ធអេក្វាទ័រនិមួយៗមានតំលៃ 120°។ មុំរវាងសម្ព័ន្ធអក្ស និងសម្ព័ន្ធអេក្វាទ័រមានតំលៃ 90°។ ហើយមុំរវាងអក្សទាំងពីរគឺ 180°។

AB_6: ម៉ូលេគុល SF_6

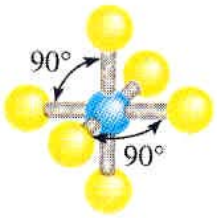
ទំរង់ឡឺវីសនៃស្ពាន់ធ័រអ៊ិចសាភ្លុយអរួ (SF_6) សរសេរ



ការរៀបចំដ៏មានស្ថិរភាពបំផុតនៃទ្វេតាសម្ព័ន្ធទាំង 6របស់ SF គឺត្រូវបង្កើតទំរង់អដ្ឋមុខ (តារាងទី**1**) អដ្ឋមុខជាទំរង់ដែលមានមុខប្រាំបី ។ អដ្ឋមុខមានជ្រុងប្រាំបី (បុព្វបទអដ្ឋ មានន័យថា ប្រាំបី) វាអាចត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយភ្ជាប់ពីរ៉ាមីតដែលមានជ្រុងទាំង4ស្មើគ្នាចំនួនពីរ។ អាតូមមណ្ឌល (Sក្នុងករណីនេះ) គឺស្ថិតនៅចំផ្ទិតនៃទ្វេតាពីរ៉ាមីតនោះ ហើយអាតូមដែលព័ទ្ធជុំវិញ គឺស្ថិតនៅលើជ្រុងទាំងប្រាំមួយមុំសម្ព័ន្ធទាំងអស់ គឺ 90° លើកលែងតែមុំមួយដែលបង្កើតឡើងដោយសម្ព័ន្ធរវាងអាតូមមណ្ឌលនិងពីរអាតូមដែលឈមគ្នា មុំសម្ព័ន្ធនោះមានតំលៃ 180° ដោយសម្ព័ន្ធទាំងប្រាំមួយគឺស្មើៗគ្នាក្នុងម៉ូលេគុលអដ្ឋមុខ យើងមិនអាចប្រើផ្ទៃកអក្ស និងអេក្វាទ័រដូចក្នុងម៉ូលេគុលពីពីរ៉ាមីតត្រីកោណនោះទេ។



Octahedral



ម៉ូលេគុលដែលអាតូមមណ្ឌលមានគូទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរមួយ ឬច្រើន

ការកំណត់ចំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលគឺវាសាំញ៉ាំណាស់ បើសិនអាតូមមណ្ឌលមានទាំងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរ និងទ្វេតាសម្ព័ន្ធផងនោះ។ ក្នុងម៉ូលេគុលបែបនោះ មានកំលាំងចំរានបីប្រភេទគឺកំលាំងចំរានរវាងទ្វេតាសម្ព័ន្ធ និងទ្វេតាសម្ព័ន្ធកំលាំងចំរានរវាងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរ និងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរ កំលាំងចំរានរវាងទ្វេតាសម្ព័ន្ធ និងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរ។

ជាទូទៅ ដោយយោងទៅលើវិធាន VSEPR កំលាំងចំរានគឺថយចុះតាមលំដាប់ដូចខាងក្រោម ÷

កំលាំងចំរានរវាង គូអេឡិចត្រុងសើរ និងគូអេឡិចត្រុងសើរ	>	កំលាំងចំរានរវាង ទ្វេតាសម្ព័ន្ធ និងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរ	>	កំលាំងចំរានរវាង ទ្វេតាសម្ព័ន្ធ និងទ្វេតាសម្ព័ន្ធ

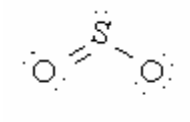
អេឡិចត្រុងក្នុងសម្ព័ន្ធត្រូវប្រព្រឹត្តឡើងដោយកំលាំងទំនាញដែលបង្កដោយណ្វៃយ៉ូនៃសម្ព័ន្ធអាតូមទាំងពីរ។ អេឡិចត្រុងទាំងនេះមានរបាយចន្លោះតូចជាងទ្វេតាសម្ព័ន្ធ នោះគឺថាវាតាំងនៅក្នុងចន្លោះលំហតូចជាងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរ ដែលវាទាក់ទងទៅនឹងអាតូមណាមួយតែប៉ុណ្ណោះ។ ដោយសារតែទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរក្នុងម៉ូលេគុលមួយតាំងនៅក្នុងចន្លោះលំហរធំ ដូច្នេះវាមានកំលាំងចំរានធំជាងពីទ្វេតាសើរ និងទ្វេតាសម្ព័ន្ធ ដែលនៅក្បែរ។ ដើម្បីកុំអោយច្រឡំចំនួនទ្វេតាសម្ព័ន្ធ និងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរ យើងកំណត់យករូបមន្តម៉ូលេគុលដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុសើរដោយ $AB_x E_y$ ដែល Aជាអាតូមមណ្ឌល B ជាអាតូមដែលព័ទ្ធជុំវិញ ហើយ E ជាទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរដែលមាននៅលើ A។ ទាំង x និង y ត្រូវបានគេកំណត់ដោយ x = 2, 3...និង y = 1, 2...។ x និង y បញ្ជាក់ពីចំនួនអាតូមដែលព័ទ្ធជុំវិញ និងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរលើអាតូមមណ្ឌលតាមរឿង។ ម៉ូលេគុលងាយបំផុតជាម៉ូលេគុលទ្រីអាតូមដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុង សើរនៅលើអាតូមមណ្ឌល និងមានរូបមន្ត AB_2E។

ឧទាហរណ៍ខាងក្រោមនេះ បង្ហាញករណីភាគច្រើនពីវត្តមាននៃទ្វេតាសើរលើអាតូមមណ្ឌលដែលធ្វើអោយមានការលំបាកក្នុងការទស្សន៍ទាយពីមុំសម្ព័ន្ធអោយបានជាក់លាក់ណាស់។

AB_2E: ម៉ូលេគុលស៊ុលផូឌីអុកស៊ីត (SO_2)

ទំរង់ឡឺវិសនៃម៉ូលេគុលស្ពាន់ធរ៉ឌីអុកស៊ីតសរសេរ $\ddot{O} = \ddot{S} - \ddot{O}$

ដោយសារវិធាន VSEPR បានបង្ហាញថា សម្ព័ន្ធពីរជាន់ ក៏ដូចជាសម្ព័ន្ធមួយជាន់ដែរនោះ ម៉ូលេគុល SO_2 អាចត្រូវបានគេដឹងថាមានបីគូអេឡិចត្រុងនៅលើអាតូមមណ្ឌ S ។ គូអេឡិចត្រុងទាំងនោះជាទ្វេតាសម្ព័ន្ធចំនួនពីរ និងទ្វេតាសេរីចំនួនមួយ ។ តាមតារាងទី**1**យើងដឹងថា តំរៀបរបស់គូអេឡិចត្រុងទាំងបីជាត្រីកោណក្នុងប្លង់ ។ ដោយសារតែអេឡិចត្រុងមួយគូក្នុងចំណោមអេឡិចត្រុងទាំងនោះ ជាគូអេឡិចត្រុងសេរី ដូចនេះទំរង់ធរណីមានត្ររបស់ SO_2 មានរាងកោង ។



ដោយកំលាំងចំរានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរី ទៅនឹងកំលាំងទំនាញទ្វេតាសម្ព័ន្ធរបស់វាខ្លាំងជាងកំលាំងចំរានទ្វេតាសម្ព័ន្ធ-ទ្វេតាសម្ព័ន្ធ ដូចនេះសម្ព័ន្ធរវាង S និង O ទាំងពីរមានចំរានខ្សោយធ្វើអោយមុំសម្ព័ន្ធ O S O មានតំលៃតូចជាង 120° ។

AB_3E: ម៉ូលេគុលអាម៉ូញ៉ាក់ (NH_3)

ទំរង់ម៉ូលេគុលអាម៉ុញ៉ាក់ (NH_3)សរសេរតាមឡឺវិស គឺ

$$\begin{array}{c} H - \ddot{N} - H \\ | \\ H \end{array}$$

តារាងទី**1** បង្ហាញពីតំរៀបគូអេឡិចត្រុងបួនជាទំរង់ចតុមុខប៉ុន្តែដោយវាមាន១គូទ្វេតាអេឡិច-ត្រុងសេរីដូចច្នេះទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ NH_3 គឺជាពីរ៉ាមីតត្រីកោណ (យើងហៅដូចនេះដោយសារវាដូចពីរ៉ាមីតដែលមាន N ជាកំពូល) ព្រោះទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីច្រានទ្វេតាសម្ព័ន្ធយ៉ាងខ្លាំងធ្វើអោយគូសម្ព័ន្ធ N - H ទាំងបីច្រានមកក្បែរគ្នា ហើយមុំសម្ព័ន្ធ HNH មានតំលៃតូចជាង $109,5^0$ ដែលជាមុំរបស់ចតុមុខ (រូបទី **1**) ។

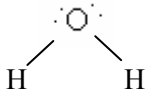
$$\begin{array}{ccc} & \ddot{N} & \\ / & | & \backslash \\ H & H & H \end{array}$$

AB_2E_2: ម៉ូលេគុលទឹក H_2O

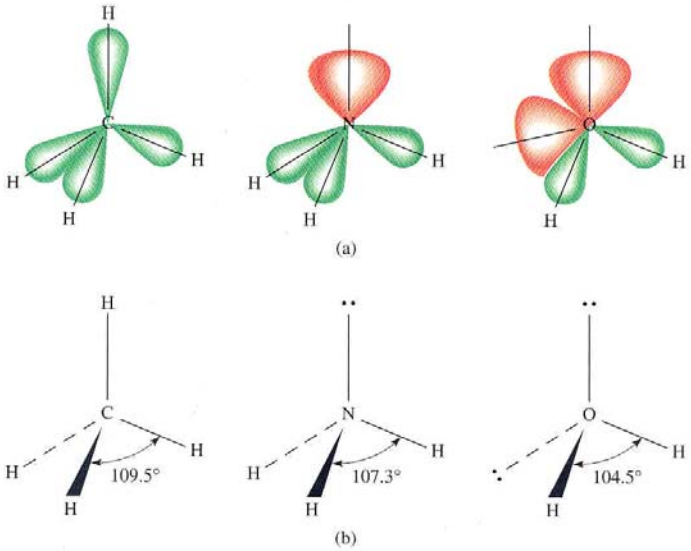
ទំរង់ឡឺវិសរបស់ម៉ូលេគុលទឹក (H_2O) សរសេរ $H - \ddot{O} - H$

ការតំរៀបបួនគូអេឡិចត្រុងក្នុងម៉ូលេគុលទឹក ជាទំរង់ចតុមុខដូចទៅអាម៉ូញ៉ាក់ដែរ ប៉ុន្តែទោះបីយ៉ាងណា វាមិនដូច NH_3 ទេ ដោយសារតែម៉ូលេគុលទឹកមានពីរគូទ្វេតាអេឡិចត្រុសេរីនៅលើអាតូមមណ្ឌល O ហើយទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីទាំងនេះនៅឆ្ងាយពីគ្នា ផ្ទុយទៅវិញគូសម្ព័ន្ធ O–H ទាំងពីរទាញ

ចូលគ្នា ហើយយើងអាចទស្សន៍ទាយបានពីគំលាតកាន់តែធំជាងមុំចតុមុខក្នុងម៉ូលេគុល NH_3 រូបទី**1** បង្ហាញពីបានមុំ HOH គឺ $104,5^o$ ។ ទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ H_2O ជាទំរង់កោង ។

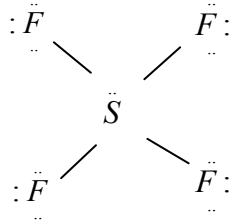


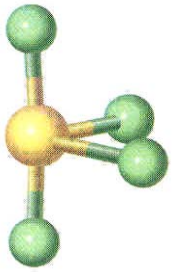
រូបទី១: (a)- ផ្ទៃកដែលមានទំនាក់ទំនងនៃគូសម្ព័ន្ធ និងគូមិនសម្ព័ន្ធក្នុង CH_4 NH_3 H_2O (b)- មុំសម្ព័ន្ធ ក្នុង NH_3 CH_4 H_2O ចូរចំណាំថា បន្ទាត់ចុចៗបង្ហាញពីអក្សសម្ព័ន្ធនៅពីក្រោយបង្គប់ក្រដាស បន្ទាត់ជិតខ្លាំងបង្ហាញពីអ័ក្សសម្ព័ន្ធនៅពីមុខបង្គប់ក្រដាស ហើយបន្ទាតឆ្នារតូចបង្ហាញពីសម្ព័ន្ធនៅក្នុងបង្គប់ក្រដាស។



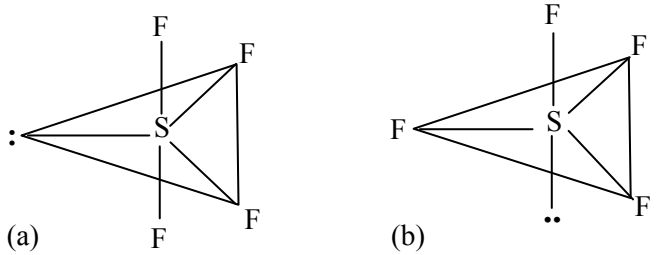
AB_4E : ម៉ូលេគុលស្ពាន់ធ័រតេត្រាភ្លួយអរួ (SF_4)

ទំរង់ឡឺវីសរបស់ម៉ូលេគុល SF_4 សរសេរ





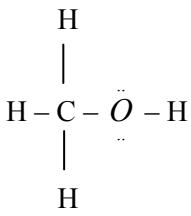
អាតូមស្ពាន់ធ័រ (S) មាន**5**គូអេឡិចត្រុងដែលតំរៀបរបស់វា តាមតារាងទី **1** គឺជាត្រីមុខពីរ៉ាមីតពីរ ។ ក្នុងម៉ូលេគុល SF_4 ទោះបីជាគូអេឡិចត្រុងមួយក្នុងចំណោមគូអេឡិចត្រុងទាំងអស់ជាអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធក៏ដោយ ក៏ម៉ូលេគុលនេះត្រូវមានទំរង់មួយក្នុងទំរង់ធរណីមាត្រដូចខាងក្រោមដែរ ។



នៅក្នុងរូប (a) ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីស្ថិតនៅលើទីតាំងអេក្វាទ័រ ឯចំណែករូប (b) វាស្ថិតនៅលើអក្ស។ ទីតាំងអក្សមានបីគូជិតវាដែលមុំនៃទីតាំងទាំងបីមានតំលៃ 90° ហើយមួយទៀតមុំមានតំលៃ 180° ។ ចំណែកឯទីតាំងនៅលើអេក្វាទ័រ វិញមានពីរគូអេឡិចត្រុងនៅជិតវាដែលមុំនោះមានតំលៃ 90° ហើយពីរទៀត មានតំលៃលើស 120° ។ ចំរានកាន់តែតូច ចំពោះ (a) តាមពិត (a) ជាទំរង់ដែលត្រូវបានសង្កេតតាមរយៈពិសោធ ។ ទំរង់នេះជួនកាលត្រូវបានគេកំណត់ជាទំរង់ត្រីកោណ (ឬជាទំរង់ការេ ឬជាទំរង់ក្តារបន្ទះ) ។ មុំរវាង អាតូម Fដែលស្ថិតនោលើអក្សទៅនឹង S មាន 173° ហើយមុំរវាងអាតូម F ដែលស្ថិតលើអេក្វាទ័រ និង S មាន 102° ។

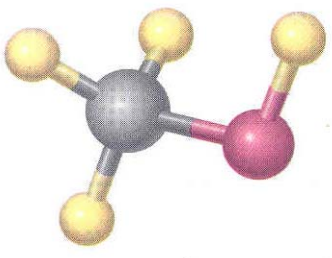
ទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលដែលអាតូមមណ្ឌលច្រើន

យើងបានសិក្សារួចហើយពីទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលដែលមានអាតូមមណ្ឌលតែមួយ ។ ទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលដែលមានអាតូមមណ្ឌលច្រើនជាងមួយគឺពិបាកណាស់ដើម្បីកំណត់ក្នុងករណីនេះ ។ យើងអាចសិក្សាត្រឹមតែទំរង់ដែលព័ទ្ធជុំវិញអាតូមមណ្ឌលតែប៉ុណ្ណោះ ។ ឧទាហរណ៏ ពិនិត្យមើលមេតាណុល CH_3OH ទំរង់ឡឺវិសរបស់វាគឺ

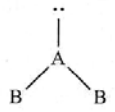
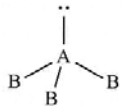
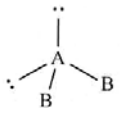
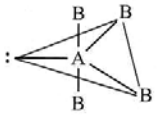
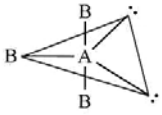
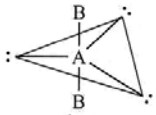
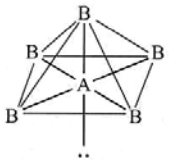
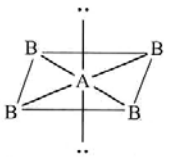


អាតូមមណ្ឌលពីរ (ដែលមិននៅខាងចុង) ក្នុងមេតាណុលគឺ C និង O ។ យើងអាចនិយាយថាទ្វេតាសម្ព័ន្ធទាំងបី CH និង CO ជាតំរៀបចតុមុខចំពោះអាតូម C ហើយមុំសម្ព័ន្ធ HCH និង OCH គឺប្រហែល 109° ។ អាតូម O នៅទីនេះ ដូចអាតូម O ក្នុងម៉ូលេគុលទឹកដែរដែលវាមានទ្វេតាមិនសម្ព័ន្ធពីរ និងទ្វេតាសម្ព័ន្ធពីរ ។ ចំណែកឯ HOCនៃម៉ូលេគុល គឺមានទំរង់កោង ហើយមុំ HOC គឺប្រហែលស្មើ 105° (រូបទី **2**) ។

រូបទី២ ទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ CH_3OH



តារាង ២: ទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ម៉ូលេគុល និងអ៊ីយ៉ុងមួយចំនួនដែលក្នុងនោះអាតូមមណ្ឌលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីមួយ ឬច្រើន

ថ្នាក់ម៉ូលេគុល	ចំនួនគូអេឡិចត្រុងសរុប	ចំនួនគូសម្ព័ន្ធ	ចំនួនគូមិនសម្ព័ន្ធ	តំរៀបគូអេឡិចត្រុង	ទំរង់ធរណីមាត្រ	ឧទាហរណ៍
AB_2E	3	2	1	 Trigonal planar	Bent	SO_2, O_3
AB_3E	4	3	1	 Tetrahedral	Trigonal pyramidal	NH_3
AB_2E_2	4	2	2	 Tetrahedral	Bent	H_2O
AB_4E	5	4	1	 Trigonal bipyramidal	Distorted tetrahedron (or seesaw)	IF_4^+, SF_4, XeO_2F_2
AB_3E_2	5	3	2	 Trigonal bipyramidal	T-shaped	ClF_3
AB_2E_3	5	2	3	 Trigonal bipyramidal	Linear	XeF_2, I_3^-
AB_5E	6	5	1	 Octahedral	Square pyramidal	BrF_5, $XeOF_4$
AB_4E_2	6	4	2	 Octahedral	Square planar	XeF_4, ICl_4^-

គោលការណ៍ចំពោះការអនុវត្តវិធាន VSEPR

ការសិក្សាអំពីទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលក្នុងពីរប្រភេទគឺ អាតូមមណ្ឌលមាន និងមិនមានគូអេឡិចត្រុងសើរអាចអោយយើងកំណត់បាននូវវិធីមួយចំនួន ចំពោះការអនុវត្តវិធាន VSEPR ទៅលើគ្រប់ប្រភេទទាំងអស់នៃម៉ូលេគុល:

- សរសេរទំរង់ ឡឺវិសនៃម៉ូលេគុលដោយគ្រាន់តែគិតទៅដល់ទៅដល់ទ្វេតាអេឡិចត្រុងដែលព័ទ្ធជុំវិញអាតូមមណ្ឌលតែប៉ុណ្ណោះ (នោះជាអាតូមដែលត្រូវចងសម្ព័ន្ធទៅលើអាតូមលើសពីមួយ)។
- រាប់ចំនួនគូអេឡិចត្រុងដែលព័ទ្ធជុំវិញអាតូមមណ្ឌល (គូសម្ព័ន្ធនិងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរ)។ ត្រូវចាត់ទុកសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងសម្ព័ន្ធបីជាន់អោយដូចទៅនឹងសម្ព័ន្ធមួយជាន់ដែរ។ ដោយយោងតាមតារាងទី**1** យើងត្រូវទស្សន៍ទាយពីតំរៀបទាំងអស់របស់គូអេឡិចត្រុង។
- ប្រើតារាងទី **1** និងតារាងទី **2** ដើម្បីទស្សន៍ទាយអំពីទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល។
- ក្នុងការទស្សន៍ទាយពីមុំសម្ព័ន្ធ ត្រូវចាំថាទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរច្រានអេឡិចត្រុងសើរមួយទៀតរឹកទ្វេតាសម្ព័ន្ធ ខ្លាំងជាងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធច្រានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ។ ចូរចងចាំថាគ្មានវិធីងាយៗដើម្បី ទស្សន៍ទាយពីមុំ សម្ព័ន្ធអោយបានជាក់លាក់ទេ នៅពេលដែលអាតូមមណ្ឌលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយឬច្រើន នោះទេ។

វិធាន VSEPR បង្កើតអោយមានការទស្សន៍ទាយដ៏គួរអោយជឿទុកចិត្តបានពីទំរង់ធរណីមាត្រនៃការប្រែប្រួល របស់ទំរងម៉ូលេគុល។ អ្នកគីមីប្រើ្រភៃ្រ ញឹកញាប់ព្រោះតែភាពងាយស្រួល របស់វា។ ទោះបីជាមានការបារម្ភ ចំពោះទ្រឹស្តីខ្លះៗ អំពីថាតើ "ចំរានគូអេឡិចត្រុង" កំណត់យ៉ាងត្រឹមត្រូវពីទំរង់ម៉ូលេគុល ឬអត់តែការសន្មតនេះ ពិតជាមានប្រយោជន៍ចំពោះការទស្សន៍ទាយ (ជាទូទៅគួរអោយទុកចិត្តបាន)។ យើងនឹងប្រើវិធាន VSEPR ដើម្បីទស្សន៍ទាយទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ម៉ូលេគុល និងអ៊ីយ៉ុងប៉ូលីអាតូមងាយៗ មួយចំនួនខាងក្រោម:

ឧទាហរណ៍ទី១: ចូរប្រើវិធាន VSEPR ដើម្បីទស្សន៍ទាយទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល និងអ៊ីយ៉ុងខាងក្រោម:

(a)-AsH_3 (b)- OF_2 (c)- $AlCl_4^-$ (d)- I_3^- (e)-C_2H_4

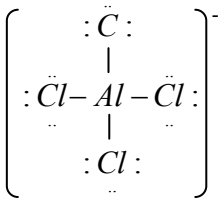
ចំលើយ: (a) ទំរង់ឡឺវិសរបស់ AsH_3 គឺ

ម៉ូលេគុលនេះមានទ្វេតាសម្ព័ន្ធបី ហើយទ្វេតាសើរីមួយដែលមានសមាសភាគផ្សំដូចទៅនឹងអាម៉ូញាក់ដែរ។ ដូច្នេះទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ AsH_3 គឺជាពីរ៉ាមីត្រវិមាត្របី ដូចទៅនឹង NH_3 យើងមិនអាច ទស្សន៍ទាយមុំ HAsH បានត្រឹម ត្រូវនោះទេ ប៉ុន្តែយើងដឹងថាវាត្រូវតែតូចជាង $109,5^o$ ពីព្រោះចំនាននៃ គូអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធដោយទ្វេតាសើរីនៅលើ As គឺធំជាងចំនានរវាងទ្វេតាសម្ព័ន្ធ។

(b) ទំរង់ឡឺវិសរបស់ OF_2 គឺ $:\ddot{F}-\ddot{O}-\ddot{F}:$

ដោយមានទ្វេតាសើរីពីរនៅលើអាតូម O នោះម៉ូលេគុល OF_2 ត្រូវតែមានទំរង់កោងដូចទៅនឹងទឹក H_2O។ យើងអាចនិយាយពីមុំ FOF គួតែមានតំលៃតូចជាង $109,5^o$ ព្រោះតែកំលាំងចំរានខ្លាំងជាងរវាងទ្វេតាសើរី និងទ្វេតាសម្ព័ន្ធ។

(c) ទំរង់ឡឺវិសរបស់ $AlCl_4^-$ គឺ

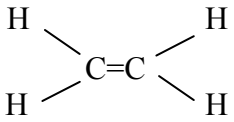


ដោយអាតូមមណ្ឌល Al មិនមានទ្វេតាសើរី ហើយសម្ព័ន្ធ Al – Cl ទាំងបួនគឺមានលំនឹងនឹងគ្នា អ៊ីយ៉ុង $AlCl_4^-$ អាចជាទំរង់ចតុមុខ ហើយមុំ ClAlCl ទាំងអស់អាចមានតំលៃ $109,5^o$។

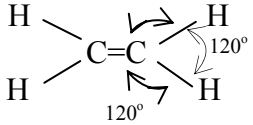
(d) ទំរង់ឡឺវិសរបស់ I_3^- គឺ $\left[:\ddot{I}-I-\ddot{I}:\right]^-$

អាតូមមណ្ឌល I មានទ្វេតាសម្ព័ន្ធពីរ ហើយទ្វេតាសើរីបី។ តាមតារាងទី**2** យើងយល់ថាទ្វេតាសើរីទាំងបី ស្ថិតនៅក្នុងបួង់ត្រីកោណសមង្ស ហើយអ៊ីយ៉ុង I_3^- ជាទំរង់ខ្សែត្រង់។

(e) ទំរង់ឡឺវិសរបស់ H_2C_2 គឺ



សម្ព័ន្ធ C=C ត្រូវបានគេចាត់ទុកដូចសម្ព័ន្ធមួយជាន់ដែរ។ ដោយសារគ្មានវត្តមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរីតំរៀបជុំវិញអាតូមកាបូននីមួយៗ មានទំរង់ជាបួង់ត្រីកោណដូចទៅនឹង BF_3 ដែលយើងសិក្សាកាលពីមុន។ ដូច្នេះការទស្សន៍ទាយទុកមុំសម្ព័ន្ធក្នុង C_2H_2 គឺមានតំលៃ 120°។



ពន្យល់: (a) អ៊ីយ៉ុង I_3^- គឺជាទំរង់មួយក្នុងចំណោមទំរង់ឡឺវិសជាច្រើនដែលមានមុំសម្ព័ន្ធរបស់វា 180° អាចអោយយើង ទស្សន៍ទាយបានយ៉ាងស្រួល ទោះបីអាតូមមណ្ឌលរបស់វាមាទ្វេតាសើរីក៏ដោយ។

(b) នៅក្នុង C_2H_4 អាតូមទាំង6ស្ថិតនៅក្នុងប្លង់ដូចគ្នា។ ទំរង់ធរណីមាត្រទាំងអស់ជាប្លង់រាប មិនត្រូវបានទស្សន៍ទាយដោយវិធាន VSEPR ទេ។ ប៉ុន្តែយើងនឹងដឹងពីមូលហេតុដែលធ្វើអោយម៉ូលេគុលស្ថិតនៅជាប្លង់រាបនៅពេលក្រោយ។ តាមពិត មុំទាំងអស់មិនស្មើនឹង 120° ទេដោយសារតែសម្ព័ន្ធទាំងអស់មិនមានលំនឹងនឹងគ្នា។

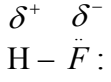
លំហាត់អនុវត្ត: ចូរប្រើវិធាន VSEPR ដើម្បីទស្សន៍ទាយពីទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ (a) $SiBr_4$

(b) CS_2 (c) NO_3^-

២ ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល

នៅក្នុងផ្នែកទី **9-3** យើងបានដឹងថាអ៊ីដ្រូសែនភ្លុយអរួជាម៉ូលេគុលកូវ៉ាឡង់ដែលមានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មានរំកិលដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងពី H ទៅ F ពីព្រោះអាតូម F មានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំងជាងអាតូម H។ រំកិលដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងត្រូវបានគេកំណត់និមិត្តសញ្ញាជាព្រួញដែលមានកាត់ខ្វែងនៅពីលើទំរង់ឡឺវិស ដើម្បីបញ្ជាក់ពីទិសដៅនៃរំកិល។ ឧទាហរណ៍

ការព្យែកបន្ទុកអាចត្រូវបានតាងដោយ



ដែល δ (ដែលតា)សំគាល់អោយបន្ទុកដោយផ្នែក។ ការផ្តាច់នៃបន្ទុកនេះអាចត្រូវបានអះអាងនៅក្នុងដែនអគ្គិសនី (រូបទី **3**)។ នៅពេលដែនអគ្គិសនីដំណើរការម៉ូលេគុល HF ដៅទិសខាងចុងដែលមានបន្ទុកអវិជ្ជមានរបស់វាបែរទៅរកបន្ទះវិជ្ជមាន ហើយខាងចុងដែលមានបន្ទុកវិជ្ជមានបែរទៅរកបន្ទះអវិជ្ជមាន។ ការតំរៀបរបស់ម៉ូលេគុលនេះអាចត្រូវបានរកឃើញដោយពិសោធ។ រង្វាស់បរិមាណនៃលក្ខណៈប៉ូលៃរបស់សម្ព័ន្ធគឺជា **ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល** (**μ**)របស់វាដែលគឺជាផលគុណនៃបន្ទុក Q និងចំងាយរវាងបន្ទុក និងបន្ទុក r:

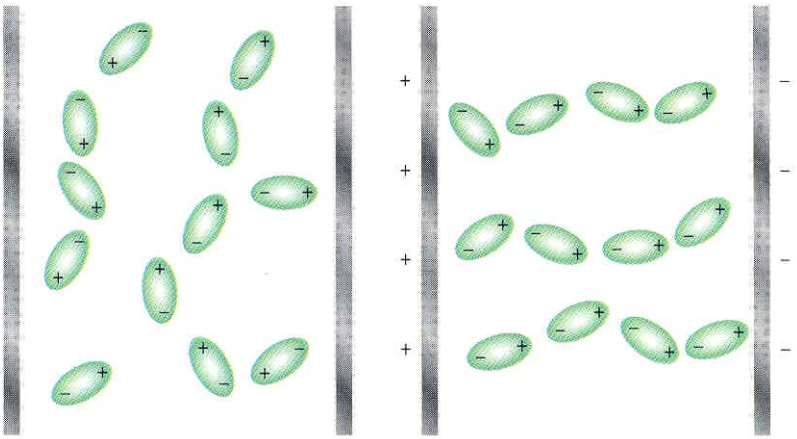
$$\mu = Q \times r \qquad (1)$$

ដើម្បីរក្សាភាពណឺត បន្ទុកនៅខាងចុងទាំងពីររបសម៉ូលេគុលឌីអាតូមណឺតត្រូវតែមានទំហំ (ដំលៃដាច់ខាត) ប៉ុនគ្នាហើយមានសញ្ញាផ្ទុយគ្នា។ ក្នុងសមីការ (**1**) Q សំដៅតែទៅលើទំហំនៃបន្ទុកតែប៉ុណ្ណោះ មិនសំដៅលើសញ្ញារបស់វាទេ ដូច្នេះហើយបានជា μ តែងតែមានតំលៃវិជ្ជមានជានិច្ច។

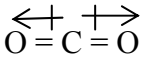
ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលតែងតែបញ្ជាក់ជាខ្នាតឌីប៉ៃ (D) ដែលកំណត់ឈ្មោះ ដោយលោក Peter Debye[1] ។ ឯកតាបំលែងគឺ $1D = 3,33 \times 10^{-30} C\ m$

ដែល C ជាគូឡុំ ហើយ m គឺជាម៉ែត្រ

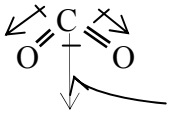
រូបទី ៣: លំនាំប្រព្រឹត្តិរបស់ម៉ូលេគុលប៉ូលែ (a) ពេលគ្មានដែនអគ្គិសនីខាងក្រៅ (b) ពេលដែលមានអគ្គិសនី។ ម៉ូលេគុលប៉ូលែមិនត្រូវបានប៉ះ ពាល់ទៅលើដែនអគ្គិសនីទេ។



ម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានអាតូមរបស់ធាតុខុសៗគ្នា (ដូចជា CO HCl និង NO) មានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល ហើយត្រូវបានគេហៅថា**ម៉ូលេគុលប៉ូលែ**។ ម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានអាតូមរបស់ធាតុដូចៗគ្នា (ដូចជា H_2 O_2 និង F_2) ជាឧទាហរណ៍ **ម៉ូលេគុលមិនប៉ូលែ** ពីព្រោះវាមិនមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលទេ។ ចំពោះម៉ូលេគុលដែលបង្កើតឡើងដោយអាតូមពីរ ឬច្រើនគឺទាំងលក្ខណៈប៉ូលែនៃសម្ព័ន្ធ និងទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលកំណត់ថាតើមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលដែរឬអត់។ បើទោះបីជាមានវត្តមានសម្ព័ន្ធប៉ូលែក៏ដោយ ក៏មិនប្រាកដថាម៉ូលេគុលនឹងចាំបាច់ត្រូវតែមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលដែរ។ ឧទាហរណ៍ កាបូនឌីអុកស៊ីត (CO_2) ជាម៉ូលេគុលទ្រីអាតូម ដូច្នេះទំរង់ធរណីមាត្ររបស់វាមានទាំងទំរង់ជាបន្ទាត់ត្រង់ និងទំរង់កោង។



ម៉ូលេគុលលីនេអ៊ែរ (គ្មានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល)



ផលម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល

ម៉ូលេគុលកោង (មានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល)

សញ្ញាព្រួញបង្ហាញពីរំកិលដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងពីកាបូន ដែលមានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្សោយទៅអាតូមអុកស៊ីសែនដែលមានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំង។ នៅក្នុងករណីនីមួយៗម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលរបស់

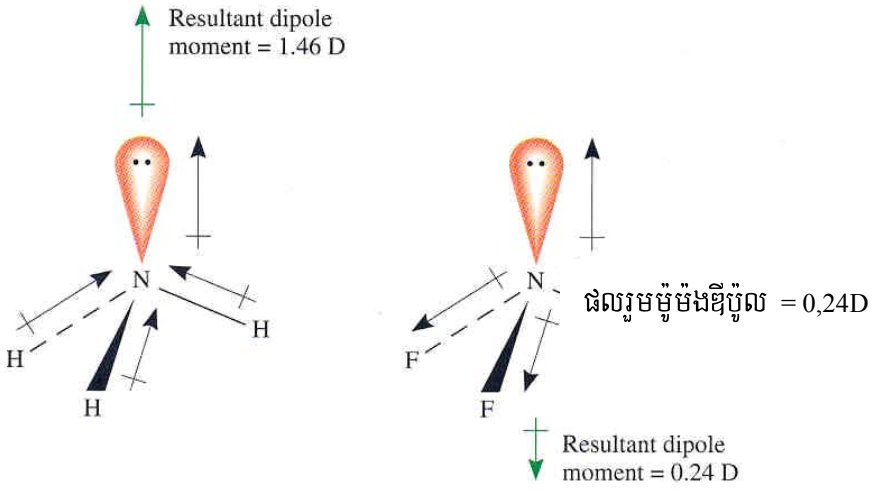
[1] Peter Joseph William Debye (1884-1966) ជាអ្នកគីមីរូបជនជាតិអាមេរិចកាំងដែលមានដើមកំនើតជាជនជាតិហូឡង់ គាត់បានបង្កើតសញ្ញាណ ជាច្រើនដែលជាជំនួយដល់ការសិក្សា ទំរង់ម៉ូលេគុល គីមីប៉ូលីម៉ែ ការវិភាគកាំរស្មី X ហើយនិងសូលុយស្យុងអេឡិចត្រូលីត្រ គាត់បានទទួលរង្វាន់ ផ្នែកគីមីនៅឆ្នាំ 1936 ។

ម៉ូលេគុលទាំងមូលត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធពីរ នោះគឺម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលដែលខុសគ្នាក្នុងសម្ព័ន្ធប៉ូលៃ C=O ។ ម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធគឺជាទំហំវិចទ័រដែលមានន័យថា វាមានទាំងទំហំ (Magnitude) និងទិសដៅ។ ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលដែលត្រូវវាស់បានគឺស្មើទៅនឹងផលបូកវិចទ័រនៃម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធ។ ម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធពីរក្នុង CO_2 គឺមានទំហំស្មើគ្នា។ បើវាដៅទិសផ្ទុយគ្នាក្នុងម៉ូលេគុល CO_2 ខ្សែត្រង់ផលបូករួម ឬផលរួមម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលមានតំលៃសូន្យ។ ម្យ៉ាងវិញទៀត បើសិនជាម៉ូលេគុល CO_2 កោង ម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធទាំងពីរកាន់តែមានភាពមាំរវាងគ្នាឡើង ដូច្នេះម៉ូលេគុលមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល។ តាមពិសោធន៍បានអោយដឹងថា កាបូនឌីអុកស៊ីតមិនមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលទេ ដូច្នេះយើងអាច សន្និដ្ឋានថា ម៉ូលេគុលកាបូនឌីអុកស៊ីតមានទំរង់ជាខ្សែត្រង់។ ធម្មជាតិនៃទំរង់ខ្សែត្រង់របស់កាបូនឌីអុកស៊ីតត្រូវបានអះអាង តាមរយៈពិសោធផ្សេងៗទៀត។

បន្ទាប់មក យើងនឹងពិនិត្យមើលម៉ូលេគុល NH_3 និង NF_3ដែលបង្ហាញក្នុងរូប**4** ។ ក្នុងម៉ូលេគុលទាំងពីរអាតូមមណ្ឌល N មានទ្វេតាសេរីមួយដែលដង់ស៊ីតេបន្ទុករបស់វាតែងតែកើតពីអាតូម N។ យើងបានដឹងហើយថា N វាមាន អេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំងជាង H ហើយ F មានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំងជាង N ចំពោះហេតុផលនេះ រំកិលដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងក្នុង NH_3 គឺឆ្ពោះទៅរក N ដូច្នេះវានាំអោយមានម៉ូម៉ងឌីប៉ូលយ៉ាងធំ។ ចំណែកឯម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធ NF ត្រូវបានកំណត់ទិសចេញពីអាតូម N ដែលវាបន្ថយការផ្តល់ពីទ្វេតាសេរីទៅអោយម៉ូម៉ងឌីប៉ូល ដូច្នេះផលបូកម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលសរុបក្នុង NH_3 គឺធំជាងម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលក្នុង NF_3 ។

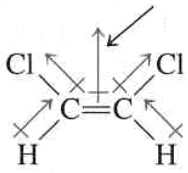
រូបទី ៤: ម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធ និងផលម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលក្នុង NH_3 និង NF_3

ផលម៉ូម៉ងឌីប៉ូល = 1,46D

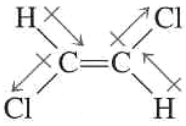


ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីសំគាល់រវាងម៉ូលេគុលដែលមានរូបមន្តដូចគ្នា ប៉ុន្តែមានទំរង់ខុសគ្នា។ ដូចជាម៉ូលេគុលខាងក្រោមនេះដែលវាមានរូបមន្តដូចគ្នា ($C_2H_2Cl_2$) មានចំនួន និងប្រភេទសម្ព័ន្ធដូចគ្នា ប៉ុន្តែទំរង់ម៉ូលេគុលខុសគ្នា។

ផលរួមម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល



ស៊ីស-ឌីក្លរ៉ូអេទីឡែន $\mu = 1,89D$



ត្រង់-ឌីក្លរ៉ូអេទីឡែន $\mu = 0$

ដោយស៊ីស-ឌីក្លរូអេទីឡែន ជាម៉ូលេគុលប៉ូលែ ប៉ុន្តែត្រង់-ឌីក្លរូអេទីឡែនគឺមិនមែនទេទំរង់ទាំងពីរនេះអាចត្រូវបង្ហាញពីភាពខុសគ្នាដោយរង្វាស់ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល។ លើសពីនេះ យើងនឹងឃើញនៅជំពូកបន្ទាប់ទៀតនេះពីភាពមាំរបស់កំលាំងអន្តរម៉ូលេគុលដែលកំណត់ថាតើម៉ូលេគុលមានម៉ូម៉ង់ឌីម៉ូល ឬអត់។ តារាងទី3 រាយពីម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលរបស់ម៉ូលេគុលប៉ូលែមួយចំនួន។

ឧទាហរណ៍ទី2 បង្ហាញពីរបៀបដែលយើងអាចទស្សន៍ទាយបានថាតើម៉ូលេគុលមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលដែរឬអត់ បើសិនជាយើងដឹងពីទំរង់ធរណីមាត្ររបស់វា។

តារាងទី ៣: ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលរបស់ម៉ូលេគុលប៉ូលែមួយចំនួន

ម៉ូលេគុល	ទំរង់ធរណីមាត្រ	ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល
HF	ទំរង់បន្ទាត់ត្រង់	1,92
HCl	ទំរង់បន្ទាត់ត្រង់	1,08
HBr	ទំរង់បន្ទាត់ត្រង់	0,78
HI	ទំរង់បន្ទាត់ត្រង់	0,38
H_2O	ទំរង់កោង	1,87
H_2S	ទំរង់កោង	1,10
NH_3	ទំរង់ពីរ៉ាមីត	1,46
SO_2	ទំរង់កោង	1,60

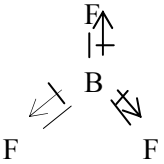
ឧទាហរណ៍ទី២: ចូរទស្សន៍ទាយថាតើម៉ូលេគុលខាងក្រោមមានម៉ូម៉ង់ឌីម៉ូលដែរឬទេ។

(a) IBr (b) BF_3 (ត្រីកោណសមង្ស៉ក្នុងបង់) (c) CH_2Cl_2 (ចតុមុខ)

ចំលើយ: ដោយ IBr (អ៊ីយ៉ូដប្រូម)ជាម៉ូលេគុលឌីអាតូម វាមានទំរង់ធរណីមាត្រជាខ្សែត្រង់ប្រូមមានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន ខ្លាំងជាងអ៊ីយ៉ូដ ដូច្នេះ IBr ប៉ូលែដែលប្រូមមានបន្ទុកអវិជ្ជមាននៅខាងចុង

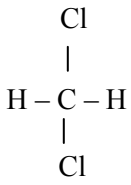
ដូច្នេះម៉ូលេគុលនេះមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល

(b)- ដោយភ្លុយអមានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំងជាងបរ នោះសម្ព័ន្ធ B – F នីមួយៗក្នុង BF_3 (បរទ្រីភ្លុអរ)គឺប៉ូលែ ហើយ មានម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធបីស្មើៗគ្នា។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយភាពស៊ីមេទ្រីនៃទំរង់រាបត្រីមុខមានន័យថា ម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធបីពិតជាត្រូវបានលុបចោលគ្នា។

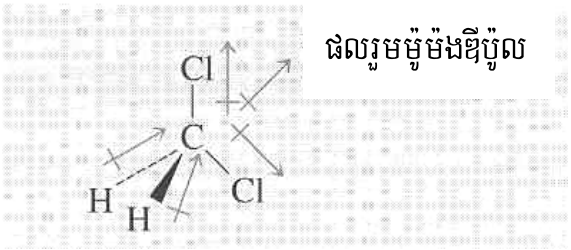


ហេតុនេះ BF_3 មិនមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលទេ វាជាម៉ូលេគុលមិនប៉ូលែ។

(c)- ទំរង់ឡឺវីសរបស់ CH_2Cl_2 (ឌីក្លរ៉ូមេទីលឡែន)គឺ:



ម៉ូលេគុលនេះស្រដៀងទៅនឹង CH_4 ដែរដែលក្នុងម៉ូលេគុលនោះមានទំរង់ចតុមុខ តែទោះបីយ៉ាងណាសម្ព័ន្ធទាំងអស់ មិនដូចគ្នាបេះបិទនោះទេ ដោយសារវាមានមុំសម្ព័ន្ធបីខុសគ្នាគឺ HCH HCCl និង ClCCl ដូចនេះមុំសម្ព័ន្ធទាំងនេះតូច និងមិនស្មើទៅនឹង $109,5^o$ ទេ។ ដោយក្លរមានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំងជាកាបូនដែលកាបូនមានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំងជាងអ៊ីដ្រូសែន ដូចនេះម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធអាចយកជាការបាន ហើយម៉ូលេគុលមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល។ ដូច្នេះ CH_2Cl_2 ជាម៉ូលេគុលប៉ូលែ



ផលរួមម៉ូម៉ងឌីប៉ូល

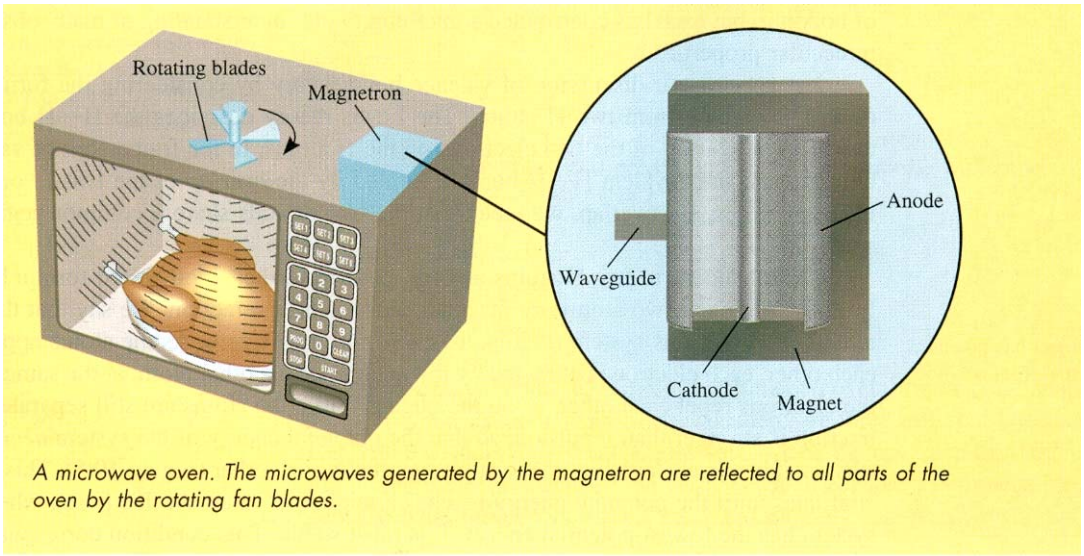
លំហាត់អនុវត្ត: តើម៉ូលេគុល $AlCl_3$ មានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលដែរឬទេ ?

គីមីអនុវត្តន៍:

ឡមីក្រូវ៉ែវ : ការអនុវត្តន៍នៃម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល

ក្នុងម្ភៃឆ្នាំចុងក្រោយឡមីក្រូវ៉ែវ (microwave oven) បានក្លាយជាសម្ភារៈប្រើប្រាស់នៅគ្រប់ទីកន្លែង។ បច្ចេកវិទ្យាមីក្រូវ៉ែវបានជួយយើងដើម្បីឱ្យអាហាររលាយ និងចំអិនកាន់តែរហ័សជាងសម្ភារៈសាមញ្ញផ្សេងទៀត។ តើមីក្រូវ៉ែវអាចចំអិនអាហារបានរហ័សបំផុតយ៉ាងដូចម្តេច?

ក្នុងមេរៀនមុន អ្នកបានស្វែងយល់ថាមីក្រូវ៉ែវជាទំរង់មួយនៃកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច (electromagnetic radiation)។ មីក្រូវ៉ែវត្រូវបានបង្កើតដោយម៉ាញេត្រុងមួយ (magnetron) ដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងក្នុងសង្គ្រាមលោកលើកទី ២ ពេលដែលបច្ចេកវិទ្យារ៉ាដា (radar technology) ត្រូវបានកំពុងអភិវឌ្ឍន៍។ ម៉ាញេត្រុង (magnetron) ជាស៊ីឡាំងប្រហោងមួយត្រូវបានស្រោបដោយមេដែកមានទ្រង់ទ្រាយដូចក្រចកសេះ។ ក្នុងមណ្ឌលនៃស៊ីឡាំងជាអេឡិចត្រុតកាតូត ដែលភ្នាសនៃស៊ីឡាំងដើរតួនាទីជាអាណូត។ ពេលត្រូវកំដៅ អេឡិចត្រុតកាតូតបញ្ចេញអេឡិចត្រុងជាច្រើនធ្វើដំណើរទៅអាណូត។ ដែនម៉ាញេទិចជុំវិញអេឡិចត្រុងជាច្រើនធ្វើចលនាក្នុងផ្លូវរង្វង់មួយ។ ចលនានៃភាគល្អិតដែលមានបន្ទុកនេះបង្កើតនូវមីក្រូវ៉ែវដែលត្រូវបានកែតំរូវចំពោះប្រេកង់មួយ 2.45 GHz (2.45 x 10 សំរាប់ការចំអិន។ ផ្លូវរលក "waveguide" ដឹកនាំមីក្រូវ៉ែវទៅក្នុងថតចំអិន។ ស្លាបកង្ហារធ្វើលរួះបញ្ចាំងនូវមីក្រូវ៉ែវទៅគ្រប់ផ្នែកទាំងអស់នៃឡ។

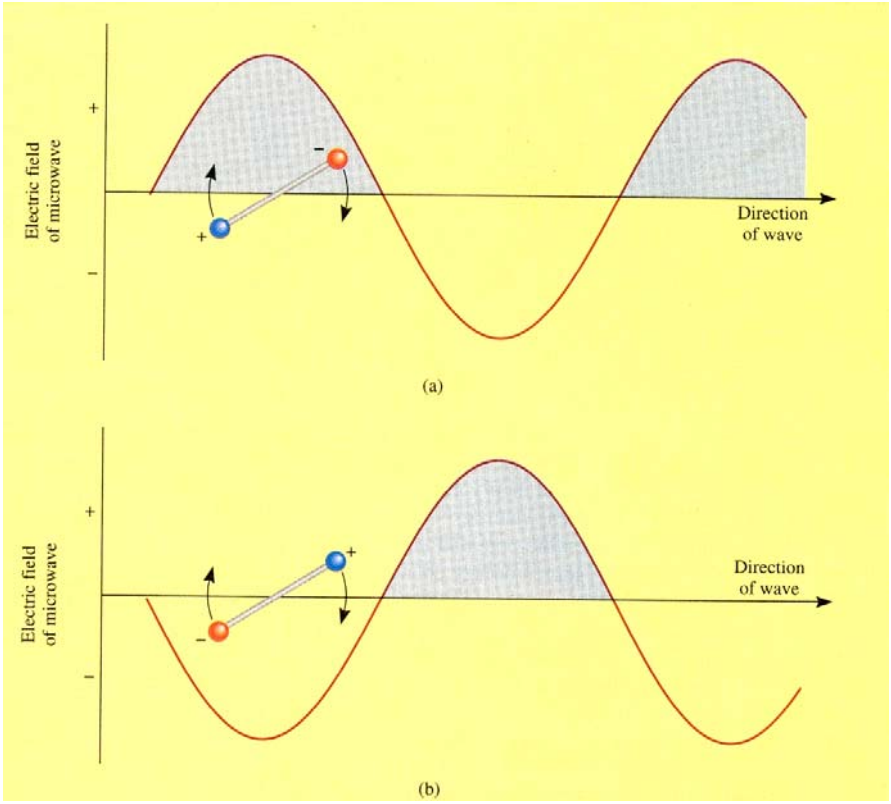


A microwave oven. The microwaves generated by the magnetron are reflected to all parts of the oven by the rotating fan blades.

សកម្មភាពចំអិនក្នុងឡមីក្រូវ៉ែវមួយទទួលបានពីអន្តរកម្មរវាងសមាសភាគផ្សំដែលអគ្គិសនីនៃកាំរស្មីជាមួយម៉ូលេគុលប៉ូលែរ-ជាពិសេសម៉ូលេគុលទឹក-ដែលមាននៅក្នុងអាហារ។ ម៉ូលេគុលទាំងអស់រង្វិលនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់។ ប្រសិនបើប្រេកង់នៃកាំរស្មី និងប្រេកង់រង្វិលម៉ូលេគុលគឺស្មើគ្នា បើយថាមពលអាចត្រូវបានបញ្ជូនពីមីក្រូវ៉ែវទៅកាន់ម៉ូលេគុលប៉ូលែរ។ ជាលទ្ធផល ម៉ូលេគុលនឹងរង្វិល

កានតែល្បឿន។ ប្រេកង់ 2.45 GHz គឺវាមានសមស្របជាពិសេសសំរាប់ការបង្កើនថាមពលរង្វិលនៃម៉-
លេគុលទឹក។ ការប៉ះទង្គិចពីម៉ូលេគុលទឹកដែលរង្វិលយ៉ាងល្បឿនបានធ្វើឱ្យម៉ូលេគុលអាហារនៅជុំវិញ
ឡើងក្តៅ។

មុលហេតុដែលឡមីក្រូវ៉ែវអាចចំអិនអាហារបានរហ៧សបែបនេះ គឺថាកាំរស្មីគឺមិនត្រូវបានស្រូប
ដោយម៉ូលេគុលមិនប៉ូលែរនោះទេ ហើយដូច្នេះវាអាចឈានទៅដល់ផ្នែកផ្សេងៗទៀតនៃអាហារក្នុងរយៈ
ពេលដូចគ្នា។ (អាស្រ័យលើវត្តមានរបស់ម៉ូលេគុលទឹក មីក្រូវ៉ែវអាចជ្រាបចូលទៅផ្នែកក្នុងនៃអាហារបាន
យ៉ាងជ្រៅ)។ ក្នុងឡធម្មតា កំដៅអាចមានឥទ្ធិពលទៅផ្នែកកណ្តាលនៃអាហារ តែប៉ុណ្ណោះដោយ
ការចម្លងកំដៅ(ដែលជាការបញ្ជូនកំដៅពីម៉ូលេគុលខ្យល់កំដៅទៅកាន់ម៉ូលេគុលដែល ត្រជាក់ក្នុងអាហារ
ក្នុងបែបស្រទាប់ដោយស្រទាប់ ដែលជាដំណើរការមួយ យឺតណាស់។



**អន្តរកម្មរវាងសមាសភាគផ្សំដែលអគ្គិសនីនៃមីក្រូវ៉ែវ និងម៉ូលេគុលប៉ូលែរ។ (a) ប៉ូលអវិជ្ជមាននៃឌីប៉ូលស្របតាម
ការសាយនៃរលក (តំបន់វិជ្ជមាន) និងរង្វិលក្នុងទិសដៅស្របនឹងទ្រនិចនាឡិកា។ (b) បន្ទាប់ពី ម៉ូលេគុលបានរង្វិល
ទៅទីតាំងថ្មីកាំរស្មីបានធ្វើចលនាផងដែរស្របតាមវដ្តបន្ទាប់របស់វា ប៉ូលវិជ្ជមាននៃឌីប៉ូលនឹងធ្វើចលនាទៅក្នុងតំបន់
អវិជ្ជមាននៃរលកខណៈដែលប៉ូលអវិជ្ជមាននឹងរុញឡើងលើ។ ដូច្នេះម៉ូលេគុលនឹងរងើវលបានរហ័ស។ អន្តរកម្មបែប
នឹងមិនអាចកើតឡើងចំពោះម៉ូលេគុលមិនប៉ូលែរនោះទេ។**

ចំនុចខាងក្រោមជាច្រើនគឺទាក់ទងទៅនឹងដំណើរការនៃឡមីក្រូវ៉ែវ។ គ្រឿងកែវ Pyrex និងប្លាស្ទិចមិនមានម៉ូលេគុលប៉ូលែរ ហើយដូច្នេះវាមិនអាចរងឥទ្ធិពលដោយកាំរស្មីមីក្រូវ៉ែវនោះទេ។ (ស្ករ-ហ្វម និងប្រភេទប្លាស្ទិចខ្លះៗ មិនអាចប្រើក្នុងមីក្រូវ៉ែវនោះទេ ពីព្រោះវារលាយដោយ សារកំដៅអាហារ។ ទោះបីជាយ៉ាងណា លោហៈសំរាប់ខ្ចប់អាហារ និងក្រដាសអាលុយមីញ៉ូមជះត្រឡប់ មីក្រូវ៉ែវដោយហេតុនេះវាផ្តល់នូវការត្រឡប់នូវថាមពលគ្រប់គ្រាន់ទៅប្រដាប់បញ្ចេញមីក្រូវ៉ែវ ដែលអាចឱ្យមីក្រូវ៉ែវខូច។ ដោយសារតែមីក្រូវ៉ែវអាចបង្កើតចរន្តអគ្គិសនីក្នុងលោហៈសកម្មភាពនេះអាចបង្កនូវផ្កាភ្លើងរវាងវត្ថុដែលដាក់អាហារនិងបាតឬជញ្ជាំងឡ។ ចុងបញ្ចប់ទោះបីជាម៉ូលេគុលទឹកក្នុងទឹកកកគឺត្រូវជាប់មួយកន្លែង ហើយដូច្នេះវាមិនមិនអាចរង្វិលយើងកំដៅអាហារក្នុងឡមីក្រូវ៉ែវ។ មូលហេតុគឺថានៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ ស្រទាប់ស្តើងនៃទឹកបង្កើតឡើងលើផ្ទៃអាហារដែលកក ហើយម៉ូលេគុលចល័តក្នុងស្រទាប់ស្តើងនេះអាចស្រូបកាំរស្មីដើម្បីចាប់ផ្តើមដំណើរការរលាយ។

8888888888888888888888

៣ ទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធភូវ៉ាឡង់

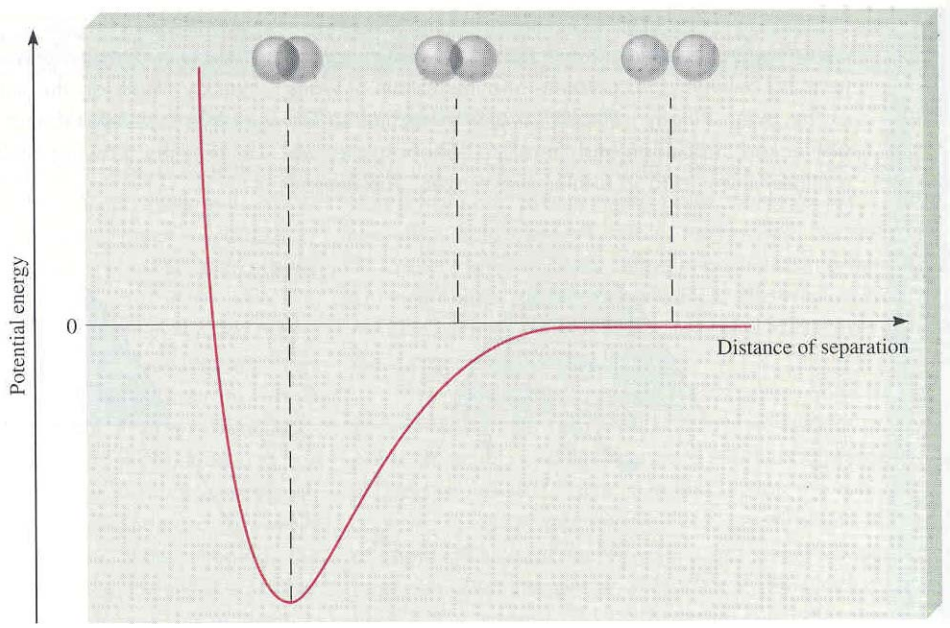
វិធី VSEPR ដែលផ្អែកភាគច្រើនទៅលើទំរង់ឡឺវីស ផ្តល់វិធីងាយស្រួលសំរាប់ការទស្សន៍ទាយទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល។ ប៉ុន្តែយើងបានដឹងកាលពីពេលមុនហើយថា ទ្រឹស្តីឡឺវីសនៃសម្ព័ន្ធគីមីមិនបានពន្យល់ច្បាស់ថា តើហេតុអ្វីបាន ជាសម្ព័ន្ធគីមីមាននោះទេ។ ទំនាក់ទំនងនៃការបង្កើតសម្ព័ន្ធភូវ៉ាឡង់ និងគូអេឡិចត្រុងគឺជាដំណាក់កាលមាននទិសដៅត្រឹមត្រូវមួយ ប៉ុន្តែវាមិនទាន់បានពន្យល់អោយបានគ្រប់គ្រាន់នោះទេ។ ឧទាហរណ៍ ទ្រឹស្តីឡឺវីសពិពិណនាអំពីសម្ព័ន្ធមួយជាន់រវាងអាតូម H ក្នុង H_2 ហើយរវាងអាតូម F ក្នុង F_2 ក្នុងវិធីពិសេសដូចគ្នា នោះជាការផ្គូអេឡិចត្រុងពីរ។ ប៉ុន្តែម៉ូលេគុលទាំងពីរនេះនៅតែមានថាមពលសម្ព័ន្ធ និងប្រវែងសម្ព័ន្ធខុសគ្នាយ៉ាងខ្លាំង (436,4kJ/mol ហើយ 74pm ចំពោះ H_2 និង 150,6kJ/mol ហើយ 142pm ចំពោះ F_2)។ ថាមពលសម្ព័ន្ធ និងប្រវែងសម្ព័ន្ធទាំងនេះមិនអាចពន្យល់តាមទ្រឹស្តីឡឺវីសបានទេ។ ចំពោះការពន្យល់ដែលមានលក្ខណៈស្មុគស្មាញពីការបង្កើតសម្ព័ន្ធគីមី យើងត្រូវសិក្សាទៅលើមេកានិចកង់ទិច តាមពិតមេកានិចកង់ទិចសិក្សាពីសម្ព័ន្ធគីមីក៏ជាមធ្យោបាយមួយសំរាប់ការយល់ដឹងពីទំរង់ ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលផងដែរ។

ឥលូវនេះ ទ្រឹស្តីមេកានិចកង់ទិចពីរត្រូវបានប្រើដើម្បីពិពណិនាពីការបង្កើតសម្ព័ន្ធភូវ៉ាឡង់ និងទំរង់អេឡិចត្រុងនៃម៉ូលេគុល។ ទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់ (VB) សន្មតថាអេឡិចត្រុងម៉ូលេគុលស្ថិតនៅក្នុងអរប៊ីតាល់អាតូមនៃអាតូមនិមួយៗ។ វាអាចអោយយើងចាំបានពីរូបភាពនៃអាតូមនិមួយៗដែលចូលរួមក្នុងការបង្កើតសម្ព័ន្ធ។ ទ្រឹស្តីទីពីរត្រូវបានគេហៅថា ទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល (MO) ដែលសន្មតទៅលើ

ការបង្កើតសម្ព័ន្ធនៃអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពីអរប៊ីតាល់អាតូម។ គ្មានទ្រឹស្តីណាមួយពន្យល់យ៉ាងច្បាស់ទៅលើគ្រប់លក្ខណៈនៃការបង្កើតសម្ព័ន្ធ ប៉ុន្តែទ្រឹស្តីនីមួយៗជាជំនួយដល់ការយល់ដឹងរបស់យើងពីលក្ខណៈម៉ូលេគុលដែលបានសង្កេតជាច្រើន។

យើងចាប់ផ្តើមពិភាក្សាអំពីទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់ដោយពិនិត្យការបង្កើតម៉ូលេគុល H_2 ពីអាតូម H ពីរ។ ទ្រឹស្តីឡឺវិសពន្យល់ពីសម្ព័ន្ធ H–H នៅក្នុងប្រភេទនៃគូអេឡិចត្រុងពីរលើអាតូម H។ នៅក្នុងទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់ សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ H–H ត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយការគ្របដណ្តប់នៃអរប៊ីតាល់ 1s ចំនួនពីរក្នុងអាតូម H។ ការគ្របដណ្តប់នេះចង់និយាយថា អរប៊ីតាល់ចំនួនពីរដាក់ប៊ុនៅតំបន់ដូចគ្នាក្នុងលំហ។ តើមានអ្វីកើតឡើងចំពោះអាតូម H ពីរ ពេលដែលវាខិតទៅជិតគ្នា និងបង្កើតសម្ព័ន្ធ។ មុនដំបូង ពេលដែលអាតូមទាំងពីរស្ថិតនៅឆ្ងាយពីគ្នាមិនមានអន្តរកម្មទេ។ យើងដឹងថា ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃប្រព័ន្ធនេះ (មានន័យថា អាតូម H ទាំងពីរ) គឺសូន្យ។ ពេលដែលអាតូមទាំងនេះខិតជិតគ្នា អេឡិចត្រុងត្រូវបានទាញដោយណ្យូរបស់អាតូមរៀងៗខ្លួន។ ក្នុងពេលជាមួយគ្នានោះអេឡិចត្រុងច្រានគ្នាទៅវិញទៅមក ហើយណ្យូក៏ដូចគ្នាដែរ។ ខណៈដែលអាតូមនៅតែឃ្លាតចេញពីគ្នានោះកំលាំងទំនាញខ្លាំងជាងកំលាំងចំរាន ដូច្នេះថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃប្រព័ន្ធនេះថយចុះ (មានន័យថា វាមានតំលៃអវិជ្ជមាន) ពេលដែលអាតូមខិតជិតគ្នា (រូបទី**5**)។

រូបទី៥: បំរែបំរួលថាមពលប៉ូតង់ស្យែលរបស់អាតូមពីរ H ជាមួយនិងបំរែបំរួលក្នុងចំងាយនៃការឃ្លាតចេញពីគ្នា។ នៅចំណុចថាមពលប៉ូតង់ ស្យែលអប្បបរិមា ម៉ូលេគុល H_2 ស្ថិតនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌស្ថិរភាពបំផុត ហើយប្រវែងសម្ព័ន្ធគឺ 74pm



ទំនោរនេះបន្តរហូតដល់ថាមពលប៉ូតង់ស្យែលទៅដល់តំលៃអប្បបរមា។ នៅចំណុចនេះពេលដែលប្រព័ន្ធមានថាមពលប៉ូតង់ស្យែលកាន់តែទាប វាក៏កាន់តែមានស្ថិរភាពបំផុតដែរ។ លក្ខខ័ណ្ឌនេះត្រូវ

គ្នាទៅនឹងការគ្របដណ្តប់នៃអរប៊ីតាល 1s និងការបង្កើតម៉ូលេគុល H_2 ដែលមានស្ថិរភាព។ ប្រសិនបើចំងាយរវាងណ្យូក្លេអ៊ែរកាន់តែខ្លីទៅថាមពលប៉ូតង់ស្យែលកើនឡើងយ៉ាងរហ័ស ហើយចុងបញ្ចប់ក្លាយជាវិជ្ជមានដោយសារចំរានអេឡិចត្រុង-អេឡិចត្រុង និងណ្យូក្លេអ៊ែ-ណ្យូក្លេអ៊ែ។ យោងតាមច្បាប់រក្សាថាមពល នៅពេលដែលថាមពលប៉ូតង់ស្យែលថយចុះវាត្រូវតែបញ្ចេញថាមពលដូចជាក្នុងការបង្កើតម៉ូលេគុល H_2។ ពិសោធបង្ហាញថា នៅពេលបង្កើតដើម្បីផ្តាច់សម័ន្ធ H–H ថាមពលត្រូវបានផ្តល់ទៅអោយ ម៉ូលេគុល។

ដូច្នេះ ទ្រឹស្តីសម័ន្ធវ៉ាឡង់ផ្តល់ការពិពិណនាកាន់តែច្បាស់ពីការបង្កើតសម័ន្ធគីមីជាងទ្រឹស្តីឡឺវីស។ តាមទ្រឹស្តីសម័ន្ធវ៉ាឡង់ចែងថា ម៉ូលេគុលដែលមានស្ថិរភាពមួយកកើតពីអំពើរបស់អាតូមពេលដែលថាមពលប៉ូតង់ស្យែលរបស់ប្រព័ន្ធថយចុះរហូតទៅដល់តំលៃអប្បបរិមា។ ចំណែកទ្រឹស្តីឡឺវីសមិនគិតពីបំរែបំរួលថាមពលក្នុងការបង្កើតសម័ន្ធគីមីទេ។

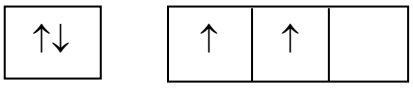
បញ្ញត្តិនៃការគ្របដណ្តប់អរប៊ីតាល់អាតូមដែលគ្របដណ្តប់ អនុវត្តបានល្អដូចទៅនឹងម៉ូលេគុលឌីអាតូមដទៃទៀតដែរមិនត្រឹមតែអាតូម H_2 ទេ។ ដូច្នេះ ម៉ូលេគុល F_2 ដែលមានស្ថិរភាពមួយកើតឡើងពេលដែលអរប៊ីតាល់ 2p (ដែលមានអេឡិចត្រុងមិនសម័ន្ធ) ក្នុងអាតូម F ទាំងពីរគ្របដណ្តប់ដើម្បីបង្កើតសម័ន្ធកូវ៉ាឡង់។ ស្រដៀងគ្នានេះដែរ ការបង្កើតម៉ូលេគុល HF អាចត្រូវបានពន្យល់តាមការគ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ 1s ក្នុង H ជាមួយអរប៊ីតាល់ 2p ក្នុង F។ ក្នុងករណីនីមួយៗ ទ្រឹស្តី VB ពន្យល់ពីបំរែបំរួលក្នុងថាមពលប៉ូតង់ស្យែល នៅពេលដែលជាចំងាយរវាងអាតូមដែលមានអំពើនឹងគ្នាប្រែប្រួល។ ពីព្រោះអរប៊ីតាល់ដែលចូលរួមមិនដូចគ្នាគ្រប់ករណីនោះ យើងអាចយល់បានថា ហេតុអ្វីបានជាថាមពលសម័ន្ធប្រែរងសម័ន្ធក្នុងH_2 HF និង F_2 អាចខុសគ្នា។ ដូចយើងបានដឹងហើយថា ទ្រឹស្តីឡឺវីសចាត់ទុកគ្រប់សម័ន្ធកូវ៉ាឡង់ទាំងអស់ដូចគ្នា ដោយមិនបានពន្យល់ពីភាពខុសគ្នាក្នុងចំណោមសម័ន្ធកូវ៉ាឡង់ទេ។

៤ អ៊ីប្រ៊ីតកម្មនៃអរប៊ីតាល់អាតូម

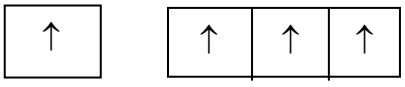
បញ្ញត្តិនៃការគ្របដណ្តប់អរប៊ីតាល់អាតូម (atomic orbital overlap) គួរអនុវត្តផងដែរទៅលើម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូម។ ទោះបីយ៉ាងណា គ្រោងសម័ន្ធដែលត្រឹមត្រូវបំផុតត្រូវតែឆ្លើយតបទៅនឹងទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល។ យើងនឹងពិភាក្សាអំពីឧទាហរណ៍បីរបស់ VB នៃការចងសម័ន្ធក្នុងម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូម។

អ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp^3

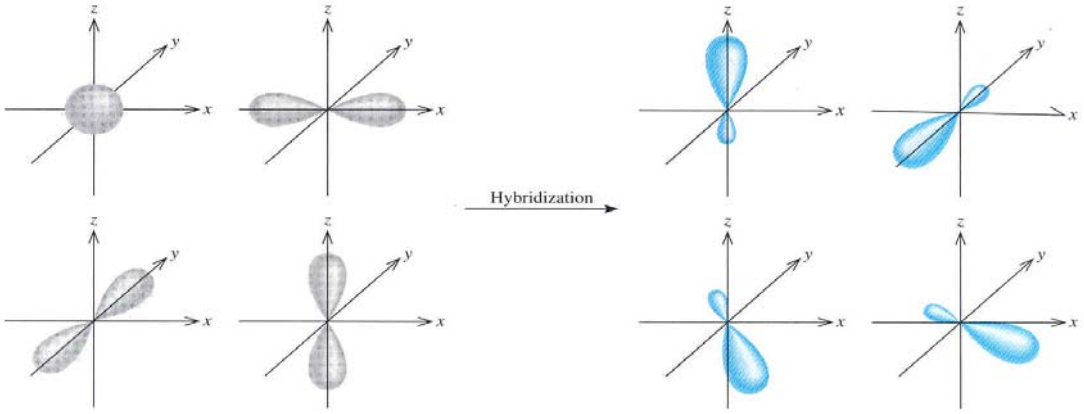
ចូរពិនិត្យមើលម៉ូលេគុល CH_4។ ដោយផ្តោតតែទៅលើអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ យើងអាចបង្ហាញដ្យាក្រាម (គំនូស) តាងអរប៊ីតាល់របស់ C ដូចតទៅ:



ដោយសារអាតូមកាបូនមានពីអេឡិចត្រុងមិនគូ (ដែលមួយៗនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ 2p) វាអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធជាមួយអ៊ីដ្រូសែនបានត្រឹមតែពីរប៉ុណ្ណោះ ក្នុងភាពគ្រឹះរបស់វា។ ទោះបីជា CH_2 ត្រូវបានគេស្គាល់តែវាមិនមានស្ថិរភាពទេ។ ដើម្បីពន្យល់បានពីសម្ព័ន្ធ C –H ទាំងបួនក្នុងមេតាន យើងអាចព្យាយាមតំឡើង (មានន័យថា ផ្ទោចថាមពល) អេឡិចត្រុងមួយពីអរប៊ីតាល់ 2s ទៅអរប៊ីតាល់ 2p ។

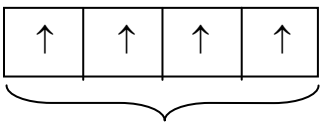


ពេលនេះមានអេឡិចត្រុងមិនគូចំនួនបួននៅលើ C ដែលអាចបង្កើតបានសម្ព័ន្ធ C – H ចំនួនបួន។ ទោះជាយ៉ាងណា ទំរង់ធរណីមាត្ររបស់វាមិនត្រឹមត្រូវទេ ព្រោះមុំសម្ព័ន្ធទាំងបីររបស់ HCH ត្រូវមានតំលៃ 90° (ចូរចាំថា អរប៊ីតាល់ 2p ទាំងបីនៅលើកាបូនកាត់កែងគ្នា) តែមុំ HCH ទាំងអស់បែរជាមាន 109,5° ទៅវិញ។



រូបទី ៦: ការបង្កើតអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីតកម្ម sp^3

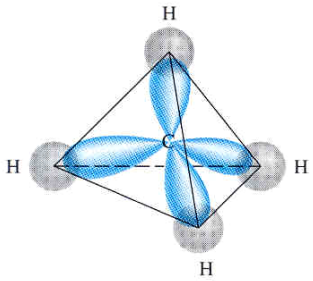
ដើម្បីពន្យល់ពីសម្ព័ន្ធនៅក្នុងមេតាន ទ្រឹស្តី VB ត្រូវបានប្រើជាសម្មតិកម្ម**អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត** ដែលក្នុងនោះអរប៊ីតាល់ អាតូមត្រូវបានបង្កើតឡើងពេលដែលអរប៊ីតាល់មិនសមមូលពីរ ឬច្រើននៃអាតូមតែមួយចូលផ្សំគ្នាដើម្បីបង្កើតសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់។ **អ៊ីប្រីតកម្ម**ជាពាក្យសំដៅទៅលើបន្សំអរប៊ីតាល់អាតូមក្នុងអាតូមមួយ (ជាទូទៅជាអាតូមមណ្ឌល) ដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត។ យើងអាចបង្កើតអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីតបួនចំពោះកាបូនដោយបន្សំអរប៊ីតាល់ 2s មួយនិង 2p បី។



ដោយសារតែអរប៊ីតាល់ថ្មីត្រូវបានបង្កើតពីអរប៊ីតាល់ s មួយ និងអរប៊ីតាល់ p បី វាត្រូវបានគេហៅថា អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^3 ។ រូបទី**6**បង្ហាញពីទំរង់ និងទិសដៅរបស់អរប៊ីតាល់ sp^3 ។ អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតទាំងបួននេះ ត្រូវបានដៅឆ្ពោះទៅជ្រុងទាំងបួននៃចតុមុខ ។

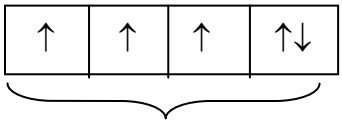
រូបទី**7** បង្ហាញពីការកកើតនៃសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់បួនរវាងអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^3 របស់កាបូន និងអរប៊ីតាល់ 1s របស់អ៊ីដ្រូសែន ក្នុង CH_4 ។ ដូច្នេះ CH_4 មានទំរង់ចតុមុខ ហើយមុំ HCH ទាំងអស់គឺ $109,5^o$ ។ ចូរកត់សំគាល់ថា ទោះបីជាថាមពល ដែលត្រូវការចាំបាច់ដើម្បីនាំទៅដល់អ៊ីប្រ៊ីដកម្មក៏ដោយ ក៏ការផ្តល់ថាមពលនេះវាទូទាត់គ្នាជាមួយថាមពលដែលបញ្ចេញ ដើម្បីបង្កើតសម្ព័ន្ធ C–H ។ (ការបង្កើតសម្ព័ន្ធគឺជាដំណើរការបញ្ចេញកំដៅ) ។

រូបទី ៧ :ការបង្កើតសម្ព័ន្ធបួនរវាងអ័រប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតកាបូន sp3 ជាមួយអរប៊ីតាល់ 1s របស់អ៊ីដ្រូសែន ក្នុង CH_4.



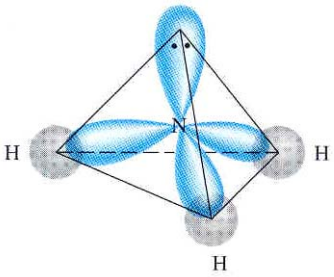
លក្ខណៈស្រដៀងគ្នាខាងក្រោម មានប្រយោជន៍ចំពោះការយល់ដឹងអំពីអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម ។ ឧទាហរណ៍ យើងមានកែវបៃស៊ែមួយដែលដាក់សូលុយស្យុងពណ៌ក្រហម ហើយកែវបៃស៊ែបីទៀតមានសូលុយស្យុងពណ៌ខៀវដែលកែវនីមួយៗ មានមាឌ 50mL ។ សូលុយស្យុងក្រហមត្រូវគ្នាទៅនឹងអរប៊ីតាល់ 2s មួយ សូលុយស្យុងពណ៌ខៀវ តាងអោយអរប៊ីតាល់ 2p បី ហើយមាឌដែលស្មើៗគ្នាទាំងបួន តាងអោយអរប៊ីតាល់ផ្សេងៗគ្នាទាំងបួន ។ ដោយការលាយសូលុយស្យុងបញ្ចូលគ្នា យើងទទួលបានសូលុយស្យុងពណ៌ស្វាយ 200mL ដែលអាចចែកជាបួនផ្នែក 50mL (មានន័យថា ដំណើរការអ៊ីប្រ៊ីតកម្មបង្កើតអរប៊ីតាល់ sp^3 ចំនួនបួន) ។ ដូចគ្នាទៅនឹងពណ៌ស្វាយដែរ វាត្រូវបានបង្កើតពីបន្សំពណ៌ក្រហម និងពណ៌ខៀវនៃសូលុយស្យុងដើម ដូច្នេះអរប៊ីតាល់ sp^3 មានលក្ខណៈទាំងអរប៊ីតាល់ s និង p ។

ឧទាហរណ៍មួយផ្សេងទៀតពីអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp^3 គឺអាម៉ូញ៉ាក់ (NH_3) ។ តារាងទី**1** បង្ហាញថាតំរៀបនៃអេឡិចត្រុងទាំងបួនជាទំរង់ចតុមុខ ដូច្នេះសម្ព័ន្ធដែលកើតក្នុង NH_3 អាចត្រូវបានពន្យល់ដោយសន្មតអោយ N ដូចទៅនឹង C ក្នុង CH_4 ដែលជាអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp^3 ។ របាយអេឡិចត្រុងនៅភាពគ្រឹះរបស់ N គឺ $1s^2 2s^2 2p^3$ ដូចនេះគំនូសតាងអរប៊ីតាល់ sp^3 របស់ N គឺ



អរប៊ីតាល់ sp^3

បីក្នុងចំណោមអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីតទាំងបួន បង្កើតបានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ N – H ហើយអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីតទីបួន ជាទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរើលើអាសូត (រូបទី **8**)។ ចំរានរវាងអេឡិចត្រុងសើរជាមួយអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់សម្ព័ន្ធបន្ថយមុំសម្ព័ន្ធ HNH ពី 109,5° ទៅ 107,5° ។



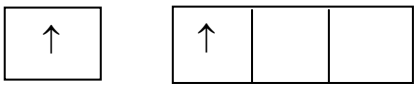
រូបទី៨ អាតូម N ក្នុង NH_3 គឺអ៊ីប្រីត sp^3។ អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត sp^3 បីបង្កើតសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូម H។ អ៊ីប្រីតទី៤ស្ថិតនៅជាទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើររបស់អាសូត។

វាចាំបាច់ណាស់ត្រូវយល់ពីទំនាក់ទំនងរវាងអ៊ីប្រីតកម្មជាមួយវិធាន VSEPR។ យើងប្រើអ៊ីប្រីតកម្មដើម្បីពណ៌នាអំពីគ្រោងសម្ព័ន្ធតែនៅពេលដែលតំរៀបគូអេឡិចត្រុង អាចត្រូវបានទស្សន៍ទាយដោយប្រើ VSEPR ប៉ុណ្ណោះ។ បើសិនវិធាន VSEPR ទស្សន៍ទាយពីតំរៀបចតុមុខរបស់គូអេឡិចត្រុង បន្ទាប់យើងសន្មតថា អរប៊ីតាល់ 1s មួយ និងអរប៊ីតាល់ p បី ត្រូវបានធ្វើអ៊ីប្រីតដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់ sp^3 បួន ។ ខាងក្រោមនេះ ជាឧទាហរណ៍ពីប្រភេទផ្សេងទៀតនៃអ៊ីប្រីតកម្ម។

អ៊ីប្រីតកម្ម sp

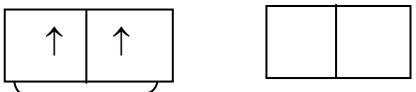
ម៉ូលេគុលបេល្យូមក្លរួ គឺត្រូវបានទាយថាជាបន្ទាត់ត្រង់តាម VSEPR។ គំនូសតាងអរប៊ីតាល់របស់អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ ក្នុង Be គឺ:

យើងដឹងថាក្នុងភាពគ្រឹះរបស់វា Be មិនបង្កើតសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ជាមួយ Cl ទេ ពីព្រោះអេឡិចត្រុងរបស់វានៅជាគូក្នុងអរប៊ីតាល់ 2s។ ដូច្នេះយើងងាកទៅមើលអ៊ីប្រីកម្មចំពោះការពន្យល់ពីលក្ខណៈសម្ព័ន្ធរបស់ Be។ ដំបូងយើងត្រូវតំឡើងអេឡិចត្រុងមួយក្នុងអរប៊ីតាល់ 2s ទៅអោយអរប៊ីតាល់ 2p ដែលលទ្ធផលដូចខាងក្រោម:



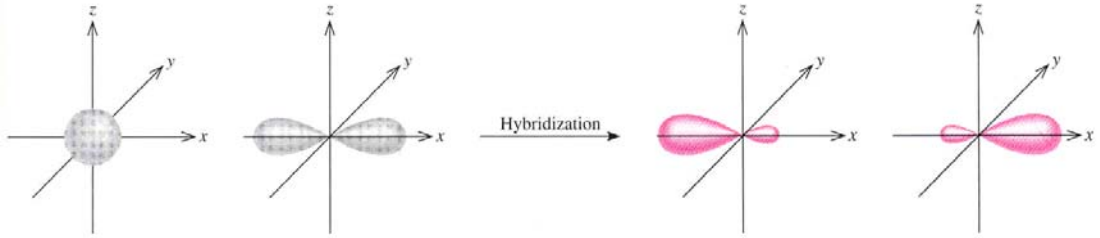
ពេលនេះមានអរប៊ីតាល់ Be ពីរសំរាប់ការបង្កើតសម្ព័ន្ធ គឺ 2s និង 2p។ ទោះយ៉ាងណាបើសិនជាអាតូម Cl ពីរត្រូវ ផ្សំជាមួយ Be ក្នុងភាពផ្ទោចនេះ នោះអាតូម Cl មួយដាក់ប៊ុនអេឡិចត្រុង

2s មួយ ហើយអាតូម Cl មួយផ្សេងទៀត ដាក់ហ៊ុនអេឡិចត្រុង 2p មួយ ដោយបង្កើតសម្ព័ន្ធ BeCl មិនសមមូលពីរ។ លក្ខណៈនេះវាផ្ទុយពីភាពជាក់លាក់ តាមពិសោធ។ ជាក់ស្តែង ក្នុងម៉ូលេគុល $BeCl_2$ សម្ព័ន្ធ BeCl ទាំងពីរគឺដូចគ្នាបេះបិទគ្រប់លក្ខណៈទាំងអស់។ ដូច្នេះ អរប៊ីតាល់ 2s និង 2p ត្រូវតែបន្សំគ្នាឬក៏ធ្វើអ៊ីប្រ៊ីតកម្មនឹងគ្នា ដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp សមមូលពីរ។



អរប៊ីតាល់ sp អរប៊ីតាល់ 2p ទំនេរ

រូបទី ៩: ការបង្កើតអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp

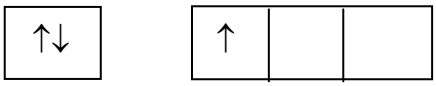


រូបទី**9** បង្ហាញពីទំរង់ និងទិសដៅរបស់អរប៊ីតាល់ 2p។ អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតទាំងពីរនេះស្ថិតនៅលើបន្ទាត់តែមួយគឺអក្ស x ដូច្នេះមុំរវាងវាទាំងពីរគឺ 180° ដែលសម្ព័ន្ធ BeCl នីមួយៗគឺត្រូវបង្កើតដោយការគ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ spនៃ Be និងអរប៊ីតាល់ 3pនៃ Cl ហើយជាលទ្ធផលម៉ូលេគុល $BeCl_2$ មានទំរង់ធរណីមាត្រជាបន្ទាត់ត្រង់ (រូបទី **10**)។

រូបទី១០:ទំរង់ធរណីមាត្រជាបន្ទាត់ត្រង់របស់ $BeCl_2$ ត្រូវបានពន្យល់ ដោយការសន្មតថា Be គឺត្រូវបានធ្វើអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម។ អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp ចំនួនពីរគ្របដណ្តប់ជាមួយអរប៊ីតាល់ 3p របស់ក្លរដើម្បីបង្កើត បានជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ពីរ។

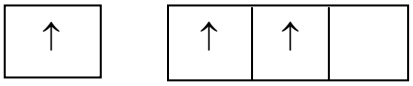
អ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp^2

យើងនឹងសិក្សាម៉ូលេគុលBF_3(បរទ្រីភ្លុយអរួ)ដោយដឹងថាវាមានទំរង់ធរណីមាត្រក្នុងបួង ដោយយោងទៅលើវិធាន VSEPR។ ដោយពិនិត្យលើតែអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ គំនូសតាងអរប៊ីតាល់របស់ B គឺ



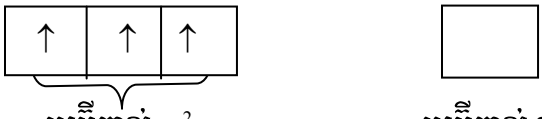
2s 2p

ដំបូងយើងដំឡើងអេឡិចត្រុង 2s ទៅអោយអរប៊ីតាល់ 2p ទំនេរ



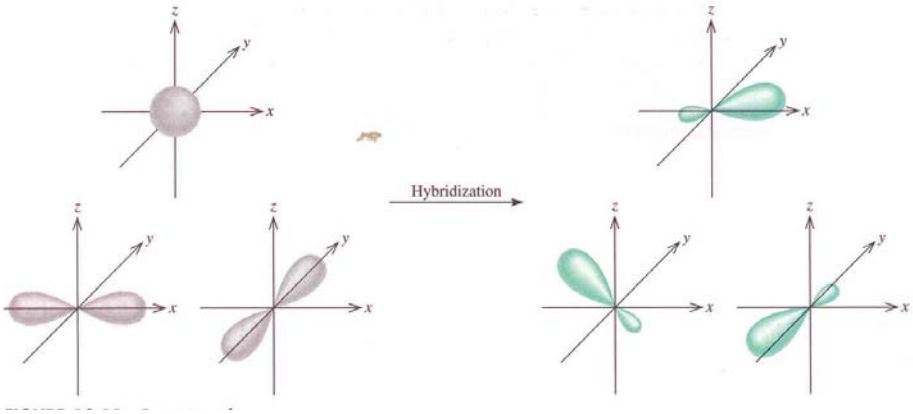
2s 2p

ដោយបន្សំអរប៊ីតាល់ 2s ជាមួយអរប៊ីតាល់ 2p ចំនួនពីរ នោះបង្កើតបានអរប៊ីតាល់ sp^2

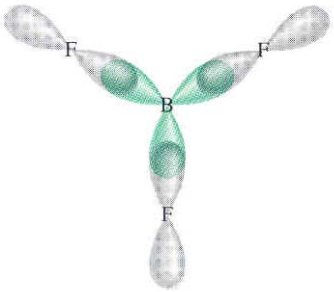


អរប៊ីតាល់ sp^2 បីទាំងនេះស្ថិតនៅលើប្លង់តែមួយ ហើយមុំរវាងអរប៊ីតាល់ពីរក្នុងចំណោមពួកវាគឺ 120° (**រូបទី11**)។

រូបទី ១១: ការបង្កើតអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត sp^2



សម្ព័ន្ធ BF នីមួយៗត្រូវបានបង្កើតដោយការគ្របដណ្តប់នៃអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត sp^2 របស់ប្រូមជាមួយអរប៊ីតាល់ 2p នៃភ្លុយអរ (**រូបទី12**)។ ម៉ូលេគុល BF_3 គឺជាប្លង់ជាមួយមុំ FBF ទាំងអស់ស្មើ 120°។ លទ្ធផលនេះអនុលោមទៅតាមការយល់ឃើញដោយពិសោធ ហើយក៏ទៅតាមការទស្សន៍ទាយរបស់វិធាន VSEPR ផងដែរ



រូបទី១២: អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត sp^2 របស់បរគ្រប ដណ្តប់ជាមួយអរប៊ីតាល់ 2p របស់ភ្លុយអ។ ម៉ូលេគុល BF_3 ជាទំរង់ប្លង់ ហើយមុំ FBF ទាំងអស់គឺ 120°

អ្នកអាចកត់សំគាល់ពីទំនាក់ទំនងចាំបាច់រវាងអ៊ីប្រីតកម្មជាមួយច្បាប់អដ្ឋតា។ ដោយមិនគិតថាវាជាប្រភេទនៃអ៊ីប្រីតកម្មអ្វីទេ អាតូមមួយដែលចាប់ផ្តើមជាមួយអរប៊ីតាល់ s មួយ និងអរប៊ីតាល់ p បីត្រូវតែមានអរប៊ីតាល់បួន ដែលវាគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីដាក់អេឡិចត្រុងប្រាំបីក្នុងសមាសធាតុមួយ។ ចំពោះធាតុក្នុងខួបទី**2** នៃតារាងខួប អេឡិចត្រុងប្រាំបីគឺជាចំនួនអតិបរមាដែលអាតូមមួយក្នុងចំណោមធាតុទាំងនេះអាចដាក់បានក្នុងស្រទាប់វ៉ាឡង់របស់វា។ ហេតុផលនេះ ហើយដែលច្បាប់អដ្ឋតាជាទូទៅត្រូវបានគោរពចំពោះធាតុនៅក្នុងខួបទី**2** ។

លក្ខណៈនេះគឺខុសគ្នាចំពោះអាតូមនៃធាតុខួបទី**3** ។ បើសិនជាយើងប្រើតែអរប៊ីតាល់ 3s និង 3p របស់អាតូមដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតក្នុងម៉ូលេគុលមួយ នោះទើបគោរពតាមច្បាប់អដ្ឋតា។ ទោះបីយ៉ាងណា ក្នុងម៉ូលេគុលខ្លះ អាតូមតែមួយអាចប្រើអរប៊ីតាល់ 3d មួយ ឬច្រើនបន្ថែមទៅលើអរប៊ីតាល់ 3s និង 3p ដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត។ ក្នុងករណី នេះ ច្បាប់អដ្ឋតាមិនត្រូវបានគោរពទេ។ យើងនឹងឃើញឧទាហរណ៍មួយនៃការចូលរួមរបស់អរប៊ីតាល់ 3d ក្នុងអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម។

ដើម្បីសង្ខេបការពិភាក្សារបស់យើងពីអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម យើងកត់សំគាល់ថា

- បញ្ហតិអ៊ីប្រ៊ីតកម្មគឺមិនត្រូវបានអនុវត្តទេចំពោះអាតូមសេរី។ វាជាគំរូទ្រឹស្តីដែលត្រូវប្រើដើម្បីពន្យល់ពីសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់តែប៉ុណ្ណោះ។
- អ៊ីប្រ៊ីតកម្មគឺជាបន្សំ យ៉ាងហោចណាស់ពីអរប៊ីតាល់អាតូមមិនសមមូលពីរ ឧទាហរណ៍ អរប៊ីតាល់ s និង p ដូច្នេះ អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតមិនមែនជាអរប៊ីតាល់អាតូមសុទ្ធនោះទេ។ អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតនិងអាតូមសុទ្ធមានទំរង់ខុសគ្នា យ៉ាងខ្លាំង។
- ចំនួនអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតដែលត្រូវបានបង្កើត គឺស្មើទៅនឹងចំនួនអរប៊ីតាល់អាតូមសុទ្ធដែលចូលរួមក្នុងដំណើរការអ៊ីប្រ៊ីតកម្មនោះ។
- អ៊ីប្រ៊ីតកម្មត្រូវការថាមពល។ ទោះបីយ៉ាងណា ប្រព័ន្ធបញ្ចេញថាមពលនេះទៅវិញក្នុងពេលការបង្កើតសម្ព័ន្ធ។
- សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ក្នុងម៉ូលេគុល និងអ៊ីយ៉ុងឌីអាតូមត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយការគ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត ឬក៏អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតជាមួយអរប៊ីតាល់មិនអ៊ីប្រ៊ីតមួយ។ ដូច្នេះ វិធីបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម វានៅតែត្រូវគ្របដណ្តប់ដោយទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់ដដែល។ អេឡិចត្រុងនៅក្នុងម៉ូលេគុលគឺត្រូវបានសន្មតថា តាំងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតរបស់អាតូមផ្សេងៗគ្នា។

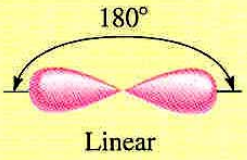
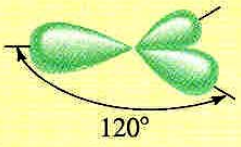
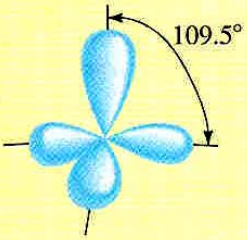
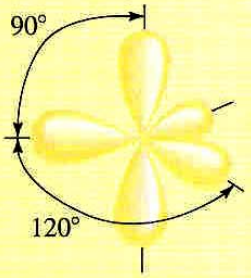
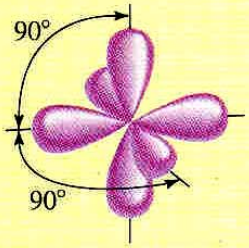
ដំណាក់កាលទាំងនោះមានដូចខាងក្រោម:

១- គូសទំរង់ឡ៊ីវីសនៃម៉ូលេគុល

២- ទស្សន៍ទាយពីតំរៀបទាំងមូលរបស់គូអេឡិចត្រុង (ទាំងគូសម្ព័ន្ធ និងគូមិនសម្ព័ន្ធ) ដោយប្រើ វិធាន VSEPR ។

៣- សន្មតអ៊ីប្រ៊ីតកម្មរបស់អាតូមមណ្ឌល ដោយផ្គូផ្គងការតំរៀបរបស់គូអេឡិចត្រុងជាមួយគូអេឡិចត្រុងរបស់អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត (មើលតារាងទី**4**)។

តារាងទី៤: អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីតសំខាន់ៗ និងទំរង់របស់វា

អរប៊ីតាល់អាតូមសុទ្ធ របស់អាតូមមណ្ឌល	អ៊ីប្រីតកម្មអាតូមមណ្ឌល	ចំនួនអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត	ទំរង់អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត	ឧទាហរណ៍
s, *p*	*sp*	2	 Linear	$BeCl_2$
s, *p*, *p*	sp^2	3	 Planar	BF_3
s, *p*, *p*, *p*	sp^3	4	 Tetrahedral	CH_4, NH_4^+
s, *p*, *p*, *p*, *d*	sp^3d	5	 Trigonal bipyramidal	PCl_5
s, *p*, *p*, *p*, *d*, *d*	sp^3d^2	6	 Octahedral	SF_6

ដំណើរការអ៊ីប្រឺតកម្មអរប៊ីតាល់អាតូម

មុននឹងយើងពិភាក្សាអំពីអ៊ីប្រឺតកម្មរបស់អរប៊ីតាល់ d ចូរកំណត់អោយច្បាស់ពីអ្វីដែលយើងចាំបាច់ត្រូវដឹងដើម្បីអនុវត្តអ៊ីប្រឺតកម្មទៅលើការចងសម្ព័ន្ធជាទូទៅក្នុងម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូម។ ជាការពិតទ្រឹស្តីអ៊ីប្រឺតកម្មគ្របដណ្តប់ទៅលើទ្រឹស្តីឡិវិស និងវិធាន VSEPR។ ដើម្បីកំណត់ពីភាពអ៊ីប្រឺតកម្មសមស្របទៅអោយអាតូមមណ្ឌលក្នុងម៉ូលេគុល យើងត្រូវ យល់ដឹងខ្លះៗអំពីធរណីមាត្ររបស់ម៉ូលេគុល។

ឧទាហរណ៍ទី៣: ចូរកំណត់ភាពអ៊ីប្រឺតកម្មរបស់អាតូមមណ្ឌល (គូសបន្ទាត់ពីក្រោម) ក្នុងម៉ូលេគុលខាងក្រោមនេះ

a- $\underline{Hg}Cl_2$ b- $\underline{Al}I_3$ c- $\underline{P}F_3$

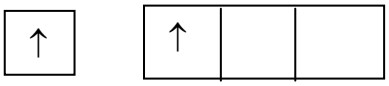
ចូរពិពណ៌នាអំពីដំណើរការអ៊ីប្រឺតកម្ម និងកំណត់ទំរង់ធរណីមាត្រក្នុងករណីនីមួយៗ។

ចំលើយ: (a) របាយអេឡិចត្រុងនៅភាពគ្រឹះរបស់ Hg គឺ $[Xe]\ 6s^2 4f^{14} 5d^{10}$ ដូច្នេះអាតូម Hg មានអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ពីរ (អេឡិចត្រុងនៅ 6s)។ ទំរង់ឡិវិសរបស់ $HgCl_2$ គឺ

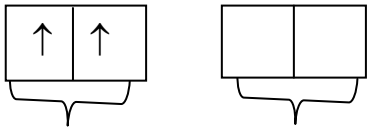
$$:\ddot{Cl} - Hg - \ddot{Cl}:$$

គ្មានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីនៅលើអាតូម Hg ទេ ដូច្នេះតំរៀបរបស់គូទ្វេតាអេឡិចត្រុងទាំងពីរជាបន្ទាត់ត្រង់ (មើលតារាងទី**1**)។ ពីតារាង **4** យើងអាចសន្និដ្ឋានថា Hg ជាអ៊ីប្រឺតកម្ម sp ពីព្រោះវាមានទំរង់ធរណីមាត្រនៃអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រឺតចំនួនពីរ។ ដំណើរការអ៊ីប្រឺតកម្មអាចត្រូវបានគិតទៅដល់លំនាំប្រព្រឹត្តដូចខាងក្រោម។ ដំបូង យើងត្រូវគូសដ្យាក្រាម នៅភាពគ្រឹះរបស់ Hg

ដោយផ្តល់អេឡិចត្រុងមួយនៅ 6s អោយទៅ អរប៊ីតាល់ 6p យើងបានគឺ

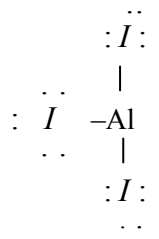


អរប៊ីតាល់ 6s និង 6p ផ្សំគ្នាដើម្បីបង្កើតបានជាអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រឺត sp

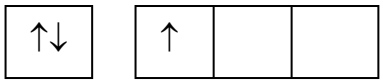


សម្ព័ន្ធ Hg – Cl ទាំងពីរគឺត្រូវបង្កើតឡើងដោយការគ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត sp របស់ Hg ជាមួយអ័រពី តាល់ 3p របស់អាតូម Cl ដូច្នេះ $HgCl_2$ ជាម៉ូលេគុលលើបន្ទាត់ត្រង់ ។

(b)- រចាយអេឡិចត្រុងរបស់ Al គឺ $[Ne]3s^2 3p^1$ ដូច្នេះ Al មានអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់បី ។ ទំរង់ ឡឺវិសរបស់ AlI_3 គឺ

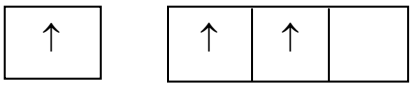


មានបីគូអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ និងមិនមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរនៅលើអាតូម Al ទេ។ តាមតារាងទី**1** យើងឃើញថា ទំរង់នៃគូអេឡិចត្រុងទាំងបីគឺជាត្រីមុខក្នុងបួង់ ហើយតាមតារាងទី**4** យើងសន្និដ្ឋាន Al ត្រូវតែជាអ៊ីប្រីតកម្ម sp^2 ក្នុង AlI_3 គំនូសតាងអរប៊ីតាល់នៅភាពគ្រឹះរបស់អាតូម Al គឺ



3s 3p

ដោយការតំឡើងអេឡិចត្រុង 3s ចំនួនមួយទៅក្នុងអរប៊ីតាល់ 3p យើងទទួលបានដូចខាងក្រោម



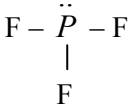
3s 3p

អរប៊ីតាល់ 3s និង 3p ផ្សំគ្នាបង្កើតបានអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត sp^2

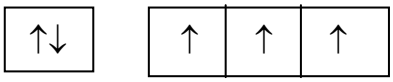
អរប៊ីតាល់ sp^2 អរប៊ីតាល់ 3p ទំនេរ

អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត sp^2 គ្របដណ្តប់ជាមួយអរប៊ីតាល់5pរបស់ I ដើម្បីបង្កើតជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ Al-I ចំនួនបី ។ ដូចនេះ យើងទស្សន៍ទាយថា ម៉ូលេគុល AlI_3 ជាត្រីមុខលើបួង់ ហើយមុំទាំងអស់គឺ 120° ។

c- រចាយអេឡិចត្រុងរបស់ P គឺ $[Ne]3s^2 3p^3$ ដូច្នេះអាតូម P មានប្រាំអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ ។ ទំរង់ឡឺវិសរបស់ PF_3 គឺ

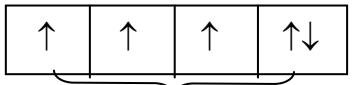


មានបីគូអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ និងមានទ្វេតាសើរមួយនៅលើអាតូម P ។ តាមតារាងទី**1** យើងឃើញថា តំរៀប ទាំងអស់របស់គូអេឡិចត្រុងទាំងបួនគឺជាទំរង់ចតុមុខ ហើយតាមតារាងទី**4** យើងសន្និដ្ឋានថា P ត្រូវតែជាអ៊ីប្រីតកម្ម sp^3 គំនូសតាងអរប៊ីតាល់របស់អាតូម P គឺ



3s 3p

ដោយការផ្សំគ្នារបស់អរប៊ីតាល់ 3s និង 3p យើងទទួលបានអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^3 ចំនួនបួន



អរប៊ីតាល់ sp^3

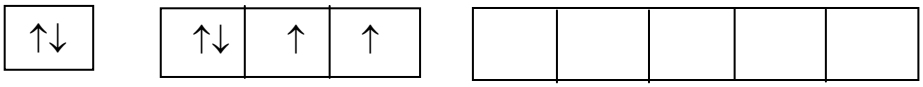
ដូចក្នុងករណី NH_3 ដែរ អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតមួយក្នុងចំណោមអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^3 គឺត្រូវបានប្រើដើម្បីផ្សំជាមួយទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរើលើអាតូម P។ អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^3 បីផ្សេងទៀតបង្កើតសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ P – F ជាមួយអរប៊ីតាល់ 2p របស់ F។ យើងទស្សន៍ទាយទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ម៉ូលេគុលពីរ៉ាមីតត្រីកោណ មុំ FPF គួរតែមានតំលៃតូចជាង $109,5^o$ ។

លំហាត់អនុវត្ត: ចូរកំណត់ភាពអ៊ីប្រ៊ីតកម្មរបស់អាតូមដែលគូសបន្ទាត់ពីក្រោមក្នុងសមាសធាតុខាងក្រោមនេះ (a) $\underline{Si}Br_4$ និង (b) $\underline{B}Cl_3$

អ៊ីប្រ៊ីតកម្មអរប៊ីតាល់ s , p និង d

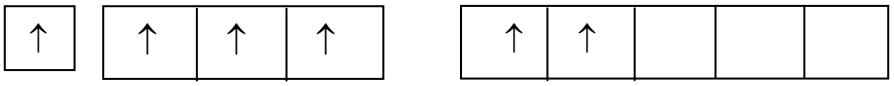
យើងបានដឹងថា ទ្រឹស្តីអ៊ីប្រ៊ីតកម្មពន្យល់យ៉ាងច្បាស់ពីការចងសម្ព័ន្ធដែលទាក់ទងទៅនឹងអរប៊ីតាល់ s និង p ។ ទោះបីយ៉ាងណា ចំពោះធាតុនៅក្នុងខួបទី**3** និងក្រោយខួបទី**3** យើងមិនអាចពន្យល់ពីទំរង់ធរណីមាត្រម៉ូលេគុលដោយការសន្មតថា មានតែអរប៊ីតាល់ s និង p ប៉ុណ្ណោះទេ ដែលធ្វើអ៊ីប្រ៊ីតកម្មនោះ។ ឧទាហរណ៍ ដើម្បីយល់ពីការបង្កើតម៉ូលេគុលជាមួយនឹងទំរង់ធរណីមាត្របីពីរ៉ាមីតត្រីមុខ និងអដ្ឋមុខ យើងត្រូវរាប់បញ្ចូលទាំងអរប៊ីតាល់ d ក្នុងបញ្ហត្តិអ៊ីប្រ៊ីតដែរ។

ចូរពិនិត្យមើលម៉ូលេគុល SF_6 ជាឧទាហរណ៍មួយ។ ក្នុងផ្នែកទី**1** យើងបានដឹងថាម៉ូលេគុលនេះមានទំរង់អដ្ឋមុខ ដែលជាតំរៀបនៃ**6**គូអេឡិចត្រុង។ តារាងទី**4** បង្ហាញថា អាតូម S ជាអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp^3d^2 ក្នុង SF_6 ។ រចាយអេឡិចត្រុងនៅភាពគ្រឹះរបស់ S គឺ $[Ne]3s^23p^4$



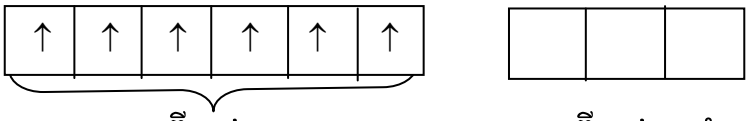
3s 3p 3d

ដោយសារ កំរិត 3d មានថាមពលជិតខ្លាំងធ្វើបទៅនឹង កំរិត 3s និង 3p យើងអាចតំឡើងអេឡិចត្រុង 3s និង 3p ទៅអោយអរប៊ីតាល់ 3d ចំនួនពីរ។



3s 3p 3d

ដោយបន្សុំអរប៊ីតាល់ 3s មួយ 3p ពីរ និង 3d បី បង្កើតបានអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត sp^3d^2 ប្រាំមួយ:



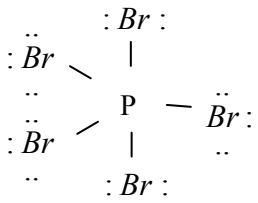
អរប៊ីតាល់ sp^3d^2 អរប៊ីតាល់ 3d ទំនេរ

សម្ព័ន្ធ S–F ត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយការត្រួបដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីតនៃអាតូម S ជាមួយអរប៊ីតាល់ 2p របស់អាតូម F។ ដោយមាន**12**អេឡិចត្រុងនៅជុំវិញអាតូម S ដូច្នេះវាមិនគោរពតាមច្បាប់អដ្ឋតាទេ។ ការប្រើអរប៊ីតាល់ d បន្ថែមទៅលើអរប៊ីតាល់ s និង p ដើម្បីបង្កើតភាពលើសពីច្បាប់អដ្ឋតា គឺលើសក្នុងស្រទាប់វ៉ាឡង់។ ធាតុក្នុងខួបទី**2** មិនដូចធាតុក្នុងខួបទី**3** ដោយសារវាមិនមានកំរិតថាមពល 2d ទេ ដូច្នេះវាមិនដែលមានលើសក្នុងស្រទាប់វ៉ាឡង់របស់វាទេ ហេតុនេះ អាតូមនៃធាតុខួបទី**2** មិនដែលមានព័ទ្ធជុំវិញវា ច្រើនជាងប្រាំបីទេ នៅក្នុងសមាសធាតុរបស់វា។

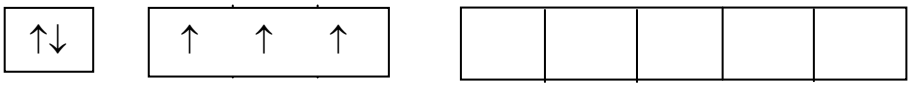
ឧទាហរណ៍ទី**4** ទាក់ទងទៅនឹងការលើសអេឡិចត្រុងក្នុងស្រទាប់វ៉ាឡង់របស់ធាតុក្នុងខួបទី**3**

ឧទាហរណ៍ទី ៤: ចូរពិភាក្សាពីភាពអ៊ីប្រីតកម្មរបស់ផូស្វ័រនៅក្នុងផូស្វ័របង់តាប្រូមួ (PBr_5)

ចំលើយ: ទំរង់ឡឺវិសរបស់ PBr_5 គឺ

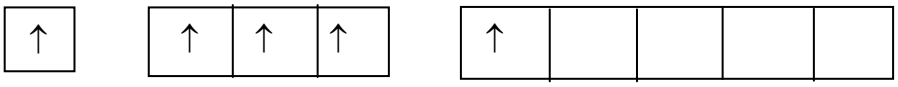


តារាងទី**1** បញ្ជាក់ថាតំរៀបនៃគូអេឡិចត្រុងឌីពីរ៉ាមីតត្រីកោណ។ តាមតារាងទី**4** យើងយល់ថានេះជាទំរង់អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត sp^3d ទាំងប្រាំ។ ដូច្នេះ P ត្រូវតែជា sp^3d ដែលរងអ៊ីប្រីតកម្មក្នុង PBr_5 នៅភាពត្រឹះរបាយអេឡិចត្រុងរបស់ P គឺ $[Ne]3s^23p^3$។ ដើម្បីពិភាក្សាអំពីដំណើរអ៊ីប្រីតកម្ម យើងចាប់ផ្តើមជាមួយគំនូសតាងអរប៊ីតាល់ របស់ P



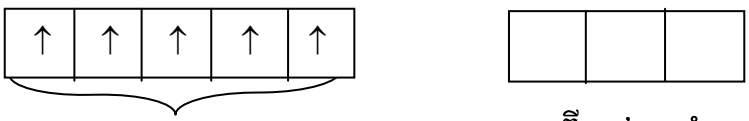
3s 3p 3d

ការតំឡើងអេឡិចត្រុងក្នុង 3s អោយទៅអរប៊ីតាល់ 3d យើងទទួលបានដូចខាងក្រោម



3s 3p 3d

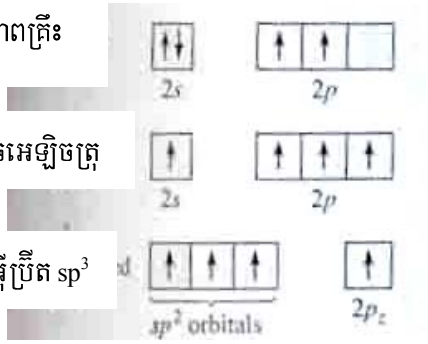
ដោយបន្សុំអរប៊ីតាល់ 3s មួយ 3p បី និង 3d មួយ បង្កើតបានអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត sp^3d ចំនួនប្រាំ



អរប៊ីតាល់ sp^3d អរប៊ីតាល់ 3d ទំនេរ

អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតទាំងនេះត្រួបដណ្តប់ជាមួយអរប៊ីតាល់ 4p របស់ Br ដើម្បីបង្កើតជាសម្ព័ន្ធ កូវ៉ាឡង់ P – Br ។ ដោយមិនមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសើរនៅលើអាតូម P ទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ PBr_5 ជាឌីពីរ៉ាមីតត្រីកោណ។

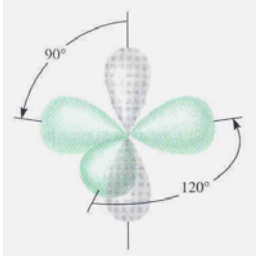
លំហាត់អនុវត្ត: ចូរពិភាក្សាអំពីភាពអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម របស់ S ក្នុង SeF_6 ។



រូបទី១៣: អ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp^2 របស់អាតូមកាបូន។ អរប៊ីតាល់ 2s ត្រូវបានផ្សំជាមួយតែពីរអរប៊ីតាល់ 2p ដើម្បីបង្កើតបានអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត 2p ដែលមានលំនឹងបី ដំណើរការនេះនៅសល់អេឡិចត្រុងមួយនៅលើអរប៊ីតាល់មិនអ៊ីប្រ៊ីត គឺអរប៊ីតាល់ $2p_z$

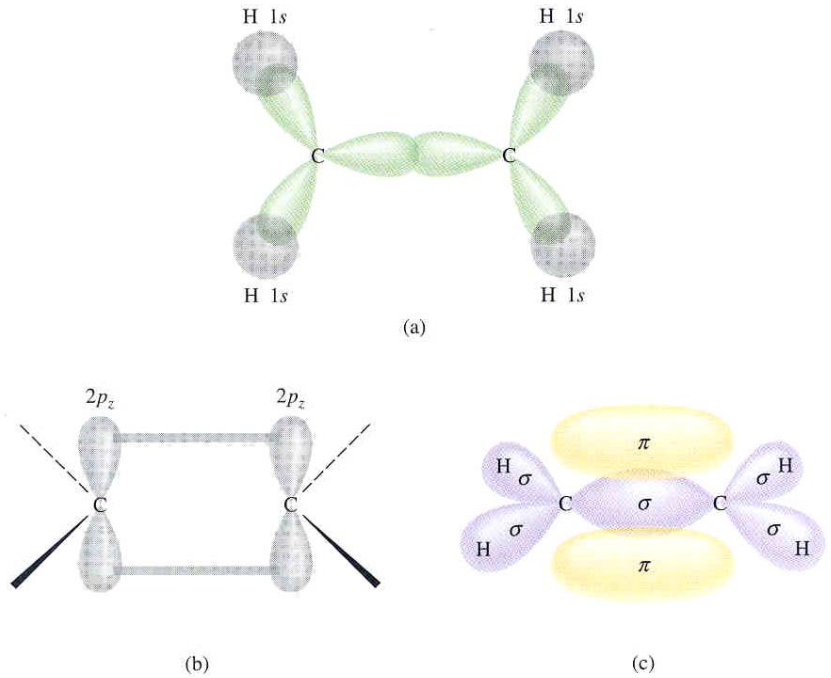
៥ អ៊ីប្រ៊ីតកម្មក្នុងម៉ូលេគុលដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងបីជាន់

បញ្ញត្តិអ៊ីប្រ៊ីតកម្មមានប្រយោជន៍ផងដែរចំពោះម៉ូលេគុលដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងបីជាន់។ ចូរពិនិត្យមើលម៉ូលេគុលអេទីឡែន C_2H_4 ជាឧទាហរណ៍។ តាមឧទាហរណ៍ទី**1** យើងឃើញថា C_2H_4 មានសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូន និងមានទំរង់ធរណីមាត្រក្នុងបួង់។ ទាំងទំរង់ធរណីមាត្រ និងទាំងសម្ព័ន្ធអាចត្រូវបានយល់ច្បាស់ បើសិនយើងសន្មតថា អាតូមកាបូននីមួយៗជាអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp^2 ។ រូបទី**13** បង្ហាញពីគំនូសតាងនៃដំណើរការអ៊ីប្រ៊ីតកម្មនេះ។ យើងសន្មតថា មានតែអរប៊ីតាល់ $2p_x$ និង $2p_y$ ទេដែលផ្សំជាមួយអរប៊ីតាល់ 2s និងមានតែអរប៊ីតាល់ $2p_y$ ទេដែលមិនប្រែប្រួល។ រូបទី**14** បង្ហាញថា អរប៊ីតាល់ $2p_z$ កែងទៅនឹងបួង់នៃអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត។ ពេលនេះ តើយើងយល់បែបណាចំពោះសម្ព័ន្ធអាតូមកាបូន ? ដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី**15** អាតូមកាបូននីមួយៗប្រើអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^2 ចំនួនបីដើម្បីបង្កើតសម្ព័ន្ធចំនួនពីរជាមួយអរប៊ីតាល់ 1s របស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែនពីរ និងសម្ព័ន្ធមួយជាមួយអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^2 របស់អាតូមកាបូនដែលនៅជិតវា។ លើសពីនេះ ទៅទៀត អរប៊ីតាល់ $2p_z$ មិនអ៊ីប្រ៊ីតចំនួនពីររបស់អាតូមកាបូន បង្កើតសម្ព័ន្ធមួយទៀតដោយការត្រួបដណ្តប់ពីចំហៀង (រូបទី**15**)។

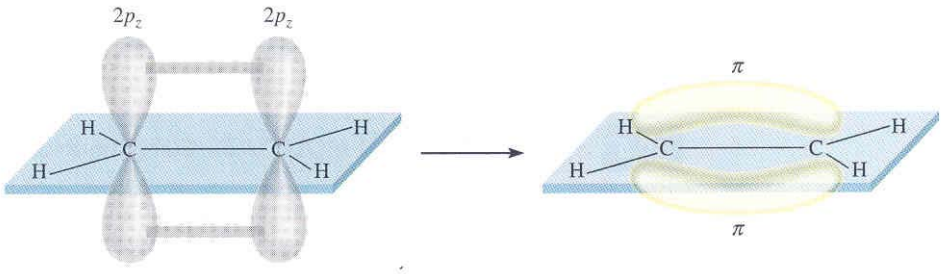


រូបទី១៤: អាតូមកាបូននីមួយៗនៅក្នុងម៉ូលេគុល C_2H_2 មានអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^2 ចំនួនបី និងអរប៊ីតាល់មិនអ៊ីប្រ៊ីត $2p_z$ មួយដែលកែងទៅនឹងបួង់នៃអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត។

មានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ពីរប្រភេទខុសគ្នាក្នុង C_2H_4 ។ សម្ព័ន្ធចំនួនបីដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយអាតូមកាបូន (រូបទី**15**(a)) ទាំងអស់ជា**សម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា (សម្ព័ន្ធ σ)** សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ ដែលត្រូវបង្កើតឡើងដោយការគ្របដណ្តប់អរប៊ីតាល់ ផ្នែកខាងចុង-ផ្នែកខាងចុង ដែលដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងករនៅក្នុងណ្វៃយ៉ូនៃអាតូម សម្ព័ន្ធ។ ប្រភេទទី**2** ត្រូវបានគេហៅថា **សម្ព័ន្ធពី (សម្ព័ន្ធπ)** ដែលត្រូវបានកំណត់ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ដែលត្រូវបង្កើតឡើងដោយអរប៊ីតាល់គ្របដណ្តប់អរប៊ីតាល់ពីចំហៀង ដែលដង់ស៊ីតេអេឡិច-ត្រុងករនៅផ្នែកខាងលើ និងខាងក្រោមបួង់របស់ណ្វៃយ៉ូនៃអាតូមសម្ព័ន្ធ។ អាតូមកាបូនចំនួនពីរបង្កើត*សម្ព័ន្ធពី* មួយ (សម្ព័ន្ធπ) ដូចដែលបង្ហាញក្នុងរូបទី**15** (b)។ ការបង្កើតសម្ព័ន្ធ*ពី* (សម្ព័ន្ធπ) នេះហើយដែលធ្វើអោយអេទីឡែនមានទំរង់ធរណីមាត្ររបស់រាជាបួង់។ រូបទី**15** (c) បង្ហាញពីការដៅទិសនៃសម្ព័ន្ធស៊ីម៉ា និង សម្ព័ន្ធពី (សម្ព័ន្ធπ)។ រូបទី**16** ជាវិធីមួយទៀតនៃការមើលឃើញម៉ូលេគុល C_2H_4 ដែលស្ថិតលើបួង់និងការបង្កើតសម្ព័ន្ធពី។ ទោះបីជាយើងជាធម្មតាតាងសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-កាបូន (C=C) (ដូចក្នុងទំរង់ ឡឺវិស) ក៏ដោយ តែជាចាំបាច់ត្រូវចាំថា សម្ព័ន្ធទាំងពីរជាប្រភេទខុសគ្នា គឺមួយជាសម្ព័ន្ធ ***ស៊ីចម៉ា*** ហើយមួយ ទៀតជា***សម្ព័ន្ធពី*** (សម្ព័ន្ធπ)។



រូបទី១៥:សម្ព័ន្ធនៅក្នុងអេទីឡែន (C_2H_4) (a)- នៅផ្នែកខាងលើ របស់សម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា រវាងអាតូមកាបូន និងរវាងអាតូមកាបូន និងអាតូមអ៊ីដ្រូសែន។ (b)- ផ្នែក ចំហៀងបង្ហាញពីរបៀបអរប៊ីតាល់ $2p_z$ ចំនួនពីរនៅលើអាតូមកាបូនពីរដែលគ្របដណ្តប់គ្នាដើម្បីបង្កើតសម្ព័ន្ធពីមួយ (សម្ព័ន្ធπ)។ (c)- អន្តរកម្ម (a) និង (b)នាំទៅដល់ការបង្កើតសម្ព័ន្ធពី និងសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាក្នុងអេទីឡែន។ ចូរចំណាំ ថាសម្ព័ន្ធពីស្ថិតនៅខាងលើ និងខាងក្រោមបួង់នៃម៉ូលេគុល។

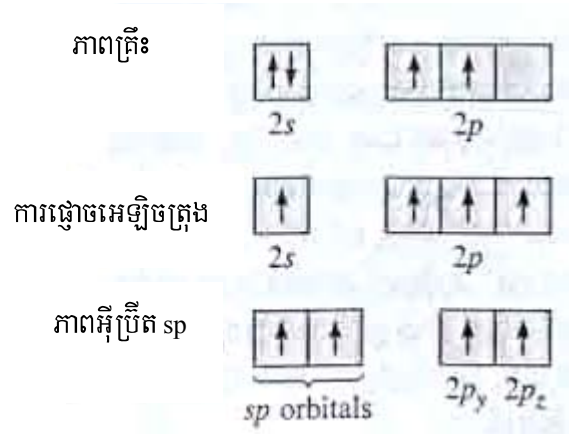


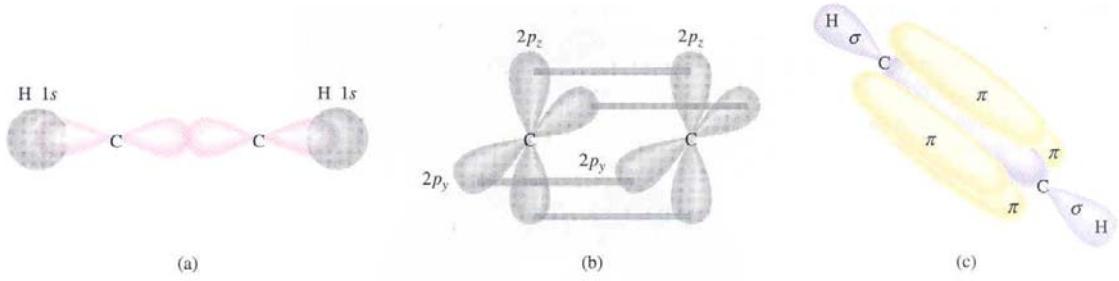
រូបទី១៦:ការពិនិត្យមើលមួយទៀតនៃការបង្កើតសម្ព័ន្ធពីក្នុងម៉ូលេគុល (C_2H_4) ។ចូរចំណាំថា អាតូមទាំងប្រាំមួយនៅលើប្លង់តែមួយ ។ អរប៊ីតាល់ $2p_z$ គ្របដណ្តប់គ្នាបណ្តាលម៉ូលេគុលស្ថិតនៅលើប្លង់តែមួយ ។

ម៉ូលេគុលអាសេទីឡែន (C_2H_2) មានសម្ព័ន្ធបីជាន់កាបូន-កាបូន ។ ដោយម៉ូលេគុលជាប្លង់ យើងអាចពន្យល់ទំរង់ ជាក់ស្តែងថាមពលសម្ព័ន្ធនៃសម្ព័ន្ធពី និងសុិចម៉ារវាងកាបូន-កាបូន គឺប្រហែល 270kJ/mol និង 350kJ/mol តាមរឿង ។

ម៉ូលេគុលអាសេទីឡែន (C_2H_2) មានសម្ព័ន្ធបីជាន់រវាងកាបូន-កាបូន ។ដោយសារម៉ូលេគុលនេះជាបន្ទាត់ត្រង់ យើងអាចពន្យល់ពីទំរង់ធរណីមាត្រ និងសម្ព័ន្ធរបស់វាដោយសន្មតថា អាតូមកាបូននីមួយៗគឺជាអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp ដោយបន្សុំអរប៊ីតាល់ 2s ជាមួយអរប៊ីតាល់ $2p_x$ រូបទី**17** ។ រូបទី**18** បង្ហាញថា អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp ចំនួនពីរនៃអាតូមកាបូននីមួយៗបង្កើតសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាមួយជាមួយអរប៊ីតាល់ 1s របស់អ៊ីដ្រូសែន ហើយសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាមួយផ្សេងទៀតជាមួយអាតូមកាបូនដទៃទៀត ។ លើសពីនេះទៀត សម្ព័ន្ធពីចំនួនពីរ ត្រូវបានបង្កើតដោយការគ្រប ដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់មិនអ៊ីប្រ៊ីត $2p_y$ និង $2p_z$ នៅផ្នែកចំហៀង ។ ដូច្នេះ សម្ព័ន្ធ C≡C គឺត្រូវបង្កើតឡើងដោយសម្ព័ន្ធស៊ីម៉ាមួយ និងសម្ព័ន្ធពីចំនួនពីរ ។

រូបទី១៧: អ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp របស់អាតូមកាបូន ។ អរប៊ីតាល់ 2s ត្រូវបានបន្សុំតែជាមួយ អរប៊ីតាល់ 2p មួយ ដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់ដែលរងអ៊ីប្រ៊ីតចំនួនពីរ ។ ដំណើរការនេះមានសល់អេឡិចត្រុងមួយក្នុងអរប៊ីតាល់ 2p ដែលមិនរងអ៊ីប្រ៊ីតចំនួនពីរ ហើយជាធម្មតា ជាអរប៊ីតាល់ $2p_y$ និងអរប៊ីតាល់ $2p_z$ ។

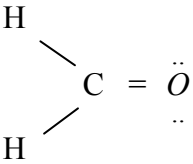




រូបទី១៨: សម្ព័ន្ធក្នុងអាសេទីឡែន C_2H_2 (a)- នៅផ្នែកខាងលើបង្ហាញពីការគ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ sp រវាងអាតូមកាបូន និងការគ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ sp ជាមួយអរប៊ីតាល់ 1s របស់អាតូមកាបូន និងអ៊ីដ្រូសែន។ អាតូមទាំងអស់ត្រូវស្ថិតនៅលើបន្ទាត់ត្រង់មួយដូច្នេះអាសេទីឡែនជាម៉ូលេគុលបន្ទាត់ត្រង់។ (b)- ផ្នែកចំហៀងបង្ហាញពីការគ្របដណ្តប់នៃអរប៊ីតាល់ $2p_y$ចំនួនពីរ និងអរប៊ីតាល់ $2p_z$ ចំនួនពីររបស់អាតូមកាបូនពីរដែលបង្កើតសម្ព័ន្ធពីចំនួនពីរ។ (c)- ការបង្កើតសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា និងសម្ព័ន្ធពី ជាលទ្ធផលនៃអន្តរកម្មក្នុង (a) និង (b)

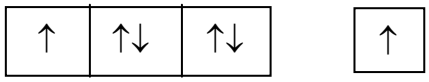
វិធីខាងក្រោមនេះ ជួយយើងទស្សន៍ទាយពីអ៊ីប្រិតកម្មនៃម៉ូលេគុលដែលមានសម្ព័ន្ធច្រើនជាន់ ដូចជា: បើសិនអាតូម មណ្ឌលបង្កើតសម្ព័ន្ធពីរជាន់ វារងអ៊ីប្រិកម្មជា sp^2។ បើសិនវាបង្កើតពីសម្ព័ន្ធពីរជាន់ចំនួនពីរ ឬសម្ព័ន្ធបីជាន់វារងអ៊ីប្រិតកម្មជា sp។ ច្បាប់ចំណាំក្បួននេះអនុវត្តបានតែទៅលើអាតូមរបស់ធាតុនៅក្នុងខួបទី2ប៉ុណ្ណោះ។ អាតូមនៃខួបទី3 និងអាតូមនៅក្រោយខួបទី3ដែលបង្កើតពហុសម្ព័ន្ធបង្ហាញលក្ខណៈស្មុគស្មាញ ហើយនឹងមិនត្រូវបានពិភាក្សានៅពេលនេះទេ។

ឧទាហរណ៍ទី៥: ចូរពិភាក្សាអំពីសម្ព័ន្ធក្នុងម៉ូលេគុលផរម៉ាល់ដេអ៊ីដដែលទំរង់ឡឺវីសរបស់វាគឺ



ដោយសន្មតថា អាតូម O គឺ sp^2 រងអ៊ីប្រិតកម្ម។

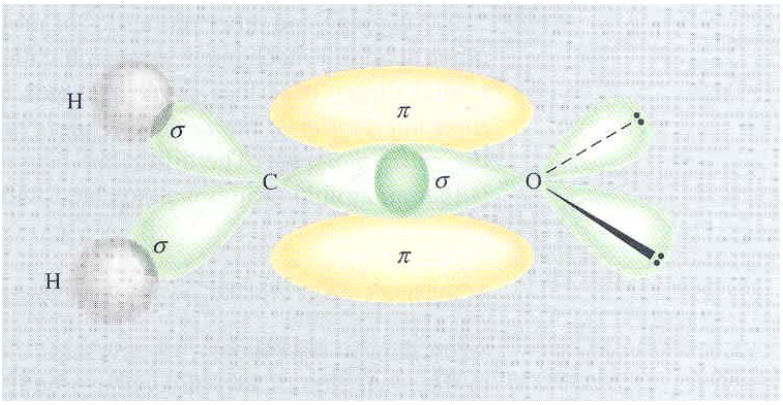
ចំលើយ: យើងសំគាល់ថា អាតូម C (ក្នុងខួបទី2) មានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ ដូច្នេះវាគឺ sp^2ដែលរងអ៊ីប្រិត គំនូសតាងរបស់អាតូម O គឺ



sp^2 $2p_z$

អរប៊ីតាល់ sp^2 ពីររបស់អាតូមកាបូនបង្កើតសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាជាមួយអាតូមអ៊ីដ្រូសែន ហើយអរប៊ីតាល់ sp^2 ទីបីបង្កើតសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាជាមួយអរប៊ីតាល់ sp^2 របស់អាតូម O ។ អរប៊ីតាល់ $2p_z$ របស់អាតូមកាបូនគ្របដណ្តប់ជាមួយអរប៊ីតាល់ $2p_z$ របស់អាតូម O ដើម្បីបង្កើតទៅជាសម្ព័ន្ធពី។ ទ្វេតាមិនសម្ព័ន្ធចំនួនពីរនៅលើអាតូម O គឺត្រូវបានជំនួសក្នុងអរប៊ីតាល់ sp^2 ដែលនៅសល់ (រូបទី**19**)។

រូបទី១៩៖ សម្ព័ន្ធក្នុងម៉ូលេគុលផរម៉ាល់ដេអ៊ីត។ សម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាមួយគឺត្រូវបានបង្កើតដោយការត្រួបដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^2 របស់អាតូម C ហើយនិងអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^2 របស់អុកស៊ីសែន សម្ព័ន្ធពីគឺត្រូវបង្កើតដោយការត្រួបដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ $2p_z$ របស់អាតូមកាបូន និងអុក ស៊ីសែន ទ្វេតាសើរចំនួនពីរ នៅលើអុកស៊ីសែនគឺត្រូវជំនួសដោយពីរអរប៊ីតាល់ sp^2 ផ្សេងទៀតរបស់អាតូមអុកស៊ីសែន។



លំហាត់អនុវត្ត: ចូរពិភាក្សាពីសម្ព័ន្ធក្នុងម៉ូលេគុល HCN ដោយសន្មតថា N គឺជាអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp ។

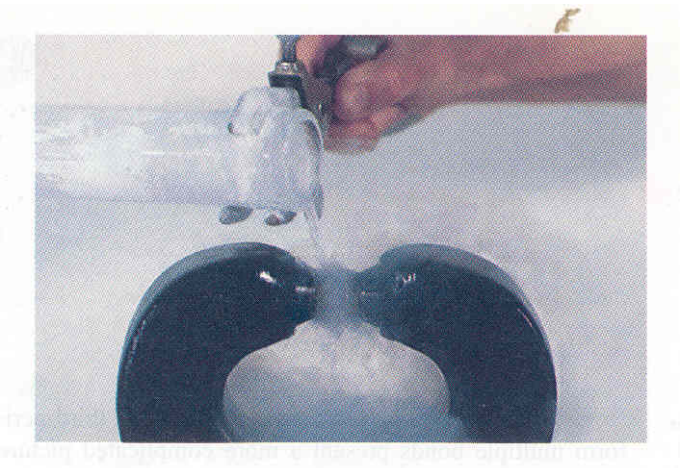
៦ ទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល

ទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់ គឺជាទ្រឹស្តីមួយក្នុងចំណោមគោលការណ៍មេកានិចកង់ទិចទាំងពីរដែលពន្យល់ពីសម្ព័ន្ធក្នុងម៉ូលេគុល។ ទ្រឹស្តីនេះពន្យល់ទាំងកិរិតស្ថិរភាពរបស់សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ចំពោះការត្រួបដណ្តប់អរប៊ីតាល់អាតូម។ ដោយប្រើបញ្ហត្តិអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម ទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់អាចពន្យល់ពីទំរង់ធរណីមាត្រម៉ូលេគុលដែលត្រូវទស្សន៍ទាយតាមវិធាន VSEPR។ ទោះយ៉ាងណា ការសន្មតដែលថាអេឡិចត្រុងក្នុងម៉ូលេគុលមួយតាំងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់អាតូមនៃអាតូមផ្សេងៗគ្នា អាចគ្រាន់ តែជាការប្រមាណទុកប៉ុណ្ណោះ ដោយសារអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធនីមួយៗក្នុងម៉ូលេគុលត្រូវតែស្ថិតនៅក្នុងអរប៊ីតាល់នោះ ហើយដែលជាលក្ខណៈម៉ូលេគុលទាំងមូល។

ក្នុងករណីខ្លះ ទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់មិនអាចពន្យល់អោយបានច្បាស់លាស់ចំពោះលក្ខណៈម៉ូលេគុលដែលត្រូវសង្កេតទេ។ សូមពិនិត្យមើលម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនទំរង់ឡឺវិសរបស់វាគឺ $\ddot{O}=\ddot{O}$

ដោយយោងទៅតាមការពិណានានេះ អេឡិចត្រុងទាំងអស់នៅក្នុង O_2 ស្ថិតនៅគូៗ ដូច្នេះអុកស៊ីសែនគួរតែជាឌីម៉ាញ៉ែទិច។ ប៉ុន្តែតាមពិសោធបានបញ្ជាក់ថា ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនមានអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធពីរ (រូបទី**20**)។ ការយល់ឃើញនេះមិនទាន់គ្រប់គ្រាន់ក្នុងទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់ទេ ការសិក្សាមួយដែលសមស្របក្នុងការសិក្សាស្រាវជ្រាវចំពោះដំណើរការបំរែបំរួលសម្ព័ន្ធដែលពន្យល់ពីលក្ខណៈរបស់ O_2 និងអាតូមផ្សេងទៀតដែលមិនចាំបាច់ ទស្សន៍ទាយតាមទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់។

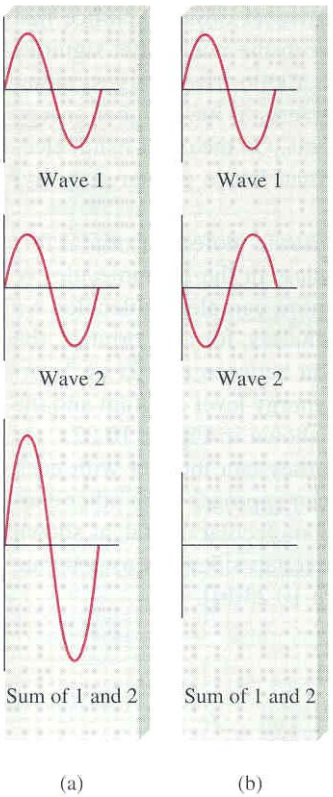
រូបទី២០: សូលុយស្យុងទឹកអុកស៊ីសែនចាប់ជាមួយប៉ូលមេដែកពីព្រោះម៉ូលេគុល O_2 ជាប៉ារ៉ាម៉ាញ៉េទិច។



លក្ខណៈម៉ាញ៉េទិច និងលក្ខណៈផ្សេងៗទៀតរបស់ម៉ូលេគុលជួនកាលត្រូវបានពន្យល់យ៉ាងច្បាស់ តាមគោលការណ៍មេកានិចដទៃទៀតដែលមានឈ្មោះថាទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល (OM)។ ទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពិណនាអំពីសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ចំពោះ**អរប៊ីតាល់មូលេគុល**ដែលកើតឡើងពីអន្តរអំពើរបស់អរប៊ីតាល់អាតូមនៃអាតូមសម្ព័ន្ធ ហើយដែលទាក់ទងនឹងម៉ូលេគុលទាំងមូល។ លក្ខណៈខុសគ្នារវាងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល និងអរប៊ីតាល់អាតូម គឺថាអរប៊ីតាល់អាតូមទាក់ទងត្រឹមតែជាមួយអាតូមមួយប៉ុណ្ណោះ។

អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ និងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ

យោងតាមទ្រឹស្តី OM ការគ្របដណ្តប់នៃអរប៊ីតាល់ 1s របស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែនពីរនាំអោយមានការបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពីរដែរ: មួយជាអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ និងមួយទៀតជាអ័រពីតាលម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ។ **អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ** គឺមានថាមពលទាប ហើយមានស្ថិរភាពជាងអរប៊ីតាល់ អាតូមដែលវាត្រូវបានបង្កើត។ **អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ** គឺមានថាមពលខ្ពស់ជាង និងមានស្ថិរភាពទាបជាងអរប៊ីតាល់អាតូមដែលវាត្រូវបានបង្កើតទេ។ ពាក្យថា "សម្ព័ន្ធ" និង "បដិសម្ព័ន្ធ" សំដៅទៅលើ អេឡិចត្រុងតាំងក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធដែលនាំអោយសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មានស្ថិរភាព និងអេឡិចត្រុងតាំងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុមិនសម្ព័ន្ធដែលនាំអោយសម្ព័ន្ធគ្មានស្ថិរភាព។



ក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងគឺធំជាងគេរវាងណ្យូរបស់អាតូមសម្ព័ន្ធ។ ចំណែកឯក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេ-គុលអង់ទីសម្ព័ន្ធ ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងថយចុះដល់សូន្យរវាងណ្យូ

របស់អាតូមសម្ព័ន្ធ។ យើងអាចយល់ពីភាពខុសគ្នានេះ បើសិនយើងរំលឹកទៅដល់អេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់មានលក្ខណៈរលក។ លក្ខណៈតែមួយដើម្បីអោយមានរលករបស់ប្រភេទគីមីដូចគ្នាគឺវាធ្វើអន្តរអំពើតាមរបៀបមួយដែលរលកកើតឡើងមានការបង្កើនអំភ្លឺទុត ឬការបន្ថយអំភ្លឺទុត។ ក្នុងករណីមុនយើងអោយឈ្មោះថា ការបង្កើនអន្តរកម្មបន្សំរលកពីរ ឬបីហើយក្នុង ករណីបន្ទាប់នេះ វាជាការបន្ថយបន្សំរលក ពីរ ឬបី។

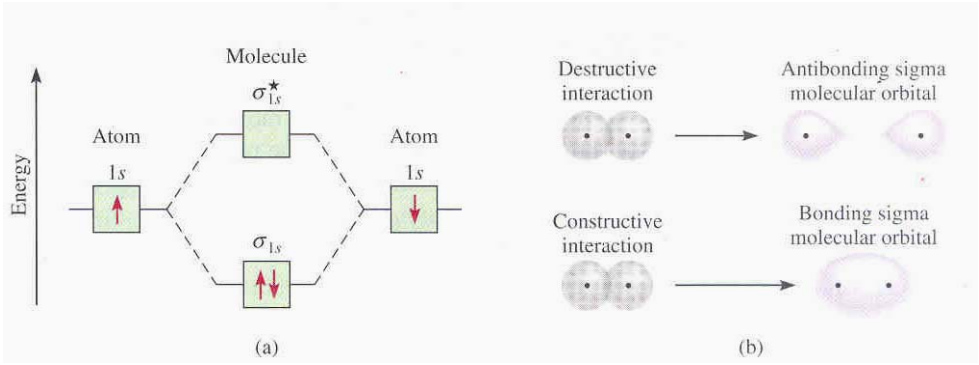
ការបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធត្រូវគ្នាទៅនឹងការបង្កើនបន្សំរលកពីរ ឬបី (បង្កើនអំភ្លឺទុតគឺដូចជាបង្កើន ដង់ស៊ីតេ អេឡិចត្រុង រវាងណ្យូក្លេអ៊ែរទាំងពីរ)។ ការបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធត្រូវគ្នាទៅនឹងការបន្ថយបន្សំរលកពីរ ឬបី (ការបន្ថយ អំភ្លឺទុត គឺដូចទៅនឹងការបន្ថយ ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងរវាងណ្យូក្លេអ៊ែរទាំងពីរ)។ ការបង្កើន និងបន្ថយអន្តរអំពើរវាងអរប៊ីតាល់ 1s ចំនួនពីរក្នុងម៉ូលេគុល H_2 នោះនាំអោយមានការបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា (σ_{1s}) ហើយនិងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល បដិសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា (σ^*_{1s})។

អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា	អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា
↘	↘
σ_{1s}	σ^*_{1s}
↖	↖
ដែលត្រូវបង្កើតពីអរប៊ីតាល់ 1s	ដែលត្រូវបង្កើតពីអរប៊ីតាល់ 1s

ដែលសញ្ញាផ្កាយបញ្ជាក់ពីរអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ។

នៅក្នុង**អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលស៊ីចម៉ា** (សម្ព័ន្ធ ឬបដិសម្ព័ន្ធ) ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងត្រូវបានប្រមូលការរវាងណ្យូក្លេអ៊ែរទាំងពីររបស់អាតូមសម្ព័ន្ធ។ អេឡិចត្រុងពីរនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលស៊ីចម៉ា បង្កើតសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា (មើលរូបទី**5**)។ ចូរចាំថា សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់**1**ជាន់ (ដូចជា H – H ឬ H – F)វាសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា។

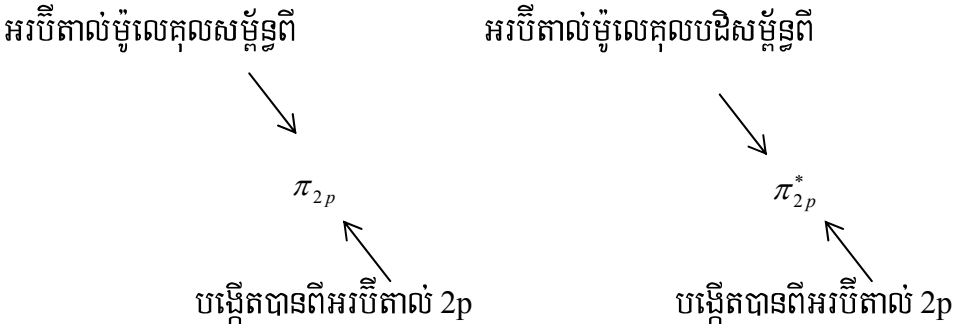
រូបទី**22** បង្ហាញពីគំនូសតាងកំរិតថាមពលម៉ូលេគុលនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល មានន័យថាកំរិតថាមពលធ្យេប នៃអរប៊ីតាលបង្កើតក្នុងម៉ូលេគុល H_2 ព្រមទាំងការបង្កើត និងបណ្តាច់អន្តរកម្មរវាងអរប៊ីតាល់ 1s ទាំងពីរ។ ចូរចំណាំថា នៅក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ មានថ្នាំងរវាងណ្យូក្លេអ៊ែរដែលបញ្ជាក់តំលៃដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងស្មើសូន្យ។ ណ្យូក្លេអ៊ែរច្រានគ្នាទៅវិញទៅមកដោយបន្ទុកវិជ្ជមាន។ អេឡិចត្រុងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធថាមពលខ្ពស់ (មានស្ថិរភាពទាប) ជាងអេឡិចត្រុងមានក្នុងអាតូមសេរី។ ម្យ៉ាងវិញទៀត អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធមានថាមពលទាប (មានស្ថិរភាពខ្ពស់) ជាងអេឡិចត្រុងមាននៅក្នុងអាតូមសេរី។



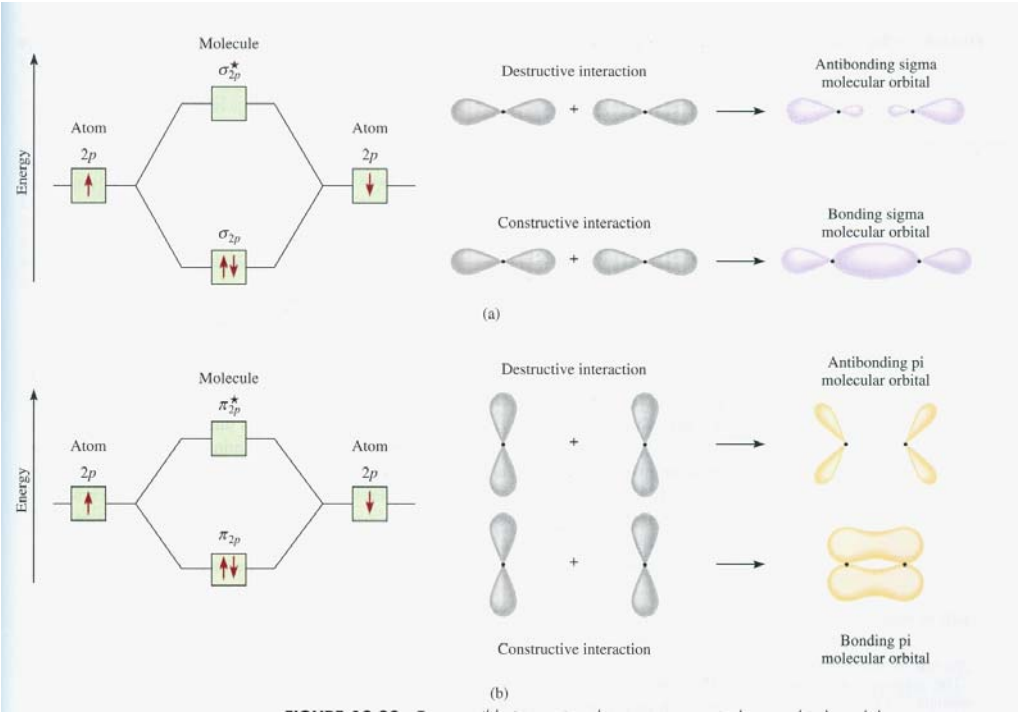
រូបទី២២: (a) ការិតថាមពលអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ និងបដិសម្ព័ន្ធ។ ចូរចំណាំថា អេឡិចត្រុងចំនួនពីរនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ត្រូវតែមានស្ពិនផ្ទុយគ្នាតាមគោលការណ៍ប៉ៅលី ហើយថាមពលខ្ពស់របស់អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលនោះអេឡិចត្រុងគ្មានស្ថិរភាពក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលទេ។ (b)-ការបង្កើត និងបណ្តាច់អន្តរកម្មរវាងអរប៊ីតាល់ 1s របស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែនបង្កើតបានអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ និងបដិសម្ព័ន្ធ។

ទោះបីយើងបានប្រើម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែន ដើម្បីបង្ហាញពីការបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល ក៏ដោយ បញ្ញត្តិនេះអាចយកទៅ ប្រើចំពោះអាតូមផ្សេងៗទៀតផងដែរ។ ក្នុងម៉ូលេគុល H_2 យើងពិនិត្យតែអន្តរកម្មរវាងអរប៊ីតាល់ 1s។ ចំណែកម៉ូលេគុល ដែលសាំញ៉ាំយើងចាំបាច់ត្រូវពិនិត្យមើល អរប៊ីតាល់អាតូមផ្សេងទៀតផងដែរ។ យ៉ាងណាក៏ដោយចំពោះអរប៊ីតាល់ s ទាំងអស់ដំណើរការដូចៗគ្នាចំពោះអរប៊ីតាល់ 1s។ ដូច្នេះអន្តរកម្មរវាង អរប៊ីតាល់ 2s និង 3s ពីរត្រូវបានយល់តាមគំនូសតាងក៏រិតថាមពលអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល និងការបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល សម្ព័ន្ធ និងបដិសម្ព័ន្ធក្នុងរូបទី **22** ។

ចំពោះអរប៊ីតាល់ p ដំណើរការគឺមានភាពស្មុគស្មាញ ពីព្រោះវាអាចធ្វើអន្តរកម្មជាមួយគ្នាតាមវិធីពីរផ្សេងៗគ្នា។ ឧទាហរណ៍ អរប៊ីតាល់ 2p ចំនួនពីរអាចខិតជិតគ្នាផ្នែកខាងចុង-ផ្នែកខាងចុង ដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា និងបដិសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា ដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី**23** (a)។ អរប៊ីតាល់ p ចំនួនពីរអាចគ្របដណ្តប់ ដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់ ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធពី (pi) និងបដិសម្ព័ន្ធពី រូបទី **23** (b)។



នៅក្នុង**អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពី (pi)** (សម្ព័ន្ធ ឬបដិសម្ព័ន្ធ)ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងត្រូវបានស្ថិតនៅខាងលើ និងខាងក្រោមបន្ទាត់ដែលភ្ជាប់ដោយណ្យូក្លេអ៊ែរទាំងពីររបស់អាតូមសម្ព័ន្ធ។ អេឡិចត្រុងចំនួនពីរក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពីបង្កើតសម្ព័ន្ធពីមួយ (មើលរូបទី**5**)។ សម្ព័ន្ធពីរជាន់ត្រូវបានបង្កើតសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាមួយ និងសម្ព័ន្ធពីមួយ សម្ព័ន្ធបីជាន់ត្រូវបានបង្កើតដោយសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាមួយ និងសម្ព័ន្ធពីចំនួនពីរ។



រូបទី២៣: កំលាំងអន្តរកម្មរវាងអរប៊ីតាល់ p សមមូលពីរ និងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដែលត្រូវគ្នា។ (a)- នៅពេលអរប៊ីតាល់ p គ្របដណ្តប់គ្នានៅផ្នែកខាងចុង-ផ្នែកខាងចុង នោះអរប៊ីតាល់សម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា និងបដិសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាកើតឡើង។ (b)- នៅពេលអរប៊ីតាល់ p គ្របដណ្តប់ននៅផ្នែកចំហៀងនោះសម្ព័ន្ធពី និងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធពីកកើតឡើង។ ជាធម្មតាអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធស៊ីម៉ា គឺមានស្ថិរភាពជាងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធពី ដោយអន្តរកម្មនៅផ្នែកចំហៀងនាំអោយមានការគ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ p តូចជាងអន្តរកម្ម ផ្នែកខាងចុង។ យើងសន្មតថា អរប៊ីតាល់ 2p ចូលរួមក្នុងការបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលស៊ីម៉ា។ អរប៊ីតាល់ $2p_y$ និង $2p_z$ អាចមានអំពើនឹងគ្នា ដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល π ។ រូបនេះបង្ហាញថា (b) បង្ហាញអន្តរកម្មរវាងអរប៊ីតាល់ $2p_y$ អរប៊ីតាល់ $2p_z$

៧ រូបសណ្ឋានអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល

ដើម្បីយល់ពីលក្ខណៈនៃម៉ូលេគុល យើងត្រូវតែដឹងថាតើអេឡិចត្រុងពង្រាយបែបណា ក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។ ដំណើរការដើម្បីកំណត់របាយអេឡិចត្រុងរបស់ម៉ូលេគុលមួយគឺវាស្រដៀងទៅនឹងដំណើរការមួយដែលយើងប្រើ ដើម្បីកំណត់របាយអេឡិចត្រុងរបស់អាតូមដែរ (មើល ផ្នែកទី **7 . 8**)។

វិធីត្រួតពិនិត្យរបាយអេឡិចត្រុងម៉ូលេគុល និងកិរិតស្ថិរភាព

ដើម្បីសរសេររបាយអេឡិចត្រុងរបស់ម៉ូលេគុលមួយ ដំបូងយើងត្រូវរៀបចំអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលតាមលំដាប់ថាមពលកើនឡើង បន្ទាប់មកយើងអាចប្រើគោលការណ៍ណែនាំខាងក្រោមដើម្បីបំពេញអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលជាមួយអេឡិចត្រុង។ វិធីនេះជួយយើងអោយយល់ផងដែរអំពីកិរិតស្ថិរភាពនៃអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។

- ចំនួនអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដែលបង្កើតបាន ជានិច្ចកាលស្មើទៅនឹងចំនួនអរប៊ីតាល់អាតូមដែលចូលផ្សំ។
- អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធកាន់តែមានស្ថិរភាព អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធដែលត្រូវគ្នាកាន់តែអស្ថិរភាព។
- ការបំពេញអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលប្រព្រឹត្តិទៅពីថាមពលទាបទៅខ្ពស់។ ក្នុងម៉ូលេគុលដែលមានស្ថិរភាព ចំនួនអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធតែងតែច្រើនជាងចំនួនអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ ពីព្រោះដំបូងយើងបំពេញអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធដែលមានថាមពលទាបជាង។
- ដូចគ្នាទៅនឹងអរប៊ីតាល់អាតូមដែរ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលនីមួយៗ អាចដាក់អេឡិចត្រុងពីរដែលស្ពីនផ្ទុយគ្នា ដោយយោងទៅតាមគោលការណ៍របស់លោក ប៉ៅលី (Pauli)។
- នៅពេលដែលអេឡិចត្រុងត្រូវបានបន្ថែមទៅលើអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដែលមានថាមពលដូចៗគ្នា តំរៀបដែលមានស្ថិរភាពបំផុត គឺត្រូវទស្សន៍ទាយតាមវិធានហ៊ុន (Hund's rule) ដែលថាអេឡិចត្រុងដែលបញ្ចូលក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលទាំងនេះជាស្ពីនស្រប។
- ចំនួនអេឡិចត្រុងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលគឺស្មើទៅនឹងផលបូកសរុបនៃអេឡិចត្រុងនៅលើអាតូមសម្ព័ន្ធ។

ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែន និងអេល្យូម

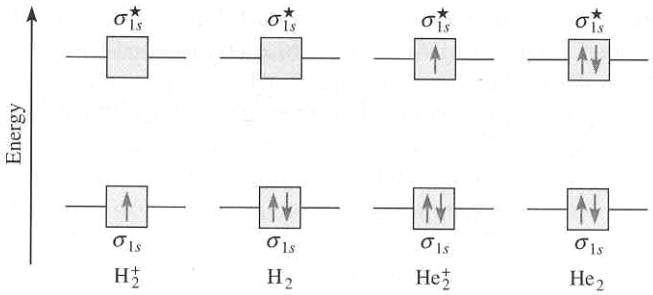
យើងនឹងសិក្សាអំពីម៉ូលេគុលដែលត្រូវបង្កើតដោយអាតូមនៃធាតុក្នុងខួបទី**2**។ ប៉ុន្តែជាដំបូងយើងត្រូវណែនាំពីរបៀបទស្សន៍ទាយកិរិតស្ថិរភាពធៀបនៃប្រភេទងាយៗ H_2^+ H_2 He_2^+ He_2 ដោយប្រើដ្យាក្រាមកិរិតថាមពលដែលបង្ហាញក្នុងរូបទី **24**។ អរប៊ីតាល់ σ_{1s} និង σ_{1s}^* អាចអោយអេឡិចត្រុងតាំងនៅអប្បបរិមាបួនអេឡិចត្រុង។ ចំនួនសរុបរបស់អេឡិចត្រុងកើនពីរមួយចំពោះ He_2^+ ទៅដល់បួនចំពោះ He_2។ គោលការណ៍ប៉ៅលី (Pauli) កំណត់ថា អរប៊ីតាល់អាតូមនីមួយៗអាចអោយអេឡិចត្រុង

តាំងនៅបានយ៉ាងច្រើនពីរអេឡិចត្រុងដែលជាស្ពីនផ្ទុយគ្នា។ យើងផ្តោតតែទៅលើរបាយអេឡិចត្រុងនៅភាពគ្រឹះតែប៉ុណ្ណោះក្នុង ករណីនេះ។

ដើម្បីវាកំណត់កិរិតស្ថិរភាពរបស់ប្រភេទគីមីទាំងនេះ យើងគណនា**លំដាប់សម្ព័ន្ធ**របស់វាដែលត្រូវកំណត់ដូចខាងក្រោម:

$$\text{លំដាប់សម្ព័ន្ធ} = \frac{1}{2}\left(\text{ចំនួនអេឡិចត្រុងក្នុង MO សម្ព័ន្ធ} - \text{ចំនួនអេឡិចត្រុងក្នុង MO បដិសម្ព័ន្ធ}\right) \quad (\mathbf{2})$$

លំដាប់សម្ព័ន្ធបញ្ជាក់ពីកំលាំងសម្ព័ន្ធ។ ឧទាហរណ៏ បើសិនជាមានអេឡិចត្រុងពីរក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ និងគ្មាននៅក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ នោះលំដាប់សម្ព័ន្ធស្មើនឹង 1 ដែលមានន័យថា មានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មួយ ហើយម៉ូលេគុលនោះមានស្ថិរភាព។ ចូរចំណាំថា លំដាប់សម្ព័ន្ធអាចជាប្រភាគ ប៉ុន្តែលំដាប់ស្មើសូន្យ (ឬមានតំលៃអវិជ្ជមាន) មានន័យថា សម្ព័ន្ធគ្មានស្ថិរភាពហើយម៉ូលេគុលក៏មិនអាចមានដែរ។ លំដាប់សម្ព័ន្ធអាចត្រូវបានប្រើសំរាប់ការប្រៀបធៀបបរិមាណតែប៉ុណ្ណោះ។ ឧទាហរណ៏ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាដែលមានអេឡិចត្រុងពីរ និងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធពីដែលមានអេឡិចត្រុងពីរ គួរតែមានលំដាប់សម្ព័ន្ធស្មើនឹងមួយ។ លើសពីនេះទៅទៀត សម្ព័ន្ធទាំងពីរនេះវាត្រូវតែខុសពីកំលាំងសម្ព័ន្ធ (ប្រវែងសម្ព័ន្ធ) ដោយសារតែភាពខុសគ្នាក្នុងគំលាតនៃការគ្របដណ្តប់នៃអរប៊ីតាល់ អាតូម។



រូបទី២៤: កិរិតថាមពលនៃអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ និងបដិសម្ព័ន្ធក្នុង H_2^+ H_2 He_2^+ និង He_2។ ក្នុងម៉ូលេគុលទាំងអស់នេះអរប៊ីតាល់ ម៉ូលេគុលត្រូវបានបង្កើតពីអំពើរបស់អរប៊ីតាល់ 1s ចំនួនពីរ

ពេលនេះយើងបានដឹងហើយដើម្បីធ្វើការទស្សន៍ទាយអំពីកិរិតស្ថិរភាពរបស់ H_2^+ H_2 He_2^+ និង He_2 (មើល រូបទី **24**)។ អ៊ីយ៉ុងម៉ូលេគុល H_2^+ មានអេឡិចត្រុងតែមួយទេក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{1s}។ ដោយសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មួយមាន អេឡិចត្រុងពីរ ដូចនេះ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ H_2^+ មានតែពាក់កណ្តាលសម្ព័ន្ធមួយតែប៉ុណ្ណោះ ឬក៏លំដាប់សម្ព័ន្ធ ½។ ដូច្នេះ យើងអាចទស្សន៍ទាយថា ម៉ូលេគុល H^{2+} អាចជាប្រភេទដែលមានស្ថិរភាព។ របាយអេឡិចត្រុងរបស់ H_2^+ សរសេរ $(\sigma_{1s})^1$ ។

ម៉ូលេគុល H_2 មានពីរអេឡិចត្រុងដែលទាំងពីរនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{1s} ។ ដូចយើងបានដឹងហើយថាអេឡិចត្រុងពីរស្ទើទៅនឹងសម្ព័ន្ធពេញមួយ ដូច្នេះម៉ូលេគុល H_2 មានលំដាប់សម្ព័ន្ធមួយ ឬក៏សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ពេញមួយ ។ សណ្ឋានរបាយ អេឡិចត្រុងរបស់ H_2 គឺ $(\sigma_{1s})^2$.

ចំពោះអ៊ីយ៉ុងម៉ូលេគុល He_2^+ យើងដាក់អេឡិចត្រុងពីរដំបូងក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{1s} ហើយអេឡិចត្រុងទីបីក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{1s}^* ។ ដោយអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធកំពុងតែមិនស៊ុបល្អ វាធ្វើអោយ He_2^+ ស្ថិរភាពទាបជាង H_2 ។ អស្ថិរភាពដែលបណ្តាលមកពីអេឡិចត្រុងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{1s}^* គឺត្រូវបានមានលំនឹងដោយអេឡិចត្រុងមួយ ក្នុងចំណោមអេឡិចត្រុងទាំងអស់ក្នុង σ_{1s} ។ ដូចនេះលំដាប់សម្ព័ន្ធគឺ ½(2 – 1) = ½ ហើយកំរិតស្ថិរភាពទាំងស្រុងរបស់ He_2^+ គឺប្រហាក់ប្រហែលគ្នាទៅនឹងកំរិតស្ថិរភាពរបស់ម៉ូលេគុល H_2^+ ដែរ ។ របាយអេឡិចត្រុងរបស់ He_2^+ គឺ $(\sigma_{1s})^2\ (\sigma_{1s}^*)^1$ ។

ក្នុងម៉ូលេគុល He_2 ត្រូវមានពីរអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{1s} និងពីរអេឡិចត្រុងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{1s}^* ដូច្នេះម៉ូលេគុល He_2 ត្រូវមានលំដាប់សម្ព័ន្ធសូន្យ និងគ្មានស្ថិរភាព ។ សណ្ឋានរបាយអេឡិចត្រុងរបស់ He_2 គឺ $(\sigma_{1s})^2\ (\sigma_{1s}^*)^2$ ។

ដើម្បីសង្ខេប យើងអាចរៀបឧទាហរណ៍របស់យើងតាមលំដាប់ស្ថិរភាពថយចុះដូចខាងក្រោម:

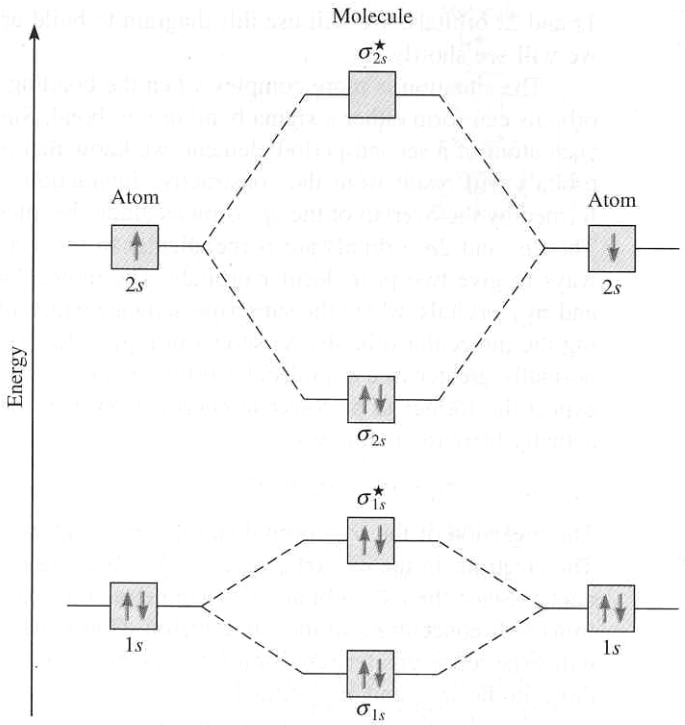
$$H_2 \ > \ H_2^+ \ , \ He_2^+ \ > \ He_2$$

យើងដឹងថា ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែន គឺជាប្រភេទមានស្ថិរភាពមួយ ។ វិធីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលងាយៗរបស់យើងទស្សន៍ទាយថា H_2^+ និង He_2^+ មានកំរិតស្ថិរភាពគួរសមផងដែរ ដោយម៉ូលេគុលទាំងពីរមានលំដាប់សម្ព័ន្ធ ½ ។ តាមពិត កំរិតស្ថិរភាពរបស់វា ត្រូវបានបញ្ជាក់ដោយពិសោធដែលបង្ហាញថា H_2^+ គឺមានស្ថិរភាពជាង He_2^+ ដោយវាមានអេឡិចត្រុងតែមួយនៅក្នុងអ៊ីយ៉ុងម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែន ដូច្នេះវាគ្មានចំរានរវាងអេឡិចត្រុង និងអេឡិចត្រុងទេ ។ ម្យ៉ាងទៀត H_2^+ មានចំរានណ្លៃយ៉ូខ្សោយជាង He_2^+ ។ តាមការទស្សន៍ទាយរបស់យើងអំពី He_2 គឺថាវាមិនមានស្ថិរភាពទេ ប៉ុន្តែក្នុងឆ្នាំ 1993 ឧស្ម័ន He_2 ត្រូវបានគេរកឃើញថាមាន ។ ម៉ូលេគុលនេះមិនសូវមានកំរិតស្ថិរភាពទេ ហើយវាអាចមានតែនៅក្រោមលក្ខខ័ណ្ឌពិសេសដែលគេបង្កើតឡើងតែប៉ុណ្ណោះ ។

ម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានណ្លៃយ៉ូដូចគ្នារបស់ធាតុនៅក្នុងខួបទីពីរ

ពេលនេះយើងត្រូវសិក្សាពីរបាយអេឡិចត្រុងនៅភាពគ្រឹះរបស់ម៉ូលេគុលក្នុងខួបទីពីរ ។ យើងនឹងពិនិត្យមើលតែលើករណីងាយៗ ដែលនោះជា**ម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានណ្លៃយ៉ូដូចគ្នា** ឬម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានអាតូមនៃធាតុ តែមួយប៉ុណ្ណោះ ។

រូបទី**25**បង្ហាញពីគំនូសតាងកំរិតថាមពលអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលរបស់ធាតុដំបូងនៃខួបទីពីរគឺLi_2 ។ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលនេះត្រូវបង្កើតឡើងដោយការគ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ 1s និង 2s ។ យើងនឹងប្រើគំនូសតាងនេះ ដើម្បីជាគ្រឹះចំពោះម៉ូលេគុលឱអាតូមទាំងអស់ ។



រូបទី២៥: គំនូសតាងកំរិត ថាមពលអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលរបស់ម៉ូលេគុល Li អេឡិចត្រុងប្រាំមួយក្នុង Li_2 (សណ្ឋានអឡិចត្រុងរបស់ Li គឺ $1s^2 2s^1$) គឺក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{1s} ,σ^*_{1s} និង σ_{2s} ដោយអេឡិចត្រុងពីរនីមួយៗក្នុង σ_{1s} និង σ^*_{1s} (ក្នុង He_2)គ្មានបដិសម្ព័ន្ធ ។ ម្យ៉ាងទៀតសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់១ជាន់ក្នុង Li ត្រូវបានបង្កើតឡើង ដោយអេឡិចត្រុងពីរក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ σ_{2s}

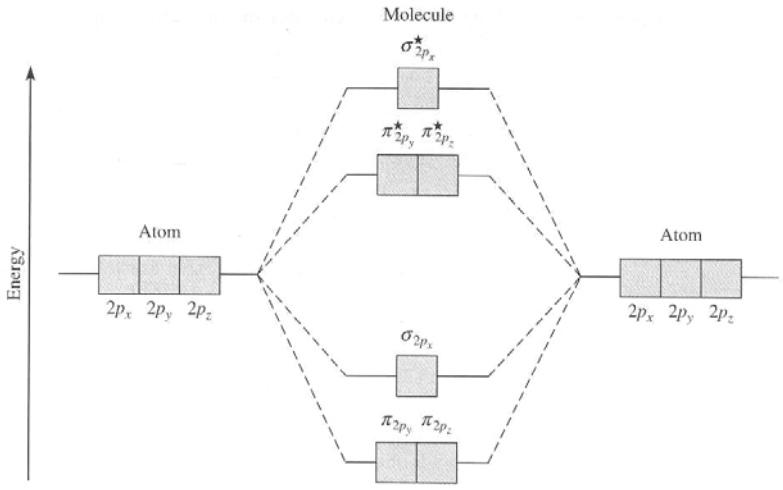
វាមានការលំបាកបន្តិចនៅពេលការចងសម្ព័ន្ធទាក់ទងទៅនឹងអរប៊ីតាល់ p ផងដែរនោះ ។ អរប៊ីតាល់ p ទាំងពីរអាចបង្កើតទាំងសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា (sigma) និងសម្ព័ន្ធពី (pi) ។ ដោយមានអរប៊ីតាល់ p ចំនួនបីចំពោះអាតូមនីមួយៗរបស់ធាតុក្នុងខួបទីពីរនោះ យើងអាចដឹងថាអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលស៊ីចម៉ាមួយ វាមានការលំបាកបន្តិច នៅពេលការចងសម្ព័ន្ធទាក់ទងទៅនឹងអរប៊ីតាល់ p ផងដែរនោះ ។ អរប៊ីតាល់ p ទាំងពីរអាចបង្កើតទាំងសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា (sigma) និងសម្ព័ន្ធពី (pi) ។ ដោយមានអរប៊ីតាល់ p ចំនួនបីចំពោះអាតូមនីមួយៗរបស់ធាតុក្នុងខួបទីពីរនោះ យើងអាចដឹងថាអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលស៊ីចម៉ាមួយ និងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពី (pi) ចំនួនពីរ នឹង កើតឡើងពីអន្តរអំពើរបានការ ។ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលស៊ីចម៉ា គឺត្រូវបង្កើតឡើងដោយការគ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ $2p_x$ តាមអក្ស៍អន្តរណ្ឌៃយ៉ូដែលនោះជាអក្ស៍រ x ។ អរប៊ីតាល់ $2p_y$ និង $2p_z$ គឺជាបន្ទាត់កាត់ទទឹងត្រង់ទៅរកអក្ស៍ x ហើយវានឹងគ្របដណ្តប់ដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពី (pi) ចំនួនពីរ ។ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលនេះ ត្រូវបានគេអោយឈ្មោះ ថា អរប៊ីតាល់ σ_{2p_x} , π_{2p_y} និង π_{2p_z} ដែលសន្ទស្សន៍ (subscript) បញ្ជាក់ពីអរប៊ីតាល់អាតូមតាំងនៅក្នុងការបង្កើត

អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។ ដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី**23** ការគ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ p ចំនួនពីរដែលជាទូទៅធំជាងនៅក្នុង អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលσ និងក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលπ ដូច្នេះយើងអាចជឿជាក់ថា វាមានថាមពលទាបជាងពីមុន។ យ៉ាងណាក៏ ថាមពលអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលជាក់ស្តែងកើនឡើងដូចខាងក្រោម:

$$\sigma_{1s} < \sigma^*_{1s} < \sigma_{2s} < \sigma^*_{2s} < \pi_{2p_y} = \pi_{2p_z} < \sigma_{2p_x} < \pi^*_{2p_y} = \pi^*_{2p_z} < \sigma^*_{2p_x}$$

ការត្រលប់របស់អរប៊ីតាល់ σ_{2p_x}/ π_{2p_y} ហើយនឹងπ_{2p_z} អាចត្រូវបានពន្យល់យ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាពមកពីអេឡិចត្រុងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{1s} , σ^*_{1s} , σ_{2s} , σ^*_{2s} មានទំនោរប្រមូលកររវាងណ្យូក្លីរ។ ដោយអរប៊ីតាល់ σ_{2p_x} មានទំរង់ធរណីមាត្រស្រដៀងទៅនឹងអរប៊ីតាល់ σ_s ដែលអេឡិចត្រុងរបស់វាប្រមូលករនៅកន្លែងតែមួយ។ ដូច្នេះអេឡិចត្រុងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{2p_x} នឹងបង្ហាញអោយឃើញថាមានចំរានធំពីអេឡិចត្រុងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ដែលបំពេញ σ_s , σ^*_s ជាងចំរានទាំងនេះក្នុងអរប៊ីតាល់ π_{2p_y} , π_{2p_z} ។

ចូរចំណាំថា ចំរានរវាងអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់σ_{2p_x} និងក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_s ថយចុះពីឆ្វេងទៅស្តាំក្នុងខួបទី**2** ។ ជាលទ្ធផលអរប៊ីតាល់ σ_{2p_x} មានថាមពលខ្ពស់ជាងក្នុងអរប៊ីតាល់ π_{2p_y} , π_{2p_z} របស់ B_2, C_2 និង N_2 តែមានថាមពលខ្សោយជាងក្នុងអរប៊ីតាល់ π_{2p_y} , π_{2p_z} ចំពោះ O_2 និង F_2 ។



រូបទី២៦: គំនូសតាងកំរិតថាមពលរបស់អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលជាទូទៅចំពោះម៉ូលេគុលឌីអាតូម ដែលមានណ្យូក្លីដូចគ្នាក្នុងខួបទី២ មាន Li_2 , Be_2 , B_2 , C_2 និង N_2 ដើម្បីងាយស្រួលអរប៊ីតាល់ σ_{1s} , σ_{2s} ត្រូវបានលប់ចោល។ ចូរចំណាំថា ក្នុងម៉ូលេគុលនេះអរប៊ីតាល់ σ_{2p_x} គឺមានថាមពលខ្ពស់ជាងទាំងក្នុងអរប៊ីតាល់ π_{2p_y} , π_{2p_z} ។ នេះ មានន័យថា អេឡិចត្រុងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{2p_x} គឺមាន ស្ថិរភាពខ្សោយជាងអេឡិចត្រុងក្នុង π_{2p_y} , π_{2p_z} ហើយភាពប្លែកគ្នានេះបណ្តាលមកពីអន្តរអំពើដែលខុសគ្នារវាងអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់ σ_{2p_x} នៅផ្នែកម្ខាងហើយអរប៊ីតាល់ π_{2p_y} , π_{2p_z} នៅម្ខាង តាមម៉ូលេគុលក្នុងអរប៊ីតាល់ដែលមានថាមពលខ្សោយ។ ចំពោះ O_2 និងF_2 អរប៊ីតាល់ ថាមពលខ្សោយជាងអរប៊ីតាល់ π_{2p_y} , π_{2p_z} ។

តាមបញ្ញត្តិនេះ និងរូបទី**26** ដែលបង្ហាញពីលំដាប់ថាមពលកើនចំពោះអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល 2p យើងអាចសរសេររបាយអេឡិចត្រុង និងទស្សន៍ទាយលក្ខណៈម៉ាញ៉េទិច និងលំដាប់សម្ព័ន្ធរបស់ម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានណ្យូ ដូចគ្នាក្នុងខួបទី**2** ។

ម៉ូលេគុលលីចូម (Li_2)

របាយអេឡិចត្រុងរបស់ Li គឺ $1s^2 2s^1$ ដូច្នេះ Li_2 មានអេឡិចត្រុងសរុបប្រាំមួយ។ តាមរូបទី**25** អេឡិចត្រុងទាំងនេះត្រូវបានជំនួសក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល σ_{1s} , σ^*_{1s} និងσ_{2s} ។ អេឡិចត្រុងរបស់σ_{1s} , σ^*_{1s} មិនបានជួយក្នុងការបង្កើតសម្ព័ន្ធក្នុង Li_2 ដូច្នេះរបាយអេឡិចត្រុងនៃអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលគឺ $(\sigma_{1s})^2(\sigma^*_{1s})^2(\sigma_{2s})^2$ ។ ដោយមានអេឡិចត្រុងពីរក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ និងគ្មានអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់បដិសម្ព័ន្ធ នោះលំដាប់សម្ព័ន្ធគឺ 1 (សមីការ**2**)។ យើងអាចសន្និដ្ឋានថា ម៉ូលេគុល Li_2 គឺមានស្ថិរភាព ហើយដោយវាគ្មានស្ពីនអេឡិចត្រុងសេរី នោះវាអាចជាឌីអាតូម។ តាមពិតម៉ូលេគុលឌីអាតូម Li_2 ត្រូវបានគេដឹងថាមាននៅក្នុងផាសចំហាយ។

ម៉ូលេគុលកាបូន (C_2)

អាតូមកាបូនមានរបាយអេឡិចត្រុង $1s^2 2s^2 2p^2$ ដូច្នេះមាន**12**អេឡិចត្រុងនៅក្នុងម៉ូលេគុលកាបូន (C_2)។ យោងតាមសម្ព័ន្ធរបស់ Li_2 យើងដាក់អេឡិចត្រុងកាបូនបួនបន្ថែមចូលក្នុងអរប៊ីតាល់ π_{2p_y} និង π_{2p_z} ។ ដូច្នេះ C_2 មានរបាយអេឡិចត្រុង:

$$(\sigma_{1s})^2(\sigma^*_{1s})^2(\sigma_{2s})^2(\sigma^*_{2s})^2(\pi_{2p_y})^2(\pi_{2p_z})^2$$

លំដាប់សម្ព័ន្ធរបស់វាគឺ 2 ហើយម៉ូលេគុលវាគ្មានអេឡិចត្រុងសេរីទេ។ ដូចគ្នាដែរ ម៉ូលេគុលឌីអាតូម C_2 ត្រូវបានគេរកឃើញនៅក្នុងភាពចំហាយ។ ចូរចំណាំថា សម្ព័ន្ធពីរជាន់ក្នុង C_2 គឺសម្ព័ន្ធពី (pi) ទាំងពីរដោយសារអេឡិចត្រុងទាំងបួននោះនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពីចំនួនពីរ។ ក្នុងម៉ូលេគុលដទៃទៀតជាច្រើន សម្ព័ន្ធពីរជាន់គឺត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាមួយ និងសម្ព័ន្ធពីមួយ។

ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែន (O_2)

ដូចយើងបានដឹងហើយថា ទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់មិនកំណត់ចំពោះលក្ខណៈម៉ាញ៉េទិចរបស់ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនទេ។ ដើម្បីបង្ហាញអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធពីរនៅលើអុកស៊ីសែន យើងចាំបាច់ត្រូវគូរទំរង់រ៉េសូណង់។

$$\ddot{O} = \ddot{O} \Rightarrow \cdot\ddot{O} - \ddot{O}\cdot$$

ទំរង់នេះមានពីរចំនុចដែលមិនទាន់ត្រឹមត្រូវ។ **ទី1** វាបញ្ជាក់ពីវត្តមានរបស់សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មួយជាន់ ប៉ុន្តែតាមពិតពិសោធបញ្ជាក់យ៉ាងច្បាស់ថាមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយក្នុងម៉ូលេគុលនេះ។ **ទី2** វាដាក់អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ប្រាំពីរជុំវិញអាតូមអុកស៊ីសែននីមួយៗដែលវាខុសពីច្បាប់អដ្ឋតា។

របាយអេឡិចត្រុងនៅភាពគ្រឹះរបស់ O គឺ $1s^2 2s^2 2p^2$ ដូច្នេះមាន16អេឡិចត្រុង នៅក្នុង O_2។ ដោយប្រើលំដាប់ថាមពលកើនឡើងរបស់អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដែលបានពិភាក្សាខាងលើ
យើងសរសេរសណ្ឋានរបាយ អេឡិចត្រុងនៅភាពគ្រឹះអាតូម O_2 គឺ

$$(\sigma_{1s})^2(\sigma_{1s}^*)^2(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p_y})^2(\sigma_{2p_x})^2(\pi_{2p_z})^2(\pi_{2py}^*)^1(\pi_{2p_z}^*)^1$$

ដោយយោងទៅតាមច្បាប់ហ៊ុន (Hund's law) អេឡិចត្រុងពីរចុងក្រោយត្រូវបំពេញក្នុងអរប៊ីតាល់ $\pi_{2p_y}^*$, $\pi_{2p_z}^*$ ជាស្ពីនស្រប។ ដោយមិនគិតពីអរប៊ីតាល់ σ_{1s} , σ_{2s} (ផលសំរួលលើការបង្កើតសម្ព័ន្ធគីសូន្យ) នោះយើងគណនាលំដាប់សម្ព័ន្ធរបស់ O_2 ដោយប្រើសមីការ **2**។

$$\text{លំដាប់សម្ព័ន្ធ} = \frac{1}{2}(6-2) = 2$$

ដូច្នេះម៉ូលេគុល O_2 មានលំដាប់សម្ព័ន្ធ**2**ដែលជាប៉ារ៉ាម៉ាញ៉េទិច តាមការទស្សន៍ទាយដែលទាក់ទងទៅនឹងការសង្កេតតាមពិសោធ។ តារាទី**5** សង្ខេបពីលក្ខណៈទូទៅរបស់ម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានស្ថិរភាពក្នុងខួបទីពីរ។ ឧទាហរណ៍ទី**6** បង្ហាញពីវិធីដែលទ្រឹស្តី MO អាចជួយយើងទស្សន៍ទាយលក្ខណៈរបស់អាតូមអ៊ីយ៉ុង។

តារាងទី៥: ម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានល្បឿយ៉ូដូចគ្នា របស់ធាតុក្នុងខួបទី២

	Li_2	B_2	C_2	N_2	O_2	F_2	
$\sigma_{2p_x}^*$	□	□	□	□	□	□	$\sigma_{2p_x}^*$
$\pi_{2p_y}^*, \pi_{2p_z}^*$	□□	□□	□□	□□	↑↑	↑↓↑↓	$\pi_{2p_y}^*, \pi_{2p_z}^*$
σ_{2p_x}	□	□	□	↑↓	↑↓↑↓	↑↓↑↓	π_{2p_y}, π_{2p_z}
π_{2p_y}, π_{2p_z}	□□	↑↑	↑↓↑↓	↑↓↑↓	↑↓	↑↓	σ_{2p_x}
σ_{2s}^*	□	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	σ_{2s}^*
σ_{2s}	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	σ_{2s}
Bond order	1	1	2	3	2	1	
Bond length (pm)	267	159	131	110	121	142	
Bond dissociation energy (kJ/mol)	104.6	288.7	627.6	941.4	498.7	156.9	
Magnetic properties	Diamagnetic	Paramagnetic	Diamagnetic	Diamagnetic	Paramagnetic	Diamagnetic	

*For simplicity the σ_{1s} and σ_{1s}^* orbitals are omitted. These two orbitals hold a total of four electrons. Remember that for O_2 and F_2, σ_{2p_x} is lower in energy than π_{2py} and π_{2p_z}.

ឧទាហរណ៍ទី៦: អ៊ីយ៉ុង N_2^+ អាចត្រូវបានបង្កើតបានពីការបំបែកម៉ូលេគុល N_2 តាមការបន្ថែរអេឡិចត្រុងយ៉ាងលឿន។ ចូរទស្សន៍ទាយពីលក្ខណៈខាងក្រោមនេះ របស់ N_2^+

ក- របាយអេឡិចត្រុង

ខ- លំដាប់សម្ព័ន្ធ

គ- លក្ខណៈម៉ាញ៉េទិច

ឃ- ប្រវែងសម្ព័ន្ធធៀបទៅនឹងប្រវែងសម្ព័ន្ធរបស់ N_2 (វាវែង ឬខ្លីជាង?)

ចំលើយៈ

ក- ដោយ N_2^+ មានអេឡិចត្រុងតិចជាង N_2 (មើលតារាងទី**5**)នោះសញ្ញានរបាយអេឡិចត្រុងរបស់វាគឺ

$$(\sigma_{1s})^2(\sigma_{1s}^*)^2(\sigma_{2s})^2(\sigma_{2s}^*)^2(\pi_{2p_y})^2(\pi_{2p_z})^2(\sigma_{2p_x})^1$$

ខ- លំដាប់សម្ព័ន្ធរបស់ N_2^+ ត្រូវបានរកឃើញដោយប្រើសមីការទី**2**

$$\text{លំដាប់សម្ព័ន្ធ} = \frac{1}{2}(9-4) = 2{,}5$$

គ- N_2^+ មានអេឡិចត្រុងមួយមិនសម្ព័ន្ធ ដូច្នេះវាជាប៉ារ៉ាម៉ាញ៉េទិច

ឃ- ដោយអេឡិចត្រុងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល វារ៉ាប់រងក្នុងការបង្កើតសម្ព័ន្ធដោយការដាក់ប៊ុនរបស់អាតូមរួមគ្នា ដូច្នេះ N_2^+ អាចខ្សោយជាង ហើយមានប្រវែងសម្ព័ន្ធវែងជាង N_2 (តាមពិតប្រវែងសម្ព័ន្ធរបស់ N_2^+ គឺ 112pm បើប្រៀបធៀបទៅនឹង 110pm ចំពោះ N_2)

លំហាត់អនុវត្ត តើប្រភេទមួយណាមានប្រវែងសម្ព័ន្ធវែងជាងគេ F_2 ឬ F_2^- ?

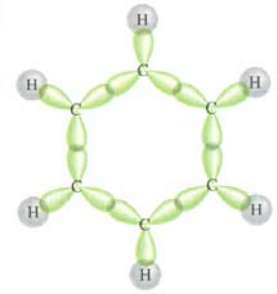
៨ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលជាល

ពីមុនយើងបានពិភាក្សាតែពីសម្ព័ន្ធគីមីចំពោះគូអេឡិចត្រុងតែប៉ុណ្ណោះ។ ទោះបីយ៉ាងណាលក្ខណៈម៉ូលេគុលមិនអាចត្រូវពន្យល់បានជាក់លាក់តាមទំរង់មួយនោះទេ។ ក្នុងករណីម៉ូលេគុល O_3 ដែលបានសិក្សារួចមកហើយនោះ យើងបានដោះស្រាយបញ្ហាដោយប្រើបញ្ញត្តិរ៉េសូណង់។ ក្នុងផ្នែកនេះយើងនឹងព្យាយាមដោះស្រាយបញ្ហាតាមវិធីមួយទៀត ដោយអនុវត្តតាមគោលការណ៍អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។ ក្នុងផ្នែកមុន យើងប្រើបង់សែន និងអ៊ីយ៉ុងកាបូណាត ជាឧទាហរណ៍។ ចូរចំណាំថា ក្នុងការពិភាក្សាអំពីការបង្កើតសម្ព័ន្ធរបស់ម៉ូលេគុល ឬអ៊ីយ៉ុងប៉ូលីអាតូម វាជាការងាយដំបូងត្រូវកំណត់ភាពអ៊ីប្រ៊ីតកម្មរបស់អាតូមដែលចូលរួម (គោលការណ៍សម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់) និងបន្ទាប់មក តាមការបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដែលសមស្រប។

ម៉ូលេគុលបង់សែន

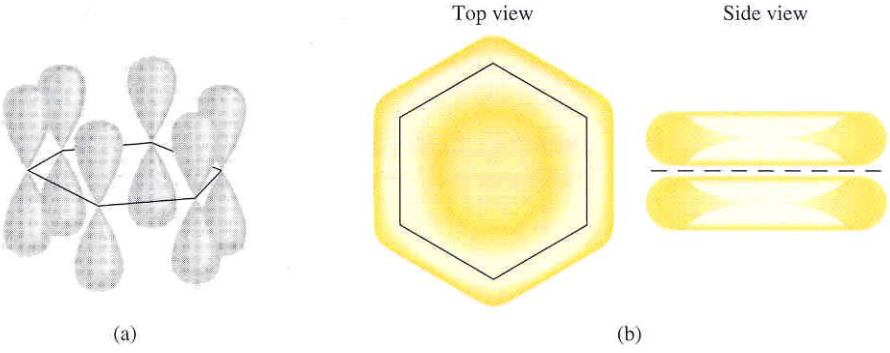
បង់សែន (C_6H_6) ជាម៉ូលេគុលអ៊ីចសាមុខនៅលើប្លង់ដែលមានអាតូមកាបូនតាំងនៅលើជ្រុងទាំងប្រាំមួយ។ សម្ព័ន្ធអាតូមកាបូនទាំងអស់គឺមានប្រវែង និងកំលាំងសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនស្មើគ្នា ហើយដូច

គ្នាដែរចំពោះសម្ព័ន្ធកាបូន-អ៊ីដ្រូសែនទាំងអស់ ហើយមុំ HCC ទាំងអស់គឺ 120°។ ដូច្នេះ អាតូមកាបូននិមួយៗគឺអ៊ីប្រីត sp^2 ដែលវា បង្កើតពីសម្ព័ន្ធស៊ិចម៉ាបី ជាមួយនឹងអាតូមកាបូនជាប់ពីរ និងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយ (រូបទី**27**) ការតំរៀបនេះសល់អរប៊ីតាល់មិនអ៊ីប្រីត $2p_z$ លើអាតូមកាបូននិមួយៗកែងទៅនឹងប្លង់របស់ម៉ូលេគុលបង់សែន ឬវង់បង់សែន។ ការរៀបរាប់នេះស្រដៀងទៅនឹងសណ្ឋានរបាយអេឡិចត្រុងរបស់អេទីឡែន (C_2H_4) ដែលបានសិក្សារួចហើយ។ ក្នុងករណីនេះមានអរប៊ីតាល់មិនអ៊ីប្រីត $2p_z$ ចំនួនប្រាំមួយក្នុងតំរៀបខ្សែស៊ិច។



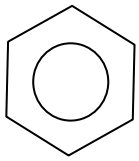
រូបទី២៧: គ្រោងសម្ព័ន្ធស៊ិចម៉ា ក្នុងម៉ូលេគុលបង់សែន អាតូមកាបូននីមួយៗ គឺត្រូវបានធ្វើអ៊ីប្រីតជា sp_2 ហើយបង្កើតសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាជាមួយអាតូមកាបូននៅ ជិតៗគ្នាពីរ ហើយសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាដទៃទៀតជាមួយអាតូមអ៊ីដ្រូសែន

ដោយសារទំរង់ និងដំណៅទិសរបស់វាស្រដៀងគ្នា នោះអរប៊ីតាល់ $2p_z$ នីមួយៗគ្របដណ្តប់ទៅនឹងអរប៊ីតាល់ពីរទៀតជាមួយអាតូមកាបូនដែលនៅក្បែរវា។ ដោយយោងទៅតាមក្បួនដែលបានកំណត់នៅចំណុចទី7អន្តរអំពើរបស់អរប៊ីតាល់ $2p_z$ ទាំងប្រាំមួយនាំអោយមានការបង្កើតបានអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពី (pi) ចំនួនប្រាំមួយដែលមានអរប៊ីតាល់សម្ព័ន្ធបី និងបដិសម្ព័ន្ធបី។ ដូច្នេះម៉ូលេគុលបង់សែននៅភាពគ្រឹះមាន 6អេឡិចត្រុងនៅក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធពីចំនួនបី ហើយអេឡិចត្រុងពីរនៅជាមួយ គូស្ពីនក្នុងអរប៊ីតាល់នីមួយៗ (រូបទី**28**)។



រូបទី២៨: (a) អរប៊ីតាល់ $2p_z$ ចំនួន៦ នៅលើអាតូមកាបូន ក្នុងបង់សែន (b) អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាលត្រូវបានបង្កើតដោយការ គ្របដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ ($2p_z$)។ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាលមានសម្ព័ន្ធពី (pi) ដែលស៊ីមេទ្រីនឹងគ្នានៅខាងលើប្លង់ និងខាងក្រោមប្លង់របស់វង់បង់សែនតាមពិតអរប៊ីតាល់ 2pz ទាំងនេះអាចផ្សំគ្នាតាម 6 របៀបខុសៗគ្នាដើម្បីបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធបី ហើយអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធបី ទំរង់នេះមានស្ថិរភាពខ្លាំងណាស់។

មិនដូចអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធពីក្នុងអេទីឡែនទេ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធពីទាំងអស់ក្នុងបង់សែនបង្កើត**អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល**ដែលវាមិនបានកំណត់តែរវាងអាតូមសម្ព័ន្ធពីរដែលនៅជាប់គ្នាទេ ប៉ុន្តែជាក់ស្តែងវាពង្រាយនៅលើអាតូមបី ឬលើសពីបី។ ដូច្នេះអេឡិចត្រុងដែលស្ថិតនៅក្នុង អរប៊ីតាល់ទាំងនេះ មានចលនាដោយសេរីជុំវិញវង់បង់សែន។ ចំពោះហេតុផលនេះហើយដែលទំរង់របស់បង់សែនត្រូវបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម:

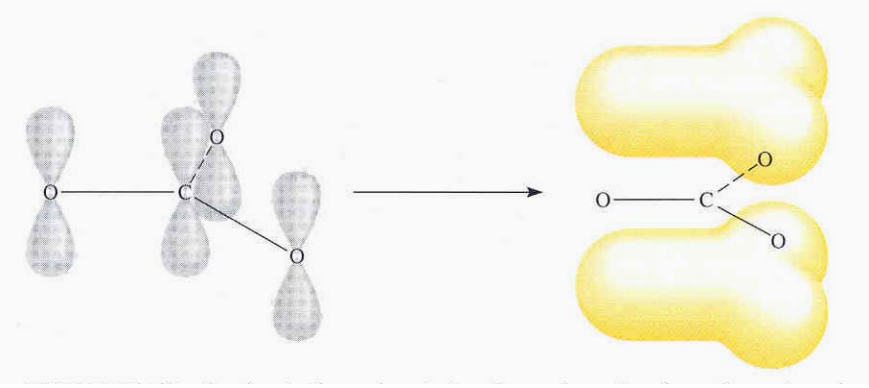


ក្នុងទំរង់ខ្សែបិទបញ្ជាក់ថា សម្ព័ន្ធពី (pi) រវាងអាតូមកាបូន-កាបូន មិនកំណត់ថាជារបស់អាតូមណាមួយទេ តែវាបញ្ជាក់ថាដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុង pi ត្រូវបានផ្តល់ស្មើគ្នាទៅអោយម៉ូលេគុលបង់សែនទាំងមូល។ អាតូមកាបូន និងអ៊ីដ្រូសែន មិនត្រូវបានបង្ហាញក្នុងគំនូសតាងងាយនេះ។

ពេលនេះ យើងអាចអះអាងថាសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូននីមួយៗក្នុងបង់សែនមានសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាមួយ និងសម្ព័ន្ធពីមួយផ្នែក។ លំដាប់សម្ព័ន្ធរវាងអាតូមកាបូនដែលនៅជិតគ្នា គឺមានតំលៃរវាង 1 និង 2។ ដូច្នេះទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល ផ្តល់ជំរើសមួយទៅនឹងគោលការណ៍រ៉េសូណង់ដែលយោងទៅតាមទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់។ ទំរង់រ៉េសូណង់នៃបង់សែនបានបង្ហើននៅទំព័រ 9-30 ។

អ៊ីយ៉ុងកាបូណាត CO_3^{2-}

សមាសធាតុខ្សែបិទ ដូចជាបង់សែនមិនមែនជាសមាសធាតុតែមួយគត់ទេ ដែលមានអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល នោះ។ ចូរពិនិត្យមើលការបង្កើតសម្ព័ន្ធក្នុងអ៊ីយ៉ុងកាបូណាត (CO_3^{2-})។ វិធាន VSEPR ទស្សន៍ទាយថា អ៊ីយ៉ុកាបូណាតមានទំរង់ធរណីមាត្រត្រីមុខនៅក្នុងប្លង់ដូចគ្នាទៅនឹង BF_3 ដែរ ទំរង់ប្លង់របស់អ៊ីយ៉ុងកាបូណាត អាចត្រូវបាន ពន្យល់តាមការសន្មតថា អាតូមកាបូនជាអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp^2។ អាតូម C បង្កើតសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាជាមួយអាតូម O បី។ ដូច្នេះ អរប៊ីតាល់ $2p_z$ របស់កាបូនដែលមិនធ្វើអ៊ីប្រ៊ីតកម្មអាចគ្របដណ្តប់ទៅនឹងអរប៊ីតាល់ $2p_z$ របស់អាតូមកាបូនទាំងបី (រូបទី **29**)។ ជាលទ្ធផលអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាលពង្រាយពាសពេញណ្តៀយ៉ូទាំងបួន តាមរបៀបមួយដែលដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុង (លំដាប់សម្ព័ន្ធ) ក្នុងសម្ព័ន្ធកាបូន-អុកស៊ីសែនទាំងអស់គឺដូចគ្នា។ ដូច្នេះទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលផ្តល់ការពន្យល់ដែលអាចទទួលយកបានពីលក្ខណៈរបស់អ៊ីយ៉ុងកាបូណាត បើប្រៀបធៀបជាមួយទំរង់រ៉េសូណង់របស់អ៊ីយ៉ុងនេះដែលបានសិក្សារួចហើយ។



រូបទី២៩: ការកកើតសម្ព័ន្ធក្នុងអ៊ីយ៉ុងកាបូណាត អាតូមកាបូនបង្កើតបានសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាបីជាមួយអាតូមអុកស៊ីសែន។ លើសពីនេះទៀត អរប៊ីតាល់ $2p_z$ របស់កាបូន និងអុកស៊ីសែនត្រូបដណ្តប់ដើម្បីបង្កើតបានជាអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល។

យើងគួរសំគាល់ថាម៉ូលេគុលដែលមានអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល គឺជាទូទៅមានស្ថិរភាពជាង ម៉ូលេគុលដែលមានអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដែលពង្រាយតែលើអាតូមពីរ។ ដូចជាម៉ូលេគុលបង់សែនដែលមានអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល គឺមានសកម្មភាពគីមីខ្សោយជាង (ស្ថិរភាពជាង) ម៉ូលេគុល ដែលមានសម្ព័ន្ធ C=C "មិនដាល" ដូចជាម៉ូលេគុលអេទីឡែន។

សមីការគន្លឹះ

- $\mu = Q \times r$ ម៉ូម៉ងឌីប៉ូលចំពោះបន្ទុក (Q) និងចំងាយគំលាតរវាងបន្ទុកទាំងពីរ (r) (**1**)
- លំដាប់សម្ព័ន្ធ $= \frac{1}{2}\left(\text{ចំនួនអេឡិចត្រុងក្នុង MO សម្ព័ន្ធ} - \text{ចំនួនអេឡិចត្រុងក្នុង MO មិនសម្ព័ន្ធ}\right)$ (**2**)

សង្ខេបពីហេតុការណ៍ និងបញ្ហត្តិ

1. វិធាន VSEPR ប្រើសំរាប់កំណត់ទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ម៉ូលេគុល គឺផ្អែកទៅលើការសន្មត ដែលថាគូអេឡិចត្រុងនៃស្រទាប់អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ច្រានគ្នាទៅវិញទៅមក និងមានទំនោរនៅឃ្លាតឆ្ងាយពីគ្នាតាមដែលអាចឃ្លាតទៅបាន។
2. ដោយយោងទៅតាមវិធាន VSEPR ទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល អាចត្រូវបានកំណត់ដោយចំនួនគូអេឡិចត្រុងចងសម្ព័ន្ធ និងគូអេឡិចត្រុងសើរី។ គូអេឡិចត្រុងសើរីនេះច្រានគូអេឡិចត្រុងមួយទៀតខ្លាំងជាងចំរានរបស់គូអេឡិចត្រុងចងសម្ព័ន្ធ ជាហេតុធ្វើអោយមុំសម្ព័នមានភាពមិនប្រក្រតីទៅតាមទំរង់ធរណីមាត្ររបស់វា។

3. ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល ជារង្វាស់នៃគំលាតបន្តុកក្នុងម៉ូលេគុល ដែលអាតូមបង្កម៉ូលេគុលមានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខុសគ្នា។ ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលរបស់ម៉ូលេគុល គឺជាលទ្ធផលនៃម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធទាំងអស់ ដែលមានវត្តមាននៅក្នុងម៉ូលេគុលនោះ។ ពត៌មានអំពីទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល អាចត្រូវទទួលបានពីរង្វាស់ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល។
4. មានរបៀបពន្យល់ពីរយ៉ាងតាមមេកានិចកង់ទិចចំពោះការកកើតសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ គឺទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់ និងទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។ ក្នុងទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់ អរប៊ីតាល់អាតូមដែលរងអ៊ីប្រឹតកម្ម ត្រូវបានបង្កើតពីបន្សំ និងតំរៀបឡើងវិញរបស់អរប៊ីតាល់អាតូមដូចគ្នា។ អរប៊ីតាល់ដែលរងអ៊ីប្រឹតកម្ម គឺមានថាមពល និងដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងស្មើៗគ្នា និងចំនួនអរប៊ីតាល់ដែលរងអ៊ីប្រឹកម្ម គឺស្មើនឹងចំនួនអរប៊ីតាល់អាតូមដើមដែលចូលផ្សំគ្នា។
5. ការបង្កើនស្រទាប់អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ អាចត្រូវបានពន្យល់តាមការសន្ឋតអ៊ីប្រឹតកម្មរបស់អរប៊ីតាល់ s អរប៊ីតាល់ p និងអរប៊ីតាល់ d។
6. ក្នុងអ៊ីប្រឹតកម្ម sp អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រឹតទាំងពីរស្ថិតនៅលើបន្ទាត់ត្រង់មួយ។ ក្នុងអ៊ីប្រឹតកម្ម sp^2 អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រឹតទាំងបី គឺស្ថិតនៅលើជ្រុងនៃត្រីកោណ។ ក្នុងអ៊ីប្រឹតកម្ម sp^3 អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រឹតទាំងបួន គឺស្ថិតនៅលើជ្រុងរបស់ចតុមុខនិយ័ត។ ក្នុងអ៊ីប្រឹតកម្ម sp^3d អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រឹតទាំងប្រាំ គឺស្ថិតនៅលើជ្រុងរបស់ប៊ី(ទ្វេ)ពីរ៉ាមីតត្រីកោណនិយ័ត។ ក្នុងអ៊ីប្រឹតកម្ម sp^3d^2 អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រឹតទាំងប្រាំមួយ គឺស្ថិតនៅលើជ្រុងរបស់អដ្ឋមុខនិយ័ត។
7. ក្នុងអាតូមដែលរងអ៊ីប្រឹតកម្ម sp^2 (ឧទាហរណ៍អាតូមកាបូន) អរប៊ីតាល់ p ដែលមិនរងអ៊ីប្រឹតកម្ម អាចបង្កើតសម្ព័ន្ធពី (π) ជាមួយអរប៊ីតាល់ p ផ្សេងទៀត។ សម្ព័ន្ធពីរជាន់រវាងកាបូន-កាបូន មានសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាមួយ (σ) និងសម្ព័ន្ធពី (π) មួយ។ ក្នុងអាតូមកាបូនដែលរងអ៊ីប្រឹតកម្ម sp អរប៊ីតាល់ p ចំនួនពីរដែលមិនរងអ៊ីប្រឹតកម្ម អាចបង្កើតបានសម្ព័ន្ធពី (π) ចំនួនពីរជាមួយអរប៊ីតាល់ p ចំនួនពីររបស់អាតូមផ្សេងទៀត។ សម្ព័ន្ធបីជាន់រវាងកាបូន-កាបូន មានសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា (σ) មួយ និងសម្ព័ន្ធពី (π) ចំនួនពីរ។
8. ទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល រៀបរាប់ពីការចងសម្ព័ន្ធតាមការបន្សំ និងការតំរៀបឡើងវិញរបស់អរប៊ីតាល់អាតូមបង្កើតបានជាអរប៊ីតាល់ដែលជារបស់ម៉ូលេគុលទាំងមូល។
9. អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដែលចងសម្ព័ន្ធ បង្កើនដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងរវាងណ្យូក្លេអ៊ែរ ហើយវាមានថាមពលទាបជាងថាមពលរបស់អរប៊ីតាល់អាតូមនីមួយៗរបស់វាដែលចូលផ្សំ។ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលមិនសម្ព័ន្ធ មានតំបន់ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងរវាងណ្យូក្លេអ៊ែរ ហើយមានកំរិតថាមពលខ្ពស់ជាងថាមពលរបស់អរប៊ីតាល់អាតូម នីមួយៗរបស់វាដែលចូលផ្សំ។

10. យើងសរសេររបាយអេឡិចត្រុងរបស់អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល ក៏ដូចជាការសរសេររបាយអេឡិចត្រុងរបស់អរប៊ីតាល់អាតូមដែរ គឺត្រូវបំពេញអេឡិចត្រុងតាមលំដាប់កំនើនកំរិតថាមពល។ ចំនួនអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល ជានិច្ចកាលស្មើនឹងចំនួនអរប៊ីតាល់អាតូមដែលចូលផ្សំ។ តាមគោលការណ៍ប៉ាវលី (Pauli) និងច្បាប់ហ៊ុន (Hund) កំណត់ពីការបំពេញអេឡិចត្រុងរបស់អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។

11. ម៉ូលេគុលមួយមានស្ថិរភាព ប្រសិនបើចំនួនអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដែលចងសម្ព័ន្ធមានចំនួនច្រើនជាងចំនួនអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដែលមិនចងសម្ព័ន្ធ។

12. អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល (ដែលមានទីតាំងមិនកំណត់) ដែលអេឡិចត្រុងសេរីមានចលនាជុំវិញម៉ូលេគុលទាំងមូល ឬក្រុមអាតូមទាំងមូល ត្រូវបានបង្កើតដោយអេឡិចត្រុងក្នុងអរប៊ីតាល់ p របស់អាតូមដែលនៅជិតវា។ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល គឺមានទំរង់ឆ្លាស់គ្នានឹងទំរង់រ៉ែសូណង់ ដែលពន្យល់ពីលក្ខណៈម៉ូលេគុលដែលត្រូវសង្កេត។

ពាក្យគន្លឹះ

អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ	Antibonding molecular orbital	10-40
លំដាប់សម្ព័ន្ធ	Bond order	10-45
អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ	Bonding molecular orbital	10-40
អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល	Delocalised molecular orbital	10-53
ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល (μ)	Dipole moment (μ)	10-14
ម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានណៃយ៉ូដូចគ្នា	Homo-nuclear diatomic molecule	10-46
អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រីត	Hybrid orbital	10-24
អ៊ីប្រីតកម្ម	Hybridisation	10-24
អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល	Molecular orbital	10-40
ម៉ូលេគុលមិនប៉ូលែ	Non-polar molecule	10-15
សម្ព័ន្ធពី (π)	Pi bond (π)	10-36
អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពី (pi)	Pi molecular orbital	10-43
ម៉ូលេគុលប៉ូលែ	Polar molecule	10-15
សម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា (σ)	Sigma bond (σ bond)	10-36
អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលស៊ីចមា	Sigma molecular orbital	10-41

ស្រទាប់វ៉ាឡង់	Valence shell	10-2
វិធានចំរានគូអេឡិចត្រុងស្រទាប់វ៉ាឡង់	Valence shell electron pair repulsion (VSEPR) model	10-2

សំនួរ និងលំហាត់

ទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល

សំនួរវិលីក

1. តើទំរង់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលត្រូវកំណត់ឡើងតាមរបៀបណា ? ហេតុអ្វីបានជាការសិក្សាពីទំរង់ធរណីមាត្រសំខាន់ ?

2. ចូរគូសទំរង់គ្រោងម៉ូលេគុលទ្រីអាតូមដែលនៅលើបន្លង់រាប ម៉ូលេគុលបន្លង់រាបត្រីមុខ ដែលមានបួនអាតូមម៉ូលេគុលចតុមុខ ម៉ូលេគុលទំរង់ពីពីរ៉ាមីតត្រីកោណ និងម៉ូលេគុលទំរង់អង្គមុខ ព្រមទាំងអោយមុំសម្ព័ន្ធក្នុងករណីនីមួយៗផង។

3. តើមានអាតូមប៉ុន្មានចងសម្ព័ន្ធផ្ទាល់ទៅនឹងអាតូមមណ្ឌលក្នុង ម៉ូលេគុលចតុមុខ ម៉ូលេគុលត្រីមុខនៃឌីពីរ៉ាមីត និងម៉ូលេគុលអង្គមុខ ?

4. ចូរពិភាក្សាពីលក្ខណៈគ្រឹះរបស់ វិធាន VSEPR។ ចូរពន្យល់ហេតុអ្វីបានជាទំហំនៃចំរានថយចុះក្នុងលំដាប់ខាងក្រោមនេះ:

ទ្វេតាអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធ-ទ្វេតាអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធ > ទ្វេតាអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធ-ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ > ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ-ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ។

5. ក្នុងតំរៀបនៃពីពីរ៉ាមីតត្រីកោណ តើហេតុអ្វីបានជាទ្វេតាអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធស្ថិតក្នុងទីតាំងអេក្វាទ័រ (equatorial position) មានលក្ខណៈល្អប្រសើជាង ទីតាំងលើអក្ស (axial position) ?

6. ទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ CH_4 អាចស្ថិតនៅលើបន្លង់រាងការេជាមួយអាតូម H ចំនួនបួនស្ថិតនៅលើជ្រុងទាំងបួនរបស់ការេ ហើយអាតូម C ស្ថិតនៅចំផ្ចិតនៃការេនោះ។ ចូរគូសទំរង់ធរណីមាត្រនេះ ហើយប្រៀបធៀបកំរិតស្ថិរភាពរបស់វា ជាមួយម៉ូលេគុលចតុមុខ CH_4 ។

លំហាត់

7. ចូរទស្សន៍ទាយទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ប្រភេទម៉ូលេគុលខាងក្រោមនេះ ដោយប្រើវិធី VSEPR

(a)- PCl_4 (b)- $CHCl_3$ (c)- SiH_4 (d) $TeCl_4$

8. ចូរទស្សន៍ទាយទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ប្រភេទម៉ូលេគុលខាងក្រោមនេះ

(a)- AlCl3 (b)- $ZnCl_2$ (c)- $ZnCl_4^{2-}$

9. ចូរទស្សន៍ទាយទំរង់ធរណីមាត្ររបស់ម៉ូលេគុលខាងក្រោមនេះដោយប្រើវិធី VSEPR

(a)- $HgBr_2$ (b)-N_2O (តំរៀបនៃអាតូមគឺ NNO)

(c)- SCN^- (តំរៀបនៃអាតូមគឺ SCN)

10. ចូរទស្សន៍ទាយទំរង់ធរណីមាត្រនៃអ៊ីយ៉ុងខាងក្រោមនេះ

(a)- NH_2^- (b)- NH_4^+ (c)- CO_3^{2-} (d)- ICI_2^- (e)- ICI_4^-

(f)- AlH_4^+ (g)- $SnCl_5^-$ (h)- H_3O^+ (i)- BeF_4^{2-}

11.ចូរពីភាក្សាទំរង់ធរណីមាត្រនីមួយៗដែលពន្ធ័ជុំវិញអាតូមមណ្ឌលទាំងបីក្នុងម៉ូលេគុល CH_3COOH ។

12. ប្រភេទម៉ូលេគុលខាងក្រោមនេះ តើម៉ូលេគុលណាជាទំរង់ចតុមុខ ?

(a)- $SiCl_4$ (b)-SeF_4 (c)- XeF_4 (d)- CI_4 (e)- $CdCl_4^{2-}$

ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល

សំនួររំលឹក

13. ចូរកំណត់និយមន័យម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល ។ តើអ្វីជាខ្នាត និងនិមិត្តសញ្ញារបស់ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល ?

14. តើអ្វីជាទំនាក់ទំនងរវាងម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល និងម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធ? តើវាមានលក្ខណៈបែបណាចំពោះម៉ូលេគុលដែលអាចមានម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធតែម៉ូលេគុលនោះមិនមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល (មិនប៉ូលែ) ?

15. ចូរពន្យល់ហេតុអ្វីបានជាអាតូមមួយមិនអាចមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលជាអចិន្ត្រៃ។

16. សម្ព័ន្ធនៅក្នុងម៉ូលេគុលបេរីល្យូមអ៊ីដ្រូ (BeH_2) គឺប៉ូលែតែម៉ូលេគុលនេះនៅតែមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលសូន្យ ។ ចូរពន្យល់ ។

លំហាត់

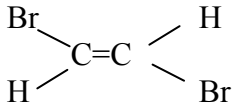
17. យោងតាមតារាងទី**3** ចូរតំរៀបម៉ូលេគុលខាងក្រោមនេះ តាមលំដាប់ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលកើន H_2O H_2S H_2Te H_2Se ។

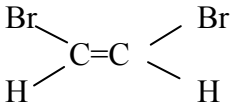
18. ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលរបស់អ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនថយចុះពី HF ទៅ HI (មើលតារាងទី**3**) ។ ចូរពន្យល់ពីទំនោរនេះ ។

19. ចូរតំរៀបម៉ូលេគុលខាងក្រោមនេះតាមលំដាប់ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលកើន H_2O CBr H_2S HF NH_3 CO_2 ។

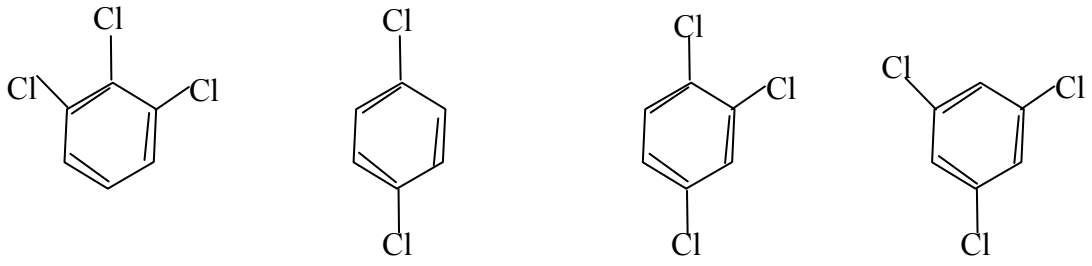
20. តើម៉ូលេគុល OCS មានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលខ្ពស់ ឬទាបជាង ម៉ូលេគុល CS_2 ?

21. តើម៉ូលលេគុលខាងក្រោមនេះ មួយណាមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលខ្ពស់ជាង ?





22. ចូរតំរៀបសមាសធាតុខាងក្រោមនេះតាមលំដាប់ម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលកើន



(a) **(b)** **(c)** **(d)**

ទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់

សំនួរវិលីក

23. តើអ្វីទៅជាទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់ ? តើវាខុសពីបញ្ហត្តិឡិវិសនៃសម្ព័ន្ធគីមីយ៉ាងដូចម្តេច ?

24. ចូរប្រើទ្រឹស្តីសម្ព័ន្ធវ៉ាឡង់ដើម្បីពន្យល់ពីសម្ព័ន្ធក្នុង Cl_2 និង HCl ។ ចូរបង្ហាញថា តើម៉ូលេគុលវាគ្របដណ្តប់បែបណា ពេលដែលសម្ព័ន្ធមួយត្រូវបានកើតឡើង ។

25. ចូរគូសខ្សែកោងថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃការបង្កើតសម្ព័ន្ធក្នុងម៉ូលេគុល F_2 ។

អ៊ីប្រ៊ីតកម្ម

សំនួរវិលីក

26. ដូចម្តេចដែលហៅថាអ៊ីប្រ៊ីតកម្មនៃអរប៊ីតាល់អាតូម? ហេតុអ្វីបានជាអាតូមសេរីមិនអាចមានភាពអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម?

27. តើអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតខុសពីអរប៊ីតាល់អាតូមសុទ្ធយ៉ាងដូចម្តេច? តើអរប៊ីតាល់ 2p ចំនួនពីរនៃអាតូមអាចធ្វើអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម អោយជាអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីតចំនួនពីរដែរឬទេ ?

28. តើមុំរវាងអ៊ីប្រ៊ីតកម្មទាំងពីរខាងក្រោមដែលស្ថិតលើអាតូមដូចគ្នាស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

(a)- អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp និង sp

(b)- អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^2 និង sp^2

(c)- អរប៊ីតាល់អ៊ីប្រ៊ីត sp^3 និង sp^3

29. តើយើងអាចសំគាល់បែបណារវាងសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា និងសម្ព័ន្ធពី (pi) ?

30. តើគូអរប៊ីតាល់អាតូមនៃណ្យៀងជាប់គ្នាខាងក្រោមនេះណាខ្លះ អាចត្រួបដណ្តប់ដើម្បីបង្កើតសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា? តើណាខ្លះអាចត្រួបដណ្តប់ដើម្បីបង្កើតសម្ព័ន្ធពី (pi) ? តើណាខ្លះមិនអាចត្រួបដណ្តប់ (គ្មានសម្ព័ន្ធ)? ចូរពិនិត្យមើលអក្ស x ដើម្បីកំណត់អក្សអន្តរណ្យៀងដែលនោះជាបន្ទាត់ដែលភ្ជាប់ណ្យៀងរបស់អាតូមពីរ ។

(a)- 1s និង 1s (b)- 1s និង $2p_x$ (c)- $2p_x$ និង$2p_y$

(d)- $3p_y$ និង $3p_y$ (e)- $2p_x$ និង $2p_x$ (f)- 1s និង 2s

លំហាត់

31. ចូរពិពិណនាពីត្រោងសម្ព័ន្ធរបស់ម៉ូលេគុល AsH_3 ចំពោះអ៊ីប្រិតកម្ម ។

32. តើ Si មានភាពអ៊ីប្រិតកម្មអ្វី ក្នុង SiH_4 និងក្នុង $H_3Si - SiH_3$?

33. ចូរពិពិណនាពីបំរែបំរួលក្នុងអ៊ីប្រិតកម្ម (បើមាន) របស់អាតូម Al ក្នុងប្រតិកម្មខាងក្រោម:

$$AlCl_3 + Cl^- \longrightarrow AlCl_4^-$$

34. ចូរពិនិត្យមើលប្រតិកម្ម $BF_3 + NH_3 \longrightarrow F_3B–NH_3$

ចូរពិពិណនាបំរែបំរួលក្នុងអ៊ីប្រិតកម្ម របស់អាតូម B និង Nដែលជាលទ្ធផលនៃប្រតិកម្មនេះ ។

35. តើអ្វីទៅជាអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រិតដែលត្រូវប្រើដោយអាតូមអាសូតរបស់ប្រភេទខាងក្រោមនេះ ?

(a)- NH_3 (b)-$H_2N – NH_2$ (c)- NO_3^-

36. តើអ្វីជាអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រិតរបស់អាតូមកាបូន ក្នុងម៉ូលេគុលខាងក្រោម:

(a)- $H_3C – CH_3$
(b)- $H_3C – CH=CH_2$
(c)- $CH_3 – C \equiv C – CH_2OH$
(d)- $CH_3CH=O$
(e)- CH_3COOH

37. ចូរកំណត់ថា តើអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រិតអ្វី ដែលត្រូវបានប្រើដោយអាតូមកាបូនក្នុងប្រភេទខាង ក្រោមនេះ

(a)- CO (b)-CO_2 (c)-CN^-

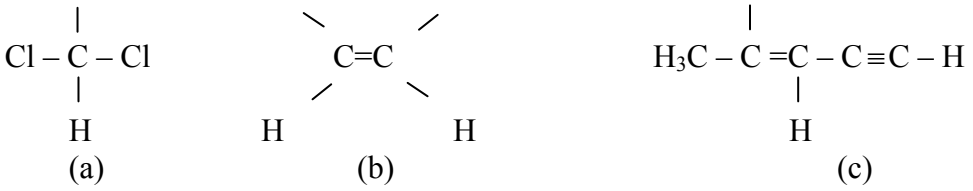
38. តើអាតូមមណ្ឌល N មានអរប៊ីតាល់អ៊ីប្រិតអ្វី ក្នុងអ៊ីយ៉ុង អាស៊ីដ (azide) N^{3-} ? (តំរៀបរបស់អាតូមគឺ NNN)

39. ម៉ូលេគុលអាឡែន $H_2C=C=CH_2$ ជាបន្ទាត់ (អាតូម C ទាំងបីស្ថិតនៅលើបន្ទាត់ត្រង់)។ តើអាតូមកាបូន មានភាពអ៊ីប្រិតកម្មអ្វី? ចូរគូគំនូសតាងដើម្បីបង្ហាញពីការបង្កើតសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា និងសម្ព័ន្ធពី (pi) ក្នុងម៉ូលេគុលអាឡែន ។

40. ចូរពិពិណនាអ៊ីប្រិតកម្មរបស់ផូស្វ័រ ក្នុង PF_5 ។

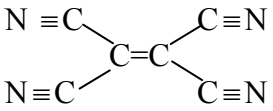
41. តើសម្ព័ន្ធពី និងសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាប៉ុន្មានដែលមានក្នុងម៉ូលេគុលខាងក្រោមនេះ

H H Cl H



(a) (b) (c)

42. តើសម្ព័ន្ធពី និងសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ាប៉ុន្មានដែលមានក្នុងម៉ូលេគុល តេត្រាស្យាណូអេទីឡែន ?



ទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល

សំនួរវិលីក

43. ដូចម្តេចដែលហៅថាទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល ? តើវាខុសពីទ្រឹស្តីវ៉ាឡង់យ៉ាងដូចម្តេច ?

44. ចូរអោយនិយមន័យនៃពាក្យខាងក្រោមនេះ

- អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ
- អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ
- អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពី (pi)
- អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលស៊ីចម៉ា

45. ចូរគូសទំរង់របស់អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលខាងក្រោមនេះ σ_{1s} / σ^{*}_{1s} / π_{1s} , $\pi^{\star}_{1s}$ តើថាមពលរបស់វាប្រៀបធៀបតាមរបៀបណា ?

46. ចូរពន្យល់ភាពសំខាន់នៃលំដាប់សម្ព័ន្ធ។ តើអរប៊ីតាល់សម្ព័ន្ធអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីប្រៀបធៀបបរិមាណនៃកំលាំងសម្ព័ន្ធបានដែរឬទេ ?

លំហាត់

47. ចូរពន្យល់តាមអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពីបំរែបំរួលចំងាយអន្តរណ្យូ H–H ដែលកើតឡើងពេលដែលម៉ូលេគុល H_2 ត្រូវបានធ្វើអ៊ីយ៉ុងកម្មជាលើកដំបូងអោយទៅជា H_2^+ ហើយបន្ទាប់មកទៀតអោយជា H_2^{2+} ។

48. ការកកើត H_2 ពីអាតូម H ចំនួនពីរគឺជាដំណើរការត្រូវការថាមពល។ តាមស្ថិតិ វាបង្ហាញថាមានបំរែបំរួលតិចជា 100% ដែលអាតូម H មួយក្នុងចំណោមទាំងពីរងប្រតិកម្ម។ ក្រៅពីពិនិត្យពីថាមពល តើអ្នកយល់យ៉ាងណាចំពោះការសង្កេតនេះ ដោយផ្អែកទៅលើស្ពីនអេឡិចត្រុងក្នុងអាតូម H ទាំងពីរ ?

49. ចូរគូសដ្យាក្រាមកំរិតថាមពលអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល ចំពោះប្រភេទគីមីខាងក្រោមនេះ: He_2 HHe He_2^+ និងប្រៀបធៀបកំរិតស្ថិរភាពធៀបរបស់វា ចំពោះលំដាប់សម្ព័ន្ធ (ដោយដឹងថា HHe ជាម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានបីអេឡិចត្រុង)។

50. ចូរតំរៀបប្រភេទគីមីខាងក្រោមនេះតាមលំដាប់កំរិតស្ថិរភាពកើន: Li_2 , Li_2^+ , Li_2^- ។ ចូរអោយហេតុផល ចំពោះជំរើសរបស់អ្នកក្នុងដ្យាក្រាមកំរិតថាមពលអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។

51. ចូរប្រើទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល ដើម្បីពន្យល់ថា តើហេតុអ្វីបានជាម៉ូលេគុល Be_2 មិនមាន។

52. តើមួយណានៃប្រភេទទាំងនេះ B_2 ឬ B_2^+ មានសម្ព័ន្ធវែងជាងគេ? ចូរពន្យល់តាមទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។

53. អាសេទីឡែន (C_2H_2) មានទំនោរបាត់ប្រូតុងចំនួនពីរ (H^+) ហើយបង្កើតបានជាអ៊ីយ៉ុងកាបូ (C_2^{2-}) ដែលមាន វត្តមាននៅក្នុងសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុង CaC_2 ដូចជា MgC_2 ។ ចូរពិពិណនាពីគ្រោងសម្ព័ន្ធនៅក្នុង (C_2^{2-}) តាមទ្រឹស្តី អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។ ចូរប្រៀបធៀបលំដាប់សម្ព័ន្ធក្នុង (C_2^{2-}) ជាមួយលំដាប់សម្ព័ន្ធក្នុង C_2 ។

54. ចូរប្រៀបធៀប ការប្រើទ្រឹស្តីឡឺវិស និងទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែន។

55. ចូរពន្យល់ថា តើហេតុអ្វីបានជាលំដាប់សម្ព័ន្ធរបស់ N_2 ធំជាង N_2^+ តែលំដាប់សម្ព័ន្ធរបស់ O_2 តូចជាង O_2^+ ។

56. ចូរប្រៀបធៀបកំរិតស្ថិរភាពធៀបរបស់ប្រភេទខាងក្រោមនេះ ហើយបញ្ជាក់ពីលក្ខណៈម៉ាញ៉េទិចរបស់វាផង (ដែលជាឌីម៉ាញ៉េទិច និង ប៉ារ៉ាម៉ាញ៉េទិច) O_2 , O_2^+ , O_2^- (អ៊ីយ៉ុងស៊ុបពែរអុកស៊ីត) O_2^{2-} (អ៊ីយ៉ុងពែរអុកស៊ីត)។

57. ចូរប្រើទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដើម្បីប្រៀបធៀបកំរិតស្ថិរភាពធៀបរបស់ F_2 ហើយ F_2^+ ។

58. សម្ព័ន្ធមួយជាន់ជានិច្ចកាលសឹងតែជាសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា ហើយសម្ព័ន្ធពីរជាន់ជាទូទៅច្រើនតែបង្កើតឡើងដោយសម្ព័ន្ធស៊ិចម៉ា និងសម្ព័ន្ធពី។ មានករណីលើកលែងតិចតួចណាស់ចំពោះក្បួននេះ។ ចូរបង្ហាញ C_2 និង B_2 ជាករណីលើកលែងនេះ។

អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល

សំនួរំលើក

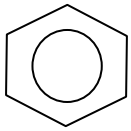
59. តើអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាលខុសពីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលរបស់ H_2 , C_2H_4 យ៉ាងដូច ម្តេច? តើអ្នកយល់យ៉ាងណាចំពោះលក្ខខ័ណ្ឌ អប្បរិមា (ដូចជាចំនួនអាតូម និងប្រភេទអរប៊ីតាល់) ក្នុងការបង្កើតអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល ?

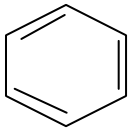
60. នៅក្នុងមេរៀនមុន យើងឃើញថា បញ្ហាតិរ៉ែសូណង់ចាំបាច់ក្នុងការដោះស្រាយចំពោះសមាសធាតុដូចជាបង់សែន និងអ៊ីយ៉ុងកាបូណាត? តើទ្រឹស្តីអរប៊ីតាលម៉ូលេគុលដោះស្រាយជាមួយប្រភេទគីមីនេះយ៉ាងដូចម្តេច ?

លំហាត់

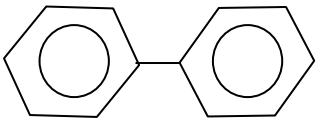
61. ទាំងអេទីឡែន និងបង់សែនមានសម្ព័ន្ធ C=C ។ អំពើរបស់អេទីឡែនសកម្មជាងបង់សែន។ ឧទាហរណ៍ អេទីឡែនមានអំពើសកម្មជាមួយម៉ូលេគុលប្រូម ចំណែកឯបង់សែនមិនមានប្រតិកម្មជាមួយម៉ូលេគុលនេះទេ។ ចូរពន្យល់ពីលក្ខណៈខុសគ្នានេះ ។

62. ចូរពន្យល់ហេតុអ្វីបានជានិមិត្តសញ្ញានៅខាងឆ្វេង ត្រឹមត្រូវក្នុងការតាងអោយម៉ូលេគុលបង់សែនជាងនិមិត្តសញ្ញានៅខាងស្តាំ។

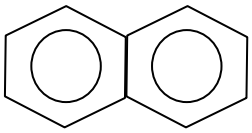




63. តើម៉ូលេគុលមួយណាមានអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាលជាគេ? ចូរពន្យល ។



ប៊ីផេនីល



ណាប់ផ្តាឡែន

ចំណាំ : ម៉ូលេគុលបង់សែនពីរក្នុងប៊ីផេនីលអាចវិលបាន ។

64. នីទ្រីលផ្ដុយអរូ FNO_2 មានលក្ខណៈគីមីសកម្ម។ អាតូមអុកស៊ីសែន និងភ្លុយអត្រូវបានចងសម្ព័ន្ធទៅនឹងអាតូមអាសូត ។

ក- ចូរសរសរទំរង់ឡឺវិសរបស់ FNO_2

ខ- ចូរបញ្ជាក់ពីអ៊ីប្រឺតកម្មរបស់អាតូមអាសូត

គ-ចូរពិពិណនាការចងសម្ព័ន្ធតាមទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល ។ តើកន្លែងណាដែលអ្នកគិតថាអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាលកើតឡើង ?

65. ចូរពិពិណនាពីការចងសម្ព័ន្ធក្នុងអ៊ីយ៉ុងនីត្រាត NO_3^- តាមទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល ។

66. តើអាតូម O មណ្ឌលមានភាពអ៊ីប្រឺតកម្មអ្វីក្នុង O_3? ចូរពិពិណនាពីការចងសម្ព័ន្ធក្នុង O_3 តាមទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដាល ។

67. តើសមាសធាតុមួយណាគឺមានទំរង់ចតុមុខនិយ័ត ? (a) $SiBr_4$, (b) NF_4^+ , (c) SF_4, (d) $BeCl_4^{2-}$ (e) BF_4^- (f) $AlCl_4^-$

68. គូសនូវទំរង់ឡិវីសសមាសធាតុបារតប្រួម។ តើសមាសធាតុនេះជាបន្ទាត់ត្រង់ ឬកោង? តើអ្នកអាចបង្កើតទំរង់ធរណី មាត្ររបស់វាយ៉ាងដូចម្តេច ?

69. គូសរូបម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធ និងម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលសំរាប់ម៉ូលេគុលដូចខាងក្រោម : H_2O, PCl_3, XeF_4, PCl_5, SF_6

70. ទោះបីជាកាបូន និងស៊ីលីកូនស្ថិតនៅក្នុងក្រុម 4A ដែលសម្ព័ន្ធ Si=Si តិចតួចបានស្គាល់។ ចូរពន្យល់នូវភាពមិនស្ថេរភាពនៃសម្ព័ន្ធពីរជាន់រវាងស៊ីលីកូននិងស៊ីលីកូន។ (តំរុយ:ប្រៀបធៀបកាំអាតូម C និង Si នៅក្នុងរូប 8.5 ។ តើមានប្រសិទ្ធភាព អ៊ីដែលទំហំកាន់តែធំមានលើការបង្កើតសម្ព័ន្ធ pi) ។

71. ចូរទស្សន៏ទាយនូវទំរង់ធរណីមាត្រនៃ SCl_2 និងអ៊ីប្រ៊ីតកម្មអាតូមស្ពាន់ធ័រ ។

72. អង់ទីមុនីប៉ង់តាភ្លុយអរូ SbF_5 មានប្រតិកម្មជាមួយ XeF_4 និង XeF_6 ដើម្បីបង្កើតសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុង $XeF_3^+SbF_6^-$ និង $XeF_5^+SbF_6^-$ ។ ចូររៀបរាប់នូវទំរង់ធរណីមាត្រនៃកាចុង និងអាញ៉ុងក្នុងសមាសធាតុទាំងពីរនេះ ។

73. គូសនូវទំរង់ឡិវីស និងផ្តល់នូវពត៌មានផ្សេងទៀតដែលបានស្នើសំរាប់ម៉ូលេគុលដូចខាងក្រោម : (a) BF_3 មានសណ្ឋាន: ប្លង់រាប និងមិនប្លង់រាប (b) ClO_3^- មានសណ្ឋាន: ប្លង់រាប និងមិនប្លង់រាប (c) H_2O បង្ហាញនូវទិសដៅ នៃម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល (d) OF_2 ម៉ូលេគុលប៉ូលែរ ឬមិនប៉ូលែរ (e) NO_2 ប៉ាន់ស្មាននូវមុំសម្ព័ន្ធ ONO ។

74. ចូរទស្សទាយន៏នូវមុំសម្ព័ន្ធសំរាប់ម៉ូលេគុលដូចខាងក្រោម : (a) $BeCl_2$, (b) BCl_3 , (c) CCl_4 , (d) CH_3Cl , (e) Hg_2Cl_2 , (ការរៀបចំអាតូម : ClHgHgCl) , (f) $SnCl_2$, (g) H_2O_2 , (i) SnH_4 ។

75. ចូរប្រៀបធៀបដោយសង្ខេបរវាង VSEPR និង វិធីអ៊ីប្រ៊ីតកម្មទៅលើការសិក្សាពីទំរង់ធរណីមាត្រ ។

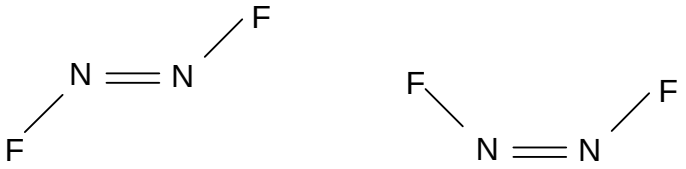
76. ចូររៀបរាប់នូវលក្ខណៈអ៊ីប្រ៊ីតកម្មរបស់អាស៊ីនិចក្នុងម៉ូលេគុល AsF_5 ។

77. គូសនូវទំរង់ឡិវីសនិងផ្តល់នូវពត៌មានផ្សេងៗទៀតដែលបានស្នើឡើងសំរាប់ម៉ូលេគុលដូចខាងក្រោម : (a) SO_3 ម៉ូលេគុលប៉ូលែរ ឬមិនប៉ូលែរ (b) PF_3 ម៉ូលេគុលប៉ូលែរ ឬមិនប៉ូលែរ (c) F_3SiH បង្ហាញនូវទិសដៅម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល (d) SiH_3^- មានទំរង់ប្លង់រាប ឬ ពីរាមីដាល់ (pyramidal) ? (e) Br_2CH_2 ម៉ូលេគុលប៉ូលែរ ឬមិនប៉ូលែរ ។

78. តើម៉ូលេគុលណាខ្លះជាម៉ូលេគុលលីនេអែរ ? ICl_2^- , IF_2^+ , OF_2 , SnI_2 , $CdBr_2$ ។

79. គូសនូវទំរង់ឡិវីសអ៊ីយ៉ុង $BeCl_4^{2-}$ ។ ចូរទស្សទាយន៏នូវទំរង់ធរណីមាត្រ និងពិពរណានូវលក្ខណៈអ៊ីប្រ៊ីតកម្មអាតូម Be ។

80. ម៉ូលេគុល N_2F_2 អាចមាននូវទំរង់ពីរ :

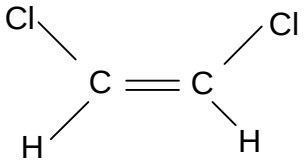


(a) តើអ៊ីប្រ៊ីតកម្មអាតូម N ក្នុងម៉ូលេគុលជាអ្វី ?

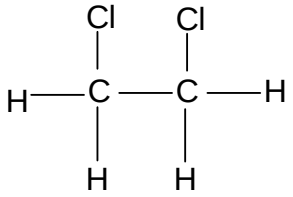
(b) តើទំរង់មួយណាមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល?

81. ស៊ីក្លូប្រូប៉ាន (C_3H_6) មានទំរង់ត្រីមុំដែលអាតូម C មួយបានចងសម្ព័ន្ធទៅនឹងអាតូម H ចំនួនពីរ និងអាតូម C ពីរ ផ្សេងទៀតនៅជ្រុងនិមួយៗ។ គុយបាន C_8H_8 (cubane) មានទំរង់លក្ខណៈជាគូបដែលអាតូម C មួយបានចងសម្ព័ន្ធទៅនឹងអាតូម H មួយនិងអាតូម C បីនៅជ្រុងនិមួយៗ។ (a) គូសនូវទំរង់ឡ៊ីវីសម៉ូលេគុលទាំងនេះ (b) ប្រៀបធៀបមុំ CCC ក្នុងម៉ូលេគុលទាំងនេះជាមួយវាទាំងនេះបានទស្សទាយន៏សំរាប់អាតូម C មានអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp^3 ។ (c) តើអ្នកសង្ឃឹម ថាម៉ូលេគុលទាំងនេះងាយស្រួលក្នុងការបង្កើត?

82. សមាសធាតុ 1,2 ឌីក្លរ៉ូអេតាន $(C_2H_4Cl_2)$ ជាម៉ូលេគុលមិនប៉ូលែរ ខណៈដែល *cis*-ឌីក្លរ៉ូអេទីឡែន $(C_2H_2Cl_2)$ មាននូវម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល។



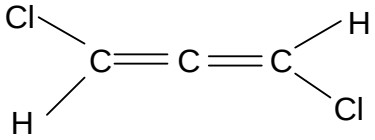
cis-dichloroethylene



1,2-dichloroethane

មូលហេតុសំរាប់ភាពផ្សេងគ្នាគឺថាក្រុមជាច្រើនទាំងនោះបានចងភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធមួយជាន់អាចធ្វើការរង្វិលដោយមានគោរពគ្នាទៅវិញទៅមក ប៉ុន្តែមិនការរង្វិលកើតឡើងពេលសម្ព័ន្ធពីរជាន់ភ្ជាប់ទៅនឹងក្រុមទាំងនេះ។ លើមូលដ្ឋានគ្រឹះ នៃការពិចារណាការចងសម្ព័ន្ធ ពន្យល់នូវមូលហេតុដែលរង្វិលអាចកើតឡើងក្នុង 1,2 dichloroethane ប៉ុន្តែមិនមានក្នុង *cis*-dichloroethylene ។

83. តើម៉ូលេគុលខាងក្រោមមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលដែរឬទេ ?

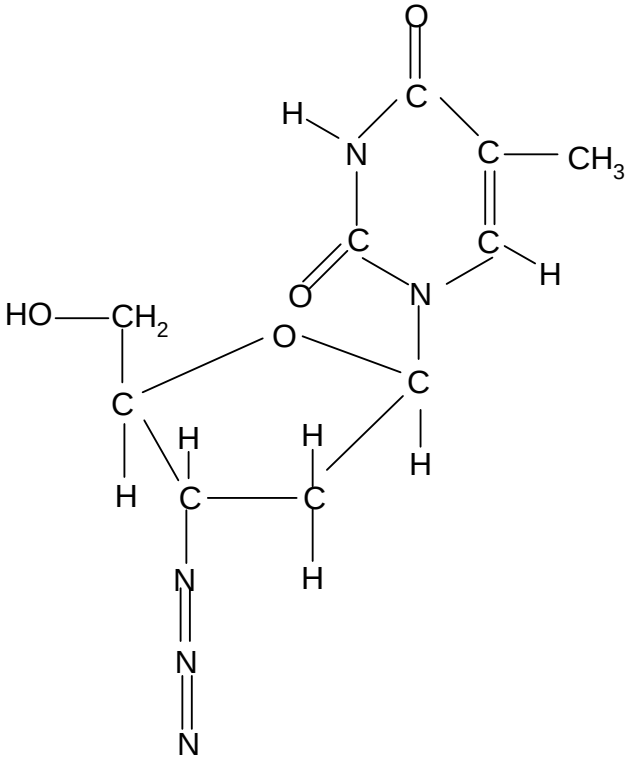


(តំរុយ : មើលចំលើយសំនួរ 39)

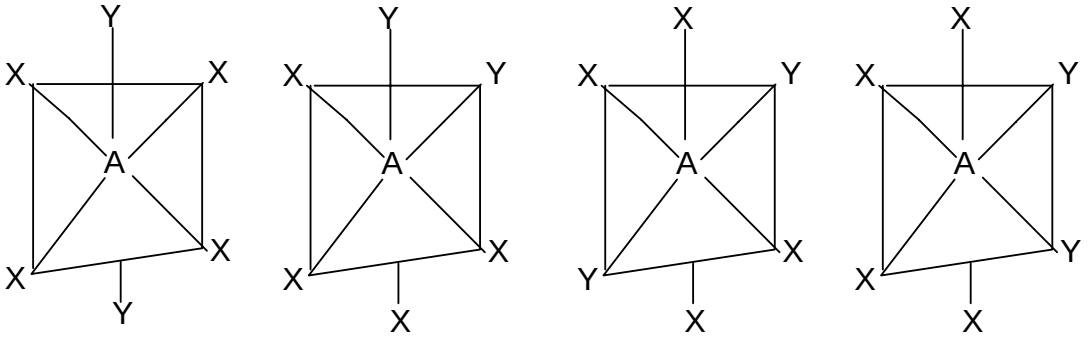
84. ឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ (greenhouse gas) ដែលបង្កឱ្យកើតឡើងកំដៅផែនដី មានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល ឬអាចត្រូវបានពត់ (bent) ឬ ធ្វើឱ្យរមួល (distorted) ទៅក្នុងទំរង់ជាច្រើនដែលមានម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូល។ តើឧស្ម័នមួយណាជាឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ ? N_2 , O_2 , O_3 , CO , CO_2 , NO_2 , N_2O , CH_4 , $CFCl_3$ ។

85. មុំសម្ព័ន្ធ SO_2 គឺវាស្ថិតក្បែរមុំ 120° ទោះបីជាវាមានគូរតែឯងមួយលើ S ។ ចូរពន្យល់ ។

86. 3′-azido-3′-deoxythymidine ដែលគេស្គាល់ថាជា AZT ជាប្រភេទថ្នាំមួយដែលបានប្រើដើម្បីព្យាបាលជំងឺ AIDS (acquired immune deficiency syndrome) ។ តើអ៊ីប្រឹតកម្មនៃអាតូម C និង N ក្នុងម៉ូលេគុលនេះជាអ្វី ?



87. ម៉ូលេគុលដូចខាងក្រោម (AX_4Y_2) ទាំងអស់មានទំរង់ធរណីមាត្រអុកតាអ៊ីដ្រាល (octahedral) ។ ចូរចាត់ជាក្រុម នូវម៉ូលេគុលដែលសមមូលគ្នាទៅវិញទៅមក :

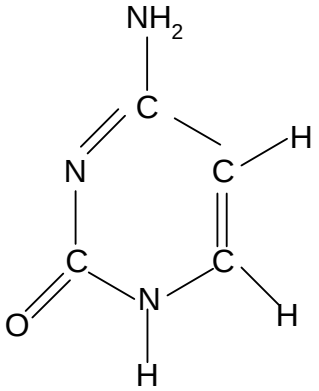


(a) (b) (c) (d)

88. សមាសធាតុកាបូនតេត្រាក្លរួ (CCl_4) និងស៊ីលីកូនតេត្រាក្លរួ ($SiCl_4$) មានទំរង់ធរណីមាត្រ និងអ៊ីប្រ៊ីតកម្មប្រហាក់ប្រហែលគ្នា។ តែទោះបីជាយ៉ាងណា CCl_4 មិនមានប្រតិកម្មជាមួយទឹក ប៉ុន្តែ $SiCl_4$ មានប្រតិកម្មជាមួយទឹក។ ចូរពន្យល់នូវភាពខុសគ្នាក្នុងកិរិតសកម្មភាពគីមីរបស់វា (chemical reactivities)។ (តំរុយ : ជំហានទីមួយនៃប្រតិកម្មត្រូវបានគេជឿថា ជាការបន្ថែមម៉ូលេគុលទឹកទៅលើអាតូម Si ក្នុង $SiCl_4$) ។

89. ចូរសរសេរនូវរូបសណ្ឋាន (configuration) អេឡិចត្រុងនៅភាពដើមរបស់ Br_2។ តើម៉ូលេគុលរបស់វាជាដ្យាម៉ាញេ ទិច (diamagnetic) ឬ ប៉ារាម៉ាញេទិច (paramagnetic) ។

90. តើលក្ខណៈអ៊ីប្រ៊ីតកម្មអាតូម C និង N ក្នុងម៉ូលេគុលនេះជាអ្វី ?



91. ដោយប្រើទ្រឹស្តីអ័ប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដើម្បីពន្យល់ភាពខុសគ្នារវាងថាមពលសម្ព័ន្ធរវាង F_2 និង F_2^- (សូមមើលសំនួរ ទី ១០៨ ក្នុងជំពូកទី៩)។

92. យោងទៅលើសកម្មភាពទាក់ទងគីមី ចូរឆ្លើយសំនួរជាច្រើនដូចខាងក្រោម : (a) ប្រសិនបើអ្នកចង់ចំអិនសាច់គោ និងសាច់ច្បៀម តើអ្នកគួរតែប្រើ ឡ microwave ឬ ឡធម្មតា ? (b) រ៉ាដា (radar) ជាមធ្យោបាយមួយនៃការរកទីតាំងវត្ថុមួយដោយការវាស់ពេលវេលាសំរាប់រលកបញ្ចោញពីវត្ថុមួយ ហើយត្រឡប់មកប៉ះរ៉ាដាវិញនៃមីក្រូវ៉ែវមួយពីវត្ថុនោះត្រឡប់ទៅប្រភពនិងទិសដៅពីវាត្រឡប់ទៅ។ តើរ៉ាដាដំណើរការដែរឬទេប្រសិនបើ អុកស៊ីសែន អាសូត និងកាបូន-ឌីអុកស៊ីត ជាម៉ូលេគុលប៉ូលែរ ? (c) ក្នុងការធ្វើតេស្តរ៉ាដាជាច្រើនដំបូងនៅប៉ុស្តិអង់គ្លេសក្នុងសង្គ្រាមលោកទី ២ លទ្ធផលជាច្រើន គឺមិនប្រាកដប្រជា ទោះបីជាមិនមានបញ្ហាផ្នែកឧបករណ៏។ ហេតុអ្វី ? (តំរុយ : អាកាសធាតុជាញឹកញាប់ចុះអ័ព្ទក្នុងតំបន់នោះ)។

93. ទំរង់ធរណីមាត្រជាច្រើនបានពិភាក្សានៅក្នុងជំពូកនេះ ខ្លួនវាផ្ទាល់ទាំងអស់បានផ្តល់នូវការបំភ្លឺស្រួលត្រឹមត្រូវចំពោះមុំសម្ព័ន្ធ។ ករណីលើកលែងគឺ តេត្រាអ៊ីដ្រូន (tetrahedron) ដោយសារតែមុំសម្ព័ន្ធរបស់វាមានភាពពិបាកដើម្បីពិនិត្យមើល។ គិតទៅលើម៉ូលេគុល CCl_4 ដែលមានទំរង់ធរណីមាត្រតេត្រាអ៊ីដ្រាល

(tetrahedral) និងជាម៉ូលេគុលមិនប៉ូលែរ។ ដោយការធ្វើឱ្យស្មើគ្នានូវម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធនៃសម្ព័ន្ធ C-Cl ចំពោះម៉ូម៉ង់សម្ព័ន្ធដែលទទួលបាននៃសម្ព័ន្ធ C-Cl បីផ្សេងទៀតក្នុង ទិសដៅផ្សេងគ្នា ចូរបង្ហាញថា មុំសម្ព័ន្ធទាំងអស់ស្មើគ្នា គឺ 109,5° ។

94. យោងទៅលើតារាង ៩.៤ ចូរពន្យល់នូវមូលហេតុដែលថាមពលបំបែកសម្ព័ន្ធ Cl_2 ធំជាង F_2 ។ (តំរុយ : ប្រវែង សម្ព័ន្ធ F_2 142 pm និង Cl_2 199 pm ។

95. ចូរប្រើទ្រឹស្តីអ័រប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលដើម្បីពន្យល់ការចងសម្ព័ន្ធក្នុងអ៊ីយ៉ុងអាសួរ azide ion (N_3^-) ។

ចំលើយលំហាត់អនុវត្តន៍

1. (a) ទំរង់ចតុមុខ (b) ទំរង់បន្ទាត់ត្រង់ (c) ទំរង់ប្លង់ត្រីកោណ **2.** ទេ **3.** (a) sp^3 (b) sp^2 **4.** sp^3d^2 **5.** អាតូមកាបូនត្រូវបានអ៊ីប្រឹតកម្ម sp។ សម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា (σ) កើតឡើងរវាងអាតូមកាបូន និងអ៊ុដ្រូសែន រឺ អាសូត។ សម្ព័ន្ធពី (π) ពីរ កើតឡើងរវាងអាតូមអាសូតនិងអរប៊ីតាល p ពីររបស់អាតូមកាបូន ដែលមិនត្រូវបានអ៊ីប្រឹតកម្ម។ ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីរបស់អាតូមអាសូត ស្ថិតនៅក្នុងអរប៊ីតាល sp. **6.** F^{2-}

ចំលើយ

8. (a) ទំរង់ប្លង់ត្រីកោណ (b) ទំរង់បន្ទាត់ត្រង់ (c) ទំរង់ចតុមុខ **10.** (a) ទំរង់ចតុមុខ (b) វាងកោង (c) ទំរង់ប្លង់ត្រីកោណ (d) ទំរង់បន្ទាត់ត្រង់ (e) ប្លង់ការេ (f) ទំរង់ចតុមុខ (g) ប៊ីពីរ៉ាមីតត្រីកោណ (h) ពីរ៉ាមីតត្រីកោណ (i) ទំរង់ចតុមុខ **12.** $SiCl_4$, CI_4 , $CdCl_4^{2-}$ **18.** កំរិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានថយចុះពី F ទៅ I **20.** ខ្ពស់ជាង **22.** (b) = (d) < (c) < (d) **32.** sp^3 **34.** B: sp^2 ទៅ sp^3 , N: នៅ sp^3 **36.** (a) sp^3 (b) sp^3 , sp^2 , sp^2 (c) sp^3 sp sp sp^3 (d) sp^3 sp^2 (e) sp^3 sp^2 **38.** sp **40.** sp^3d **42.** 9 សម្ព័ន្ធពី និង 9 សម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា **48.** អេឡិចត្រុងស្ពីនត្រូវបានរួមទ្វេតាក្នុងអាតូមអ៊ុដ្រូសែន **50.** $Li_2^- = Li_2^+ < Li_2$ **52.** B_2^+ **54.** ទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលថា ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែន គឺជាប៉ារ៉ាម៉ាញេទិច **56.** $O_2^{2-} < O_2^- < O_2 < O_2^+$ **58.** B2 មានសម្ព័ន្ធពី , C2 មានពីរសម្ព័ន្ធពី

62. ព្រោះរង្វង់មូលអាចបង្ហាញសម្ព័ន្ធដាល **64.** (a) (b) sp^2 (c) N ចងសម្ព័ន្ធស៊ីចម៉ា ជាមួយF និង O ។ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលពី ដាលនៅលើអាតូម N និង O ។ **66.** sp^2 **68.** ទំរង់បន្ទាត់ត្រង់ **70.** ទំហំធំរបស់អាតូម Si អោយអន្តរកម្មនៅផ្នែកចំហៀងដែលនាំអោយមានការត្រួតដណ្តប់របស់អរប៊ីតាល់ pi តិចតួច។ ដូច្នេះសម្ព័ន្ធ pi មិនសូវកើតឡើងទេ។ **72.**

XeF_3^+: ទំរង់ T XeF_5^+ : ទំរង់ពីរ៉ាមីតការេ SbF_6^- : ទំរង់អដ្ឋមុខ **74.** (a) 180° (b) 120° (c) $109,5^o$ (d) ប្រហែល $109,5^o$ (e) 180° (f) ប្រហែល 120° (g) ប្រហែល $109,5^o$ (h) $109,5^o$ **76.** sp^3d **78.** ICl_2^- និង $CdBr_2$ **80.** (a) sp^2 (b) ម៉ូលេគុលខាងស្តាំ **82.** សម្ព័ន្ធ pi ក្នុង *cis*-dichloroethylene មិនអោយការរង្វិលកើតឡើង។ **84.** O_3 , CO , CO_2 , N_2O , CH_4 , $CFCl_3$, **86.** អាតូម C ទាំងអស់ ដែលបានចងភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធមួយជាន់ គឺ sp^3 ; អាតូម C ដែលបានចងភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធពីរជាន់ គឺ sp^2; អាតូម N ដែលបានចងភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធមួយជាន់គឺ sp3· អាតូម N ដែលបានចងភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធពីរ ជាន់ មួយ គឺ sp2 ; អាតូម N ដែលបានចងភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធពីរ ជាន់ពីរ គឺ sp **88.** អាតូម Si មាន អរប៊ីតាល 3d។ ដូច្នេះទឹកអាចបូកជាមួយវាដោយការលើសក្នុងស្រទាប់វ៉ាឡង់។ **90.** C: sp2 · N: អាតូម N ដែលបានចងភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធពីរជាន់គឺ sp2 អាតូមផ្សេងគឺ sp3 **92.** (a) ប្រើឡធម្មតា (b) ទេ។ ម៉ូលេគុលប៉ូលែរអាចស្រូបរលកមីក្រូវ៉ែវបាន។ (c) ម៉ូលេគុលទឹកក្នុងអ័ព្ទអាចស្រូបរលកមីក្រូវ៉ែវបាន។ **94.** ទំហំតូចរបស់អាតូម F ធ្វើអោយប្រវែនសម្ព័ន្ធខ្លីជាង និងច្រានដោយទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរី។