**21.05. Домашнее задание по химии 19 группа. Машанова М.В. mmv@apt29.ru**

**Тема: Неметаллы.**

**Составьте конспект лекции.**

**Общая характеристика неметаллов.**

К **эле­мен­там-не­ме­тал­лам** от­но­сят во­до­род Н, бор В, уг­ле­род С, крем­ний Si, азот N, фос­фор Р, мы­шьяк As, кис­ло­род О, се­ру S, се­лен Se, тел­лур Te, фтор F, хлор Cl, бром Br, иод I и астат At. Эле­мен­ты-не­ме­тал­лы вхо­дят в со­став глав­ных под­групп III—VII групп. Не­ме­тал­лы яв­ля­ют­ся р-эле­мен­та­ми (за ис­клю­че­ни­ем во­до­ро­да), т. е. ва­лент­ные элек­тро­ны на­хо­дят­ся на р-под­уров­не. К не­ме­тал­лам так­же обыч­но от­но­сят эле­мен­ты глав­ной под­груп­пы VIII груп­пы — **бла­го­род­ные (инертные) га­зы**: ге­лий Не, не­он Ne, ар­гон Ar, крип­тон Kr, ксе­нон Xe, ра­дон Rn.

Ато­мы эле­мен­тов-не­ме­тал­лов спо­соб­ны присоеди­нять элек­тро­ны до за­вер­ше­ния внеш­не­го уров­ня.

**Элек­тро­от­ри­ца­тель­ность** не­ме­тал­лов уси­ли­ва­ет­ся в ря­ду:

B < H < P < Se < C < S < Br < Cl < N < O < F

При­ве­ден­ную по­сле­до­ва­тель­ность эле­мен­тов на­зы­ва­ют **ря­дом электроотрицатель­но­сти не­ме­тал­лов**.

Про­стые ве­ще­ства-не­ме­тал­лы об­ра­зо­ва­ны за счет ко­ва­лент­ных не­по­ляр­ных свя­зей. Га­зо­об­раз­ные H2, O2, O3, N2, F2, Cl2, жид­кое Br2 и твер­дые I2, S8, P4 про­стые ве­ще­ства име­ют мо­ле­ку­ляр­ное стро­е­ние и со­от­вет­ству­ю­щие свой­ства. Для твер­дых про­стых ве­ществ — ал­ма­за, гра­фи­та, крем­ния, се­ле­на ха­рак­тер­но атом­ное стро­е­ние. Про­стые ве­ще­ства-не­ме­тал­лы про­яв­ля­ют свой­ство ал­ло­тро­пии (кис­ло­род, озон, белый фос­фор, крас­ный фос­фор, се­ра ром­би­че­ская, се­ра мо­но­клин­ная, се­ра пластиче­ская, ал­маз, гра­фит, кар­бен, фул­ле­ре­ны, гра­фен.

Про­стые ве­ще­ства-не­ме­тал­лы в хи­ми­че­ских ре­ак­ци­ях с во­до­ро­дом, ме­тал­ла­ми, ме­нее элек­тро­от­ри­ца­тель­ны­ми не­ме­тал­ла­ми, не­ко­то­ры­ми слож­ны­ми ве­ще­ства­ми про­яв­ля­ют окис­ли­тель­ные свой­ства. При вза­и­мо­дей­ствии со фто­ром, кис­ло­ро­дом, слож­ны­ми ве­ще­ства­ми-окис­ли­те­ля­ми про­стые ве­ще­ства-не­ме­тал­лы мо­гут выступать как вос­ста­но­ви­те­ли.

В ря­ду элек­тро­от­ри­ца­тель­но­сти

H, As, I, Si, P, Se, C, S, Br, Cl, N, O, F

окис­ли­тель­ные свой­ства про­стых ве­ществ-не­ме­тал­лов уси­ли­ва­ют­ся (са­мым силь­ным окис­ли­те­лем яв­ля­ет­ся фтор F2), а вос­ста­но­ви­тель­ные свой­ства осла­бе­ва­ют (самый силь­ный вос­ста­но­ви­тель — во­до­род H2).

**Осо­бое по­ло­же­ние во­до­ро­да в Пе­ри­о­ди­че­ской си­сте­ме эле­мен­тов.**

По­ряд­ко­вый но­мер эле­мен­та во­до­ро­да — 1; элек­трон­ная кон­фи­гу­ра­ция атома — 1*s*1. Един­ствен­ный ва­лент­ный элек­трон ато­ма во­до­ро­да за­ни­ма­ет *s*-орби­таль. На этом ос­но­ва­нии во­до­род мож­но от­не­сти к *s*-эле­мен­там и, сле­до­ва­тель­но, к глав­ной под­груп­пе I груп­пы (под­груп­пе ще­лоч­ных ме­тал­лов). Во­до­род, как и ще­лоч­ные ме­тал­лы, про­яв­ля­ет вос­ста­но­ви­тель­ные свой­ства в ре­ак­ци­ях с не­ме­тал­ла­ми и в со­еди­не­ни­ях име­ет сте­пень окис­ле­ния +1. Од­на­ко на этом сход­ство фи­зи­че­ских и хи­ми­че­ских свойств во­до­ро­да и ще­лоч­ных ме­тал­лов за­кан­чи­ва­ет­ся.

Во­до­род мож­но от­не­сти к глав­ной под­груп­пе VII груп­пы (под­груп­пе га­ло­ге­нов). Ато­мам га­ло­ге­нов до за­вер­ше­ния внеш­не­го уров­ня так­же не хва­та­ет од­но­го электрона. Во­до­род, как и га­ло­ге­ны, про­яв­ля­ет окис­ли­тель­ные свой­ства в ре­ак­ци­ях со ще­лоч­ны­ми и ще­лоч­но­зе­мель­ны­ми ме­тал­ла­ми, об­ра­зуя со­ле­по­доб­ные соединения — гид­ри­ды (на­при­мер, со­ста­ва NaН, СаН2), по­доб­ные га­ло­ге­ни­дам, в ко­то­рых про­яв­ля­ет сте­пень окис­ле­ния −1. При обыч­ных усло­ви­ях про­стое ве­щество во­до­род Н2 на­хо­дит­ся в га­зо­об­раз­ном со­сто­я­нии. Мо­ле­ку­лы Н2 об­ра­зо­ва­ны за счет ко­ва­лент­ной не­по­ляр­ной свя­зи, как и двух­атом­ные мо­ле­ку­лы про­стых ве­ществ га­ло­ге­нов F2, Cl2, Br2, I2.

**На­хож­де­ние в при­ро­де.** В сво­бод­ном ви­де мо­ле­ку­ляр­ный во­до­род H2 об­ра­зу­ет­ся при раз­ло­же­нии ор­га­ни­че­ских ве­ществ, вхо­дит в со­став вул­ка­ни­че­ских га­зов, не­боль­шое ко­ли­че­ство его вы­де­ля­ет­ся зе­ле­ны­ми рас­те­ни­я­ми. Ато­мы во­до­ро­да вхо­дят в со­став мо­ле­кул во­ды, мо­ле­кул уг­ле­во­до­ро­дов, со­дер­жа­щих­ся в неф­ти, в при­род­ных и по­пут­ных неф­тя­ных га­зах. Ато­мы во­до­ро­да участ­ву­ют в об­ра­зо­ва­нии слож­ных био­ло­ги­че­ски ак­тив­ных мо­ле­кул, обес­пе­чи­ва­ю­щих су­ще­ство­ва­ние жи­вот­ных и рас­ти­тель­ных ор­га­низ­мов.

**Фи­зи­че­ские свой­ства.** Во­до­род — бес­цвет­ный газ, не име­ющий за­па­ха; в 14,4 ра­за лег­че воз­ду­ха; об­ла­да­ет наи­боль­шей диф­фу­зи­он­ной спо­соб­но­стью, по­это­му и вы­со­кой теп­ло­про­вод­но­стью (в 7 раз боль­ше теп­ло­про­вод­но­сти воз­ду­ха); пло­хо рас­тво­ря­ет­ся в во­де, но мо­жет рас­тво­рять­ся в не­ко­то­рых ме­тал­лах (Ni, Pt, Pd и др.).

**Изо­то­пы во­до­ро­да.**

Из­вест­ны **три изо­то­па водорода**: 1Н (протий), 2Н (дейтерий D) и 3Н (три­тий Т).

В сво­бод­ном со­сто­я­нии дей­те­рий су­ще­ству­ет в ви­де мо­ле­кул D2, ко­то­рые вдвое тя­же­лее мо­ле­кул про­тия. Сверх­тя­же­лый ра­дио­ак­тив­ный изо­топ три­тий Т2 не­пре­рыв­но об­ра­зу­ет­ся в очень ма­лых ко­ли­че­ствах в верх­них сло­ях ат­мо­сфе­ры при ядер­ных ре­ак­ци­ях под вли­я­ни­ем кос­ми­че­ских лу­чей:

При­род­ный во­до­род со­дер­жит 0,0156 % дей­те­рия. Дей­те­рий в ви­де тя­же­лой воды D2О по­лу­ча­ют из во­ды при фрак­ци­он­ной пе­ре­гон­ке и ис­поль­зу­ют в ка­че­стве за­мед­ли­те­ля в ядер­ных ре­ак­ци­ях. Из­вест­на и сверх­тя­же­лая во­да Т2О.

**В глав­ную под­груп­пу VIII груп­пы** Пе­ри­о­ди­че­ской си­сте­мы вхо­дят эле­мен­ты (**бла­го­род­ные га­зы**) — **ге­лий** Не, **не­он** Ne, **ар­гон** Ar, **крип­тон** Kr, **ксе­нон** Xe и **ра­дон** Rn. Эти эле­мен­ты за­вер­ша­ют пе­ри­о­ды.

В хи­ми­че­ском от­но­ше­нии бла­го­род­ные га­зы в ос­нов­ном чрезвычайно **инертны** (до 1962 г. их так и на­зы­ва­ли — **инерт­ные га­зы**). Все они — бесцвет­ные га­зы, не име­ю­щие за­па­ха и вку­са, уме­рен­но рас­тво­ри­мые в во­де.

Бла­го­род­ные га­зы **вхо­дят в со­став воз­ду­ха**, из ко­то­ро­го бы­ли вы­де­ле­ны не­он, ар­гон, крип­тон и ксе­нон. Ге­лий со­дер­жит­ся в ра­дио­ак­тив­ных ми­не­ра­лах и в замет­ных ко­ли­че­ствах в при­род­ном га­зе не­ко­то­рых ме­сто­рож­де­ний. Ге­лий об­ра­зу­ет­ся при ра­дио­ак­тив­ном рас­па­де изо­то­пов ура­на и то­рия, ко­то­рые ис­пус­ка­ют α-ча­сти­цы.

Все изо­то­пы ра­до­на ра­дио­ак­тив­ны и име­ют ко­рот­кий пе­ри­од по­лу­рас­па­да; ра­дон об­ра­зу­ет­ся как про­ме­жу­точ­ный про­дукт при ра­дио­ак­тив­ном рас­па­де ура­на и то­рия.

По­лу­ча­ют бла­го­род­ные га­зы из **жид­ко­го воз­ду­ха пу­тем фрак­ци­он­ной перегонки**.

Ге­лий, не­он, ар­гон ис­поль­зу­ют как на­пол­ни­те­ли ламп днев­но­го све­та. Не­он ис­поль­зу­ют в га­зо­раз­ряд­ных труб­ках и в ка­че­стве хлад­аген­та в тех­ни­ке низ­ких тем­пе­ра­тур. Ар­гон мож­но при­ме­нять для со­зда­ния инерт­ной ат­мо­сфе­ры при свар­ке ту­го­плав­ких ме­тал­лов. Ар­го­ном и крип­то­ном за­пол­ня­ют обыч­ные лам­пы на­ка­ли­ва­ния (90 % Аr, 10 % N2). Ксе­нон ис­поль­зу­ют для ис­кус­ствен­но­го осве­ще­ния при фо­то­гра­фи­ро­ва­нии. Ге­лий слу­жит для со­зда­ния га­зо­вой сме­си (80 % Не и 20 % O2 по объ­е­му) для ды­ха­ния при глу­бо­ко­вод­ных по­гру­же­ни­ях, а бла­го­да­ря не­го­рю­че­сти его ис­поль­зу­ют для на­пол­не­ния ле­та­тель­ных ап­па­ра­тов.

**К глав­ной под­груп­пе VII груп­пы** Пе­ри­о­ди­че­ской си­сте­мы от­но­сят эле­мен­ты: **фтор** F, **хлор** Cl, **бром** Br, **иод** I, не­устой­чи­вый ис­кус­ствен­но по­лу­чен­ный ра­дио­ак­тив­ный **астат** At. Все эле­мен­ты, кро­ме аста­та, встре­ча­ют­ся в при­ро­де в со­ста­ве со­еди­не­ний.

Про­стые ве­ще­ства фтор, хлор, бром, иод — ти­пич­ные не­ме­тал­лы; их мо­ле­ку­лы двух­атом­ные. Фтор и хлор при обыч­ной тем­пе­ра­ту­ре — га­зы, бром — жид­кость, иод — твер­дое кри­стал­ли­че­ское ве­ще­ство.

Га­ло­ге­ны встре­ча­ют­ся в при­ро­де в ви­де мно­го­чис­лен­ных со­лей. Наи­бо­лее распро­стра­не­ны со­еди­не­ния хло­ра, ме­нее — фто­ра.

Фтор и хлор по­лу­ча­ют ис­клю­чи­тель­но элек­тро­ли­зом их со­лей (фтор — из распла­вов, хлор — из рас­тво­ров); бром — из озер­ной и мор­ской во­ды, где он содер­жит­ся в ви­де бро­ми­дов; иод — из бу­ро­вых вод и зо­лы мор­ских во­до­рос­лей, со­дер­жа­щих иоди­ды. Иод и бром мож­но вы­де­лить из рас­тво­ров со­лей при пропускании че­рез них хло­ра.

Бром и иод мож­но по­лу­чить элек­тро­ли­зом вод­ных рас­тво­ров их со­лей.

Эле­мен­ты глав­ной под­груп­пы VII груп­пы име­ют об­щее на­зва­ние — **га­ло­ге­ны**, т. е. со­ле­об­ра­зо­ва­те­ли. До за­вер­ше­ния внеш­не­го элек­трон­но­го уров­ня им не хва­та­ет од­но­го элек­тро­на.

При вза­и­мо­дей­ствии с ме­тал­ла­ми и ме­нее элек­тро­от­ри­ца­тель­ны­ми не­ме­тал­ла­ми га­ло­ге­ны об­ра­зу­ют со­еди­не­ния, в со­став ко­то­рых вхо­дят от­ри­ца­тель­но за­ря­жен­ные га­ло­ге­нид-ио­ны. С во­до­ро­дом га­ло­ге­ны об­ра­зу­ют га­ло­ге­но­во­до­ро­ды. При растворении в во­де га­ло­ге­но­во­до­ро­ды (за ис­клю­че­ни­ем HF) об­ра­зу­ют силь­ные кисло­ты. Вос­ста­но­ви­тель­ные свой­ства га­ло­ге­но­во­до­род­ных кис­лот уси­ли­ва­ют­ся в ря­ду HCl—HBr—HI. Осо­бые свой­ства про­яв­ля­ет фто­ро­во­до­род­ная кис­ло­та — дей­ству­ет на все ме­тал­лы, кро­ме зо­ло­та и пла­ти­ны, раз­ру­ша­ет стек­ло и си­ли­ка­ты.

По­это­му фто­ро­во­до­род­ную кис­ло­ту нель­зя хра­нить в стек­лян­ной по­су­де.

Боль­шин­ство га­ло­ге­ни­дов ме­тал­лов яв­ля­ет­ся **ион­ны­ми со­еди­не­ни­я­ми**, хо­ро­шо рас­тво­ри­мы­ми в во­де (кро­ме га­ло­ге­ни­дов Ag(I), Hg(I), Cu(I)). В рас­тво­рен­ном и расплав­лен­ном со­сто­я­нии они хо­ро­шо про­во­дят элек­три­че­ский ток.

Га­ло­ге­ни­ды не­ме­тал­лов яв­ля­ют­ся **ко­ва­лент­ны­ми со­еди­не­ни­я­ми**: не­рас­тво­ри­мые в во­де, но лег­ко ею гид­ро­ли­зу­е­мые с об­ра­зо­ва­ни­ем со­от­вет­ству­ю­щей кис­ло­род­со­дер­жа­щей кис­ло­ты и га­ло­ге­но­во­до­ро­да (PCl5 + 4H2O = H3PO4 + 5HCl).

Кро­ме сте­пе­ни окис­ле­ния −1 га­ло­ге­ны (за ис­клю­че­ни­ем фто­ра) об­ра­зу­ют соедине­ния с бо­лее вы­со­ки­ми сте­пе­ня­ми окис­ле­ния: хлор и йод мо­гут иметь максималь­ную сте­пень окис­ле­ния +7, бром +8.

В **жи­вых ор­га­низ­мах** со­еди­не­ния га­ло­ге­нов вы­пол­ня­ют очень важ­ные функ­ции. Фтор вхо­дит в со­став зуб­ной эма­ли и кост­ных тка­ней. На­ру­ше­ние ба­лан­са фто­ра при­во­дит к ка­ри­е­су зу­бов, бо­лез­ням су­ста­вов.

Хлор при­сут­ству­ет в ор­га­низ­ме в ви­де хло­рид-ионов. Со­ля­ная кис­ло­та со­дер­жит­ся в же­лу­доч­ном со­ке и участ­ву­ет в про­цес­се пи­ще­ва­ре­ния. Хло­ри­ды — ком­по­нен­ты мно­гих ле­кар­ствен­ных пре­па­ра­тов. В част­но­сти, фи­зио­ло­ги­че­ский рас­твор, ими­ти­ру­ю­щий плаз­му кро­ви че­ло­ве­ка, — это 0,85 %-й рас­твор хло­ри­да на­трия.

Вод­но-спир­то­вый 3%-й рас­твор йода ис­поль­зу­ют как дез­ин­фи­ци­ру­ю­щее сред­ство. Ле­кар­ствен­ные пре­па­ра­ты, со­дер­жа­щие бро­ми­ды на­трия и ка­лия, ис­поль­зу­ют для ле­че­ния нерв­ной и сер­деч­но-со­су­ди­стой си­стем. Не­до­ста­ток йода в ор­га­низ­ме при­во­дит к се­рьез­ным на­ру­ше­ни­ям об­ме­на ве­ществ, раз­ви­тию ба­зе­до­вой бо­лез­ни.

**К глав­ной под­груп­пе VI груп­пы** Пе­ри­о­ди­че­ской си­сте­мы от­но­сят **кислород** O, **се­ру** S, **се­лен** Se, **тел­лур** Te и **по­ло­ний** Po.

Силь­нее все­го не­ме­тал­ли­че­ские свой­ства вы­ра­же­ны у кис­ло­ро­да и се­ры. Се­лен и тел­лур за­ни­ма­ют про­ме­жу­точ­ное по­ло­же­ние меж­ду не­ме­тал­ла­ми и ме­тал­ла­ми: селен об­ра­зу­ет мо­ди­фи­ка­ции как не­ме­тал­ли­че­ско­го, так и ме­тал­ли­че­ско­го (се­рая фор­ма) ха­рак­те­ра; тел­лур из­ве­стен толь­ко в ме­тал­ли­че­ском ви­де. Од­на­ко по химическим свой­ствам се­лен и тел­лур сто­ят бли­же к не­ме­тал­лам, хо­тя и мо­гут об­ра­зо­вы­вать со­ли с силь­ны­ми кис­ло­та­ми.

По­ло­ний об­ла­да­ет толь­ко ме­тал­ли­че­ски­ми свой­ства­ми. Так, по­ло­ний растворяется в со­ля­ной кис­ло­те, раз­бав­лен­ной сер­ной кис­ло­те, то­гда как се­ра, се­лен и тел­лур не ре­а­ги­ру­ют с кис­ло­та­ми-не­окис­ли­те­ля­ми.

Свой­ства кис­ло­ро­да зна­чи­тель­но от­ли­ча­ют­ся от свойств дру­гих эле­мен­тов VI груп­пы. Свой­ства же се­ры, се­ле­на, тел­лу­ра и по­ло­ния го­раз­до ме­нее раз­ли­ча­ют­ся меж­ду со­бой. Ес­ли по­след­ние мо­гут про­яв­лять ва­лент­но­сти IV и VI, то кис­ло­род — нет, так как у ато­ма кис­ло­ро­да на внеш­нем слое от­сут­ству­ют ор­би­та­ли, ко­то­рые могли бы при­нять уча­стие в об­ра­зо­ва­нии свя­зей (в от­ли­чие от всех осталь­ных элемен­тов под­груп­пы).

Кис­ло­род и се­ра ши­ро­ко рас­про­стра­не­ны в при­ро­де как в сво­бод­ном ви­де, так и в фор­ме мно­го­чис­лен­ных со­еди­не­ний. Се­лен и тел­лур встре­ча­ют­ся го­раз­до ре­же в ви­де при­ме­сей се­ле­ни­дов и тел­лу­ри­дов в суль­фид­ных ру­дах. По­ло­ний встре­ча­ет­ся в ми­не­ра­лах ура­на и то­рия как про­дукт ра­дио­ак­тив­но­го рас­па­да.

Кис­ло­род обес­пе­чи­ва­ет про­те­ка­ние хи­ми­че­ских ре­ак­ций в жи­вых ор­га­низ­мах. На­ли­чие кис­ло­ро­да в воз­ду­хе обес­пе­чи­ва­ет­ся бла­го­да­ря фо­то­син­те­ти­че­ской деятель­но­сти зе­ле­ных рас­те­ний:

Се­ра яв­ля­ет­ся од­ним из наи­бо­лее био­ло­ги­че­ски важ­ных эле­мен­тов. Она вхо­дит в со­став бел­ков и жиз­нен­но не­об­хо­ди­ма рас­те­ни­ям, жи­вот­ным и че­ло­ве­ку.

**Глав­ная под­груп­па V груп­пы** Пе­ри­о­ди­че­ской си­сте­мы вклю­ча­ет пять элементов — **азот** N, **фос­фор** P, **мы­шьяк** As, **сурь­му** Sb и **вис­мут** Bi.

Пер­вые два эле­мен­та — азот и фос­фор — ти­пич­ные не­ме­тал­лы, мы­шьяк и сурьма за­ни­ма­ют про­ме­жу­точ­ное по­ло­же­ние, вис­мут — ме­талл.

Азот спо­со­бен об­ра­зо­вы­вать устой­чи­вые двух­атом­ные мо­ле­ку­лы N2. Для фосфора, мы­шья­ка, сурь­мы из­вест­ны тет­ра­эд­ри­че­ские структуры P4, As4, Sb4 и обыч­ные фор­мы для As и Sb. Для вис­му­та ха­рак­тер­но только ме­тал­ли­че­ское со­сто­я­ние.

Все гид­рок­си­ды, об­ра­зу­е­мые эле­мен­та­ми глав­ной под­груп­пы в пя­ти­ва­лент­ном со­сто­я­нии, име­ют ха­рак­тер кис­лот, си­ла ко­то­рых в пре­де­лах под­груп­пы па­да­ет. Так, HNO3 — силь­ная кис­ло­та, H3PO4 — кис­ло­та сред­ней си­лы, H3AsO4 — сла­бая; осталь­ные очень сла­бые. Кис­ло­та вис­му­та с опре­де­лен­ной фор­му­лой не установлена, то­гда как со­ли ее име­ют опре­де­лен­ный со­став.

Азот и фос­фор во всех сво­их со­еди­не­ни­ях су­ще­ству­ют в ви­де ани­о­нов, в то время как мы­шьяк, сурь­ма и вис­мут про­яв­ля­ют тен­ден­цию к об­ра­зо­ва­нию катио­нов. Так, в вод­ных рас­тво­рах они при­сут­ству­ют в ви­де ка­ти­о­нов со сте­пе­нью окис­ле­ния +3 (As3+, Sb3+, Bi3+), прав­да, в очень не­зна­чи­тель­ных ко­ли­че­ствах, так как их со­ли под­вер­га­ют­ся гид­ро­ли­зу.

Та­ким об­ра­зом, рас­смат­ри­ва­е­мые эле­мен­ты хо­тя и на­хо­дят­ся в од­ной под­груп­пе, но по мно­гим свой­ствам от­ли­ча­ют­ся друг от дру­га. По­это­му оста­но­вим­ся от­дель­но на свой­ствах азо­та и фос­фо­ра и их со­еди­не­ний.

**В глав­ную под­груп­пу IV груп­пы** Пе­ри­о­ди­че­ской си­сте­мы вхо­дят пять эле­мен­тов: **уг­ле­род** C, **крем­ний** Si, **гер­ма­ний** Ge, **оло­во** Sn и **сви­нец** Pb.

С уве­ли­че­ни­ем раз­ме­ра ато­ма от уг­ле­ро­да к свин­цу не­ме­тал­ли­че­ские свой­ства осла­бе­ва­ют, а ме­тал­ли­че­ские уси­ли­ва­ют­ся и уже гер­ма­ний на­ря­ду с не­ме­тал­ли­че­ски­ми про­яв­ля­ет ме­тал­ли­че­ские свой­ства, а оло­во и сви­нец — это ти­пич­ные ме­тал­лы.

Толь­ко для не­ме­тал­лов — уг­ле­ро­да и крем­ния ха­рак­тер­ны сте­пе­ни окис­ле­ния −4 и +4. Мак­си­маль­ную ва­лент­ность, рав­ную че­ты­рем, они про­яв­ля­ют по от­но­ше­нию к во­до­ро­ду и кис­ло­ро­ду. Но на­ря­ду с этим уг­ле­род и крем­ний мо­гут об­ра­зо­вы­вать не­мно­го­чис­лен­ные и не­устой­чи­вые со­еди­не­ния со сте­пе­нью окис­ле­ния +2 (ок­си­ды, суль­фи­ды).

Оло­во и сви­нец, на­обо­рот, об­ра­зу­ют устой­чи­вые двух­ва­лент­ные со­еди­не­ния, и да­же бо­лее устой­чи­вые, чем с ва­лент­но­стью че­ты­ре. Кро­ме то­го, оло­во и сви­нец мо­гут су­ще­ство­вать в ви­де по­ло­жи­тель­ных ионов.

Важ­ной осо­бен­но­стью уг­ле­ро­да, крем­ния и гер­ма­ния яв­ля­ет­ся спо­соб­ность к об­ра­зо­ва­нию ко­ва­лент­ных свя­зей меж­ду ато­ма­ми. Осо­бен­но ха­рак­тер­но об­ра­зо­ва­ние ко­ва­лент­ных свя­зей С—С для ато­мов уг­ле­ро­да, го­раз­до ме­нее это свой­ство про­явля­ет­ся у гер­ма­ния.