

Classification géochimique des éléments

- La façon que les éléments se distribuent dans les minéraux et les roches.
- L'associations entre les éléments, les minéraux et les roches
- Exploration des minéraux – trouver les bonnes roches

Histoire

1838 Le terme géochimie est introduit par le chimiste Suisse Schonbein.

19^{ème} siècle La découverte des éléments.

1884 F.W. Clarke devient le chimiste en chef de la Commission Géologique des Etats-Unis (USGS).

1889 F.W. Clarke publie le livre “The relative abundances of the chemical elements”.

1904 Un laboratoire de géochimie est établi. Les procédés géologiques sont interprétés à l’aide de la chimie-physique.

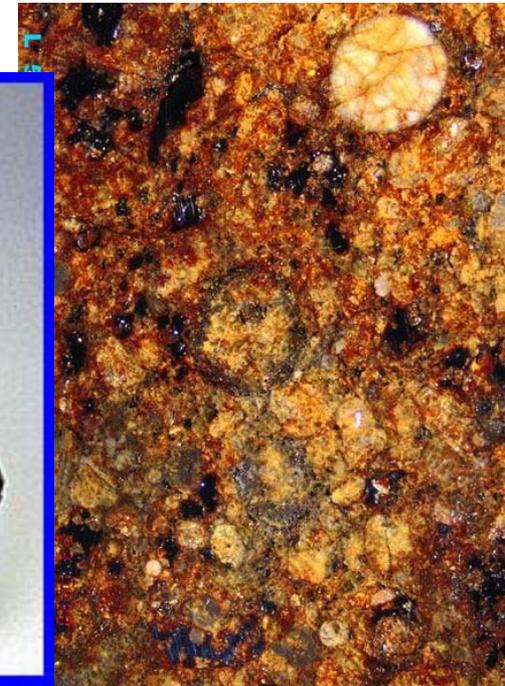
1929 Goldschmidt déménage de Oslo à Gottingen et commence à travailler sur la distribution des éléments, et ses théories de substitution ionique

1954 Publication de « Geochemistry » après sa mort

Classification Goldschmidt des éléments

- Goldschmidt a examiné le partitionnement des éléments dans les météorites et lors de la fusion de minerai d'oxydes et de sulfures dans une fonderie ("smelter")
- Trouvé que les éléments préfèrent une des quatre phases
 - Fer fondu → **Sidérophile**
 - Souffre fondu (matte) → **Chalcophile**
 - Silicates fondus (scorie) → **Lithophile**
 - Gaz → **Atmosphile**

- Similaire à la différenciation initiale par séparation de densité dans les planètes
 - refroidissement du matériel d'accrétion fondu des nébuleuses
 - chauffé par les impacts des proto-planètes et la désintégration radioactive (^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K)
 - Noyau de Fe
 - Couche de sulfures (n'existe pas car l'abondance de S est faible)
 - Croûte de silicates
 - Atmosphère



Sidérophile (qui aime le fer)

- Phase métallique – Riche en électrons libres
- groupes 8, 9 et 10 (groupe VIII B), plus Mo, Re et Au
- C et P (sous des conditions de réduction et en absence de O)
- Ge et Sn
- Les couches électroniques extérieures sont incomplètes – remplissage de l'orbitale d^{10}
- Électronégativité plus élevé que les éléments de gauche
- Les liens **métalliques** dominant

Chalcophile (qui aime le soufre)

- La matte de soufre se lie de façon covalente avec les métaux
- groupes 11 et 12 (2 dernières orbitales d – d^9 et d^{10})
- groupes 13, 15 et 16 dans les périodes 4, 5 et 6 (p^1 , p^3 et p^4)
- Sauf Au, et Ge et Sn du groupe 14
- Les éléments du groupe B dont les ions ont 18 électrons dans les couches extérieures – incluant une pleine couche d^{10}
- Électronégativité plus élevée produit des liens hautement **covalents** avec le soufre

Lithophile (qui aime la silicate)

- Liaison **ionique** des ions avec les tétraèdres de SiO_2 et Al_2O_3
- Les éléments qui forment aisément des ions qui ont 8 électrons dans la couche électronique extérieure
- Métaux alcalins
- Alcalino-terreux
- Halogènes
- ETR (REEs; tous les 3+)
- Métaux de transition au groupe 6 ou 7 ionisé au configuration électronique du Ar, Kr et Xe

Atmophile (qui aime la phase gazeuse)

- Les éléments qui se partitionnent dans les phases gazeuses
- inclue H et N (H_2 et N_2) et les gaz nobles

Exceptions et Surprises

- l'Oxygène est lithophile plutôt qu'atmosphile car il a tendance à s'ioniser à O^{2-}
- Le Fe est sidérophile, mais est le 4^{ème} plus important élément de la croûte terrestre dans les sulfures (chalcophile), dans les oxydes de Fe (lithophile) et dans les silicates Fe-Mg (lithophile)
- C et P se dissolvent dans le fer fondu sous des conditions de réduction (sans O) mais C peut être à la fois atmosphile et lithophile sous des conditions oxydantes.
- L'état d'oxydation est important – Cr^{6+} est lithophile, Cr^{3+} est chalcophile
- Le noyau de la terre doit être riche en or!

Abondance des elements dans la croute

