

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).
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	=	$22,4 \text{ L (CNTP)}$
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·m²·s⁻². 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⁻¹ (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⁻¹.

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g·mol ⁻¹)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g·mol ⁻¹)
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⁻³ e concentração de 80 % em massa. Assinale a alternativa que apresenta o volume consumido da solução de ácido sulfúrico, em cm³.

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.

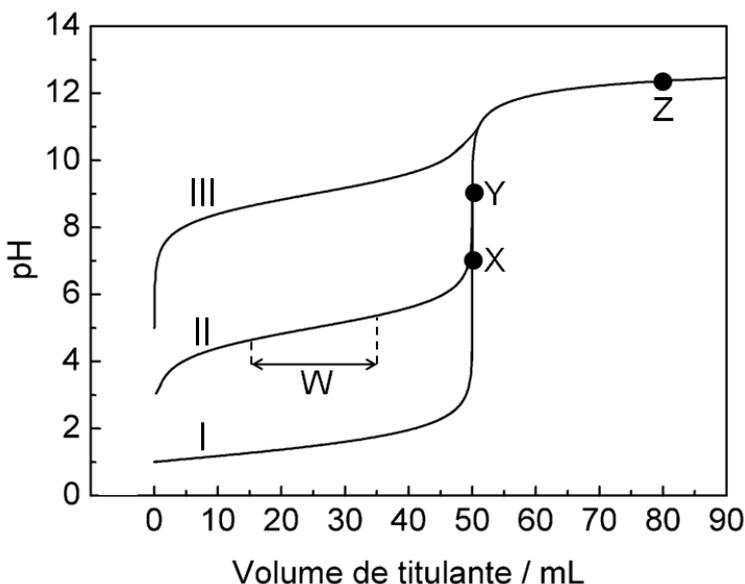
- A () Apenas I e V. B () Apenas II. C () Apenas III.
 D () Apenas III e IV. E () Apenas V.

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.

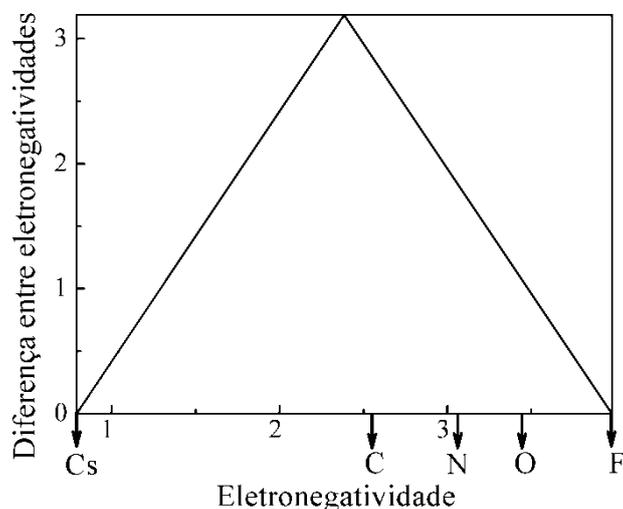


Questão 8. Considere duas soluções, X e Y, de um mesmo soluto genérico. A solução X tem 49% em massa do soluto, enquanto a solução Y possui 8% em massa do mesmo soluto. Quer-se obter uma terceira solução, que tenha 20% em massa deste soluto, a partir da mistura de um volume V_X da solução X com um volume 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 () CCl_4 B () C_3N_4 C () CO_2
D () NO E () 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 °C, o potencial da pilha descrita abaixo é de 0,56 V. Sendo $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = + 0,34 \text{ V}$, assinale a opção que indica aproximadamente o valor do pH da solução.

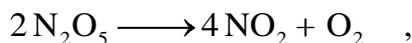


- A () 6,5 B () 5,7 C () 3,7 D () 2,0 E () 1,5

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



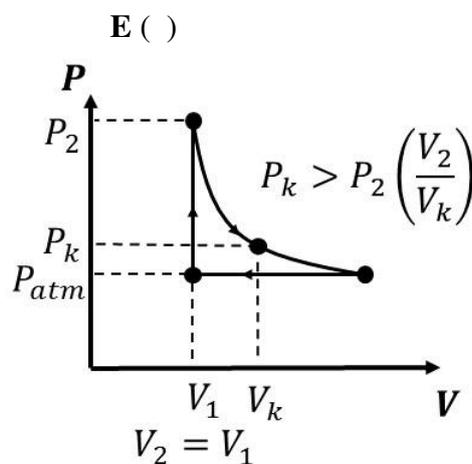
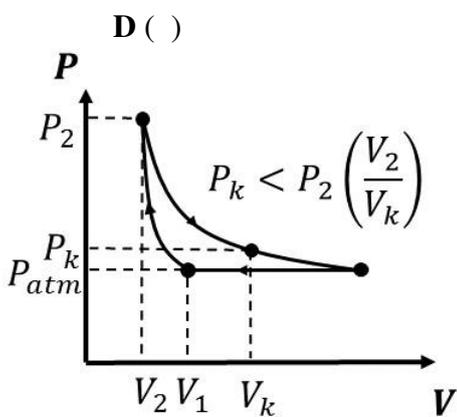
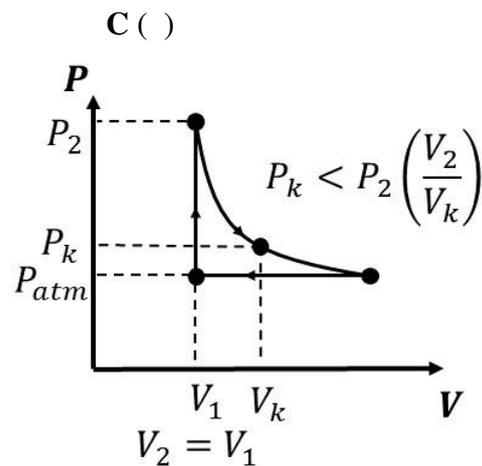
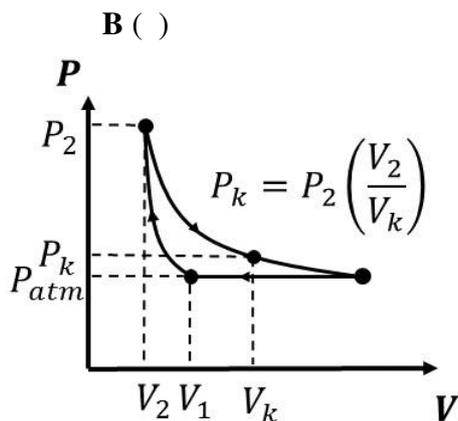
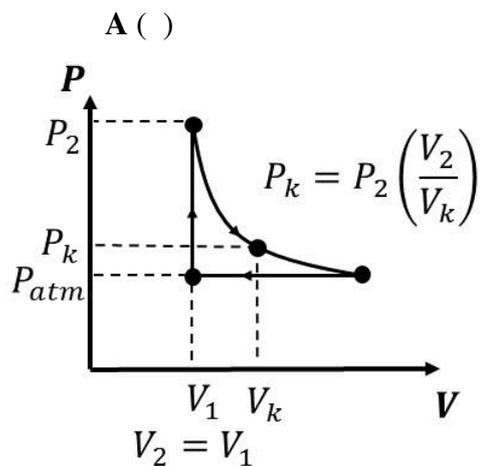
apresente lei de velocidade de primeira ordem. No instante inicial da reação, a concentração de N_2O_5 é de $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ e a velocidade de consumo desta espécie é de $0,022 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Assinale a opção que apresenta o valor da constante de velocidade da reação global, em 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 Be^{3+} é maior do que a do íon He^+ .
II. O momento dipolar elétrico total da molécula de XeF_4 é maior do que o da molécula de XeF_2 .
III. A energia necessária para quebrar a molécula de F_2 é maior do que a energia necessária para quebrar a molécula de 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 C_5H_{10} :

- I. Existem apenas seis isômeros do C_5H_{10} .
II. Pelo menos um dos isômeros do C_5H_{10} é quiral.
III. Em condições ambiente e na ausência de luz todos os isômeros do C_5H_{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

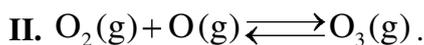
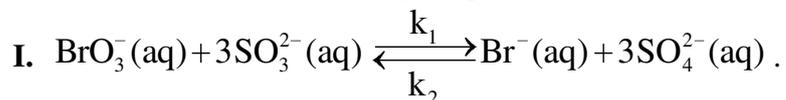
- como se forma o ácido láctico na saliva humana.
- como o ácido láctico provoca a desmineralização.
- como a uréia contida na saliva ajuda a proteger contra a desmineralização do esmalte dentário causada pelo ácido láctico.

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⁻¹.

- 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?

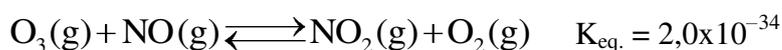
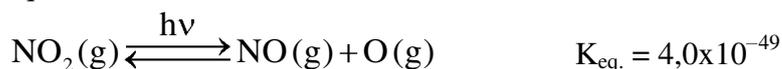
Questão 28. Considere as reações químicas reversíveis **I** e **II**:



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.