

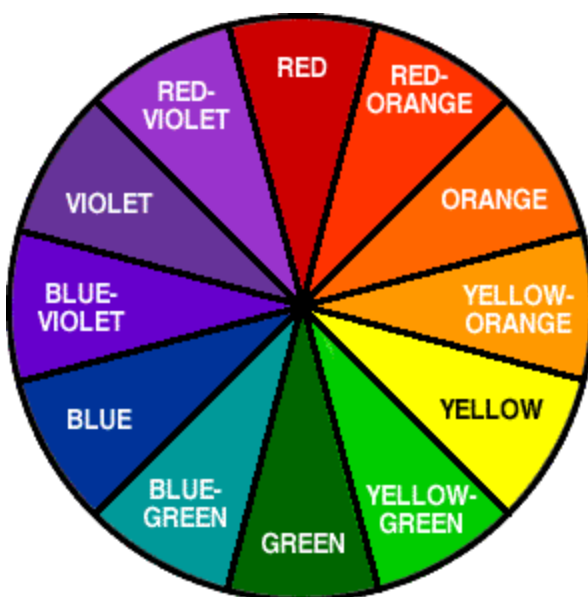
Autor: Eurico Dias (eurico@gmail.com) – Professor de Química e Matemática, Membro Fundador do Projeto Futuro Militar e Projeto Medicina, Colaborador do Projeto Rumo ao ITA. Ex-aluno do ITA (Turma 06)

Tópico Especial – ITA

CORES DE COMPOSTOS

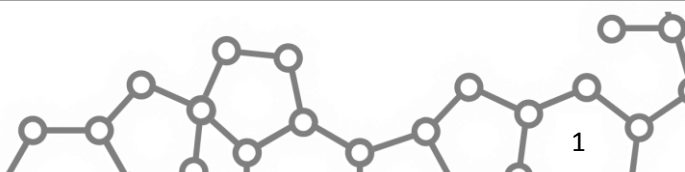
A cor observada envolve uma transição eletrônica, em geral, dos elétrons da camada mais externa dos átomos ou moléculas (estado fundamental) para estados excitados (de maior energia), seguido do retorno destes elétrons ao estado inicial. Este processo pode ocorrer de forma luminescente ou não.

A cor observada resulta da absorção de luz na faixa do visível (400 a 720 nm) e assim o objeto absorve parte da luz que incide, transmitindo a restante, o que se denomina de modo simplificado de cor complementar, que se pode observar no diagrama a seguir denominado Disco (Roda) de Cores. Como exemplo temos a clorofila, cujo espectro na região do visível indica maior absorção do vermelho, então a cor complementar emitida (cor oposta no disco) será o verde, que é a cor comumente observada nas folhas.



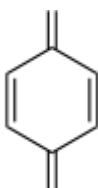
I - Indicadores Químicos e suas Cores

A ação dos indicadores químicos através de reações de equilíbrio iônico (teoria iônica dos indicadores) não fornece uma explicação satisfatória sobre a forma pela qual as cores são produzidas ou deixam de existir.

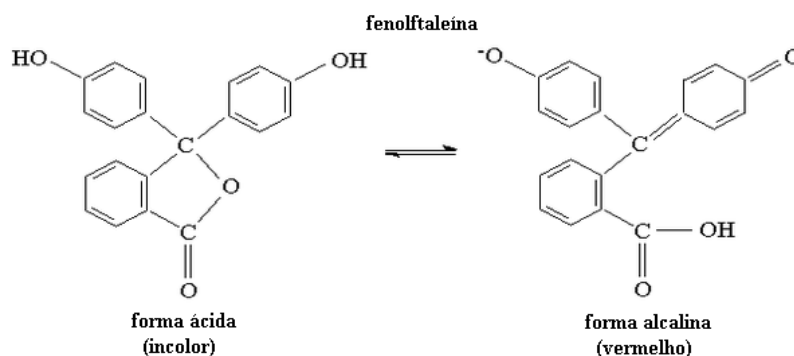


A teoria cromófora tenta justificar tal formação de cores: "A coloração das substâncias deve-se à presença de certos grupos de átomos ou ligações duplas nas moléculas". Os **grupos cromóforos** são os agrupamentos moleculares que absorvem a radiação, isto é, cujos orbitais eletrônicos apresentem separações em energia na faixa do visível. Os cromóforos compreendem também arranjos de vários grupos carbonílos, ($=C=O$), ou ligações duplas próximas. Exemplos de grupos cromóforos :

- Grupo Nitro ($-NO_2$),
- Grupo Nitroso ($-NO$),
- Grupo Azo ($-N_2-$),
- Grupo Quinônico:



A mudança de coloração dos indicadores associando a um reagrupamento molecular determinado pela variação das condições de pH do meio, que define o surgimento ou desaparecimento dos grupos cromóforos. Exemplo:



INDICADOR	ÁCIDO	BASE
Tornassol	Róseo	azul
Fenolftaleína	Incolor	avermelhado
Alaranjado de metila	Avermelhado	amarelo
Azul de bromotimol	Amarelo	azul

II - Minerais e suas Cores

A maior parte dos mecanismos que produzem cor são produtos da interação de ondas luminosas com elétrons. A origem da cor em minerais está ligada a uma variedade de razões, tais como a presença de **íons metálicos** (em especial metais de transição como Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni e Cu), fenômenos de **transferência de carga**, efeitos de **radiação ionizante**, entre outros. Para muitos minerais a cor é uma característica diagnóstica fundamental, enquanto para outros ela é tão variável que não pode ser usada como um critério de identificação. Devido à possibilidade de alteração de muitos

minerais por contato com o ar, água, etc., a cor deve ser sempre observada preferencialmente em uma fratura recente do mineral.

a) **Metais de transição:** podem estar presentes em minerais em quantidades importantes (como os constituintes principais) ou em quantidades muito pequenas (como impurezas). Em ambos os casos, estes elementos podem provocar o aparecimento de cor (São exemplos de agentes cromóforos).

Em estruturas cristalinas que admitem substituições de grandes quantidades de um cátion por outro, as variações químicas podem implicar em um amplo espectro de variação de cor. Este é o caso da esfalerita (ZnS), que admite a substituição do Zn por quantidades variáveis de Fe e cuja cor varia em tons de branco, amarelo, castanho e preto, dependendo da quantidade de Fe presente.

Em outros casos, onde um determinado metal ocorre em pequenas quantidades na estrutura, variedades coloridas podem ocorrer em um mineral cuja composição química global é essencialmente constante. No caso do mineral berilo, por exemplo, a presença de pequenas quantidades de Fe^{2+} produz cor azul enquanto a presença de Cr^{3+} como impureza produz coloração verde. O mesmo ocorre com o mineral coríndon: a presença de Cr^{3+} como impureza gera a variedade vermelha conhecida como rubi.

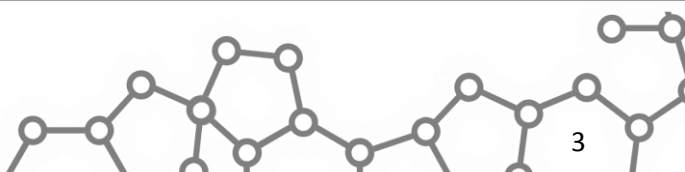
b) **Transferência de carga:** este processo só ocorre em compostos que tenham pelo menos dois elementos com estados de oxidação diferentes e variáveis. O processo pode produzir cores intensas em minerais e gemas, e envolve a transferência de elétrons entre elementos diferentes. Alguns exemplos de elementos que participam no processo de transferência de carga são: Fe^{2+} e Fe^{3+} ; Ti^{3+} e Ti^{4+} ; Mn^{2+} , Mn^{3+} e Mn^{4+} , ou combinações entre eles (por exemplo, minerais contendo ferro e manganês).

c) **Centros de cor:** são imperfeições na estrutura cristalina que causam absorção de energia luminosa e, consequentemente, o aparecimento de cor. Na maioria dos casos este fenômeno está associado à exposição à radiação ionizante. A fonte da radiação pode ser natural (elementos radioativos, como U, Th, K presentes em minerais) ou artificial e, em raros casos, radiação ultravioleta pode produzir centros de cor.

III - Teste de Chama (Análise por via seca)

A técnica de análise por via seca requer que os reagentes estejam no estado sólido para poderem ser submetidos à chama do Bico de Bunsen.

A coloração da chama provocada pela volatilização e correspondentes transições eletrônicas de determinado elemento químico presentes na amostra em estudo (em especial na forma iônica) é um exemplo de análise por via seca. Esta cor da chama é característica de cada elemento.

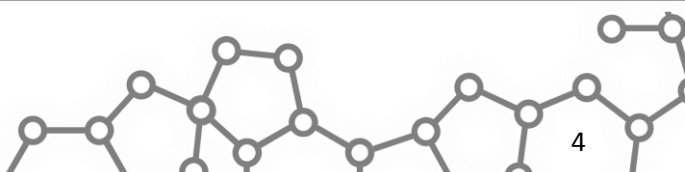


No quadro seguinte, apresentam-se as cores das chamas para alguns elementos químicos:

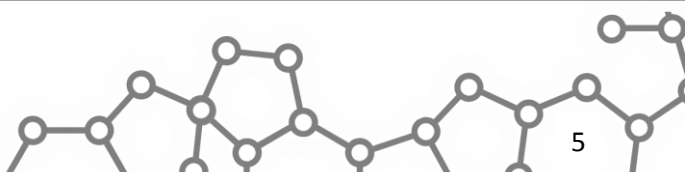
Elemento	Cor da Chama
Lítio	Vermelho
Sódio	Amarelo Intenso
Potássio	Violeta
Cálcio	Vermelho-tijolo
Estrôncio	Vermelho
Bário	Verde
Cobre	Azul (Cu^{+2}) / Verde (Cu^{+1} e Cu^{+2} em não-haleto)
Chumbo	Azul-claro

IV - Cores de Alguns Compostos Químicos

- 01) Sulfetos – cores escuras em geral
- 02) Cromato de mercúrio I – verde
- 03) Iodeto de mercúrio I – verde
- 04) Carbonato de mercúrio – amarelo
- 05) Óxido de prata – marrom
- 06) Iodeto de prata – amarelo
- 07) Cromato de prata – vermelho
- 08) Cianeto de prata – branco
- 09) Carbonato de prata – branco amarelado
- 10) Fosfato de prata – amarelo
- 11) Iodeto de mercúrio II – vermelho
- 12) Iodeto de bismuto – preto
- 13) Fosfato de bismuto – branco
- 14) Óxido de cobre – vermelho tijolo
- 15) Óxido de cobre II – preto
- 16) Sais de cobre – azul



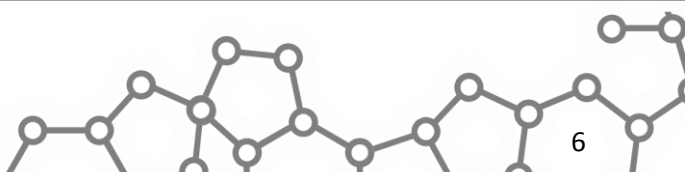
- 17) Cianeto de cobre II – amarelo
- 18) Tiocianato de cobre II – preto
- 19) Sulfeto de cádmio – amarelo
- 20) Pentassulfeto de antimônio – vermelho alaranjado
- 21) Sulfeto de estanho II – marrom
- 22) Sulfeto de estanho IV – amarelo.
- 23) Hidróxido de estanho IV – branco gelatinoso
- 24) Hidróxido de cromo – verde
- 25) Sulfeto de manganês II – rosa
- 26) Sulfeto de zinco – branco
- 27) Cianeto de ferro II – marrom amarelado
- 28) Hidróxido de ferro III – marrom avermelhado
- 29) Fosfato de ferro III – branco amarelado
- 30) Hidróxido de cromo III – verde cinzento
- 31) Fosfato de cromo III – verde
- 32) Cromato de bário – amarelo
- 33) Hidróxido de cobalto III – marrom avermelhado
- 34) Cianeto de cobalto – marrom escuro
- 35) Hidróxido de níquel II – verde
- 36) cianeto de níquel II – verde
- 37) Fosfato de zinco – branco
- 38) Cianato de prata – branco
- 39) Tiocianato de cobre II – preto
- 40) Iodeto de chumbo II – amarelo
- 41) Iodeto de cobre I – marrom
- 42) Íons cromo III em solução – verde
- 43) Íons cromato em solução – amarelo
- 44) Íons dicromato em solução – alaranjado



- 45) Ion Ferro II em solução – verde
- 46) Ion Ferro III em solução – Amarelo/Marrom
- 47) Ion Cobre II em solução – Azul
- 48) Ion Prata em solução – Incolor
- 49) Ion Zinco em solução – Branco
- 50) Ions 1A e 2A em solução - Incolor
- 51) NO_2 – castanho avermelhado
- 52) H_2S – gás incolor, com cheiro de ovo podre
- 53) Cl_2 – gás verde amarelado
- 54) I_2 – violeta
- 55) Br_2 – avermelhado

Bibliografia:

- Handbook of Preparative Inorganic Chemistry
- Apostila de Minerais. Prof. José Affonso Brod
- Análise Inorganica Quantitativa. Vogel – Basset
- Apostila de Química Inorganica. Prof. Joáurio Batista
- Textbook of Inorganic Chemistry. Prof. Deepak Joshi



EXERCÍCIOS – Com Gabarito

01) (BASSET) Para verificar a presença de íon cobre (II) num sal duplo seguiu-se o procedimento abaixo descrito:

1- Dissolver cerca de 0,5 g da amostra em 25 ml de água

2- Colocar num tubo de ensaio, 20 gotas da solução obtida em 1

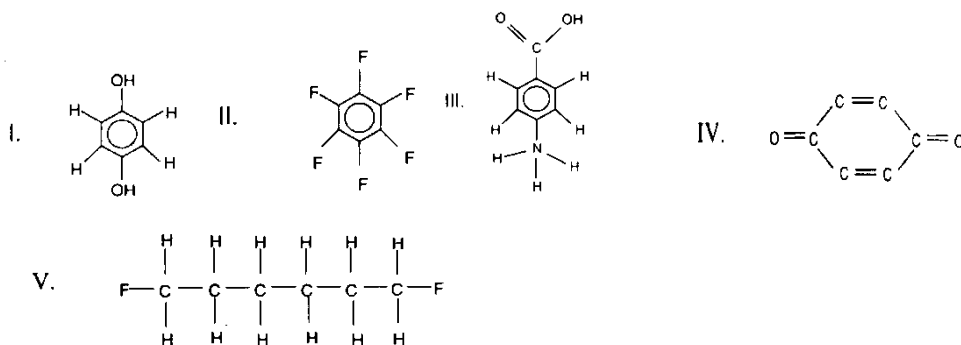
3- Adicione a solução de hidróxido de sódio, gota a gota, até verificar alguma alteração.

- Escreva a equação química da reação que ocorre entre o NaOH e o íon cobre (II).
- De que modo se manifesta a presença de íon cobre (3º passo)?
- A detecção do cobre poderia ser feita por via seca. Explique como.

02) (ITA) Suspeita-se que certo pó branco seja constituído de amido. Para dirimir essa dúvida, o teste mais indicado é o seguinte:

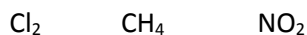
- Aquecer uma amostra do pó e observar se ele carboniza.
- Suspender uma amostra do pó em água, acrescentar algumas gotas do solução aquosa de permanganato de potássio e observar se a mistura adquire coloração verde.
- Suspender uma amostra do pó em água, acrescentar algumas gotas do reagente de Tollens e observar se a mistura adquire coloração vermelha.
- Aquecer uma amostra do pó e observar se aparece um cheiro que lembra chifre (ou lã, ou penas de aves) queimado.
- Suspender uma amostra do pó em água, acrescentar algumas gotas de solução aquosa de iodo e observar se a mistura adquire coloração azul.

03) (ITA) Qual das substâncias abaixo (I a V), nas condições ambiente e sob iluminação branca, terá uma tonalidade mais intensa na sua cor?



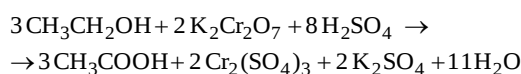
- a) I b) II c) III d) IV e) V

04) (USNCO) How many of the following gases are characterized by BOTH color AND a distinctive odor?



a) none b) one c) two d) three

05) O etilômetro (popular “bafômetro”) deverá ser muito utilizado pelos policiais para o controle do teor de álcool etílico ingerido pelos motoristas, de acordo com a Lei n.º 11.705 (chamada “Lei Seca”). Num dos tipos de “bafômetro”, a medida baseia-se na alteração da cor dos sais de cromo, decorrente da seguinte reação,



sobre a qual pode-se afirmar que:

- a) o íon dicromato se oxida e muda de cor.
- b) o álcool se reduz e forma o ácido.
- c) o número de oxidação dos sais de cromo varia de 5 unidades.
- d) o número de oxidação do cromo no reagente é +6 e no produto +3, formando solução esverdeada.
- e) o número de oxidação do cromo varia de +6 para +3, com geração de composto alaranjado.

06) Considere as seguintes soluções aquosas:

Solução	Cor
CuSO_4	Azul
KNO_3	Incolor
Na_2SO_4	Incolor
K_2CrO_4	Amarela

A partir dessa tabela, é possível concluir que os íons responsáveis pelas cores azul e amarela são:

- a) Cu^{2+} e SO_4^{2-}
- b) K^+ e CrO_4^{2-}
- c) K^+ e SO_4^{2-}
- d) Na^+ e NO_3^-
- e) Cu^{2+} e CrO_4^{2-}

07) Um professor de Química usou duas substâncias coloridas, I_2 (sólido castanho) e $Ni(NO_3)_2$ (sólido azul), e duas substâncias líquidas incolores, água e CH_2Cl_2 , para realizar um experimento que demonstrasse a seguinte regra: “semelhante dissolve semelhante”.

Em três tubos de ensaio ele adicionou as substâncias conforme a tabela.

Tubo de ensaio 1	Tubo de ensaio 2	Tubo de ensaio 3
10 ml de água + 10 ml de CH_2Cl_2	10 ml de água + 10 ml de CH_2Cl_2 + alguns cristais de I_2	10 ml de água + 10 ml de CH_2Cl_2 + alguns cristais de $Ni(NO_3)_2$

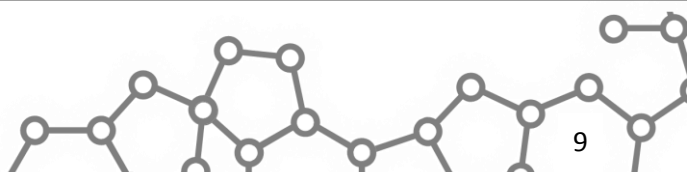
Dados: Densidades a 20 °C (g/cm^3) $H_2O = 1,00$; $CH_2Cl_2 = 1,32$

Assinale a alternativa correta.

- No tubo de ensaio 1 observou-se a formação de duas fases. A fase aquosa formando uma camada inferior e a fase orgânica formando uma camada superior.
- No tubo de ensaio 2 observou-se a formação de duas fases. Uma fase orgânica homogênea de coloração castanha na camada superior e uma fase aquosa incolor na camada inferior.
- O tubo número 2 formou uma única camada de coloração castanha.
- No tubo de ensaio 3 observou-se a formação de duas fases. Uma fase aquosa homogênea de coloração azul na camada superior e uma fase orgânica incolor na camada inferior.
- A água não dissolve substâncias orgânicas.

08) (ITA) Um aluno recebeu uma amostra de um material sólido desconhecido de coloração azul. Em um tubo de ensaio contendo 10 mL de água destilada foram adicionados aproximadamente 0,50g dessa amostra. Em outro tubo contendo 10 mL de uma solução aquosa de ácido acético foi adicionada a mesma quantidade de mesma amostra. No tubo contendo ácido acético foi observada a formação de bolhas de gás, bem como a coloração azulada da solução. A partir destas informações, qual das substâncias abaixo poderia corresponder ao material recebido pelo aluno?

- Cloreto ferroso
- Sulfato cuproso
- Carbonato férrico
- Hidróxido cuproso
- Carbonato básico de cobre



9) (ITA) Assinale a alternativa CORRETA para a substância química que dissolvida em água pura produz uma solução colorida.

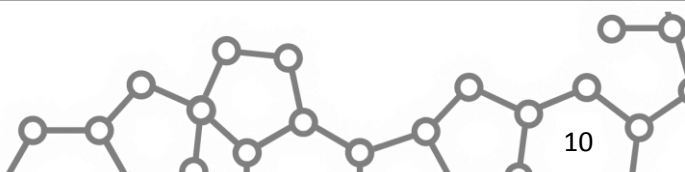
- a) CaCl_2
- b) CrCl_3
- c) NaOH
- d) KBr
- e) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

10) (ITA) Assinale a alternativa correta para o par de substâncias cujas soluções aquosas, ao serem misturadas, produz um precipitado amarelo.

- a) AlCl_3 e KOH
- b) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ e Na_2SO_4
- c) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ e NaClO_4
- d) $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ e KI
- e) AgNO_3 e NH_4OH

11) A cor da luz ABSORVIDA por uma solução aquosa de CuSO_4 é:

- a) vermelho - laranja
- b) azul - verde
- c) amarelo
- d) violeta
- e) sei lá



GABARITO

- 1) a) $\text{Cu}^{+2} + 2\text{NaOH} = 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{Na}^+$
- b) Formação de solução de cor azul.
- c) A queima de uma amostra do sal irá gerar chama de cor azulada.
- 2) E
- 3) D
- 4) C
- 5) D
- 6) E
- 7) D
- 8) E
- 9) B
- 10) D
- 11) A