

Atividade 7 - Questionário Processos Radiativos na Atmosfera

1. Como se deu origem a atmosfera?

Bom... definir a origem da atmosfera depende de como tratamos a definição do termo "Origem" e de qual estado de "composição da atmosfera" que nos referimos à "atmosfera".

Se consideramos "atmosfera" como "atmosfera com níveis de oxigênio próximos do atual, acima de 20%", podemos então remeter uma "Origem", ou pelo menos, uma certa determinação de um período aproximado de quando "poderia ter havido" um estado de atmosfera com essas condições, então, podemos estimar uma data a cerca de 2,5 bilhões de anos atrás (<https://netnature.wordpress.com/2016/07/28/a-atmosfera-primitiva-e-a-origem-da-vida/>).

Mais especificamente, há 2,5 bilhões de anos atrás, segundo o mesmo site / artigo da NetNature, a atmosfera deveria estar composta por:

20,9% de oxigênio, 78,1% nitrogênio e 1% de outros gases como o argônio, dióxido de carbono, hélio e neônio.

Agora, se queremos estimar uma "Origem mais primitiva da atmosfera", iremos enfrentar as diferentes teses e hipóteses sobre o surgimento da vida na Terra e os diversificados experimentos biológicos já feitos sobre o tema.

Podemos elencar por exemplo: o *experimento de Miller-Urey* sobre a formação dos primeiros blocos moleculares orgânicos e de consenso científico foi que a Terra primitiva tinha uma atmosfera redutora com compostos relativamente ricos em hidrogênio e pobres em oxigênio [por exemplo, metano (CH₄) e amônia (NH₃) em oposição ao dióxido de carbono (CO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂)].

(Parágrafo retirado de: <https://netnature.wordpress.com/2016/07/28/a-atmosfera-primitiva-e-a-origem-da-vida/>).

Todavia, Ainda discute-se se a atmosfera primitiva era de fato redutora como as diversas evidências têm apontado, ou se era fracamente redutora, neutra (Cleaves et al, 2008), e alguns ainda defendem que era oxidativa...

Como podemos verificar por alguns trechos citados acima, a datação de uma "origem para atmosfera" é uma questão complexa e que ainda é tema de publicações atuais na área.

Atividade 7 - Questionário Processos Radiativos na Atmosfera

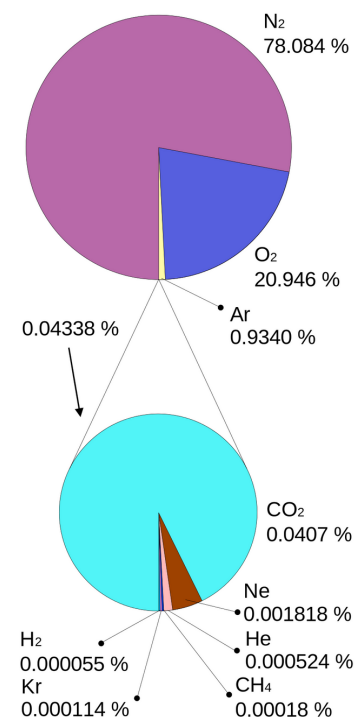
2. Quais são os principais componentes da atmosfera?

Conforme a wikipédia, os principais componentes da atmosfera são:

1. **Nitrogênio** (N₂) com **78,084 %** ;
2. **Oxigênio** (O₂) com **20,946 %**
3. **Argônio** (Ar) com **0,934 %**
4. ... entre **outros** que contabilizam **0.04338 %**

(Os dados completos é possível visualizar na tabela abaixo).

Gás	Volume
Nitrogênio (N ₂)	780 840 ppmv (78,084%)
Oxigênio (O ₂)	209 460 ppmv (20,946%)
Argônio (Ar)	9 340 ppmv (0,9340%)
Dióxido de carbono (CO ₂)	390 ppmv (0,0390%) ^[3]
Neônio (Ne)	18,18 ppmv (0,001818%)
Hélio (He)	5,24 ppmv (0,000524%)
Metano (CH ₄)	1,79 ppmv (0,000179%) ^[4]
Criptônio (Kr)	1,14 ppmv (0,000114%)
Hidrogênio (H ₂)	0,55 ppmv (0,000055%)
Óxido nitroso (N ₂ O)	0,3 ppmv (0,00003%)
Monóxido de carbono (CO)	0,1 ppmv (0,00001%)
Xenônio (Xe)	0,09 ppmv (9x10 ⁻⁶ %)
Ozônio (O ₃)	0,0 a 0,07 ppmv (0% a 7x10 ⁻⁶ %)
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	0,02 ppmv (2x10 ⁻⁶ %)
Iodo (I)	0,01 ppmv (10 ⁻⁶ %)
Amônio (NH ₃)	traços
Gases não incluídos na alta atmosfera (amostra isenta de água):	
Vapor de água (H ₂ O)	~0,40% em toda a atmosfera, normalmente entre 1%-4% na superfície



Atividade 7 - Questionário Processos Radiativos na Atmosfera

3. Qual o papel da água na atmosfera?

A água contida na atmosfera encontra-se, em geral, na forma de vapor e tem como "papel" regular a ação do Sol sobre a superfície terrestre. Seguido pelo dióxido de carbono, o vapor d'água é o principal gás absorvedor de radiação na atmosfera, abrangendo uma faixa de absorção entre: 1 μm e 30 μm . Esses gases atmosféricos, que absorvem a radiação nesse intervalo de comprimento de onda, são conhecidos como gases do efeito estufa e sua principal característica é servir de isolante térmico evitando assim que ocorra a perda de energia térmica da Terra em forma de calor.

O aumento na quantidade de vapor d'água e do dióxido de carbono na atmosfera retém uma parte da radiação emitida pela Terra. Como consequência, a atmosfera e a superfície terrestre física física da atmosfera 40 aquecem-se, processo que é conhecido como "efeito de estufa", e que permite que a superfície da Terra tenha temperaturas amenas. Dessa forma, o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera pode causar o aumento do efeito estufa, ou seja, o aumento da temperatura da troposfera. (PDF: Física da Atmosfera, pg. 39)

4. Defina os papéis do bom e do mau ozônios

Resumidamente, o "*bom ozônio*" está relacionado popularmente ao gases absorventes na camada de ozônio que são "naturais" e conservam o mecanismo natural de regulação do efeito estufa".

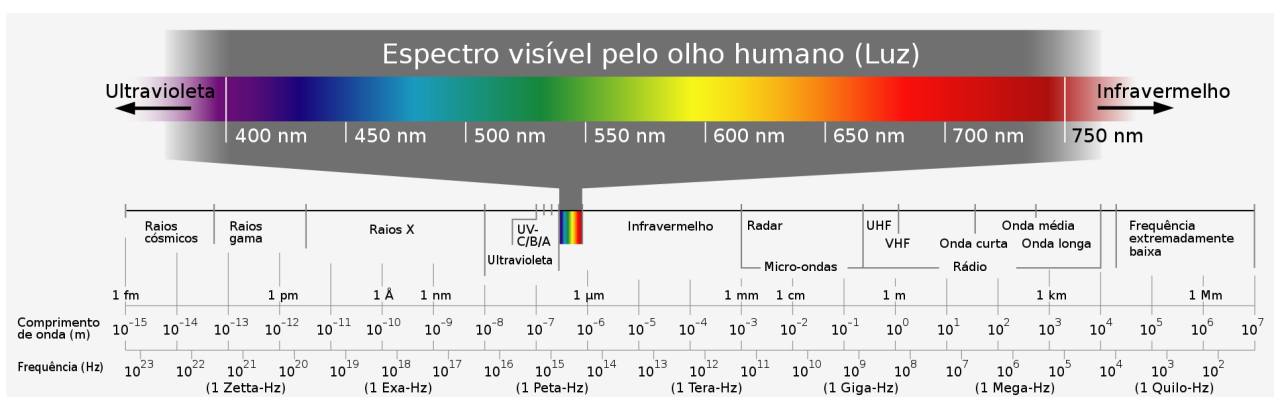
Enquanto o contrário, o "*mau ozônio*" seria relacionado a outros constituintes moleculares, gases e substâncias em geral que também são capazes de interagir com a atmosfera na faixa de ozônio e consequentemente, também interagir com o mecanismo de regulação do efeito estufa --- só que no caso, seria uma interação com possibilidades de alterar de forma "ruim" o equilíbrio dos processos que ocorrem na atmosfera, principalmente, na camada de ozônio (um bom exemplo disso são os gases Clorofluorcarbonetos ("CFC's"), que são compostos por átomos de cloro e flúor ligados a cadeias carbônicas, em geral, pequenas, como ao metano e ao etano).

Atividade 7 - Questionário Processos Radiativos na Atmosfera

5. Defina o espectro visível.

O espectro visível pode ser definido como um subconjunto do espectro eletromagnético -- onde todas as frequências possíveis de feixes de fótons desse subconjunto, são capazes de interagir com o olho humano e, após um processo complexo, ser "visualizado" pelo sujeito. Identifica-se o correspondente subconjunto como a faixa de radiação de luz visível.

A faixa visível do espectro eletromagnético é delimitada junto à mais baixa frequência oticamente estimulante - percebida como vermelha - pela sugestivamente nomeada faixa de radiação infravermelha, e pelo lado da mais alta frequência perceptível - entendida como violeta - pela nomeada de forma igualmente sugestiva faixa de radiação ultravioleta.



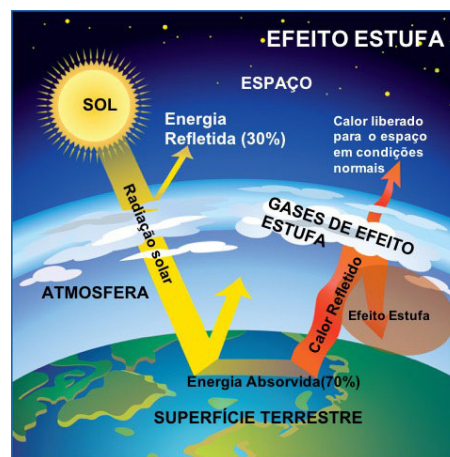
Espectro Visível convencional

Característica	Extremo vermelho	Extremo violeta
Frequência	400 THz	750 THz
Comprimento de onda:	750 nm	400 nm

Atividade 7 - Questionário Processos Radiativos na Atmosfera

6. Explique o efeito estufa.

O efeito estufa é, resumidamente, o processo em que os gases absorventes (vapor d'água e CO₂) retêm na atmosfera a Energia Térmica proveniente da Terra em forma Calor. Mais especificamente, a medida que a radiação refletida na Terra é absorvida pelos gases absorventes, toda a atmosfera se aquece, conservando assim, a Temperatura Global do Planeta. Se a absorção de radiação for muito intensa em certo local, a Temperatura nessa localização acaba sendo maior; caso contrário, a Temperatura é menor. Situação semelhante também ocorre em escalas maiores.



7. Defina absorção, reflexão, bem como os coeficientes correspondentes, a absorvidade e reflexividade.

Absorção: é a capacidade de um material ou objeto de reter (absorver) uma certa incidência de radiação e com isso, aumentar a energia interna do sistema, provocando aquecimento.

Reflexão: é a capacidade de um material ou objeto de expelir (refletir) uma certa incidência de radiação e com isso, conservar a energia interna do sistema.

Absorvidade: é o grau, o coeficiente percentual de quanta radiação é absorvida pelo objeto em relação a toda radiação que é incidida sobre o mesmo.

Reflexividade: é o grau, o coeficiente percentual de quanta radiação é refletida pelo objeto em relação a toda radiação que é incidida sobre o mesmo.

Atividade 7 - Questionário Processos Radiativos na Atmosfera

8. Conceitue espalhamento e os tipos existentes.

Espalhamento pode ser definido como o processo na qual a radiação incidente em uma certa região é "espalhada" pelos componentes do meio. Ou seja, a radiação percorre uma direção específica e retilínea no espaço até que ocorra uma interação com algum objeto que gere alterações na direção original desta. Assim, o "espalhamento" seria a consequência de uma cadeia de "alterações e bifurcações do meio sobre a direção original de incidência da radiação".

Existem alguns padrões de espalhamento classificados na literatura, como o clássico Espalhamento por Partícula descrito e teorizado por Rayleigh --- onde a irradiância monocromática espalhada é inversamente proporcional à 4ª potência do comprimento de onda:

$$\left(E_{\lambda}(\text{espalhada}) \approx \frac{1}{\lambda^4} \right)$$

Todavia, o processo de descrição de espalhamento é algo bem complexo e em algumas situações pode gerar rotas e mapas de espalhamentos caóticos ou até mesmo "aleatórios". Portanto, existe toda uma gama de Métodos Estatísticos e Algoritmos de análise de probabilidades para tentar descrever a forma de espalhamento que ocorre em algumas situações. Usualmente, é plausível de se classificar Espalhamento em: Simples e Múltiplo. Ambos podem ser melhor explanados pela Teoria de Espalhamento (ou Teoria da Dispersão).

9. Por que o céu é azul num dia sem nuvens?

Uma possível "explicação" para esta questão está atrelada a descrição do mecanismo de espalhamento da radiação incidente pela atmosfera terrestre. Mais especificamente, o espalhamento da radiação pelas moléculas presentes na atmosfera como N₂ ou O₂, geram feixes de fótons em um comprimento de onda na ordem de 10⁻⁹ nm, que por sua vez é associada a Cor Azul do Espectro de Luz visível.

Podemos explicar um pouco mais e utilizarmos um modelo de Espalhamento por Partícula (Espalhamento Rayleigh), o comprimento de onda da radiação incidente, é dependente do comprimento de onda da radiação incidente, de forma que a irradiância monocromática espalhada é inversamente proporcional à 4ª potência do comprimento de onda.

$$\left(E_{\lambda}(\text{espalhada}) \approx \frac{1}{\lambda^4} \right)$$

Atividade 7 - Questionário Processos Radiativos na Atmosfera

10. Por que as nuvens refletem o vermelho no crepúsculo?

Por um processo muito semelhante ao mecanismo que "torna o céu azul", o processo que "torna o céu vermelho-alaranjado" está associado a forma que a luz incidente interage com a atmosfera. No caso do Nascer e Pôr do Sol, a luz incide sob a atmosfera em uma angulação muito pequena com o horizonte; Consequentemente, a luz acaba percorrendo um caminho bem maior pela atmosfera quando comparada com a luz durante a maior parte do dia (acima das nossas cabeças). E com isso, a radiação que chega em nossos olhos está na faixa de comprimento de onda entre 600×10^{-9} nm a 750×10^{-9} nm ---- o que corresponde a cores entre Amarelo, Laranja e Vermelho. Outro tipo de interação entre o meio e a luz incidente que causa "vermelhidão no céu" é a dispersão da radiação por moléculas grandes poeira ou fumaça, provocado por incêndios, além de tempestade de poeira e fumaças vulcânicas.

11. Qual a razão da predominância do branco num no nevoeiro e em outras nuvens?

Por um processo de interação da luz com a atmosfera semelhante as do "céu azul" e "céu avermelhado", o "branco" em um nevoeira ou em nuvem está atrelado a dispersão da radiação incidente pelo constituinte do "Meio" contido em um nevoeiro ou em uma nuvem. No caso, mais especificamente, o vapor d'água tanto no nevoeira quanto em uma nuvem conseguem refletir e espalhar toda luz incidente e com isso, a cor resultante desse processo é o "conjunto de todas luzes do espectro visível" e portanto uma luz branca.

Atividade 7 - Questionário Processos Radiativos na Atmosfera

12. Calcular o fluxo de energia total emitida pelo seu próprio corpo (ou seja, pela área do seu corpo) em J/s.

Se a Área do Corpo Humano pode ser obtida pela seguinte fórmula:

$$A = \sqrt{\frac{\text{massa} \cdot \text{altura}}{3600}}$$

Então, para uma massa e altura respectivas de:

$$m = 68 \text{ Kg} ; \text{ altura} = 1,75 \text{ m} = 175 \text{ cm};$$

$$A = 1,82 \text{ m}^2$$

Usando a Lei de Stefan (considerando **T = 27 °C**):

$$P = \sigma \cdot T^4 \cdot A,$$

Onde $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ é a constante de Stefan.

obtemos que a Radiação emitida pelo corpo em questão é de:

$$P = \sigma \cdot T^4 \cdot A = (5,67 \times 10^{-8}) \cdot (300,15)^4 \cdot (1,82) \approx \mathbf{8,375 \times 10^2 \text{ W}}$$

Atividade 7 - Questionário Processos Radiativos na Atmosfera

13. A Usina Hidrelétrica de Itaipu é, atualmente, a segunda maior usina hidrelétrica do mundo em geração de energia, localizada na fronteira entre o Brasil e Paraguai no Rio Paraná. A usina tem 20 unidades geradoras fornecendo 14000MW cada. Sendo a energia solar que chega no topo da atmosfera, numa superfície perpendicular aos raios solares, por unidade de área por unidade de tempo igual a 1368 W/m^2 , que área no topo da atmosfera recebe a mesma quantidade de energia solar que a usina de Itaipu gera em cada unidade?

Unidades Geradoras (UG) = 20 ; Potencia UG = $14 \times 10^3 \text{ MW}$;

Potencia Total UG = $20 * 14 \times 10^3 \text{ MW} = 28 \times 10^3 \text{ MW}$

Pot Solar = 1368 W/m^2 ;

Então, por uma regra simples proporcional:

Area = (Pot. Tot. UG) / (Pot. Solar)

= ($28 \times 10^3 \text{ MW}$) / (1368 W/m^2)

$A \approx 2,05 \times 10^7 \text{ m}^2$