GEOLOGIA PARA ENGENHARIA CIVIL

MINERAIS E ROCHAS

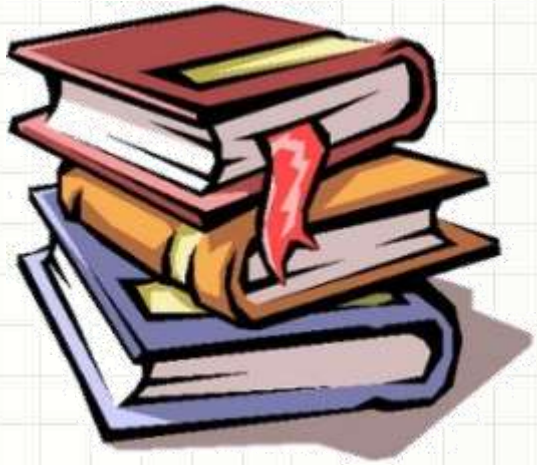
Prof. Dr. Daniel Caetano

2012 - 1

Objetivos

- Compreender a diferença entre minerais e rochas
- Apresentar os conceitos químicos que embasam a compreensão do comportamento dos diferentes minerais

Material de Estudo



Material	Acesso ao Material
Notas de Aula	http://www.caetano.eng.br/aulas/gec/ (Aula 5)
Apresentação	http://www.caetano.eng.br/aulas/gec/ (Aula 5)
Material Didático	Fundamentos de Geologia, páginas 50 a 72

MOTIVAÇÃO

Introdução

- “Pedras Preciosas”
- Preciosas por quê?
- Propriedades específicas:
  - Cor
  - Transparência
  - Brilho
  - Resistência
- Composição Mineral => Propriedades

Introdução

- Mineral x Rocha
- Rocha x “pedra”
- Mineral...

“Sólido cristalino inorgânico que ocorre na natureza e que possui composição química definida”

MATÉRIA SÓLIDA

Matéria Sólida

- Matéria
  - Algo que tem massa e ocupa lugar no espaço
- Estados da Matéria
  - Sólido
  - Líquido
  - Gasoso

- **<u>Minerais são Sólidos</u>**

Matéria Sólida

- Matér
  - Algo que espaço
- Esta
  - Sólido
  - Líquido
  - Gasoso

Mas do que é composta a matéria sólida?

- **<u>Minerais são Sólidos</u>**

Matéria Sólida

- Matér
  - Algo que espaço
- Esta
  - Sólido
  - L
  - Gasoso

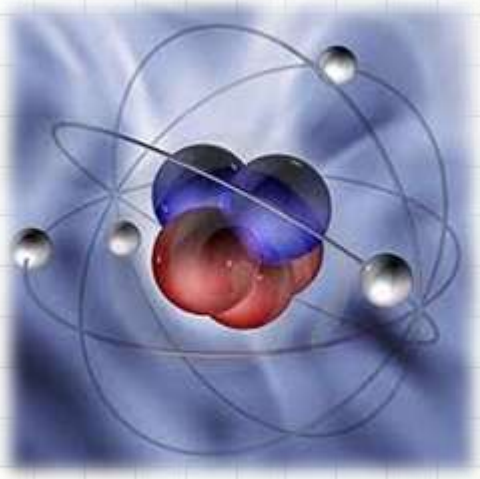
Ma e é
comp téria

QUE TAL LEMBRAR DE UM POUCO DE QUÍMICA?!

- **<u>Minerais sã</u>**

Elementos e Átomos

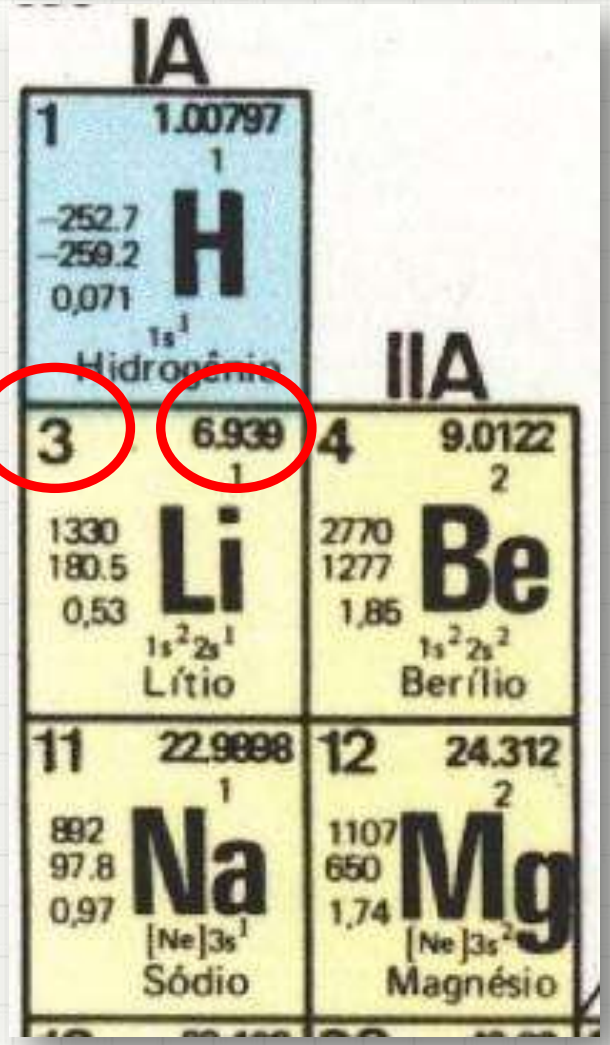
- Elementos químicos
  - Base de toda a matéria
  - São os átomos!
  - 92 naturais (e outros artificiais)



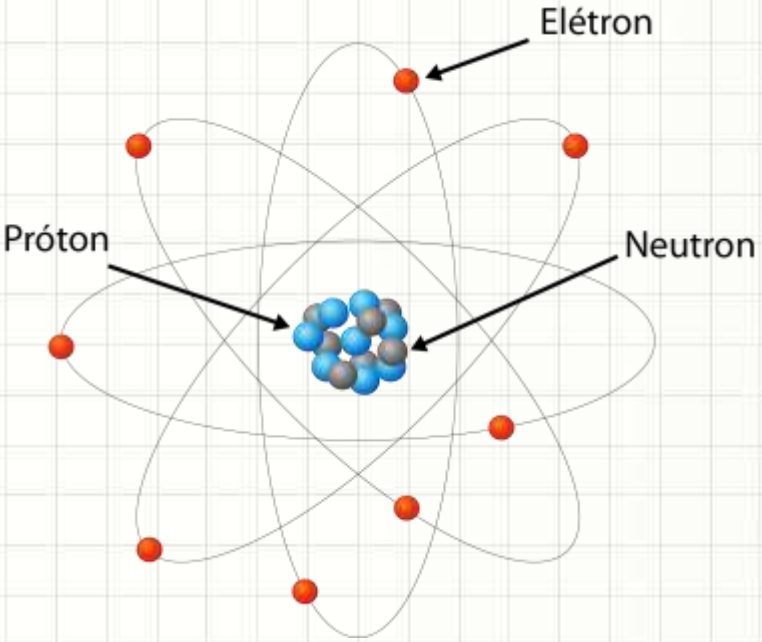
1A												3A	4A	5A	6A	7A	8A
1 H Hidrogênio	2A																2 He Hélio
3 Li Lítio	4 Be Berílio											5 B Boro	6 C Carbono	7 N Nitrogênio	8 O Oxigênio	9 F Flúor	10 Ne Neônio
11 Na Sódio	12 Mg Magnésio	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	13 Al Alumínio	14 Si Silício	15 P Fósforo	16 S Enxofre	17 Cl Cloro	18 Ar Argônio
19 K Potássio	20 Ca Cálcio	21 Sc Escândio	22 Ti Titânio	23 V Vanádio	24 Cr Crômio	25 Mn Manganês	26 Fe Ferro	27 Co Cobalto	28 Ni Níquel	29 Cu Cobre	30 Zn Zinco	31 Ga Gálio	32 Ge Germânio	33 As Arsênio	34 Se Selênio	35 Br Bromo	36 Kr Criptônio
37 Rb Rubídio	38 Sr Estrôncio	39 Y Ítrio	40 Zr Zircônio	41 Nb Nióbio	42 Mo Molibdênio	43 Tc Tecnécio	44 Ru Rutênio	45 Rh Ródio	46 Pd Paládio	47 Ag Prata	48 Cd Cádmio	49 In Índio	50 Sn Estanho	51 Sb Antimônio	52 Te Telúrio	53 I Iodo	54 Xe Xenônio
55 Cs Césio	56 Ba Bário	57 – 71 * Lantanídeos	72 Hf Háfnio	73 Ta Tântalo	74 W Tungstênio	75 Re Rênio	76 Os Ósmio	77 Ir Irídio	78 Pt Platina	79 Au Ouro	80 Hg Mercúrio	81 Tl Tálio	82 Pb Chumbo	83 Bi Bismuto	84 Po Polônio	85 At Astato	86 Rn Radônio
87 Fr Frâncio	88 Ra Rádio	89 – 103 ** Actinídeos	104 Rf Rutherfórdio	105 Db Dúbnio	106 Sg Seabórgio	107 Bh Bóhrio	108 Hs Hássio	109 Mt Meitnério	110 Ds Darmstádio	111 Rg Roentgênio	112 Cp Copernício	113 Uut Ununtrium	114 Uuq Ununquadio	115 Uup Ununpentio	116 Uuh Ununhexio	117 Uus Ununséptio	118 Uuo Ununséptio

Elementos e Átomos

- Número atômico
  - Define o elemento
  - Prótons (carga +)
- Número de Massa
  - Prótons + Nêutrons
- Número de Neutrons
  - Pode variar
  - Carbono: 6 prótons
    - 6N (C^{12}) 7N (C^{13}) e 8N (C^{14})
- Elétrons: carga negativa
  - Número Igual ao de prótons

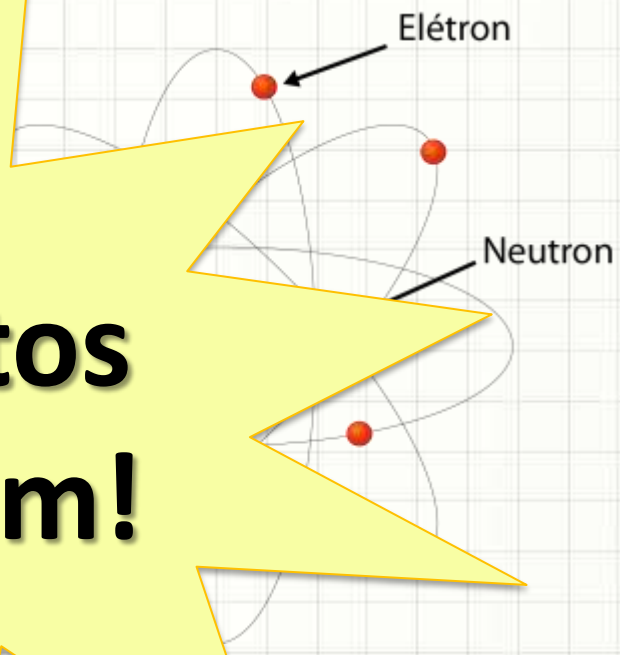


Elementos e Átomos



- Núcleo coeso
  - Prótons + Nêutrons
- Elétrons circundam
  - Dividem-se em camadas
- Estabilidade
  - H e He: 2 elétrons na última camada
  - Demais elementos: 8 elétrons na última camada
- E quando não são estáveis?
  - Ex.: Hidrogênio: apenas 1e na última camada

Elementos e Átomos

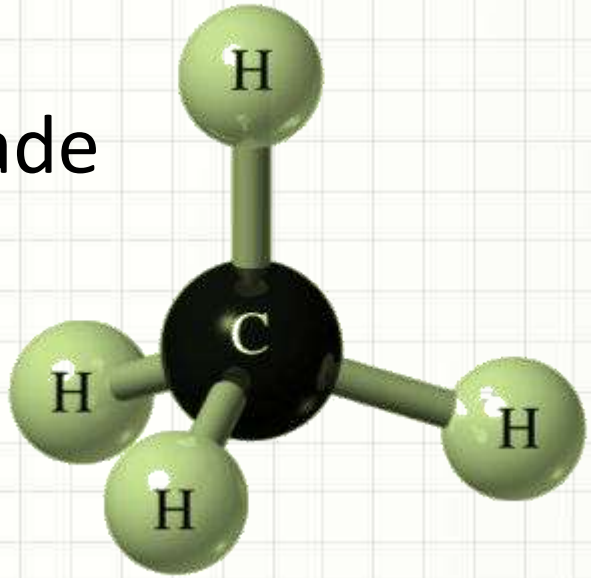


- Núcleo pesado
  - Prótons
- Elétrons
  - Divide
- Estabilidade
  - H e He: 2 elétrons na última camada
  - Demais elementos: 8 elétrons na última camada
- E quando não são estáveis?
  - Ex.: Hidrogênio: apenas 1e na última camada

Os elementos se combinam!

Ligações e Compostos

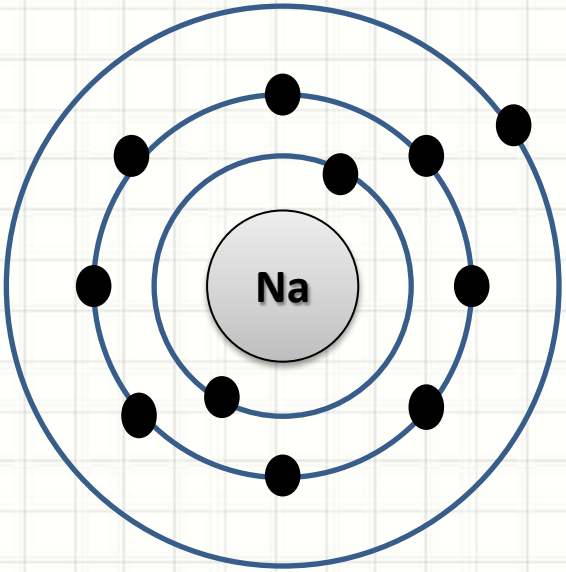
- Elementos se unem: estabilidade
  - Compostos Químicos
  - CH_4



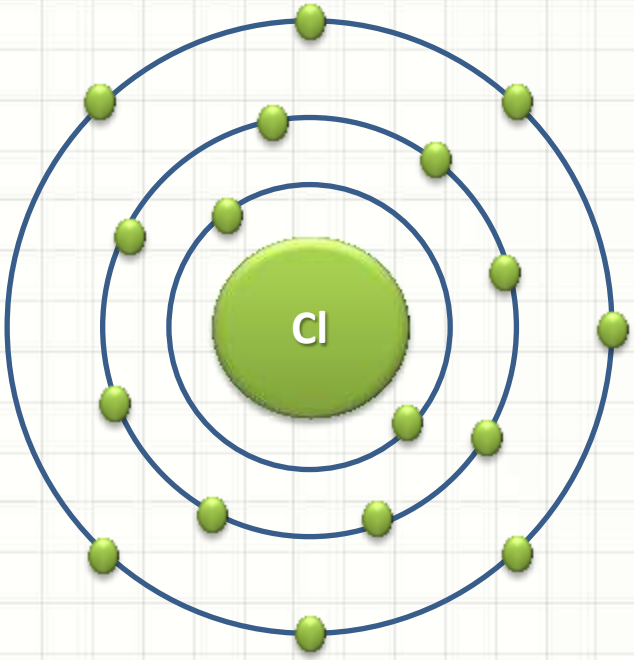
- **Hein?!?**
- Exemplo:
  - Hidrogênio se estabiliza com 2 elétrons na última camada...
  - Então dois deles se combinam, formando H_2

Ligações e Compostos

- Exemplo: Cloro (Cl) e Sódio (Na)



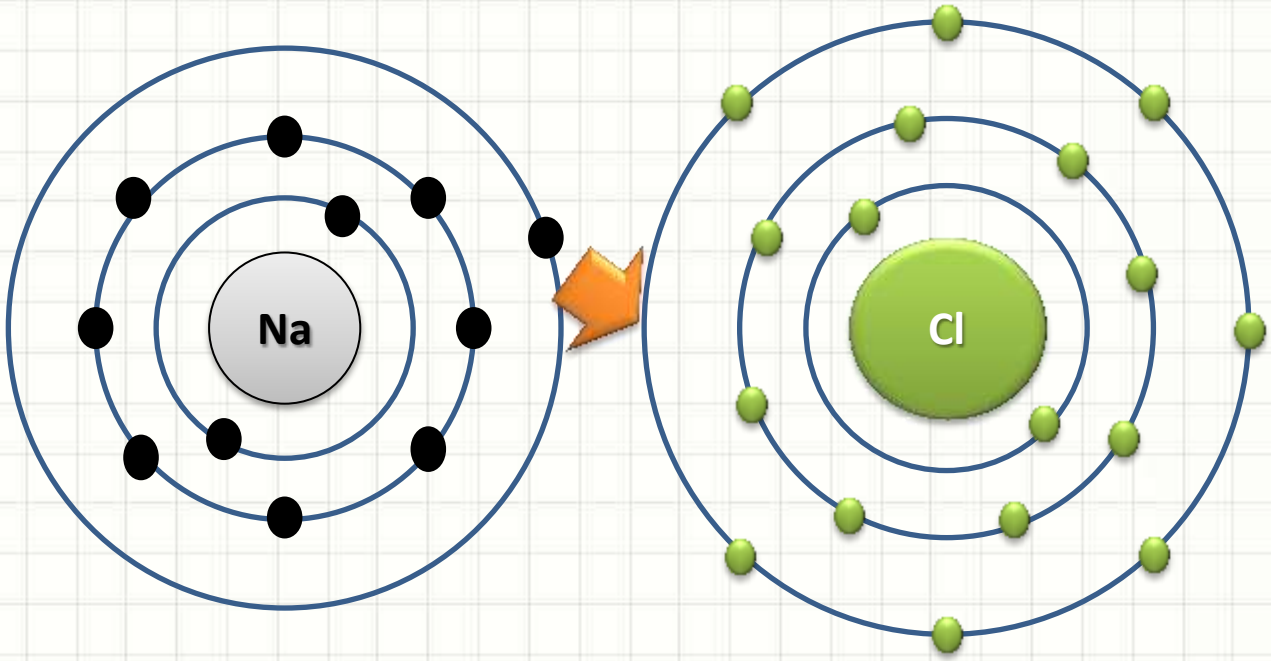
11 Prótons
11 Elétrons
Carga: 0



17 Prótons
17 Elétrons
Carga: 0

Ligações e Compostos

- Exemplo: Cloro (Cl) e Sódio (Na)

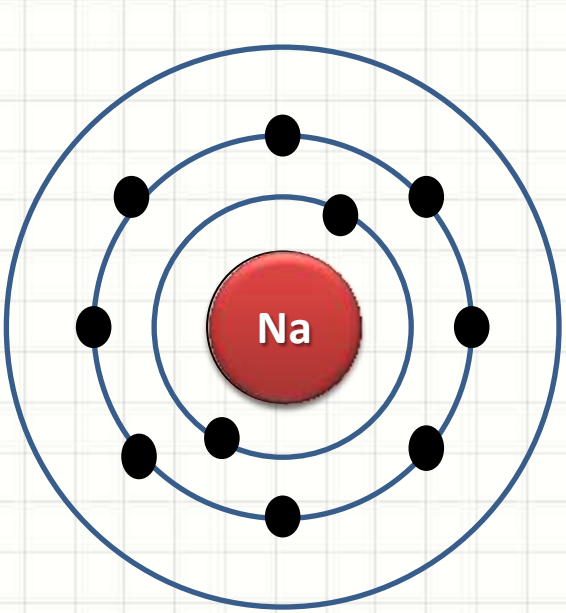


11 Prótons
11 Elétrons
Carga: 0

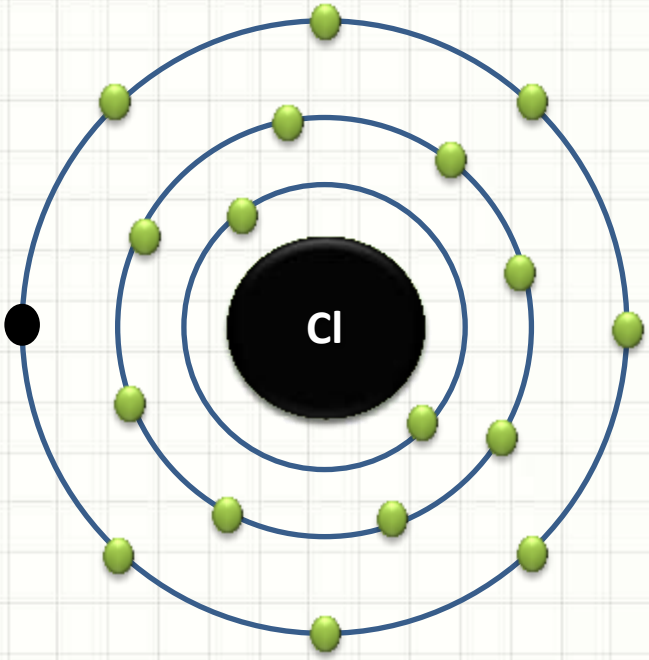
17 Prótons
17 Elétrons
Carga: 0

Ligações e Compostos

- Exemplo: Cloro (Cl) e Sódio (Na)



11 Prótons
10 Elétrons
Carga: +1

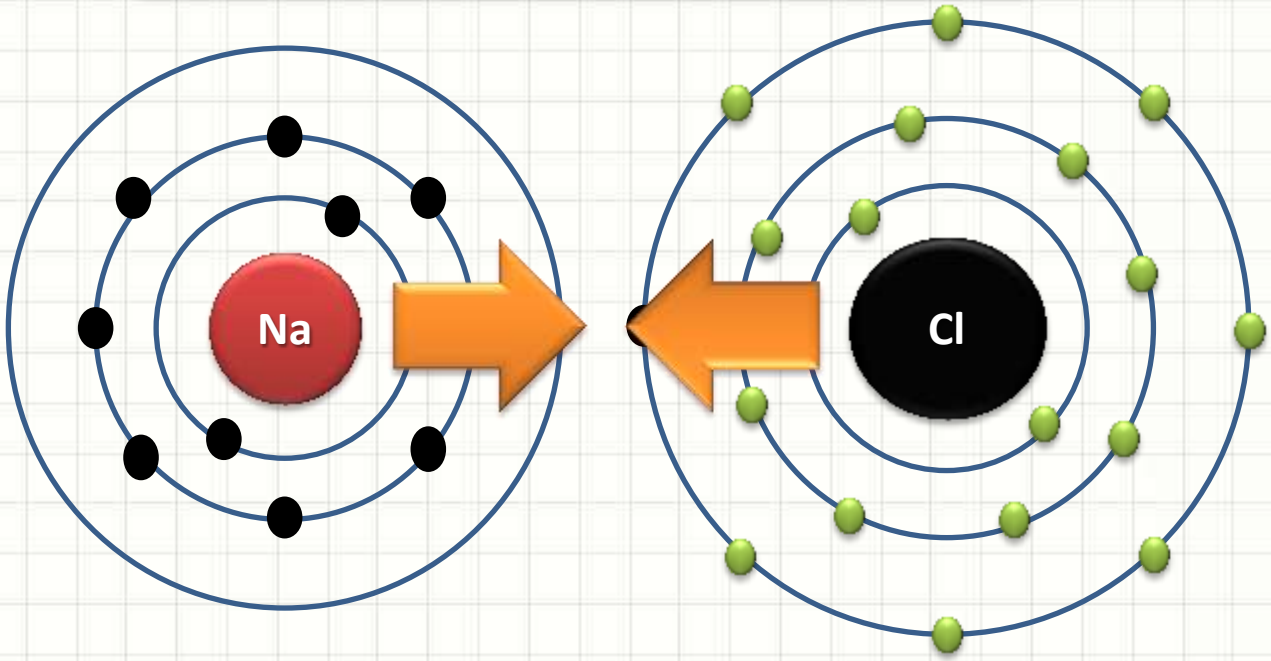


17 Prótons
18 Elétrons
Carga: -1

Ligações e Compostos

- Exempl

Cargas Opostas se Atraem!



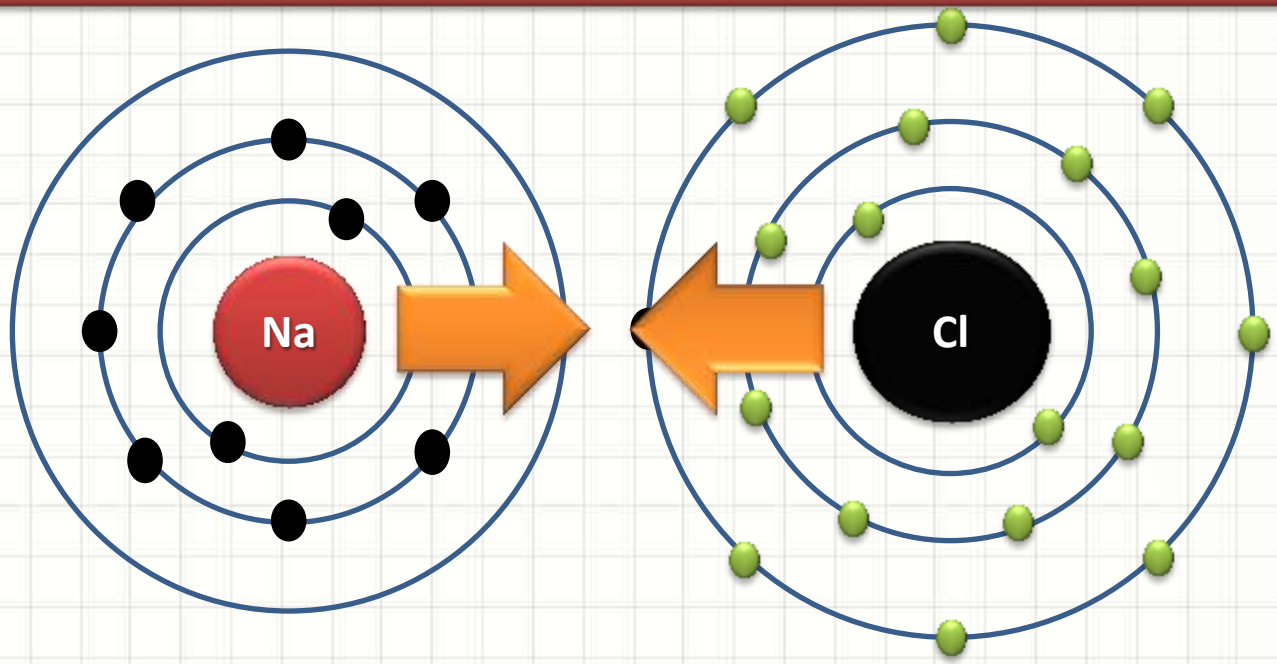
11 Prótons
10 Elétrons
Carga: +1

17 Prótons
18 Elétrons
Carga: -1

Ligações e Compostos

- Ex

Um perdeu elétron para o outro: Ligação IÔNICA



11 Prótons
10 Elétrons
Carga: +1

17 Prótons
18 Elétrons
Carga: -1

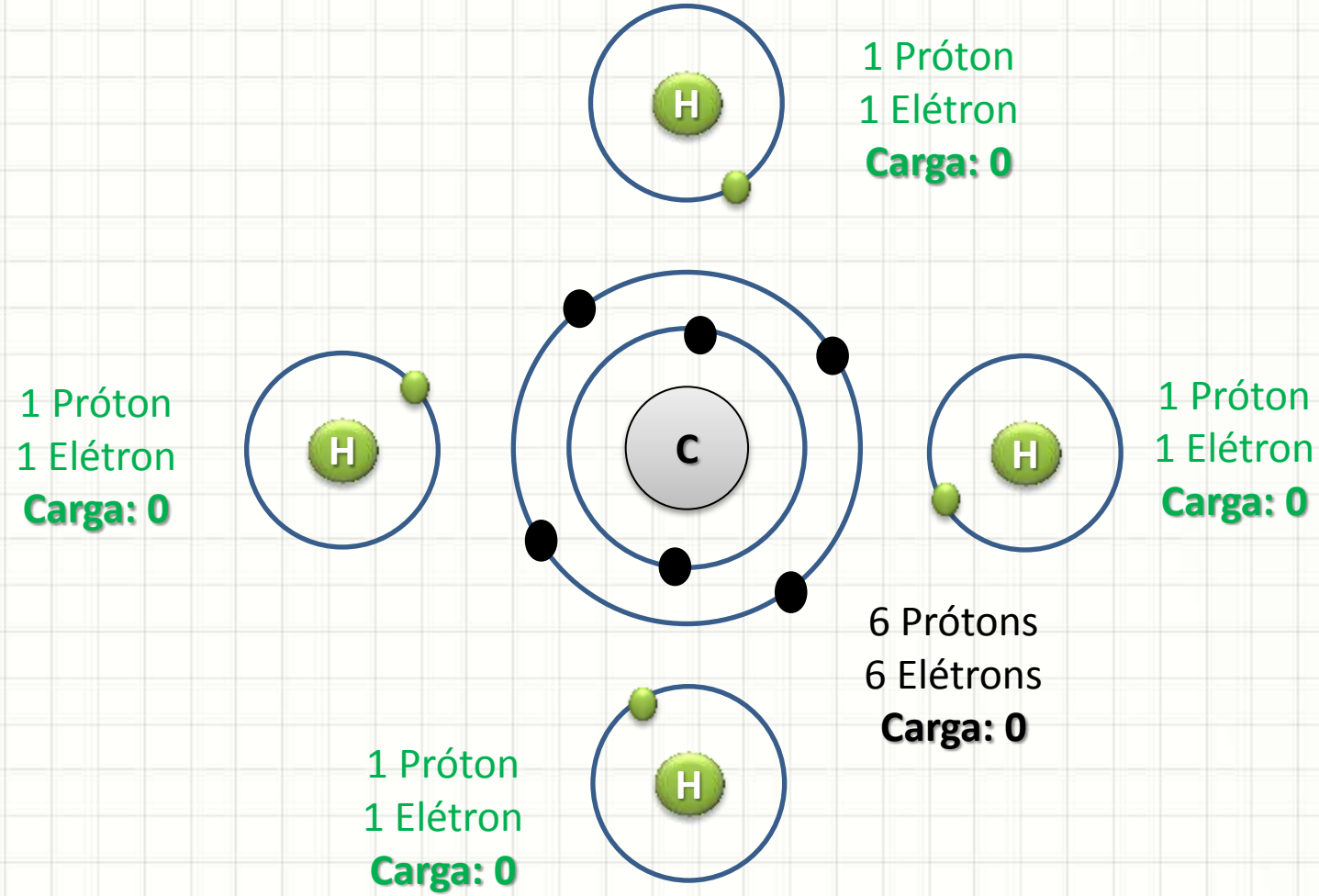
Ligações e Compostos

- As ligações iônicas...
  - São as mais fortes da natureza
  - Normalmente ocorrem entre
    - Um elemento com poucos elétrons na última camada (1, 2 ou 3)
    - Um elemento com muitos elétrons na última camada (5, 6 ou 7)

- E se houver 4 elétrons na última camada?
  - Carbono, Silício...

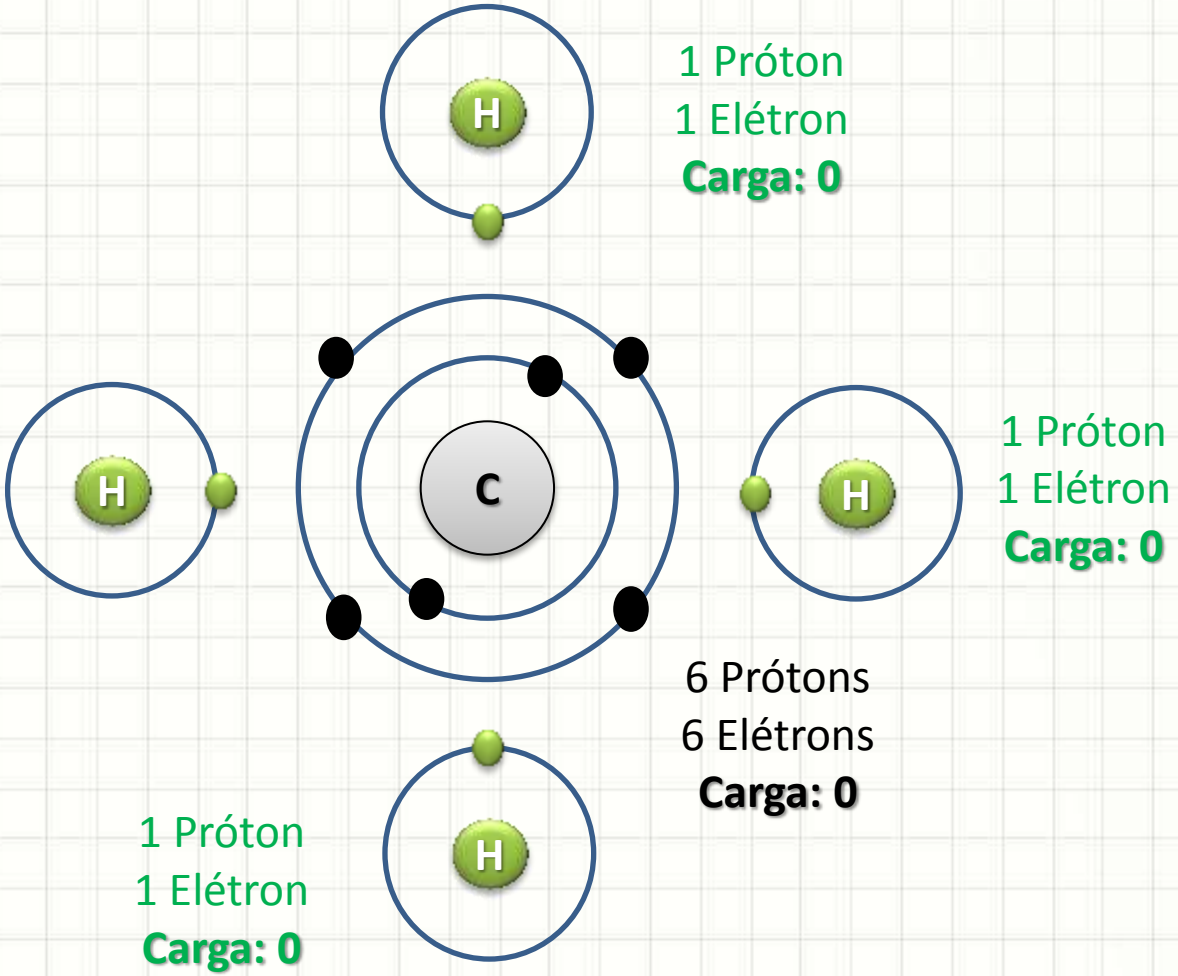
Ligações e Compostos

- Exemplo: Carbono (C) e Hidrogênio (H)



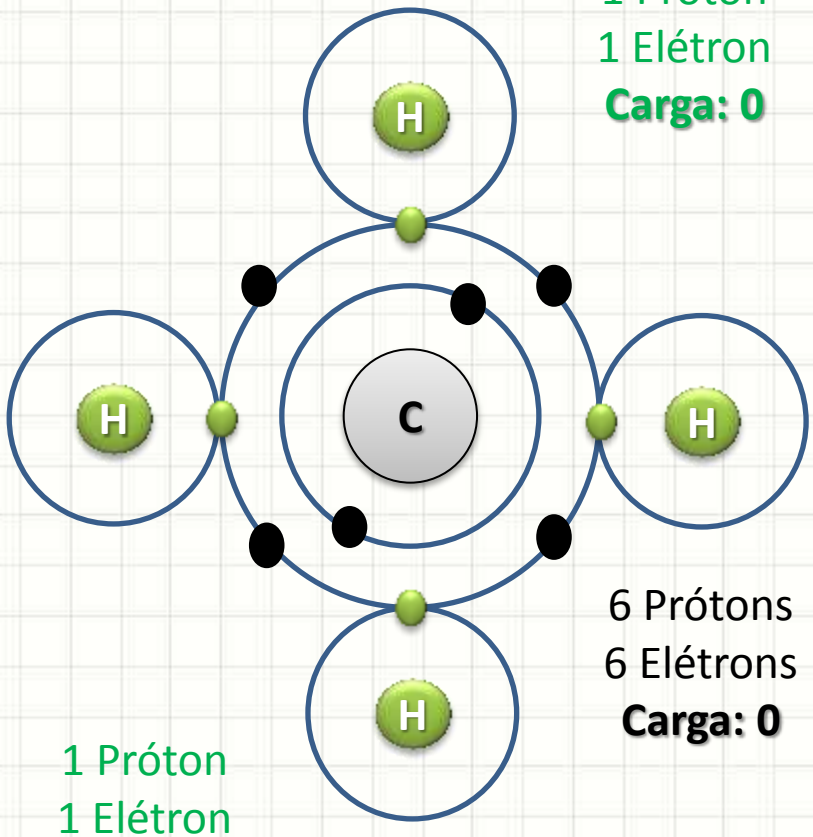
Ligações e Compostos

- Exemplo: Carbono (C) e Hidrogênio (H)



Ligações e Compostos

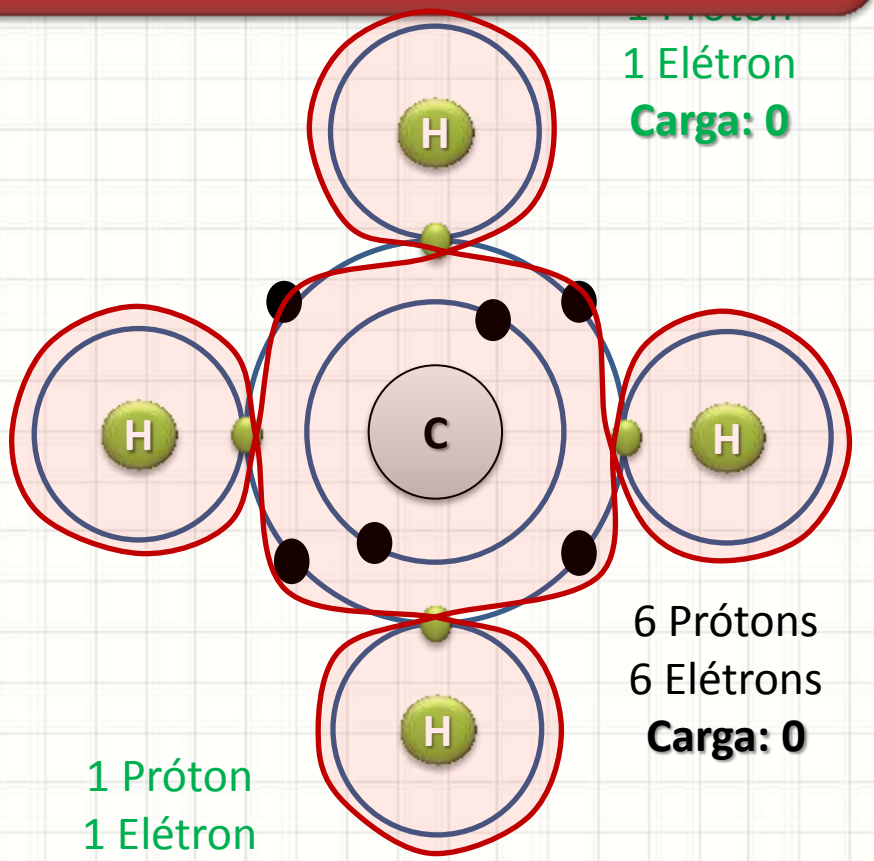
- Exemplo: Carbono (C) e Hidrogênio (H)



Ligações e Compostos

- Exemp o (H)

O movimento do eletrons os une



1 Próton
1 Elétron
Carga: 0

1 Próton
1 Elétron
Carga: 0

1 Próton
1 Elétron
Carga: 0

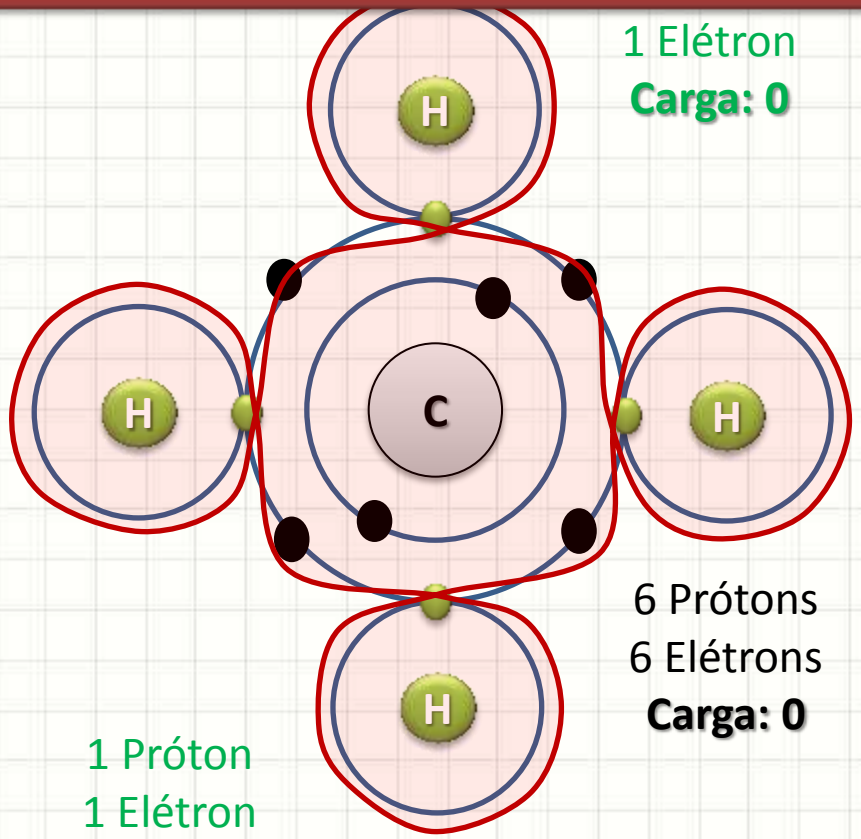
6 Prótons
6 Elétrons
Carga: 0

1 Próton
1 Elétron
Carga: 0

Ligações e Compostos

- Ex

Compartilham elétrons:
Ligação COVALENTE



1 Elétron
Carga: 0

1 Próton
1 Elétron
Carga: 0

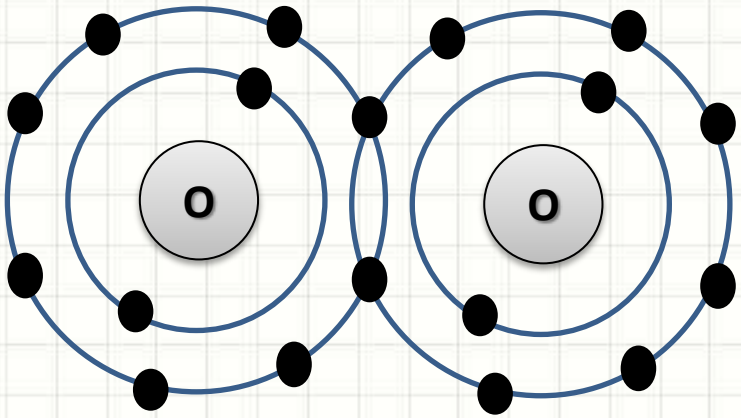
1 Próton
1 Elétron
Carga: 0

6 Prótons
6 Elétrons
Carga: 0

1 Próton
1 Elétron
Carga: 0

Ligações e Compostos

- Também ocorre entre elementos com muitos elétrons na última camada, como o Oxigênio (O)



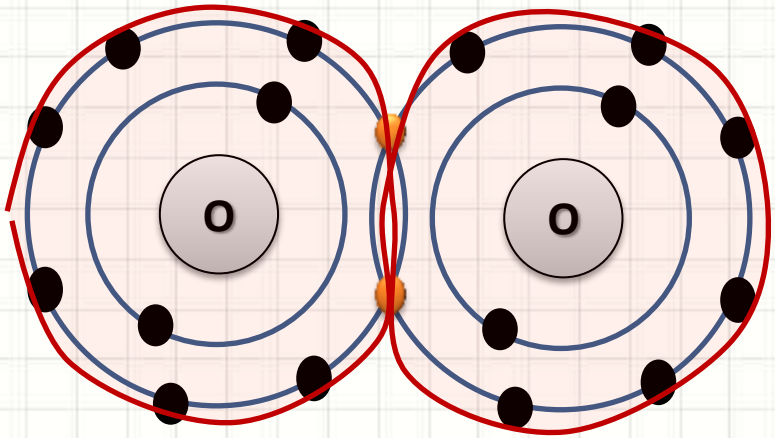
6 Prótons
6 Elétrons
Carga: 0

6 Prótons
6 Elétrons
Carga: 0

Ligações e Compostos

- Ta
  m
  Oxigênio (O)

Compartilham elétrons: Ligação COVALENTE

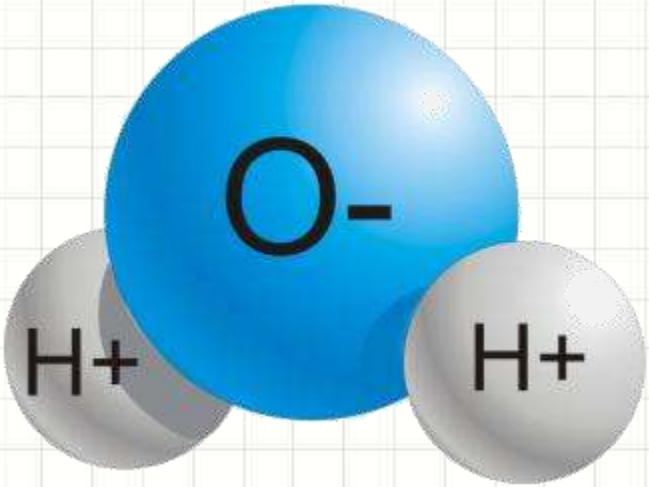


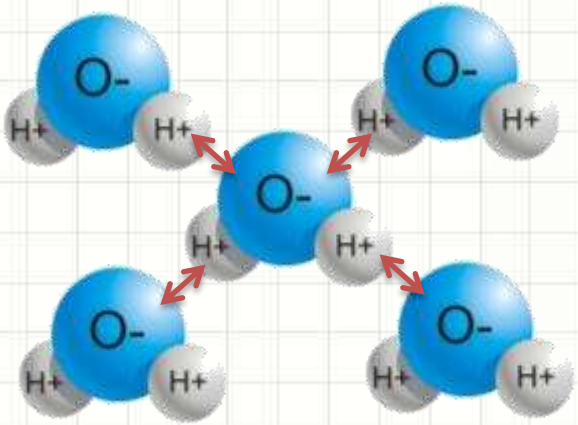
6 Prótons
6 Elétrons
Carga: 0

6 Prótons
6 Elétrons
Carga: 0

Ligações e Compostos

- Há ainda as ligações metálicas
  - Os elétrons circulam entre os átomos
  - Condução de corrente elétrica
- Forças de Van der Waals (contato)
  - caso especial: pontes de hidrogênio





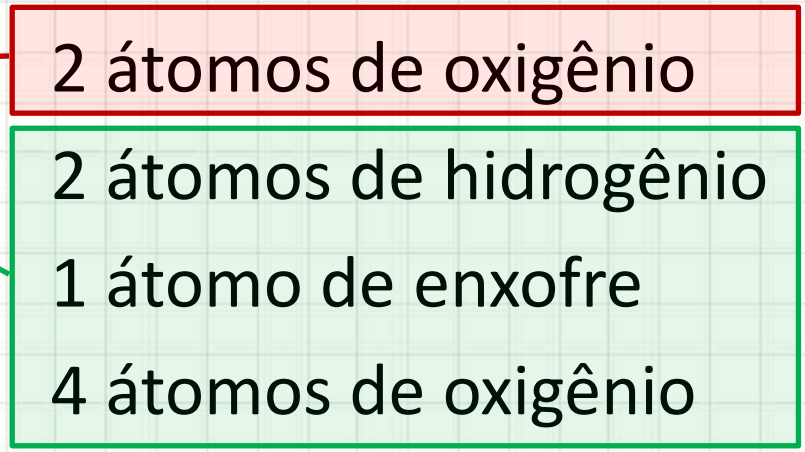
Ligações e Compostos

- Força da ligação?
  - Iônica
  - Covalente
  - Metálica
  - Van der Waals

- Qual o resultado das ligações químicas?
- Compostos Químicos
  - Ou Substâncias Químicas

Ligações e Compostos

- Compostos são representados por “fórmulas”
- As “fórmulas químicas” indicam as proporções de cada elemento em uma ligação
- Exemplo:
  - O_2
  - H_2SO_4



Ligações e Compostos

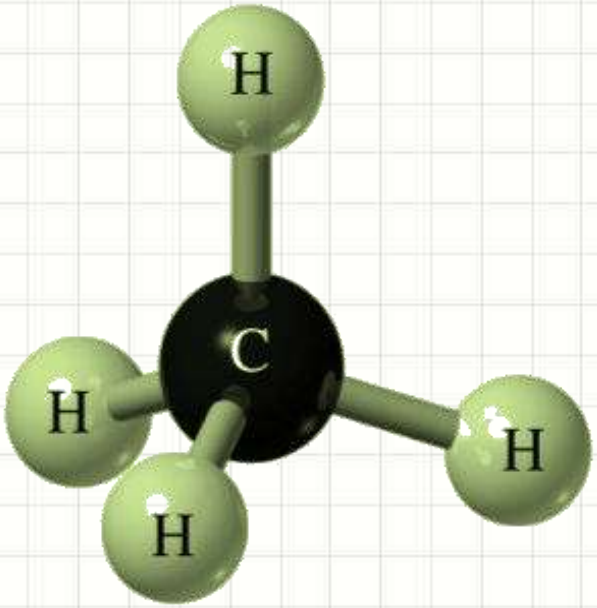
- Por que isso é importante para geologia?
- Composição química muda comportamento
- Mas... o que diferencia esses caras?

Diamante (C_n)

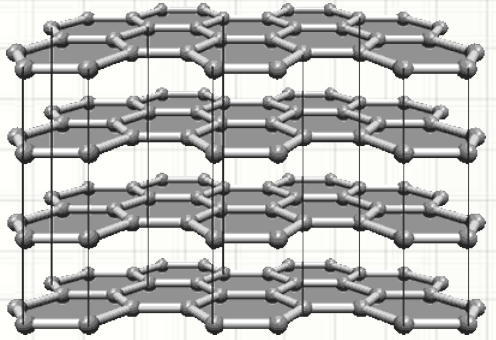
Grafite (C_n)

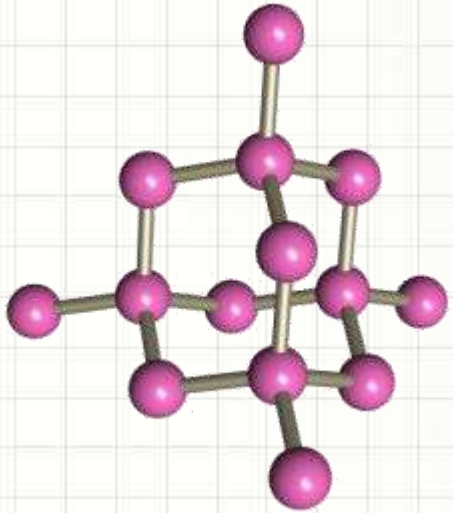
Ligações e Compostos

- Estrutura espacial!



Metano (CH_4)





GEOLOGIA PARA ENGENHARIA CIVIL

MINERAIS E ROCHAS

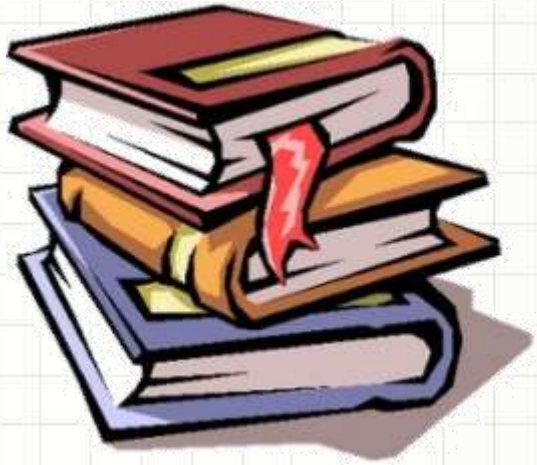
Prof. Dr. Daniel Caetano

2012 - 1

Objetivos

- Compreender o que são minerais
- Compreender a razão físico-química para os diferentes comportamentos
- Compreender a classificação
- Capacitar para identificação

Material de Estudo



Material	Acesso ao Material
Notas de Aula	http://www.caetano.eng.br/aulas/gec/ (Aula 5)
Apresentação	http://www.caetano.eng.br/aulas/gec/ (Aula 5)
Material Didático	Fundamentos de Geologia, páginas 50 a 72

MINERAIS

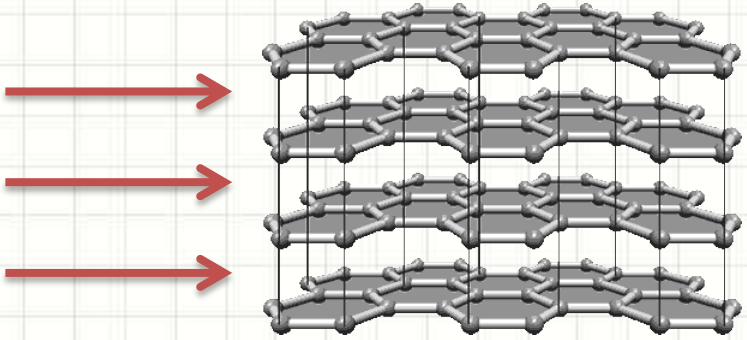
Minerais

- Formados por
  - Compostos Químicos ou Elementos Nativos
  - “Sólido cristalino inorgânico que ocorre na natureza e tem composição bem definida”

- O que isso significa?
- Sólido cristalino?
  - Forma espacial definida pela ligação dos elementos
  - Materiais amorfos (ex. vidro) não são minerais

Minerais

- Sólido cristalino?
  - Forma espacial: ligação dos elementos Materiais amorfos (ex. vidro) não são minerais
- Nicholas Steno
  - Minúsculos Cristais (forma)
- *Clivagem*
  - Superfícies de menor resistência



Minerais

- Inorgânico?
- Não é gerado por ser vivo
  - Osso, concha, coral etc...

- Ocorre na natureza?
- Não pode ser sintético
  - Zircônia, Rubi...

- Composição bem definida?
- Sua composição não pode variar

Grupos de Minerais

Minerais

- Há mais de 3.500 minerais identificados
- Mas não são “infinitos”...
  - Nem todas as combinações dos 92 elementos são possíveis
  - Maior parte da crosta possui 8 elementos
  - 74% do peso e 84% dos átomos da Terra são O e Si
- Maior parte dos cristais envolvem O **e** Si
  - **Silicatos**
- Outros “radicais” formam outros cristais

Minerais

- Grupos mais importantes

Grupo	Radical	Exemplo
Carbonato	$(CO_3)^{-2}$	Calcita ($CaCO_3$), Dolomita ($CaMg(CO_3)_2$)
Halogeneto	Cl^{-1}, F^{-1}	Halita (NaCl)
Elemento Nativo	-	Ouro (Au), Prata (Ag)
Óxido	O_2	Hematita (Fe_2O_3)
Silicato	$(SiO_4)^{-4}$	Quartzo (SiO_2), Feldspato ($KAlSi_3O_8$)
Sulfato	$(SO_4)^{-2}$	Gipsita ($CaSO_4.2H_2O$)
Sulfeto	S^{-2}	Galena (PbS), Pirita (FeS_2)

Minerais

- Gru

Mais importantes!

Grup		
Carbonat		$Mg(CO_3)_2$)
Halogenet		
Elemento Nativo	-	Ouro (Au), Prata (Ag)
Óxido	O_2	Hematita (Fe_2O_3)
Silicato	$(SiO_4)^{-4}$	Quartzo (SiO_2), Feldspato ($KAlSi_3O_8$)
Sulfato	$(SO_4)^{-2}$	Gipsita ($CaSO_4.2H_2O$)
Sulfeto	S^{-2}	Galena (PbS), Pirita (FeS_2)

Minerais

- Grupos mais importantes

Grupo	Radical	Exemplo
Carbonato	$(CO_3)^{-2}$	Calcita ($CaCO_3$), Dolomita ($CaMg(CO_3)_2$)
Halogeneto	Cl^{-1}, F^{-1}	Halita (NaCl)
Elemento Nativo	-	Ouro (Au), Prata (Ag)
Óxido		
Silicato		(Si_3O_8)
Sulfato		
Sulfeto		

Também importantes...
Em especial: calcita e dolomita

Silicatos

- Mais abundantes (95% dos minerais)

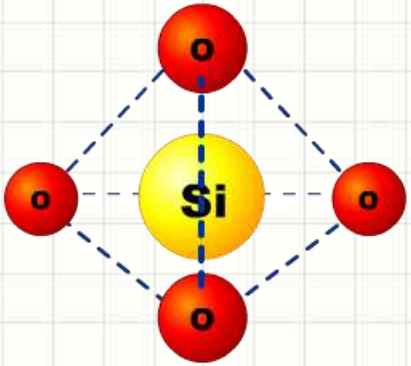
Quartzo (SiO_2)

Olivina $(Mg,Fe)_2SiO_4$

Feldspato ($KAlSi_3O_8$)

Silicatos

- Estrutura Básica: Tetraedro da Sílica

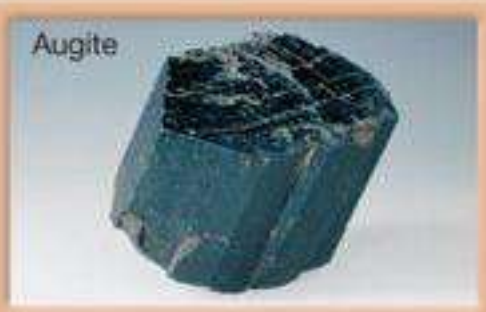
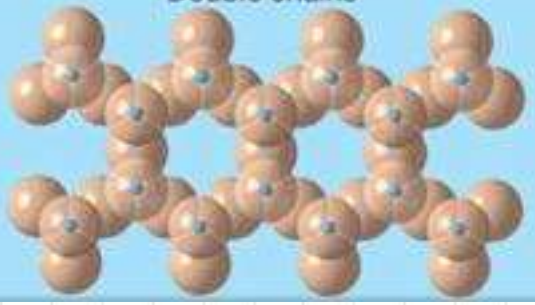


- Várias composições estruturais

Mineral/Formula	Cleavage	Silicate Structure	Example
Olivine group $(Mg, Fe)_2SiO_4$	None	Independent tetrahedron	Olivine

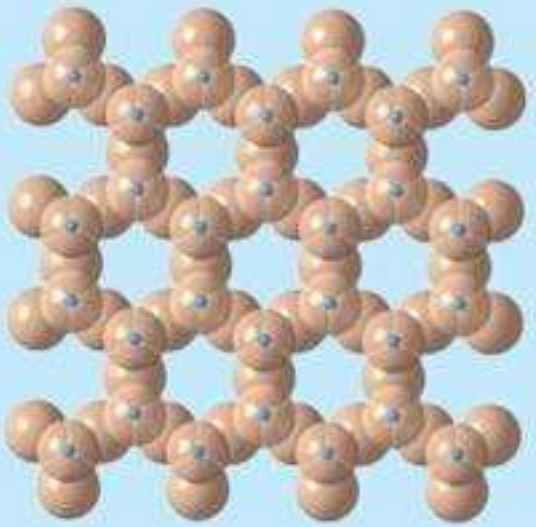
Silicatos

- Várias composições estruturais

Mineral/Formula	Cleavage	Silicate Structure	Example
Pyroxene group (Augite) $(Mg,Fe)SiO_3$	Two planes at right angles	Single chains	Augite 
Amphibole group (Hornblende) $Ca_2(Fe,Mg)_5Si_8O_{22}(OH)_2$	Two planes at 60° and 120°	Double chains 	Hornblend

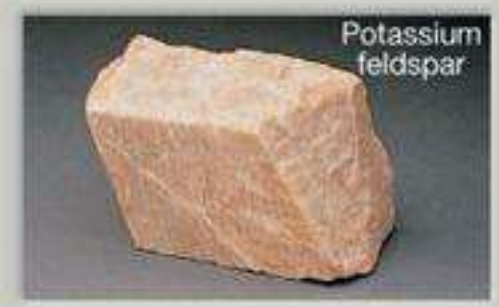
Silicatos

- Várias composições estruturais

	Mineral/Formula	Cleavage	Silicate Structure	Example
Micas	Biotite $K(Mg,Fe)_3AlSi_3O_{10}(OH)_2$	One plane	Sheets 	
	Muscovite $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$			

Silicatos

- Várias composições estruturais

Mineral/Formula		Cleavage	Silicate Structure	Example
Feldspars	Potassium feldspar (Orthoclase) $KAlSi_3O_8$	Two planes at 90°	Three-dimensional networks	
	Plagioclase feldspar $(Ca,Na)AlSi_3O_8$			
Quartz SiO_2		None		

Silicatos

- Silicatos Ferromagnesianos
  - Incluem Fe e Mg
  - Escuros e mais densos
  - Exemplo: Olivina

Olivina $(Mg,Fe)_2SiO_4$

- Silicatos Não-Ferromagnesianos
  - Mais claros e menos densos
  - Exemplo: Feldspato

Feldspato $(KAlSi_3O_8)$

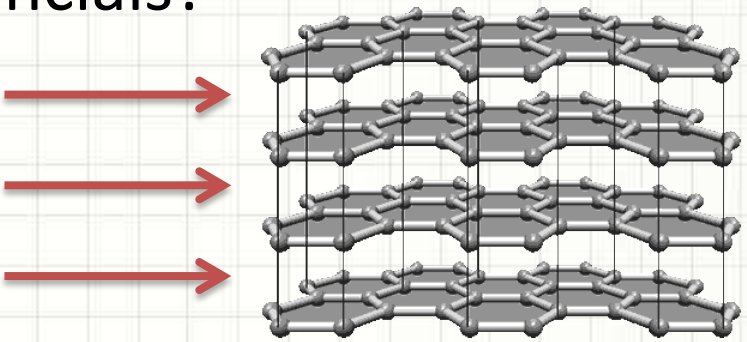
Identificação dos Minerais

Identificação de Minerais

- Os minerais podem ser identificados pelas suas características físicas
- Cor e Brilho
  - Cor x Cor do Traço
  - Brilho
    - Metálico
    - Vítreo
    - Oleoso
    - Nacarado (pérola)
    - Sedoso (seda)
    - Fosco

Identificação de Minerais

- Forma – Planos de Clivagem e Fratura
  - Forma do cristal
  - Quebra em planos preferenciais?
  - Fraturas irregulares?



Identificação de Minerais

- Dureza: resistência ao risco
  - Mais duro risca menos duro

Dureza	Elemento
1	Talco
2	Gipsita (Gesso)
3	Calcita
4	Fluorita
5	Apatita

Dureza	Elemento
6	Ortoclásio
7	Quartzo
8	Topázio
9	Coríndon
10	Diamante

Dureza	Elemento
2,5	Unha
3	Moeda de Cobre (5)
5,5	Lâmina Canivete

Dureza	Elemento
5,5 a 6,0	Vidro
6,5	Palha de Aço
7	Porcelana

Identificação de Minerais

- Peso específico
- Relativo à Água
  - Ferromagnesianos: 2,7 a 4,3
  - Não-Ferromagnesianos: 2,6 a 2,9
  - Hematita: 5,26
  - Ouro: 19,3
  - Grafita: 2,09 a 2,33... Diamante: 3,5
- Absoluto
  - Silicatos: 2 a 4 g/cm^3
  - Metais nativos: acima de 20 g/cm^3

Identificação de Minerais

- Outras propriedades
  - Tato
  - Sabor
  - Magnetismo
  - Efervescência
  - Fluorescência

Origem das Rochas

Origem das Rochas

- Veremos com detalhes mais adiante...

- Magma é expelido da forma de lava
  - A lava resfria e forma cristais de diversos minerais
- Formação por cristalização em água quente
  - Quartzos em rachaduras e fendas
- Devido a evaporação do mar
  - Halita e gipsita
- Alteração química pelo intemperismo
  - Feldspatos
- Metamorfismos (ações geológicas de compressão, por exemplo)

Origem das Rochas

- Mas o que é rocha?
- Rocha: Aglomerado sólido de um ou mais minerais
  - Areia não é rocha
  - Lava não é rocha

- Não há muitos minerais formadores de rochas
  - Minerais acessórios

Origem das Rochas

- Exemplos
- Basalto
  - Rocha ígnea
  - Silicatos Ferromagnesianos
- Granito
  - Rocha ígnea
  - Silicatos Não-Ferromagnesianos
    - Potássio
    - Cálcio
    - Sódio
    - Quartzo

EXERCÍCIOS PARA PENSAR

Exercícios para Pensar

- **Leia** as páginas 50 a 72
- **Pense**:

1. Se você encontrasse um anel perdido com uma enorme pedra de diamante, você teria como identificá-la com as informações desta aula, supondo que você tenha acesso a um laboratório onde existam amostras de topázio e coríndon? Como você faria?

Conclusões

Resumo

- Os minerais são os principais constituintes das rochas
- A composição química e a estrutura dos cristais determinam as propriedades dos minerais
- As propriedades das rochas são oriundas de seus minerais

- **TAREFA**
  - **Lista 1 online!**

Próxima Aula

- Como se formam as rochas?
  - Quais são os tipos de rochas?
  - Quais são as propriedades dessas rochas?

PERGUNTAS?

Bom Descanso a Todos!