

# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

## VESTIBULAR 2017



## PROVA DE QUÍMICA

### INSTRUÇÕES

1. Esta prova tem duração de **quatro horas**.
2. Não é permitido deixar o local de exame antes de decorridas **duas horas** do início da prova.
3. Você poderá usar **apenas** lápis (ou lapiseira), caneta preta de material transparente, borracha e régua. **É proibido portar qualquer outro material escolar.**
4. Esta prova é composta de **20 questões de múltipla escolha** (numeradas de 01 a 20) e de **10 questões dissertativas** (numeradas de 21 a 30).
5. As 20 questões de múltipla escolha correspondem a 50% do valor da prova e as questões dissertativas, aos 50% restantes.
6. Você recebeu este **caderno de questões e um caderno de soluções com duas folhas de rascunho**. Verifique se o caderno de questões está completo.
7. Numere sequencialmente de 21 a 30, a partir do verso da capa, cada página do caderno de soluções. O número atribuído a cada página corresponde ao da questão a ser resolvida. **Não** escreva no verso da parte superior da capa (região sombreada) do caderno de soluções. As **folhas centrais coloridas** deverão ser utilizadas **apenas como rascunho** e, portanto, **não** devem ser numeradas e **nem** destacadas pelo candidato.
8. Cada questão de múltipla escolha admite **uma única** resposta.
9. As resoluções das questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, podem ser feitas a lápis e devem ser apresentadas de forma clara, concisa e completa. Respeite a ordem e o espaço disponível no caderno de soluções. Sempre que possível, use desenhos e gráficos.
10. Antes do final da prova, você receberá uma **folha de leitura óptica, destinada à transcrição das questões numeradas de 1 a 20**. Usando **caneta preta de material transparente**, assinale a opção correspondente à resposta de cada uma das questões de múltipla escolha. Você deve preencher todo o campo disponível para a resposta, sem extrapolar-lhe os limites, conforme instruções na folha de leitura óptica.
11. Cuidado para não errar no preenchimento da folha de leitura óptica. Se isso ocorrer, avise o fiscal, que lhe fornecerá uma folha extra, com o cabeçalho devidamente preenchido.
12. **Não haverá tempo suplementar para o preenchimento da folha de leitura óptica.**
13. Na última página do caderno de soluções, existe uma reprodução da folha de leitura óptica, que deverá ser preenchida com um simples traço a lápis durante a realização da prova.
14. A **não devolução** do caderno de soluções, do caderno de questões e/ou da folha de leitura óptica implicará a **desclassificação do candidato**.
15. No dia 20/12/2016, a partir das 10:00 horas, o gabarito da parte objetiva desta prova estará disponibilizado no *site* do ITA ([www.vestibular.ita.br](http://www.vestibular.ita.br)).
16. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.**

### CONSTANTES

Constante de Avogadro ( $N_A$ )	=	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	=	$9,65 \times 10^4 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A}\cdot\text{s}\cdot\text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J}\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	=	22,4 L (CNTP)
Carga elementar	=	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	=	$8,21 \times 10^{-2} \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Constante gravitacional (g)	=	$9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
Constante de Planck (h)	=	$6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$
Velocidade da luz no vácuo	=	$3,0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

### DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg =  $1,01325 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$  = 760 Torr = 1,01325 bar

1 J = 1 N·m = 1 kg·m<sup>2</sup>·s<sup>-2</sup>. ln 2 = 0,693

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0° C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25° C e 1 atm

Condições padrão: 1 bar; concentração das soluções = 1 mol·L<sup>-1</sup> (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (l) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (CM) = circuito metálico. (conc) = concentrado.

(ua) = unidades arbitrárias. [X] = concentração da espécie química X em mol·L<sup>-1</sup>.

### MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g·mol <sup>-1</sup> )	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g·mol <sup>-1</sup> )
H	1	1,01	Cl	17	35,45
He	2	4,00	K	19	39,10
Be	4	9,01	Cr	24	52,00
B	5	10,81	Mn	25	54,94
C	6	12,01	Fe	26	55,85
N	7	14,01	Ni	28	58,69
O	8	16,00	Cu	29	63,55
F	9	19,00	Zn	30	65,38
Na	11	22,99	Br	35	79,90
Mg	12	24,31	Pd	46	106,42
Al	13	26,98	Ag	47	107,87
Si	14	28,09	Xe	54	131,30
P	15	30,97	Pt	78	195,08
S	16	32,06	Hg	80	200,59

**Questão 1.** Pode-se utilizar metais de sacrifício para proteger estruturas de aço (tais como pontes, antenas e cascos de navios) da corrosão eletroquímica. Considere os seguintes metais:

I. Alumínio      II. Magnésio      III. Paládio      IV. Sódio      V. Zinco

Assinale a opção que apresenta o(s) metal(is) de sacrifício que pode(m) ser utilizado(s).

A ( ) Apenas I, II e V.      B ( ) Apenas I e III.      C ( ) Apenas II e IV.

D ( ) Apenas III e IV.      E ( ) Apenas V.

**Questão 2.** A reação do mercúrio metálico com excesso de ácido sulfúrico concentrado a quente produz um gás mais denso do que o ar. Dois terços deste gás são absorvidos e reagem completamente com uma solução aquosa de hidróxido de sódio, formando 12,6 g de um sal. A solução de ácido sulfúrico utilizada tem massa específica igual a 1,75 g·cm<sup>-3</sup> e concentração de 80 % em massa. Assinale a alternativa que apresenta o volume consumido da solução de ácido sulfúrico, em cm<sup>3</sup>.

A ( ) 11      B ( ) 21      C ( ) 31      D ( ) 41      E ( ) 51

**Questão 3.** Um frasco fechado contém dois gases cujo comportamento é considerado ideal: hidrogênio molecular e monóxido de nitrogênio. Sabendo que a pressão parcial do monóxido de nitrogênio é igual a  $\frac{3}{5}$  da pressão parcial do hidrogênio molecular, e que a massa total da mistura é de 20 g, assinale a alternativa que fornece a porcentagem em massa do hidrogênio molecular na mistura gasosa.

- A ( ) 4%      B ( ) 6%      C ( ) 8%      D ( ) 10%      E ( ) 12%

**Questão 4.** A reação química genérica  $X \rightarrow Y$  tem lei de velocidade de primeira ordem em relação ao reagente X. À medida que a reação ocorre a uma temperatura constante, é ERRADO afirmar que

- A ( ) a constante de velocidade da reação não se altera.  
 B ( ) o tempo de meia-vida do reagente X permanece constante.  
 C ( ) a energia de ativação da reação não se altera.  
 D ( ) a velocidade da reação permanece constante.  
 E ( ) a ordem de reação não se altera.

**Questão 5.** Barreiras térmicas de base cerâmica são empregadas em projetos aeroespaciais. Considere os materiais a seguir:

- I. BN      II.  $Fe_2O_3$       III.  $NaN_3$       IV.  $Na_2SiO_3$       V. SiC

Assinale a opção que apresenta o(s) material(is) geralmente empregado(s) como componente(s) principal(is) de barreiras térmicas em projetos aeroespaciais.

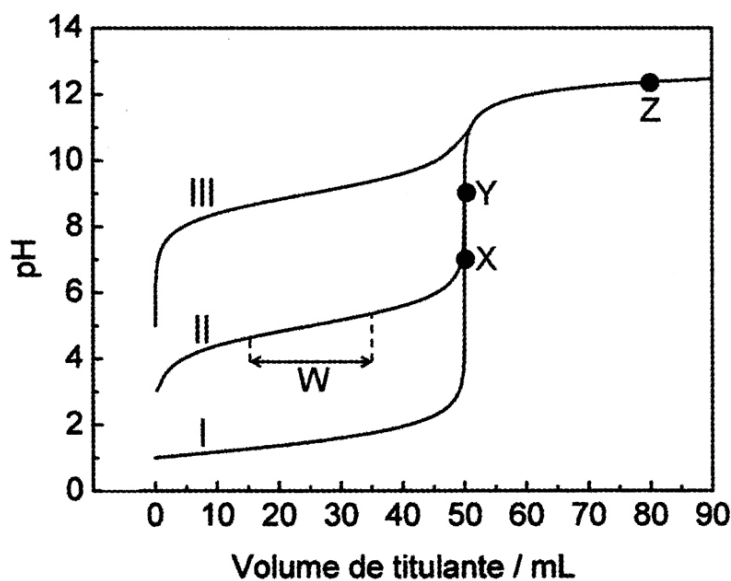
- A ( ) Apenas I e V.      B ( ) Apenas II.      C ( ) Apenas III.  
 D ( ) Apenas III e IV.      E ( ) Apenas V.

**Questão 6.** A adição de certa massa de etanol em água diminui a temperatura de congelamento do solvente em  $18,6^\circ C$ . Sabendo que a constante crioscópica da água é de  $1,86^\circ C \cdot kg \cdot mol^{-1}$ , assinale a porcentagem em massa do etanol nesta mistura.

- A ( ) 10,0%.      B ( ) 18,6%.      C ( ) 25,0%.      D ( ) 31,5%.      E ( ) 46,0%.

**Questão 7.** Na figura ao lado são respectivamente apresentadas as curvas de titulação de 50 mL de soluções aquosas  $0,1 mol \cdot L^{-1}$  dos ácidos I, II e III, tituladas com uma solução aquosa  $0,1 mol \cdot L^{-1}$  em NaOH. Baseado nas informações contidas na figura, assinale opção ERRADA.

- A ( ) A constante de ionização do ácido III é aproximadamente  $10^{-9}$ .  
 B ( ) A região W da curva de titulação do ácido II é uma região-tampão.  
 C ( ) No ponto X o pH da solução I é igual ao  $pK_a$  do ácido I.  
 D ( ) O ponto Y é o ponto de equivalência do ácido II.  
 E ( ) No ponto Z, para todos os ácidos o pH só depende da quantidade em excesso de  $OH^-$  adicionada.

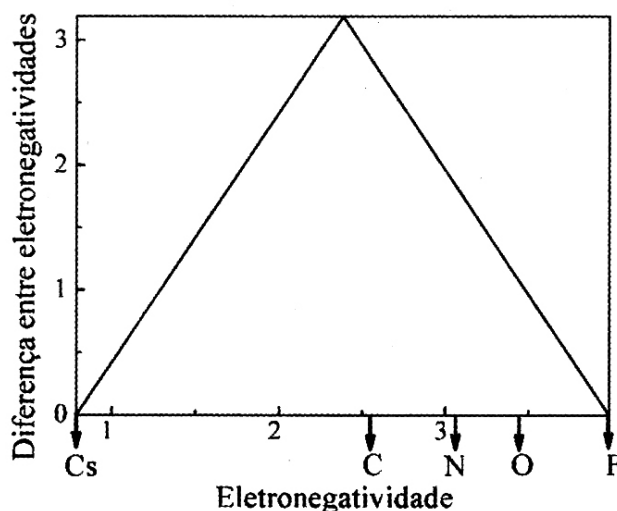


**Questão 8.** Considere duas soluções, X e Y, de um mesmo soluto genérico. A solução X tem 49% em massa do soluto, enquanto a solução Y possui 8% em massa do mesmo soluto. Quer-se obter uma terceira solução, que tenha 20% em massa deste soluto, a partir da mistura de um volume  $V_X$  da solução X com um volume  $V_Y$  da solução Y. Considerando que todas as soluções envolvidas exibem comportamento ideal, assinale a opção que apresenta a razão  $V_X/V_Y$  CORRETA.

- A ( ) 12/29.      B ( ) 29/12.      C ( ) 19/12.      D ( ) 12/19.      E ( ) 8/49.

**Questão 9.** O diagrama de van Arkel-Ketelar apresenta uma visão integrada das ligações químicas de compostos binários, representando os três tipos clássicos de ligação nos vértices de um triângulo. Os vértices esquerdo e direito da base correspondem, respectivamente, aos elementos menos e mais eletronegativos, enquanto o vértice superior do triângulo representa o composto puramente iônico. Com base no diagrama, assinale a opção que apresenta o composto binário de maior caráter covalente.

- A ( )  $\text{CCl}_4$       B ( )  $\text{C}_3\text{N}_4$       C ( )  $\text{CO}_2$   
D ( )  $\text{NO}$       E ( )  $\text{OF}_2$



**Questão 10.** São feitas as seguintes proposições a respeito de reações químicas orgânicas:

- I. Etanoato de etila com amônia forma etanamida e etanol.  
II. Ácido etanóico com tricloreto de fósforo, a quente, forma cloreto de etanoíla.  
III. n-Butilbenzeno com permanganato de potássio, a quente, forma ácido benzóico e dióxido de carbono.

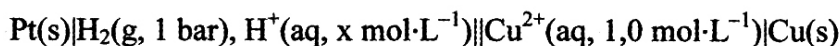
Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

- A ( ) apenas I.  
B ( ) apenas I e II.  
C ( ) apenas II.  
D ( ) apenas II e III.  
E ( ) I, II e III.

**Questão 11.** Em relação às funções termodinâmicas de estado de um sistema, assinale a proposição ERRADA.

- A ( ) A variação de energia interna é nula na expansão de  $n$  mols de um gás ideal a temperatura constante.  
B ( ) A variação de energia interna é maior do que zero em um processo endotérmico a volume constante.  
C ( ) A variação de entalpia é nula em um processo de várias etapas em que os estados inicial e final são os mesmos.  
D ( ) A variação de entropia é maior do que zero em um processo endotérmico a pressão constante.  
E ( ) A variação de entropia é nula quando  $n$  mols de um gás ideal sofrem expansão livre contra pressão externa nula.

**Questão 12.** A  $25^\circ\text{C}$ , o potencial da pilha descrita abaixo é de 0,56 V. Sendo  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34$  V, assinale a opção que indica aproximadamente o valor do pH da solução.

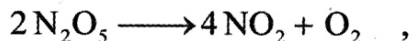


- A ( ) 6,5      B ( ) 5,7      C ( ) 3,7      D ( ) 2,0      E ( ) 1,5

**Questão 13.** A pressão de vapor da água pura é de 23,8 torr a 25 °C. São dissolvidos 10,0 g de cloreto de sódio em 100,0 g de água pura a 25 °C. Assinale a opção que indica o valor do abaixamento da pressão de vapor da solução, em torr.

- A ( ) 22,4      B ( ) 11,2      C ( ) 5,6      D ( ) 2,8      E ( ) 1,4

**Questão 14.** Considere que a decomposição do  $N_2O_5$ , representada pela equação química global



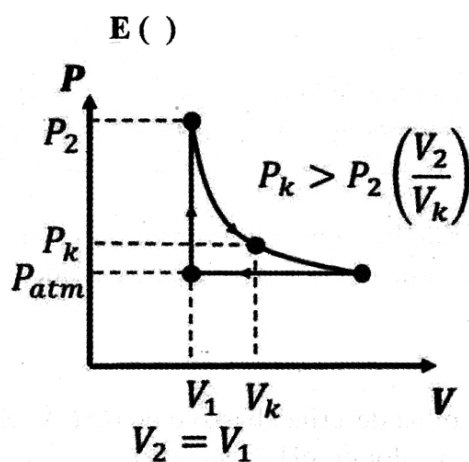
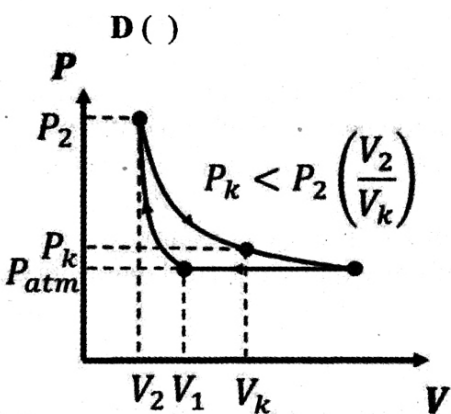
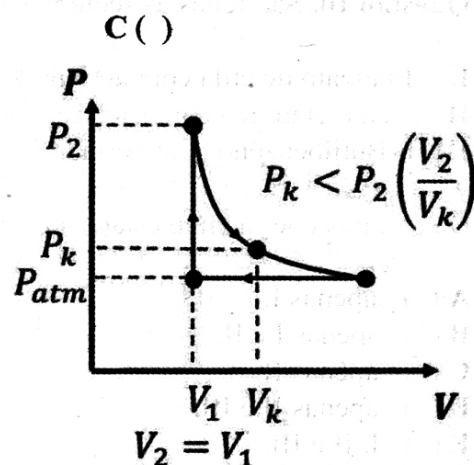
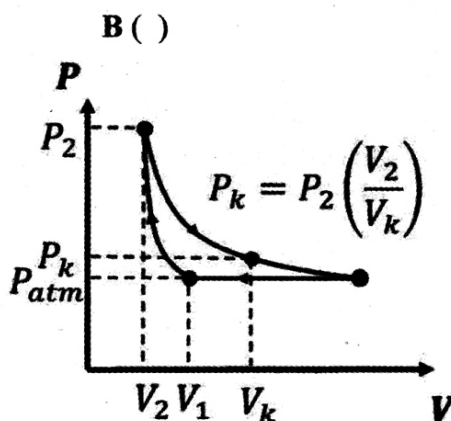
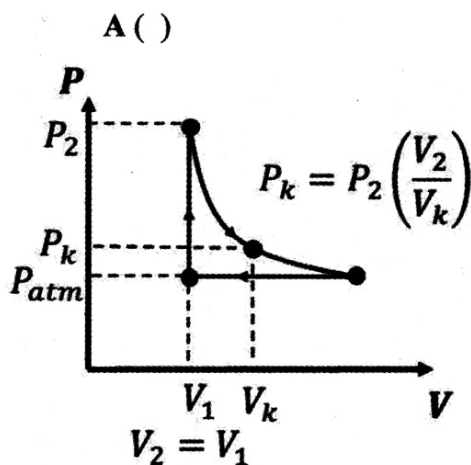
apresente lei de velocidade de primeira ordem. No instante inicial da reação, a concentração de  $N_2O_5$  é de  $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  e a velocidade de consumo desta espécie é de  $0,022 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Assinale a opção que apresenta o valor da constante de velocidade da reação global, em  $\text{min}^{-1}$ .

- A ( ) 0,0022      B ( ) 0,011      C ( ) 0,022      D ( ) 0,11      E ( ) 0,22

**Questão 15.** Um motor pulso-jato é uma máquina térmica que pode ser representada por um ciclo termodinâmico ideal de três etapas:

- I. Aquecimento isocórico (combustão).
- II. Expansão adiabática (liberação de gases).
- III. Compressão isobárica (rejeição de calor a pressão atmosférica).

Considerando que essa máquina térmica opere com gases ideais, indique qual dos diagramas pressão *versus* volume a seguir representa o seu ciclo termodinâmico.



**Questão 16.** Deseja-se depositar uma camada de 0,85 g de níquel metálico no catodo de uma célula eletrolítica, mediante a passagem de uma corrente elétrica de 5 A através de uma solução aquosa de nitrato de níquel. Assinale a opção que apresenta o tempo necessário para esta deposição, em minutos.

- A ( ) 4,3                      B ( ) 4,7                      C ( ) 5,9                      D ( ) 9,3                      E ( ) 17,0

**Questão 17.** Considere as seguintes proposições para espécies químicas no estado gasoso:

- I. A energia de ionização do íon  $\text{Be}^{3+}$  é maior do que a do íon  $\text{He}^+$ .
- II. O momento dipolar elétrico total da molécula de  $\text{XeF}_4$  é maior do que o da molécula de  $\text{XeF}_2$ .
- III. A energia necessária para quebrar a molécula de  $\text{F}_2$  é maior do que a energia necessária para quebrar a molécula de  $\text{O}_2$ .
- IV. A energia do orbital 2s do átomo de berílio é igual à energia do orbital 2s do átomo de boro.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

- A ( ) apenas I.                      B ( ) apenas I e IV.                      C ( ) apenas II.  
D ( ) apenas II e III.                      E ( ) apenas IV.

**Questão 18.** Considere as proposições a seguir:

- I. A reação do ácido butanóico com a metilamina forma N-metil-butanamida.
- II. A reação do ácido propanóico com 1-propanol forma propanoato de propila.
- III. 3-etil-2,2-dimetil-pentano é um isômero estrutural do 2,2,3,4-tetrametil-pentano.
- IV. O 2-propanol é um composto quiral.

Das proposições acima estão CORRETAS

- A ( ) apenas I e II.                      B ( ) apenas I, II e III.                      C ( ) apenas II e III.  
D ( ) apenas II, III e IV.                      E ( ) apenas III e IV.

**Questão 19.** Assinale a opção que indica a técnica de química analítica empregada em etilômetros (bafômetros) que utilizam dicromato de potássio.

- A ( ) Calorimetria.                      B ( ) Densimetria.                      C ( ) Fotometria.  
D ( ) Gravimetria.                      E ( ) Volumetria.

**Questão 20.** São feitas as seguintes proposições a respeito dos hidrocarbonetos cuja fórmula molecular é  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ :

- I. Existem apenas seis isômeros do  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ .
- II. Pelo menos um dos isômeros do  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  é quiral.
- III. Em condições ambiente e na ausência de luz todos os isômeros do  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  são capazes de descolorir água de bromo.

Das proposições acima é (são) CORRETA(S)

- A ( ) apenas I.  
B ( ) apenas II.  
C ( ) apenas III.  
D ( ) apenas I e III.  
E ( ) apenas II e III.

**AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.**

**AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS SEQUENCIALMENTE ATÉ O FINAL.**

**Questão 21.** Gás cloro é borbulhado em uma solução aquosa concentrada de NaOH a quente, obtendo-se dois ânions X e Y.

- Quais são estas espécies X e Y?
- Com a adição de solução aquosa de nitrato de prata poder-se-ia identificar estes ânions? Justifique sua resposta utilizando equações químicas e descrevendo as características do(s) produto(s) formado(s).

**Questão 22.** Ambos os íons sulfeto e sulfito reagem, em meio ácido, com o íon bromato, provocando o aparecimento de uma coloração no meio reacional.

- Escreva as equações químicas balanceadas que representam as reações que provocam o aparecimento de coloração no meio reacional.
- Escreva a equação química balanceada que representa a reação envolvendo o sulfito quando há excesso do agente redutor. Nestas condições, explique o que ocorre com a coloração do meio reacional.

**Questão 23.** A reação do benzeno com cloreto de metila, catalisada por cloreto de alumínio, forma um produto orgânico X.

- Escreva, utilizando fórmulas estruturais, a equação química que representa a síntese de TNT (trinitrotolueno) a partir do produto X, incluindo as condições experimentais de síntese.
- Escreva o nome sistemático, segundo a IUPAC, do isômero mais estável do TNT.
- Sabendo que a sensibilidade à fricção e ao impacto do TNT está relacionada à presença de diferentes distâncias intermoleculares no sólido, em que condições a sensibilidade do TNT é minimizada?

**Questão 24.** Após inalar ar na superfície, uma pessoa mergulha até uma profundidade de 200 m, em apneia, sem exalar. Desconsiderando as trocas gasosas que ocorrem nos alvéolos pulmonares, calcule a pressão parcial do nitrogênio e do oxigênio do ar contido no pulmão do mergulhador.

**Questão 25.** Com base no fato de que o esmalte dentário é sujeito à desmineralização, explique

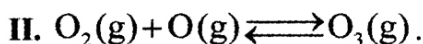
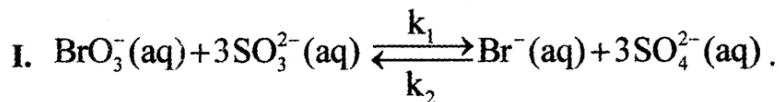
- como se forma o ácido lático na saliva humana.
- como o ácido lático provoca a desmineralização.
- como a uréia contida na saliva ajuda a proteger contra a desmineralização do esmalte dentário causada pelo ácido lático.

**Questão 26.** Descreva a síntese da uréia, desenvolvida por Wöhler em 1828, a partir do cianeto de prata, oxigênio molecular e cloreto de amônio.

**Questão 27.** Considere que a radiação de comprimento de onda igual a 427 nm seja usada no processo de fotossíntese para a produção de glicose. Suponha que esta radiação seja a única fonte de energia para este processo. Considere também que o valor da variação de entalpia padrão da reação de produção de glicose, a 25 °C, seja igual a +2808 kJ·mol<sup>-1</sup>.

- Escreva a equação que representa a reação química de produção de um mol de glicose pelo processo de fotossíntese.
- Calcule a variação de entalpia envolvida na produção de uma molécula de glicose, via fotossíntese, a 25 °C.
- Calcule a energia de um fóton de radiação com comprimento de onda de 427 nm.
- Quantos destes fótons (427 nm), no mínimo, são necessários para produzir uma molécula de glicose?

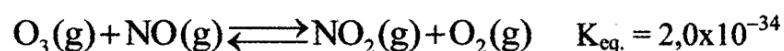
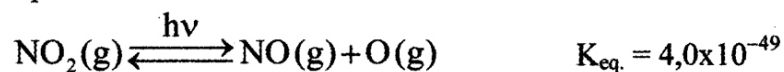
**Questão 28.** Considere as reações químicas reversíveis I e II:



A respeito das reações I e II responda às solicitações dos itens a e b, respectivamente:

a) Sabendo que a reação I ocorre em meio ácido e que a sua reação direta é sujeita à lei de velocidade dada por  $v = k_1 [\text{BrO}_3^-][\text{SO}_3^{2-}][\text{H}^+]$ , expresse a lei de velocidade para a reação reversa.

b) Calcule a constante de equilíbrio da reação II dadas as seguintes reações e suas respectivas constantes de equilíbrio:

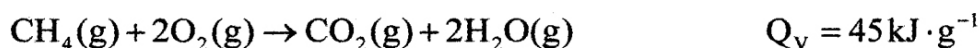


**Questão 29.** Sobre um motor pulso jato como o apresentado na **Questão 15**, considere verdadeiras as seguintes afirmações:

- I. A temperatura de fusão do material que compõe a câmara de combustão é 1500 K, e acima de 1200 K o material do motor começa a sofrer desgaste considerável pelos gases de combustão;
- II. O material do motor resiste a pressões de até 30 atm;
- III. O motor opera, em cada ciclo termodinâmico, com 0,2 mol de uma mistura de gases com comportamento ideal, iniciando o ciclo em pressão atmosférica e a temperatura de 300 K.

a) A partir destas informações e considerando que se deseja obter, de forma segura, o máximo de trabalho por ciclo, quais devem ser a pressão e a temperatura no ponto de intersecção entre os processos I e II do ciclo termodinâmico (vide **Questão 15**)?

b) Na mistura de gases que opera em cada ciclo há uma fração de combustível, o qual tem a reação de combustão dada por:



em que  $Q_v$  é o calor liberado a volume constante, por grama de metano. Considerando a capacidade calorífica molar a volume constante da mistura de gases igual a  $25 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ , qual é a massa de metano utilizada pelo ciclo projetado no item anterior?

**Questão 30.** Considere as substâncias o-diclorobenzeno e p-diclorobenzeno.

- a) Escreva as fórmulas estruturais de ambas as substâncias.
- b) Para ambas as substâncias, forneça um nome sistemático diferente daquele informado no enunciado.
- c) Qual das duas substâncias tem maior ponto de ebulição? Justifique sua resposta.