

2

~~Estes contaminantes quando não se sofrem ação do radiação solar ou outro tipo de energia de outras ^{atmosfera} ou mecanismos de vapores~~

Estes contaminantes possuem características prejudiciais a saúde humana, sendo por exemplo: asfixiantes (monóxido de carbono - CO), irritantes e tóxicos (O_3 -gás), penetrando nos pulmões e reduzindo a capacidade respiratória (matéria particulada, PM_{10} , $PM_{2.5}$). Podendo ainda sofrer reações químicas que alteram o ambiente, como SO_2 ~~para~~ ^{oxidação} de ácidos alterando a qualidade da água, degradando plantas e animais, vapores clorados interferem na camada de ozônio que protege a superfície ~~da~~ ^{da} Terra de raios UV danosos.

Poluente primário causam danos ao meio ambiente e a saúde, como SO_2 . Os poluentes secundários, são formados por poluentes primários, como é o caso do O_3 (gás) poluente na troposfera, que é formado pela ~~ação~~ ^{hidrocarbonetos} de nitrogênio e parte de vapores químicos.

Como comentado, a radiação solar e o radical hidroxila são os principais contribuintes das reações químicas na atmosfera.

As reações podem ser homogêneas (mesmo meio, ex. reações gasosas) ou heterogêneas (entre meios diferentes, gás/líquido).

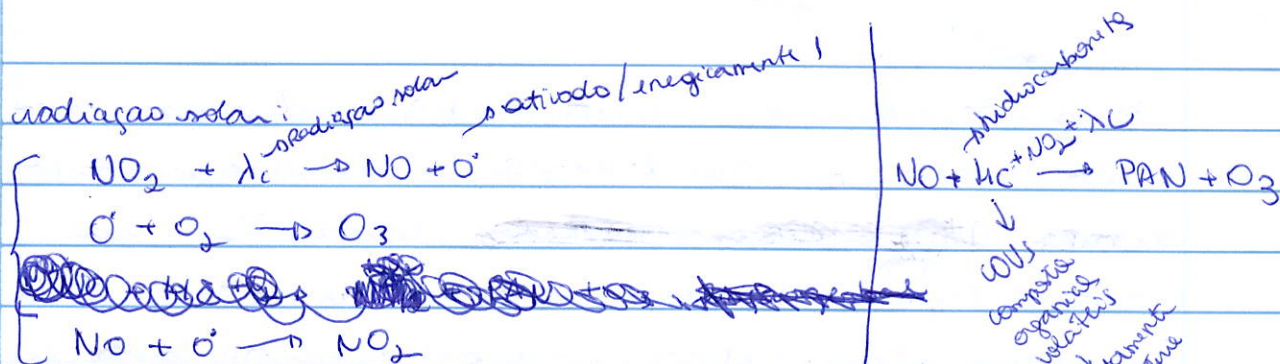
Concluído os mecanismos de formação, as reações podem ser fotoquímicas ^{ativadas pela radiação solar} ou termquímicas, ativadas pela temperatura.

As principais reações de interesse na qualidade do ar são fotoquímicas, elas são citadas a seguir:

1) Reação fotoquímica → Smog fotoquímico

O dióxido de nitrogênio e o monóxido de nitrogênio são poluentes oriundos da indústria e principalmente veículos automotores. A queima de combustíveis fósseis (contendo hidrocarbonetos/ outros contaminantes) vai gerar NO , NO_2 , CH_4 ^{voláteis} que integram na atmosfera por meio da

(3)



Este processo acaba formando uma nuvem manom ^{instantânea}, conhecida como ~~smog~~ Fotoquímico, que promove a elevação de ozônio troposférico (inibidor e perigoso para saúde) e PAN.

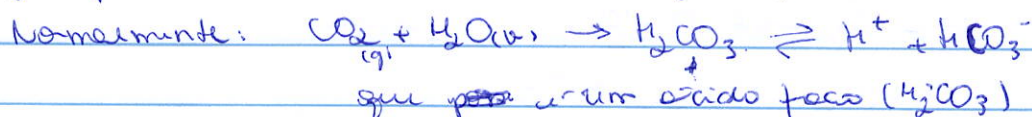
Nesta sequência de reações, tem-se que quanto mais NO_2 tiver no meu sistema (ou seja, mais facilitada será a produção de ozônio sendo que quando a concentração de gases estão em equilíbrio, ou seja, não variam mais com o tempo ~~de acordo com a~~, pois determina a concentração $[\text{O}_3] = \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}]}$

Se avaliarmos um grande metrópole a ocorrência do smog fotoquímico, com duas duas variáveis, sabemos que:

- nos períodos de pico (tráfego intenso) temos gases de NO e NO_2 ,
- nos períodos luminosos temos conversão de NO_2 em NO e $\text{O}^\bullet$, e com posterior gases de O_3 (ozônio), reduzindo conc. de NO_2 ,
- quando finaliza o dia, parte da noite, temos pico de concentração de O_3 no sistema

Neste sentido, a reação global fica mais facilitada no sentido ~~de conversão~~ dos produtos (PAN e O_3) na parte da noite (desloca o equilíbrio) ~~para~~

2) um outro tipo de reação que ocorre na atmosfera são reações ácido base (a atmosfera possui pH levemente ácido, mas ~~com~~ alguns poluentes, as reações de vaporização formam ácidos fortes.



Basicamente, o fenômeno que vimos matarmos como a química aplicada junto ao estudo da atmosfera.

As reações químicas ocorrem ^{mecanismo} ~~processo~~ de transferência das moléculas, para esta transferência ocorrer é importante que seja fornecida uma energia (chamada energia de ativação). Reações espontâneas possuem baixíssima energia de ativação e ocorrem naturalmente.

A principal fonte de energia, como vimos é a energia solar, radiação ultravioleta, que aquece as reações na atmosfera. Um outro ponto importante é dar a energia cinética no gás, devido ao movimento físico dos gases, ao receber uma quantidade de energia as moléculas se agitam, podendo mais interagir e sendo mais fáceis as reações, em reações ao estado sólido.

Para uma reação química ocorrer, ela deve obedecer a lei da ~~conservação~~ estequiometria, ou balanço de massa.

a quantidade de reagentes deve ser a mesma dos produtos, ex:



1 molécula de água ao sofrer fólise irá liberar 1 mol de ~~H⁺~~ e ~~1~~ mol de OH⁻, para conservar a quantidade de H e O que possui.

Além disso, uma reação química pode ocorrer rapidamente (ou não), sua velocidade depende da quantidade de energia transferida para o reagente, bem como a concentração deste, a temperatura, a presença de um catalisador. Na atmosfera a radiação solar é um mecanismo que fornece energia e possibilita reações químicas.

É possível ativar no ar sem radiação, ou nenhuma fonte de energia ou até que propiciem as reações naturalmente citadas, não temos problemas. Mas assim não se tem vida, pois essas condições ^{propiciam} ~~criam~~ a vida também.

A velocidade de uma reação é o produto de seus "produtos" ou dos reagentes =

Ex.: Velocidade para a reação de fólise da água ~~2H₂O + 2H₂O~~

$$v = [H^+] \cdot [OH^-] \quad \text{com ordem de reação 2}$$

6

se tem concentração suficiente energia adequada para estabelecer uma reação, ~~esse tem como o inverso dela~~ ^{como} exemplo a formação de ozônio (O_3) a partir de O_2 e $O^{\bullet}$, digo que temos um equilíbrio.



ou

$O_3 \rightleftharpoons O_2^{\bullet} + O^{\bullet}$ neste equilíbrio, as concentrações dos reagentes e do produto continuam constante ao longo do tempo.

~~Exemplo~~

Nas este equilíbrios pode ser quebrado se houver alterações na concentração de algum dos compostos.

Um exemplo é a destruição da camada de ozônio, onde a diminuição da quantidade de ozônio, alterando o equilíbrio de reações e o restabelecimento da camada de ozônio.

Como já citado no início, o radical hidroxila, formado da fotólise da água possui papel importante nas reações químicas.

espécie reativa (rôm) possui alta energia para propiciar reações.

O radical hidroxila ~~seque~~ promove a oxidação de muitos poluentes por exemplo o metano (CH_4), que é convertido em metil (CH_3)



Isso contribui para atenuar ~~alguma~~ ^{o nível de} o impacto de hidrocarbonetos na atmosfera.

Um outro grupo importante ^{dipolunt}, que interfere na atmosfera são os monóxido de carbono e o dióxido de carbono

Essas substâncias são oriundas da combustão de combustíveis fósseis, principalmente carvão.

O dióxido de carbono é um gás causador do efeito estufa, uma vez que ele absorve energia térmica, emitindo-a novamente na atmosfera, contribuindo no aumento da temperatura da superfície terrestre e influenciando diversas reações químicas.

Conhecer as características químicas dos poluentes atmosféricos, sua interação na atmosfera também é essencial para se encontrar uma forma de controle ^{ambiental} para este poluente.

Reduzir o teor de enxofre em combustíveis fósseis é uma maneira de diminuir o dióxido de enxofre, ~~causando~~ ^{induzir} o uso de combustíveis fósseis com ^{menor} ~~menor~~ emissão de compostos orgânicos voláteis.

Outras medidas físicas para mitigar emissões envolvem princípios químicos.

Sistemas lavadores de gases utilizam substâncias reagentes aos poluentes atmosféricos para evitar que estes atinjam a atmosfera.

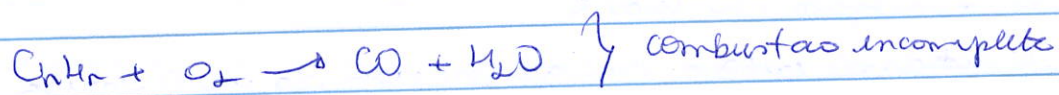
Um exemplo é o sistema FGD - fumes desulfurization presente em coqueiras, onde uma solução de hidróxido de cálcio ~~é adicionada~~ ^{é adicionada} junto ao gás contendo dióxido de enxofre (SO_2), promovendo uma ^{uma} ~~uma~~ reação química, gerando ~~uma~~ ^{uma} solução de cálcio ~~que~~ ^{que} ~~é~~ ^é ~~usada~~ ^{usada} para a produção de cimento.



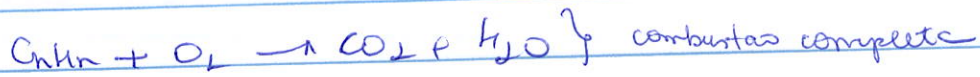
O sulfato de cálcio pode ser utilizado junto a construção civil, ou como gesso.

Com relação ao monóxido de carbono, quando em combustíveis, é possível melhorar a queima, adicionando no catalisador reagentes mais reativos, possibilitando queima completa, e o consumo total de CO, mas é influenciado pela

estequiometria de massas.



quando O_2 suficiente, como se combustão completa e evita a queima do monóxido de carbono, quando CO_2 e H_2O .



* A química também está envolvida em processos de adsorção de poluentes. Por exemplo, compostos odorantes podem ser adsorvidos em superfícies de carvão ativado por afinidade entre grupos ~~de superfície~~ ^{compostos com radicais presentes na} superfície de carvão ativado, bem como hidocarbonetos, por interações moleculares, exemplo ligação $\pi-\pi$, ou $\sigma-\pi$.

Por fim, ~~este processo também é influenciado pela química~~ - a química também influencia a dinâmica de dispersão de poluentes, bem como fenômeno ~~relacionado~~ ^{ao} meteorológico que interfere, como será discutido nas próximas aulas.