Тема 6. Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта.

Классификация объектов исследования – один из важнейших компонентов инфраструктуры любой науки.

Эффективность классификаций определяется, в числе прочего, объективностью и однородностью критериев классифицирования и прогностическими возможностями классификаций. Это получается в тех случаях, когда под классификационными критериями лежат глубинные законы природы.

Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта разработана на эмпирической основе – распределении элементов между фазами метеоритов.

Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта.

Литофильные	Сидеро-фильные	Халько-фильные	Атмо-фильные	Био-фильные
O, Mg, Si, Fe, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Ca, Sr, Ba, B, Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Zr, Hf, Th, V, Nb, Ta, Cr, W, U, Mn, F,	Fe, Ni, Co, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, C, Ge, Sn, P, Mo	Fe, S, Se, Te, Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, Ga, In, Tl, As, Sb, Bi	H, N, Cl, Br, I He, Ne, Ar, Kr, Xe	(C), (H), (O), (N), (P)

Геохимическая классификация элементов В.М.Гольдшмидта.

Литофильные	Сидеро-фильные	Халько-фильные	Атмо-фильные	Био-фильные
O, Mg, Si, **Fe**, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Ca, Sr, Ba, B, Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Zr, Hf, Th, V, Nb, Ta, Cr, W, U, Mn, F,	**Fe**, Ni, Co, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, C, Ge, Sn, P, Mo	**Fe**, S, Se, Te, Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, Ga, In, Tl, As, Sb, Bi	H, N, Cl, Br, I He, Ne, Ar, Kr, Xe	(C), (H), (O), (N), (P)

Физико-химическая основа классификации – энергии обменных реакций:

$$Mg + FeO \rightarrow MgO + Fe\ (+\ Q)$$

$$Zn + FeS \rightarrow ZnS + Fe\ (+\ Q)$$

Реакции экзотермические, т.е. могут протекать самопроизвольно.
Все литофильные элементы способны «отобрать» кислород у оксида Fe.
Все халькофильные элементы способны «отобрать» серу у сульфида Fe.

Геохимическая основа классификации – соотношения распространенности элементов:

В Солнечной системе кислорода хватило на то, чтобы окислить все литофильные элементы и часть железа:

Σ(лит. без Fe) < кислород < Σ(лит. + Fe)

Серы хватило на то, чтобы связать в сульфиды все халькофильные элементы и часть железа:

Σ(халь к. без Fe) < сера < Σ(халь к. + Fe)

Т.о., классификация Гольдшмидта «привязана» к составу Солнечной системы.

Гольшмидтовская классификация в периодической системе элементов

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	(43) Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57-71 Lan	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89-103 Act	(104) Rf	(105) Db	(106) Sg	(107) Bh	(108) Hs	(109) Mt	(110) Ds	(111) Rg	(112) Cn	(113) Uut	(114) Fl	(115) Uup	(116) Lv	(117) Uus	(118) Uuo
Лантаноиды			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	(61) Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
Актиноиды			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	(93) Np	(94) Pu	(95) Am	(96) Cm	(97) Bk	(98) Cf	(99) Es	(100) Fm	(101) Md	(102) No	(103) Lr	

Обозначения:

Атмофильные	Халькофильные	Литофильные	Сидерофильные	редкие и отсутствующие в природе

Классификация Гольдшмидта применительно к Земной коре.

Литофильные	Сидеро-фильные	Халько-фильные	Атмо-фильные	Био-фильные
O, Mg, Si, Fe, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Ca, Sr, Ba, B, Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Zr, Hf, Th, V, Nb, Ta, Cr, W, U, Mn, F	**Fe**, **Ni, Co**, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, **C, Ge, Sn,** **P, Mo**	Fe, S, Se, Te, Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, **Ga**, In, **Tl**, As, Sb, Bi	H, N, Cl, Br, I He, Ne, Ar, Kr, Xe	(C), (H), (O), (N), (P)

Зеленым цветом показаны элементы, которые в Земной коре преимущественно проявляют себя, как литофилы.
Желтым цветом показан Mo, который в Земной коре преимущественно проявляет себя, как халькофил.

Классификация Гольдшмидта отражает главную тенденцию в геохимическом поведении элемента.

Классификация Гольдшмидта применительно к Земной коре.

Литофильные	Сидеро-фильные	Халько-фильные	Атмо-фильные	Био-фильные
O, Mg, Si, Fe, Li, Na, K, Rb, Cs, Be, Ca, Sr, Ba, B, Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ti, Zr, Hf, Th, V, Nb, Ta, Cr, W, U, Mn, F	**Fe**, **Ni, Co**, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, **C, Ge, Sn,** **P, Mo, Re**	Fe, S, Se, Te, Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, **Ga**, In, **Tl**, As, Sb, Bi	H, N, Cl, Br, I He, Ne, Ar, Kr, Xe	(C), (H), (O), (N), (P)

Цветными символами выделены элементы, у которых главные черты геохимического поведения в Земной коре отличаются от классификационной принадлежности. Зеленые – элементы с литофильным поведением, желтые – элементы с халькофильным поведением.

Главная причина – Земная кора характеризуется более окислительным режимом в сравнении с внутренними оболочками Земли и (оценочно) условиями протопланетного облака.

Классификация Гольдшмидта отражает главную тенденцию в геохимическом поведении элемента.