

**Questão 01 - (UEM PR/2017)**

A respeito da poluição atmosférica e de seus agentes nos ambientes urbanos e rurais, assinale o que for **correto**.

- 01. Em áreas urbanas, o fenômeno da inversão térmica ocorre em determinados períodos do ano devido à ausência da circulação vertical do ar, o que promove a diminuição dos poluentes.
- 02. No Brasil, o aumento do uso do gás natural, em diversos tipos de veículos, tem colaborado para a diminuição de poluentes atmosféricos em centros urbanos.
- 04. Os efeitos da precipitação ácida já foram identificados em lugares distantes do local de origem das fontes poluidoras.
- 08. As ilhas de calor, presentes em áreas urbanas, ocorrem devido à presença do gás metano eliminado pelos combustíveis de origem orgânica.
- 16. O ozônio, formado na baixa atmosfera, prejudica a saúde humana e interfere no desenvolvimento da vegetação.

**Questão 02 - (UDESC SC/2017)**

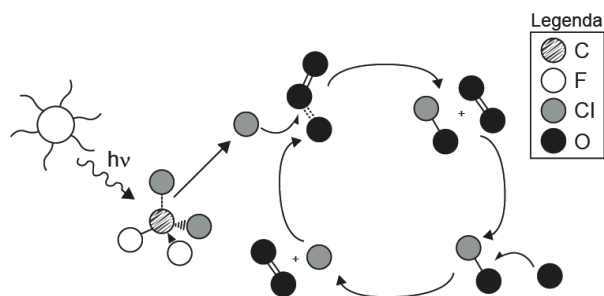
A preocupação com as questões ambientais tem aumentado significativamente nas últimas décadas. A degradação da camada de ozônio, por exemplo, foi foco de discussões atuais, uma vez que tal camada tem importante função de proteger o planeta Terra, absorvendo grande parte da radiação UV (ultravioleta) dos raios solares.

Sobre a informação, assinale a alternativa **incorreta**.

- a) O ozônio ( $O_3$ ) é um alótropo do gás oxigênio ( $O_2$ ).
- b) A camada de ozônio pode sofrer decomposição em função dos óxidos de nitrogênio emitidos por automóveis.
- c) Os átomos de cloro, provenientes dos CFCs (clorofluorcarbonos), atuam como catalisadores na reação em que o  $O_3$  (g) é convertido em  $O_2$  (g).
- d) A molécula de ozônio possui apenas ligações covalentes simples.
- e) O ozônio ( $O_3$ ) é um gás e pode ser classificado como uma substância simples.

**Questão 03 - (ENEM/2014)**

A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio ( $O_3$ ) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificada na figura.



Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da

- clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radicalares.
- produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
- oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
- reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
- reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro.

#### Questão 04 - (UNICAMP SP/2013)

Em junho de 2012 ocorreu na cidade do Rio de Janeiro a Conferência Rio+20. Os principais focos de discussão dessa conferência diziam respeito à sustentabilidade do planeta e à poluição da água e do ar. Em relação a esse último aspecto, sabemos que alguns gases são importantes para a vida no planeta. A preocupação com esses gases é justificada, pois, de um modo geral, pode-se afirmar que

- o  $\text{CH}_4$  e o  $\text{CO}_2$  estão relacionados à radiação ultravioleta, o  $\text{O}_3$ , à chuva ácida e os  $\text{NO}_x$ , ao efeito estufa.
- o  $\text{CH}_4$  está relacionado à radiação ultravioleta, o  $\text{O}_3$  e o  $\text{CO}_2$ , ao efeito estufa e os  $\text{NO}_x$ , à chuva ácida.
- os  $\text{NO}_x$  estão relacionados ao efeito estufa, o  $\text{CH}_4$  e o  $\text{CO}_2$ , à radiação ultravioleta e o  $\text{O}_3$ , à chuva ácida.
- o  $\text{O}_3$  está relacionado à radiação ultravioleta, o  $\text{CH}_4$  e o  $\text{CO}_2$ , ao efeito estufa e os  $\text{NO}_x$ , à chuva ácida.

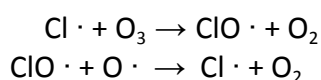
#### Questão 05 - (UEM PR/2013)

Sobre as causas e as consequências da poluição atmosférica, assinale o que for **correto**.

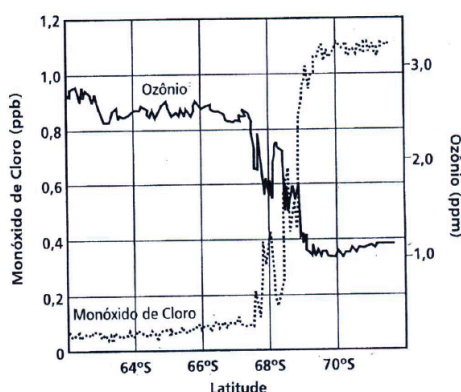
- A elevação dos níveis de poluentes na atmosfera traz uma série de desconfortos às pessoas, como irritação nos olhos e na garganta.
- Devido às principais fontes de emissão do gás metano estarem relacionadas com a pecuária de bovinos e de ovinos e com a agricultura na várzea, elas também são responsáveis pela poluição atmosférica mundial.

04. O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) é um poluente atmosférico, sendo um gás tóxico proveniente da queima industrial de combustíveis como o carvão mineral e o óleo diesel.
08. As erupções vulcânicas lançam imensas quantidades de partículas sólidas na atmosfera e não chegam a interferir na formação de poluentes atmosféricos.
16. O gás ozônio (O<sub>3</sub>) presente nas altas camadas atmosféricas é benéfico à vida, mas, quando se forma próximo à superfície terrestre, é um poluente.

**Questão 06 - (UFG GO/2012)** Os cloro-flúor-carbonos (CFCs), ao atingirem altitudes entre 15 e 30 km (estratosfera), são decompostos em reações de fotólise, liberando átomos de cloro livre (Cl·) que participam de ciclos de reações catalíticas que destroem o ozônio, conforme as equações químicas apresentadas.



Em 16 de setembro de 1987, dados coletados na Antártida a respeito da camada de ozônio originaram o gráfico a seguir.



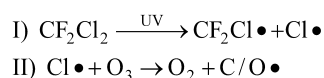
MEADOWS, D. et al. *Os limites do crescimento: a atualização de 30 anos*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

Considerando-se as informações apresentadas,

- explique o gráfico relacionando os dados, nele apresentados, com as equações químicas de decomposição do ozônio;
- explique por que, com base nesses dados, foi proposto na Conferência de Montreal, em 1987, o congelamento da produção mundial de CFCs.

**Questão 07 - (ENEM/2012)**

O rótulo de um desodorante aerossol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição “Não contém CFC”. As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (clorofluorcarbono ou Freon) nesse desodorante:



A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio ( $\text{O}_3$ ) baseia-se na sua principal função: proteger a matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida.

A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerossol é

- substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
- reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), que não atacam o ozônio.
- impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), que reage com o oxigênio do ar ( $\text{O}_2$ ), formando água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).
- destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono (C), que reage com o oxigênio do ar ( $\text{O}_2$ ), formando dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que é inofensivo para a camada de ozônio.

**Questão 08 - (UFRN/2011)** Segundo as teorias atuais da evolução, a vida não poderia ter se desenvolvido no planeta Terra sem a proteção fornecida pela camada de ozônio. Este se forma naturalmente a partir do oxigênio molecular. Tal transformação ocorre na estratosfera. A presença de fótons (com energia suficiente) provoca uma ruptura homolítica nas moléculas de oxigênio. Os átomos de oxigênio colidem com moléculas de oxigênio para formar ozônio. Uma quantidade de ozônio formado pode reagir com átomos de oxigênio e formar oxigênio molecular. Assim, o ozônio é formado e transformado continuamente de forma natural, num processo que atinge um equilíbrio dinâmico, o qual possibilita a existência de ozônio na estratosfera.

Os processos químicos descritos no texto são corretamente representados em:

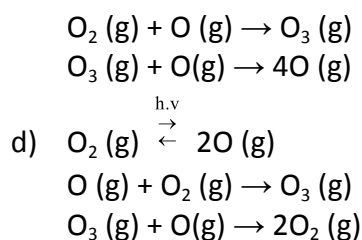
- $$2\text{O}(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{h.v.}} \text{O}_2(\text{g})$$

$$\text{O}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{g})$$

$$\text{O}_3(\text{g}) + \text{O}(\text{g}) \rightarrow 4\text{O}(\text{g})$$
- $$2\text{O}(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{h.v.}} \text{O}_2(\text{g})$$

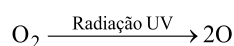
$$\text{O}_2(\text{g}) + \text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{O}_3(\text{g})$$

$$\text{O}_3(\text{g}) + \text{O}(\text{g}) \rightarrow 4\text{O}(\text{g})$$
- $$\text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{h.v.}} 2\text{O}(\text{g})$$

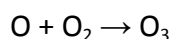


**TEXTO: 1 - Comum à questão: 9** O primeiro cientista a explicar a química da formação do ozônio na atmosfera superior foi Sydney Chapman ao propor o chamado “ciclo de Chapman” que pode ser assim simplificado:

1. Um fóton de UV atinge uma molécula de oxigênio provocando dissociação nos seus átomos.

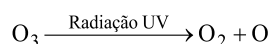


2. Um dos átomos de oxigênio colide com outra molécula de oxigênio dando origem a uma molécula de ozônio.

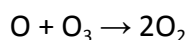


3. Podem ocorrer uma das seguintes possibilidades:

- a) um fóton de UV atingir uma molécula de ozônio, e o resultado é a sua dissociação em uma molécula de oxigênio e um átomo de oxigênio.

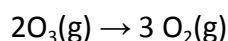


- b) um átomo de oxigênio colide com uma molécula de ozônio resultando em duas moléculas de oxigênio (essa possibilidade é menos comum).



A presença de ozônio na estratosfera é fundamental para filtrar a radiação ultravioleta que chega ao planeta Terra; entretanto, na troposfera (a parte mais baixa da atmosfera), a presença de ozônio é indesejável em concentrações superiores a 1 ppm por provocar nos indivíduos fortes dores de cabeça e dificuldades respiratórias.

Visando estudar a relação entre as velocidades de decomposição do ozônio e a formação do oxigênio, realizou-se em laboratório um experimento para medir a velocidade de decomposição do ozônio (conforme a equação abaixo), de onde foi encontrado o valor  $2,50 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ .



**Questão 09 - (PUC RJ/2011)** Sobre as substâncias oxigênio e ozônio, é **correto** afirmar que:

- a) no oxigênio, os átomos se unem por ligação covalente e, no ozônio, os átomos se unem por ligação iônica.
- b)  $O_2$  e  $O_3$  são variedades isotópicas do elemento oxigênio.
- c) conversão de oxigênio em ozônio é um processo de reação nuclear provocado pelos raios ultravioleta (UV).
- d) a razão entre o número de prótons da molécula de oxigênio e o número de prótons da molécula de ozônio é 2/3.
- e) de acordo com o ciclo de Chapman, uma molécula de ozônio dá origem a três moléculas de oxigênio e um átomo de oxigênio.

**Questão 10 - (UEM PR/2011)**

O número de carros e motos circulantes em Maringá tem aumentado muito nos últimos anos, causando um aumento na emissão de resíduos da queima de combustíveis. É **correto** afirmar que essa situação poderá levar a

- 01. prejuízos na respiração das pessoas e animais, pois o CO liberado pelos veículos se liga à hemoglobina do sangue, no lugar do oxigênio.
- 02. um aumento no número de doenças cancerígenas.
- 04. formação de chuva ácida, pela liberação de óxidos de nitrogênio que se combinam com o vapor de água formando o ácido nítrico ( $HNO_3$ ).
- 08. produção do gás ozônio ( $O_3$ ) perto da superfície terrestre, pela reação de hidrocarbonetos (HC) e dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ) com o oxigênio ( $O_2$ ), na ausência de luz.
- 16. formação de gás ozônio ( $O_3$ ) em baixas altitudes, determinando o aumento da taxa respiratória das plantas, levando a um consequente aumento de sua produtividade.

**Questão 11 - (Mackenzie SP/2010)**

Seathl, chefe indígena americano, em seu famoso discurso, discorre a respeito dos sentimentos e dos cuidados que o homem branco deveria ter para com a Terra, à semelhança com os índios, ao se assenhorear das novas regiões. E ao final, diz: “Nunca esqueças como era a terra quando dela tomas-te posse. Conserva-a para os teus filhos e ama-a como Deus nos ama a todos. Uma coisa sabemos: o nosso Deus é o mesmo Deus. Nem mesmo o homem branco pode evitar nosso destino comum”.

O discurso adaptado, publicado na revista Norsk Natur, Oslo em 1974, nunca esteve tão atual. O homem, procurando tornar sua vida mais “confortável”, vem destruindo e contaminando tudo ao seu redor, sem se preocupar com os efeitos desastrosos posteriores.

Esses efeitos podem ser causados por

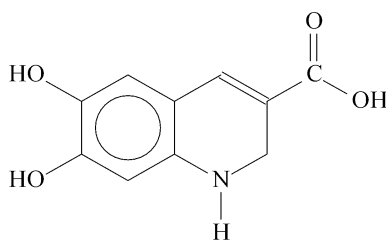
- I. liberação desenfreada de gases estufa.
- II. destruição da camada de ozônio.
- III. uso descontrolado de agrotóxicos e inseticidas.
- IV. desmatamento e queimadas.

É correto afirmar que contribuem para o agravamento dos problemas as causas citadas em

- a) I, II e III, apenas.
- b) II e III, apenas.
- c) I e IV, apenas.
- d) I, II, III e IV.
- e) II e IV, apenas.

**Questão 12 - (UEG GO/2009)**

A melanina, apresentada na figura abaixo, é a substância que protege a pele humana da radiação ultravioleta (UV). A eficiência dessa molécula na proteção da pele ocorre por ela



**Melanina**

- a) ser um aminoácido.
- b) fazer ligações de hidrogênio.
- c) atuar como o meio de propagação da radiação UV.
- d) sofrer excitação eletrônica ao absorver a radiação UV, e, no retorno ao estado fundamental, converter essa energia em outras formas menos agressivas à pele.

**Questão 13 - (UEM PR/2009)**

Sobre a atmosfera, sua estrutura e composição e os efeitos da ação humana, assinale o que for **correto**.

- 01. Cerca de 78% da atmosfera é constituída por gás hidrogênio e gás oxigênio. O restante é composto por outros gases (entre eles o carbônico, o nitrogênio e o hélio), além de partículas de poeira, cinza e vapor d'água.
- 02. A troposfera é a camada que envolve a superfície terrestre, está diretamente integrada ao habitat humano e contém cerca de 80% dos gases que compõem a atmosfera.
- 04. Na ionosfera, ocorre a reflexão dos raios ultravioleta emitidos pelo sol. Esse fenômeno é vital para a manutenção do calor na superfície do planeta. Sem ele, ocorreria o resfriamento e perder-se-iam as condições para o desenvolvimento da vida.

08. Os CFCs, compostos formados pelos elementos cloro, flúor e carbono, utilizados durante anos em geladeiras, condicionadores de ar, isolantes térmicos e “sprays”, dão origem, na estratosfera, a átomos de cloro livres que são os responsáveis pela reação que leva ao aumento nos buracos na camada de ozônio.
16.  $\text{CO}_2$  é um gás incolor, no entanto, quando esse é expelido de um extintor de incêndio, forma-se uma nuvem branca resultante do resfriamento e da condensação de vapor de água.

**Questão 14 - (UEM PR/2007)**

Sobre os gases CFC e outros gases que podem destruir a camada de ozônio, assinale a alternativa **correta**.

- a) Os gases CFC são instáveis e degradam-se com liberação de  $\text{O}_3$ , que atua como filtro da radiação UV-B.
- b) O cloro proveniente dos gases CFC ataca e destrói a molécula de ozônio, que é o agente protetor contra as radiações UV.
- c) Os gases hálons usados nos sistemas de refrigeração, propulsão e combate a incêndio podem escapar para a troposfera, destruindo o carbono da camada de ozônio.
- d) O bromoclorotrifluormetano é um exemplo de gás hálon que contribui para a destruição da camada de ozônio.
- e) O buraco da camada de ozônio acentua-se no inverno, quando o cloro preso nas nuvens de gelo sobre o pólo Sul se desprende.

**Questão 15 - (FATEC SP/2006)**

00. O efeito estufa é produzido por certos gases que atuam como paredes de vidro de uma estufa, retendo o calor e provocando o aquecimento da superfície terrestre.
01. A diminuição da eficiência dos faróis do automóvel na neblina está intimamente relacionada com o efeito Tyndall.
02. São considerados gases responsáveis pelo efeito estufa:  $\text{CO}_2$ , CFC's (clorofluorcarbonetos),  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{v})}$ .
03. Chuva ácida forma-se quando óxidos de enxofre e nitrogênio combinam-se com vapor d'água da atmosfera, gerando os ácidos sulfúrico e nítrico, que podem ser conduzidos pelas correntes de ar a grandes distâncias, antes de se depositarem em forma de chuva.
04. O ozônio é um gás atmosférico azul que, quando presente na troposfera, constitui um sério poluente.

**Questão 16 - (UFES/2005)**

O ozônio,  $\text{O}_3$ , está normalmente presente na estratosfera e oferece proteção contra a radiação ultravioleta do sol, prejudicial aos organismos vivos. O desaparecimento de ozônio na estratosfera é consequência, assim se admite, da decomposição do  $\text{O}_3$  catalisada por átomos de cloro. Os átomos de cloro presentes na estratosfera provêm principalmente

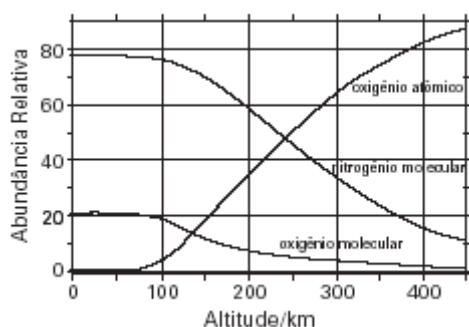
- a) da decomposição dos clorofluorcarbonos usados em sistemas de refrigeração, propelentes de aerossóis domésticos, etc.



- b) das indústrias que fazem a eletrólise do  $\text{NaCl(aq)}$  para a produção de gás  $\text{Cl}_2$ .
- c) da evaporação da água do mar, que arrasta grande quantidade de íons cloreto.
- d) do processo de branqueamento de polpa de celulose, que usa componentes clorados.
- e) dos alvejantes domésticos que têm grande quantidade de cloro ativo.

**Questão 17 - (UNICAMP SP/2004)**

A Terra é um sistema em equilíbrio altamente complexo, possuindo muitos mecanismos auto-regulados de proteção. Esse sistema admirável se formou ao longo de um extenso processo evolutivo de 4550 milhões de anos. A atmosfera terrestre é parte integrante desse intrincado sistema. A sua existência, dentro de estreitos limites de composição, é essencial para a preservação da vida. No gráfico ao lado, pode-se ver a abundância relativa de alguns de seus constituintes em função da altitude. Um outro constituinte, embora minoritário, que não se encontra na figura é o ozônio, que age como filtro protetor da vida na alta atmosfera. Na baixa atmosfera, a sua presença é danosa à vida, mesmo em concentrações relativamente baixas.



- a) Considerando que o ozônio seja formado a partir da combinação de oxigênio molecular com oxigênio atômico, e que este seja formado a partir da decomposição do oxigênio molecular, escreva uma seqüência de equações químicas que mostre a formação do ozônio.
- b) Tomando como base apenas o gráfico e as reações químicas citadas no item a, estime em que altitude a formação de ozônio é mais favorecida do ponto de vista estequiométrico. Justifique.

**Questão 18 - (ENEM/2002)**

Os níveis de irradiância ultravioleta efetiva (IUV) indicam o risco de exposição ao Sol para pessoas de pele do tipo II. pele de pigmentação clara. O tempo de exposição segura (TES) corresponde ao tempo de exposição aos raios solares sem que ocorram queimaduras de pele. A tabela mostra a correlação entre riscos de exposição, IUV e TES.

| Riscos de exposição | IUV        | TES (em minutos) |
|---------------------|------------|------------------|
| Baixo               | 0 a 2      | Máximo 60        |
| Médio               | 3 a 5      | 30 a 60          |
| Alto                | 6 a 8      | 20 a 30          |
| Extremo             | Acima de 8 | Máximo 20        |

Uma das maneiras de se proteger contra queimaduras provocadas pela radiação ultravioleta é o uso dos cremes protetores solares, cujo Fator de Proteção Solar (FPS) é calculado da seguinte maneira:

$$\text{FPS} = \frac{\text{TPP}}{\text{TPD}}$$

TPP = tempo de exposição mínima para produção de vermelhidão na pele protegida (em minutos).

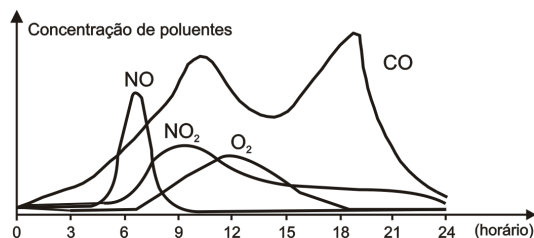
TPD = tempo de exposição mínima para produção de vermelhidão na pele desprotegida (em minutos).

O FPS mínimo que uma pessoa de pele tipo II necessita para evitar queimaduras ao se expor ao Sol, considerando TPP o intervalo das 12:00 às 14:00 h, num dia em que a irradiância efetiva é maior que 8, de acordo com os dados fornecidos, é

- a) 5.
- b) 6.
- c) 8.
- d) 10.
- e) 20.

**Questão 19 - (ENEM/2000)**

O gráfico abaixo refere-se às variações das concentrações de poluentes na atmosfera, no decorrer de um dia útil, em um grande centro urbano.



(Adaptado de NOVAIS, Vera.  
*Ozônio: aliado ou inimigo*.  
São Paulo: Scipione, 1998)

As seguintes explicações foram dadas para essas variações:

- I. A concentração de NO diminui, e a de NO<sub>2</sub> aumenta em razão da conversão de NO em NO<sub>2</sub>.
- II. A concentração de monóxido de carbono no ar está ligada à maior ou à menor intensidade de tráfego.
- III. Os veículos emitem óxidos de nitrogênio apenas nos horários de pico de tráfego do período da manhã.
- IV. Nos horários de maior insolação, parte do ozônio da estratosfera difunde-se para camadas mais baixas da atmosfera.

Dessas explicações, são plausíveis somente:

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

**GABARITO:**

**1) Gab: 22**

**2) Gab: D**

**3) Gab: B**

**4) Gab: D**

**5) Gab: 23**

**6) Gab:**

- a) As equações mostram que o cloro produzido por decomposição fotolítica decompõe o ozônio, formando óxido de cloro e  $O_2$ . O óxido de cloro produzido regenera o cloro que reinicia o ciclo de destruição do ozônio. A figura mostra que quanto maior for a concentração de monóxido de cloro, menor será a concentração de ozônio, justamente porque o monóxido de cloro é produto da reação de decomposição do ozônio.
- b) Os CFCs são responsáveis pela formação do cloro que destrói o ozônio. Desse modo, ao se proibir a sua produção, estaria se evitando a destruição da camada de ozônio.

**7) Gab: A**

**8) Gab: D**

**9) Gab: D**

**10) Gab: 07**

**11) Gab: D**

**12) Gab: D**

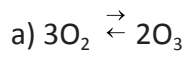
**13) Gab: 26**

**14) Gab: B**

**15) Gab:** VVVVV

**16) Gab:** A

**17) Gab:**



b) De acordo com o gráfico, isso é favorecido a uma altitude próxima de 135km.

**18) Gab:** B

**19) Gab:** A