

## EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

Módulo 25 – Complementos de Atomística:  
Teoria dos Orbitais

1. (UECE – MODELO ENEM) – Quem se cuida para fortalecer ossos e dentes e evitar a osteoporose precisa de cálcio (Ca). A afirmativa correta em relação a este metal é:  
Dado: número atômico do cálcio = 20.

a) a distribuição em orbitais para o subnível mais energético do átomo de cálcio é

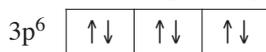
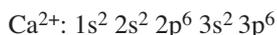
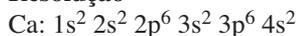


b) pela Regra de Hund, a distribuição dos elétrons no subnível 3p do  $\text{Ca}^{2+}$  é



c) devido a ter mais elétrons, o subnível 3p é mais energético que o subnível 4s.

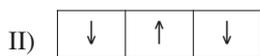
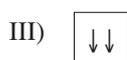
d) pelo Princípio de Exclusão de Pauli, no máximo dois elétrons podem compartilhar um mesmo orbital, com *spins* iguais.

**Resolução**

Pelo Princípio da Exclusão de Pauli, dois elétrons com *spins* opostos podem compartilhar um mesmo orbital.

**Resposta: B**

2. Quais as distribuições eletrônicas que contrariam o Princípio de Pauli e quais contrariam a Regra de Hund?

**Resolução**

A Regra de Hund manda colocar primeiramente um elétron em cada orbital do subnível e todos os elétrons com o mesmo spin. O Princípio de Pauli afirma que em um orbital não pode haver mais do que dois elétrons e, havendo dois elétrons, estes devem apresentar spins opostos.

Temos, portanto:

I. contraria a Regra de Hund;

II. contraria a Regra de Hund;

III. contraria o Princípio de Pauli;

IV. contraria a Regra de Hund e o Princípio de Pauli.

3. Qual o átomo que apresenta apenas dois elétrons não emparelhados?

a) N(Z = 7)

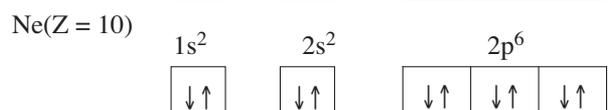
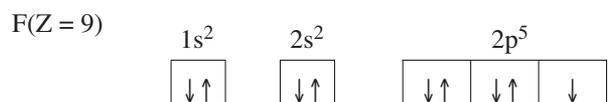
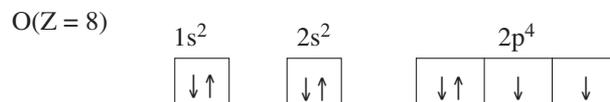
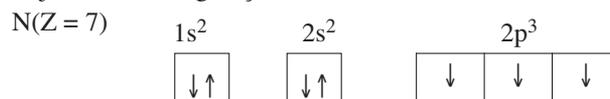
b) O(Z = 8)

c) F(Z = 9)

d) Ne(Z = 10)

**Resolução**

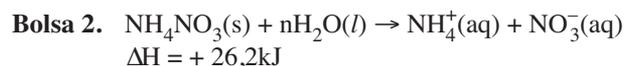
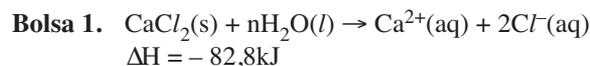
Vejam as configurações eletrônicas:



Observe que o oxigênio apresenta dois elétrons não emparelhados (mesmo *spin*).

**Resposta: B**Módulo 26 – Os Quatro  
Números Quânticos

4. (UFPEL-RS – MODELO ENEM) – Atualmente, os primeiros socorros para atletas em competição contam com a aplicação de bolsas instantâneas frias e quentes. Esses dispositivos funcionam mediante reações químicas exotérmicas ou endotérmicas e são constituídos por uma bolsa de plástico contendo água em uma seção e uma substância química seca, em outra. Essas substâncias, quando misturadas (pelo rompimento da seção com água), provocam o aumento ou a diminuição da temperatura. Em geral, as substâncias usadas são o  $\text{CaCl}_2$  (ou o  $\text{MgSO}_4$ ) e o  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  e as equações termoquímicas de suas reações com a água são:



O reagente sólido utilizado na bolsa 1 apresenta um cátion metálico oriundo de um átomo que perdeu dois elétrons.

Sobre o elétron diferenciador (último elétron a ser distribuído) desse átomo, no estado fundamental e eletricamente neutro, tem-se, como números quânticos principal, secundário (azimutal) e magnético, respectivamente, os seguintes valores:

a)  $n = 4$ ;  $l = 0$  e  $m = 0$ .

b)  $n = 3$ ;  $l = 0$  e  $m = +1$ .

c)  $n = 4$ ;  $l = +1$  e  $m = 0$ .

d)  $n = 3$ ;  $l = +1$  e  $m = -2$ .

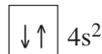
e)  $n = 3$ ;  $l = 0$  e  $m = 0$ .

Dados: os números atômicos: H = 1; N = 7; O = 8; Cl = 17; Ca = 20.

### Resolução

O sólido citado é o  $\text{CaCl}_2$ , e portanto, o cátion é o  $\text{Ca}^{2+}$ .

${}_{20}\text{Ca}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  (estado fundamental)



$n = 4$ ;  $l = 0$ ;  $m = 0$ ;  $s = \pm 1/2$

Resposta: A

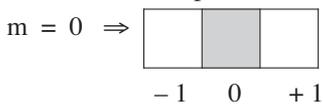
5. (UFMS-MS – MODELO ENEM) – Considerando a nova recomendação da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), para a numeração dos grupos da Tabela Periódica (de 1 a 18), e os quatro números quânticos do elétron de maior energia de um determinado átomo no estado fundamental:  $n = 5$ ,  $l = 1$ ,  $m_l = 0$  e  $m_s = +1/2$ , encontre a seguinte soma: (número atômico + número do grupo + número de elétrons de valência) para esse átomo. Observe que, por convenção, o preenchimento de elétrons em um subnível segue a ordem crescente dos valores dos números quânticos magnéticos e que, em um orbital, o segundo elétron possui spin positivo. A soma pedida é

a) 75.    b) 76.    c) 77.    d) 78.    e) 79.

### Resolução

$n = 5 \Rightarrow$  camada 5 ou O

$l = 1 \Rightarrow$  subnível p



Último elétron:  $5p^5$

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$

$Z = 53$  (I)

$5s^2 5p^5$  } Grupo 7A ou  $\boxed{17}$  (II)

elétrons de valência =  $\boxed{7}$  (III)

Soma = I + II + III =  $53 + 17 + 7 = \boxed{77}$

Resposta: C

6. Quais dos seguintes conjuntos de números quânticos são impossíveis?

I.  $n = 4$ ,  $l = 4$ ,  $m = 0$ ,  $s = +1/2$

II.  $n = 2$ ,  $l = 1$ ,  $m = +2$ ,  $s = -1/2$

III.  $n = 2$ ,  $l = 0$ ,  $m = 0$ ,  $s = -3/2$

### Resolução

#### I. Impossível

$n = 4 \Rightarrow$  camada N

$l = 4 \Rightarrow$  subnível g

Na camada N não existe subnível g.

Lembre que, em um nível de número quântico principal  $n$ , os valores do número quântico secundário estão no intervalo  $[0 \rightarrow n - 1]$ , isto é,  $l$  nunca será igual a  $n$ .

#### II. Impossível

$n = 2 =$  camada L

$l = 1 =$  subnível p

No subnível 2p, o número quântico magnético  $m$  tem os valores 0, -1 e +1.

	2p		
m	m	m	
-1	0	+1	

Observe que  $m$  em módulo é no máximo igual a  $l$ , pois os valores de  $m$  estão no intervalo.

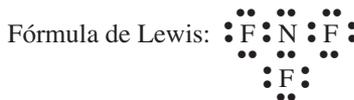
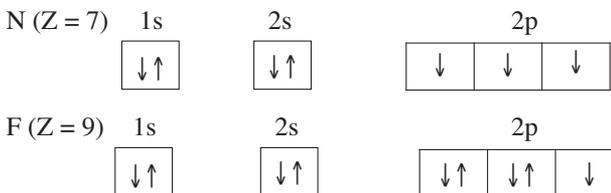
$$[-l \rightarrow 0 \rightarrow +l]$$

#### III. Impossível

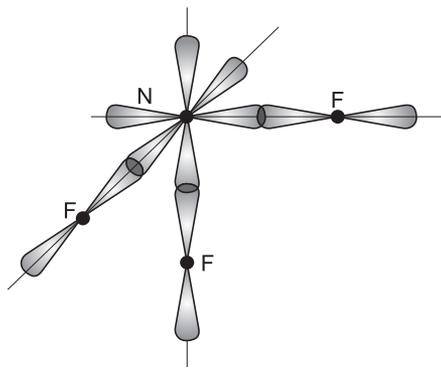
O número quântico spin do elétron pode ter somente os valores:  $+1/2$  e  $-1/2$ .

## Módulo 27 – Modelo Orbital da Ligação Covalente

7. (MODELO ENEM) – O modelo orbital da molécula  $\text{NF}_3$  é obtido da seguinte maneira:



Desenhando apenas os orbitais que participam das ligações, temos:

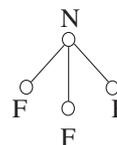


A geometria molecular do trifluoreto de nitrogênio é

- a) tetraédrica.                      b) angular.  
c) plana trigonal.                      d) pirâmide trigonal.  
e) plana quadrangular.

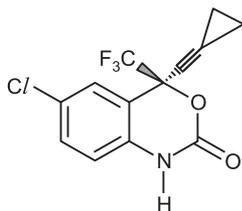
### Resolução

A geometria molecular é dada pelo arranjo dos núcleos. Os quatro núcleos formam uma pirâmide trigonal:



Resposta: D



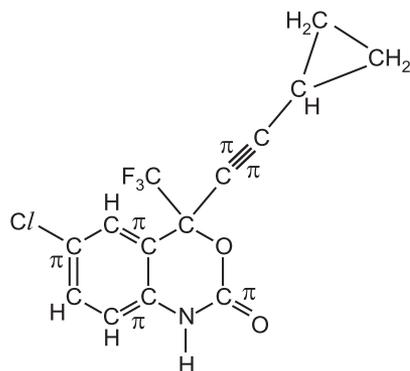


O número de ligações  $\pi$  (pi) entre átomos de carbono na molécula do efavirenz e o nome da principal força de interação que pode ocorrer entre o grupo NH do medicamento e os fluidos aquosos do nosso organismo são, respectivamente,

- a) 4 e dipolo-dipolo.                      b) 4 e ligações de hidrogênio.  
c) 5 e dipolo-dipolo.                      d) 5 e ligações de hidrogênio.  
e) 6 e dipolo-dipolo.

**Resolução**

A molécula do efavirenz, de fórmula:

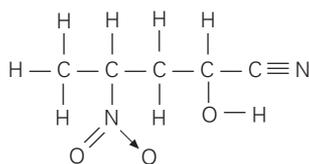


possui 5 ligações  $\pi$  entre átomos de carbono e 1 ligação  $\pi$  entre átomo de carbono e oxigênio.

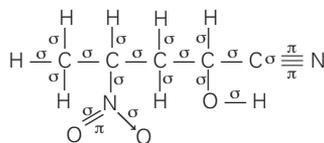
A principal força de interação entre o grupo NH do medicamento e os fluidos aquosos do nosso organismo são ligações de hidrogênio (ou pontes de hidrogênio).

**Resposta: D**

11. Dar o número de ligações sigma e pi existentes na estrutura:



**Resolução**

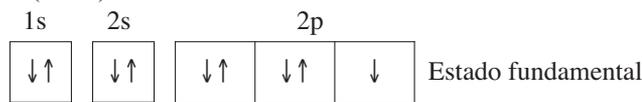


17 ligações sigma  
3 ligações pi

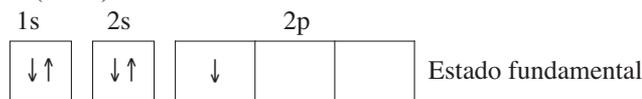
**Módulo 29 – Hibridação de Orbitais**

12. (MODELO ENEM) – O trifluoreto de boro é um composto bastante reativo e muito utilizado em sínteses químicas. A geometria molecular do  $\text{BF}_3$  pode ser obtida da seguinte maneira:

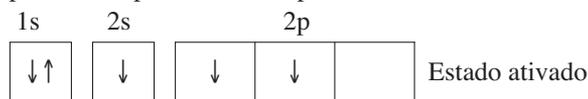
F (Z = 9)



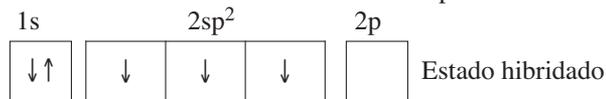
B (Z = 5)



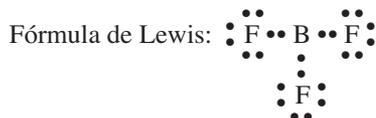
Por essa estrutura, o boro seria monovalente, pois tem somente um elétron não emparelhado. Como o boro é trivalente, admite-se que ocorre o fenômeno da hibridação. Um elétron 2s é promovido para o orbital 2p.



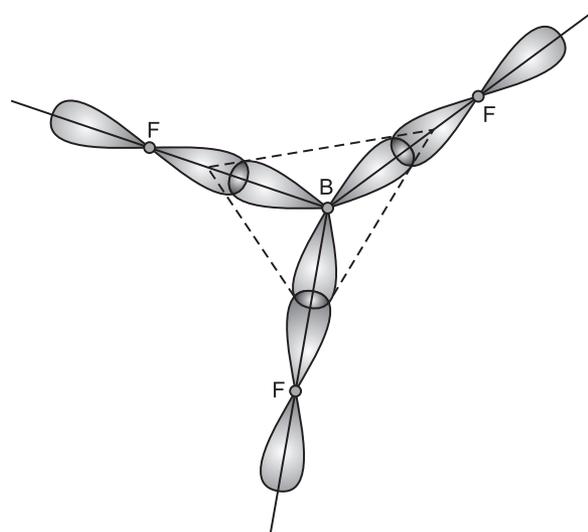
O orbital 2s e dois orbitais 2p interagem formando três novos orbitais denominados orbitais híbridos  $sp^2$ .



Os três orbitais  $sp^2$  dirigem-se para os vértices de um triângulo formando ângulo de  $120^\circ$  entre si.



Desenhando apenas os orbitais que participam das ligações, temos:



Está correto o que se afirma em:

- a) O boro obedece à regra do octeto.  
b) A molécula  $\text{BF}_3$  possui geometria piramidal de base triangular.  
c) O ângulo entre as ligações é  $109^\circ$ .  
d) A molécula  $\text{BF}_3$  é polar, pois as ligações B — F são polares.  
e) A geometria molecular é plana trigonal.

**Resolução**

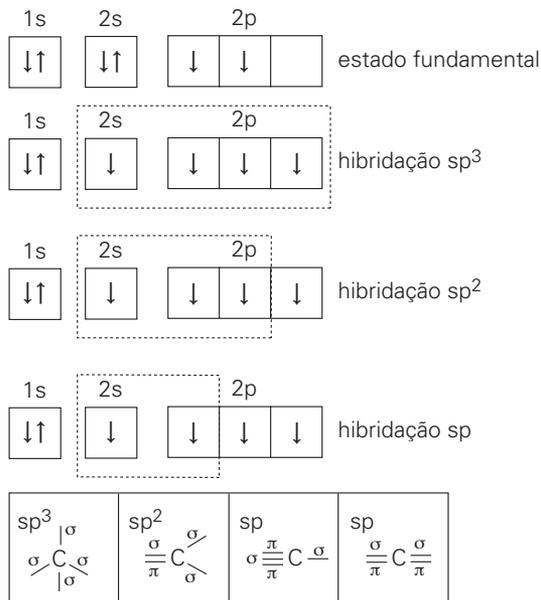
O boro não obedece à teoria do octeto, pois fica com seis elétrons na camada de valência. As ligações B — F são polares, mas a molécula  $\text{BF}_3$  apresenta momento dipolar resultante

nulo ( $\mu_{\text{total}} = 0$ ). O ângulo entre as ligações é  $120^\circ$  e a molécula é plana trigonal.

Resposta: E

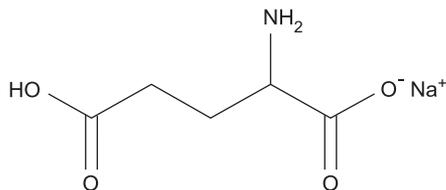
## Módulo 30 – Hibridação do Carbono

13. (MACKENZIE-SP – ADAPTADO – MODELO ENEM) – O átomo de carbono ( $Z = 6$ ) pode apresentar os três tipos de hibridação:  $sp^3$ ,  $sp^2$  e  $sp$ .



Pesquisadores norte-americanos acabam de constatar que o glutamato monossódico (GMS), substância presente em temperos usados para acentuar o sabor dos alimentos, leva ao aumento de peso. O estudo, assinado por pesquisadores da Escola de Saúde Pública da Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, investigou mais de 750 chineses de ambos os sexos e com idade entre 40 e 59 anos. Cerca de 80% desses voluntários usavam o GMS nas refeições. O grupo que ingeriu uma quantidade significativamente maior de GMS apresentou um sobrepeso quase três vezes maior do que os demais.

Adaptado da revista Saúde



A respeito do glutamato de sódio, de fórmula estrutural representada acima, são feitas as seguintes afirmações:

- é um sal sódico derivado de um aminoácido;
- possui enantiômeros;
- é pouco solúvel em solventes polares;
- possui dois átomos de carbono com hibridização  $sp^2$ .

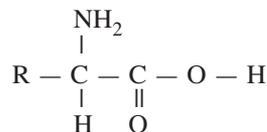
Estão corretas

- somente I e III.
- somente I, II e III.
- somente II e IV.
- somente II, III e IV.
- somente I, II e IV.

## Resolução

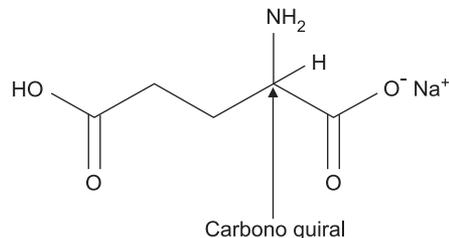
I. **Correta.**

O sal sódico é derivado de um aminoácido:



II. **Correta.**

O sal sódico possui enantiômeros, pois apresenta carbono quiral:

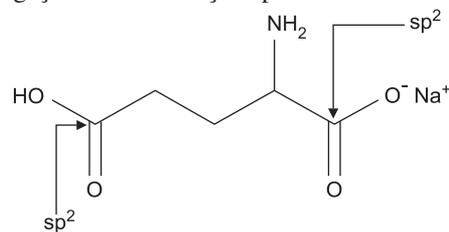


III. **Errada.**

O sal sódico é bastante solúvel em água, pois apresenta grupos hidrofílicos.

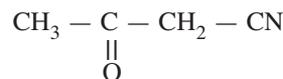
IV. **Correta.**

C faz 1 ligação  $\pi$ : hibridização  $sp^2$



Resposta: E

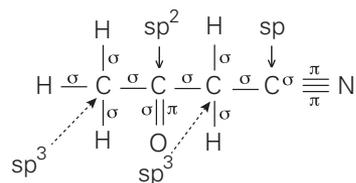
14. Na estrutura



qual a hibridação de cada átomo de carbono?

## Resolução

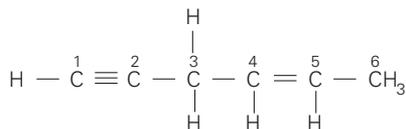
Vamos escrever a fórmula do composto mostrando todas as ligações.



Lembre-se:

- C não faz  $\pi \Rightarrow sp^3$
- C faz 1 ligação  $\pi \Rightarrow sp^2$
- C faz 2 ligações  $\pi \Rightarrow sp$

15. Considerando o composto:

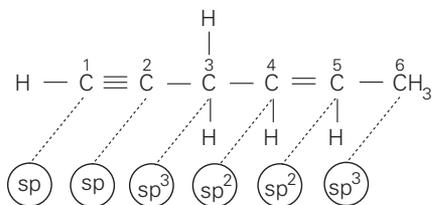


dar o ângulo entre os átomos de carbono

I. 1, 2 e 3    II. 2, 3 e 4    III. 3, 4 e 5    IV. 4, 5 e 6

**Resolução**

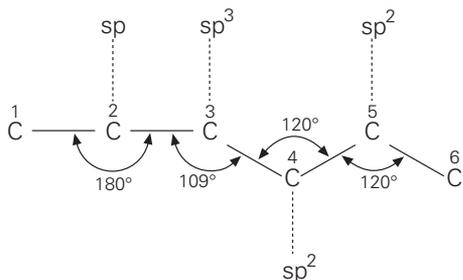
A hibridação dos átomos de carbono é:



O ângulo formado por três átomos de carbono é dado pela hibridação do carbono central:

- $sp^3$  :  $109^\circ$
- $sp^2$  :  $120^\circ$
- $sp$  :  $180^\circ$

Temos, então:



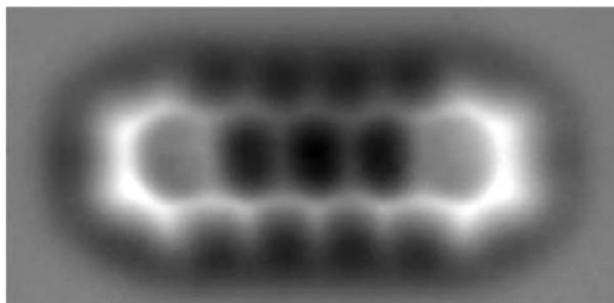
**Resposta: I.  $180^\circ$     II.  $109^\circ$     III.  $120^\circ$     IV.  $120^\circ$**

16. (MACKENZIE – ADAPTADO – MODELO ENEM)

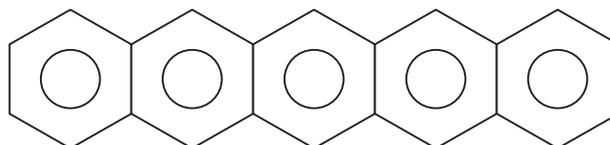
**Cientistas “fotografam” molécula individual**

Os átomos que formam uma molécula foram visualizados de forma mais nítida pela primeira vez, por meio de um microscópio de força atômica. A observação, feita por cientistas em Zurique (Suíça) e divulgada na revista “Science”, representa um marco no que se refere aos campos de eletrônica molecular e nanotecnologia, além de um avanço no desenvolvimento e melhoria da tecnologia de dispositivos eletrônicos. De acordo com o jornal espanhol “El País”, a molécula de pentaceno pode ser usada em novos semicondutores orgânicos.

Folha Online



Acima, foto da molécula de pentaceno e, abaixo, representação da sua fórmula estrutural.



A respeito do pentaceno, são feitas as afirmações I, II, III e IV.

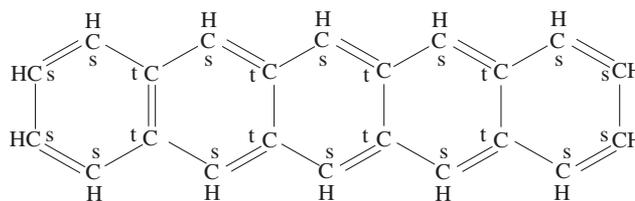
- I. É uma molécula que apresenta cadeia carbônica aromática polinuclear.
- II. A sua fórmula molecular é  $C_{22}H_{14}$ .
- III. O pentaceno poderá ser utilizado na indústria eletrônica.
- IV. Na estrutura do pentaceno não há carbono terciário.

Estão corretas

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

**Resolução**

Considere a fórmula:

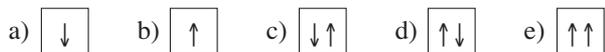


- I. **Verdadeiro.**
- II. **Verdadeiro.**  
A fórmula molecular é  $C_{22}H_{14}$ .
- III. **Verdadeiro.**
- IV. **Falso.**  
Na estrutura do pentaceno há carbonos secundários (s) e terciários (t).

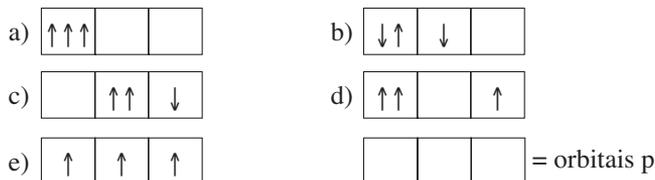
**Resposta: C**

## Módulo 25 – Complementos de Atomística: Teoria dos Orbitais

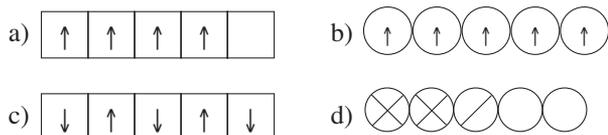
1. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – Qual dos desenhos abaixo está representando **incorretamente** o preenchimento de um orbital?



2. (UFSE) – Quando se distribuem 3 elétrons em orbitais **p**, qual das configurações abaixo é a de menor energia?



3. A configuração eletrônica do manganês ( $Z = 25$ ) nos orbitais **d** do terceiro nível de energia é:



4. Quantos elétrons não emparelhados apresenta o átomo de ferro ( $n^\circ$  atômico 26) no seu estado fundamental?

- a) nenhum    b) 3    c) 4    d) 5    e) 6

5. Qual o número atômico de um elemento que apresenta somente 1 par de elétrons (emparelhados) nos orbitais **d** do terceiro nível?

6. Esta questão diz respeito à estrutura atômica. Assinale a coluna I, se o item estiver correto, e coluna II, se estiver errado.

- |   |    |
|---|----|
| I | II |
| 0 | 0  |
| 1 | 1  |
- Um orbital "f" comporta, no máximo, dois elétrons.  
– Dois elétrons, em um subnível "p", devem ser representados assim:



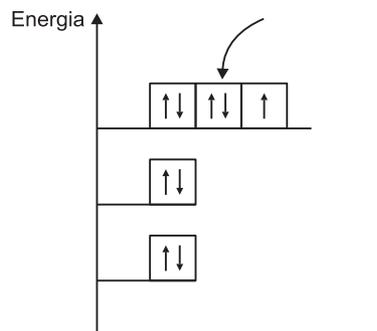
- 2 2 – O átomo de nitrogênio ( $Z = 7$ ) apresenta três elétrons não emparelhados.  
3 3 – O número de orbitais vazios, no terceiro nível de um átomo que apresenta  $Z = 13$ , é 2.  
4 4 – O elemento que tem configuração eletrônica  $1s^2$  apresenta dois elétrons não emparelhados.

## Módulo 26 – Os Quatro Números Quânticos

1. Dois elétrons de um mesmo orbital diferem em quais números quânticos?

2. Os três elétrons mais externos do fósforo ( $n^\circ$  atômico 15) diferem em quais números quânticos?

3. Quais os números quânticos do elétron assinalado? Adotar a convenção: "O primeiro elétron de um orbital tem *spin*:  $-1/2$ ".



4. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – Conforme as regras que regulam os valores dos quatro números quânticos, qual dos seguintes conjuntos é possível?

	<b>n</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>spin</b>
a)	2	0	+ 2	+ 1/2
b)	2	0	+ 2	- 1/2
c)	2	2	0	+ 1/2
d)	3	2	+ 3	- 1/2
e)	4	2	- 1	+ 1/2

5. Em uma camada na qual  $n = 3$ , os valores que o número quântico secundário **l** pode ter são

- a) 0, 1, 2.    b) 1, 2, 3.    c) somente 3.  
d) somente 2.    e) somente 1.

6. Em um subnível de número quântico azimutal 2, o número quântico magnético pode assumir os seguintes valores:

- a) 0, 1    b) 0, 1, 2  
c) apenas -1, 0, +1    d) apenas 0, +1, +2  
e) -2, -1, 0, +1, +2

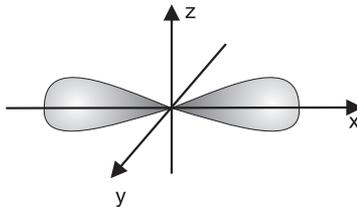
7. Qual configuração eletrônica tem o valor  $3/2$  para a soma do número quântico *spin* de todos os seus elétrons? Convencione que o número quântico *spin* do primeiro elétron do orbital é  $+1/2$ .

- a)  $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$     b)  $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$   
c)  $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$     d)  $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$   
e)  $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$

8. Quantos números quânticos são necessários para caracterizar um orbital?

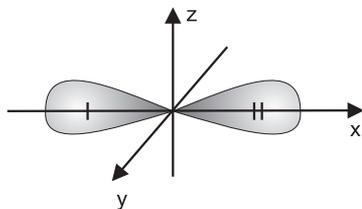
- a) 1      b) 2      c) 3      d) 4      e) 5

9. Em um átomo, quantos elétrons podem ocupar, no máximo, o orbital **p** representado na figura?



- a) 2  
b) 3  
c) 4  
d) 5  
e) 6

10. (ITA-SP) – Em relação ao esquema abaixo, referente a um orbital do tipo **p**, qual das seguintes afirmações é a mais correta?



- a) O  $\infty$  da figura representa a trajetória em forma de 8 de um elétron.  
b) A parte I da figura corresponde à região onde se encontra um, e apenas um, dos dois elétrons que podem existir no orbital.  
c) O volume da figura de revolução, resultante da rotação do  $\infty$  ao redor do eixo x, corresponde à região do espaço onde se tem certeza da existência do elétron.  
d) O volume da figura de revolução, citada na alternativa **c**, corresponde à região do espaço onde é maior a probabilidade de se encontrar o elétron.  
e) O volume da figura de revolução, citada na alternativa **c**, corresponde ao volume que um elétron ocupa no espaço.

11. Estão corretas as afirmações:

- 01) O conjunto de números quânticos  $n = 3$ ,  $l = 2$ ,  $m = 3$ ,  $s = + 1/2$  é possível.  
02) O  $n^\circ$  quântico responsável pela orientação do orbital no espaço é o  $n^\circ$  quântico magnético.  
04) O Princípio da Exclusão estabelecido por Pauli afirma que não existem, num átomo, dois ou mais elétrons com os mesmos quatro números quânticos.  
08) O orbital com forma de halteres apresenta  $n^\circ$  quântico secundário  $l = 2$ .



16) Qualquer orbital com  $n^\circ$  quântico secundário  $l = 0$  é esférico.

12. (UFRS) – Considerando os orbitais 2p e 3p de um mesmo átomo, podemos afirmar que eles possuem

- a) igual energia.  
b) mesma capacidade de ligação.  
c) mesma simetria.  
d) mesmos números quânticos.  
e) iguais diâmetros.

13. (UECE – MODELO ENEM) – Até sua morte, em 1940, Thomson manteve-se afinado com a Física de seu tempo e seu nome permanecerá na história como o cientista que corajosamente dividiu o “indivisível” e provocou uma mudança de paradigma do átomo, tomado como partícula indivisível desde o tempo dos gregos. Com relação ao átomo, assinale a alternativa correta.

- a) Em uma camada com  $n = 4$ , existem apenas 3 subcamadas.  
b) Quando  $n = 6$ , o valor máximo do número quântico  $l$  é 5.  
c) Para um elétron em uma subcamada 6d, são permitidos 6 valores de  $m_l$ .  
d) Com os números quânticos  $n = 4$ ,  $l = 2$  e  $m_l = 0$ , podem existir 6 elétrons.

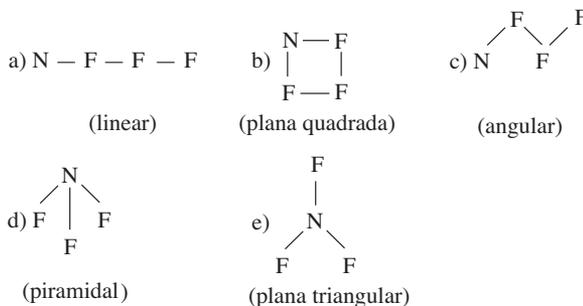
14. (UEPG – PR) – Considere dois átomos neutros A e B com números atômicos 17 e 20, respectivamente. Analise as proposições abaixo e assinale o que for correto.

- 01) O átomo A apresenta 7 elétrons na camada de valência e apresenta tendência em formar ânions monovalentes.  
02) Os átomos A e B apresentam o mesmo número de níveis energéticos.  
04) O átomo B tem seu elétron de diferenciação com números quânticos  $n = 4$ ;  $l = 0$ ;  $m = 0$ .  
08) Ligações do tipo covalente têm maior probabilidade de ocorrer entre os átomos A e B.  
16) A e B formam compostos com estequiometria 1 : 1.

## Módulo 27 – Modelo Orbital da Ligação Covalente

1. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – Qual das seguintes formulações é a mais correta para representar a forma da molécula de  $\text{NF}_3$ ?

Dado: números atômicos: F(9), N(7).



2. (VUNESP-UNIFICADO) – As geometrias das moléculas  $\text{PH}_3$  e  $\text{H}_2\text{S}$  são, respectivamente,

- a) trigonal plana e linear.  
b) tetraédrica e linear.  
c) piramidal trigonal e angular.  
d) quadrada plana e triangular plana.  
e) tetraédrica e trigonal plana.

Dado: números atômicos: H = 1; P = 15; S = 16

3. Desenhar esquematicamente a molécula  $\text{NH}_2\text{F}$ , mostrando apenas os orbitais que participam das ligações. Qual a forma geométrica da molécula?

Dado: números atômicos: N(7), H(1), F(9).

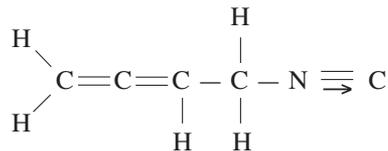
4. Levando em conta a estrutura das eletrosferas dos átomos de hidrogênio e de enxofre, prevê-se que as ligações H — S da molécula H<sub>2</sub>S sejam do tipo

- a) s — s. b) p — p. c) s — d. d) s — p. e) s — d<sup>2</sup>.

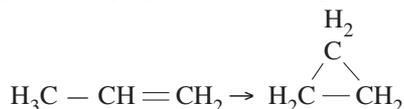
Dado: números atômicos: H = 1, S = 16.

## Módulo 28 – Ligações Sigma e Pi

1. Dar o número de ligações sigma e pi existentes na estrutura:



2. (UEL-PR) – Na isomerização do propeno dando ciclopropano, segundo a equação abaixo, desaparecem ligações

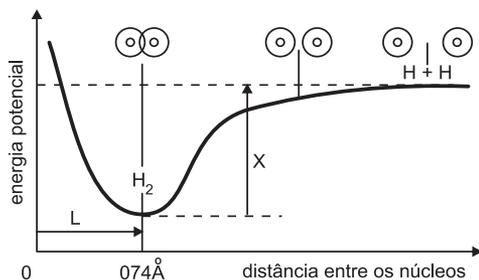


- a) pi. b) sigma.  
c) iônicas. d) triplas covalentes.  
e) por pontes de hidrogênio.

3. A ligação π pode-se dar entre

- a) dois orbitais s. b) um orbital s e um p.  
c) dois orbitais p. d) um orbital s e um d.  
e) dois orbitais moleculares.

4. (UFF-RJ) – O gráfico a seguir representa a decomposição da molécula de hidrogênio:



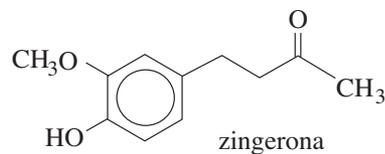
L = comprimento da ligação química

X = energia

Analisando o gráfico, é correto afirmar que

- a) X representa, em módulo, o valor da energia de dissociação da molécula de hidrogênio.  
b) os átomos de hidrogênio, isoladamente, são mais estáveis do que a molécula de hidrogênio.  
c) a formação da molécula de hidrogênio é um processo de ganho de energia.  
d) a partir da formação da ligação, a energia aumenta devido ao distanciamento entre os núcleos dos átomos.  
e) no ponto de menor energia do gráfico, ocorreu a formação de uma ligação pi (π).

5. (UFSCar-SP) – O gengibre, nome científico *Zingiber officinalis roscoe*, é uma planta que tem ação fitoterápica com indicação terapêutica estimulante gastrointestinal. Também é usado como condimento. O odor e o sabor picantes do gengibre são causados pela zingerona, um dos seus constituintes.



- a) Quantas ligações π encontram-se na molécula da zingerona? Identifique-as na estrutura.  
b) Escreva a equação da reação da zingerona com NaOH.

## Módulo 29 – Hibridação de Orbitais

1. Qual a hibridação que apresenta um orbital p puro?

2. Dadas as moléculas: CCl<sub>4</sub> e BCl<sub>3</sub>, qual não obedece à regra do octeto?

Números atômicos: C (6); B (5); Cl (17)

3. Que tipos de ligações “sigma” possui a molécula de CH<sub>3</sub>Cl?

Números atômicos: C (6); H (1); Cl (17)

4. Para formar a molécula BF<sub>3</sub>, admite-se que o átomo de boro sofra hibridação do tipo

Números atômicos: B (5); F (9).

- a) sp<sup>1</sup>. b) sp<sup>2</sup>. c) sp<sup>3</sup>. d) sp<sup>4</sup>. e) sp<sup>5</sup>.

5. Qual é a forma geométrica da molécula AlCl<sub>3</sub>? Quanto vale o ângulo entre as ligações?

Números atômicos: Al (13) e Cl (17)

6. Se não houvesse hibridação, a fórmula do composto formado por boro (Z = 5) e flúor (Z = 9) seria

- a) BF. b) BF<sub>2</sub>. c) BF<sub>3</sub>. d) BF<sub>4</sub>.

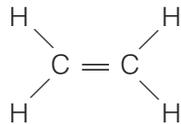
7. (UEMT) – Qual dos elementos a seguir, cujas estruturas eletrônicas são apresentadas, teria capacidade de ligação nula, se não ocorresse hibridação?

- a) 1s<sup>1</sup> b) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup> c) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>2</sup>  
d) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>4</sup> e) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>5</sup>

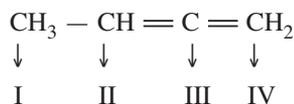
8. Desenhar dentro de um cubo a hibridação sp<sup>3</sup>.

## Módulo 30 – Hibridação do Carbono

1. Qual a hibridação dos átomos de carbono no eteno? Entre que tipos de orbitais se forma a ligação sigma e a ligação pi que unem os átomos de carbono da molécula de eteno?



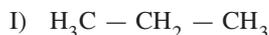
2. Os átomos de carbono I, II, III e IV no composto:



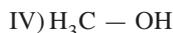
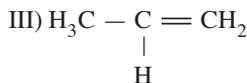
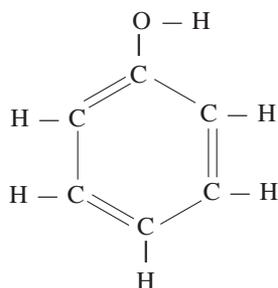
apresentam, respectivamente, hibridação

- a)  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp^2$  e  $sp^2$ .      b)  $sp^2$ ,  $sp^2$ ,  $sp$  e  $sp$ .  
c)  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^2$  e  $sp^3$ .      d)  $sp^2$ ,  $sp$ ,  $sp$  e  $sp^2$ .  
e)  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$  e  $sp^2$ .

3. (UFG-GO) – Dadas as fórmulas dos compostos:



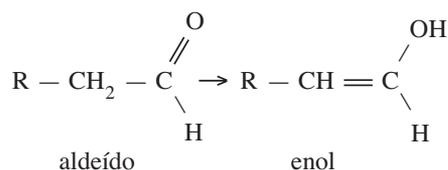
II)



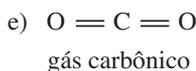
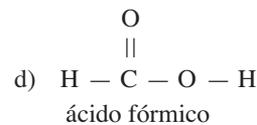
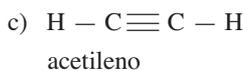
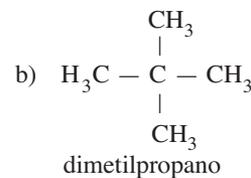
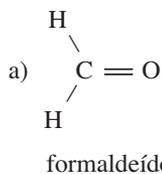
pode-se afirmar que

- 01) I e II apresentam carbono  $sp^2$ .  
02) I e III apresentam carbono  $sp^3$ .  
04) I e IV apresentam carbono  $sp^2$ .  
08) II e IV apresentam carbono  $sp^3$ .  
16) II e III apresentam carbono  $sp^2$ .

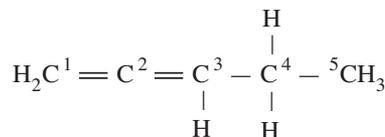
4. Para o composto  $\text{R} - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H}$ , observa-se a possibilidade de transformação do grupamento aldoxila em enol. Que tipo de hibridação apresenta o carbono ligado à aldoxila e que tipo de hibridação o mesmo carbono passará a apresentar quando da formação do enol?



5. (UFV-MG) – O composto que possui um átomo de carbono como centro de um tetraedro regular é



6. Para a molécula:

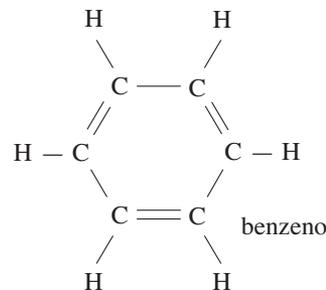
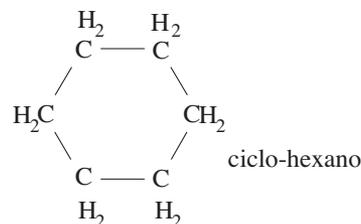
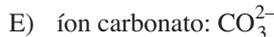
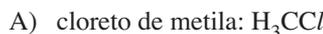


dar o ângulo formado pelos átomos de carbono

- a) 1, 2 e 3                      b) 2, 3 e 4                      c) 3, 4 e 5

7. Nas partículas apresentadas a seguir, pedem-se:

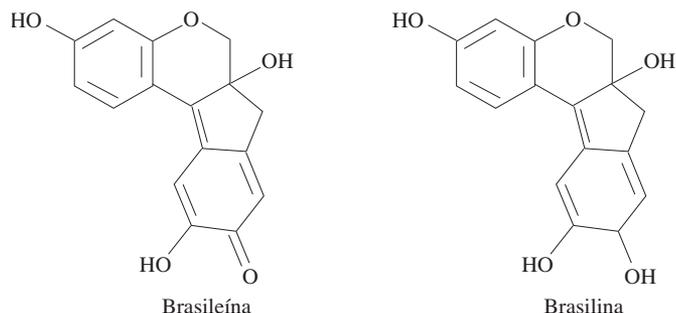
- I. a hibridação do carbono.  
II. a forma geométrica da partícula.  
III. o ângulo entre as ligações.



## EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

Módulo 25 – Reações Orgânicas II:  
Oxidação de Alcoóis

1. (UFMG – MODELO ENEM) – A brasileína e a brasilina – dois pigmentos responsáveis pela cor vermelha característica do pau-brasil – têm, respectivamente, esta estrutura:



Considerando-se a fórmula estrutural de cada uma dessas duas substâncias, é correto afirmar que a brasileína

- apresenta massa molar maior que a da brasilina.
- é um isômero da brasilina.
- pode ser obtida por oxidação da brasilina.
- tem o mesmo número de hidroxilas que a brasilina.

**Resolução**

a) **Incorreto.**

Fórmula molecular da brasileína:  $C_{16}H_{12}O_5$

Fórmula molecular da brasilina:  $C_{16}H_{14}O_5$ . Portanto, a brasileína tem menor massa molar.

b) **Incorreto.**

As fórmulas moleculares são diferentes.

c) **Correto.**

A brasilina (álcool secundário) produz por oxidação a brasileína (cetona).

d) **Incorreto.**

A brasilina tem quatro hidroxilas enquanto a brasileína tem três.

**Resposta: C**

2. (UNIFESP) – Depois de voltar a se consolidar no mercado brasileiro de combustíveis, motivado pelo lançamento dos carros bicompostíveis, o álcool pode se tornar também matéria-prima para a indústria química, para substituir os insumos derivados do petróleo, cujos preços do barril alcançam patamares elevados no mercado internacional. Algumas empresas não descartam a possibilidade de utilizar, no futuro próximo, a álcoolquímica no lugar da petroquímica. As mais atrativas aplicações do álcool na indústria química, porém, serão voltadas à produção de compostos oxigenados, como o ácido acético, acetato de etila e butanol. Na tabela, são apresentadas algumas propriedades do 1-butanol e de certo álcool X. Os produtos da oxidação destes álcoois não pertencem à mesma classe de compostos orgânicos.

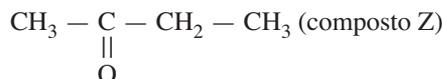
Propriedades	1-butanol	X
temperatura de ebulição ( $^{\circ}C$ )	118	99
massa molar ( $g/mol^{-1}$ )	74	74
produto da oxidação completa com $KMnO_4(aq)$ em meio ácido ( $H_2SO_4$ )	ácido butanoico	Z

- Forneça o tipo de isomeria que ocorre entre 1-butanol e o composto X. Dê a fórmula estrutural do composto Z.
- Escreva a equação balanceada da reação de oxidação do 1-butanol, sabendo-se que são produzidos ainda  $K_2SO_4$ ,  $MnSO_4$  e  $H_2O$ .

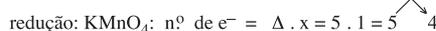
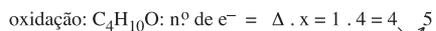
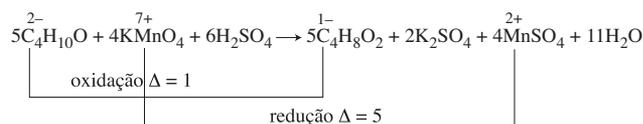
**Resolução**

- O composto X é o 2-butanol, e é isômero de posição do 1-butanol.

A fórmula estrutural da butanona:



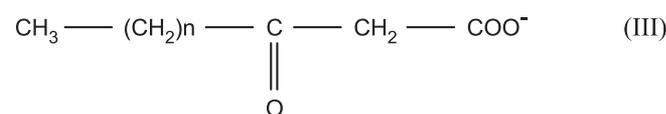
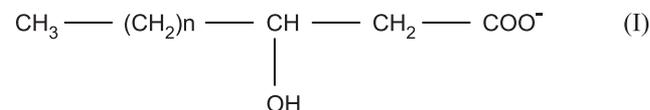
- Equação balanceada da reação de oxidação:



3. (UNESP) – A oxidação de um ácido graxo para obtenção de energia em nosso organismo envolve, entre outras, as seguintes etapas:

- 1.<sup>a</sup> etapa – oxidação (ou desidrogenação)
- 2.<sup>a</sup> etapa – hidratação
- 3.<sup>a</sup> etapa – oxidação

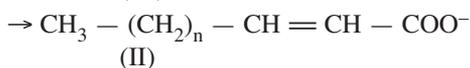
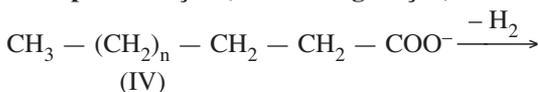
Dadas as fórmulas estruturais a seguir



indique qual o reagente e o produto para cada uma das etapas, na ordem indicada, dando os nomes das funções químicas que são formadas após cada uma das reações.

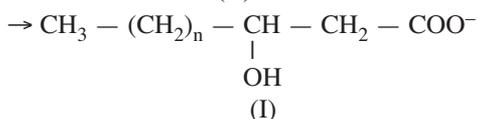
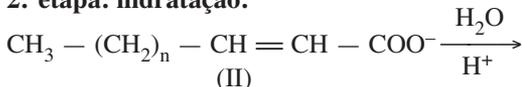
### Resolução

#### 1ª etapa: oxidação (ou desidrogenação):



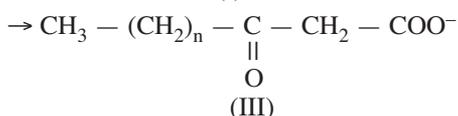
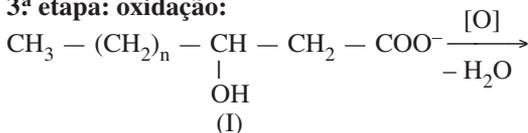
ácido graxo insaturado (ionizado)

#### 2ª etapa: hidratação:



ácido graxo saturado e álcool

#### 3ª etapa: oxidação:



ácido graxo saturado e cetona

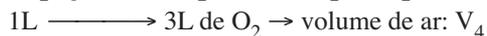
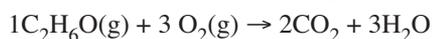
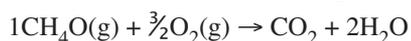
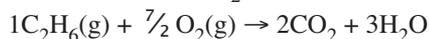
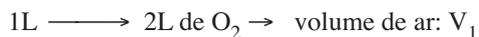
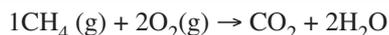
## Módulo 26 – Combustão, Caráter Ácido e Básico

4. (ITA-SP – MODELO ENEM) – Considere a queima completa de vapores das quatro seguintes substâncias: metano, etano, metanol e etanol. Os volumes de ar necessário para a queima de 1 litro de cada um destes vapores, todos à mesma pressão e temperatura, são, respectivamente,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  e  $V_4$ . Assinale a alternativa que apresenta a comparação correta entre os volumes de ar utilizado na combustão.

- a)  $V_2 > V_4 > V_1 > V_3$       b)  $V_2 > V_1 > V_4 > V_3$   
 c)  $V_4 > V_2 > V_3 > V_1$       d)  $V_4 > V_3 > V_2 > V_1$   
 e)  $V_4 = V_2 > V_3 = V_1$

### Resolução

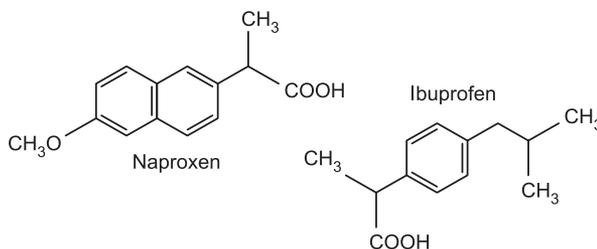
Escrevendo-se as equações de combustão dos compostos, temos:



Logo:  $V_2 > V_4 > V_1 > V_3$

Resposta: A

5. (UFMG – MODELO ENEM) – O naproxen e o ibuprofen são indicados para o tratamento da artrite e reumatismo.



Considerando-se essas estruturas moleculares, é **incorreto** afirmar que

- a) as duas substâncias são aromáticas.  
 b) as duas substâncias têm características básicas.  
 c) o grupamento  $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$  é comum às duas substâncias.  
 d) o naproxen apresenta um número maior de átomos de carbono em sua molécula.

### Resolução

- a) **Correto.** As duas estruturas apresentam núcleo benzênico.  
 b) **Incorreto.** As duas estruturas apresentam o grupo carboxila

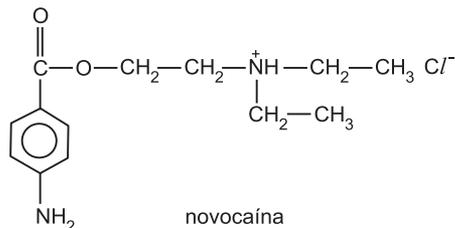
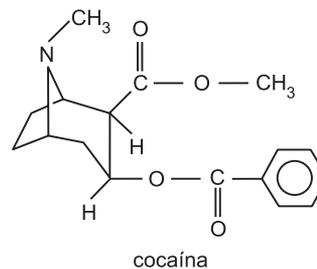


- c) **Correto.** É o grupamento

- d) **Correto.** Naproxen:  $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{O}_3$ ; Ibuprofen:  $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$

Resposta: B

6. (UNIFESP – MODELO ENEM) – A cocaína foi o primeiro anestésico injetável, empregado desde o século XIX. Após se descobrir que o seu uso causava dependência física, novas substâncias foram sintetizadas para substituí-la, entre elas a novocaína.

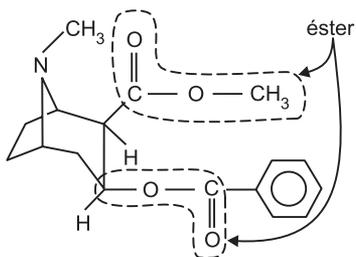


A função orgânica oxigenada encontrada na estrutura da cocaína e o reagente químico que pode ser utilizado para converter o grupo amônio da novocaína da forma de sal para a forma de amina são, respectivamente,

- a) éster e NaOH.    b) éster e HCl.    c) éster e H<sub>2</sub>O.  
 d) éter e HCl.    e) éter e NaOH.

### Resolução

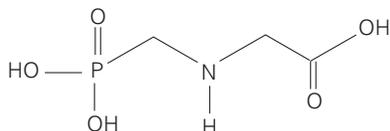
A função orgânica oxigenada encontrada na estrutura da cocaína é **éster**:



O reagente é o NaOH, porque o cátion  $\text{—N}^{\text{H}}\text{—}$  da novocaína reage com o ânion OH<sup>-</sup> da base, formando amina e água.

**Resposta: A**

7. (UNICAMP-SP) – Os agentes organofosforados tiveram grande desenvolvimento durante a Segunda Guerra Mundial nas pesquisas que visavam à produção de armas químicas. Mais tarde, constatou-se que alguns desses compostos, em baixas concentrações, poderiam ser usados como pesticidas. Entre essas substâncias, destacou-se o glifosato (molécula abaixo representada), um herbicida que funciona inibindo a via de síntese do ácido chiquímico (ácido 3,4,5-tri-hidroxibenzoico), um intermediário vital no processo de crescimento e sobrevivência de plantas que competem com a cultura de interesse. Essa via de síntese está presente em plantas superiores, algas e protozoários, mas é ausente nos mamíferos, peixes, pássaros, répteis e insetos.

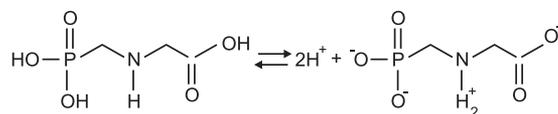


- a) Ao se dissolver o glifosato em água, a solução final terá um pH maior, menor ou igual ao da água antes da dissolução? Escreva uma equação química que justifique a sua resposta.  
 b) O texto fala do ácido chiquímico. Escreva a sua fórmula estrutural, de acordo com seu nome oficial dado no texto.  
 c) Imagine uma propaganda nos seguintes termos: "USE O GLIFOSATO NO COMBATE À MALÁRIA. MATE O *Plasmodium falciparum*, O PARASITA DO INSETO RESPONSÁVEL POR ESSA DOENÇA". De acordo com as informações do texto, essa propaganda poderia ser verdadeira? Comece respondendo com SIM ou NÃO e justifique.

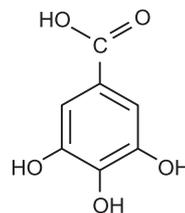
### Resolução

- a) O glifosato apresenta um grupamento derivado de ácido carboxílico (caráter ácido), um grupamento derivado do ácido fosfórico (caráter ácido) e um grupamento derivado de amina secundária (caráter básico). Por apresentar um maior número de grupamentos ácidos, sua ionização dará origem a uma solução ácida. Podemos afirmar que o pH da solução final

será menor que o da água antes da dissolução. A equação de ionização total pode ser escrita assim:



- b) Ácido chiquímico (ácido 3,4,5-tri-hidroxibenzoico):



- c) Sim. O glifosato inibe a via de síntese do ácido chiquímico que se encontra presente em plantas, algas e protozoários. Como o *plasmodium falciparum* é um protozoário, podemos usar glifosato no combate à malária.

## Módulo 27 – Petróleo: Frações, Craqueamento e Octanagem

8. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Para compreender o processo de exploração e o consumo dos recursos petrolíferos, é fundamental conhecer a gênese e o processo de formação do petróleo descritos no texto abaixo.

*“O petróleo é um combustível fóssil, originado provavelmente de restos de vida aquática acumulados no fundo dos oceanos primitivos e cobertos por sedimentos. O tempo e a pressão do sedimento sobre o material depositado no fundo do mar transformaram esses restos em massas viscosas de coloração negra denominadas jazidas de petróleo.”*

(Adaptado de TUNDISI. *Usos de energia*. São Paulo: Atual Editora)

As informações do texto permitem afirmar que

- a) o petróleo é um recurso energético renovável a curto prazo, em razão de sua constante formação geológica.  
 b) a exploração de petróleo é realizada apenas em áreas marinhas.  
 c) a extração e o aproveitamento do petróleo são atividades não poluentes dada sua origem natural.  
 d) o petróleo é um recurso energético distribuído homogeneamente, em todas as regiões, independentemente da sua origem.  
 e) o petróleo é um recurso não renovável a curto prazo, explorado em áreas continentais de origem marinha ou em áreas submarinas.

### Resolução

A questão refere-se à origem, à formação e à distribuição das jazidas de petróleo.

A alternativa *e* conclui, a partir das informações contidas no texto, que o petróleo é um recurso não renovável e pode ser encontrado tanto em plataformas continentais como em áreas continentais de origem marinha.

**Resposta: E**

9. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Segundo matéria publicada em um jornal brasileiro, “*Todo o lixo (orgânico) produzido pelo Brasil hoje – cerca de 20 milhões de toneladas por ano – seria capaz de aumentar em 15% a oferta de energia elétrica. Isso representa a metade da energia produzida pela hidrelétrica de Itaipu. O segredo está na celulignina, combustível sólido gerado a partir de um processo químico a que são submetidos os resíduos orgânicos*”.

(O Estado de S. Paulo)

Independentemente da viabilidade econômica desse processo, ainda em fase de pesquisa, na produção de energia pela técnica citada nessa matéria, a celulignina faria o mesmo papel

- do gás natural em uma usina termoeletrica.
- do vapor-d’água em uma usina termoeletrica.
- da queda-d’água em uma usina hidrelétrica.
- das pás das turbinas em uma usina eólica.
- do reator nuclear em uma usina termonuclear.

#### Resolução

Pelo texto, a celulignina é um combustível, e a produção de energia a partir dela se daria pela reação química de combustão. Dentre as alternativas citadas, a única em que a produção de energia ocorre através de combustão é a do gás natural em uma usina termoeletrica.

**Resposta: A**

10. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Do ponto de vista ambiental, uma distinção importante que se faz entre os combustíveis é serem provenientes ou não de fontes renováveis. No caso dos derivados de petróleo e do álcool de cana, essa distinção se caracteriza

- pela diferença nas escalas de tempo de formação das fontes, período geológico no caso do petróleo e anual no da cana.
- pelo maior ou menor tempo para se reciclar o combustível utilizado, tempo muito maior no caso do álcool.
- pelo maior ou menor tempo para se reciclar o combustível utilizado, tempo muito maior no caso dos derivados do petróleo.
- pelo tempo de combustão de uma mesma quantidade de combustível, tempo muito maior para os derivados do petróleo do que do álcool.
- pelo tempo de produção de combustível, pois o refino do petróleo leva dez vezes mais tempo do que a destilação do fermento de cana.

#### Resolução

O petróleo é formado pela decomposição do plâncton marinho, que foi depositado em rochas sedimentares durante a era Mesozoica, entre 200 e 300 milhões de anos atrás. A cana, por sua vez, pode produzir pelo menos uma colheita por ano, resultando na produção do álcool.

**Resposta: A**

11. (ITA-SP) – O petróleo, abstraindo componentes minoritários, é essencialmente uma mistura de hidrocarbonetos. Em relação a esta matéria-prima, discuta os dois pontos seguintes:

- Como e com base em que princípios físico-químicos o petróleo é desdobrado em frações designadas gasolina, querosene, óleo diesel etc.?

b) Como e com base em que princípios físico-químicos uma refinaria é capaz de produzir quantidades adicionais de frações “mais leves” ou “mais pesadas” do que a proporção originalmente presente no petróleo?

No caso em que estejam envolvidas reações químicas, deixe clara a sua natureza e as condições de operação que desloquem os equilíbrios em jogo no sentido desejado.

#### Resolução

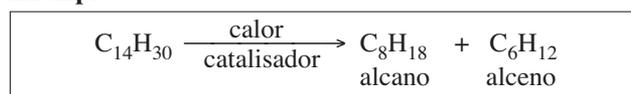
a) O petróleo é uma mistura de muitos compostos orgânicos (principalmente hidrocarbonetos), sendo desdobrado em suas frações pelo processo de destilação fracionada, que separa estas frações pelo fato de apresentarem faixas de pontos de ebulição diferentes.

**Exemplos:** gasolina → 40°C a 180°C  
querosene → 180°C a 230°C  
óleo diesel → 230°C a 300°C

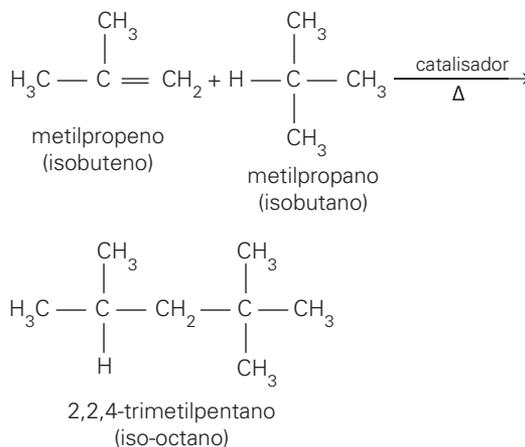
b) Para produzir quantidades adicionais de frações “mais leves” podemos usar o processo denominado **CRACKING (CRAQUEAMENTO)**.

Consiste esta reação na quebra de cadeias carbônicas grandes, transformando-as em cadeias menores.

#### Exemplo



Para produzir quantidades adicionais de frações “mais pesadas” podemos usar o processo de adição de alceno em alceno (alquilação). Por exemplo, a obtenção do iso-octano pela reação:



12. (FUVEST-SP) – Em automóveis, o hidrogênio é um possível combustível alternativo à gasolina.

- Usando os dados abaixo, calcule a pressão da quantidade de hidrogênio que fornece a mesma energia e ocupa o mesmo volume, a 27°C, que 1 litro de gasolina.
- Qual é a vantagem do hidrogênio e a desvantagem da gasolina como combustíveis, em termos
  - ambiental?
  - da disponibilidade das fontes naturais das quais são obtidos?

Calores de combustão

gasolina:  $3,0 \times 10^7$  J/L

hidrogênio:  $2,4 \times 10^5$  J/mol

Constante dos gases:  $8 \times 10^{-2}$  L atm mol<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>

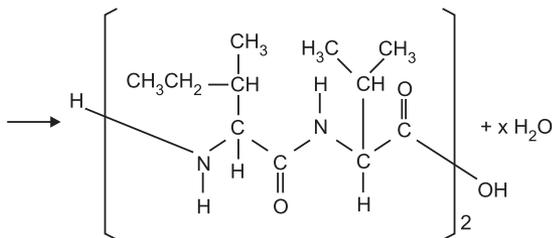
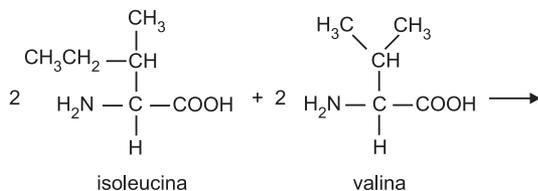


15. (FUVEST-SP) – O valor biológico proteico dos alimentos é avaliado comparando-se a porcentagem dos aminoácidos, ditos “essenciais”, presentes nas proteínas desses alimentos, com a porcentagem dos mesmos aminoácidos presentes na proteína do ovo, que é tomada como referência. Quando, em um determinado alimento, um desses aminoácidos estiver presente em teor inferior ao do ovo, limitará a quantidade de proteína humana que poderá ser sintetizada. Um outro alimento poderá compensar tal deficiência no referido aminoácido. Esses dois alimentos conterão “proteínas complementares” e, juntos, terão um valor nutritivo superior a cada um em separado.

Na tabela que se segue, estão as porcentagens de alguns aminoácidos “essenciais” em dois alimentos em relação às do ovo (100%).

Alguns aminoácidos essenciais	Arroz	Feijão
Lisina	63	102
Fenilalanina	110	107
Metionina	82	37
Leucina	115	101

a) Explique por que a combinação “arroz com feijão” é adequada em termos de “proteínas complementares”. A equação que representa a formação de um peptídeo, a partir dos aminoácidos isoleucina e valina, é dada a seguir.



- b) Mostre, com um círculo, na fórmula estrutural do peptídeo, a parte que representa a ligação peptídica.
- c) Determine o valor de x na equação química dada.
- d) 100g de proteína de ovo contém 0,655g de isoleucina e 0,810g de valina. Dispondo-se dessas massas de aminoácidos, qual a massa aproximada do peptídeo, representado anteriormente, que pode ser obtida, supondo reação total? Mostre os cálculos.

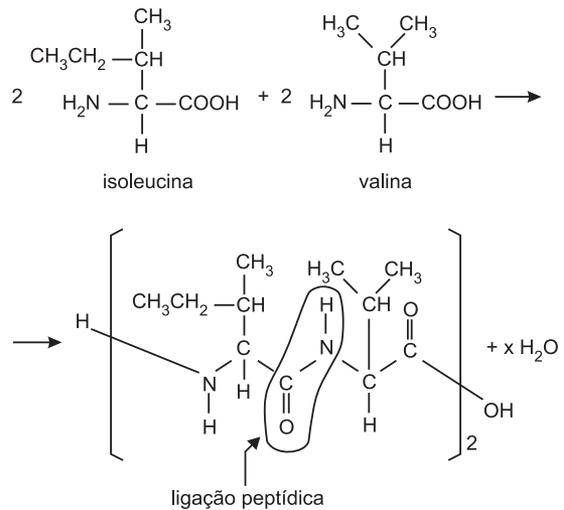
Massa molar (g/mol):	valina .....	117
	isoleucina .....	131
	água .....	18

### Resolução

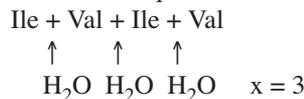
a) A combinação “arroz com feijão” é adequada, pois, **juntos, terão um valor nutritivo superior a cada um em separado.**

Observe que o feijão é relativamente pobre em metionina, sendo complementado pelo arroz; a porcentagem de lisina no arroz é baixa, enquanto o feijão é rico neste aminoácido. Essa combinação suprirá a deficiência dos aminoácidos.

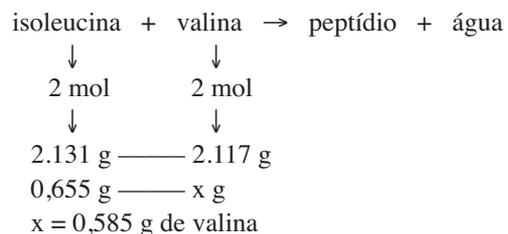
b)



c) Observe o esquema:

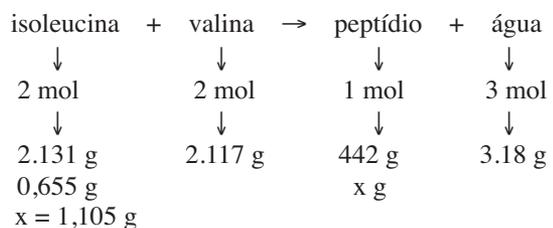


d) Na reação da isoleucina com a valina, há excesso de valina, de acordo com os cálculos:



Portanto, o excesso de valina é  
 $(0,810 \text{ g} - 0,585 \text{ g}) = 0,225 \text{ g}$

$$M_{\text{peptídeo}} = (2 \times 131 + 2 \cdot 117 - 3 \cdot 18) \text{g/mol} = 442 \text{g/mol}$$



## Módulo 29 – Hidratos de Carbono (Carboidratos)

16. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Ao beber uma solução de glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ), um corta-cana ingere uma substância

- que, ao ser degradada pelo organismo, produz energia que pode ser usada para movimentar o corpo.
- inflamável que, queimada pelo organismo, produz água para manter a hidratação das células.
- que eleva a taxa de açúcar no sangue e é armazenada na célula, o que restabelece o teor de oxigênio no organismo.
- insolúvel em água, o que aumenta a retenção de líquidos pelo organismo.
- de sabor adocicado que utilizada na respiração celular, fornece  $CO_2$  para manter estável a taxa de carbono na atmosfera.

### Resolução

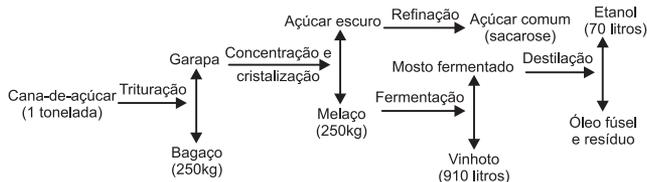
A glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ), ao reagir com  $O_2$ , libera energia que é usada, por exemplo, para movimentar o corpo. A equação química que representa esse processo é



A glicose é solúvel em água. A formação de  $CO_2$  na respiração celular não mantém estável a taxa de carbono na atmosfera. A hidratação das células resulta da absorção de água pelo organismo.

**Resposta: A**

17. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – O esquema ilustra o processo de obtenção do álcool etílico a partir da cana-de-açúcar.



Em 1996, foram produzidos no Brasil 12 bilhões de litros de álcool. A quantidade de cana-de-açúcar, em toneladas, que teve de ser colhida para esse fim foi, aproximadamente,

- $1,7 \times 10^8$ .
- $1,2 \times 10^9$ .
- $1,7 \times 10^9$ .
- $1,2 \times 10^{10}$ .
- $7,0 \times 10^{10}$ .

### Resolução

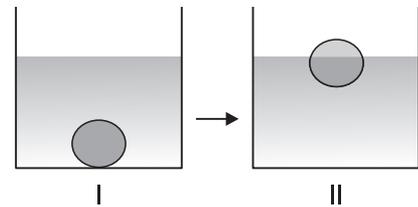
Cálculo da massa de cana-de-açúcar

$$1 \text{ tonelada de cana} \quad \text{---} \quad 70L \text{ de etanol} \\ x \quad \text{---} \quad 12 \cdot 10^9 L \text{ de etanol}$$

$$x = 1,7 \cdot 10^8 \text{ toneladas de cana-de-açúcar}$$

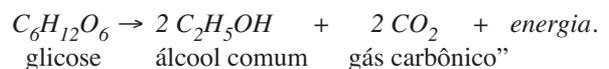
**Resposta: A**

18. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – No processo de fabricação de pão, os padeiros, após prepararem a massa utilizando fermento biológico, separam uma porção de massa em forma de “bola” e a mergulham num recipiente com água, aguardando que ela suba, como pode ser observado, respectivamente, em I e II do esquema abaixo. Quando isso acontece, a massa está pronta para ir ao forno.



Um professor de Química explicaria esse procedimento da seguinte maneira:

“A bola de massa torna-se menos densa que o líquido e sobe. A alteração da densidade deve-se à fermentação, processo que pode ser resumido pela equação



Considere as afirmações abaixo.

- A fermentação dos carboidratos da massa de pão ocorre de maneira espontânea e não depende da existência de qualquer organismo vivo.
- Durante a fermentação, ocorre produção de gás carbônico, que se vai acumulando em cavidades no interior da massa, o que faz a bola subir.
- A fermentação transforma a glicose em álcool. Como o álcool tem maior densidade do que a água, a bola de massa sobe.

Dentre as afirmativas, apenas

- I está correta.
- II está correta.
- I e II estão corretas.
- II e III estão corretas.
- III está correta.

### Resolução

- Falsa.** O processo da fermentação de carboidratos se dá devido à presença de enzima sintetizada por micro-organismos presentes no meio.
- Correta.** No processo de fermentação, ocorre a produção de gás carbônico que se acumula no interior da massa, diminuindo a densidade da mesma. Quando essa densidade fica menor que a da água, a bola de massa sobe.
- Falsa.** Embora a densidade do álcool seja menor que a da água somente essa substância não torna a bola de massa suficiente para adquirir densidade menor que da água e subir.

**Resposta: B**

19. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Um dos grandes problemas das regiões urbanas é o acúmulo de lixo sólido e sua disposição. Há vários processos para a disposição do lixo, dentre eles o aterro sanitário, o depósito a céu aberto e a incineração. Cada um deles apresenta vantagens e desvantagens.

Considere as seguintes vantagens de métodos de disposição do lixo:

- I. diminuição do contato humano direto com o lixo;
- II. produção de adubo para agricultura;
- III. baixo custo operacional do processo;
- IV. redução do volume de lixo.

A relação correta entre cada um dos processos para a disposição do lixo e as vantagens apontadas é:

	Aterro sanitário	Depósito a céu aberto	Incineração
a)	I	II	I
b)	I	III	IV
c)	II	IV	I
d)	II	I	IV
e)	III	II	I

#### Resolução

A opção pelo **aterro sanitário** possibilita o confinamento do lixo em áreas específicas onde o contato humano é mínimo. O **depósito a céu aberto** tem um custo operacional baixo, mas causa danos ao meio ambiente. A **incineração**, por sua vez, reduz o volume de lixo, mas inevitavelmente gera poluição.

A produção de adubo pode ser obtida com a **compostagem** de material orgânico.

**Resposta: B**

20. (UFABC-SP – MODELO ENEM) – O principal componente das fibras da polpa de açaí é a celulose, um polímero de glicose que possui função estrutural na célula vegetal, como um componente importante da parede celular.

Sobre esse tema, afirma-se que

- I. a celulose é um polímero natural que resulta da união entre átomos de carbono pertencentes a duas moléculas de glicose.
- II. para formar fibras lineares de celulose, a polimerização da glicose se faz com eliminação de água.
- III. a glicose é também o monômero do amido, um polímero que os vegetais utilizam como reserva energética.

É correto o que se afirma apenas em

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

#### Resolução

I. **Errado.**

A celulose é um polissacarídeo, portanto, é formada pela união de várias moléculas de glicose.

II. **Correto.**

A celulose é um polímero de condensação; na sua formação, ocorre a liberação de moléculas de água.

III. **Correto.**

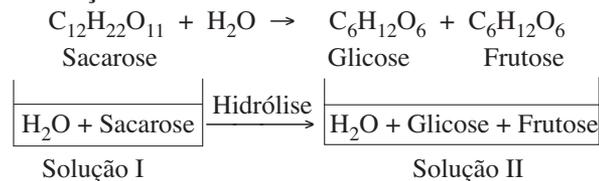
O amido também é um polissacarídeo obtido a partir da glicose.

**Resposta: E**

21. (ITA-SP) – A sacarose dissolvida em certo volume de água com traços de ácido é completamente hidrolisada. Chamemos de I a solução antes da hidrólise e de II a solução depois da hidrólise. Admite-se que o volume da solução não varia com a hidrólise. A afirmação certa a respeito das soluções I e II é:

- a) A pressão osmótica das duas soluções é a mesma.
- b) A elevação da temperatura de início de ebulição da solução II é maior do que a da solução I.
- c) O valor da pressão de vapor da água da solução I é a metade do da solução II.
- d) A fração molar da água na solução II é igual à fração molar da água na solução I.
- e) A temperatura de início de solidificação da água na solução I é mais baixa do que na solução II.

#### Resolução



A temperatura do início da ebulição é maior na solução II porque na solução I havia um certo número de partículas dispersas que aumentou após ter ocorrido a hidrólise da sacarose dando glicose + frutose presentes na solução II e, conseqüentemente, houve um aumento do número de partículas dispersas na solução.

**Resposta: B**

## Módulo 30 – Lípides: Óleos e Gorduras

22. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Sabe-se que a ingestão frequente de lipídios contendo ácidos graxos (ácidos monocarboxílicos alifáticos) de cadeia carbônica insaturada com isomeria trans apresenta maior risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, sendo que isso não se observa com os isômeros cis.

Dentre os critérios seguintes, o mais adequado à escolha de um produto alimentar saudável contendo lipídios é:

- a) Se contiver bases nitrogenadas, estas devem estar ligadas a uma ribose e a um aminoácido.
- b) Se contiver sais, estes devem ser de bromo ou de flúor, pois são essas as formas mais frequentes nos lipídios cis.
- c) Se estiverem presentes compostos com ligações peptídicas entre os aminoácidos, os grupos amino devem ser esterificados.
- d) Se contiver lipídios com duplas ligações entre os carbonos, os ligantes de maior massa devem estar do mesmo lado da cadeia.
- e) Se contiver polihidroxi aldeídos ligados covalentemente entre si, por ligações simples, esses compostos devem apresentar estrutura linear.

#### Resolução

No isômero geométrico cis, os ligantes de maior massa molecular estão do mesmo lado com relação ao plano que contém a dupla ligação. No isômero trans, os ligantes de maior massa molecular estão um em cada lado.

**Resposta: D**

23. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – As “margarinas” e os chamados “cremes vegetais” são produtos diferentes, comercializados em embalagens quase idênticas. O consumidor, para diferenciar um produto do outro, deve ler com atenção os dizeres do rótulo, geralmente em letras muito pequenas. As figuras que seguem representam rótulos desses dois produtos.



Uma função dos lipídios no preparo das massas alimentícias é torná-las mais macias. Uma pessoa que, por desatenção, use 200g de creme vegetal para preparar uma massa cuja receita pede 200g de margarina, não obterá a consistência desejada, pois estará utilizando uma quantidade de lipídios que é, em relação à recomendada, aproximadamente

- a) o triplo.      b) o dobro.      c) a metade.  
d) um terço.      e) um quarto.

**Resolução**

As quantidades de lipídios em 200 g de creme vegetal e 200 g de margarina são, respectivamente,  $35\% \cdot 200 \text{ g} = 70 \text{ g}$  e  $65\% \cdot 200 \text{ g} = 130 \text{ g}$ .

Uma pessoa que, inadvertidamente, utiliza creme vegetal em vez de margarina estará usando

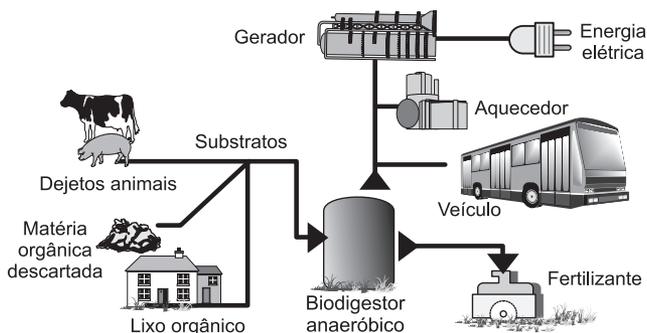
$$\frac{70 \text{ g}}{130 \text{ g}} = \frac{7}{13} \approx 0,54\% = 54\%$$

da quantidade necessária de lipídios. A melhor aproximação desse resultado é “a metade”.

**Resposta: C**

24. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) –

A biodigestão anaeróbica, que se processa na ausência de ar, permite a obtenção de energia e materiais que podem ser utilizados não só como fertilizante e combustível de veículos, mas também para acionar motores elétricos e aquecer recintos.



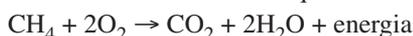
O material produzido pelo processo esquematizado e utilizado para a geração de energia é o

- a) biodiesel, obtido a partir da decomposição de matéria orgânica e(ou) por fermentação na presença de oxigênio.

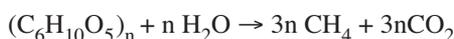
- b) metano (CH<sub>4</sub>), biocombustível utilizado em diferentes máquinas.  
c) etanol, que, além de ser empregado na geração de energia elétrica, é utilizado como fertilizante.  
d) hidrogênio, combustível economicamente mais viável, produzido sem necessidade de oxigênio.  
e) metanol, que, além das aplicações mostradas no esquema, é matéria-prima na indústria de bebidas.

**Resolução**

A fermentação anaeróbica de dejetos animais, lixo orgânico e matéria orgânica descartada produz metano, biocombustível utilizado em diferentes máquinas.



A celulose, (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>, por fermentação anaeróbica, produz o metano.



**Resposta: B**

25. (FUVEST-SP) – % em mols de ácidos graxos na porção ácida obtida da hidrólise de óleos vegetais.

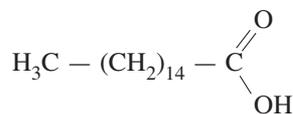
	Palmítico (C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )	Estearico (C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub> )	Oleico (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub> )	Linoleico (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )
Óleo de soja	11,0	3,0	28,6	67,4
Óleo de milho	11,0	3,0	52,4	33,6

Comparando-se quantidades iguais (em mols) das porções ácidas desses dois óleos, verifica-se que a porção ácida do óleo de milho tem, em relação à do óleo de soja, quantidade (em mols) de

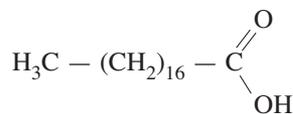
	ácidos saturados	ligações duplas
a)	igual	maior
b)	menor	igual
c)	igual	menor
d)	menor	maior
e)	maior	menor

**Resolução**

O ácido palmítico de fórmula



e o ácido esteárico de fórmula



são ácidos graxos saturados.

Como tanto o óleo de soja como o óleo de milho têm as mesmas quantidades destes dois ácidos (11,0% e 3,0%), têm, portanto, a mesma quantidade de ácidos saturados. Já o ácido oleico de fórmula  $C_{18}H_{34}O_2$  tem na sua fórmula dois H a menos que o ácido esteárico, sendo insaturado com 1 dupla-ligação, e o ácido linoléico de fórmula  $C_{18}H_{32}O_2$  tem na sua fórmula quatro H a menos que o ácido esteárico, sendo insaturado com duas duplas-ligações.

Como o óleo de milho tem um percentual menor do ácido linoleico (2 duplas), terá um número menor de duplas que o óleo de soja.

**Resposta: C**

26. (FUVEST-SP)

1/4 de xícara de bicarbonato de sódio  
1/4 de xícara de óleo vegetal  
1/4 de xícara de água

Ao aquecer a mistura dada mantendo fervura branda, o óleo sofre uma

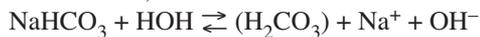
a) hidrólise ácida.

- b) hidrogenação catalítica.  
c) polimerização por condensação.  
d) polimerização por adição.  
e) saponificação.

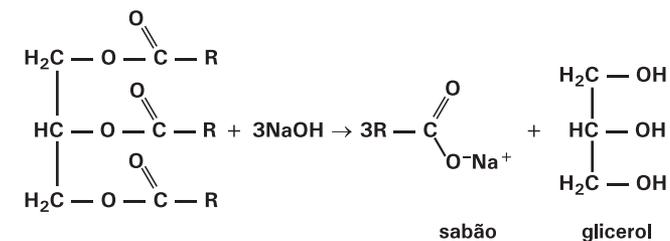
**Resolução**

Temos uma mistura de bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ), água ( $H_2O$ ) e óleo vegetal (triéster).

Inicialmente, temos a hidrólise do bicarbonato de sódio.



Logo depois temos a reação do óleo vegetal com  $NaOH$ .



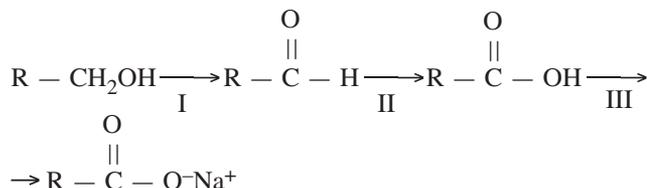
A reação de éster com base forte é conhecida como reação de saponificação.

**Resposta: E**

## EXERCÍCIOS-TAREFA

### Módulo 25 – Reações Orgânicas II: Oxidação de Alcoóis

1. (FUVEST-SP) – Considere as etapas I, II e III do processo químico abaixo representado:



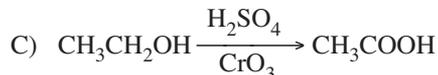
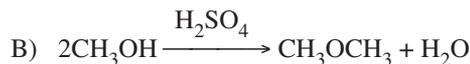
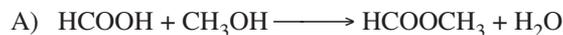
Reconhece-se oxidação no carbono

- a) nas etapas I, II e III.  
b) nas etapas I e II, somente.  
c) na etapa I, somente.  
d) na etapa II, somente.  
e) na etapa III, somente.

2. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – A fermentação acética corresponde à transformação do vinho em vinagre. A reação que caracteriza essa transformação é:

- a)  $CH_3OH + O_2 \longrightarrow HCOOH + H_2O$   
b)  $CH_3COOH + H_2 \longrightarrow CH_3COH + H_2O$   
c)  $C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$   
d)  $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow 2C_6H_{12}O_6$   
e)  $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6 H_2O$

3. (FUVEST-SP)



Sabendo-se que os números de oxidação do H e do O são, respectivamente, + 1 e - 2, quais das equações acima representam reações de oxidorredução?

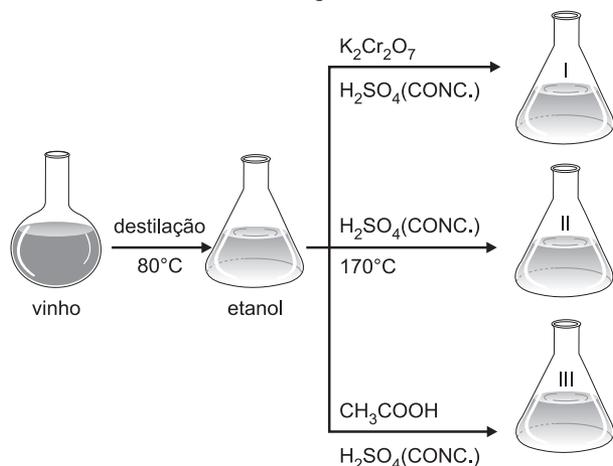
- a) somente A.                      b) A e B.                      c) A e C.  
d) B e C.                              e) somente C.

4. (UFSCar-SP) – Dois isômeros de fórmula molecular  $C_4H_{10}O$ , rotulados como compostos I e II, foram submetidos a testes físicos e químicos de identificação. O composto I apresentou ponto de ebulição igual a  $83^\circ\text{C}$  e o composto II igual a  $35^\circ\text{C}$ . Ao reagir os compostos com solução violeta de permanganato de potássio em meio ácido, a solução não descoloriu em nenhum dos casos.

- a) Que tipo de isomeria ocorre entre esses compostos? Por que o isômero I apresenta maior ponto de ebulição?  
b) Explique por que o isômero I não reagiu com a solução ácida de  $KMnO_4$ . Qual o nome IUPAC do composto I?

5. (UFRJ) – **A** e **B** são dois compostos orgânicos de mesma massa molecular que, por oxidação com permanganato de potássio em meio ácido, geram como produtos, respectivamente, a butanona e o ácido butanoico.

- a) Qual o tipo de isomeria existente entre os compostos A e B? Justifique sua resposta.
- b) Qual o produto orgânico resultante da desidratação do composto B?
6. (UERJ) – Considere o esquema abaixo:



As substâncias indicadas pelos números I, II e III são, respectivamente,

- a) etanoato de etila / ácido etanoico / eteno.  
 b) eteno / etanoato de etila / ácido etanoico.  
 c) ácido etanoico / eteno / etanoato de etila.  
 d) eteno / ácido etanoico / etanoato de etila.  
 e) ácido etanoico / etanoato de etila / eteno.

7. (UNICAMP-SP) – Em um jantar de Natal oferecido a amigos, o anfitrião abriu duas garrafas de um mesmo vinho. O conteúdo de uma delas permaneceu intacto enquanto o da outra foi consumido em cerca de 90%. As duas garrafas foram tampadas. A cheia foi guardada na geladeira e a outra num armário da cozinha. Uma semana mais tarde, na ceia de Ano Novo, o conteúdo desta última garrafa foi usado para temperar a salada.

- a) O que aconteceu com este vinho para poder ser usado como tempero de salada? Justifique usando uma equação química.  
 b) Cite dois fatores físicos e/ou químicos que favoreceram a transformação no conteúdo de uma garrafa e não no da outra.

8. (UFRJ) – Alguns aldeídos apresentam odor agradável e são frequentemente usados como base de fragrâncias. Mas produzir aldeído não é uma tarefa simples, pois a maioria dos agentes oxidantes que convertem álcool em aldeído continua a oxidação convertendo aldeído em ácido.

Para evitar isso pode-se utilizar, como agente oxidante, o clorocromato de piridínio (PCC), um reagente específico para oxidar álcool primário a aldeído.

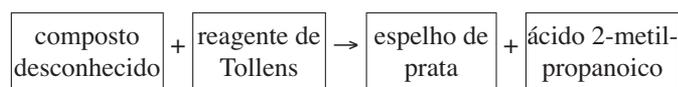
- a) Qual a fórmula estrutural do principal produto da oxidação do 1-propanol pelo PCC?  
 b) O ponto de ebulição do propanal é 50°C e o do 1-propanol é 97°C. Justifique essa diferença.

9. (UFG-GO) – Um álcool de fórmula  $C_5H_{12}O$  apresenta as seguintes características:

- (I) por desidratação produz um alceno;  
 (II) por oxidação produz uma cetona;  
 (III) o alceno obtido na etapa (I) produz, por ozonólise, propanona e etanal.

- a) Escreva a fórmula estrutural e o nome IUPAC desse álcool.  
 b) Escreva as equações das reações químicas envolvidas nas etapas (I), (II) e (III).

10. (UFV-MG) – O reagente de Tollens oxida aldeídos a ácidos carboxílicos, e quando isso é feito em um frasco limpo fica depositado em suas paredes um “espelho de prata”. Considere a seguinte situação:



A fórmula estrutural do composto desconhecido é:

- a)  $CH_3 - CH_2 - CHO$   
 b)  $CH_3 - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH} - CHO$   
 c)  $CH_3 - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH} - CH_2 - CHO$   
 d)  $CH_3 - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{C} - CHO$   
 e)  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CHO$

11. (FUVEST-SP) – Para distinguir o butan-1-ol do butan-2-ol foram propostos dois procedimentos:

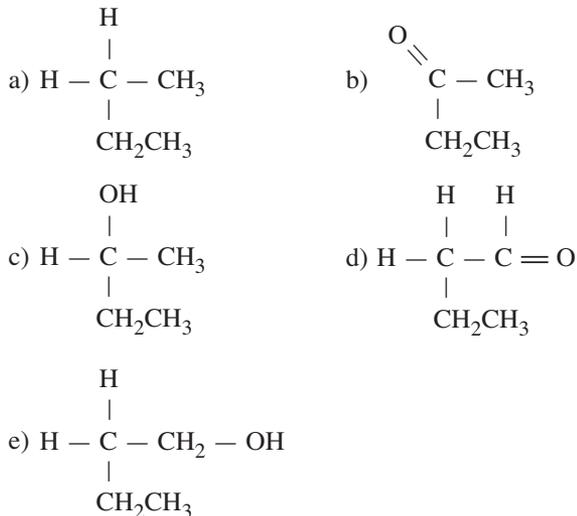
I. Desidratação por aquecimento de cada um desses compostos com ácido sulfúrico concentrado e isolamento dos produtos formados. Adição de algumas gotas de solução de bromo em tetracloreto de carbono (solução vermelha) aos produtos isolados e verificação da ocorrência ou não de descoloramento.

II. Oxidação parcial de cada um desses compostos com dicromato de potássio e isolamento dos produtos formados. Adição de reagente de Tollens aos produtos isolados e verificação da ocorrência ou não de reação (positiva para aldeído e negativa para cetona).

Mostre a utilidade ou não de cada um desses procedimentos para distinguir esses dois álcoois, indicando os produtos formados na desidratação e na oxidação.



16. (UFG-GO) – A butanona, ao ser reduzida cataliticamente, produz um racemato em que um dos isômeros pode ser representado por:



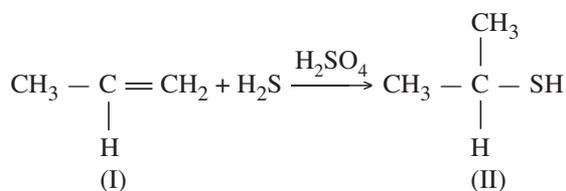
17. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – O Ministério da Agricultura estabeleceu um novo padrão de qualidade e identidade da cachaça brasileira, definindo limites para determinadas substâncias formadas na sua fabricação. Algumas dessas substâncias são ésteres, aldeídos e ácidos carboxílicos voláteis, conforme o caderno “Agrícola” do jornal *O Estado de S. Paulo*. Nesse processo de fabricação, pode ter ocorrido a formação de

- I) ácido carboxílico pela oxidação de aldeído.
- II) éster pela reação de álcool com ácido carboxílico.
- III) aldeído pela oxidação de álcool.

É correto o que se afirma em

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

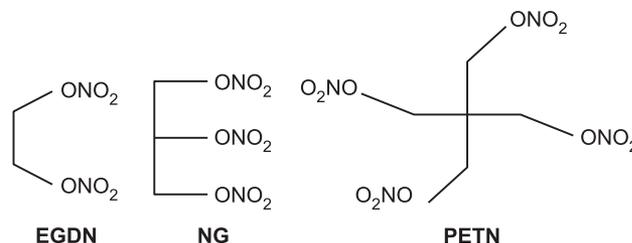
18. (UNIFESP) – Compostos orgânicos com enxofre, chamados tióis, ou mercaptanas, compõem uma classe de compostos químicos que possuem odores altamente desagradáveis. Eles podem ser percebidos mesmo quando se encontram em concentrações de até uma parte de tiol em 400 milhões de partes de ar. A síntese de um tiol pode ser feita de acordo com a reação:



O ângulo de ligação C – C – C em I e o produto da oxidação com permanganato de potássio do álcool análogo a II são, respectivamente,

- a) 120° e cetona.
- b) 120° e aldeído.
- c) 120° e ácido carboxílico.
- d) 109,5° e ácido carboxílico.
- e) 109,5° e cetona.

19. (UFC-CE) – Abaixo se encontram as estruturas de três explosivos, os quais podem ser obtidos pela reação do ácido nítrico com os álcoois correspondentes.



- a) Represente a reação de formação do explosivo PETN, levando em consideração a correta estequiometria da reação.
- b) Indique a nomenclatura do álcool que gerou o explosivo EGDN
- c) Indique qual das duas nomenclaturas melhor descreve o explosivo NG: trinitroglicerina ou trinitrato de glicerina.

## Módulo 26 – Combustão, Caráter Ácido e Básico

1. (UnB-DF) – Em certas condições, é possível observar o empotecimento do fundo externo de panelas usadas nos fogões domésticos a gás. A fuligem preta, depositada e observada nesses casos, é proveniente da combustão incompleta de hidrocarbonetos. Com base nesta informação, julgue os itens seguintes.

- (1) Na combustão completa de um hidrocarboneto, os únicos produtos possíveis são água e dióxido de carbono.
- (2) Uma combustão incompleta pode ser representada por:

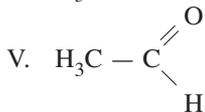
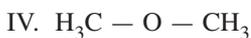


- (3) As combustões incompletas ocorrem quando a quantidade de hidrocarboneto presente na reação é menor que a de oxigênio.

2. (UNIP-SP) – Admita que 4 litros de gasolina correspondam a 25 mols de octano (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>). Quando um automóvel consome 40 litros de gasolina, a quantidade em mols de dióxido de carbono liberado na atmosfera é

- a) 250.
- b) 800.
- c) 1000.
- d) 2000.
- e) 8000.

3. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – Considere a quantidade em mols de água produzida na combustão completa de um mol de cada um dos compostos abaixo:



Produzem diferentes quantidades em mols de água

- o álcool e o aldeído.
- o éter e o álcool.
- o alceno e o éter.
- o alceno e o álcool.
- o alceno e o aldeído.

4. (UNITAU-SP) – A combustão de um mol de vitamina C consome 5 mols de oxigênio e produz 6 mols de gás carbônico e 4 mols de água. A fórmula molecular da vitamina C é

- $C_6H_4O_5$ .
- $C_6H_8O$ .
- $C_3H_5O_2$ .
- $C_6H_8O_6$ .
- $C_4H_4O_6$ .

5. (UFSM-RS) – A combustão de um hidrocarboneto  $C_xH_y$  pode ser representada pela equação

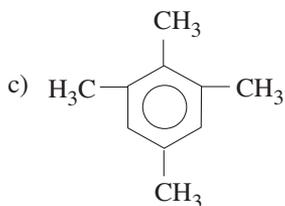
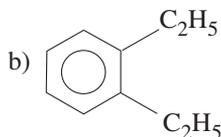


A fórmula molecular do hidrocarboneto é

- $C_6H_8$ .
- $C_6H_4$ .
- $C_3H_8$ .
- $C_3H_6$ .
- $C_3H_4$ .

6. (UNIP-SP) – A combustão completa de 0,5 mol de um hidrocarboneto aromático formou 5 mols de  $CO_2$  e 2 mols de  $H_2O$ . A fórmula estrutural do hidrocarboneto poderá ser:

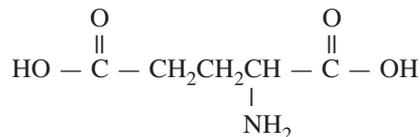
Dado: Massas atômicas: C: 12u, H: 1u



7. (UNICAMP-SP) – Um dos átomos de hidrogênio do anel benzênico pode ser substituído por  $CH_3$ ,  $OH$ ,  $Cl$  ou  $COOH$ .

- Escreva as fórmulas e os nomes dos derivados benzênicos obtidos por meio destas substituições.
- Quais desses derivados têm propriedades ácidas?

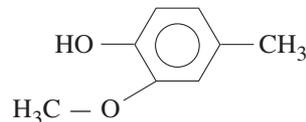
8. (UFPA) – Um produto comercial, utilizado para realçar o sabor dos alimentos, é derivado da seguinte substância:



Considerando a estrutura acima, responda:

- Quais as funções químicas presentes?
- Qual o tipo de isomeria que nela ocorre?
- Qual o grupo funcional presente que tem maior caráter básico e qual o que tem maior caráter ácido?

9. O composto orgânico de fórmula:



reage com solução aquosa de  $NaOH$ . Este comportamento deve-se ao fato de ligar-se ao anel aromático

- mais de um átomo de oxigênio.
- mais de um átomo de hidrogênio.
- um grupo  $-O-CH_3$ .
- um grupo  $-CH_3$ .
- um grupo  $-OH$ .

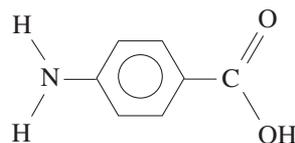
10. (UNIFESP – MODELO ENEM) – Ácidos carboxílicos e fenóis originam soluções ácidas quando dissolvidos em água. Dadas as fórmulas moleculares de 5 substâncias

- $C_2H_6O$
- $C_2H_4O_2$
- $CH_2O$
- $C_6H_6O$
- $C_6H_{12}O_6$

as duas que originam soluções com  $pH < 7$ , quando dissolvidas na água, são

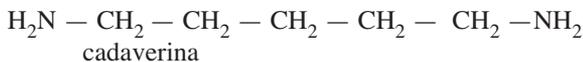
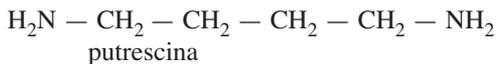
- I e II.
- I e IV.
- II e IV.
- II e V.
- III e IV.

11. (UNICAMP-SP) – Estafilococos necessitam da substância cuja fórmula estrutural é dada abaixo, para crescer e multiplicar-se:



- Qual é o nome dessa substância?
- Escreva sobre o caráter ácido-básico dessa substância.

12. (UnB-DF) – Algumas substâncias orgânicas possuem odores desagradáveis. Por exemplo, a putrescina e a cadaverina são produzidas quando proteínas são decompostas durante a putrefação de tecidos animais.



Essas substâncias apresentam as seguintes propriedades:

- I) quando HCl aquoso é adicionado a elas, o odor desagradável desaparece;
- II) suas soluções aquosas são ligeiramente básicas.

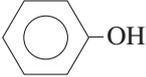
Julgue os itens.

- (1) O nome oficial da putrescina é 1,4-dinitrobutano.
- (2) Putrescina e cadaverina são aminoácidos.
- (3) A propriedade I corresponde à seguinte reação geral, característica dos grupos funcionais presentes:  

$$\text{R} - \text{NH}_2(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{R} - \text{NH}_3^+ \text{Cl}^-(\text{aq})$$
- (4) A propriedade II corresponde à seguinte reação geral, característica dos grupos funcionais presentes:  

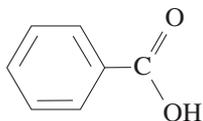
$$\text{R} - \text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{R} - \text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$$

13. (UnB-DF) – A acidez é uma propriedade importante de certas funções orgânicas. O sabor azedo do vinagre é um exemplo disso. Algumas funções orgânicas apresentam a seguinte ordem de acidez: álcool < água < fenol < ácido carboxílico. Com base nas informações acima, julgue os itens que se seguem.

- (1) Soluções aquosas de mesma concentração de ácido acético e fenol terão pH maior que sete.
- (2) A fórmula do fenol é 
- (3) Fenóis e ácidos carboxílicos podem reagir com bases inorgânicas formando sais orgânicos.

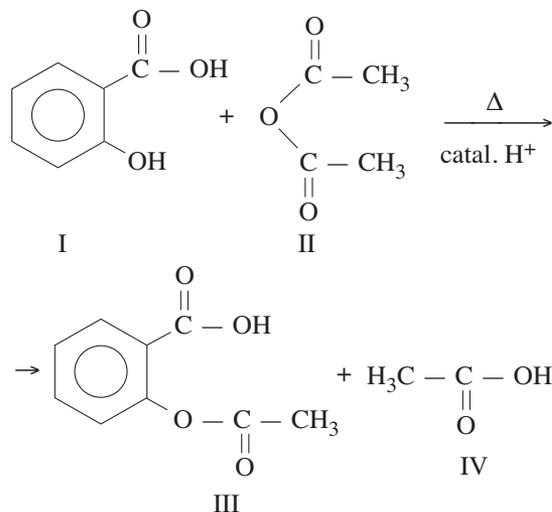
14. (FUVEST-SP) – Ácido benzoico é usado como conservante de alimentos que contêm água, pois inibe o crescimento de micro-organismos. Foi verificado que, quanto menor o pH do alimento a ser conservado, menor é a concentração de ácido benzoico necessária para a ação conservante.

- a) Escreva a equação que representa a ionização do ácido benzoico em água.
- b) Proponha uma explicação para a dependência da concentração do ácido benzoico com o pH do alimento indicando qual a espécie (ácido benzoico não dissociado ou íon benzoato) responsável pela ação conservante.



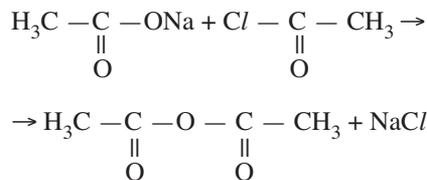
Ácido benzoico

15. (ITA-SP – MODELO ENEM) – Dentre as afirmações a seguir, referentes à reação representada pela equação



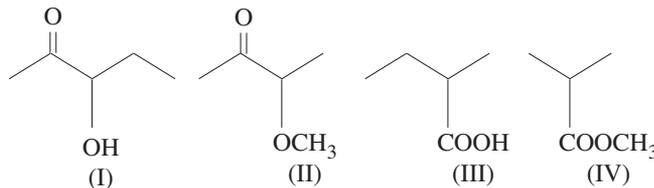
assinale a **falsa**:

- a) O composto I é o ácido orto-hidroxibenzoico, também conhecido como ácido salicílico.
- b) O composto I é anfótero, porque tem um grupo funcional ácido e um grupo funcional básico.
- c) O composto II pode ser obtido pela reação:



- d) O nome do composto III é ácido acetilsalicílico; ele constitui o princípio ativo de um dos primeiros fármacos sintetizados e ainda usado nos dias de hoje.
- e) O vinagre é essencialmente uma solução aquosa diluída do composto IV.

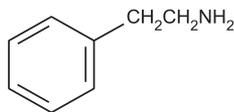
16. (UFG-GO) – Considere as substâncias representadas pelas fórmulas estruturais:



Sobre essas estruturas, é correto afirmar:

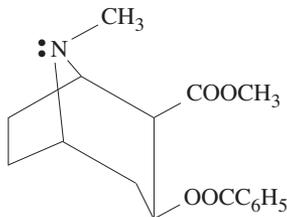
- (01) todas representam substâncias que possuem a fórmula molecular  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ ;
- (02) a (I) representa um ácido carboxílico;
- (04) a (III) e a (IV) representam substâncias que reagem com uma solução aquosa de hidróxido de sódio;
- (08) a (IV) representa um cetoálcool, enquanto a (II) representa um cetoéster;
- (16) todas possuem um carbono assimétrico.

17. (UNICAMP-SP) – A comunicação que ocorre entre neurônios merece ser destacada. É através dela que se manifestam as nossas sensações. Dentre as inúmeras substâncias que participam desse processo, está a 2-feniletilamina a qual se atribui o “ficar enamorado”. Algumas pessoas acreditam que sua ingestão poderia estimular o “processo do amor” mas, de fato, isto não se verifica. A estrutura da molécula dessa substância está abaixo representada.



- a) Considerando que alguém ingeriu certa quantidade de 2-feniletilamina, com a intenção de cair de amores, escreva a equação que representa o equilíbrio ácido-base dessa substância no estômago. Use fórmulas estruturais.
- b) Em que meio (aquoso) a 2-feniletilamina é mais solúvel: básico, neutro ou ácido? Justifique.

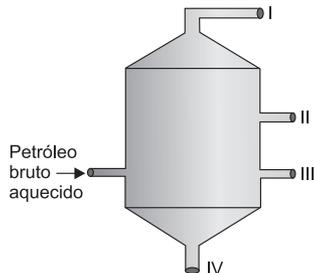
18. (UFBA) – O uso da cocaína tornou-se uma das maiores tragédias do mundo contemporâneo. O consumo dessa substância química tem levado muitos jovens à degradação total e até à morte, além de sustentar um comércio ilegal que movimentava bilhões de dólares por ano.



Considerando a fórmula estrutural da cocaína, identifique a que função da Química Orgânica pertencem os grupos  $\text{-COOCH}_3$  e  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO-}$  e escreva a estrutura do cátion resultante da reação química de cocaína com ácido clorídrico,  $\text{HCl(aq)}$ .

## Módulo 27 – Petróleo: Frações, Craqueamento e Octanagem

1. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – A figura mostra esquematicamente o equipamento utilizado nas refinarias para efetuar a destilação fracionada do petróleo.



Os produtos recolhidos em I, II, III e IV são, respectivamente,

- gás de cozinha, gasolina, óleo diesel e asfalto.
- álcool, asfalto, óleo diesel e gasolina.
- asfalto, gasolina, óleo diesel e acetona.
- gasolina, óleo diesel, gás de cozinha e asfalto.
- querosene, gasolina, óleo diesel e gás de cozinha.

2. (UFSM-RS) – Durante a destilação fracionada do petróleo, obtêm-se, sucessivamente, produtos gasosos, nafta, gasolina e óleos lubrificantes. A ordem de volatilidade de cada fração está relacionada com o(a)

- origem do petróleo – animal ou vegetal.
- formação de pontes de hidrogênio intermoleculares.
- tamanho da cadeia carbônica.
- ocorrência de compostos fortemente polares.
- tipo de petróleo empregado – parafínico ou asfáltico.

3. (CEFET-PR) – O gás de cozinha (GLP) é produzido por refino do petróleo. É **falso** afirmar que

- é gasoso na temperatura ambiente.
- sob pressão, está liquefeito dentro do botijão.
- é formado por compostos de 5 a 6 átomos de carbono.
- é menos denso que a gasolina.
- tem ponto de ebulição mais baixo que querosene.

4. (FUVEST-SP)

COMBUSTÍVEIS DE AUTOMÓVEIS	
Combustível 1	álcool hidratado
Combustível 2	78% de gasolina + 22% de álcool (em volume)

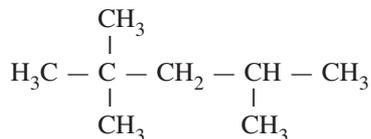
Um automóvel com o tanque furado foi deixado em uma concessionária para troca do tanque e abastecimento. O proprietário, ao retirar o veículo, ficou em dúvida quanto ao combustível (1 ou 2) colocado no tanque. Ao cheirar o combustível, continuou na mesma!

- Com uma amostra do combustível do tanque, proponha uma maneira de resolver a dúvida.
- Indique por meio de fórmulas químicas dois componentes de um combustível de automóvel.

5. (UnB-DF) – O índice de octanos, ou octanagem, é o número utilizado para expressar a qualidade de uma gasolina. Dizer, por exemplo, que uma gasolina apresenta octanagem 65 significa que, ao utilizá-la, o rendimento do motor é o mesmo que se fosse utilizada uma mistura contendo 65% de isoctano. O nome oficial do isoctano é 2,2,4-trimetilpentano.

Com relação ao tema, julgue os itens a seguir.

(1) A fórmula estrutural plana do isoctano é mostrada abaixo.

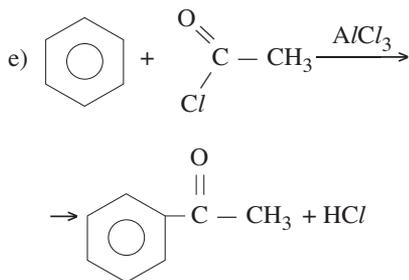
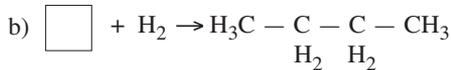
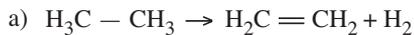


- A gasolina é obtida por meio da destilação simples do petróleo.
- O ponto de ebulição do heptano é maior que o do octano.
- Uma das vantagens de se utilizar o álcool em substituição à gasolina está no fato de ele ser uma fonte renovável de energia.

6. (AMAN) – Obtemos melhor rendimento da gasolina, num motor a explosão, quando este combustível apresenta

- índice de octano médio.
- 70% de isoctano.
- gasolina com heptano puro.
- 70% de heptano normal.
- gasolina com isoctano puro.

7. Qual das reações abaixo representa o processo de *cracking* (craqueamento)?



8. (U.E. PONTA GROSSA-PR) – Em relação ao petróleo, assinale a alternativa **incorreta**:

- A composição do petróleo não é constante, diferindo de acordo com a região de onde é extraído.
- O processo de *cracking* possibilita extrair do petróleo maior quantidade de gasolina.
- A fração de hidrocarbonetos que contém de 3 a 17 carbonos apresenta-se líquida à temperatura ambiente.
- O gás natural, que precede a saída do petróleo, é constituído principalmente por metano.
- O petróleo é produto da decomposição da matéria orgânica e ocorre em bolsões aprisionados por rochas impermeáveis.

9. (UFC-CE) – A Petrobras é a estatal brasileira responsável pela prospecção, refino e distribuição do petróleo no Brasil.

- O gás de cozinha (propano e butano) é obtido por destilação fracionada do petróleo.
- Álcool etílico, gasolina, querosene e metanol são obtidos por destilação do petróleo.
- O aditivo de gasolina tetraetilchumbo é um dos responsáveis pela poluição do meio ambiente com chumbo.
- O éter de petróleo é uma mistura de álcool etílico, acetona e éter etílico.
- As refinarias fazem o craqueamento (*cracking*) das frações pesadas para aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da gasolina.

10. (FUVEST-SP) – Frações do petróleo podem ser transformadas em outros produtos por meio de vários processos, entre os quais:

- craqueamento
- reforma catalítica (conversão de alcanos e cicloalcanos em compostos aromáticos)
- isomerização

Utilizando o hexano como composto de partida, escreva uma equação química balanceada para cada um desses processos, usando fórmulas estruturais.

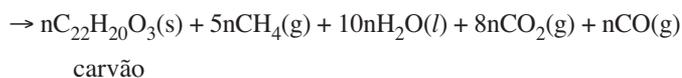
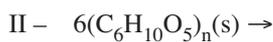
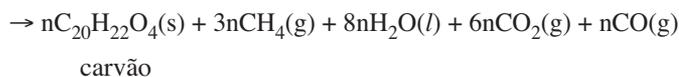
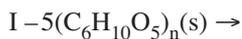
11. (FESP-UPE-PE) – A hulha é uma variedade de carvão de origem [1] que por destilação seca produz [2] em maior quantidade, além do [3], que é de grande importância para a indústria química. Assinale qual é a melhor complementação dessa frase:

	[1]	[2]	[3]
a)	animal	ureia	amoníaco
b)	vegetal	carvão coque	etanol
c)	vegetal	alcatrão	carvão coque
d)	vegetal	carvão coque	alcatrão
e)	animal	carvão coque	alcatrão

(UnB-DF) – Texto para as questões 12 e 13.

O carvão mineral vem sendo utilizado como fonte de energia há mais de dois mil anos e, ainda hoje, representa um componente importante na matriz energética de diversos países. Ele é formado a partir do soterramento e da compactação de uma massa vegetal em ambiente anaeróbio. A principal matéria-prima é a celulose ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ )<sub>n</sub> que, dependendo das condições de pressão, de temperatura e do tempo de soterramento, pode gerar, progressivamente, turfa, linhito, carvão betuminoso ou antracito, de acordo com o grau de carbonificação, sendo todos genericamente chamados de carvão. A tabela abaixo apresenta algumas características, em valores aproximados, referentes aos diferentes tipos de carvão, enquanto as equações I e II representam a formação, a partir da celulose, de dois tipos de carvão.

característica	turfa	linhito	carvão betuminoso	antracito
densidade (kg/m <sup>3</sup> )	1000	1000 a 1300	1200 a 1500	1300 a 1700
carbono (%)	55	65 a 75	75 a 90	90 a 94
hidrogênio (%)	6	5	4,5 a 5,5	2 a 4
oxigênio (%)	33	25	3 a 11	4 a 8
poder calorífico (cal/g)	4000 a 5700	≤ 5700	5700 a 8100	8200 a 9200



12. Com base no texto, julgue os itens abaixo.

- 1) O carvão obtido na equação I é um hidrocarboneto alifático.
- 2) Os átomos de carbono do carvão obtido na equação I encontram-se, em média, em estado de oxidação mais reduzido que os átomos de carbono do carvão obtido na equação II.
- 3) Entre os quatro tipos de carvão mencionados no texto, aquele que apresenta maior poder calorífico é o que também apresenta maior quociente do percentual de carbono pelo percentual de hidrogênio.
- 4) O carvão betuminoso é formado por uma única substância.

13. Ainda com base no texto e sabendo que  $M(C) = 12,0$  g/mol,  $M(H) = 1,0$  g/mol e  $M(O) = 16,0$  g/mol, julgue os seguintes itens.

- 1) A partir da porcentagem do elemento carbono presente em cada tipo de carvão, pode-se concluir que aquele obtido na equação I é o linhito, enquanto aquele resultante da equação II é o carvão betuminoso.
- 2) Se os gases resultantes nas equações I e II forem recolhidos em água, o pH da solução aquosa obtida será básico.
- 3) A turfa e o antracito podem ser separados por flotação.
- 4) As maiores reservas nacionais de carvão mineral estão na região Nordeste do país, sendo o Brasil autossuficiente em relação ao que consome.
- 5) Desde o final do século XVIII, o carvão vem desempenhando importante papel como combustível na geração de energia utilizada em máquinas que produzem em grande escala.

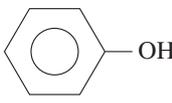
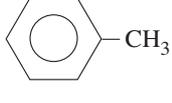
14. (UNEB-BA – MODELO ENEM) – Embora os métodos de prospecção do petróleo sejam eficientes, a única maneira de comprovar sua ocorrência é a perfuração de poços, que é feita utilizando-se de brocas de metal ou de diamante.

Em relação à exploração do petróleo e à destilação fracionada dessa mistura, é correto afirmar:

- 01) A composição do petróleo independe da localização das jazidas.
- 02) A queima de gás natural em poços de petróleo libera os gases que mais contribuem para a redução da camada de ozônio.
- 03) A perfuração de poços de petróleo com brocas de diamante pressupõe a presença, no solo, de rochas de elevada resistência ao choque mecânico.
- 04) A gasolina e o querosene obtidos do petróleo são soluções moleculares, cujos componentes contêm carbono nos menores estados de oxidação.
- 05) As baleias são prejudicadas com a exploração do petróleo, uma vez que esse óleo, formando uma solução com a água do mar, aumenta a salinidade do meio aquático.

## Módulo 28 – Bioquímica: Aminoácidos e Proteínas

1. (UNIP-SP) – Qual das substâncias tem caráter anfótero?

- a)  OH
- b)  $CH_3 - \overset{NH_3^+}{\underset{|}{CH}} - COO^-$
- c)  CH<sub>3</sub>
- d)  $CH_2 = CH_2$
- e)  $H_3C - CH_2 - NH_2$

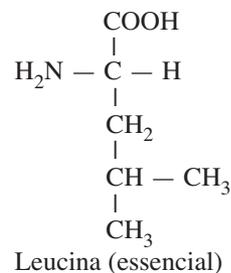
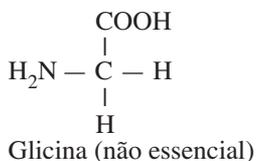
2. (UFLA-MG) – Na composição química das proteínas, há participação de moléculas primordiais. Entre os compostos abaixo, o que faz parte da constituição química das proteínas é

- I)  $CH_2 - \overset{Cl}{\underset{|}{CH}} - \overset{Cl}{\underset{|}{CH}} - CH_2OH$
- II)  $CH_3 - \overset{NH_2}{\underset{|}{CH}} - COOH$
- III)  $CH_3 - CH_2 - \overset{OH}{\underset{|}{CH}} - \overset{O}{\parallel}C - OH$
- IV)  $CH_3 - \overset{CH_3}{\underset{|}{CH}} - \overset{NH_2}{\underset{|}{CH}} - COOH$
- V)  $CH_3 - \overset{NH_2}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - \overset{O}{\parallel}C - OH$

- a) somente I e II.
- b) somente I e IV.
- c) somente II e IV.
- d) somente IV e V.
- e) somente II e V.

3. (UFRJ) – Os aminoácidos são moléculas orgânicas constituintes das proteínas. Eles podem ser divididos em dois grandes grupos: os essenciais, que não são sintetizados pelo organismo humano, e os não essenciais.

A seguir, são apresentados dois aminoácidos, um de cada grupo:

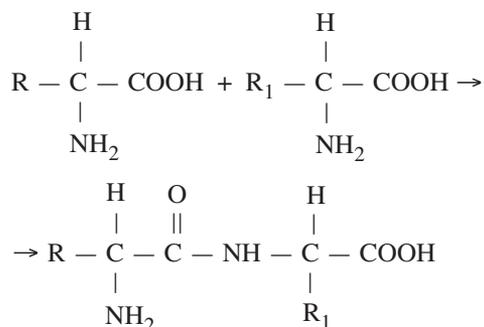


a) A glicina pode ser denominada, pela nomenclatura oficial, de ácido aminoetanoico.

Por analogia, apresente o nome oficial da leucina.

b) Qual desses dois aminoácidos apresenta isomeria óptica? Justifique sua resposta.

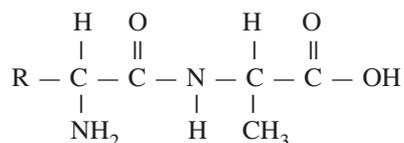
4. (FGV-SP) – Um dipeptídeo é formado pela reação entre dois aminoácidos, como representado pela equação geral



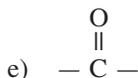
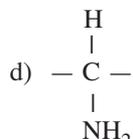
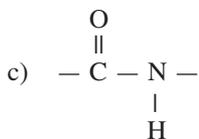
Nessa reação, pode-se afirmar que

- a nova função orgânica formada na reação é uma cetona.
- a nova função orgânica formada na reação é uma amida.
- o dipeptídeo apresenta todos os átomos de carbono assimétricos.
- o dipeptídeo só apresenta funções orgânicas com propriedades ácidas.
- podem ser formados dois dipeptídeos diferentes, se  $\text{R} = \text{R}_1$ .

5. (U.E.MARINGÁ-PR) – No composto:



a ligação peptídica é representada por:



6. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS – MODELO ENEM) – Esta questão se refere ao texto abaixo, escrito por um aluno, relativo aos aminoácidos:

“Os aminoácidos são compostos que apresentam na mesma molécula as funções amina e ácido carboxílico. Eles também são chamados de amidas e podem ser obtidos pela hidrólise de lipídios. O aminoácido mais simples é a glicerina. Os aminoácidos formam sais, quer por reação com ácidos, quer por reação com bases. Nas proteínas, temos aminoácidos ligados entre si, formando as chamadas ligações peptídicas”.

O texto contém

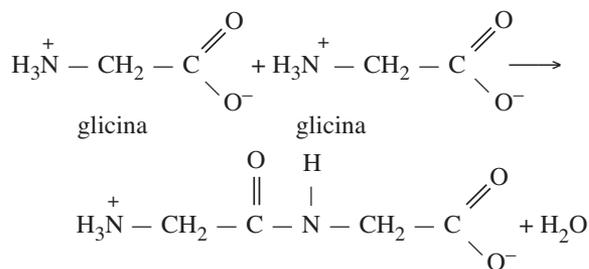
- a) 1 erro. b) 3 erros. c) 4 erros. d) 5 erros. e) 7 erros.

7. (UNICAMP-SP) – Os  $\alpha$ -aminoácidos são moléculas que têm um grupo amina e um grupo carboxila ligados a um mesmo átomo de carbono. Um dos vinte  $\alpha$ -aminoácidos encontrados em proteínas naturais é a alanina. Esta molécula possui também um átomo de hidrogênio e um grupo metila ligados ao carbono  $\alpha$ . Na formação de proteínas, que são polímeros de aminoácidos, estes se ligam entre si por ligações chamadas peptídicas. A ligação peptídica forma-se entre o grupo amina de uma molécula e o grupo carboxila de uma outra molécula de aminoácido, com a eliminação de uma molécula de água.

Com base nestas informações, pedem-se:

- a fórmula estrutural da alanina.
- a equação química que representa a reação entre duas moléculas de alanina formando uma ligação peptídica.

8. (FUVEST-SP) – O grupo amina de uma molécula de aminoácido pode reagir com o grupo carboxila de outra molécula de aminoácido (igual ou diferente), formando um dipeptídeo com eliminação de água, como exemplificado para a glicina:



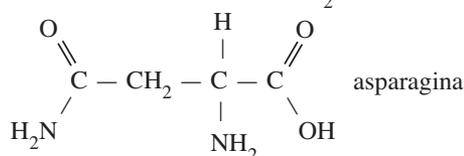
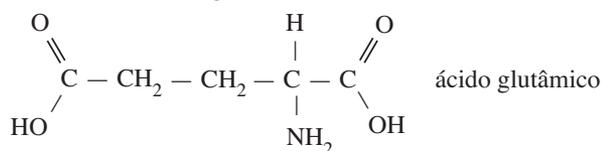
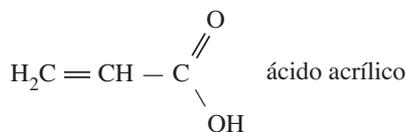
Analogamente, de uma mistura equimolar de glicina e L-alanina, poderão resultar dipeptídeos diferentes entre si, cujo número máximo será

- a) 2. b) 3. c) 4. d) 5. e) 6.

9. (FUVEST-SP) – Ao cozinhar alimentos que contêm proteínas, forma-se acrilamida (amida do ácido acrílico), substância suspeita de ser cancerígena.

Estudando vários aminoácidos, presentes nas proteínas, com o  $\alpha$ -aminogruppo marcado com nitrogênio-15, verificou-se que apenas um deles originava a acrilamida e que este último composto não possuía nitrogênio-15.

Dados:



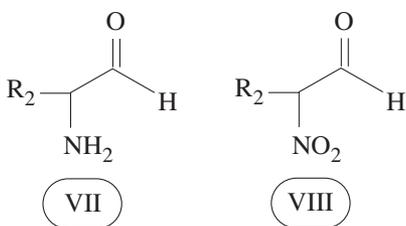
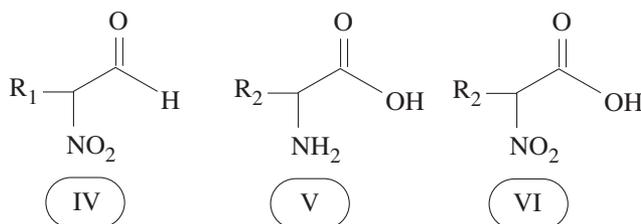
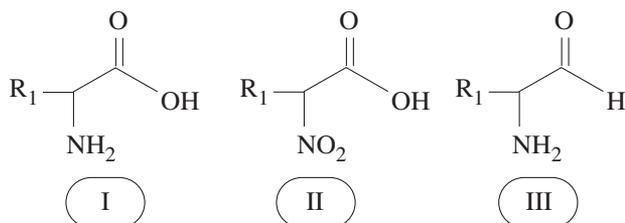
- Dê a fórmula estrutural da acrilamida.
- Em função dos experimentos com nitrogênio-15, qual destes aminoácidos, a asparagina ou o ácido glutâmico, seria responsável pela formação da acrilamida? Justifique.
- Acrilamida é usada industrialmente para produzir poliacrilamida. Represente um segmento da cadeia desse polímero.

10. (UNICAMP-SP) – O ácido para-aminobenzoico (PABA) já foi muito utilizado em protetores solares, por conseguir absorver uma parte da radiação ultravioleta oriunda da luz solar. O PABA pode ser considerado como derivado do benzeno no qual um hidrogênio foi substituído por um grupo carboxila e outro por um grupo amino.

- Escreva a fórmula estrutural do PABA.
- Um dipeptídeo é uma molécula formada pela união entre dois aminoácidos por uma ligação peptídica. Escreva a fórmula estrutural de uma molécula que seria formada pela união de duas moléculas de PABA por uma ligação peptídica.

11. (UERJ) – As milhares de proteínas existentes nos organismos vivos são formadas pela combinação de apenas vinte tipos de moléculas.

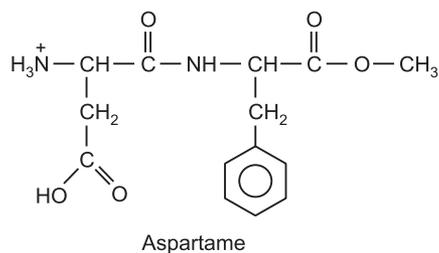
Observe a seguir as fórmulas estruturais de diferentes moléculas orgânicas, em que  $R_1$  e  $R_2$  representam radicais alquila.



As duas fórmulas que, combinadas, formam uma ligação química encontrada na estrutura primária das proteínas são

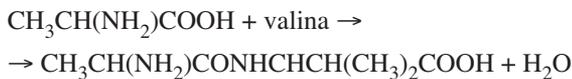
- I e V.
- II e VII.
- III e VIII.
- IV e VI.

12. (UNIFESP) – As mudanças de hábitos alimentares e o sedentarismo têm levado a um aumento da massa corporal média da população, o que pode ser observado em faixas etárias que se iniciam na infância. O consumo de produtos *light* e *diet* tem crescido muito nas últimas décadas e o adoçante artificial mais amplamente utilizado é o aspartame. O aspartame é o éster metílico de um dipeptídeo, formado a partir da fenilalanina e do ácido aspártico.



- Com base na estrutura do aspartame, forneça a estrutura do dipeptídeo fenilalanina-fenilalanina.
- Para se preparar uma solução de um alfa aminoácido, como a glicina ( $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ), dispõe-se dos solventes  $\text{H}_2\text{O}$  e benzeno. Justifique qual desses solventes é o mais adequado para preparar a solução.

13. (UNESP) – As proteínas constituem a maior parte dos componentes não aquosos e apresentam uma variedade de funções nas células. As ligações peptídicas possíveis entre os vinte aminoácidos são responsáveis pela formação das proteínas. Esse tipo de ligação ocorre na reação química seguinte, que representa a síntese de um dipeptídeo:



A estrutura que representa o aminoácido valina é

- $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ .
- $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ .
- $\text{HOCH}_2(\text{CH}_3)\text{CHCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ .
- $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ .
- $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ .

14. (UFRS) – Em meio fortemente ácido ( $\text{pH} < 1$ ), o aminoácido essencial ácido aspártico apresentar-se-á na forma dada na alternativa

- $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$
- ${}^{\ominus}\text{OOC} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COO}^{\ominus}$
- $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_3^{\oplus}}{\text{CH}} - \text{COOH}$
- $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_3^{\oplus}}{\text{CH}} - \text{COO}^{\ominus}$
- ${}^{\ominus}\text{OOC} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_3^{\oplus}}{\text{CH}} - \text{COO}^{\ominus}$

## Módulo 29 – Hidratos de Carbono (Carboidratos)

1. (CESGRANRIO) – Um poliálcool é formado por uma cadeia linear de carbono e contém um grupamento aldeídico. Sua fórmula geral é  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$ . Assinale, abaixo, o que achar mais correto:

- A substância é um lipídio.
- A substância é um aldeído graxo.
- A substância é uma aldo-hexose.
- A substância é uma aldose.
- A substância é a frutose.

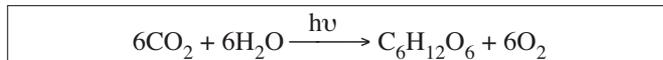
2. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – Leia com atenção o texto abaixo com a finalidade de descobrir o número de erros conceituais existentes:

“Açúcares são substâncias orgânicas que sempre se apresentam como poli-hidroxialdeído de fórmula geral  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_n$ . Muitas vezes, as moléculas mais simples polimerizam-se dando origem a polissacarídeos, como amido e celulose, ambos facilmente digeríveis pelos seres humanos”.

O número de erros conceituais é:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

3. (UnB-DF) – A fotossíntese é um processo vital que ocorre na natureza e leva à formação de carboidratos. A equação química que descreve esse processo é:



- No processo de fotossíntese, o carboidrato formado é a sacarose, que é um isômero da glicose.
- Para que o processo da fotossíntese possa ocorrer, é necessária a clorofila como catalisador.
- As moléculas de glicose formadas no processo da fotossíntese podem combinar-se, para formar a celulose.
- As moléculas de sacarose formadas na fotossíntese podem combinar-se para formar o amido.

4. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – Os açúcares mais simples apresentam, em geral, as seguintes propriedades:

- São razoavelmente solúveis em água.
- Oxidam-se facilmente.

As propriedades I e II são, respectivamente, devidas à presença de

- grupos aldeído e pontes de hidrogênio.
- grupos hidroxila e pontes de hidrogênio.
- pontes de hidrogênio e grupos hidroxila.
- pontes de hidrogênio e grupos aldeído.
- grupos hidroxila e grupos carboxila.

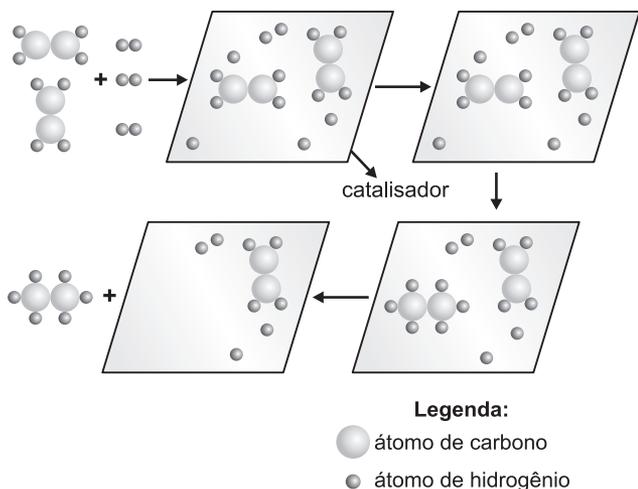
5. (FUVEST-SP) – Reações de fermentação, saponificação e polimerização dão origem, respectivamente, aos produtos

- teflon, glicerol e etanol.
- teflon, etanol e glicerol.
- etanol, teflon e glicerol.
- etanol, glicerol e teflon.
- glicerol, teflon e etanol.

6. (FUVEST-SP) – A celulose, quando utilizada na produção do etanol, é submetida sucessivamente a etapas de

- craqueamento e hidrólise.
- fermentação e oxidação.
- combustão e polimerização.
- hidrólise e fermentação.
- polimerização e sacarificação.

7. (FUVEST-SP) – O esquema abaixo representa uma transformação química que ocorre na superfície de um catalisador.



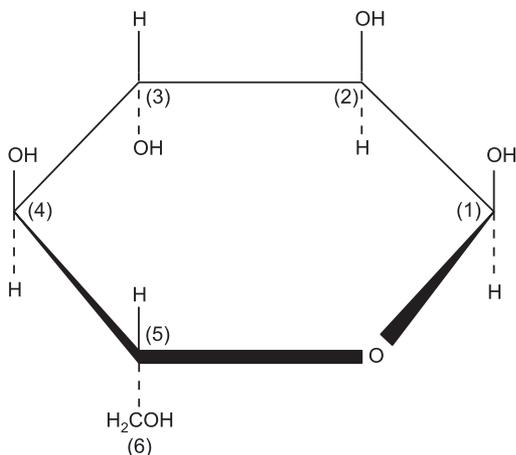
Uma transformação química análoga é utilizada industrialmente para a obtenção de

- polietileno a partir de etileno.
- celulose a partir de glicose.
- peróxido de hidrogênio a partir de água.
- margarina a partir de óleo vegetal.
- naftaleno a partir de benzeno.

8. (FUVEST-SP) – O álcool ( $C_2H_5OH$ ) é produzido nas usinas pela fermentação do melado de cana-de-açúcar, que é uma solução aquosa da sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). Nos tanques de fermentação, observa-se uma intensa fervura aparente do caldo em fermentação.

- Explique por que ocorre essa “fervura fria”.
- Escreva a equação da reação química envolvida.

9. (FUVEST-SP) – Considere a estrutura cíclica da glicose, em que os átomos de carbono estão numerados:



O amido é um polímero formado pela condensação de moléculas de glicose, que se ligam, sucessivamente, através do carbono 1 de uma delas com o carbono 4 de outra (ligação “1-4”).

- Desenhe uma estrutura que possa representar uma parte do polímero, indicando a ligação “1-4” formada.
- Cite uma outra macromolécula que seja polímero da glicose.

10. (UFSCar-SP – MODELO ENEM) – Um combustível derivado de resíduos vegetais está sendo desenvolvido por pesquisadores brasileiros. Menos poluente que o óleo combustível e o diesel, o bio-óleo é produzido a partir de sobras agroindustriais de pequeno tamanho, como bagaço de cana, casca de arroz e café, capim e serragem.

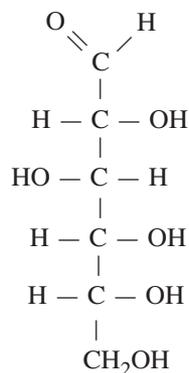
Analise as afirmações seguintes.

- Uma das razões que torna o uso desse bio-óleo ecologicamente vantajoso como combustível, em comparação ao óleo diesel, é que o carbono liberado na sua queima provém do carbono pré-existente no ecossistema.
- O processo de produção do bio-óleo envolve a destilação fracionada de combustíveis fósseis.
- A combustão do bio-óleo não libera gases causadores do aquecimento global, como acontece na combustão do óleo diesel.

Está correto o contido em

- I, apenas.
- II, apenas.
- III, apenas.
- I e II, apenas.
- I, II e III.

11. (UFPR) – Dada a estrutura da glicose

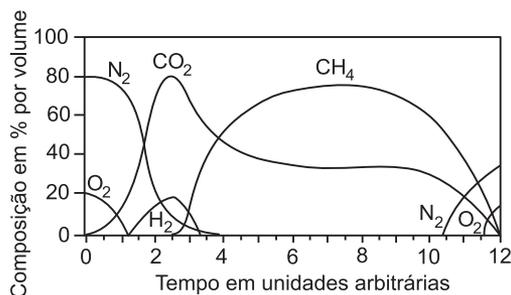
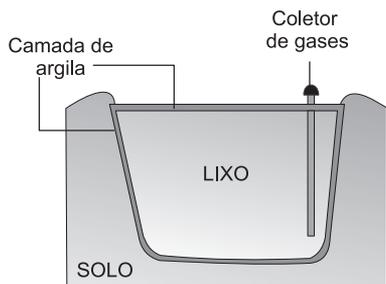


e dados:

$H = 1u$ ;  $C = 12u$ ;  $O = 16u$ ; Constante de Avogadro =  $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  é correto afirmar:

- 1 (um) mol de glicose apresenta 6 átomos de carbono, 12 átomos de hidrogênio e 6 átomos de oxigênio;
- é uma substância opticamente ativa;
- na combustão completa, 1 (um) mol de glicose reagirá com 32 gramas de oxigênio;
- pode ser obtida pela hidrólise da sacarose;
- 1 (um) mol de glicose apresenta  $6 \times 10^{23}$  moléculas;
- é um monossacarídeo.

12. (UNICAMP-SP) – Em um aterro sanitário, o lixo urbano é enterrado e isolado da atmosfera por uma camada de argila, conforme vem esquematizado na figura a seguir. Nestas condições, micro-organismos decompõem o lixo, proporcionando, dentre outras coisas, o aparecimento de produtos gasosos. O gráfico a seguir ilustra a composição dos gases emanados em função do tempo.



- Em que instante do processo a composição do gás coletado corresponde à do ar atmosférico?
- Em que intervalo de tempo prevalece a atividade microbiológica anaeróbica? Justifique.
- Se você quisesse aproveitar, como combustível, o gás emanado, qual seria o melhor intervalo de tempo para fazer isto? Justifique a sua resposta e escreva a equação química da reação utilizada na obtenção de energia térmica.

13. **(I.M.T-SP)** – O biogás, combustível obtido pela fermentação anaeróbica de dejetos orgânicos, é uma mistura de gases contendo principalmente dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ).

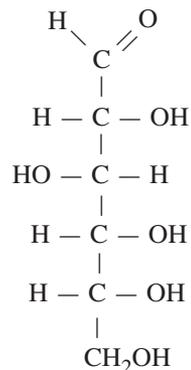
- Equacione a combustão de dois desses gases.
- Qual dos gases da mistura é indesejável? Por quê?

14. **(FUVEST-SP)** – A cidade de São Paulo produz 4 milhões de  $\text{m}^3$  de esgoto por dia. O tratamento de  $1\text{m}^3$  desse esgoto produz em média  $0,070\text{m}^3$  de biogás, do qual 60% é metano. Usado como combustível de veículos,  $1\text{m}^3$  de metano equivale a 1L de gasolina.

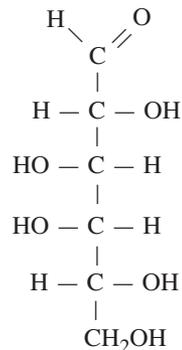
- Quantos litros de gasolina seriam economizados diariamente se todo o esgoto de São Paulo fosse tratado para produzir metano?
- Escreva a equação química que representa o aproveitamento do metano como combustível.

15. **(UFSE)** – Analise as seguintes proposições:

- 0 0 – A glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) é o produto final da hidrólise da celulose ou do amido, compostos de fórmula  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ .
- 1 1 – Tanto celulose quanto borracha natural são polímeros do mesmo monômero.
- 2 2 – A sacarose pode resultar da união de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) com frutose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ). Logo, a fórmula molecular da sacarose é  $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_{12}$ .
- 3 3 – A fórmula estrutural da glicose é



A fórmula estrutural de um seu estereoisômero pode ser



- 4 4 – Pela desidratação total da sacarose (um hidrato de carbono) com ácido sulfúrico concentrado resulta carbono.

## Módulo 30 – Lípides: Óleos e Gorduras

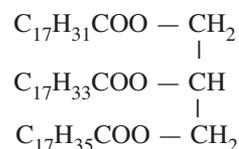
1. **(ITA-SP)** – As gorduras e óleos de origem animal e vegetal mais comuns (banha, sebo, óleo de caroço de algodão, óleo de amendoim etc.) são constituídos, essencialmente, de

- ácidos carboxílicos alifáticos.
- hidrocarbonetos não saturados.
- misturas de parafina e glicerina.
- ésteres de ácidos carboxílicos de número de carbonos variável e glicerina.
- éteres derivados de álcoois com um número de carbonos variável.

2. **(UFMS-RS)** – O triglicerídeo presente na dieta humana é digerido no trato gastrointestinal pelas enzimas digestórias e produz

- aminoácidos.
- glicose.
- ácido graxo e glicerol.
- sacarose.
- glicerídeo.

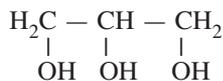
3. **(FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS)** – A fórmula estrutural:



refere-se a moléculas de

- óleo vegetal saturado.
- óleo animal saturado.
- óleo vegetal ou animal insaturado.
- sabão de ácidos graxos saturados.
- detergentes.

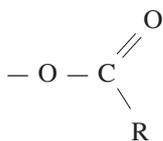
4. (PUC-SP) – A glicerina é uma substância utilizada na fabricação de tintas, cosméticos, explosivos, medicamentos etc. Sua fórmula está representada abaixo.



Em relação à glicerina, assinale a afirmação **falsa**:

- Sua combustão completa produz dióxido de carbono e água.
- Reage com ácidos graxos formando gorduras.
- Reage com ácido nítrico produzindo a trinitroglicerina.
- Não apresenta isomeria geométrica (cis/trans).
- Apresenta isomeria óptica por possuir carbono assimétrico.

5. (UNIP-SP) – Quando em lugar dos três — OH da molécula de glicerol existem três grupamentos:



sendo R um radical alquila com muitos átomos de carbono, o composto é

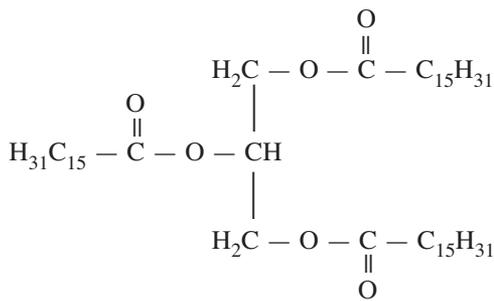
- um açúcar.
- um lipídio.
- um ácido graxo.
- um sabão.
- uma proteína.

6. (UFMT) – Um óleo vegetal pode ser transformado em gordura semissólida. Essa transformação é feita por

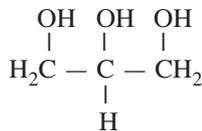
- desidratação.
- saponificação.
- hidrólise.
- oxidação.
- hidrogenação.

7. (UNICAMP-SP) – Provavelmente, o sabão foi encontrado por algum curioso nas cinzas de uma fogueira usada para assar animais como porcos, javalis, cabras etc. Este curioso, vendo nas cinzas aquela massa “diferente” e pensando que se tratava de comida, deve tê-la colocado na boca. Gosto horrível! Cuspiu, tentou tirá-la da boca com a mão, com água, esfregando vigorosamente. Surpresa! As palmas de suas mãos ficaram clarinhas, limpas como nunca antes haviam estado. Sabe-se, hoje, que os álcalis presentes nas cinzas reagem com gorduras levando à formação de sabão. Este método foi muito usado por nossos bisavós, que misturavam, num tacho, cinzas e gordura animal, deixando “cozinhar” por várias horas.

Atualmente, uma das maneiras de se preparar um sabão é reagir o hidróxido de sódio com a tripalmitina (gordura). Nesta reação, formam-se glicerol e sabão (sal de ácido orgânico).



tripalmitina



glicerol

- Escreva a fórmula do sal orgânico formado na reação descrita.
- Partindo de  $1,2 \cdot 10^{-3}$  mol de gordura e  $5,0 \cdot 10^{-3}$  mol de NaOH, calcule a quantidade, em mol, do sal orgânico formado.

8. (UNICAMP-SP) – O sabão, apesar de sua indiscutível utilidade, apresenta o inconveniente de precipitar o respectivo sal orgânico insolúvel em água que contenha íons cálcio dissolvidos. Em época recente, foram desenvolvidos os detergentes, conhecidos genericamente como alquilsulfônicos, solúveis em água e que não se precipitam na presença de íons cálcio.

- Dê o símbolo e o nome do elemento químico que aparece na fórmula de um detergente alquilsulfônico e que não aparece na fórmula de um sabão.
- Considerando que a fórmula de um certo detergente alquilsulfônico é  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O}_4\text{XNa}$ , cuja massa molar é 288 g/mol, calcule a massa molar do elemento X.

Dados: massas molares em g/mol H = 1; C = 12; O = 16; Na = 23.

9. (FUVEST-SP) – Os ácidos graxos podem ser saturados ou insaturados. São representados por uma fórmula geral  $\text{RCOOH}$ , em que R representa uma cadeia longa de hidrocarboneto (saturado ou insaturado).

Dados os ácidos graxos a seguir, com seus respectivos pontos de fusão,

ácido graxo	fórmula	P.F./°C
linoleico	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$	- 11
erúxico	$\text{C}_{21}\text{H}_{41}\text{COOH}$	34
palmítico	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	63

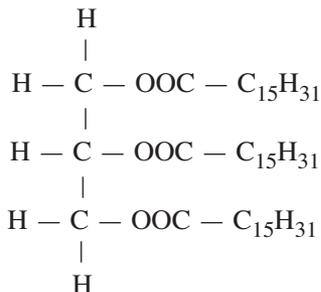
temos, a temperatura ambiente de 20°C, como ácido insaturado no estado sólido apenas o

- linoleico.
- erúxico.
- palmítico.
- linoleico e o erúxico.
- erúxico e o palmítico.

10. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – Na saponificação (com KOH) de gorduras animais, obtêm-se glicerol e

- ácidos carboxílicos de elevada massa molecular.
- ácidos carboxílicos de pequena massa molecular.
- álcoois de grande cadeia carbônica.
- álcoois de pequena cadeia carbônica.
- sais de ácidos carboxílicos.

11. (EFOA-MG) – Uma gordura tem fórmula



- Qual é a função orgânica presente no composto?
- Escreva a equação balanceada da reação da gordura em questão com solução concentrada de NaOH a quente, identificando as funções orgânicas a que pertencem os produtos da reação.

12. (UNICAMP-SP) – A expressão “ômega-3” ( $\omega 3$ ) parece ter sido definitivamente incorporada ao vocabulário moderno. Ela se refere a ácidos orgânicos de cadeia longa encontrados em óleos de peixes marinhos. Já foi comprovado que estas substâncias protegem os esquimós da Groenlândia contra doenças cardiovasculares. Surge daí o estímulo que hoje se faz para que as populações ocidentais incluam, pelo menos uma vez por semana, peixe no seu cardápio.

O ácido eicosapentaenoico, EPA, é um ácido graxo poli-insaturado do tipo  $\omega 3$ , podendo ser representado por  $\text{C}_{20}:\omega 3$ . Esta fórmula indica que a molécula dele possui 20 átomos de carbono e 5 duplas-ligações, e que a primeira dupla-ligação localiza-se no carbono 3 da cadeia (linear), enumerando-se a partir da extremidade oposta do radical carboxila.

- Represente uma fórmula estrutural possível do ácido graxo representado por  $\text{C}_{18}:\omega 3$ .

Sabe-se que compostos orgânicos que contêm duplas-ligações podem reagir com iodo,  $\text{I}_2$ , adicionando-o às duplas-ligações.

- Quantos mols de  $\text{I}_2$  reagem, por completo, com 5,56 g do ácido  $\text{C}_{18}:\omega 3$  do item a?

Dado: massas molares em g/mol: C: 12; O: 16; H: 1.

13. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – Do acarajé para a picape, o óleo de fritura em Ilhéus segue uma rota ecologicamente correta. [...] o óleo [...] passa pelo processo de transesterificação, quando triglicérides fazem uma troca com o álcool. O resultado é o éster metílico de ácidos graxos, vulgo biodiesel.

(O Estado de S. Paulo)

O álcool, sublinhado no texto acima, a fórmula do produto biodiesel (em que  $\text{R}$  é uma cadeia carbônica) e o outro produto

da transesterificação, não mencionado no texto, são, respectivamente,

- metanol,  $\text{ROC}_2\text{H}_5$  e etanol.
- etanol,  $\text{RCOOC}_2\text{H}_5$  e metanol.
- etanol,  $\text{ROCH}_3$  e metanol.
- metanol,  $\text{RCOOCH}_3$  e 1,2,3-propanotriol.
- etanol,  $\text{ROC}_2\text{H}_5$  e 1,2,3-propanotriol.

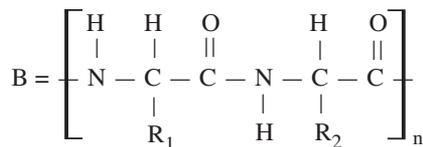
14. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – Na tabela abaixo, é dada a composição aproximada de alguns constituintes de três alimentos.

Alimento	Composição (% em massa)		
	Proteínas	Gorduras	Carboidratos
I	12,5	8,2	1,0
II	3,1	2,5	4,5
III	10,3	1,0	75,3

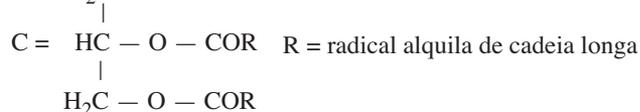
Os alimentos I, II e III podem ser, respectivamente,

- ovo de galinha, farinha de trigo e leite de vaca.
- ovo de galinha, leite de vaca e farinha de trigo.
- leite de vaca, ovo de galinha e farinha de trigo.
- leite de vaca, farinha de trigo e ovo de galinha.
- farinha de trigo, ovo de galinha e leite de vaca.

15. (FUVEST-SP) – Fórmula de alguns constituintes nutricionais:



$\text{R}_1, \text{R}_2 = \text{H}$  ou substituintes



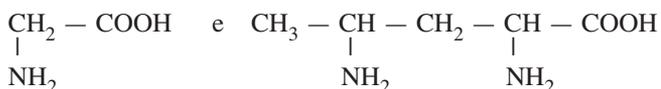
A, B e C são os constituintes nutricionais principais, respectivamente, dos alimentos

- batata, óleo de cozinha e farinha de trigo.
- farinha de trigo, gelatina e manteiga.
- farinha de trigo, batata e manteiga.
- óleo de cozinha, manteiga e gelatina.
- óleo de cozinha, gelatina e batata.

16. (FUVEST-SP) – Hidrocarbonetos, ésteres do glicerol e proteínas são componentes importantes, respectivamente, de

- xisto, óleo de amendoim, clara de ovo.
- xisto, clara de ovo, óleo de amendoim.
- clara de ovo, óleo de amendoim, xisto.
- clara de ovo, xisto, óleo de amendoim.
- óleo de amendoim, xisto, clara de ovo.

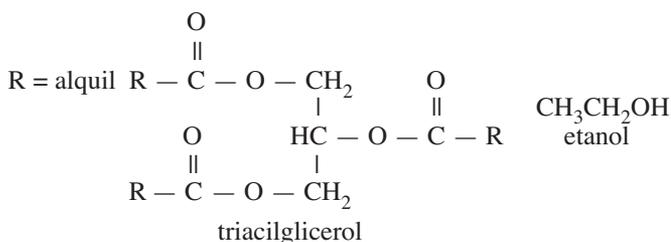
17. (PUCCAMP-SP) – Uma substância **A** produz por hidrólise dois isômeros de fórmula  $C_6H_{12}O_6$ . Também, por hidrólise, uma substância **B** produz



**A** e **B** constituem, respectivamente, exemplos de

- lipídio e carboidrato.
- peptídio e carboidrato.
- carboidrato e peptídio.
- peptídio e lipídio.
- lipídio e peptídio.

18. (UFG-GO) – Os óleos vegetais são utilizados, desde a antiguidade, para a obtenção de sabões, através de reações com substâncias alcalinas. Atualmente, vêm sendo explorados, com sucesso, na produção de biodiesel, através de uma reação de transesterificação com etanol, sob catálise ácida. A seguir, estão representadas as fórmulas estruturais de um triacilglicerol e do etanol.



- Escreva a equação química da reação entre um triacilglicerol e uma base, na obtenção de um sabão.
- Escreva a equação química da reação de transesterificação entre um triacilglicerol e o etanol, na obtenção do biodiesel.

19. (UNICAMP-SP) – O biodiesel é um combustível alternativo que pode ser produzido a partir de óleos vegetais, novos ou usados, ou gorduras animais, através de um processo químico conhecido como transesterificação ou alcoólise. Nesse processo, moléculas de álcool substituem a do glicerol (glicerina) no éster de partida (óleo ou gordura), liberando essa molécula. A massa reacional final é constituída de duas fases líquidas imiscíveis. A fase mais densa é composta de glicerina bruta, impregnada com excessos utilizados de álcool, água e impurezas, e a menos densa é uma mistura de ésteres metílicos

ou etílicos, conforme a natureza do álcool utilizado na reação de transesterificação.

- De acordo com as informações do texto, após o processo de transesterificação, qual fase interessa na obtenção do biodiesel, a inferior ou a superior? Justifique.
- O biodiesel não contém enxofre em sua composição. Com base nessa informação, pode-se afirmar que "A *combustão do biodiesel apresenta vantagens em relação à do diesel do petróleo, no que diz respeito ao fenômeno da chuva ácida*"? Justifique sua resposta.
- O Brasil consome anualmente cerca de 36 bilhões de litros de óleo diesel, sendo 10% importados já refinados, enquanto a produção de óleos vegetais é de 3,6 bilhões de litros, aproximadamente. Se desse óleo vegetal restassem 50% como resíduo e esse resíduo fosse transformado em biodiesel, em quantos por cento seria diminuída a importação de óleo diesel já refinado? Considere que o volume de biodiesel produzido seja igual ao do material de partida. Mostre os cálculos.

20. (UFSCar-SP) – Foram feitas as seguintes afirmações sobre a química dos alimentos:

- As proteínas são polímeros naturais nitrogenados, que no processo da digestão fornecem aminoácidos.
- O grau de insaturação de um óleo de cozinha pode ser estimado pela reação de descoloramento de solução de iodo.
- O amido é um dímero de frutose e glicose, isômeros de fórmula molecular  $C_6H_{12}O_6$ .
- Um triglicerídeo saturado é mais suscetível à oxidação pelo oxigênio do ar do que um poli-insaturado.

São verdadeiras as afirmações

- I e II, apenas.
- II e III, apenas.
- III e IV, apenas.
- I, II e III, apenas.
- I, II, III e IV.

## EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

## Módulo 25 – pH e pOH (Continuação)

1. Dissolveu-se 0,0005 mol do eletrólito forte  $\text{Ca(OH)}_2$  em água para obterem-se 100 mL de uma solução saturada desse hidróxido. Qual será o pH dessa solução?

- a)  $-\log(5 \times 10^{-4}) = 3,3$       b) 11,7      c) 9,78  
d) 12      e) 10,7

## Resolução

	$\text{Ca(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ Base forte ( $\alpha \approx 1$ )		
início	n	0	0
reage e forma	$\alpha \cdot n$	$\alpha \cdot n$	$2 \cdot \alpha \cdot n$
equilíbrio	$n - \alpha \cdot n$	$\alpha \cdot n$	$2 \cdot \alpha \cdot n = 2n = 0,0005 \cdot 2 = 0,001$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1 \cdot 10^{-1} \text{ L}} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\text{pOH} = 2$$

$$\text{Supondo a } 25^\circ\text{C} \Rightarrow \text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 12$$

## Resposta: D

2. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Com relação aos efeitos sobre o ecossistema, pode-se afirmar que

- I. as chuvas ácidas poderiam causar a diminuição do pH da água de um lago, o que acarretaria a morte de algumas espécies, rompendo a cadeia alimentar.  
II. as chuvas ácidas poderiam provocar acidificação do solo, o que prejudicaria o crescimento de certos vegetais.  
III. as chuvas ácidas causam danos se apresentarem valor de pH maior que o da água destilada.

Dessas afirmativas, está(ão) correta(s)

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

## Resolução

- I. Correta. As chuvas ácidas causam diminuição do pH (aumento da acidez) da água de um lago, o que acarreta a morte de algumas espécies, rompendo a cadeia alimentar.  
II. Correta. As chuvas ácidas aumentam a acidez do solo, o que prejudica o crescimento de certos vegetais.  
III. Incorreta. As chuvas ácidas apresentam valor de pH menor que o da água destilada que tem  $\text{pH} = 7$ .

## Resposta: C

3. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Suponha que um agricultor esteja interessado em fazer uma plantação de girassóis. Procurando informação, leu a seguinte reportagem:

## Solo ácido não favorece plantio

*Alguns cuidados devem ser tomados por quem decide iniciar o cultivo do girassol. A oleaginosa deve ser plantada em solos descompactados, com pH acima de 5,2 (que indica menor acidez da terra). Conforme as recomendações da Embrapa, o agricultor deve colocar, por hectare, 40kg a 60kg de nitrogênio, 40kg a 80kg de potássio e 40kg a 80kg de fósforo.*

*O pH do solo, na região do agricultor, é de 4,8. Dessa forma, o agricultor deverá fazer a "calagem".*

(Folha de S. Paulo)

Suponha que o agricultor vá fazer calagem (aumento do pH do solo por adição de cal virgem – CaO). De maneira simplificada, a diminuição da acidez se dá pela interação da cal (CaO) com a água presente no solo, gerando hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), que reage com os íons  $\text{H}^+$  (dos ácidos), ocorrendo, então, a formação de água e deixando íons  $\text{Ca}^{2+}$  no solo.

Considere as seguintes equações:

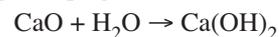
- I.  $\text{CaO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$   
II.  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$   
III.  $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$   
IV.  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$

O processo de calagem descrito acima pode ser representado pelas equações

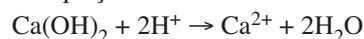
- a) I e II.      b) I e IV.      c) II e III.  
d) II e IV.      e) III e IV.

## Resolução

A interação de cal virgem, CaO, com a água presente no solo pode ser descrita pela equação II:



A diminuição da acidez (aumento do pH) pela reação do hidróxido de cálcio com os íons  $\text{H}^+$  presentes no solo é descrita na equação III:



## Resposta: C

4. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Numa rodovia pavimentada, ocorreu o tombamento de um caminhão que transportava ácido sulfúrico concentrado. Parte da sua carga fluiu para um curso d'água não poluído que deve ter sofrido, como consequência,

- I. mortandade de peixes acima da normal no local do derrame de ácido e em suas proximidades.

II. variação do pH em função da distância e da direção da corrente de água.

III. danos permanentes na qualidade de suas águas.

IV. aumento momentâneo da temperatura da água no local do derrame.

É correto afirmar que, dessas consequências, apenas podem ocorrer

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

#### Resolução

Ácido sulfúrico concentrado fluiu para um curso-d'água não poluído, causando:

- I. mortandade dos peixes no local do derrame e suas proximidades, pois é um ácido forte que diminui o pH da água.  
II. variação do pH, pois o ácido concentrado fluiu e sofreu diluição ao longo do curso-d'água (quanto mais diluída uma solução ácida, maior o pH). Portanto, quanto maior a distância do local do derrame, maior o pH.  
III. danos não permanentes, pois é água corrente, e esse ácido será diluído com o passar do tempo.  
IV. aumento momentâneo da temperatura da água no local, pois a dissolução de ácido sulfúrico em água é um processo exotérmico.

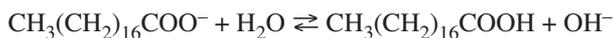
**Resposta: D**

## Módulo 26 – Hidrólise Salina

5. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Sabões são sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa utilizados com a finalidade de facilitar, durante processos de lavagem, a remoção de substâncias de baixa solubilidade em água, por exemplo, óleos e gorduras. A figura a seguir representa a estrutura de uma molécula de sabão.



Em solução, os ânions do sabão podem hidrolisar a água e, desse modo, formar o ácido carboxílico correspondente. Por exemplo, para o estearato de sódio, é estabelecido o seguinte equilíbrio:



Uma vez que o ácido carboxílico formado é pouco solúvel em água e menos eficiente na remoção de gorduras, o pH do meio deve ser controlado de maneira a evitar que o equilíbrio acima seja deslocado para a direita.

Com base nas informações do texto, é correto concluir que os sabões atuam de maneira

- a) mais eficiente em pH básico.  
b) mais eficiente em pH ácido.  
c) mais eficiente em pH neutro.  
d) eficiente em qualquer faixa de pH.  
e) mais eficiente em pH ácido ou neutro.

#### Resolução

O sabão será mais eficiente quando o ácido carboxílico estiver na forma ionizada. O equilíbrio a seguir deve ser deslocado para a esquerda:



Para que esse equilíbrio seja deslocado para a esquerda, o meio deve ser básico, alta concentração de íons  $\text{OH}^-$ , e, portanto, o pH deve ser maior que sete.

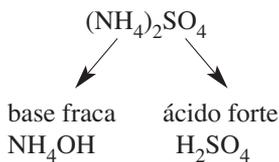
**Resposta: A**

6. (MACKENZIE – MODELO ENEM) – O pH dos solos varia de 3,0 a 9,0 e, para a grande maioria das plantas, a faixa de pH de 6,0 a 6,5 é a ideal, porque ocorre um ponto de equilíbrio no qual a maioria dos nutrientes permanecem disponíveis às raízes. A planta *Camellia japonica*, cuja flor é conhecida como camélia, prefere solos ácidos para o seu desenvolvimento. Uma dona de casa plantou, em seu jardim, uma cameleira e a mesma não se desenvolveu satisfatoriamente, pois o solo de seu jardim estava muito alcalino. Sendo assim, foi-lhe recomendado que usasse uma substância química que diminuísse o pH do solo para obter o desenvolvimento pleno dessa planta. De acordo com as informações acima, essa substância química poderá ser

- a)  $\text{CaCO}_3$ .                      b)  $\text{KNO}_3$ .                      c)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .  
d)  $\text{NaNO}_3$ .                      e)  $\text{MgCO}_3$ .

#### Resolução

Para diminuir o pH do solo, a pessoa deve utilizar uma substância de caráter ácido, nesse caso, um sal de caráter ácido, um sal formado a partir de uma base fraca e um ácido forte.



**Resposta: C**

7. (FUVEST) – Recentemente, foi lançado no mercado um tira-manchas, cujo componente ativo é  $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ . Este, ao se dissolver em água, libera peróxido de hidrogênio, que atua sobre as manchas.

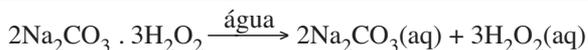
- a) Na dissolução desse tira-manchas, em água, forma-se uma solução neutra, ácida ou básica? Justifique sua resposta por meio de equações químicas balanceadas.  
b) A solução aquosa desse tira-manchas (incolor) descora rapidamente uma solução aquosa de iodo (marrom). Com base nos potenciais-padrão de redução indicados, escreva a equação química que representa essa transformação.  
c) No experimento descrito no item b, o peróxido de hidrogênio atua como oxidante ou como redutor? Justifique.

Semirreação de redução	$E^\circ_{\text{redução}} / \text{volt}$
$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1,77
$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-(\text{aq})$	0,54
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	-0,15

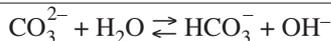
### Resolução

a) A solução será básica devido à hidrólise do carbonato.

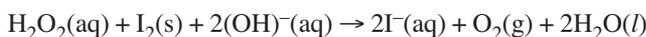
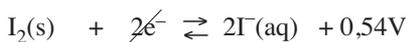
#### reação de dissolução



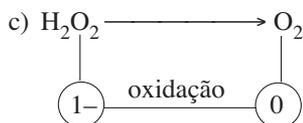
#### reação de hidrólise



b) A solução aquosa do tira-manchas apresenta  $\text{H}_2\text{O}_2$  e  $\text{OH}^-$  entre outras espécies químicas, logo, temos as seguintes equações:



$$\Delta V = +0,69\text{V}$$



logo,  $\text{H}_2\text{O}_2$  é um redutor

## Módulo 27 – Produto de Solubilidade ( $K_{\text{P.S.}}$ ou $K_{\text{S}}$ ou $\text{PS}$ )

8. (VUNESP – MODELO ENEM) – Alguns estudiosos acreditam que o declínio do Império Romano da Antiguidade se deveu, pelo menos em parte, à contaminação de seu povo pelos íons chumbo (II), causadores da enfermidade denominada *plumbismo* ou *saturnismo*.

Tais íons estavam presentes na água proveniente de recipientes e encanamentos de chumbo, de uso muito difundido naquela civilização.

Para efeito de cálculo, vamos considerar que a água ingerida pelos romanos estava saturada de  $\text{PbCO}_3$ , cujo produto de solubilidade ( $K_{\text{ps}}$ ) vale  $1,6 \cdot 10^{-13}$ . Partindo dessa consideração, determine a quantidade de matéria de íons de chumbo (II), que um romano ingeria ao beber um litro dessa água.

- a)  $4,0 \cdot 10^{-9}$  mol                      b)  $2,0 \cdot 10^{-8}$  mol  
c)  $4,0 \cdot 10^{-7}$  mol                      d)  $3,0 \cdot 10^{-6}$  mol  
e)  $2,0 \cdot 10^{-5}$  mol

Dado:  $\text{PbCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

$$K_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$$

### Resolução

$$[\text{Pb}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = x$$

$$K_{\text{ps}} = x \cdot x = x^2 = 1,6 \cdot 10^{-13}$$

$$x = \sqrt{1,6 \cdot 10^{-14}} = 4,0 \cdot 10^{-7}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = 4,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

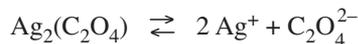
Ao beber um litro dessa água, o romano ingeria  $4,0 \cdot 10^{-7}$  mol de íons chumbo (II)

**Resposta: C**

9. Dissolve-se oxalato de prata,  $\text{Ag}_2(\text{C}_2\text{O}_4)$ , em água destilada. Uma análise revela que a concentração do íon  $\text{Ag}^+$  na solução saturada é  $2,2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{litro}^{-1}$ . Qual é o produto de solubilidade desse sal de prata?

- a)  $2,4 \times 10^{-8}$                                       b)  $11 \times 10^{-11}$   
c)  $5 \times 10^{-8}$                                       d)  $5,3 \times 10^{-12}$   
e)  $2,2 \times 10^{-4}$

### Resolução



$$[\text{Ag}^+] = 2 \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$$

$$[\text{Ag}^+] = 2,2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 1,1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{PS} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$$

$$\text{PS} = 4,84 \cdot 10^{-8} \cdot 1,1 \cdot 10^{-4}$$

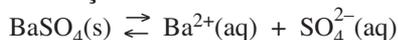
$$\text{PS} = 5,3 \cdot 10^{-12}$$

**Resposta: D**

10. (UNESP) – A dose letal de íons  $\text{Ba}^{2+}$  para o ser humano é de  $2,0 \times 10^{-3}$  mol de íons  $\text{Ba}^{2+}$  por litro de sangue. Para se submeter a um exame de raios X, um paciente ingeriu 200mL de uma suspensão de  $\text{BaSO}_4$ . Supondo que os íons  $\text{Ba}^{2+}$  solubilizados na suspensão foram integralmente absorvidos pelo organismo e dissolvidos em 5 litros de sangue, discuta se essa dose coloca em risco a vida do paciente.

(Dado: Constante do produto de solubilidade do  $\text{BaSO}_4 = 1,0 \times 10^{-10}$ .)

### Resolução



$$x \text{ mol/L} \quad x \text{ mol/L} \quad x \text{ mol/L}$$

$$K_{\text{P.S.}} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$1,0 \times 10^{-10} = x \cdot x$$

$$x = 1,0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

A concentração de íons  $\text{Ba}^{2+}$  numa suspensão de  $\text{BaSO}_4$  vale  $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ .

Cálculo do número de mols de íons  $\text{Ba}^{2+}$  ingeridos:

$$1,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \text{ ————— } 1\text{L}$$

$$y \text{ ————— } 0,200\text{L}$$

$$y = 2,0 \times 10^{-6} \text{ mol de Ba}^{2+}$$

Esse número de mols foi absorvido e dissolvido em 5 litros de sangue.

$$2,0 \times 10^{-6} \text{ mol de Ba}^{2+} \text{ ————— } 5\text{L sangue}$$

$$z \text{ ————— } 1\text{L sangue}$$

$$z = 4,0 \times 10^{-7} \text{ mol de Ba}^{2+}/\text{litro de sangue}$$

Esse valor é bastante inferior à dose letal ( $2,0 \times 10^{-3}$  mol de  $\text{Ba}^{2+}$  por litro de sangue) e **NÃO COLOCA EM RISCO A VIDA DO PACIENTE**.

11. (UNICAMP-SP) – Nos Jogos Olímpicos de Beijing houve uma preocupação em se evitar a ocorrência de chuvas durante a cerimônia de abertura. Utilizou-se o iodeto de prata no bombardeamento de nuvens nas vizinhanças da cidade para provocar chuva nesses locais e, assim, evitá-la no Estádio Olímpico. O iodeto de prata tem uma estrutura cristalina similar

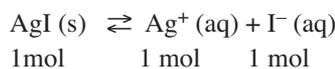
à do gelo, o que induz a formação de gelo e chuva sob condições específicas.

- a) Sobre a estratégia utilizada em Beijing, veiculou-se na imprensa que “o método não altera a composição da água da chuva”. Responda se essa afirmação é correta ou não e justifique.
- b) Escreva a expressão da constante do produto de solubilidade do iodeto de prata e calcule sua concentração em mol L<sup>-1</sup> numa solução aquosa saturada a 25 °C.

Dado: A constante do produto de solubilidade do iodeto de prata é 8,3 x 10<sup>-17</sup> a 25°C.

### Resolução

- a) Incorreta, porque iodeto de prata passa a fazer parte da água da chuva, mudando sua composição.
- b) A equação de dissociação do iodeto de prata em água pode ser expressa por:



A expressão da constante do produto de solubilidade do iodeto de prata é:

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{I}^-]$$

Numa solução saturada, a proporção em mols de

Ag<sup>+</sup> e I<sup>-</sup> é de 1 para 1. Portanto: [Ag<sup>+</sup>] = [I<sup>-</sup>]

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{I}^-] = 8,3 \cdot 10^{-17} \text{ (25°C)}$$

$$x \cdot x = 8,3 \cdot 10^{-17}$$

$$x = \sqrt{8,3 \cdot 10^{-17}} \approx 9,1 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

A concentração de iodeto de prata na solução saturada é igual a 9,1 · 10<sup>-9</sup> mol · L<sup>-1</sup>.

## Módulo 28 – Titulometria

12. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – As informações abaixo foram extraídas do rótulo da água mineral de determinada fonte.

<b>ÁGUA MINERAL NATURAL</b>	
<b>Composição química provável em mg/L</b>	
Sulfato de estrôncio .....	0,04
Sulfato de cálcio .....	2,29
Sulfato de potássio .....	2,16
Sulfato de sódio .....	65,71
Carbonato de sódio .....	143,68
Bicarbonato de sódio .....	42,20
Cloreto de sódio .....	4,07
Fluoreto de sódio .....	1,24
Vanádio .....	0,07
<b>Características físico-químicas</b>	
pH a 25°C .....	10,00
Temperatura da água na fonte .....	24°C
Condutividade elétrica .....	4,40x10 <sup>-4</sup> mho/cm
Resíduo de evaporação a 180°C .....	288,00 mg/L
<b>Classificação:</b>	
<b>“ALCALINO-BICARBONATADA, FLUORETADA, VANÁDICA”</b>	

Indicadores ácido-base são substâncias que em solução aquosa apresentam cores diferentes conforme o pH da solução.

O quadro abaixo fornece as cores que alguns indicadores apresentam à temperatura de 25°C

Indicador	Cores conforme o pH
Azul de bromotimol	amarelo em pH ≤ 6,0; azul em pH ≥ 7,6
Vermelho de metila	vermelho em pH ≤ 4,8; amarelo em pH ≥ 6,0
Fenolftaleína	incolor em pH ≤ 8,2; vermelho em pH ≥ 10,0
Alaranjado de metila	vermelho em pH ≤ 3,2; amarelo em pH ≥ 4,4

Suponha que uma pessoa inescrupulosa guardou garrafas vazias dessa água mineral, enchendo-as com água de torneira (pH entre 6,5 e 7,5) para serem vendidas como água mineral. Tal fraude pode ser facilmente comprovada pingando-se na "água mineral fraudada", à temperatura de 25°C, gotas de

- a) azul de bromotimol ou fenolftaleína.  
 b) alaranjado de metila ou fenolftaleína.  
 c) alaranjado de metila ou azul de bromotimol.  
 d) vermelho de metila ou azul de bromotimol.  
 e) vermelho de metila ou alaranjado de metila.

### Resolução

A água mineral natural apresenta pH = 10,00, portanto possui caráter alcalino (básico). Adicionando-se os indicadores à água mineral natural, ela apresentará as seguintes colorações:

- I) azul de bromotimol → **azul**  
 II) vermelho de metila → **amarela**  
 III) fenolftaleína → **vermelha**  
 IV) alaranjado de metila → **amarela**

A água de torneira apresenta pH entre 6,5 e 7,5; adicionando-se os mesmos indicadores, teremos as seguintes colorações:

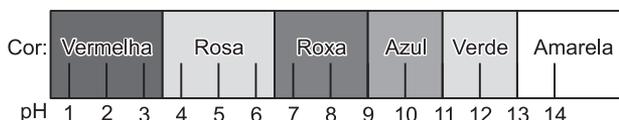
- I) azul de bromotimol → **verde** (coloração intermediária)  
 II) vermelho de metila → **amarela**  
 III) fenolftaleína → **incolor**  
 IV) alaranjado de metila → **amarela**

Notamos diferença de cor nos indicadores azul de bromotimol e fenolftaleína.

**Resposta: A**

### Texto para as questões 13 e 14.

O suco extraído do repolho roxo pode ser utilizado como indicador do caráter ácido (pH entre 0 e 7) ou básico (pH entre 7 e 14) de diferentes soluções. Misturando-se um pouco de suco de repolho e da solução, a mistura passa a apresentar diferentes cores, segundo sua natureza ácida ou básica, de acordo com a escala abaixo.



Algumas soluções foram testadas com esse indicador, produzindo os seguintes resultados:

	Material	Cor
I	Amoníaco	Verde
II	Leite de magnésia	Azul
III	Vinagre	Vermelha
IV	Leite de vaca	Rosa

13. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) –

De acordo com esses resultados, as soluções I, II, III e IV têm, respectivamente, caráter

- ácido/básico/básico/ácido.
- ácido/básico/ácido/básico.
- básico/ácido/básico/ácido.
- ácido/ácido/básico/básico.
- básico/básico/ácido/ácido.

#### Resolução

Pela análise das cores obtidas utilizando-se suco de repolho roxo como indicador, temos:

- Amoníaco** apresentou cor verde, solução de  $\text{pH} > 7$  e caráter básico.
- Leite de magnésia** apresentou cor azul, solução de  $\text{pH} > 7$  e caráter básico.
- Vinagre** apresentou cor vermelha, solução de  $\text{pH} < 7$  e caráter ácido.
- Leite de vaca** apresentou cor rosa, solução de  $\text{pH} < 7$  e caráter ácido.

**Resposta: E**

14. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) –

Utilizando-se o indicador citado em sucos de abacaxi e de limão, pode-se esperar como resultado as cores

- rosa ou amarela.
- vermelha ou roxa.
- verde ou vermelha.
- rosa ou vermelha.
- roxa ou azul.

#### Resolução

Utilizando-se o suco de repolho roxo como indicador em sucos de abacaxi e limão, que são soluções ácidas (contêm ácido cítrico), pode-se esperar como resultado as cores **vermelha** ou **rosa**.

**Resposta: D**

15. (MODELO ENEM) – Um químico é requisitado para

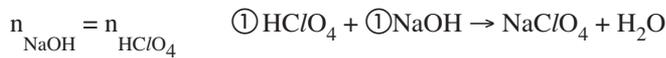
determinar a capacidade de um tanque de forma irregular para fins industriais. Para isso, adiciona cuidadosamente 80 g de hidróxido de sódio no tanque e, em seguida, completa com água até o limite máximo e homogeneiza. Efetua várias titulações de alíquotas de 50 mL retiradas do tanque, que requerem um valor médio de 16 mL de solução 0,005 mol/L de ácido perclórico, para a completa neutralização. A capacidade do tanque é

- 5.600 L.
- 2.700 L.
- 1.250 L.
- 1.000 L.
- 850 L.

#### Resolução

$$\text{Dados: } \begin{cases} m_{\text{NaOH}} = 80 \text{ g} \\ \text{volume de alíquota de solução de NaOH} = 50 \text{ mL} \\ \text{volume de solução de HClO}_4 \text{ na titulação} = 16 \text{ mL} \\ M_{\text{HClO}_4} = 0,005 \text{ mol/L} \end{cases}$$

Na titulação:



$$M_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = M_{\text{HClO}_4} \cdot V_{\text{HClO}_4}$$

$$M_{\text{NaOH}} \cdot 50 = 0,005 \cdot 16 \Rightarrow M_{\text{NaOH}} = 16 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

No tanque:

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{80 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = M_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{Tanque}}$$

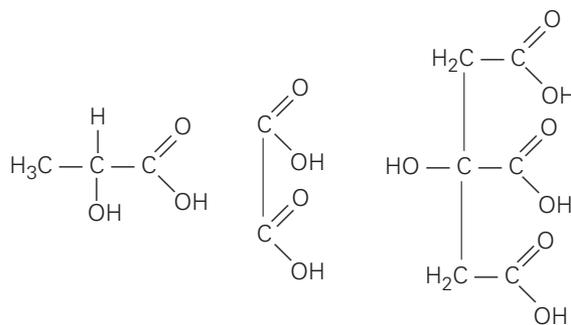
$$V_{\text{Tanque}} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{2 \text{ mol}}{16 \times 10^{-4} \text{ mol/L}}$$

$$V_{\text{Tanque}} = 1.250 \text{ litros}$$

**Resposta: C**

16. (FUVEST-SP) – Em um exame, para o preenchimento de

uma vaga de químico, as seguintes fórmulas estruturais foram apresentadas ao candidato:



ácido láctico

ácido oxálico

ácido cítrico

A seguir, o examinador pediu ao candidato que determinasse, experimentalmente, o calor liberado ao fazer-se a mistura de volumes definidos de duas soluções aquosas, de mesma concentração, uma de hidróxido de sódio e outra de um dos três ácidos carboxílicos apresentados, sem revelar qual deles havia sido escolhido. Foi informado ao candidato que, quando o ácido e a base reagem na proporção estequiométrica, o calor liberado é máximo.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Volume da solução de base/mL	0	15	30	35	40	45	50
Volume da solução de ácido/mL	50	35	20	15	10	5	0
Calor liberado/J	0	700	1400	1500	1000	500	0

Diante dos resultados obtidos, o examinador pediu ao candidato que determinasse qual dos ácidos havia sido utilizado no experimento. Para responder, o candidato construiu uma tabela e um gráfico do calor liberado versus  $x_{\text{base}}$ , definido como:

$$x_{\text{base}} = \frac{V_{\text{base}}}{V_{\text{base}} + V_{\text{ácido}}}, \text{ equivalente a } x_{\text{base}} = \frac{n_{\text{base}}}{n_{\text{base}} + n_{\text{ácido}}},$$

onde:  $n$  = quantidade de ácido ou de base (em mol)

$V$  = volume da solução de ácido ou de base (em mL)

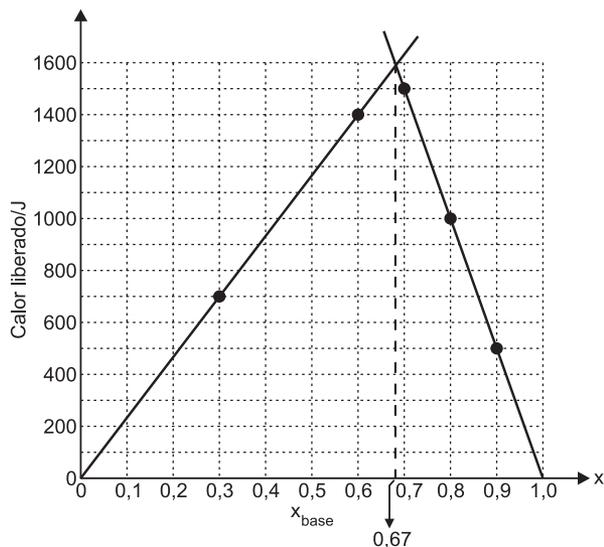
- Reproduza a tabela e o gráfico que devem ter sido obtidos pelo candidato. Pelos pontos do gráfico, podem ser traçadas duas retas, cujo cruzamento corresponde ao máximo calor liberado.
- Determine o valor de  $x_{\text{base}}$  que corresponde ao ponto de cruzamento das retas em seu gráfico.
- Qual foi o ácido escolhido pelo examinador? Explique.
- Indique qual é o reagente limitante para o experimento em que o calor liberado foi 1400J e para aquele em que o calor liberado foi 1500J. Explique.

### Resolução

- Como  $x_{\text{base}} = \frac{V_{\text{base}}}{V_{\text{base}} + V_{\text{ácido}}}$ , substituindo os valores fornecidos em cada experimento, temos:

$x_{\text{base}}$	0	0,3	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Calor de reação (J)	0	700	1400	1500	1000	500	0

O gráfico pedido é:



- O valor de  $x$  no ponto de encontro das duas retas é aproximadamente 0,67 (valor encontrado no gráfico do item a). Esse valor poderia ser obtido pelas equações das duas retas:

$$y = \frac{1400}{0,6} x$$

$$y = -\frac{1000}{0,2} x + \frac{1000}{0,2}$$

No ponto de encontro, temos:

$$\frac{1400}{0,6} x = -\frac{1000}{0,2} x + \frac{1000}{0,2}$$

$$x = 0,67$$

- Como o valor de  $x$  no ponto de encontro corresponde ao calor máximo liberado na neutralização, temos:

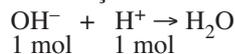
$$x_{\text{base}} = \frac{V_{\text{base}}}{V_{\text{base}} + V_{\text{ácido}}} = \frac{n_{\text{base}}}{n_{\text{base}} + n_{\text{ácido}}} = 0,67$$

$$n_{\text{base}} = 0,67 n_{\text{base}} + 0,67 n_{\text{ácido}}$$

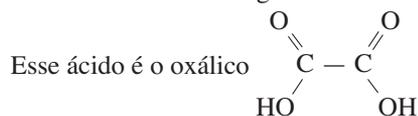
$$0,33 n_{\text{base}} = 0,67 n_{\text{ácido}}$$

$$\frac{n_{\text{base}}}{n_{\text{ácido}}} = \frac{0,67}{0,33} = \frac{2}{1}$$

Pela reação de neutralização, temos:



Se foram gastos 2 mol de base para cada mol de ácido neutralizado, podemos concluir que se trata de um ácido com 2 átomos de hidrogênio ionizáveis.



- Para uma quantidade de calor liberado igual a 1400 J, o ácido estará em excesso, pois a proporção entre base e ácido é de 1: 2.

1 de ácido — 2 de base

$x$  — 30 mL de base

$x = 15$  mL de ácido (excesso de 5 mL de ácido)

Limitante: base.

Para uma quantidade de calor liberado igual a 1500 J, a base estará em excesso.

1 de ácido — 2 de base

15mL de ácido —  $y$

$y = 30$  mL de base (excesso de 5 mL de base)

Limitante: ácido.

17. (UNESP) – Em um laboratório, há um frasco no qual são despejados os resíduos para que sejam tratados antes do descarte. Inicialmente vazio e limpo, nesse frasco foram despejados 90 mL de uma solução aquosa de uma base forte, com  $\text{pH} = 9$ , e 10 mL de uma solução aquosa de ácido forte,  $\text{pH} = 3$ . Calcule o  $\text{pH}$  (aproximado) da solução resultante no frasco de resíduos.

### Resolução

Base forte: 90mL, pH = 9, pOH = 5

$$[\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$1000\text{mL} \text{ ————— } 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$90\text{mL} \text{ ————— } x$$

$$\therefore x = 9 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$$

Ácido forte: 10mL, pH = 3

$$[\text{H}^+] = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$1000\text{mL} \text{ ————— } 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$10\text{mL} \text{ ————— } x'$$

$$\therefore x' = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

	H <sup>+</sup>	+	OH <sup>-</sup>	→	H <sub>2</sub> O
início	1 · 10 <sup>-5</sup> mol		0,09 · 10 <sup>-5</sup> mol		
reage	0,09 · 10 <sup>-5</sup> mol		0,09 · 10 <sup>-5</sup> mol		
sobra	0,91 · 10 <sup>-5</sup> mol		—		

Aproximando, temos 1 · 10<sup>-5</sup> mol de H<sup>+</sup>

$$[\text{H}^+] \cong \frac{1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{0,1\text{L}} \therefore [\text{H}^+] \cong 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{Como } \text{pH} = -\log [\text{H}^+] \therefore \text{pH} \cong 4$$

## Módulo 29 – Radioatividade: As Radiações Naturais

18. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – O avanço científico-tecnológico permitiu identificar e dimensionar partículas e sistemas microscópicos e submicroscópicos fundamentais para o entendimento de fenômenos naturais macroscópicos. Desse modo, tornou-se possível ordenar, em função das dimensões, entidades como cromossomo (C), gene (G), molécula de água (M), núcleo do hidrogênio (N) e partícula alfa (P). Assinale a alternativa que apresenta essas entidades em ordem crescente de tamanho.

- a) N, P, M, G, C.                      b) P, N, M, G, C.  
c) N, M, P, G, C.                      d) N, P, M, C, G.  
e) P, M, G, N, C.

### Resolução

A ordem crescente de tamanho é:

- 1) núcleo do hidrogênio (N): formado por 1 próton;
- 2) partícula alfa (P): formada por 2 prótons e 2 nêutrons (núcleo do He);
- 3) molécula de água (M): formada por 3 núcleos (2 núcleos de hidrogênio e 1 núcleo de oxigênio);
- 4) gene (G): segmento de DNA;
- 5) cromossomo (C): 1 molécula de DNA + proteína.

**Resposta: A**

19. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – Os elementos químicos se relacionam de diferentes maneiras com os organismos vivos. Alguns elementos são parte da estrutura das moléculas que constituem os organismos vivos. Outros formam íons essenciais à manutenção da vida. Outros, ainda, podem representar riscos para os seres vivos: alguns, por serem tóxicos; outros, por serem radioativos.

Observe o esquema da Tabela Periódica, no qual estão destacados quatro elementos químicos, identificados pelas letras w, x, y e z.

Considerando suas posições na Tabela Periódica, assinale a alternativa que melhor associa esses quatro elementos químicos com as propriedades discutidas acima.

	Elemento w	Elemento x	Elemento y	Elemento z
a)	elemento radioativo	íon essencial	metal tóxico	elemento estrutural
b)	metal tóxico	íon essencial	elemento estrutural	elemento radioativo
c)	elemento radioativo	elemento estrutural	íon essencial	metal tóxico
d)	elemento estrutural	elemento radioativo	íon essencial	metal tóxico
e)	elemento radioativo	metal tóxico	elemento estrutural	íon essencial

### Resolução

W é um elemento radioativo, pois apresenta número atômico elevado. W pertence aos actínídeos que são elementos radioativos.

X é um metal alcalino (grupo 1) do 3º Período que corresponde ao elemento sódio. No organismo humano, o íon sódio é essencial.

Y é um metal do grupo 12. Os cátions desse grupo são tóxicos (íons de metais pesados).

Z é um não metal do grupo 15 e corresponde ao elemento nitrogênio, que faz parte dos aminoácidos que formam as proteínas.

**Resposta: A**

20. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Na manipulação em escala nanométrica, os átomos revelam características peculiares, podendo apresentar tolerância à temperatura, reatividade química, condutividade elétrica, ou mesmo exibir força de intensidade extraordinária. Essas características explicam o interesse industrial pelos nanomateriais que estão sendo muito pesquisados em diversas áreas, desde o desenvolvimento de cosméticos, tintas e tecidos, até o de terapias contra o câncer.

A utilização de nanopartículas na indústria e na medicina requer estudos mais detalhados, pois

- as partículas, quanto menores, mais potentes e radiativas se tornam.
- as partículas podem ser manipuladas, mas não caracterizadas com a atual tecnologia.
- as propriedades biológicas das partículas somente podem ser testadas em microrganismos.
- as partículas podem atravessar poros e canais celulares, o que poderia causar impactos desconhecidos aos seres vivos e, até mesmo, aos ecossistemas.
- o organismo humano apresenta imunidade contra partículas tão pequenas, já que apresentam a mesma dimensão das bactérias (um bilionésimo de metro).

### Resolução

A dimensão de um átomo é da ordem de 0,1 nanômetro. O interesse industrial na nanotecnologia está cada vez mais acentuado e ainda requer estudos mais detalhados, pois essas partículas podem atravessar poros e canais celulares, podendo causar problemas desconhecidos aos seres vivos (um núcleo de átomo de hélio pode provocar ionização de células e destruí-las). Uma bactéria apresenta dimensão da ordem de um micrômetro (1000 nanômetros).

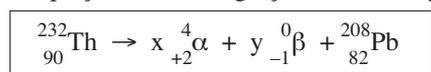
**Resposta: D**

21. Na família radioativa do tório, parte-se do  ${}_{90}^{232}\text{Th}$  e chega-se ao  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ . Os números de partículas alfa e beta emitidas no processo todo são, respectivamente,

- 1 e 1.
- 4 e 6.
- 6 e 4.
- 12 e 16.
- 16 e 12.

### Resolução

A equação de desintegração total é a seguinte:



A soma dos índices superiores antes e depois deve ser igual.

$$232 = 4x + 0 + 208$$

$$4x = 24$$

$$x = 6$$

6 partículas  $\alpha$

O mesmo se aplica aos índices inferiores:

$$90 = 12 - y + 82$$

$$90 - 12 - 82 = -y$$

$$y = 4$$

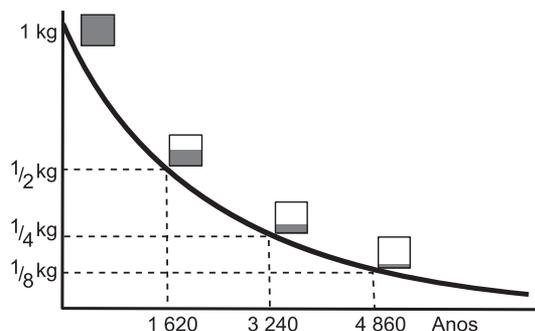
4 partículas  $\beta$

**Resposta: C**

## Módulo 30 – Radioatividade: Meia-Vida, Fissão e Fusão Nucleares

22. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – O lixo radioativo ou nuclear é resultado da manipulação de materiais radioativos, utilizados hoje na agricultura, na indústria, na medicina, em pesquisas científicas, na produção de energia etc. Embora a radioatividade se reduza com o tempo, o processo de decaimento radioativo de alguns materiais pode levar milhões de anos. Por isso, existe a necessidade de se fazer

um descarte adequado e controlado de resíduos dessa natureza. A taxa de decaimento radioativo é medida em termos de um tempo característico, chamado meia-vida, que é o tempo necessário para que uma amostra perca metade de sua radioatividade original. O gráfico seguinte representa a taxa de decaimento radioativo do rádio-226, elemento químico pertencente à família dos metais alcalinos terrosos e que foi utilizado durante muito tempo na medicina.



As informações fornecidas mostram que

- quanto maior é a meia-vida de uma substância mais rápida ela se desintegra.
- apenas 1/8 de uma amostra de rádio-226 terá decaído ao final de 4.860 anos.
- metade da quantidade original de rádio-226, ao final de 3.240 anos, ainda estará por decair.
- restará menos de 1% de rádio-226 em qualquer amostra dessa substância após decorridas 3 meias-vidas.
- a amostra de rádio-226 diminui a sua quantidade pela metade a cada intervalo de 1.620 anos devido à desintegração radioativa.

### Resolução

a) **Falsa.**

Quanto maior a meia-vida, mais lentamente a amostra desintegra-se.

$$m = \frac{m_0}{2^n}$$

n = quantidade de meias-vidas

$m_0$  = massa inicial

m = massa remanescente

b) **Falsa.**

Ao final de 4.860 anos, a massa remanescente é  $\frac{m_0}{8}$  e,

portanto, a massa desintegrada (decaída) foi de  $\frac{7}{8} m_0$ .

c) **Falsa.**

Ao final de 3.240 anos, a massa remanescente é de  $\frac{1}{4}$  da massa inicial e é isto que estará por decair.

d) **Falsa.**

Após 3 meias-vidas, a massa remanescente será:

$$m = \frac{m_0}{2^3} = \frac{1}{8} m_0$$

A massa restante é de 12,5% da massa original.

e) **Verdadeira.**

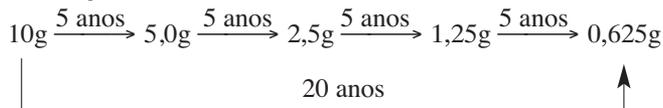
A meia-vida é de 1.620 anos.

**Resposta: E**

23. (FUVEST-SP) – O cobalto-60 ( $^{60}_{27}\text{Co}$ ), usado em hospitais, tem meia-vida de 5 anos.

Calcule quantos mols de cobalto-60 restarão após 20 anos em uma amostra que inicialmente continha 10g desse isótopo.

**Resolução**



Massa residual de cobalto-60 = 0,625g

Massa molar do cobalto-60 = 60g/mol

Cálculo da quantidade em mols:

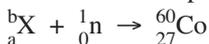
$$n = \frac{\text{massa}}{\text{massa molar}} \quad n = \frac{0,625\text{g}}{60\text{g/mol}} \rightarrow \boxed{n = 0,010 \text{ mol}}$$

24. (UNIFESP – MODELO ENEM) – Entre outras aplicações, a radiação nuclear pode ser utilizada para preservação de alimentos, eliminação de insetos, bactérias e outros micro-organismos eventualmente presentes em grãos e para evitar que certas raízes brotem durante o armazenamento. Um dos métodos mais empregados utiliza a radiação gama emitida pelo isótopo  $^{60}\text{Co}$ . Este isótopo é produzido artificialmente pela reação de um isótopo do elemento químico X com um nêutron, gerando somente  $^{60}\text{Co}$  como produto de reação. O  $^{60}\text{Co}$ , por sua vez, decai para um elemento Y, com a emissão de uma partícula beta de carga negativa e de radiação gama. Os elementos X e Y têm números atômicos, respectivamente, iguais a

- a) 26 e 28.                      b) 26 e 29.                      c) 27 e 27.  
d) 27 e 28.                      e) 29 e 27.

**Resolução**

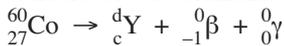
Cálculo de a e b para o elemento X:



$$a + 0 = 27 \therefore a = 27$$

$$b + 1 = 60 \therefore b = 59$$

Cálculo de c do elemento Y:



$$27 = c - 1 + 0 \therefore c = 28$$

$$60 = d + 0 + 0 \therefore d = 60$$

**Resposta: D**

25. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Considere os seguintes acontecimentos ocorridos no Brasil:

– Goiás, 1987 – Um equipamento contendo césio radioativo, utilizado em medicina nuclear, foi encontrado em um depósito de sucatas e aberto por pessoa que desconhecia o seu conteúdo. Resultado: mortes e consequências ambientais sentidas até hoje.

– Distrito Federal, 1999 – Cilindros contendo cloro, gás bactericida utilizado em tratamento de água, encontrados em um depósito de sucatas, foram abertos por pessoa que desconhecia o seu conteúdo. Resultado: mortes, intoxicações e consequências ambientais sentidas por várias horas.

Para evitar que novos acontecimentos dessa natureza venham a ocorrer, foram feitas as seguintes propostas para a atuação do Estado:

- I. Proibir o uso de materiais radioativos e gases tóxicos.
- II. Controlar rigorosamente a compra, uso e destino de materiais radioativos e de recipientes contendo gases tóxicos.
- III. Instruir usuários sobre a utilização e descarte destes materiais.
- IV. Realizar campanhas de esclarecimentos à população sobre os riscos da radiação e da toxicidade de determinadas substâncias.

Dessas propostas, são adequadas apenas

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

**Resolução**

Controlar a compra e o uso de materiais radioativos e tóxicos; instruir ou esclarecer usuários e a população sobre os riscos da radiação nuclear são propostas que apelam ao bom senso e são necessárias para diminuir as possibilidades de ocorrer um outro acidente.

A alternativa I é inviável, pois os materiais radioativos e outros tóxicos representam um importante papel nas pesquisas de medicina nuclear, na área de tecnologia, no tratamento da água ou no desenvolvimento da produção industrial.

**Resposta: E**

26. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) –

O debate em torno do uso da energia nuclear para produção de eletricidade permanece atual. Em um encontro internacional para a discussão desse tema, foram colocados os seguintes argumentos:

- I. Uma grande vantagem das usinas nucleares é o fato de não contribuírem para o aumento do efeito estufa, uma vez que o urânio, utilizado como “combustível”, não é queimado mas sofre fissão.
- II. Ainda que sejam raros os acidentes com usinas nucleares, seus efeitos podem ser tão graves que essa alternativa de geração de eletricidade não nos permite ficar tranquilos.

A respeito desses argumentos, pode-se afirmar que

- a) o primeiro é válido e o segundo não é, já que nunca ocorreram acidentes com usinas nucleares.
- b) o segundo é válido e o primeiro não é, pois de fato há queima de combustível na geração nuclear de eletricidade.
- c) o segundo é válido e o primeiro é irrelevante, pois nenhuma forma de gerar eletricidade produz gases do efeito estufa.
- d) ambos são válidos para se compararem vantagens e riscos na opção por essa forma de geração de energia.
- e) ambos são irrelevantes, pois a opção pela energia nuclear está-se tornando uma necessidade inquestionável.

**Resolução**

A respeito desses argumentos, pode-se afirmar que ambos são válidos para se compararem vantagens e riscos na opção por essa forma de geração de energia.

O urânio utilizado na usina nuclear sofre um processo chamado de **fissão**, pois ocorre a quebra de um núcleo grande (urânio),

originado núcleos menores.

Portanto, não há queima de combustível na geração nuclear de eletricidade.

**Resposta: D**

27. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – O funcionamento de uma usina nucleoeletrica típica baseia-se na liberação de energia resultante da divisão do núcleo de urânio em núcleos de menor massa, processo conhecido como fissão nuclear. Nesse processo, utiliza-se uma mistura de diferentes átomos de urânio, de forma a proporcionar uma concentração de apenas 4% de material físsil. Em bombas atômicas, são utilizadas concentrações acima de 20% de urânio físsil, cuja obtenção é trabalhosa, pois, na natureza, predomina o urânio não-físsil. Em grande parte do armamento nuclear hoje existente, utiliza-se, então, como alternativa, o plutônio, material físsil produzido por reações nucleares no interior do reator das usinas nucleoeletricas.

- Considerando-se essas informações, é correto afirmar que
- a) a disponibilidade do urânio na natureza está ameaçada devido à sua utilização em armas nucleares.
  - b) a proibição de se instalarem novas usinas nucleoeletricas não causará impacto na oferta mundial de energia.
  - c) a existência de usinas nucleoeletricas possibilita que um de seus subprodutos seja utilizado como material bélico.
  - d) a obtenção de grandes concentrações de urânio físsil é viabilizada em usinas nucleoeletricas.
  - e) a baixa concentração de urânio físsil em usinas nucleoeletricas impossibilita o desenvolvimento energético.

**Resolução**

No interior do reator das usinas nucleoeletricas, o plutônio é subproduto obtido a partir do urânio-238. O plutônio é material físsil e pode ser usado na fabricação de bombas atômicas.

**Resposta: C**

## EXERCÍCIOS-TAREFA

### Módulo 25 – pH e pOH (Continuação)

1. A 45°C, o produto iônico da água é igual a  $4 \times 10^{-14}$ . A essa temperatura, o valor de  $[H^+]$  de uma solução aquosa neutra é, em mol/L

- $6 \times 10^{-7}$ .
- $2 \times 10^{-7}$ .
- $4 \times 10^{-7}$ .
- $2 \times 10^{-14}$ .
- $4 \times 10^{-14}$ .

2. O produto iônico da água aumenta com a temperatura e a 100°C vale, aproximadamente,  $10^{-13}$ . Nessa temperatura, uma solução que apresente  $pH = 7$

- é forçosamente básica.
- é forçosamente ácida.
- é forçosamente neutra.
- tem um caráter que depende da natureza do soluto.
- tem um caráter que depende da volatilidade do soluto.

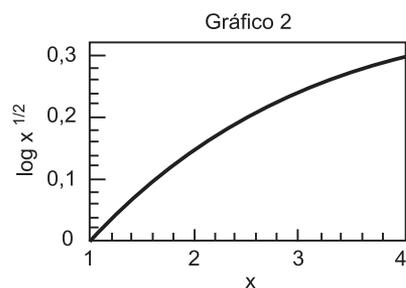
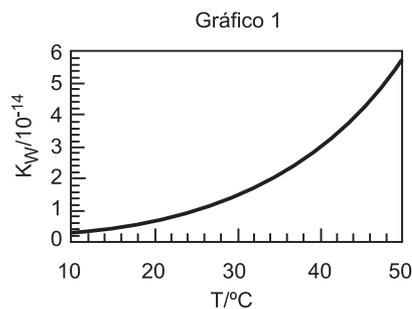
3. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – A autoionização da água é uma reação endotérmica. Um estudante mediu o pH da água recém-destilada, isenta de  $CO_2$  e a 50°C, encontrando o valor 6,6. Desconfiado de que o aparelho de medida estivesse com defeito, pois esperava o valor 7,0, consultou um colega que fez as seguintes afirmações:

- O seu valor (6,6) pode estar correto, pois 7,0 é o pH da água pura, porém a 25°C.
- A aplicação do Princípio de Le Chatelier ao equilíbrio da ionização da água justifica que, com o aumento da temperatura, aumente a concentração de  $H^+$ .
- Na água, o pH é tanto menor quanto maior a concentração de  $H^+$ .

Está correto o que se afirma

- somente em I.
- somente em II.
- somente em III.
- somente em I e II.
- em I, II e III.

4. (FUVEST-SP)

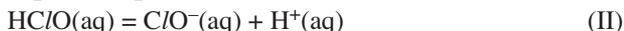
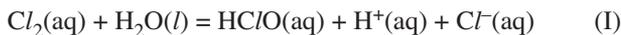


O produto iônico da água,  $K_w$ , varia com a temperatura conforme indicado no gráfico 1.

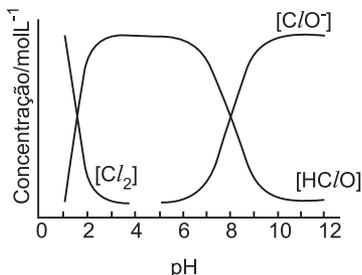
- Na temperatura do corpo humano, 36°C,
  - qual é o valor de  $K_w$ ?
  - qual é o valor do pH da água pura e neutra? Para seu cálculo, utilize o gráfico 2.
- A reação de autoionização da água é exotérmica ou endotérmica? Justifique sua resposta, analisando dados do gráfico 1.

Assinale, por meio de linhas de chamada, todas as leituras feitas nos dois gráficos.

5. (UNICAMP-SP) – No tratamento da água, a fase seguinte à de separação é sua desinfecção. Um agente desinfetante muito usado é o cloro gasoso, que é adicionado diretamente à água. Os equilíbrios químicos seguintes estão envolvidos na dissolução desse gás:

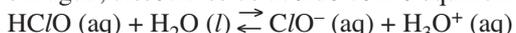


A figura a seguir mostra a distribuição aproximada das concentrações das espécies químicas envolvidas nos equilíbrios acima em função do pH.

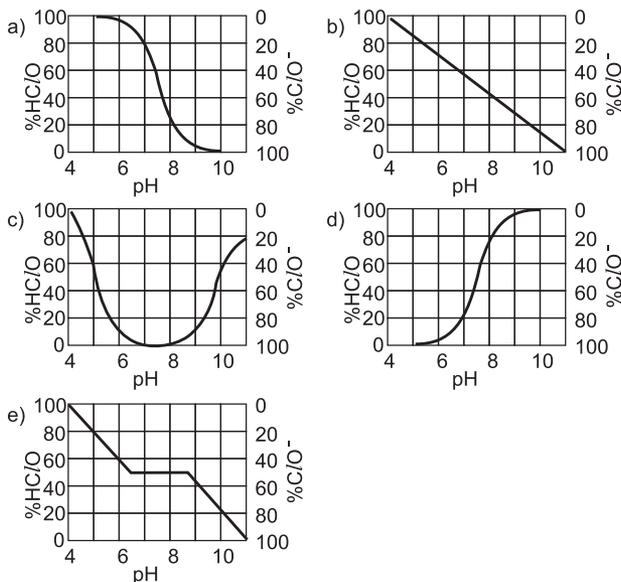


- a) Levando em conta apenas as quantidades relativas das espécies químicas presentes nos equilíbrios acima, é correto atribuir ao  $\text{Cl}_2(\text{aq})$  a ação bactericida na água potável? Justifique.
- b) Escreva a expressão da constante de equilíbrio para o equilíbrio representado pela equação II.
- c) Calcule o valor da constante de equilíbrio referente à equação II.

6. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – O composto  $\text{HClO}$ , em água, dissocia-se de acordo com o equilíbrio:



As porcentagens relativas, em mols, das espécies  $\text{ClO}^-$  e  $\text{HClO}$  dependem do pH da solução aquosa. O gráfico que representa corretamente a alteração dessas porcentagens com variação do pH da solução é



**Dado:** Constante de dissociação do  $\text{HClO}$  em água, a  $25^\circ\text{C}$ :  
 $4 \times 10^{-8}$

7. (UNICAMP-SP) – A aspirina, medicamento antitérmico, analgésico e anti-inflamatório, é, de certo modo, um velho conhecido da humanidade, já que a aplicação de infusão de casca de salgueiro, que contém salicina – produto com propriedades semelhantes às da aspirina –, remonta ao antigo Egito. A aspirina foi sintetizada pela primeira vez em 1853 e, ao final do século XIX, começou a ser comercializada.

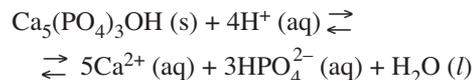
Quando ingerimos uma substância qualquer, alimento ou remédio, a sua absorção no organismo pode se dar através das paredes do estômago ou do intestino. O pH no intestino é 8,0 e no estômago 1,5, aproximadamente. Um dos fatores que determinam onde ocorrerá a absorção é a existência ou não de carga iônica na molécula da substância. Em geral, uma molécula é absorvida melhor quando não apresenta carga, já que nessa condição ela se dissolve na parte apolar das membranas celulares. Sabe-se que o ácido acetilsalicílico (aspirina) é um ácido fraco e que o p-aminofenol, um outro antitérmico, é uma base fraca.

- a) Complete a tabela abaixo com as palavras **alta** e **baixa**, referindo-se às absorções relativas das substâncias em questão.

Local de Absorção	Aspirina	p-aminofenol
estômago		
intestino		

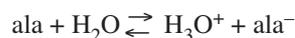
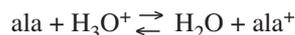
- b) Sabendo-se que a p-hidroxiacetanilida (paracetamol), que também é um antitérmico, é absorvida eficientemente tanto no estômago quanto no intestino, o que pode ser dito sobre o caráter ácido-base dessa substância?

8. (UNESP) – O esmalte dos dentes é constituído por um material pouco solúvel em água. Seu principal componente é a hidroxiapatita  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$  e o controle do pH da saliva – normalmente muito próximo de 7 – é importante para evitar o desgaste desse esmalte, conforme o equilíbrio apresentado a seguir.

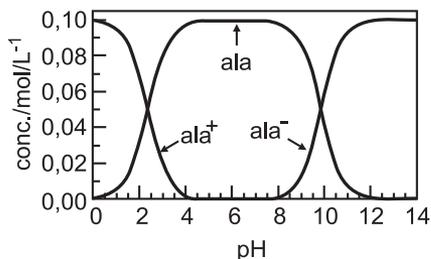


- a) Sabendo que, cerca de dez minutos após a ingestão de um refrigerante com açúcar, o pH da saliva pode alcançar, aproximadamente, o valor 5, e que  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ , calcule quantas vezes a concentração de  $\text{H}^+$  na saliva nesta situação é maior do que o normal. Apresente seus cálculos.
- b) Explique, considerando o equilíbrio apresentado e o Princípio de Le Châtelier, o efeito da diminuição do pH sobre o esmalte dos dentes.

9. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – Em água, o aminoácido alanina pode ser protonado, formando um cátion que será designado por  $\text{ala}^+$ ; pode ceder próton, formando um ânion designado por  $\text{ala}^-$ . Dessa forma, os seguintes equilíbrios podem ser escritos:



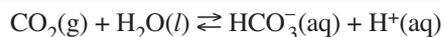
A concentração relativa dessas espécies depende do pH da solução, como mostrado no gráfico.



Quando  $[ala] = 0,08 \text{ mol L}^{-1}$ ,  $[ala^+] = 0,02 \text{ mol L}^{-1}$  e  $[ala^-]$  for desprezível, a concentração hidrogeniônica na solução, em  $\text{mol L}^{-1}$ , será aproximadamente igual a

- a)  $10^{-11}$     b)  $10^{-9}$     c)  $10^{-6}$     d)  $10^{-3}$     e)  $10^{-1}$

10. (UNICAMP-SP) – Água pura, ao ficar em contato com o ar atmosférico durante um certo tempo, absorve gás carbônico,  $\text{CO}_2$ , o qual pode ser eliminado pela fervura. A dissolução do  $\text{CO}_2$  na água pode ser representada pela seguinte equação química:



O azul de bromotimol é um indicador ácido-base que apresenta coloração amarela em soluções ácidas, verde em soluções neutras e azul em soluções básicas.

Uma amostra de água pura foi fervida e, em seguida, deixada exposta ao ar durante longo tempo. A seguir, dissolveu-se nessa amostra de água o indicador azul de bromotimol.

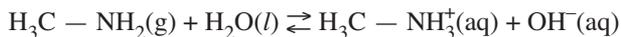
- a) Qual a cor resultante da solução?  
b) Justifique sua resposta.

11. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – O indicador azul de bromotimol fica amarelo em soluções aquosas de concentração hidrogeniônica maior do que  $1,0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$  e azul em soluções de concentração hidrogeniônica menor do que  $2,5 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ . Considere as três soluções seguintes, cujos valores do pH são dados entre parênteses: suco de tomate (4,8), água da chuva (5,6), água do mar (8,2). Se necessário, use  $\log 2,5 = 0,4$ .

As cores apresentadas por essas soluções contendo o indicador são:

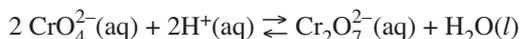
	suco de tomate	água da chuva	água do mar
a)	amarela	amarela	amarela
b)	amarela	amarela	azul
c)	amarela	azul	azul
d)	azul	azul	amarela
e)	azul	azul	azul

12. (UNICAMP-SP) – A metilamina,  $\text{H}_3\text{C} - \text{NH}_2$ , proveniente da decomposição de certas proteínas, responsável pelo desagradável “cheiro de peixe”, é uma substância gasosa, solúvel em água. Em soluções aquosas de metilamina ocorre o equilíbrio:



- a) O pH de uma solução aquosa de metilamina será maior, menor ou igual a 7? Explique.  
b) Por que o limão ou vinagre (soluções ácidas) diminuem o “cheiro de peixe”?

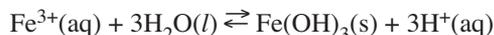
13. (FUVEST-SP) – Em solução aquosa, íons cromato ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ), de cor amarela, coexistem em equilíbrio com íons dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ), de cor alaranjada, segundo a reação:



A coloração alaranjada torna-se mais intensa quando se

- a) adiciona  $\text{OH}^-$ .  
b) diminui o pH.  
c) aumenta a pressão.  
d) acrescenta mais água.  
e) acrescenta um catalisador.

14. (UNICAMP-SP) – O ferro é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre. O íon ferro-III em solução aquosa é hidrolisado de acordo com a equação:



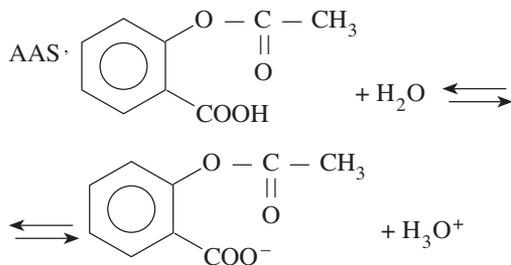
- a) Com base nessa equação, explique por que na água do mar (pH = 8) não há íons  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$  presentes.  
b) O que se pode dizer sobre as águas de determinados rios que são ricas em íons  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ ?

15. (UnB-DF) – O elemento químico fósforo é absorvido pelas plantas sob a forma de sais, tais como  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  e  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . A absorção desses sais é mais eficiente quando o pH do solo está entre 5 e 8.

Com o auxílio dessas informações, julgue os itens abaixo.

- O nome do sal  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  é mono-hidrogenofosfato de sódio.
- O sal  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  pode ser obtido pela seguinte reação:  
$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
- Se a concentração de íons  $\text{H}^+$  no solo for igual a  $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ , a absorção dos sais de fósforo ocorrerá com a máxima eficiência.
- Se o pH diminuir, o equilíbrio de ionização do ácido fosfórico –  $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$  – será deslocado para a direita.

16. (UFSM-RS – MODELO ENEM) – O ácido acetilsalicílico (AAS<sup>®</sup>) é uma substância de caráter ácido, que, em água, se ioniza de acordo com o equilíbrio:



Sabendo que somente a espécie não ionizada atravessa a mucosa estomacal para ser convenientemente absorvida e desconsiderando o efeito do pH estomacal e outros efeitos bioquímicos, indique, entre as bebidas apresentadas a seguir, aquela(s) que, quando ingerida(s) com o AAS<sup>®</sup>, favorece(m) a absorção desse medicamento.

- Suco de laranja a pH  $\approx$  3,0
- Refrigerante a pH  $\approx$  4,0
- Café a pH  $\approx$  5,0
- Água pura a pH  $\approx$  7,0
- Leite de magnésia a pH  $\approx$  10,5

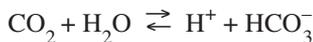
Está(ão) correta(s)

- apenas I, II e III.
- apenas I, II e V.
- apenas III e V.
- apenas IV.
- apenas IV e V.

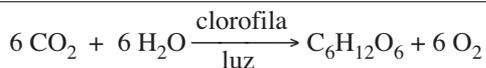
17. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – O gás carbônico e o oxigênio, componentes do ar, dissolvem-se em água, mas apenas o primeiro reage com a mesma.

Dois reações do gás carbônico com a água estão representadas a seguir:

#### Equilíbrio de ionização



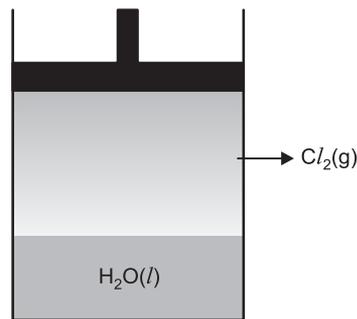
#### Fotossíntese



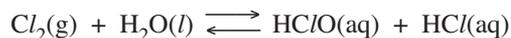
Em uma lagoa que contém vegetais imersos, quando ocorre a fotossíntese,

- a concentração de oxigênio dissolvido e o pH aumentam.
- a concentração de oxigênio dissolvido e o pH diminuem.
- a concentração de oxigênio dissolvido aumenta e o pH diminui.
- a concentração de oxigênio dissolvido diminui e o pH aumenta.
- a concentração de oxigênio dissolvido aumenta e o pH não se altera.

18. (UNEB-BA – MODELO ENEM) – A água de cloro, usada como bactericida no tratamento de água, é obtida borbulhando-se o gás cloro ( $\text{Cl}_2$ ) em água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), conforme esquema abaixo:



A reação química que ocorre é dada pela equação:



Mantendo-se a temperatura constante e diminuindo-se a pressão do sistema, é possível afirmar que

- diminui o pH e diminui a concentração de  $\text{Cl}_2$ .
- aumenta o pH e aumenta a concentração de  $\text{H}^+$ .
- diminuem as concentrações de  $\text{HClO}(\text{aq})$  e  $\text{HCl}(\text{aq})$ .
- diminui o pH e aumenta a concentração de  $\text{H}^+$ .
- o equilíbrio não sofre alteração.

19. (FUVEST-SP) – A tabela seguinte fornece dados sobre duas soluções aquosas de certo ácido monoprótico, HA, a 25°C.

Solução	Concentração de HA (mol/L)	pH
1	1,0	3,0
2	$1,0 \times 10^{-2}$	4,0

Esses dados indicam que

- a concentração de íons  $\text{H}^+$  (aq), na solução 2, é dez vezes maior do que na solução 1.
- a solução 1 conduzirá melhor a corrente elétrica do que a solução 2.
- o pH da solução do ácido HA, a 25°C, tenderá ao valor 7,0 quando a concentração de HA tender a zero, ou seja, quando a diluição tender ao infinito.

Dessas afirmações, apenas a

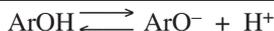
- I é correta.
- II é correta.
- III é correta.
- I e a II são corretas.
- II e a III são corretas.

20. (UNICAMP-SP) – O elemento cálcio reage violentamente com água produzindo gás hidrogênio. Um químico fez reagir 0,10 grama de cálcio com 0,10 dm<sup>3</sup> de água. Depois que a reação terminou, ele adicionou mais água, de modo a completar 0,5 dm<sup>3</sup> de solução.

- Escreva a equação química da reação entre o cálcio e a água.
- Calcule o pH da solução final.  
Massa molar do Ca = 40g/mol

21. (FUVEST-SP) – Quer-se distinguir uma amostra de p-clorofenol de uma de o-nitrofenol, ambos sólidos.

- a) Determinou-se o ponto de fusão de cada amostra, utilizando um termômetro que permite a leitura da temperatura com incerteza de  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Foi possível, com esta medida experimental, distinguir essas amostras? Explique.
- b) Em água, tais fenóis (ArOH) apresentam caráter ácido:



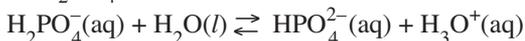
Mostre com cálculos que a determinação do pH de soluções aquosas desses fenóis, de concentração 0,01 mol/L, serviria para identificá-las.

Dados:

Substância	Ponto de fusão ( $^\circ\text{C}$ )	$K_a^*$
p-clorofenol	43,5	$1 \times 10^{-9}$
o-nitrofenol	45	$1 \times 10^{-7}$

\*  $K_a$  = constante de ionização, em água.

22. O fosfato está presente em solução aquosa, principalmente sob a forma das espécies di-hidrogenofosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) e mono-hidrogenofosfato ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Em solução aquosa neutra (pH = 7), a concentração de cada espécie é praticamente a mesma. Qual a espécie deve predominar em meio de pH 5? Justifique sua resposta a partir da análise da reação de ionização de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .



23. (FUVEST-SP) – Alguns gases presentes em atmosferas poluídas formam, com água da chuva, ácidos tais como o sulfúrico e o nítrico.

- a) Escreva, para cada um desses ácidos, a equação que representa sua formação a partir de um óxido gasoso poluente.
- b) Um reservatório contém  $100\text{m}^3$  ( $1,0 \times 10^5\text{L}$ ) de água de pH igual a 6,0. Calcule o volume, em litros, de chuva de pH igual a 4,0 que esse reservatório deve receber para que o pH final da água atinja o valor de 5,0. Basta o valor aproximado. Neste caso, despreze o aumento de volume de água do reservatório com a chuva.

24. (FUVEST-SP)

	Massa Molar (g/mol)	K (constante de ionização)
ácido adípico	146	$4 \times 10^{-5}$
ácido málico	134	$3 \times 10^{-4}$

Ácidos adípico e málico são usados para controlar o pH de refrigerantes. Mostre qual dos dois ácidos, ao ser adicionado até a concentração de 0,5 grama por litro de refrigerante, acarretará pH resultante mais baixo. A resposta pode ser justificada sem cálculos.

25. (FGV-SP – MODELO ENEM) – Um empresário de agropênegócios resolveu fazer uma tentativa de diversificar sua produção e iniciar a criação de rãs. Ele esperou a estação das chuvas e coletou  $1\text{m}^3$  de água para dispor os girinos. Entretanto,

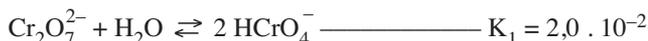
devido à proximidade de indústrias poluidoras na região, a água da chuva coletada apresentou pH = 4, o que tornou necessário um tratamento químico com adição de carbonato de cálcio,  $\text{CaCO}_3$ , para se atingir pH = 7. Para a correção do pH no tanque de água, a massa em gramas, de carbonato de cálcio necessária é, aproximadamente, igual a

Massa molar:  $\text{CaCO}_3$ : 100g/mol

- a) 0,1.      b) 0,2.      c) 0,5.      d) 5,0.      e) 10.

26. (FUVEST-SP) – Considere uma solução aquosa diluída de dicromato de potássio, a  $25^\circ\text{C}$ . Dentre os equilíbrios que estão presentes nessa solução, destacam-se:

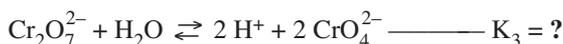
**Constantes de equilíbrio ( $25^\circ\text{C}$ )**



íon dicromato



íon cromato



- a) Calcule o valor da constante de equilíbrio  $K_3$ .
- b) Essa solução de dicromato foi neutralizada. Para a solução neutra, qual é o valor numérico da relação

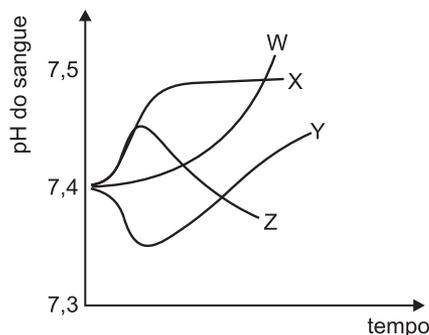
$$\frac{[\text{CrO}_4^{2-}]^2}{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}$$

Mostre como obteve esse valor.

- c) A transformação de íons dicromato em íons cromato, em meio aquoso, é uma reação de oxirredução? Justifique.

27. (UERJ – MODELO ENEM) – Uma pessoa em repouso respira normalmente. Em determinado momento, porém, ela prende a respiração, ficando em apneia pelo maior tempo que consegue suportar, provocando, daí em diante, hiperventilação pulmonar.

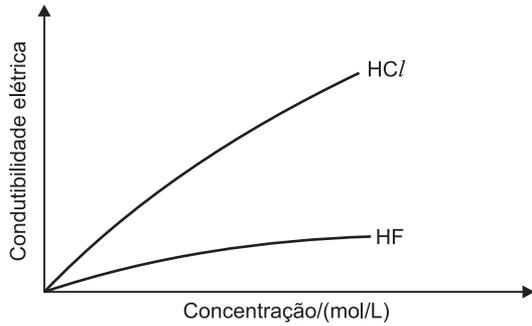
As curvas mostradas no gráfico abaixo representam alterações de pH do sangue num determinado período de tempo, a partir do início da apneia.



A única curva que representa as alterações do pH do sangue dessa pessoa, durante a situação descrita, é a identificada pela seguinte letra:

- a) W      b) X      c) Y      d) Z

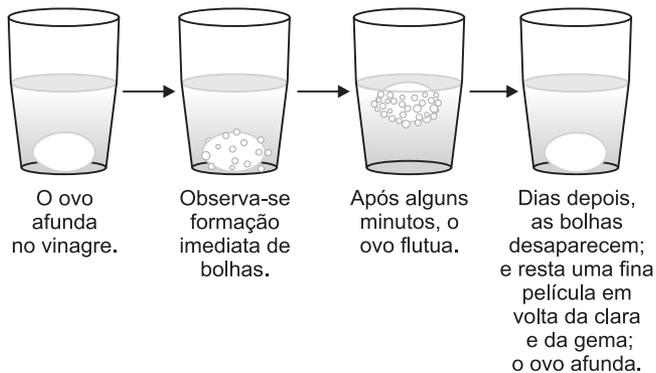
28. (UFT-TO) – Neste gráfico, está registrada a variação da condutibilidade elétrica de soluções aquosas de HCl e de HF em função da concentração:



Com base nessas informações, julgue os itens 1 e 2.

- Soluções de mesma concentração desses dois ácidos devem apresentar o mesmo valor de pH.
- Soluções de mesma concentração e volume desses dois ácidos devem reagir com a mesma quantidade de NaOH.

29. (UFMG – MODELO ENEM) – Realizou-se um experimento com um ovo cru e um copo contendo vinagre, como descrito nestas quatro figuras a seguir:

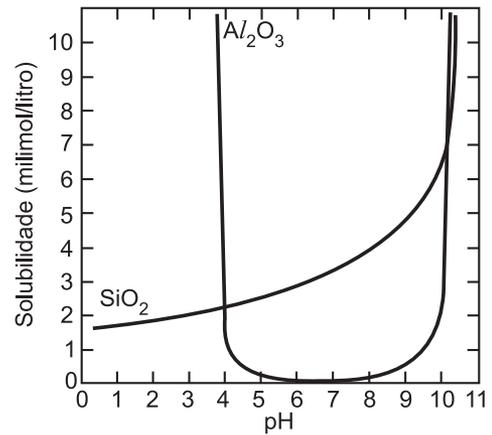


Sabe-se que a casca do ovo é constituída por carbonato de cálcio e que o vinagre é uma solução aquosa de ácido acético.

Considerando-se essas informações, é correto afirmar que

- o ovo afunda, ao final do experimento, porque, sem a casca, ele se torna menos denso que a solução.
- a quantidade de ácido acético diminui durante o experimento.
- as bolhas são formadas pela liberação de gás hidrogênio.
- o pH da solução utilizada diminui ao longo do experimento.

30. (UNICAMP-SP) – Na superfície da Terra, muitos minerais constituintes de rochas sofrem transformações decorrentes das condições superficiais determinadas pelas chuvas, pelo calor fornecido pelo Sol e pela presença de matéria orgânica. Por exemplo, minerais de composição aluminosilicática poderão originar a bauxita (minério de alumínio rico em  $Al_2O_3$ ), ou então, laterita ferruginosa (material rico em ferro), dependendo da retirada de sílica e a consequente concentração seletiva de óxidos de alumínio ou ferro, respectivamente. O gráfico representa as condições sob as quais se dá a solubilização em água da sílica ( $SiO_2$ ) e da alumina ( $Al_2O_3$ ) a partir desses minerais, em função do pH.



- Considerando o gráfico, diga que substância predomina, em solução aquosa, sob as condições de pH 3.
- E sob as condições de pH 8, que substância predomina em solução aquosa?
- Em que faixa de pH a solubilização seletiva favorece a formação de material residual rico em  $Al_2O_3$ ? Justifique.
- A espécie  $H_4SiO_4$  formada na dissolução do  $SiO_2$ , que também pode ser escrita como  $Si(OH)_4$ , em solução aquosa, apresenta caráter ácido ou básico? Justifique, usando as informações contidas no gráfico.

## Módulo 26 – Hidrólise Salina

1. (FESP-PE) – A forma mais correta de escrevermos a reação de hidrólise do  $NH_4Cl$  será:

- $NH_4Cl + H_2O \rightleftharpoons HCl + NH_4OH$
- $NH_4Cl + H_2O \rightleftharpoons H^+ + Cl^- + NH_4^+ + OH^-$
- $NH_4Cl + H_2O \rightleftharpoons Cl^- + NH_4OH$
- $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + NH_3$
- $NH_4^+ + Cl^- + H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- + Cl^-$

2. (FUVEST-SP) – Carbonato de sódio, quando colocado em água, a  $25^\circ C$ , dissolve-se:



X e o pH da solução resultante devem ser

- $CO_2$ , maior que 7.
- $OH^-(aq)$ , maior que 7.
- $H^+(aq)$ , igual a 7.
- $CO_2$ , igual a 7.
- $OH^-(aq)$ , menor que 7.

3. (UNESP-SP) – Aspirina e ácido acético são ácidos monopróticos fracos, cujas constantes de dissociação são iguais a  $3,4 \times 10^{-4}$  e  $1,8 \times 10^{-5}$ , respectivamente.

- Considere soluções 0,1 mol/L de cada um desses ácidos. Qual solução apresentará o menor pH? Justifique sua resposta.
- Se os sais de sódio desses dois ácidos forem dissolvidos em água, formando duas soluções de concentração 0,1 mol/L, qual dentre as soluções resultantes apresentará maior pH? Justifique sua resposta.



12. (UNIV.S. FRANCISCO-SP) – Em uma solução aquosa de NaOCN, têm-se os seguintes equilíbrios:



A constante do equilíbrio I,  $K_w = [H^+] [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ .

A constante do equilíbrio II,  $K_h = \frac{[HO CN] [OH^-]}{[OCN^-]} = 3 \times 10^{-11}$ .

Com esses dados, pode-se calcular o valor da constante de equilíbrio da ionização do HO CN:



Seu valor é

a)  $3 \times 10^{-25}$ .

b)  $\frac{1}{3} \times 10^{-3}$ .

c)  $\frac{1}{3} \times 10^3$ .

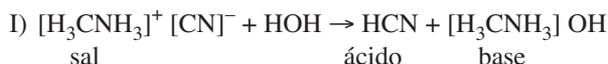
d)  $\frac{1}{3} \times 10^{25}$ .

e)  $3 \times 10^{25}$ .

13. (UFBA) – Alguns antiácidos, usados comercialmente para combater a acidez estomacal, contêm bicarbonato de sódio. Em relação a esses antiácidos, considerando-se as reações químicas que ocorrem durante a dissolução em água, a ação sobre a acidez estomacal e os compostos envolvidos, pode-se afirmar:

- (01) O gás liberado, durante a dissolução, é o hidrogênio.
- (02) O bicarbonato de sódio, em solução aquosa, hidrolisa-se, produzindo íons  $OH^-$ (aq).
- (04) Ocorre uma reação de oxirredução, quando o antiácido atua sobre a acidez estomacal.
- (08) O ácido carbônico, em solução aquosa, é um ácido forte.
- (16) A ação do antiácido eleva o pH no estômago.

14. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – O exame dos seguintes dados:

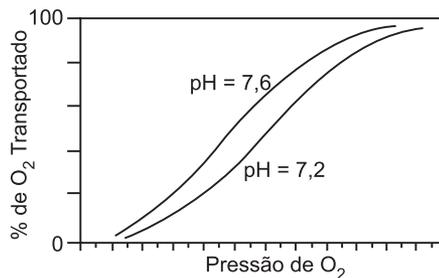


II) constante de ionização:  
 ácido –  $K_1 = 5 \times 10^{-10}$   
 base –  $K_2 = 5 \times 10^{-4}$

permite concluir que, na dissolução em água do composto  $[H_3CNH_3] CN$ , se obtém uma solução

- a) básica, porque  $K_1 < K_2$ .
- b) básica, porque  $K_1 > K_2$ .
- c) ácida, porque  $K_1 < K_2$ .
- d) ácida, porque  $K_1 > K_2$ .
- e) neutra, porque  $[ácido] = [base]$ .

15. (UNICAMP-SP) – Alcalose e acidose são dois distúrbios fisiológicos caracterizados por alterações do pH no sangue: a alcalose corresponde a um aumento enquanto a acidose corresponde a uma diminuição do pH. Estas alterações de pH afetam a eficiência do transporte de oxigênio pelo organismo humano. O gráfico esquemático a seguir mostra a porcentagem de oxigênio transportado pela hemoglobina, em dois pH diferentes em função da pressão do  $O_2$ .



- a) Em qual dos dois pH há uma maior eficiência no transporte de oxigênio pelo organismo? Justifique.
- b) Em casos clínicos extremos, pode-se administrar solução aquosa de  $NH_4Cl$  para controlar o pH do sangue. Em qual destes distúrbios (alcalose ou acidose) pode ser aplicado esse recurso? Explique.

16. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – A criação de camarão em cativeiro exige, entre outros cuidados, que a água a ser utilizada apresente pH próximo de 6. Para tornar a água, com pH igual a 8,0, adequada à criação de camarão, um criador poderia

- a) adicionar água de cal.
- b) adicionar carbonato de sódio sólido.
- c) adicionar solução aquosa de amônia.
- d) borbulhar, por certo tempo, gás carbônico.
- e) borbulhar, por certo tempo, oxigênio.

17. (UERJ) – O excesso de acidez na saliva pode causar o aparecimento de aftas, pequenas ulcerações que aparecem na língua e na parte interna da boca. O saber popular recomenda, como tratamento, fazer gargarejos com solução aquosa de bicarbonato de sódio. O motivo para a eliminação das aftas está no fato de que o ânion bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) neutraliza a acidez bucal.

Considerando o exposto, indique

- a) a fórmula estrutural plana do ânion bicarbonato e a equação química que representa a sua hidrólise;
- b) as fórmulas químicas e os respectivos nomes do óxido e do hidróxido que, ao reagirem em meio aquoso, podem produzir o bicarbonato de sódio.

18. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – Deseja-se distinguir, de maneira simples, as substâncias de cada um dos pares abaixo, utilizando os testes sugeridos do lado direito da tabela:

Par de substâncias	Teste
I) nitrato de sódio e bicarbonato de sódio	X) dissolução em água
II) cloreto de sódio e glicose	Y) pH de suas soluções aquosas
III) naftaleno e sacarose	Z) condutibilidade elétrica de suas soluções aquosas

As substâncias dos pares I, II e III podem ser distinguidas utilizando, respectivamente, os testes

- a) X, Y e Z
- b) X, Z e Y
- c) Z, X e Y
- d) Y, X e Z
- e) Y, Z e X

19. **(UnB-DF)** – A água é importante no ciclo vital dos seres vivos. Além disso, pode ser utilizada de diversas maneiras para propiciar outros benefícios ao ser humano. Um exemplo disso é a hidroponia, uma técnica de produção de alimentos em estufas em que as plantas são cultivadas em uma solução à base de água e nutrientes na forma iônica. Essa técnica melhora a qualidade dos alimentos e torna possível a programação de produção, reduzindo os riscos de frustração com a safra, devido à falta ou ao excesso de chuvas.

*Globo Ciência* (com adaptações).

Com o auxílio do texto, julgue os itens abaixo, a respeito da água e de suas propriedades.

- (1) A solução aquosa utilizada na hidroponia pode ser empregada como isolante elétrico.
- (2) Se a solução utilizada na produção de alimentos em estufas não fosse aquosa, não seria possível medir seu pH.
- (3) A natureza do sal utilizado como nutriente na hidroponia não afeta o pH da solução.
- (4) Na hidroponia, a água é apenas um condutor de nutrientes até a planta.

20. **(UNICAMP-SP)** – Quando em solução aquosa, o cátion amônio,  $\text{NH}_4^+$ , dependendo do pH, pode originar cheiro de amônia, em intensidades diferentes. Imagine três tubos de ensaio, numerados de 1 a 3, contendo, cada um, porções iguais de uma mesma solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Adiciona-se, no tubo 1, uma dada quantidade de  $\text{NaCH}_3\text{COO}$  e agita-se para que se dissolva totalmente. No tubo 2, coloca-se a mesma quantidade em mol de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e também se agita até a dissolução. Da mesma forma se procede no tubo 3, com a adição de  $\text{NaHCO}_3$ . A hidrólise dos ânions considerados pode ser representada pela seguinte equação:

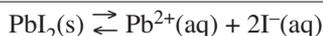


Os valores das constantes das bases  $K_b$  para acetato, carbonato e bicarbonato são, na sequência:  $5,6 \times 10^{-10}$ ,  $5,6 \times 10^{-4}$  e  $2,4 \times 10^{-8}$ . A constante  $K_b$  da amônia é  $1,8 \times 10^{-5}$ .

- a) Escreva a equação que representa a liberação de amônia a partir de uma solução aquosa que contém íons amônio.
- b) Em qual dos tubos de ensaio se percebe cheiro mais forte de amônia? Justifique.
- c) O pH da solução de cloreto de amônio é maior, menor ou igual a 7,0? Justifique usando equações químicas.

## Módulo 27 – Produto de Solubilidade ( $K_{ps}$ , ou $K_S$ ou PS)

1. **(UnB-DF)** – Na solução aquosa saturada de  $\text{PbI}_2$ , estabelece-se o seguinte equilíbrio:



Julgue os itens:

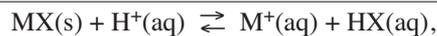
- (1) A concentração da solução saturada de  $\text{PbI}_2$  é chamada solubilidade.
- (2) É possível calcular a solubilidade (S) do  $\text{PbI}_2$  a partir de seu produto de solubilidade.
- (3) Pelo equilíbrio visto, para cada mol de  $\text{PbI}_2$  dissolvido, origina-se um mol de  $\text{I}^{-}$ .

(4) A expressão do produto de solubilidade ( $K_{ps}$ ) para o  $\text{PbI}_2$  pode ser representada por:  $K_{ps} = 4S^2$  (S = solubilidade).

(5) A constante de equilíbrio (K) da reação é dada pela expressão  $K = \frac{[\text{Pb}^{2+}][\text{I}^{-}]^2}{[\text{PbI}_2(\text{s})]}$ , sendo que  $[\text{Pb}^{2+}]$  e  $[\text{I}^{-}]$

representam as concentrações dos íons em solução, e  $[\text{PbI}_2(\text{s})]$  representa a concentração de  $\text{PbI}_2$  na fase sólida.

2. **(UFF-RJ)** – O ânion do eletrólito pouco solúvel MX é base conjugada do ácido fraco HX. A relação entre a constante de equilíbrio para a reação



a constante do produto de solubilidade  $K_{ps}$  de MX, e a constante de ionização  $K_a$  de HX será

- a)  $K_{\text{eq}} = K_a / K_{ps}$
- b)  $K_{\text{eq}} = K_{ps} / K_a$
- c)  $K_{\text{eq}} = K_a + K_{ps}$
- d)  $K_{\text{eq}} = K_{ps} - K_a$
- e)  $K_{\text{eq}} = (K_{ps})^2 / K_a$

3. **(ENG.SANTOS-SP)** – Sabendo-se que a solubilidade do  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  a  $20^\circ\text{C}$  é igual a  $4 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$ , o seu produto de solubilidade nessa temperatura será

- a)  $1,60 \times 10^{-23}$
- b)  $5,76 \times 10^{-34}$
- c)  $4,80 \times 10^{-23}$
- d)  $6,91 \times 10^{-45}$
- e)  $2,51 \times 10^{-34}$

4. **(FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS)** – A  $25^\circ\text{C}$ , o produto de solubilidade do carbonato de cálcio em água é igual a  $1 \times 10^{-8}$ . A quantidade em mols de íons  $\text{Ca}^{2+}$  dissolvidos em um litro de solução aquosa saturada desse sal, a  $25^\circ\text{C}$ , é da ordem de

- a)  $10^{-16}$
- b)  $10^{-12}$
- c)  $10^{-8}$
- d)  $10^{-4}$
- e)  $10^{-2}$

5. **(UFU-MG)** – O PS (produto de solubilidade) do  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  a  $18^\circ\text{C}$  é  $1,08 \times 10^{-23}$ . A sua solubilidade em água, na temperatura citada, é

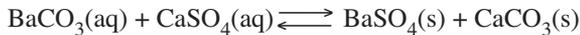
Dados: Ca = 40 u; O = 16 u; P = 31 u.

- a) 0,01 mg/L
- b) 1,35 mg/L
- c) 3,10 mg/L
- d) 3,65 mg/L
- e) 5,31 mg/L

6. **(UNESP)** – Segundo a Portaria do Ministério da Saúde MS n° 1.469, de 29 de dezembro de 2000, o valor máximo permitido (VMP) da concentração do íon sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), para que a água esteja em conformidade com o padrão para consumo humano, é de  $250 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . A análise da água de uma fonte revelou a existência de íons sulfato numa concentração de  $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Massas molares: Ca =  $40,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ; O =  $16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ; S =  $32,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

- a) Verifique se a água analisada está em conformidade com o padrão para consumo humano, de acordo com o VMP pelo Ministério da Saúde para a concentração do íon sulfato. Apresente seus cálculos.
- b) Um lote de água com excesso de íons sulfato foi tratado pela adição de íons cálcio até que a concentração de íons  $\text{SO}_4^{2-}$  atingisse o VMP. Considerando que o  $K_{ps}$  para o  $\text{CaSO}_4$  é  $2,6 \cdot 10^{-5}$ , determine o valor para a concentração final dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  na água tratada. Apresente seus cálculos.

7. (UEM-PR) – Em meados de maio de 2003, a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) foi informada de casos graves de intoxicação associados ao uso de um medicamento à base de sulfato de bário. A matéria-prima usada na preparação do sulfato de bário é o carbonato de bário que pode também ser usado em venenos para ratos. A causa da morte de pacientes que usaram os medicamentos supostamente à base de sulfato de bário foi, segundo laudos médicos, a intoxicação por carbonato de bário. Uma das formas de sintetizar o sulfato de bário é pela reação entre carbonato de bário e sulfato de cálcio em meio aquoso, como mostra a reação abaixo.



Assinale o que for correto.

(Dados: Ca = 40; C = 12; Ba = 137; S = 32; O = 16)

- 01) A reação descrita acima é uma reação de dupla troca.
- 02) A separação entre os produtos  $\text{BaSO}_4(\text{s})$  e  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  pode ser feita por filtração simples.
- 04) Supondo que a solubilidade do  $\text{CaCO}_3$  em água a uma dada temperatura seja igual a 10mg/L, seu  $K_{ps}$  é igual a  $10^{-8}$ .
- 08) Supondo que o  $K_{ps}$  do  $\text{BaCO}_3$  a 27°C seja igual a  $4 \times 10^{-8}$ , a solubilidade desse sal a 27°C é 0,0394g por litro de solução.
- 16) Como a constante de equilíbrio da reação varia com a temperatura, a solubilidade dos reagentes também varia, porém o  $K_{ps}$  mantém-se inalterado com uma variação da temperatura.

(MODELO ENEM) – As questões 8 e 9 referem-se à seguinte explicação:

Muitos sais de prata são pouco solúveis em água e suas soluções saturadas estão em equilíbrio com os íons correspondentes. A expressão quantitativa que indica a maior ou menor solubilidade de cada um é o “produto de solubilidade”, e seus valores para alguns sais de prata estão indicados abaixo:

Acetato de prata ( $\text{AgCH}_3\text{COO}$ )	$2,3 \times 10^{-3}$
Bromato de prata ( $\text{AgBrO}_3$ )	$5,4 \times 10^{-5}$
Carbonato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ )	$6,2 \times 10^{-12}$
Cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ )	$1,6 \times 10^{-10}$
Cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ )	$1,9 \times 10^{-12}$

8. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – Qual dos sais apresentados, em uma solução aquosa saturada a 25°C, fornece maior concentração de íons prata?

- a) Acetato de prata;
- b) Bromato de prata;
- c) Carbonato de prata;
- d) Cloreto de prata;
- e) Cromato de prata.

9. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – Qual dos sais apresentados, em uma solução aquosa saturada a 25°C, fornece a menor concentração de íons prata?

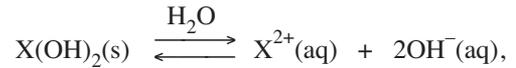
- a) Acetato de prata;
- b) Bromato de prata;
- c) Carbonato de prata;
- d) Cloreto de prata;
- e) Cromato de prata.

10. (FUFP) – A solubilidade do  $\text{HgS}$  em água é de aproximadamente  $6,3 \times 10^{-27}$  mol/L de solução a 20°C. Assim, a essa temperatura, quantos íons  $\text{Hg}^{2+}$  ficam dispersos em 10 000 litros de solução aquosa saturada dessa substância?

Dado: Constante de Avogadro =  $6,023 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>.

- a) 6
- b) 12
- c) 19
- d) 24
- e) 38

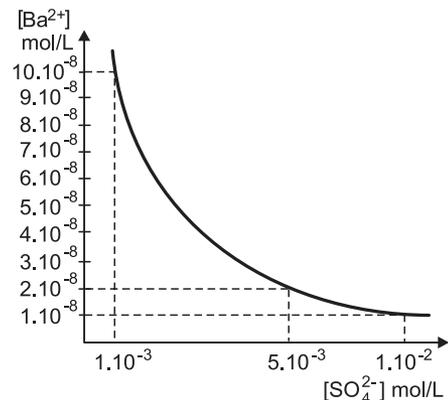
11. (PUC-SP) – Uma solução saturada de base, representada por  $\text{X}(\text{OH})_2$ , cuja reação de equilíbrio é:



tem um pH = 10 a 25°C. O produto de solubilidade ( $K_{ps}$ ) do  $\text{X}(\text{OH})_2$  é

- a)  $5 \cdot 10^{-13}$ .
- b)  $2 \cdot 10^{-13}$ .
- c)  $6 \cdot 10^{-12}$ .
- d)  $1 \cdot 10^{-12}$ .
- e)  $3 \cdot 10^{-10}$ .

12. (CESGRANRIO) – O gráfico a seguir representa a experiência de adicionarmos  $\text{SO}_4^{2-}$  a uma solução que contenha  $\text{Ba}^{2+}$ . Cada ponto da curva indica a concentração de  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  em solução saturada, naquele instante:



Qual é o valor do PS?

13. (UNIMINAS-MG) – Os urologistas recomendam, às pessoas com tendência à formação de cálculos renais, a ingestão diária de oito copos de água no mínimo, para evitar a saturação de urina, isto porque os rins excretam continuamente substâncias pouco solúveis, tais como fosfato e oxalato de cálcio. Esses compostos precipitam-se quando saturam a urina, cristalizando-se em cálculos renais (“pedras nos rins”). Sobre o fosfato de cálcio, analise as afirmativas a seguir e marque a soma dos itens corretos e a soma dos itens errados.

- 01) Seu equilíbrio de dissolução é representado por  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$ .
- 02) A expressão do produto de solubilidade que corresponde ao seu equilíbrio é:  $K_{ps} = [3\text{Ca}^{2+}][2\text{PO}_4^{3-}]$ .
- 04) Quando a solubilidade do  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  for  $10^{-6}$  mol/L (a 25°C), o seu  $K_{ps}$  será de  $1,08 \times 10^{-28}$ .
- 08) Numa solução saturada, a adição de qualquer um de seus íons ( $\text{Ca}^{2+}$  ou  $\text{PO}_4^{3-}$ ) produzirá a precipitação do sal (efeito do íon comum).
- 16) O efeito do íon comum altera o valor da constante do produto de solubilidade.

14. (MACKENZIE-SP) – A concentração mínima de íons  $\text{SO}_4^{2-}$  necessária para ocorrer a precipitação de  $\text{PbSO}_4$ , numa solução que contém  $1.10^{-3}$  mol/L de íons  $\text{Pb}^{2+}$ , deve ser (Dado:  $K_{ps}$  do  $\text{PbSO}_4 = 1,3.10^{-8}$ , a  $25^\circ\text{C}$ )

- a) superior a  $1,3 \cdot 10^{-5}$  mol/L    b) inferior a  $1,3 \cdot 10^{-8}$  mol/L  
 c) igual a  $1,3 \cdot 10^{-5}$  mol/L    d) igual a  $1,3 \cdot 10^{-8}$  mol/L  
 e) igual a  $1,3 \cdot 10^{-7}$  mol/L

15. O PS do  $\text{CaF}_2$  é  $1,7 \times 10^{-10}$ . Qual é a solubilidade do  $\text{CaF}_2$  em uma solução que contém 0,35 mol/litro de íons  $\text{F}^-$ ?

- a)  $2,4 \cdot 10^{-10}$  mol/L    b)  $4,9 \cdot 10^{-10}$  mol/L  
 c)  $1,4 \cdot 10^{-9}$  mol/L    d)  $1,6 \cdot 10^{-5}$  mol/L  
 e)  $2,2 \cdot 10^{-5}$  mol/L

16. (UNESP-SP) – O uso de pequenas quantidades de flúor adicionadas à água potável diminui sensivelmente a incidência de cáries dentárias. Normalmente, adiciona-se um sal solúvel de flúor, de modo que se tenha 1 parte por milhão (1 ppm) de íons  $\text{F}^-$ , o que equivale a uma concentração de  $5 \times 10^{-5}$  mol de íons  $\text{F}^-$  por litro de água.

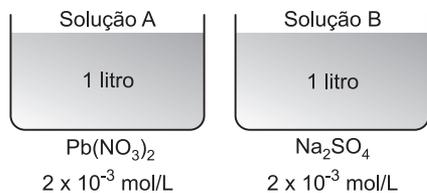
- a) Se a água contiver também íons  $\text{Ca}^{2+}$  dissolvidos, em uma concentração igual a  $2 \times 10^{-4}$  mol/L, ocorrerá precipitação de  $\text{CaF}_2$ ? Justifique sua resposta.  
 b) Calcule a concentração máxima de íons  $\text{Ca}^{2+}$  que pode estar presente na água contendo 1 ppm de íons  $\text{F}^-$ , sem que ocorra a precipitação de  $\text{CaF}_2$ .

(Dado:  $K_{ps}$  do  $\text{CaF}_2 = 1,5 \times 10^{-10}$ ;  $K_{ps}$  é a constante do produto de solubilidade).

17. (MACKENZIE-SP) – Uma solução aquosa é 0,10 mol/L com respeito a cada um dos cátions seguintes:  $\text{Cu}^{2+}$ ;  $\text{Mn}^{2+}$ ;  $\text{Zn}^{2+}$ ;  $\text{Hg}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{2+}$ . As constantes do produto de solubilidade ( $K_{ps}$ ) para o  $\text{CuS}$ ,  $\text{MnS}$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{HgS}$  e  $\text{FeS}$  são, respectivamente,  $8,5 \times 10^{-45}$ ;  $1,4 \times 10^{-15}$ ;  $4,5 \times 10^{-24}$ ;  $3 \times 10^{-53}$  e  $3,7 \times 10^{-19}$ . Se íons de sulfeto ( $\text{S}^{2-}$ ) forem introduzidos gradualmente na solução acima, o cátion que primeiro precipitará será o

- a)  $\text{Cu}^{2+}$     b)  $\text{Mn}^{2+}$     c)  $\text{Zn}^{2+}$     d)  $\text{Hg}^{2+}$     e)  $\text{Fe}^{2+}$

18. (UNIP-SP) – São dadas soluções  $2 \times 10^{-3}$  mol/L de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  e de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .



O produto de solubilidade do sulfato de chumbo ( $\text{PbSO}_4$ ) é  $K_{ps} = 1,3 \times 10^{-8}$ .

Analise as proposições:

- I) A concentração de íons  $\text{Pb}^{2+}$  na solução A é  $2 \times 10^{-3}$  mol/L.  
 II) A concentração de íons  $\text{Na}^{1+}$  na solução B é  $2 \times 10^{-3}$  mol/L.  
 III) Misturando-se volumes iguais das duas soluções, forma-se um precipitado.

É(ão) correta(s)

- a) todas.    b) somente I e III.    c) somente I e II.  
 d) somente II e III.    e) somente I.

19. (UNICAMP-SP) – Há uma certa polêmica a respeito da contribuição do íon fosfato, consumido em excesso, para o desenvolvimento da doença chamada osteoporose. Essa doença se caracteriza por uma diminuição da absorção de cálcio pelo organismo, com conseqüente fragilização dos ossos. Sabe-se que alguns refrigerantes contêm quantidades apreciáveis de ácido fosfórico,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , e dos ânions  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ , originários de sua dissociação (ionização). A diminuição da absorção do cálcio pelo organismo dever-se-ia à formação do composto fosfato de cálcio, que é pouco solúvel.

- a) Sabe-se que  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{HPO}_4^{2-}$  são ácidos fracos, que o pH do estômago é aproximadamente 1 e que o do intestino é superior a 8. Nessas condições, em que parte do aparelho digestório ocorre a precipitação do fosfato de cálcio? Justifique.  
 b) Escreva a equação química da reação entre os cátions cálcio e os ânions fosfato.

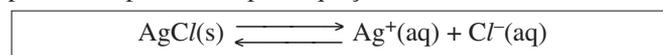
20. (ITA-SP) – Sabe-se que o processo de dissolução do  $\text{PbI}_2(\text{s})$  em água é endotérmico. Sobre o filtrado de uma solução aquosa de  $\text{PbI}_2$  que estava originalmente em contato com seu corpo de fundo ( $\text{PbI}_2(\text{s})$ ), na temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , são feitas as afirmações:

- I) O filtrado é uma solução aquosa de  $\text{PbI}_2$ , na qual a concentração do íon  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$  é igual à do íon  $\text{I}^-(\text{aq})$ .  
 II) Espera-se que ocorra precipitação de  $\text{PbI}_2$ , se a temperatura do filtrado diminuir para um valor menor do que  $25^\circ\text{C}$ .  
 III) Se ao filtrado for adicionado um excesso de  $\text{PbI}_2(\text{s})$ , aumentarão tanto a concentração dos íons  $\text{I}^-(\text{aq})$  como a dos íons  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ .  
 IV) Se ao filtrado for adicionada uma solução saturada a  $25^\circ\text{C}$  de iodeto de potássio, a concentração de íons  $\text{I}^-(\text{aq})$  aumentará, enquanto a concentração de íons  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$  diminuirá.

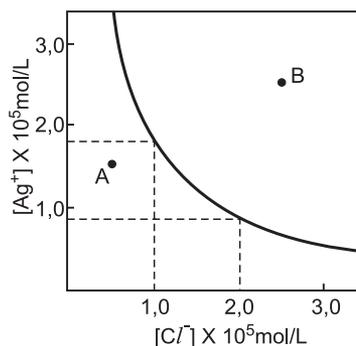
Estão corretas

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

21. (UFG-GO) – A dissolução do cloreto de prata em água pode ser representada pela equação:



O gráfico da concentração de íons prata e íons cloreto, que satisfaz a expressão para a constante do produto de solubilidade, é representado a seguir:



Analisando esse gráfico, julgue as proposições a seguir:

- 1) A curva representa as combinações de concentrações de íons cloreto e íons prata, nas quais o equilíbrio é alcançado.
- 2) Partindo-se do ponto A até o ponto B (segmento AB), o sistema passa de solução para bifásico.
- 3) O valor do  $K_{ps}$  está entre  $1,5 \times 10^{-10}$  e  $2,0 \times 10^{-10}$ .
- 4) O valor do  $K_{ps}$  não varia acima da curva.

22. (UNIFESP – MODELO ENEM) – Compostos de chumbo podem provocar danos neurológicos gravíssimos em homens e animais. Por essa razão, é necessário um controle rígido sobre os teores de chumbo liberado para o ambiente. Um dos meios de se reduzir a concentração do íon  $Pb^{2+}$  em solução aquosa consiste em precipitá-lo, pela formação de compostos pouco solúveis, antes do descarte final dos efluentes. Suponha que sejam utilizadas soluções de sais de  $Na^+$  com os ânions  $X^{n-}$ , listados na tabela a seguir, com concentrações finais de  $X^{n-}$  iguais a  $10^{-2}$  mol/L, como precipitantes.

$X^{n-}$ ( $10^{-2}$ mol/L)	Composto precipitado	Constante do produto de solubilidade do composto, a 25°C
$CO_3^{2-}$	$PbCO_3$	$1,5 \times 10^{-13}$
$CrO_4^{2-}$	$PbCrO_4$	$1,8 \times 10^{-14}$
$SO_4^{2-}$	$PbSO_4$	$1,3 \times 10^{-19}$
$S^{2-}$	$PbS$	$7,0 \times 10^{-29}$
$PO_4^{3-}$	$Pb_3(PO_4)_2$	$3,0 \times 10^{-44}$

Assinale a alternativa que contém o agente precipitante mais eficiente na remoção do  $Pb^{2+}$  do efluente.

- a)  $CO_3^{2-}$       b)  $CrO_4^{2-}$       c)  $SO_4^{2-}$   
d)  $S^{2-}$       e)  $PO_4^{3-}$

23. (FUVEST-SP) – Constrói-se uma pilha formada por:

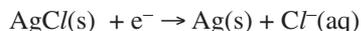
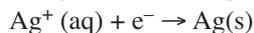
- um eletrodo, constituído de uma placa de prata metálica, mergulhada em uma solução aquosa de nitrato de prata de concentração 0,1 mol/L.
- outro eletrodo, constituído de uma placa de prata metálica, recoberta de cloreto de prata sólido, imersa em uma solução aquosa de cloreto de sódio de concentração 0,1 mol/L.
- uma ponte salina de nitrato de potássio aquoso, conectando esses dois eletrodos.

Constrói-se outra pilha, semelhante à primeira, apenas substituindo-se  $AgCl(s)$  por  $AgBr(s)$  e  $NaCl(aq, 0,1 \text{ mol/L})$  por  $NaBr(aq, 0,1 \text{ mol/L})$ .

Em ambas as pilhas, quando o circuito elétrico é fechado, ocorre produção de energia.

- a) Dê a equação global da reação da primeira pilha. Justifique o sentido em que a transformação se dá.
- b) Dê a equação da semirreação que ocorre no polo positivo da primeira pilha.
- c) Qual das pilhas tem maior força eletromotriz? Justifique sua resposta com base nas concentrações iônicas iniciais presentes na montagem dessas pilhas e na tendência de a reação da pilha atingir o equilíbrio.

Para a primeira pilha, as equações das semirreações de redução, em meio aquoso, são:



Produtos de solubilidade:  $AgCl \dots 1,8 \times 10^{-10}$ ;  
 $AgBr \dots 5,4 \times 10^{-13}$

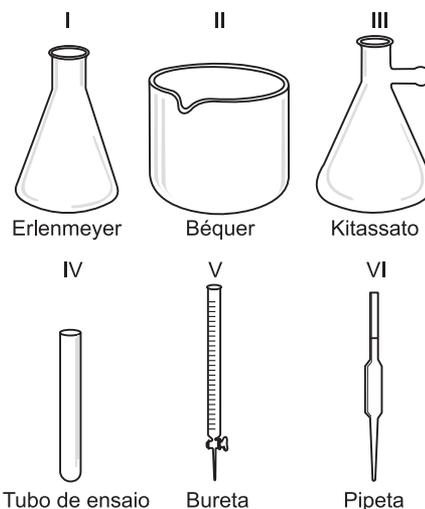
24. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – Preparam-se duas soluções saturadas, uma de oxalato de prata ( $Ag_2C_2O_4$ ) e outra de tiocianato de prata ( $AgSCN$ ). Esses dois sais têm, aproximadamente, o mesmo produto de solubilidade (da ordem de  $10^{-12}$ ). Na primeira, a concentração de íons prata é  $[Ag^+]_1$  e, na segunda,  $[Ag^+]_2$ ; as concentrações de oxalato e tiocianato são, respectivamente,  $[C_2O_4^{2-}]$  e  $[SCN^-]$ .

Nesse caso, é correto afirmar que

- a)  $[Ag^+]_1 = [Ag^+]_2$  e  $[C_2O_4^{2-}] < [SCN^-]$
- b)  $[Ag^+]_1 > [Ag^+]_2$  e  $[C_2O_4^{2-}] > [SCN^-]$
- c)  $[Ag^+]_1 > [Ag^+]_2$  e  $[C_2O_4^{2-}] = [SCN^-]$
- d)  $[Ag^+]_1 < [Ag^+]_2$  e  $[C_2O_4^{2-}] < [SCN^-]$
- e)  $[Ag^+]_1 = [Ag^+]_2$  e  $[C_2O_4^{2-}] > [SCN^-]$

## Módulo 28 – Titulometria

1. (CESULON-PR) – São dadas as vidrarias:



Para efetuar uma titulação, é aconselhável o uso de

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

(UnB-DF) – Para responder às questões 2 e 3, leia o texto a seguir.

Em um experimento executado em sua escola, um estudante fez as seguintes anotações.

“I. Preparei duas soluções:

Solução A – ácido clorídrico (0,1 mol/L), solução B – hidróxido de sódio (0,1 mol/L).

II. Adicionei algumas gotas de extrato de repolho roxo em uma amostra de cada solução e observei, então, as seguintes colorações:

Tubo 1 (solução A) = vermelho; tubo 2 (solução B) = verde.

III. Adicionei, gradualmente, algumas gotas de solução B ao tubo 1 e observei uma **rápida mudança de coloração**.

IV. Coloquei, então, uma solução desconhecida em outro tubo (tubo 3), adicionei um pouco de extrato de repolho roxo e observei uma coloração verde.

V. Adicionei 10 gotas de solução B ao tubo 3 e **a cor manteve-se**.

VI. Acrescentei, gradualmente, várias gotas da solução A ao tubo 3, agitando-o, e observei uma **mudança de cor para vermelho**.”

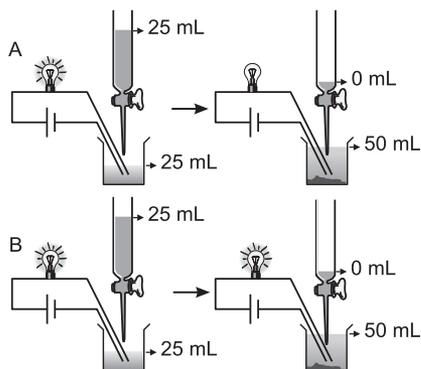
2. Com base na descrição acima, julgue os itens a seguir.

- (1) A medida da acidez, em meio aquoso, é um modo de se expressar a concentração de íons  $H^+$ .
- (2) Conforme anotado em III, houve uma rápida alteração de pH, resultante de uma reação ácido-base.
- (3) O extrato de repolho utilizado pelo estudante é um indicador de pH.
- (4) A reação entre as soluções A e B tem como um de seus produtos o cloreto de sódio.

3. De acordo com o experimento realizado pelo estudante, julgue os itens que se seguem.

- (1) A solução desconhecida é, com certeza, ácida.
- (2) Ácido clorídrico é o nome dado à substância  $HClO_4$ .
- (3) A cor foi a propriedade usada para identificar a acidez, ou a basicidade, das soluções do experimento.
- (4) A solução B foi preparada pela dissolução de NaOH em água.
- (5) O procedimento descrito em VI provocou a neutralização das substâncias dissolvidas, tanto na solução B quanto na solução desconhecida.

4. (UFG-GO) – Examine as figuras a seguir.



O béquer e a bureta do esquema A contêm hidróxido de bário e ácido sulfúrico, respectivamente, ambos em solução aquosa.

No esquema B, o béquer e a bureta contêm soluções aquosas de hidróxido de bário e ácido clorídrico, respectivamente.

Dados:  $HCl = 1 \text{ mol/L}$ ;  $H_2SO_4 = 0,5 \text{ mol/L}$ ;

$Ba(OH)_2 = 0,5 \text{ mol/L}$ .

Explique o que ocorre nos sistemas representados nesses esquemas. Utilize equações químicas, para justificar sua resposta, nas situações em que ocorrem reações.

5. (PUC-SP) – Dispõe-se de iguais volumes das seguintes soluções:

ácido	concentração	pH
HCl	0,1 mol/L	1,1
$CH_3COOH$	0,1 mol/L	2,9
HCOOH	0,1 mol/L	2,3
HCN	0,1 mol/L	5,1

Qual das soluções citadas requer maior volume de uma mesma solução de base, em sua titulação?

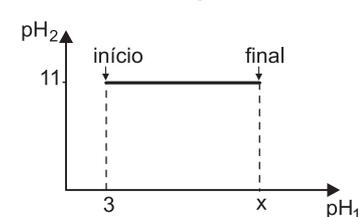
6. (FUVEST-SP) – Misturando-se soluções aquosas de nitrato de prata ( $AgNO_3$ ) e de cromato de potássio ( $K_2CrO_4$ ), forma-se um precipitado de cromato de prata ( $Ag_2CrO_4$ ), de cor vermelho-tijolo, em uma reação completa.

A solução sobrenadante pode-se apresentar incolor ou amarela, dependendo de o excesso ser do primeiro ou do segundo reagente. Na mistura de 20 mL de solução 0,1 mol/L de  $AgNO_3$  com 10 mL de solução 0,2 mol/L de  $K_2CrO_4$ , a quantidade em mol do sólido que se forma e a cor da solução sobrenadante, ao final da reação, são respectivamente,

- a)  $1 \times 10^{-3}$  e amarela.
- b)  $1 \times 10^{-3}$  e incolor.
- c) 1 e amarela.
- d)  $2 \times 10^{-3}$  e amarela.
- e)  $2 \times 10^{-3}$  e incolor.

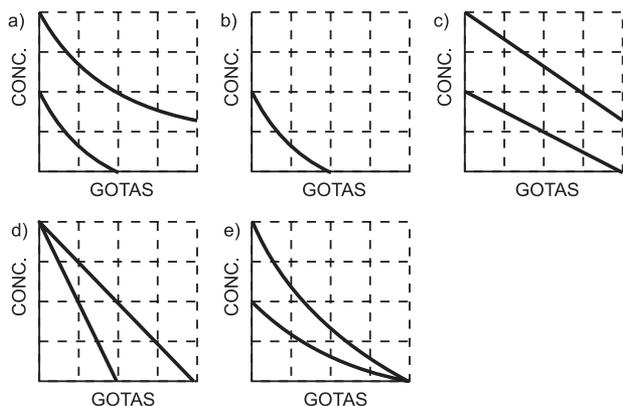
7. (UFRJ) – Dois frascos contêm, respectivamente, 550 mL de solução de ácido nítrico (frasco 1) e 1000 mL de solução de hidróxido de potássio (frasco 2). Adicionam-se 450 mL da solução básica à solução ácida.

O gráfico a seguir representa a variação de pH da solução ácida contida no frasco 1 ( $pH_1$ ), durante o período em que é adicionada a solução básica contida no frasco 2 ( $pH_2$ ).



- a) Qual o pH final (x) da solução contida no frasco 1?
- b) Escreva a equação que representa a reação de neutralização entre o ácido nítrico e o hidróxido de potássio.

8. (FUVEST-SP) – A 100 mL de solução aquosa de nitrato de bário, adicionaram-se, gota a gota, 200 mL de solução aquosa de ácido sulfúrico. As soluções de nitrato de bário e de ácido sulfúrico têm, inicialmente, a mesma concentração, em mol/L. Entre os gráficos a seguir, um deles mostra corretamente o que acontece com as concentrações dos íons  $Ba^{2+}$  e  $NO_3^-$  durante o experimento. Esse gráfico é

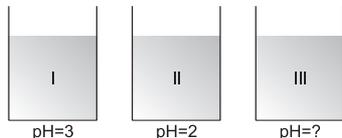


9. (UNIFESP) – Os dados do rótulo de um frasco de eletrólito de bateria de automóvel informam que cada litro da solução deve conter aproximadamente 390g de  $H_2SO_4$  puro. Com a finalidade de verificar se a concentração de  $H_2SO_4$  atende às especificações, 4,00 mL desse produto foram titulados com solução de NaOH 0,800 mol/L. Para consumir todo o ácido sulfúrico dessa amostra, foram gastos 40,0 mL da solução de NaOH.

(Dado: massa molar de  $H_2SO_4 = 98,0$  g/mol)

- Com base nos dados obtidos na titulação, discuta se a especificação do rótulo é atendida.
- Escreva a fórmula e o nome oficial do produto que pode ser obtido pela evaporação total da água contida na solução resultante do processo de titulação efetuado.

10. (UFRJ) – Três frascos contendo a 25°C soluções com diferentes pHs são apresentados a seguir:



Os frascos I e II contêm soluções de ácido nítrico, que é um ácido forte e pode ser considerado totalmente ionizado.

- Foram misturados 10 mL da solução I com 10 mL da solução II. Para neutralizar completamente a solução obtida, foram necessários 110 mL da solução III, cujo soluto também está totalmente dissociado. Qual é o pH da solução III?
- Qual é a fórmula estrutural do ácido nítrico?

Dado: números atômicos: H : 1; O : 8; N : 7.

11. (UFSCar-SP) – Em um béquer, um químico misturou 100mL de uma solução diluída de base forte, XOH, de pH = 13 com 400mL de uma solução diluída de ácido forte, HA, de pH = 2.

Dados  $pH = -\log [H^+]$ ,  $pOH = -\log [OH^-]$ ,  $pH + pOH = 14$ , e considerando os volumes aditivos e os eletrólitos 100% dissociados, o valor aproximado do pH da solução final é

- 2
- 6
- 8
- 10
- 12

12. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – Sabendo-se que 20 gotas correspondem aproximadamente a 1,0 mL, quantas gotas de HCl 10 mol/L se devem juntar a 100 mL de uma solução 0,10 mol/L de KOH, para que o pH dessa solução diminua de uma unidade? (Considera-se desprezível a variação de volume.)

- Aproximadamente, 9 gotas.

- Aproximadamente, 18 gotas.
- Aproximadamente, 27 gotas.
- Aproximadamente, 36 gotas.
- Aproximadamente, 180 gotas.

13. (FUVEST-SP) – Vinagre é uma solução aquosa contendo cerca de 6% em massa de ácido acético. Para se determinar a concentração efetiva desse ácido em um dado vinagre, pode-se fazer uma titulação com solução-padrão de hidróxido de sódio. Suponha que para tal se usem 10,0 mililitros do vinagre e se disponha de uma bureta de 50 mililitros. Para se fazer essa determinação com menor erro possível, a solução de NaOH, de concentração (em mol/litro) mais apropriada, é



Massa molar:  $CH_3COOH = 60$  g/mol.

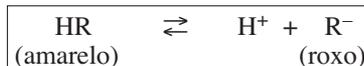
Densidade do vinagre = 1,0 g/mL.

- 0,100.
- 0,150.
- 0,400.
- 4,00.
- 10,0.

14. (FCM-MG) – Ao serem misturados 75 mL de uma solução aquosa de HCl 0,1 mol/L com 25 mL de uma solução aquosa de NaOH 0,26 mol/L, o pH da solução resultante será

- 1,0.
- 2,0.
- 7,0.
- 12,0.
- 13,0.

15. (UNICAMP-SP) – Do repolho roxo, pode-se extrair, por fervura com água, uma substância que é responsável pela sua coloração característica. Essa substância é um ânion de um ácido fraco cuja dissociação pode ser escrita como:



Utilizando esse equilíbrio, explique por que a adição de vinagre ou limão (ácidos) a esse extrato faz que ele mude de cor.

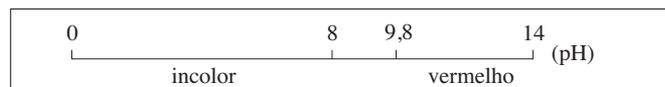
16. (FUVEST-SP) – “Sangue de diabo” é um líquido vermelho que logo se descora ao ser aspergido sobre roupa branca. Para preparar sangue de diabo, adiciona-se fenolftaleína a uma solução do gás  $NH_3$  em água.

- Por que o sangue de diabo é vermelho?
- Explique por que a cor desaparece.

17. (UFG-GO) – O quadro abaixo relaciona diversos materiais com seus respectivos pHs aproximados, a 25°C:

Material	pH
Leite de vaca	6,5
Sangue humano	7,3
Suco de laranja	4,0
Leite de magnésia	10,5
Vinagre	3,0

Intervalo de viragem de fenolftaleína



Considerando-se as informações acima, responda:

- Qual é a concentração molar de hidroxilas no vinagre?
- Qual é a concentração molar hidrogeniônica no suco de laranja?
- Qual é o material mais básico? Justifique.
- Utilizando apenas a fenolftaleína como indicador, pode-se afirmar que o suco de laranja é ácido? Justifique.

18. (UERJ – MODELO ENEM) – Estão apresentadas no quadro abaixo as cores das soluções de dois indicadores ácido-base, em função da alteração do nível de acidez do meio reacional:

Solução do indicador	Cor adquirida pela solução	
	meio ácido	meio básico
extrato aquoso de repolho roxo	vermelha	verde ou amarela
solução alcoólica de fenolftaleína	incolor	rosa violáceo

Para classificar como ácido ou base, um estudante do Ensino Médio escolheu cinco produtos de uso doméstico, na ordem: **água tônica, solução aquosa de soda cáustica comercial, água sanitária, suco de limão e solução aquosa de bicarbonato de sódio.**

A um pequeno volume de cada solução, adicionou gotas de um dos indicadores, separadamente, e notou as alterações das cores na ordem respectiva das soluções caseiras: **vermelha, verde, amarela, incolor e rosa violáceo.**

A alternativa em que ambas as soluções são de caráter básico é

- Água tônica e suco de limão.
- Água tônica e água sanitária.
- Soda cáustica e suco de limão.
- Água tônica e bicarbonato de sódio.
- Água sanitária e bicarbonato de sódio.

19. Considere os indicadores:

INDICADOR	MUDANÇA DE COR pH (aproximado)	
I) Violeta de metila	0,0	3,0
II) Alaranjado de metila	3,0	4,5
III) Azul de bromotimol	6,0	7,5
IV) Azul de timol	8,0	9,0
V) Alizarina	9,0	11

Verificou-se que  $[H^+]$  de um produto farmacêutico é da ordem de  $10^{-5}$  mol/L. Quais indicadores permitiram a determinação desse valor?

- I e II.
- II e III.
- III e IV.
- IV e V.
- V e III.

20. (ITA-SP – MODELO ENEM) – Adicionando um pouco de indicador ácido-base a uma solução aquosa inicialmente incolor, a solução irá adquirir uma cor que depende da natureza do indicador e do pH da solução original, conforme esquema seguinte, válido para a temperatura ambiente:

Metilorange	0	Vermelho	vir	Amarelo	14	pH
Vermelho de clorofenol	0	Amarelo	vir	Vermelho	14	pH
Azul de bromotimol	0	Amarelo	vir	Azul	14	pH

no qual “vir” indica a faixa de pH em que a cor varia gradualmente entre as tonalidades extremas assinaladas. Utilizando essas informações, tentou-se descobrir o pH de uma solução-problema, inicialmente incolor, a partir dos ensaios seguintes:

- Ao primeiro terço da solução-problema, foi adicionado um pouco de metilorange, e a coloração ficou amarela.
- A outro terço da solução-problema, foi adicionado um pouco de vermelho de clorofenol, e a coloração ficou laranja.
- Ao último terço da solução-problema, foi adicionado um pouco de azul de bromotimol, e a coloração ficou amarela.

Com base nessas observações, assinale, entre as opções a seguir, aquela que tenha o limite superior e o limite inferior mais próximos do pH da solução-problema.

- $1,0 < \text{pH} < 6,0$
- $4,4 < \text{pH} < 6,0$
- $4,4 < \text{pH} < 14$
- $4,8 < \text{pH} < 6,0$
- $4,8 < \text{pH} < 6,4$

21. (FUVEST-SP) – Vinho contém ácidos carboxílicos, como o tartárico e o málico, ambos ácidos fracos. Na produção de vinho, é usual determinar a concentração de tais ácidos. Para isto, uma amostra de vinho é titulada com solução aquosa de hidróxido de sódio de concentração conhecida. Se o vinho estiver muito ácido, seu pH poderá ser corrigido pela adição de uma bactéria que transforma o ácido málico em ácido láctico. Além disso, também é usual controlar a quantidade de dióxido de enxofre, caso tenha sido adicionado como germicida. Para tanto, uma amostra de vinho é titulada com solução aquosa de iodo de concentração conhecida.

- Qual dos indicadores da tabela abaixo deverá ser utilizado na titulação ácido-base? Justifique.
- Por que a transformação do ácido málico em ácido láctico contribui para o aumento do pH do vinho? Explique.
- Qual a equação balanceada que representa a reação entre dióxido de enxofre e iodo aquosos, em meio ácido, e na qual se formam íons sulfato e iodeto? Escreva essa equação.

Dados:

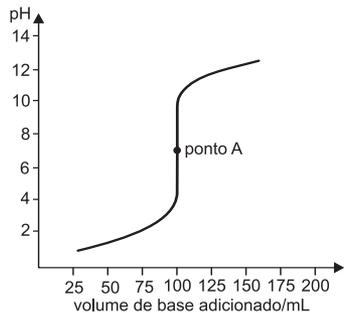
Indicador	pH de viragem
Azul de bromofenol	3,0 – 4,6
Púrpura de bromocresol	5,2 – 6,8
Fenolftaleína	8,2 – 10,0

Constantes de ionização: ácido málico:

$$K_1 = 4 \times 10^{-4}; K_2 = 8 \times 10^{-6}$$

$$\text{ácido láctico: } K = 1 \times 10^{-4}$$

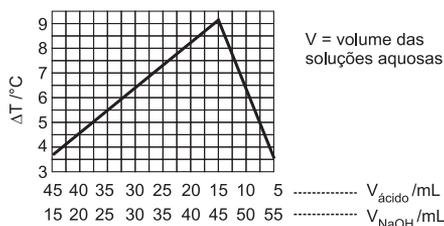
22. (UFG-GO) – O gráfico a seguir representa a variação do pH de 50 mL de uma solução aquosa de ácido forte, à qual é adicionada uma solução aquosa de base forte, de concentração  $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ .



Pergunta-se:

- Qual é o nome do ponto A?
- Qual é a concentração hidrogeniônica no ponto A? Justifique.
- Qual é a concentração do ácido utilizado? Justifique.
- Qual é a finalidade de utilização dessa técnica?

23. (FUVEST-SP) – Em um experimento, para determinar o número  $x$  de grupos carboxílicos na molécula de um ácido carboxílico, volumes de soluções aquosas desse ácido e de hidróxido de sódio, de mesma concentração, em  $\text{mol L}^{-1}$ , à mesma temperatura, foram misturados de tal forma que o volume final fosse sempre 60 mL. Em cada caso, houve liberação de calor. No gráfico abaixo, estão as variações de temperatura ( $\Delta T$ ) em função dos volumes de ácido e base empregados:

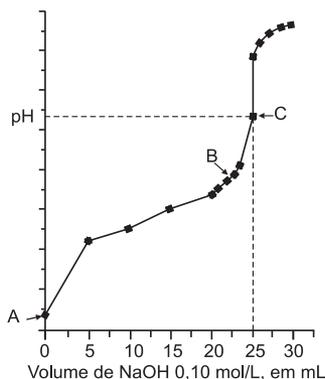


Partindo desses dados, pode-se concluir que o valor de  $x$  é

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Nesse experimento, o calor envolvido na dissociação do ácido e o calor de diluição podem ser considerados desprezíveis.

24. (UNIFESP) – Os resultados da titulação de 25,0 mililitros de uma solução  $0,10 \text{ mol/L}$  do ácido  $\text{CH}_3\text{COOH}$  por adição gradativa de solução de  $\text{NaOH } 0,10 \text{ mol/L}$  estão representados no gráfico.



Com base nos dados apresentados neste gráfico, foram feitas as afirmações:

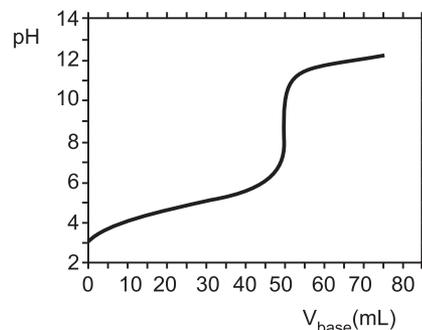
- O ponto A corresponde ao pH da solução inicial do ácido, sendo igual a 1.
- O ponto B corresponde à neutralização parcial do ácido, e a solução resultante é um tampão.
- O ponto C corresponde ao ponto de neutralização do ácido pela base, sendo seu pH maior que 7.

É correto o que se afirma em

- I, apenas.
- II, apenas.
- I e II, apenas.
- II e III, apenas.
- I, II e III.

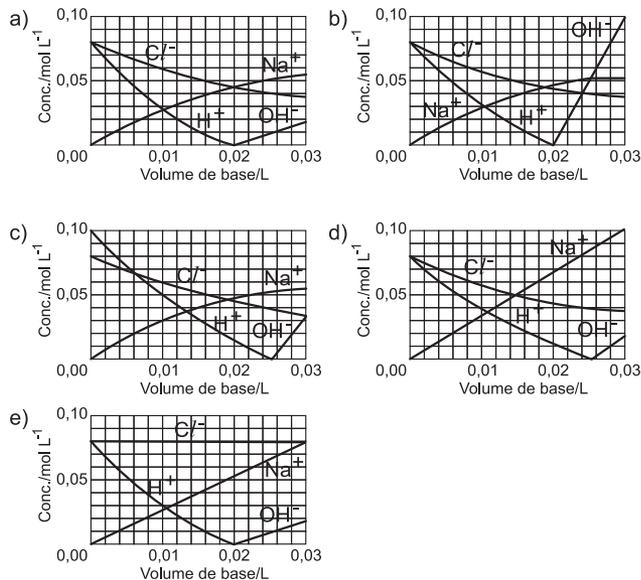
**Nota:** Tampão é uma solução de ácido fraco e um sal dele ou base fraca e um sal dela.

25. (ITA-SP) – Considere a curva de titulação abaixo, de um ácido fraco com uma base forte.



- Qual o valor do pH no ponto de equivalência?
- Em qual(ais) intervalo(s) de volume de base adicionado o sistema se comporta como tampão?
- Em qual valor de volume de base adicionado  $\text{pH} = \text{pK}_a$ ?

26. (FUVEST-SP) – Uma solução aquosa de  $\text{NaOH}$  (base forte), de concentração  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ , foi gradualmente adicionada a uma solução aquosa de  $\text{HCl}$  (ácido forte), de concentração  $0,08 \text{ mol L}^{-1}$ . O gráfico que fornece as concentrações das diferentes espécies, durante essa adição, é

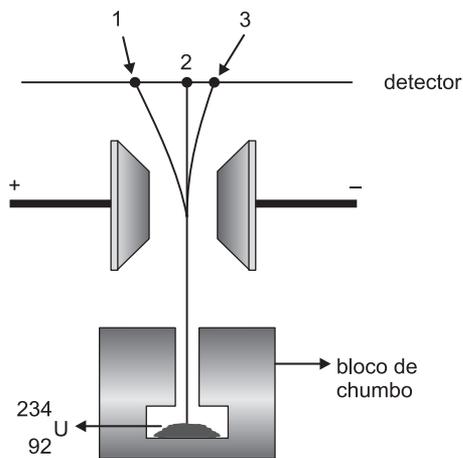


## Módulo 29 – Radioatividade: As Radiações Naturais

1. Colocar as radiações em ordem crescente de perigo para o corpo humano:

- I) Raios  $\gamma$  provenientes de fonte externa.
- II) Raios  $\alpha$  provenientes de fonte externa.
- III) Raios  $\beta$  provenientes de fonte externa.

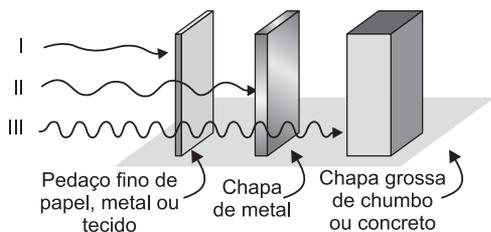
2. (UNESP-SP) – A natureza das radiações emitidas pela desintegração espontânea do  ${}^{234}_{92}\text{U}$  pode ser estudada com o auxílio do arranjo experimental mostrado na figura.



A abertura do bloco de chumbo dirige o feixe de radiação para passar entre duas placas eletricamente carregadas, verificando-se a separação em três novos feixes, que atingem o detector nos pontos 1, 2 e 3.

- a) Qual é o tipo de radiação que atinge o detector no ponto 3? Justifique.
- b) Representando por X o novo núcleo formado, escreva a equação balanceada da reação nuclear responsável pela radiação detectada no ponto 3.

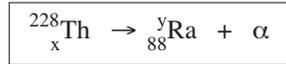
3. (UnB-DF) – Ao acessar a rede Internet, procurando algum texto a respeito do tema **radioatividade** no “Cade?” (<http://www.cade.com.br>), um jovem deparou-se com a seguinte figura, representativa do poder de penetração de diferentes tipos de radiação.



Com o auxílio da figura, julgue os itens abaixo.

- (1) A radiação esquematizada em II representa o poder de penetração das partículas beta.
- (2) A radiação esquematizada em III representa o poder de penetração das partículas alfa.
- (3) As partículas alfa e beta são neutras.
- (4) Quando um núcleo radioativo emite uma radiação do tipo I, o número atômico fica inalterado.

4. (UNESP-SP) – Quando um átomo do isótopo 228 do tório libera uma partícula alfa (núcleo de hélio com 2 prótons e número de massa 4), transforma-se em um átomo de rádio, de acordo com a equação:



Os valores de x e y são, respectivamente,

- a) 88 e 228.
- b) 89 e 226.
- c) 90 e 224.
- d) 91 e 227.
- e) 92 e 230.

5. (UNIP-SP) – Quando um elemento X emite partícula beta, transforma-se em Y.

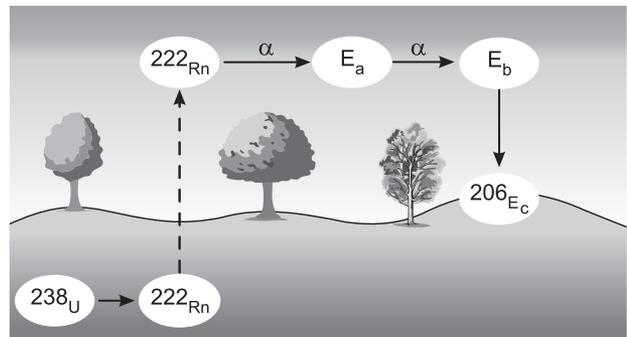
Os elementos X e Y são

- a) isótopos.
- b) isóbaros.
- c) alótropos.
- d) isótonos.
- e) isoeletrônicos.

6. (UNITAU-SP) – Entendem-se por radiação gama

- a) partículas constituídas por núcleos do elemento hélio (He);
- b) partículas formadas de 2 prótons e 2 nêutrons;
- c) ondas eletromagnéticas emitidas pelo núcleo, como consequência da emissão de partículas alfa e beta;
- d) partículas constituídas por elétrons, como consequência de desintegração neutrônica;
- e) partículas sem carga e massa igual à do elétron.

7. (FUVEST-SP)



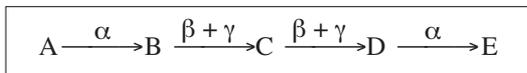
Radônio transfere a radioatividade de solos que contêm urânio para a atmosfera, através da série de eventos acima representada. Tanto o  ${}^{222}\text{Rn}$  quanto o elemento  $E_a$  emitem partículas alfa. O elemento  $E_c$ , final da série, é estável e provém do elemento  $E_b$ , de mesmo número atômico, por sucessivas desintegrações.

- a) Quais são os elementos  $E_a$ ,  $E_b$  e  $E_c$ ? Justifique.
- b) Explique por que o  ${}^{222}\text{Rn}$  é facilmente transferido do solo para a atmosfera.

Dados: Parte da classificação periódica dos elementos:

					18 Ar
31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn

8. (UFU-MG) – No decaimento radioativo:

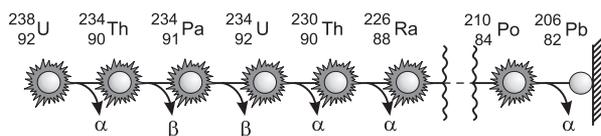


- a) A e D são isótopos.  
 b) A e E são isóbaros.  
 c) C e D são isótonos.  
 d) B e C são isótopos.  
 e) A, B, C, D e E são isóbaros.

9. (UEPB) – Qual o número de partículas alfa ( ${}^4_2\alpha$ ) e beta ( ${}^0_{-1}\beta$ ), respectivamente, emitidas no processo de transformação do tório ( ${}^{232}_{90}\text{Th}$ ) em chumbo ( ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ )?

- a) 6 e 4                      b) 4 e 6                      c) 10 e 16  
 d) 16 e 10                    e) 4 e 2

10. (UFF-RJ)



Observando a série do urânio acima representada, assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, o número de nêutrons, prótons e elétrons emitidos na desintegração de um núcleo de  ${}^{238}_{92}\text{U}$  até  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ :

- a) 32, 32, 10                      b) 16, 16, 6                      c) 10, 10, 5  
 d) 8, 8, 6                          e) 8, 8, 5

11. (VUNESP-SP) – Uma amostra radioativa de potássio ( $Z = 19$  e  $A = 40$ ) foi colocada em um bloco de chumbo com uma abertura. O feixe de radiações produzido pela amostra atravessou perpendicularmente um campo elétrico gerado entre duas placas metálicas. Observou-se que houve separação do feixe, sendo que parte foi atraída para a placa carregada positivamente e parte não sofreu desvio. Baseando-se nesses resultados, os produtos dessa desintegração radioativa são

- a) Ar ( $Z = 18$ ;  $A = 36$ ) +  $\alpha$  +  $\beta$ .  
 b) Ar ( $Z = 18$ ;  $A = 40$ ) +  $\beta$  +  $\gamma$ .  
 c) Cl ( $Z = 17$ ;  $A = 36$ ) +  $\alpha$  +  $\gamma$ .  
 d) Ca ( $Z = 20$ ;  $A = 40$ ) +  $\beta$  +  $\gamma$ .  
 e) Ca ( $Z = 20$ ;  $A = 44$ ) +  $\alpha$  +  $\beta$ .

12. (UNICAP-PE) – Preencha na coluna I a quadrícula correspondente à proposição correta e, na coluna II, a quadrícula correspondente à proposição errada.

I-II

0-0 Um átomo radioativo, quando emite radiação gama, transforma-se num átomo diferente apenas quanto à sua energia.

1-1 Das três partículas fundamentais, o próton é a mais pesada.

2-2 Quando um átomo radioativo emitir uma partícula beta, o átomo formado será seu isótopo.

3-3 Para que o isótopo  ${}^{208}_{82}\text{X}$  se transforme em  ${}^{200}_{80}\text{Y}$ , será necessária a emissão de 2 partículas alfa e uma partícula beta.

4-4 Se um isótopo do carbono emitir uma partícula beta, transformar-se-á em um isótopo de nitrogênio.

Dados:  $Z$ : C = 6 e N = 7

13. (UFSCar-SP) – Pacientes que sofrem de câncer de próstata podem ser tratados com cápsulas radioativas de iodo-125 implantadas por meio de agulhas especiais. O I-125 irradia localmente o tecido. Este nuclídeo decai por captura eletrônica, ou seja, o núcleo atômico combina-se com um elétron capturado da eletrosfera. O núcleo resultante é do nuclídeo

- a) Te-124.                      b) Te-125                      c) Xe-124  
 d) Xe-125.                    e) I-124.

Dado: números atômicos: Te: 52; I: 53; Xe: 54.

## Módulo 30 – Radioatividade: Meia-Vida, Fissão e Fusão Nucleares

1. (UNIP-SP) – Um isótopo de iodo radioativo é muito usado para diagnóstico de doenças da glândula tireoide. Partindo de 1g desse isótopo, após 24 dias sobra 1/8g dele.

Qual é a meia-vida desse isótopo?

- a) 24 dias    b) 16 dias    c) 12 dias    d) 8 dias    e) 4 dias

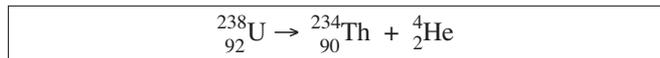
2. (ITAJUBÁ-MG) – A meia-vida de 4,0g de um elemento radioativo é de 8,0 horas; a meia-vida de 2,0g desse elemento será

- a) 16 horas.                      b) 8,0 horas.                      c) 4,0 horas.  
 d) 2,0 horas.                    e) 1,0 hora.

3. (UEMT) – O decaimento do nuclídeo  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  se dá por emissão de partículas beta negativas, produzindo o isótopo estável  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ . A meia-vida do  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  é de 15,0 horas. Partindo-se de 200mg de  ${}^{24}_{11}\text{Na}$ , quanto tempo deverá decorrer para que a relação entre as massas dos isótopos de sódio e magnésio seja de 1 : 3?

- a) 15,0 horas                      b) 30,0 horas                      c) 45,0 horas  
 d) 60,0 horas                    e) 75,0 horas

4. (CESGRANRIO) – A meia-vida para a desintegração



é de  $4,5 \times 10^9$  anos. Admitindo-se que a idade da Terra é da ordem de 5 bilhões de anos, conclui-se, pois, que a quantidade de  ${}^{238}_{92}\text{U}$  ainda existente neste planeta deve ser, aproximadamente,

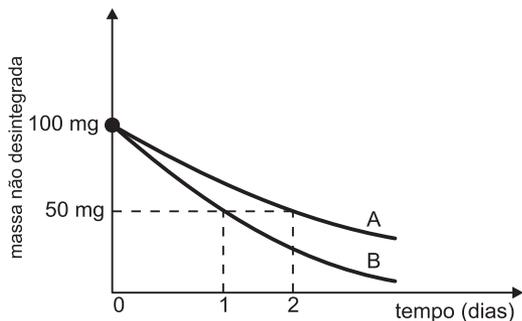
- a) a sexta parte daquela existente no momento de formação da Terra.  
 b) a terça parte daquela existente no momento de formação da Terra.  
 c) a quinta parte daquela existente no momento de formação da Terra.  
 d) a quarta parte daquela existente no momento de formação da Terra.  
 e) a metade daquela existente no momento de formação da Terra.

5. (UNIUBE-MG) – Encontram-se numa tabela os seguintes dados referentes à energia desprendida durante a desintegração radioativa de 1,0 grama do elemento rádio:  
 energia liberada por hora: 0,13 kcal  
 energia liberada durante a meia-vida:  $2,4 \times 10^6$  kcal.

De posse desses dados, calcula-se que a meia-vida desse elemento é, aproximadamente,

- a)  $5,4 \times 10^{-8}$  horas.      b)  $2,5 \times 10^{-5}$  horas.  
 c)  $3,1 \times 10^5$  horas.      d)  $4,0 \times 10^5$  horas.  
 e)  $1,8 \times 10^7$  horas.

6. São dadas as curvas de desintegração dos elementos A e B. Qual o elemento mais radioativo?

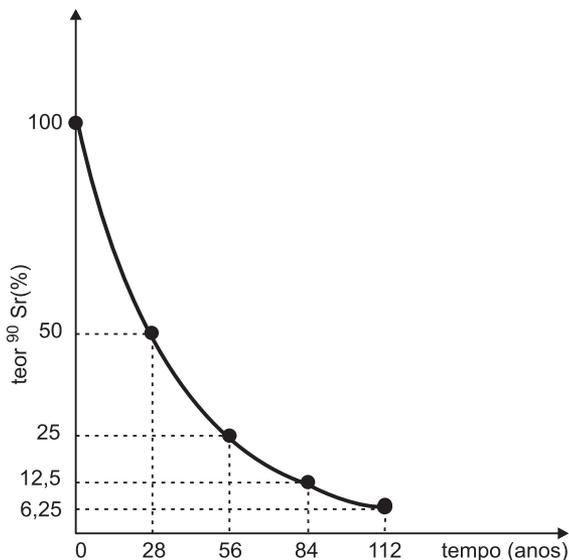


7. Em um dos métodos empregados na datação de amostras de rochas trazidas da Lua pelo voo da Apollo 11, usou-se a razão potássio 40 / argônio 40, baseada no decaimento com emissão de pósitron do  $^{40}\text{K}$  ( $t_{1/2} = 1,3 \times 10^9$  anos).

Uma das amostras examinadas deu uma razão molar  $^{40}\text{K} / ^{40}\text{Ar}$  de 1/7. Qual é a idade da amostra lunar?

- a)  $1,3 \times 10^9$  anos      b)  $0,65 \times 10^9$  anos  
 c)  $2,6 \times 10^9$  anos      d)  $3,9 \times 10^9$  anos  
 e)  $5,2 \times 10^9$  anos

8. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS) – O gráfico a seguir ilustra a variação do teor do radioisótopo  $^{90}\text{Sr}$ , presente em uma amostra dessa substância:



Pelo exame desse gráfico, pode-se afirmar que a meia-vida do  $^{90}\text{Sr}$  é

- a) 14 anos.      b) 28 anos.      c) 56 anos.  
 d) 100 anos.      e) 112 anos.

9. (UERJ – MODELO ENEM) – No exame da tireoide, utiliza-se o iodo-131, que é radioativo.

**CUIDADO**



**RADIAÇÃO NA ÁREA**

Após 80 dias, a atividade desse elemento atinge um valor tal que não mais oferece perigo, por tornar-se igual à radioatividade do meio ambiente. Entretanto, o paciente não fica internado todo esse tempo, sendo liberado em horas, e sem se tornar uma fonte ambulante de radioatividade, pois o organismo humano elimina rápida e naturalmente, via fezes, urina e suor, o material

ingerido. Assim, o paciente é liberado, mas o iodo-131 da sua urina, armazenada no depósito de rejeito hospitalar, continua seu decaimento normal até que ela possa ser liberada para o esgoto comum.

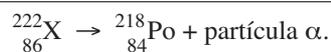
Com detector apropriado, mediu-se a atividade do iodo-131 no rejeito hospitalar, obtendo-se a tabela:

tempo (dias)	0	8	16	24	32	80
fração radioativa no material	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/1024

A análise da tabela permite concluir que a meia-vida do iodo-131 é, em dias, igual a

- a) 8.      b) 16.      c) 24.      d) 32.      e) 80.

10. (UnB-DF) – O radônio é o gás nobre que ocorre em menor proporção na atmosfera. É radioativo e um dos seus isótopos decai (com meia-vida de 3,8 dias), conforme a seguinte equação nuclear:



Com o auxílio das informações acima, julgue os itens que se seguem.

- (1) O símbolo químico do radônio é Ra.
- (2) O tempo necessário para que toda a amostra de radônio se transforme em polônio é de 3,8 dias.
- (3) A partícula  $\alpha$  é idêntica ao núcleo de um átomo de  ${}^4_2\text{He}$ .
- (4) O número atômico e o número de massa do radônio são, respectivamente, 222 e 86.
- (5) O processo descrito na equação ocorre na eletrosfera do átomo de radônio.

11. (UNICAP-PE) – Julgue os itens a seguir:

I-II

0-0 Alfa e beta são partículas e gama é radiação eletromagnética.

1-1 O poder de penetração das partículas e radiação é: alfa > beta > gama.

2-2 O poder de ionização das partículas e radiação é: alfa > beta > gama.

3-3 O chumbo é um bom isolante radioativo.

4-4 A idade da Terra é de aproximadamente cinco bilhões de anos. Sabendo-se que a meia-vida do urânio é de mesma ordem, podemos afirmar que hoje, na Terra, existe a metade da massa de átomos de urânio.

12. (UFRJ) – Um dos produtos liberados nas explosões nucleares e nos acidentes em usinas nucleares que mais danos pode causar aos seres vivos é o isótopo de estrôncio de número de massa igual a 90 (estrôncio-90). Ele é um isótopo radioativo que se acumula nos ossos, por substituição do cálcio, e é emissor de partículas beta, com meia-vida de 28 anos.

a) Se um indivíduo, ao nascer, absorver em seu organismo o estrôncio-90, com que idade terá a ação radioativa deste isótopo reduzida a 1/4?

b) Escreva a reação do decaimento radioativo do estrôncio-90, identificando o elemento que dela se origina.

Nota: consulte a Tabela Periódica.

13. Constata-se que 1g de rádio emite  $1,4 \cdot 10^{11}$  partículas  $\alpha$  por segundo. Essas partículas se transformam em átomos de hélio. Medindo o volume de gás hélio produzido em 1 ano, encontra-se o valor  $0,16 \text{ cm}^3$  nas CNTP. Determinar o valor da constante de Avogadro.

Dado: 1 ano = 31 536 000 segundos.

14. (UFRJ) – O silício e o argônio são dois elementos químicos que pertencem ao mesmo período da Tabela Periódica. Esses elementos apresentam como principais radioisótopos o  $^{31}_{14}\text{Si}$ , com meia-vida de 3 horas, e o  $^{41}_{18}\text{Ar}$ , com meia-vida de 2 horas.

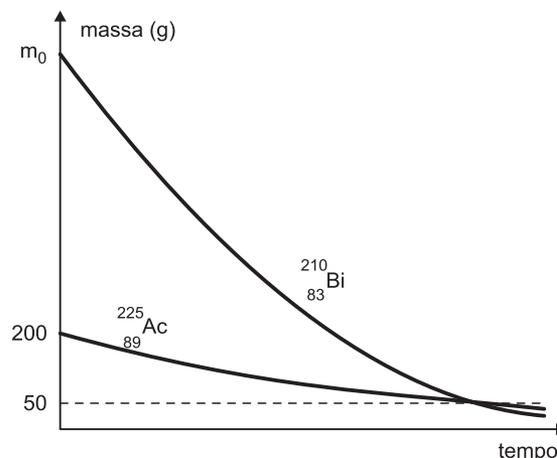
a) Considere duas amostras radioativas: a primeira com 40g de  $^{31}_{14}\text{Si}$  e a segunda com 80g de  $^{41}_{18}\text{Ar}$ . Determine o tempo necessário para que a massa restante de  $^{31}_{14}\text{Si}$ , na primeira amostra, seja igual à de  $^{41}_{18}\text{Ar}$ , na segunda.

b) Relacione a configuração eletrônica do átomo de silício com sua posição (grupo e período) na Tabela Periódica.

15. (FUVEST-SP) – Mediu-se a radioatividade de uma amostra arqueológica de madeira, verificando-se que o nível de sua radioatividade devida ao carbono-14 era 1/16 do apresentado por uma amostra de madeira recente. Sabendo-se que a meia-vida do isótopo  $^{14}_6\text{C}$  é  $5,73 \times 10^3$  anos, a idade, em anos, dessa amostra é

- a)  $3,58 \times 10^2$ .      b)  $1,43 \times 10^3$ .      c)  $5,73 \times 10^3$ .  
d)  $2,29 \times 10^4$ .      e)  $9,17 \times 10^4$ .

16. (UFRJ) – Os radioisótopos  $^{225}_{89}\text{Ac}$  e  $^{210}_{83}\text{Bi}$  apresentam as seguintes curvas de decaimento radioativo:



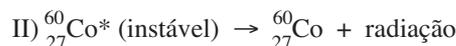
a) O  $^{210}_{83}\text{Bi}$  tem a metade da meia-vida do  $^{225}_{89}\text{Ac}$ .

Determine  $m_0$ , a massa inicial do  $^{210}_{83}\text{Bi}$ .

b) O  $^{225}_{89}\text{Ac}$  chega, por emissões sucessivas de uma mesma partícula, a um outro isótopo do bismuto: o  $^{213}_{83}\text{Bi}$ .

Identifique essa partícula e determine o número de vezes que ela é emitida durante esse decaimento.

17. (UnB-DF) – Uma das importantes aplicações da radioatividade é a irradiação de alimentos, que destrói bactérias, leveduras e mofo, responsáveis pela sua deterioração. A fonte de radiação é, geralmente, uma amostra de cobalto-60, obtida pelo seguinte processo:



Com o auxílio dessas informações, julgue os itens a seguir.

1) Na representação  $^{60}_{27}\text{Co}$ , os números 60 e 27 representam, respectivamente, o número de massa e o número atômico do nuclídeo.

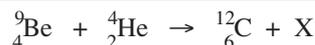
2)  $^{59}_{27}\text{Co}$  e  $^{60}_{27}\text{Co}$  são isótopos.

3) A radiação emitida por  $^{60}_{27}\text{Co}^*$  (etapa II) é constituída por um feixe de partículas beta.

18. (UFRS) – A transmutação artificial ocorre pelo bombardeio de núcleos estáveis com projéteis que provocam a instabilização, formando um nuclídeo que pode atingir a estabilidade pela emissão radioativa. O  $^{27}\text{Al}$ , por bombardeio, originou um radioisótopo e uma partícula alfa. O radioisótopo, por emissão  $\beta^-$ , converteu-se no  $^{24}\text{Mg}$ . O projétil de bombardeamento foi (números atômicos: Al (13), Mg (12))

a) nêutron.    b) próton.    c) deutério.    d) trítio.    e) alfa.

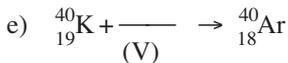
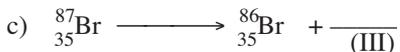
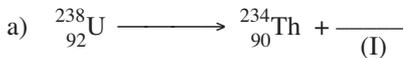
19. (UNIP-SP) – A equação



representa a reação que levou à descoberta da partícula X por Chadwick. Essa partícula é um

- a) elétron.                      b) próton.                      c) nêutron.  
d) pósitron ( ${}^0_+1X$ ).                      e) neutrino ( ${}^0_0X$ ).

20. (IME) – Reescreva as equações nucleares a seguir, completando as lacunas I, II, III, IV e V.



21. (UFSCar-SP – MODELO ENEM) – Em 1999 foi estudada a ossada do habitante considerado mais antigo do Brasil, uma mulher que a equipe responsável pela pesquisa conveniou chamar Luzia.

A idade da ossada foi determinada como sendo igual a 11 500 anos. Suponha que nesta determinação foi empregado o método de dosagem do isótopo radioativo carbono-14, cujo tempo de meia-vida é de 5730 anos. Pode-se afirmar que a quantidade de carbono-14 encontrada atualmente na ossada, comparada com a contida no corpo de Luzia por ocasião de sua morte, é aproximadamente igual a

- a) 100% do valor original.                      b) 50% do valor original.  
c) 25% do valor original.                      d) 10% do valor original.  
e) 5% do valor original.

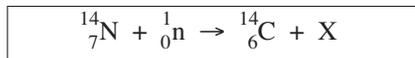
22. (FUVEST-SP) – Considere os seguintes materiais:

- I) Artefato de bronze (confeccionado pela civilização inca).  
II) Mangueira centenária (que ainda produz frutos nas ruas de Belém do Pará).  
III) Corpo humano mumificado (encontrado em tumbas do Egito antigo).

O processo de datação, por carbono-14, é adequado para estimar a idade apenas

- a) do material I.                      b) do material II.  
c) do material III.                      d) dos materiais I e II.  
e) dos materiais II e III.

23. (PUCCAMP-SP) – O carbono-14 ( ${}^{14}_6\text{C}$ ) é formado na parte mais alta da atmosfera, pela interação de nêutrons, provenientes dos raios cósmicos, com átomos de nitrogênio ( ${}^{14}_7\text{N}$ ), segundo a equação nuclear incompleta:



Sobre essa equação, pode-se afirmar corretamente:

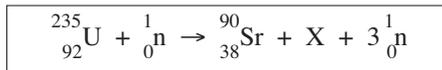
- a) A partícula indicada por X é um próton.  
b) A partícula indicada por X é um deuteron.  
c)  ${}^{14}_6\text{C}$  e  ${}^{14}_7\text{N}$  são isótopos.  
d)  ${}^{14}_6\text{C}$  e  ${}^{14}_7\text{N}$  são isótonos.  
e) A partícula indicada por X é um elétron.

24. (FATEC-SP) – Comparando-se reações químicas com reações nucleares, é correto afirmar que nas reações nucleares  
a) são formados novos elementos.  
b) há conservação de massa.  
c) a velocidade da reação é afetada pela temperatura.  
d) somente elétrons de níveis de energia mais externos são envolvidos.  
e) as transformações são sempre espontâneas.

25. (UNIP-SP) – Assinale a proposição **falsa**:

- a) Nas reações químicas comuns, há somente um rearranjo de átomos.  
b) Nas reações nucleares, formam-se átomos diferentes dos originais.  
c) A transformação: energia solar + gás carbônico + água  $\rightarrow$  glicose + oxigênio é um exemplo de transformação química.  
d) Uma das reações nucleares que ocorrem no Sol é expressa pela equação:  ${}^1_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He}$   
É uma reação endoergônica.  
e) O produto da combustão do hidrogênio não polui o ambiente.

26. (CESGRANRIO) – Assinale a alternativa que indica o isótopo do elemento X que completa a reação de fissão nuclear:



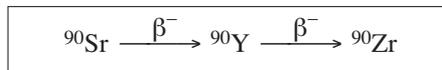
- a)  ${}^{145}_{53}\text{I}$                       b)  ${}^{143}_{53}\text{I}$                       c)  ${}^{145}_{51}\text{Sb}$   
d)  ${}^{144}_{54}\text{Xe}$                       e)  ${}^{143}_{54}\text{Xe}$

27. (CESGRANRIO – MODELO ENEM) – Entre os mais perigosos produtos da fissão do urânio, estão o  ${}^{90}\text{Sr}$  ( $T_{1/2} = 28,5$  anos) e  ${}^{137}\text{Cs}$  ( $T_{1/2} = 30,1$  anos), ambos emissores  $\beta^-$  de meia-vida longa. Estes elementos são lançados no ambiente por explosões nucleares ou por acidentes em centrais nucleares. Um desses elementos decai, formando outro elemento radioativo, que rapidamente decai para formar um isótopo do zircônio.

Os ossos, que contêm fosfato de cálcio, e os sedimentos ou carapaças calcáreas, que contêm carbonato de cálcio, concentram um dos radioisótopos citados.

Com base na Classificação Periódica dos Elementos, anexa à prova, e nos seus conhecimentos sobre radioatividade, analise as afirmativas a seguir:

- I. Dentre os dois produtos de fissão citados,  ${}^{90}\text{Sr}$  é o que mais se acumula nos ossos.  
II. O decaimento do  ${}^{137}\text{Cs}$  forma  ${}^{137}\text{Ba}$ , que se concentra em carbonatos, sulfatos ou fosfatos insolúveis.  
III. O decaimento do  ${}^{90}\text{Sr}$  pode ser representado por



- IV. A partir de 2,0 microgramas de  ${}^{137}\text{Cs}$ , forma-se 1,0 micrograma de um gás em 30,1 anos.  
V. A partir de 3,0 microgramas de  ${}^{90}\text{Sr}$ , formam-se 2,0 microgramas de zircônio em 57 anos.

Dentre as afirmações acima, são **falsas**, somente

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

Nota: Na Tabela Periódica fornecida, encontramos os números atômicos; Cs(55), Ba(56), Sr(38), Y(39), Zr(40).

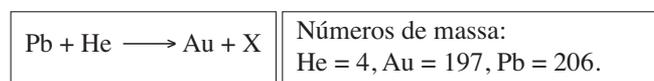
28. (UFG-GO) – As explosões das bombas atômicas, em agosto de 1945, sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki, completaram, em 1995, cinquenta anos. O fim da guerra e o início da era atômica se anunciavam e o clarão escurecia os olhares do mundo, que oscilavam entre o pavor e o medo. O desconhecido explodia em solo japonês. A bomba detonava os horrores da guerra, levantava a poeira atômica das nações rivais e emitia sinais de que os tempos seriam outros para as nações. Por certo, nunca mais seriam os mesmos para os “filhos do clarão.”

Dado:  ${}_{92}\text{U}$ ,  ${}_{90}\text{Th}$ ,  ${}_{55}\text{Cs}$ ,  ${}_{56}\text{Ba}$

Sobre a bomba atômica e a radioatividade, é correto afirmar:

- (01) A explosão da bomba atômica é um processo de fusão nuclear;
- (02) Na emissão de uma partícula alfa, o urânio ( ${}^{235}\text{U}$ ) decai para tório ( ${}^{231}\text{Th}$ );
- (04) Na emissão de uma partícula beta, o céscio-137 decai para bário-137;
- (08) Radioatividade é a propriedade que certos átomos possuem de emitir radiação eletromagnética e/ou partículas, a fim de adquirir estabilidade eletrônica;
- (16) As partículas alfa possuem maior poder de penetração em tecidos biológicos que as radiações gama.

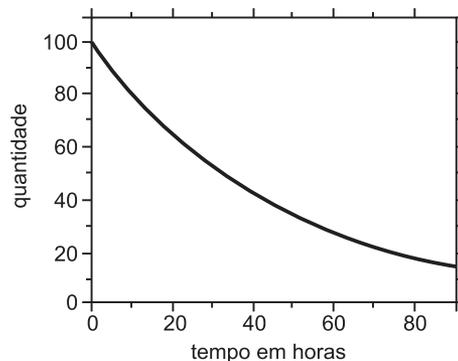
29. (UFRJ) – A pedra filosofal, sonho dos alquimistas, consistia em uma fórmula secreta, capaz de converter metais comuns em ouro. Um cientista moderno, mas não menos sonhador, afirma que encontrou a fórmula secreta e a propôs na seguinte versão:



- a) Diga qual é o elemento X.
- b) Dê uma explicação para o fato de que nas reações nucleares, como a anterior, a soma das massas dos “reagentes” não é igual à soma das massas dos “produtos”.

Nota: a Tabela Periódica foi fornecida.

30. (UNICAMP-SP) – Entre o *doping* e o desempenho do atleta, quais são os limites? Um certo “β-bloqueador”, usado no tratamento de asma, é uma das substâncias proibidas pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), já que provoca um aumento de massa muscular e diminuição de gordura. A concentração dessa substância no organismo pode ser monitorada pela análise de amostras de urina coletadas ao longo do tempo de uma investigação. O gráfico mostra a quantidade do “β-bloqueador” contida em amostras da urina de um indivíduo, coletadas periodicamente durante 90 horas após a ingestão da substância. Este comportamento é válido também para além das 90 horas. Na escala de quantidade, o valor 100 deve ser entendido como sendo a quantidade observada num tempo inicial considerado arbitrariamente zero.



- a) Depois de quanto tempo a quantidade eliminada corresponderá a 1/4 do valor inicial, ou seja, duas meias-vidas de residência da substância no organismo?
- b) Suponha que o *doping* para esta substância seja considerado positivo para valores acima de  $1,0 \times 10^{-6}$  g/mL de urina (1 micrograma por mililitro) no momento da competição. Numa amostra coletada 120 horas após a competição, foram encontrados 15 microgramas de “β-bloqueador” em 150 mL de urina de um atleta. Se o teste fosse realizado em amostra coletada logo após a competição, o resultado seria positivo ou negativo? Justifique.

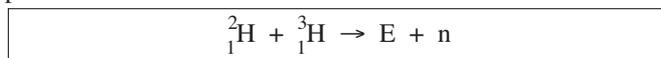
31. (UnB-DF) – “Ao capturar um nêutron, um átomo de urânio pode sofrer um processo de fissão, que resulta na desintegração de seu núcleo. Formam-se assim dois elementos mais leves (por exemplo, bário e criptônio), com emissão simultânea de 2,5 nêutrons, em média, por núcleo.”

(“O Funcionamento do Reator”. In: *Ciência Hoje*, nº 32, vol. 6)

Com o auxílio do texto, julgue os itens seguintes.

- (1) Os átomos de bário e criptônio são isótopos do átomo de urânio que os originou.
- (2) No processo de fissão nuclear citado, é também possível a formação de átomos de massa maior do que a do átomo de urânio.
- (3) A emissão de 2,5 nêutrons, em média, por núcleo significa que podem estar ocorrendo reações que produzirão 3 nêutrons e reações que produzirão 2 nêutrons.

32. (FUVEST-SP) – Na reação de fusão nuclear representada por



ocorre a liberação de um nêutron (n). A espécie E deve ter

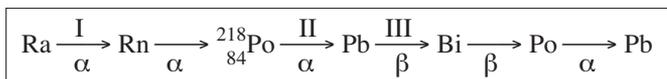
- a) 2 prótons e 2 nêutrons.
- b) 2 prótons e 3 nêutrons.
- c) 2 prótons e 5 nêutrons.
- d) 2 prótons e 3 elétrons.
- e) 4 prótons e 3 elétrons.

33. (UnB-PAS-2.º ANO) – Com relação ao acidente radioativo de Goiânia, que provocou a contaminação do ambiente pelo céσιο-137, julgue os itens abaixo:

- (1) O céσιο-137 possui 137 nêutrons.
- (2) Os moradores próximos da localidade em que está armazenado o lixo radioativo não correm perigo de uma explosão nuclear desse material.
- (3) Após o período de sua meia-vida, metade dos átomos do céσιο-137 que estão emitindo radiação beta no lixo radioativo não terá mais o mesmo número de prótons que caracteriza o elemento químico céσιο.
- (4) A radiação do céσιο não oferecia risco considerável à população quando estava na cápsula da bomba de céσιο, porque ela tinha um dispositivo que desativava a emissão de radiação pelo núcleo atômico.

- c) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
- d) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.
- e) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.

34. (FUVEST-SP) – Rutherford determinou o valor da constante de Avogadro, estudando a série radioativa abaixo, na qual está indicado o modo de decaimento de cada nuclídeo.



- a) Escreva as equações de desintegração dos nuclídeos nas etapas II e III da série dada. Indique todos os números atômicos e de massa.
- b) Calcule a constante de Avogadro, sabendo que
  - 1,0g de rádio, Ra, produz  $3,0 \times 10^{15}$  partículas  $\alpha$  por dia, na etapa I da desintegração.
  - Uma vez formado o radônio, Rn, este e os demais nuclídeos que o sucedem se desintegram rapidamente até dar o último nuclídeo (Pb) da série apresentada.
  - As partículas  $\alpha$  transformam-se em átomos de hélio.
  - 1,0g de rádio, Ra, considerando-se todas as etapas da desintegração, produz em 80 dias, 0,040 mL de gás hélio, medido a 25°C e 1 atm.

Dado: volume molar dos gases a 25°C e 1 atm = 25 L/mol

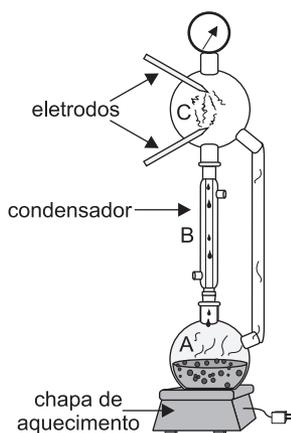
35. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado “lixo atômico”. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de

- a) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- b) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.

## EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

### Módulo 25 – Química Descritiva: Ocorrência dos Elementos na Natureza, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e Água Dura

1. (UNESP – MODELO ENEM) – A figura ilustra o sistema utilizado, em 1953, por Stanley L. Miller e Harold C. Urey, da Universidade de Chicago, no estudo da origem da vida no planeta Terra. O experimento simulava condições ambientais da Terra primitiva e visava ao estudo das reações químicas que podem ter ocorrido naquela época.



No sistema de Miller e Urey, as letras A, B e C correspondem, respectivamente, aos processos de

- chuvas; evaporação da água de lagos, rios e mares; descargas elétricas na atmosfera.
- descargas elétricas na atmosfera; chuvas; evaporação da água de lagos, rios e mares.
- descargas elétricas na atmosfera; evaporação da água de lagos, rios e mares; chuvas.
- evaporação da água de lagos, rios e mares; descargas elétricas na atmosfera; chuvas.
- evaporação da água de lagos, rios e mares; chuvas; descargas elétricas na atmosfera.

**Resolução**

No balão, temos o aquecimento do líquido, que **corresponde à evaporação da água de lagos, rios e mares (A)**. No condensador, temos a liquefação dos vapores, que são as **chuvas (B)**.

Nos eletrodos, temos descargas elétricas que correspondem às **descargas elétricas na atmosfera (C)**.

**Resposta: E**

2. (UNESP – MODELO ENEM) – Os dados da tabela seguinte apresentam a composição elementar média de um humano adulto com 70 kg, considerando apenas os cinco elementos que estão presentes com mais de 1 kg.

Elemento	Massa Molar (g.mol <sup>-1</sup> )	g/70 kg de massa corpórea
O	16	43 500
C	12	12 600
H	1	7 000
N	14	2 100
Ca	40	1 050

Com base nos dados apresentados, pode-se concluir que

- o número de átomos de N no corpo de um adulto corresponde a 30% do número de átomos de H.
- H é o elemento que, isoladamente, contribui com o maior número de átomos.
- por ter maior massa molar, o elemento cálcio é o mais abundante no corpo humano.
- não é possível saber qual elemento é o mais abundante no corpo humano, pois todos formam moléculas.
- os átomos do elemento C, presentes no corpo humano, são diferentes daqueles átomos do elemento C que formam o CO<sub>2</sub>.

**Resolução**

O número de átomos é proporcional à quantidade em mols.

Usando a fórmula  $n = \frac{m}{M}$ , o elemento H dará maior valor de n.

$$n_{\text{O}} = \frac{43500\text{g}}{16\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2718,75 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}} = \frac{12600\text{g}}{12\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1050 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = \frac{7000\text{g}}{1\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 7000 \text{ mol}$$

$$n_{\text{N}} = \frac{2100\text{g}}{14\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 150 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Ca}} = \frac{1050\text{g}}{40\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 26,25 \text{ mol}$$

**Resposta: B**

3. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – No seguinte trecho (adaptado) de uma peça teatral de C. Djerassi e R. Hoffmann, as esposas de três químicos do século XVIII conversam sobre um experimento feito com uma mistura de gases.

“SENHORA POHL – Uma vez o farmacêutico Scheele estava borbulhando [a mistura gasosa] através de uma espécie de água. MADAME LAVOISIER – Deve ter sido água de cal.

SENHORA PRIESTLEY – A água ficou turva, não ficou?

MADAME LAVOISIER – É o mesmo gás que expiramos... o gás que removemos com a passagem através da água de cal.  
 SENHORA POHL – Depois ele me pediu que colocasse no gás remanescente um graveto já apagado, apenas em brasa numa das extremidades. Já estava escurecendo.

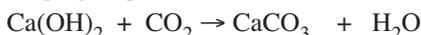
SENHORA PRIESTLEY – E o graveto inflamou-se com uma chama brilhante... e permaneceu aceso!”

Empregando símbolos e fórmulas atuais, podem-se representar os referidos componentes da mistura gasosa por

- a)  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$       b)  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2$       c)  $\text{N}_2$  e  $\text{O}_2$   
 d)  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2$       e)  $\text{CO}$  e  $\text{O}_2$

**Resolução**

O gás  $\text{CO}_2$  (gás expirado) reage com água de cal, de acordo com a equação química



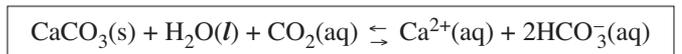
água de cal                      sólido branco

O graveto inflama-se por causa do gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ), que é comburente.

Conclusão: a mistura gasosa é constituída de  $\text{CO}_2$  +  $\text{O}_2$ .

**Resposta: A**

4. (UNIFESP) – A água de regiões calcárias contém vários sais dissolvidos, principalmente sais de cálcio. Estes se formam pela ação da água da chuva, saturada de gás carbônico, sobre o calcário. O equilíbrio envolvido na dissolução pode ser representado por:

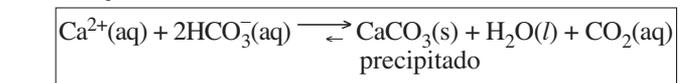


Essa água, chamada de dura, pode causar vários problemas industriais (como a formação de incrustações em caldeiras e tubulações com água quente) e domésticos (como a diminuição da ação dos sabões comuns).

- a) Com base nas informações dadas, explique o que podem ser essas incrustações e por que se formam em caldeiras e tubulações em contato com água aquecida.  
 b) Escreva a fórmula estrutural geral de um sabão. Explique por que a ação de um sabão é prejudicada pela água dura.

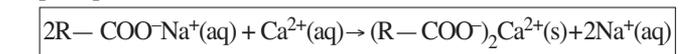
**Resolução**

a) As incrustações que aparecem correspondem à substância carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), que é insolúvel em água, formada pelo deslocamento do equilíbrio no sentido de sua formação.



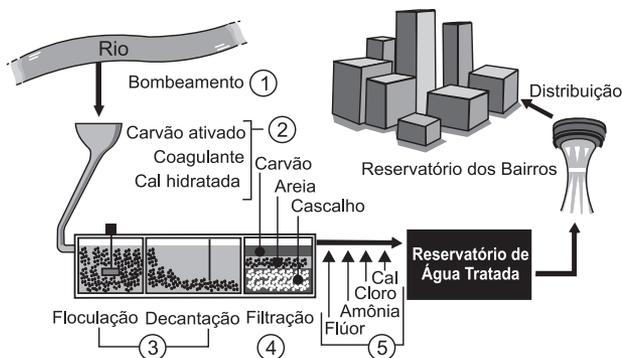
O aumento de temperatura favorece o desprendimento de  $\text{CO}_2(\text{g})$  e, de acordo com Le Châtelier, o equilíbrio é deslocado “para a direita”.

b) A fórmula geral de um sabão (sal de ácido carboxílico de cadeia longa) é:  $\text{R} - \text{COO}^- \text{Na}^+$   
 O sabão não forma espuma em contato com a água dura, porque reage com os íons de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) formando um precipitado (sal insolúvel):



## Módulo 26 – Halogênios, $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{NH}_3$ , $\text{HNO}_3$

5. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Na atual estrutura social, o abastecimento de água tratada desempenha um papel fundamental para a prevenção de doenças. Entretanto, a população mais carente é a que mais sofre com a falta de água tratada, em geral, pela falta de estações de tratamento capazes de fornecer o volume de água necessário para o abastecimento ou pela falta de distribuição dessa água.



Disponível em: <http://www.sanasa.com.br>. (adaptado).

No sistema de tratamento de água apresentado na figura, a remoção do odor e a desinfecção da água coletada ocorrem, respectivamente, nas etapas

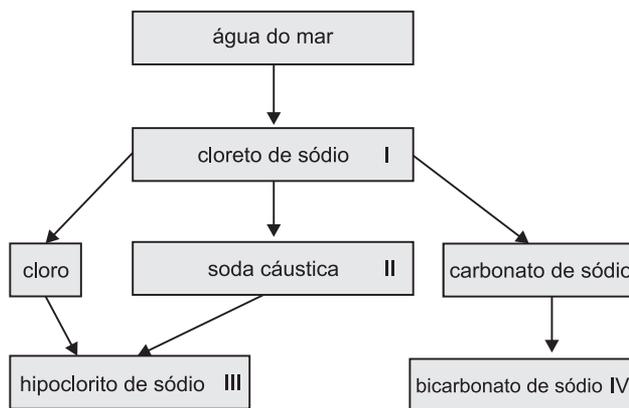
- a) 1 e 3.                      b) 1 e 5.                      c) 2 e 4.  
 d) 2 e 5.                      e) 3 e 4.

**Resolução**

Na etapa 2, o carvão ativado fixa as substâncias de mau odor, enquanto, na etapa 5, o cloro mata os micro-organismos (desinfecção).

**Resposta: D**

6. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – A água do mar pode ser fonte de materiais utilizados pelo ser humano, como os exemplificados no esquema a seguir.



Os materiais I, II, III e IV existem como principal constituinte ativo de produtos de uso rotineiro. A alternativa que associa corretamente água sanitária, fermento em pó e solução fisiológica com os materiais obtidos da água do mar é:

	água sanitária	fermento em pó	solução fisiológica
a)	II	III	IV
b)	III	I	IV
c)	III	IV	I
d)	II	III	I
e)	I	IV	III

### Resolução

A água do mar é matéria-prima na produção de materiais muito conhecidos e usados pelo ser humano, por exemplo, **água sanitária, fermento em pó e solução fisiológica.**

Materiais	Principal constituinte ativo
água sanitária	hipoclorito de sódio (III)
fermento em pó	bicarbonato de sódio (IV)
solução fisiológica	cloreto de sódio (I)

Resposta: C

### 7. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO)

ESTAÇÕES DA RMSP	QUALIDADE	ÍNDICE	PO-LUENTE
Parque D. Pedro II	BOA	6	MP <sub>10</sub>
São Caetano do Sul	REGULAR	60	NO <sub>2</sub>
Congonhas	BOA	15	MP <sub>10</sub>
Osasco	INADEQUADA	175	CO
Pinheiros	MÁ	283	SO <sub>2</sub>

**MP<sub>10</sub>** – partículas inaláveis: aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 10 μm.

**CO** – monóxido de carbono: gás incolor e inodoro que resulta da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica (combustíveis fósseis, biomassa etc). Emitido principalmente por veículos automotores.

**NO<sub>2</sub>** – dióxido de nitrogênio: formado principalmente nos processos de combustão de veículos automotores. Dependendo das concentrações, o NO<sub>2</sub> pode causar prejuízos à saúde.

**SO<sub>2</sub>** – dióxido de enxofre: resulta principalmente da queima de combustíveis que contêm enxofre, como óleo diesel. Pode reagir com outras substâncias presentes no ar, formando partículas à base de sulfato responsáveis pela redução da visibilidade na atmosfera.

0-50	51-100	101-199	200-299	> 299
BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ	PÉSSIMA

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. **Padrões, índices.** <http://www.cetesb.sp.gov.br>.

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) divulga continuamente dados referentes à qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo. A tabela apresentada corresponde a dados hipotéticos que poderiam ter sido obtidos pela CETESB em determinado dia. Se esses dados fossem verídicos, então, seria mais provável encontrar problemas de visibilidade

- a) no Parque Dom Pedro II.      b) em São Caetano do Sul.  
c) em Congonhas.                      d) em Osasco.  
e) em Pinheiros.

### Resolução

Verifica-se no texto que o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) pode reagir com outras substâncias presentes no ar, formando partículas à base de sulfato responsáveis pela redução da visibilidade. Em Pinheiros, o índice de qualidade em SO<sub>2</sub> é 283 (qualidade má).

Resposta: E

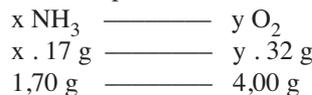
8. (UNIFESP) – A produção do ácido nítrico, pelo método de Ostwald, pode ser descrita como se ocorresse em 3 etapas sequenciais.

- I. Oxidação catalítica da amônia gasosa pelo oxigênio, formando monóxido de nitrogênio.
- II. Oxidação do monóxido de nitrogênio pelo oxigênio, formando dióxido do nitrogênio.
- III. Reação do dióxido de nitrogênio com água, formando ácido nítrico e monóxido de nitrogênio, o qual é reciclado para a etapa II.

- a) Sabendo-se que para oxidar completamente 1,70 g de amônia são necessários exatamente 4,00 g de oxigênio, deduza os coeficientes estequiométricos dos reagentes envolvidos na etapa I. Escreva a equação, corretamente balanceada, representativa dessa reação.
- b) Escreva as equações representativas, corretamente balanceadas, das reações correspondentes às etapas II e III. Massas molares em g/mol: NH<sub>3</sub>: 17; O<sub>2</sub>: 32

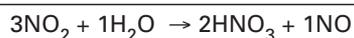
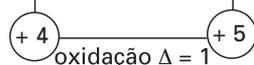
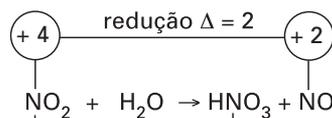
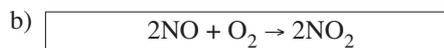
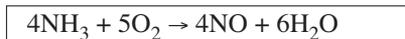
### Resolução

a) Vamos representar os coeficientes pelas letras x e y.



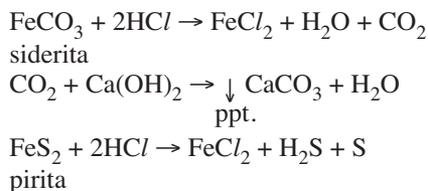
A proporção será igual:

$$\frac{x \cdot 17}{1,70} = \frac{y \cdot 32}{4,00} \quad \frac{x}{y} = \frac{54,4}{68} = 0,8 = \frac{4}{5}$$





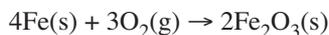
## Resolução



Resposta: B

## Módulo 28 – Leis das Combinações Químicas: Leis de Lavoisier, Proust e Gay-Lussac

13. (MODELO ENEM) – Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), ao realizar uma série de experiências em recipientes fechados, enunciou o princípio da conservação da massa, pelo qual a matéria não é criada nem destruída, mas apenas se transforma por meio do rearranjo dos átomos que a constituem. Esta descoberta ficou conhecida como a Lei de Lavoisier. Numa aula experimental de química, um professor, querendo comprovar a Lei de Lavoisier, coloca uma porção de lã de aço dentro de um béquer. Em seguida, ele determina a massa do sistema utilizando uma balança de precisão, e queima totalmente a amostra num sistema **aberto**.



Com relação à experiência realizada pelo professor em sala de aula, é correto afirmar que

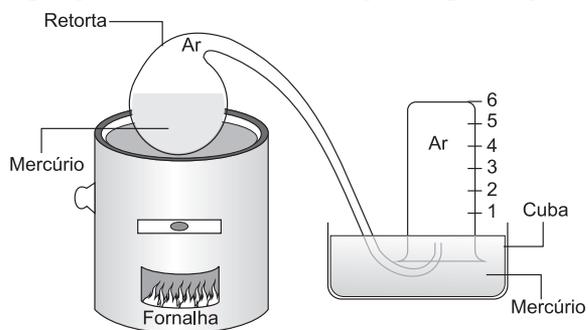
- a queima envolve a participação do oxigênio ( $\text{O}_2$ ), que é chamado combustível.
- a massa do sistema aumenta com a combustão da lã de aço.
- a massa do sistema diminui, pois o produto formado liberou energia.
- é impossível comprovar a Lei de Lavoisier com o experimento pois, se a combustão é total, não sobra resíduo no béquer.
- a combustão da lã de aço é um exemplo de fenômeno físico.

### Resolução

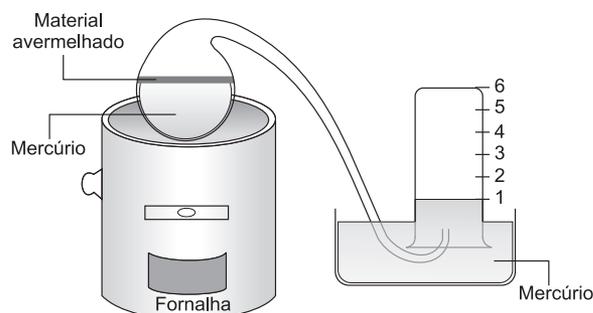
- Incorreto.** O oxigênio ( $\text{O}_2$ ) mantém a combustão. Ele é o comburente
- Correto.** Há incorporação de  $\text{O}_2$  do ar aumentando a massa (o sistema está aberto).
- Incorreto.**
- Incorreto.** A Lei de Lavoisier pode ser comprovada mantendo-se o sistema fechado ( $m_{\text{Fe}} + m_{\text{O}_2} = m_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$ ).
- Incorreto.** É um exemplo de fenômeno químico.

Resposta: B

14. (MODELO ENEM) – Na experiência de Lavoisier sobre a composição do ar, foi utilizada a seguinte aparelhagem:



Lavoisier aqueceu lentamente a retorta contendo uma massa conhecida de mercúrio. Observou o aparecimento de um material avermelhado (óxido de mercúrio) na superfície do mercúrio contido na retorta. O nível de mercúrio dentro do frasco emborcado na cuba subiu até se estabilizar. Lavoisier cessou o aquecimento e esperou o sistema alcançar a temperatura ambiente.



Sobre a experiência de Lavoisier, afirma-se:

- Lavoisier concluiu que o ar atmosférico não era um elemento, pois podia ser separado em duas partes diferentes.
- O ar residual dentro do frasco emborcado (5/6 do ar atmosférico) não mantém a combustão.
- Lavoisier concluiu que aproximadamente 17% do ar atmosférico era o ar vital (oxigênio).

Estão corretas somente as afirmativas

- I.
- II.
- I e II.
- II e III.
- I, II e III.

### Resolução

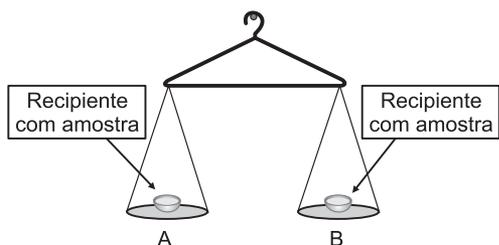
- Correta.**  
Uma parte do ar  $\left(\frac{5}{6}\right)$  não reagiu com o mercúrio, portanto o ar seria uma mistura.

- Correta.**  
É o nitrogênio ( $\text{N}_2$ ).

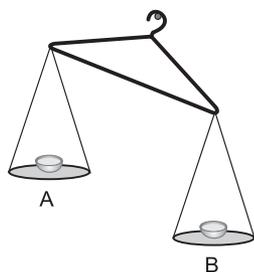
- Correta.**  
 $6 \text{ — } 100\%$   
 $1 \text{ — } x \quad \therefore x = 16,6\% \cong 17\%$

Resposta: E

15. (MODELO ENEM) – Uma balança improvisada foi feita com um cabide, como mostra a figura a seguir. Nos recipientes (A e B), foram colocadas quantidades iguais de um mesmo sólido, que poderia ser palha de aço ou carvão.

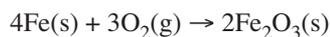


Foi ateado fogo à amostra contida no recipiente B. Após cessada a queima, o arranjo tomou a seguinte disposição:



Considerando o resultado do experimento, assinale a alternativa incorreta:

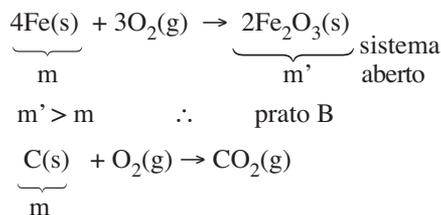
- O sólido palha de aço encontra-se no prato A.
- A reação que ocorre no prato B é dada pela equação química:



- O sólido carvão encontra-se no prato A.
- Ocorre aumento de massa no prato B.

#### Resolução

As reações de queima da palha de aço e do carvão podem ser representadas pelas seguintes equações químicas:



Como o gás formado abandonou o sistema, a massa no prato B será menor.

**Resposta: C**

16. (MODELO ENEM) – Em 1808, L.J. Gay-Lussac, realizando cuidadosamente a síntese da água, verificou que dois volumes de gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) se combinam com um volume de gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ). Estava descoberta a lei dos volumes de combinação: “Numa reação entre gases, há uma proporção de números inteiros entre os volumes dos gases reagentes e produtos, volumes esses medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura”. Sabe-se, hoje, que os coeficientes da equação fornecem essa proporção volumétrica. Considere a equação da reação em fase gasosa:

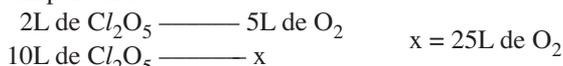


Qual o volume de oxigênio obtido a partir de 10L de  $\text{Cl}_2\text{O}_5$ , na mesma pressão e temperatura?

- 2,5L
- 5,0L
- 12,5L
- 25L
- 50L

#### Resolução

De acordo com o texto, numa reação entre gases, os coeficientes (proporção entre números de moléculas) fornecem também proporção em volume, mantendo constantes a pressão e temperatura.

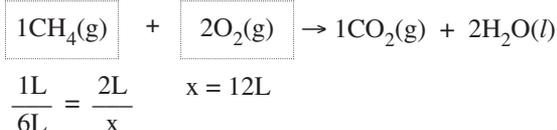


**Resposta: D**

17. Que volume de oxigênio é necessário para queimar completamente 6L de metano? (Todos os volumes medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão.)

#### Resolução

Com base na lei de Gay-Lussac, escrevemos:



Com base nesta lei, dizemos que os coeficientes dos gases servem para indicar a proporção em volume com que reagem.

**Resposta: 12 litros de oxigênio.**

## Módulo 29 – Reações Orgânicas III: Polímeros I

18. (INEP – ENEM) – Ao utilizarmos um copo descartável não nos damos conta do longo caminho pelo qual passam os átomos ali existentes, antes e após esse uso. O processo se inicia com a extração do petróleo, que é levado às refinarias para separação de seus componentes. A partir da matéria-prima fornecida pela indústria petroquímica, a indústria química produz o polímero à base de estireno, que é moldado na forma de copo descartável ou de outros objetos, tais como utensílios domésticos. Depois de utilizados, os copos são descartados e jogados no lixo para serem reciclados ou depositados em aterros. Materiais descartáveis, quando não reciclados, são muitas vezes rejeitados e depositados indiscriminadamente em ambientes naturais. Em consequência, esses materiais são mantidos na natureza por longo período de tempo. No caso de copos plásticos constituídos de polímeros à base de produtos petrolíferos, o ciclo de existência deste material passa por vários processos que envolvem

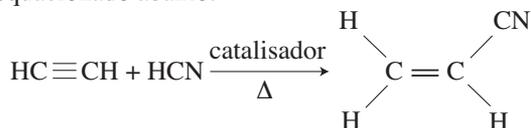
- a decomposição biológica, que ocorre em aterros sanitários, por micro-organismos que consomem plásticos com estas características apolares.
- a polimerização, que é um processo artificial inventado pelo homem, com a geração de novos compostos resistentes e com maiores massas moleculares.
- a decomposição química, devido à quebra de ligações das cadeias poliméricas, o que leva à geração de compostos tóxicos ocasionando problemas ambientais.
- a polimerização, que produz compostos de propriedades e características bem definidas, com geração de materiais com ampla distribuição de massa molecular.
- a decomposição, que é considerada uma reação química porque corresponde à união de pequenas moléculas, denominados monômeros, para a formação de oligômeros.

### Resolução

- a) **Errada.** Os micro-organismos não consomem esses plásticos.
- b) **Errada.** Existem polímeros naturais como proteínas, polissacarídeos (amido, celulose).
- c) **Correta.** Ocorre a quebra de ligações das cadeias poliméricas gerando compostos tóxicos, ou seja, ocorre uma decomposição química.
- d) **Errada.** Ocorre decomposição e não polimerização dos plásticos.
- e) **Errada.** A decomposição é uma reação química que corresponde à quebra de moléculas formando moléculas menores.

### Resposta: C

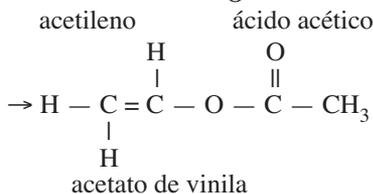
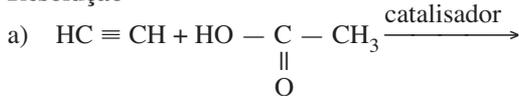
19. (FUVEST-SP) – Cianeto de vinila pode ser produzido como equacionado abaixo:



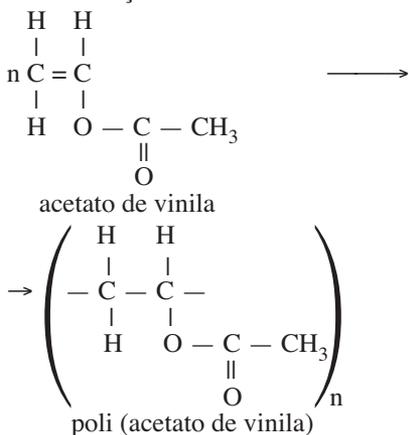
Analogamente, o ácido acético pode se adicionar ao acetileno, produzindo um composto insaturado. A polimerização deste último produz o polímero poli(acetato de vinila).

- a) Escreva a fórmula estrutural do produto de adição do ácido acético ao acetileno.
- b) Dê a fórmula estrutural da unidade que se repete na cadeia do poli(acetato de vinila).

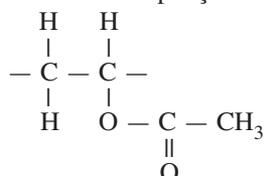
### Resolução



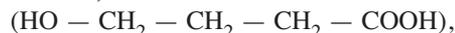
- b) Polimerização do acetato de vinila:



Unidade de repetição no polímero:



20. (FUVEST-SP) – O ácido 4-hidroxibutanoico

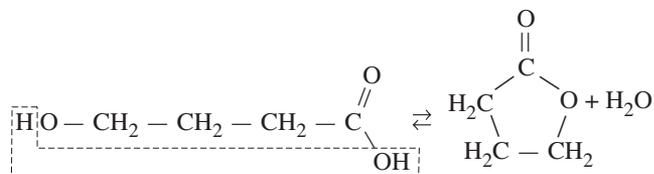


em determinadas condições, sofre reações de esterificação e, em outras condições, reações de oxidação. Escreva:

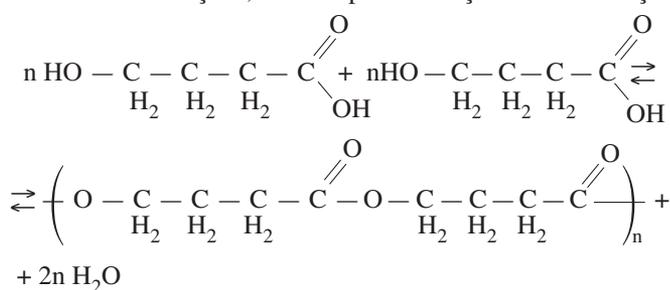
- a) a equação da reação de esterificação intramolecular.
- b) a equação da reação de esterificação intermolecular, mostrando o polímero que pode se originar.
- c) as fórmulas estruturais dos produtos de sua oxidação, nos casos em que não ocorre quebra da cadeia.

### Resolução

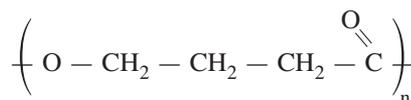
- a) Considerando a reação de esterificação intramolecular do ácido 4-hidroxibutanoico, tem-se:



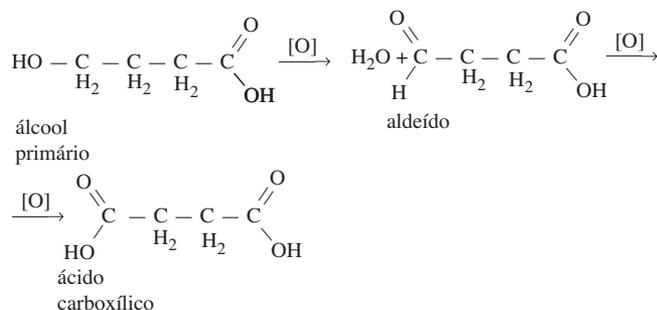
- b) Entre as moléculas do ácido 4-hidroxibutanoico, em determinadas condições, ocorre a polimerização de condensação:



A fórmula do polímero também pode ser escrita da seguinte maneira:



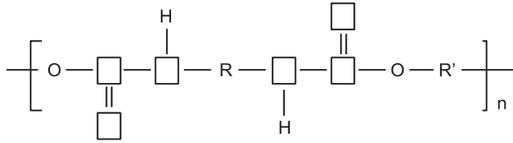
- c) A oxidação de álcool primário produz numa primeira etapa aldeído, resultando no final um ácido carboxílico, conforme as reações:



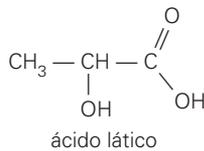
21. (UNICAMP-SP) – Um maiô produzido com material polimérico foi utilizado pela maioria dos competidores de natação em Beijing. Afirma-se que ele oferece uma série de vantagens para o desempenho dos nadadores: redução de atrito, flutuabilidade, baixa absorção de água, ajuste da simetria corporal e melhoria de circulação sanguínea, entre outras. O tecido do maiô é um misto de náilon e elastano, esse último, um copolímero de poliuretano e polietilenoglicol.

## Módulo 30 – Polímeros II

- a) A cadeia do poliuretano a que se refere o texto está parcialmente representada abaixo. Preencha os quadrados com símbolos atômicos, selecionados entre os seguintes: H, F, U, C, N, O, Sn.

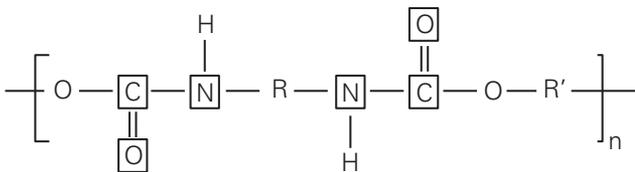


- b) O náilon, que também forma o tecido do maiô, pode ser obtido por reações entre diaminas e ácidos dicarboxílicos, sendo a mais comum a reação de hexametilenodiamina e ácido adípico. De acordo com essas informações, seria possível utilizar o ácido láctico, para se preparar algum tipo de náilon? Justifique.

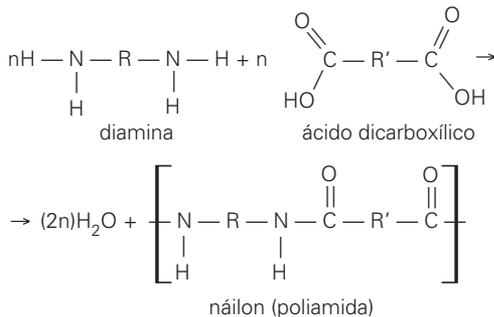


### Resolução

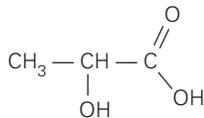
- a) Baseando-se nas valências dos elementos: carbono (tetravalente), nitrogênio (trivalente) e oxigênio (bivalente), tem-se:



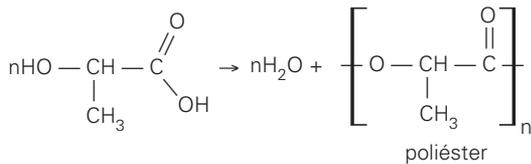
- b) Como mostrou o enunciado, a formação do náilon ocorre segundo a reação:



A fórmula do ácido láctico é:

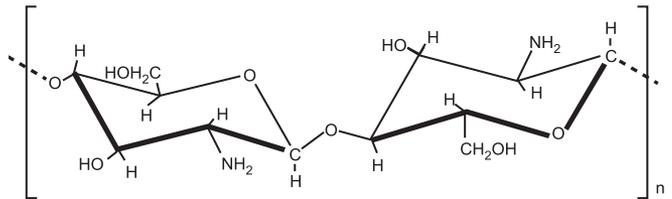


A polimerização do ácido láctico é dada pela equação:



O náilon é uma poliamida e a polimerização do ácido láctico leva à formação de um poliéster, portanto não seria possível o ácido formar um náilon.

22. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Duas matérias-primas encontradas em grande quantidade no Rio Grande do Sul, a quitosana, um biopolímero preparado a partir da carapaça do camarão, e o polioliol, obtido do óleo do grão da soja, são os principais componentes de um novo material para incorporação de partículas ou princípios ativos utilizados no preparo de vários produtos. Este material apresenta viscosidade semelhante às substâncias utilizadas atualmente em vários produtos farmacêuticos e cosméticos, e fabricadas a partir de polímeros petroquímicos, com a vantagem de ser biocompatível e biodegradável. A fórmula estrutural da quitosana está apresentada em seguida.



Quitosana

Carapaça versátil. **Pesquisa Fapesp**. Disponível em: <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br>> (adaptado).

Com relação às características do material descrito, pode-se afirmar que

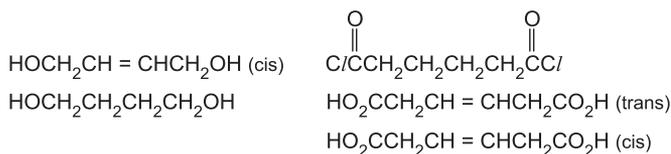
- o uso da quitosana é vantajoso devido a suas propriedades, pois não existem mudanças em sua pureza e peso molecular, características dos polímeros, além de todos os seus benefícios ambientais.
- a quitosana tem em sua constituição grupos amina, pouco reativos e não disponíveis para reações químicas, com as vantagens ambientais comparadas com os produtos petroquímicos.
- o polímero natural quitosana é de uso vantajoso, pois o produto constituído por grupos álcool e amina tem vantagem ambiental comparado com os polímeros provenientes de materiais petroquímicos.
- a quitosana é constituída por grupos hidroxila em carbonos terciários e derivados com polioliol, dificilmente produzidos, e traz vantagens ambientais comparadas com os polímeros de produtos petroquímicos.
- a quitosana é um polímero de baixa massa molecular, e o produto constituído por grupos álcool e amida é vantajoso para aplicações ambientais em comparação com os polímeros petroquímicos.

### Resolução

A pureza e a massa molecular podem variar. A massa molecular depende do número  $n$  e a pureza, do processo de purificação. O grupo amina é bastante reativo, pois funciona como base (receptor de  $\text{H}^+$ ). Os polímeros provenientes de materiais petroquímicos não são biodegradáveis e são não renováveis. Já a quitosana é renovável e biodegradável. A quitosana apresenta grupos hidroxila presos em carbonos primário e secundário.

**Resposta: C**





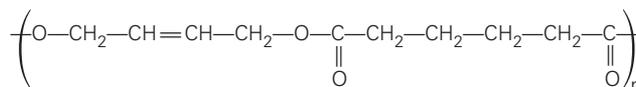
quais são os reagentes apropriados para a preparação de

b) ①?

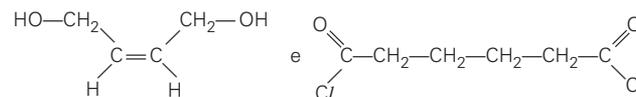
c) ②?

### Resolução

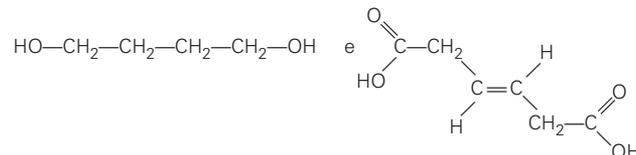
a) A fórmula da unidade que se repete em I é  $(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_4)$ . A sua fórmula mínima é  $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2$ .



b) O polímero I é formado pela união dos monômeros:



c) O polímero II é formado pela união dos monômeros:



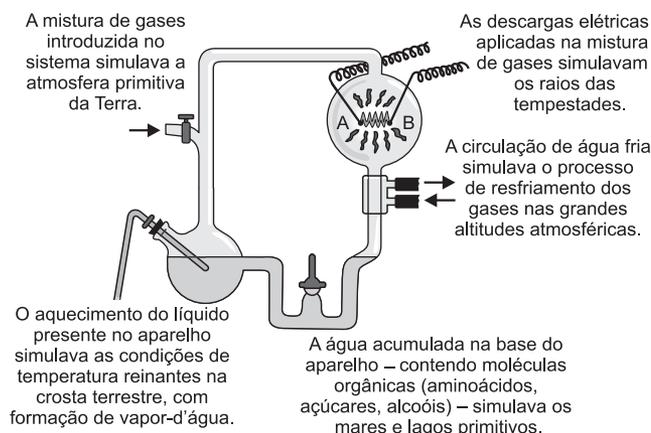
## EXERCÍCIOS-TAREFA

### Módulo 25 – Química Descritiva: Ocorrência dos Elementos na Natureza, $\text{H}_2$ , $\text{O}_2$ e Água Dura

1. (FUVEST-SP) – No ar atmosférico, não poluído e seco, encontram-se em ordem **decrecente** de abundância

- oxigênio, nitrogênio e argônio.
- oxigênio, hélio e nitrogênio.
- nitrogênio, hidrogênio e oxigênio.
- nitrogênio, oxigênio e argônio.
- dióxido de carbono, nitrogênio e oxigênio.

2. (UnB-PAS-DF) – Na tentativa de encontrar indícios comprobatórios da evolução pré-biológica, Miller construiu, com tubos e balões de vidro, o aparelho representado na figura a seguir, em que simulou as condições supostamente reinantes na Terra primitiva. Nesse aparelho, foi utilizada uma fonte de tensão capaz de fornecer até 60.000V e 1.200W. Descargas elétricas semelhantes a relâmpagos são produzidas no aparelho quando a intensidade do campo elétrico entre as extremidades **A** e **B** dos eletrodos ultrapassa um valor limite, e então um caminho condutor de corrente elétrica, com resistência desprezível, é estabelecido entre esses pontos através do gás existente no balão, como ilustra a figura a seguir. Outros componentes do aparelho são também mostrados na figura.



Acerca do experimento de Miller e considerando o texto, julgue os itens que se seguem.

- O experimento de Miller forneceu evidências para a teoria de que moléculas orgânicas complexas formaram-se na Terra primitiva.
- O experimento de Miller evidenciou a teoria da geração espontânea.
- O experimento de Miller mostrou que moléculas orgânicas só podem ser produzidas por meio de processos biológicos.

3. (UFRJ) – O ar de uma grande cidade, devido às reações de combustão, apresenta uma composição muito diferente da registrada na tabela a seguir, não só quanto às porcentagens, como quanto à existência de substâncias poluentes – entre elas as derivadas do enxofre (S), presentes em combustíveis.

Composição de uma amostra de ar puro e seco (sem vapor-d'água)	
Substância	Nº de moléculas (%)
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	78,00
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	20,95
Gás carbônico (CO <sub>2</sub> )	0,03%
Gases nobres (He, Ne, Ar, Kr, Xe)	0,93%

- a) Explique como a combustão modifica as taxas de oxigênio e gás carbônico do ar.  
 b) Cite duas substâncias poluentes encontradas no ar das grandes cidades.

4. (UFG-GO) – "...assim, a natureza é formada por quatro elementos: a terra, o ar, a água e o fogo."

Essa é uma frase típica da ciência que precedeu a Química. Sobre essa frase é correto afirmar que:

- (01) estes "quatro elementos" podem ser definidos hoje como elementos químicos;  
 (02) em uma porção de terra existem diversas substâncias químicas diferentes;  
 (04) a água, quando potável, é um tipo de solução química;  
 (08) o ar atmosférico é uma mistura gasosa, em que predominam nitrogênio e oxigênio;  
 (16) atualmente são conhecidos mais de 100 elementos químicos diferentes;  
 (32) o fogo, ou seja, as manifestações de luz e calor, é proveniente de reações químicas de oxidação, entre materiais chamados combustíveis e o gás oxigênio.

5. O metal mais abundante na crosta terrestre é  
 a) Al. b) Fe. c) Ca. d) Pb. e) Ag.

6. (UFMG) – Os minérios bauxita, magnetita, pirrolusita e hematita são respectivamente fontes de

- a) Al, Mg, Mn, Fe. b) Al, Fe, Mn, Fe.  
 c) Cu, Al, Cu, Ta. d) Ti, Mg, As, Au.  
 e) Mg, Ba, Fe, Mn.

7. (UFAL) – O elemento mais abundante da crosta terrestre, em termos do número total de átomos, é o

- a) nitrogênio. b) hidrogênio. c) oxigênio.  
 d) carbono. e) silício.

8. (ITA-SP) – Qual das opções abaixo apresenta a **comparação correta** para a abundância, em **massa**, dos elementos majoritários nos oceanos?

- a)  $O > H > Cl > Na > Mg$  b)  $H > O > Cl > Na > Mg$   
 c)  $O > H > Na > Cl > Mg$  d)  $H > O > Na > Cl > Mg$   
 e)  $H \approx O > Na \approx Cl \approx Mg$

9. A colocação de um palito de fósforo aceso no interior de um tubo de ensaio contendo

- a) oxigênio provoca extinção da chama.  
 b) hidrogênio provoca explosão e condensação de água nas paredes do tubo.  
 c) gás carbônico provoca ativação da chama.  
 d) nitrogênio provoca explosão.  
 e) metano provoca extinção da chama.

10. (ITA-SP) – A maior parte do oxigênio produzido industrialmente, nos nossos dias, é obtido por qual das alternativas abaixo?

- a) Liquefação do ar por compressão e redução de temperatura e sua subsequente destilação fracionada.  
 b) Eletrólise de água acidulada, usando eletrodos inertes. O outro produto (hidrogênio) é todo consumido pelas refinarias de petróleo.  
 c) Aquecimento de óxidos de certos metais que dissociam facilmente.  
 d) Passagem de ar quente por câmaras que contêm substâncias que fixam o nitrogênio na forma de nitretos não voláteis.  
 e) Injeção alternada de jatos de ar e jatos de vapor de água sobre carvão de pedra incandescente.

11. (UNICAMP-SP) – O "pãozinho francês" é o pão mais consumido pelos brasileiros. Sua receita é muito simples. Para a sua fabricação, são necessários farinha de trigo, fermento biológico, água e um pouco de sal. Sabe-se que a adição de bromato de potássio (KBrO<sub>3</sub>) proporciona um aumento do volume do produto final. Nesse caso, pode-se considerar, simplificada, que o KBrO<sub>3</sub> se decompõe, dando KBr e um gás.

a) Escreva a equação química que representa essa reação de decomposição do bromato de potássio e escreva o nome do gás formado.

Tempos atrás, tornou-se prática comum o uso de bromato de potássio em massas de pães. Em função desse uso, ainda hoje é comum observarmos, afixadas em algumas padarias, frases como "pão sem elementos químicos".

Em vista das informações acima e de seu conhecimento de química, pergunta-se:

b) *Do ponto de vista químico*, essa frase é verdadeira? Justifique.

12. (UNICAMP-SP) – Imagine a humanidade em um futuro longínquo... As reservas de combustível fóssil (petróleo, carvão) se esgotaram e a energia térmica provém, agora, da combustão do gás hidrogênio, H<sub>2</sub>, obtido através da decomposição da água, de onde resulta, também, o gás oxigênio, O<sub>2</sub>.

a) Poderá haver um risco de se acabar com toda a água disponível no planeta, da mesma forma que se esgotaram os combustíveis fósseis?

b) Nossa atmosfera ficará superenriquecida pelo gás oxigênio proveniente da decomposição da água?

13. (MODELO ENEM) – Com a finalidade de eliminar todos os poluentes, na água destinada ao consumo da população, usam-se processos que podem ou não envolver reações químicas. A alternativa que cita processos que envolvem somente reações químicas é

- a) floculação e filtração. b) peneiração e aeração.  
 c) floculação e desinfecção. d) decantação e aeração.  
 e) filtração e desinfecção

14. (FUVEST-SP) – A dureza da água, causada pela presença dos íons Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, é removida pelo tratamento com carbonato de sódio e óxido de cálcio (CaO), que precipitam o carbonato de cálcio e o hidróxido de magnésio. Escreva as equações balanceadas que representam os processos citados.

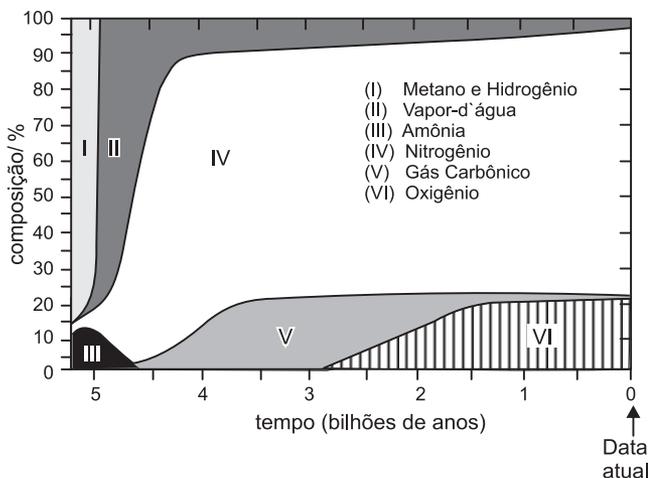
15. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Segundo uma organização mundial de estudos ambientais, em 2025, “duas de cada três pessoas viverão situações de carência de água, caso não haja mudanças no padrão atual de consumo do produto.”

Uma alternativa adequada e viável para prevenir a escassez, considerando-se a disponibilidade global, seria

- desenvolver processos de reutilização da água.
- explorar leitos de água subterrânea.
- ampliar a oferta de água, captando-a em outros rios.
- captar águas pluviais.
- importar água doce de outros estados.

Texto para as questões 16 e 17.

As áreas numeradas no gráfico mostram a composição em volume, aproximada, dos gases na atmosfera terrestre, desde a sua formação até os dias atuais.



16. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – Considerando apenas a composição atmosférica, isolando outros fatores, pode-se afirmar que

- não podem ser detectados fósseis de seres aeróbicos anteriores a 2,9 bilhões de anos.
- as grandes florestas poderiam ter existido há aproximadamente 3,5 bilhões de anos.
- o ser humano poderia existir há aproximadamente 2,5 bilhões de anos.

É correto o que se afirma em

- I, apenas.
- II, apenas.
- I e II apenas.
- II e III apenas.
- I, II e III.

17. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – No que se refere à composição em volume da atmosfera terrestre há 2,5 bilhões de anos, pode-se afirmar que o volume de oxigênio, em valores percentuais, era de, aproximadamente,

- 95%.
- 77%.
- 45%.
- 21%.
- 5%.

18. (UFMG – MODELO ENEM) – O tratamento para obtenção de água potável a partir da água dos rios pode envolver sete processos:

- coagulação;
- decantação;
- floculação;
- filtração;

- desinfecção com cloro gasoso,  $Cl_2$ ;
- correção de pH com óxido de cálcio,  $CaO$ ; e
- fluoretação.

Considerando-se esses processos, é correto afirmar que

- a decantação e a filtração são processos químicos.
- a adição de óxido de cálcio aumenta o pH da água.
- a desinfecção e a correção de pH são processos físicos.
- a água tratada é uma substância quimicamente pura.

## Módulo 26 – Halogênios, $H_2SO_4$ , $NH_3$ , $HNO_3$

1. (UFES) – Qual das alternativas abaixo melhor corresponde ao que se passa quando bromo é introduzido em água?

- O bromo permanece insolúvel na água.
- O bromo se dissolve na água, mas não reage com ela.
- $Br_2 + 2 H_2O \rightleftharpoons 2 BrO_2^- + 4 H^+$
- $Br_2 + H_2O \rightleftharpoons Br_2O^{2-} + 2 H^+$
- $Br_2 + H_2O \rightleftharpoons Br^- + BrO^- + 2 H^+$

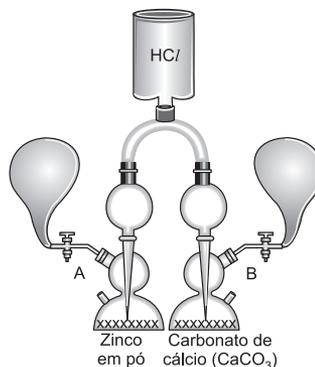
2. (UFPB) – O grupo 17 (7A) da tabela periódica é constituído por elementos químicos

- que em condições ambientes apresentam-se no mesmo estado físico.
- que ocorrem na natureza como átomos isolados.
- que se apresentam como ânions em compostos iônicos.
- de alta temperatura de fusão.
- de mesma densidade sob iguais condições ambientes.

3. (FUVEST-SP) – A água destilada, má condutora de corrente elétrica, torna-se boa condutora quando nela se borbulha

- oxigênio.
- nitrogênio.
- argônio.
- cloro.
- hidrogênio.

4. (UFC-CE) – A figura a seguir mostra dois geradores de gases (kipp) conectados a um frasco de  $HCl$ . Na saída de cada kipp, há balões infláveis.



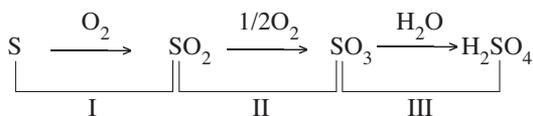
Após abrir a válvula de passagem de  $HCl$ , observar-se-á:

- $H_2$  será produzido no kipp A.
- $CO_2$  será produzido no kipp B.
- Os gases produzidos em cada kipp são inflamáveis.
- Os gases produzidos possuem a mesma massa molecular.
- Nas mesmas condições de temperatura e pressão, os gases têm a mesma densidade.

5. (UNESP-SP) – Um processo de gravação em vidro envolve a ação corrosiva do ácido fluorídrico. O ácido fluorídrico, em solução aquosa, reage com o dióxido de silício da superfície do vidro, originando tetrafluoreto de silício gasoso e água.

Escreva a equação química balanceada da reação que ocorre no processo de gravação em vidro, indicando os estados físicos de reagentes e produtos.

6. (UFG-GO) – O esquema abaixo mostra a produção da chuva ácida que vem apresentando várias consequências sobre o meio ambiente.



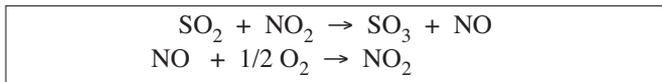
Pode-se dizer que

- 01 – as semirreações I, II são de oxirredução;
- 02 – o número de oxidação do enxofre na sequência do processo é zero, + 4, + 6, + 6, respectivamente;
- 04 – o enxofre reage com oxigênio produzindo anidrido sulfuroso (etapa I);
- 08 – a etapa III caracteriza uma propriedade dos óxidos ácidos;
- 16 – são etapas da produção de ácido sulfúrico;
- 32 – o  $\text{SO}_2$  é um óxido de caráter básico;
- 64 – uma molécula de  $\text{SO}_3$  apresenta um átomo de enxofre e três átomos de oxigênio.

7. (FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS – UFAL) – Na obtenção industrial do ácido sulfúrico a partir da pirita ( $\text{FeS}_2$ ), o enxofre sofrerá processo de

- a) calcinação.      b) hidrogenação.      c) oxidação.
- d) hidratação.      e) redução.

8. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – Numa das etapas de fabricação do ácido sulfúrico, postula-se a ocorrência das seguintes reações:



Com fundamento nessas reações, pode-se dizer que

- a) o oxigênio molecular catalisa a oxidação do  $\text{SO}_2$ .
- b) o  $\text{NO}_2$  catalisa a oxidação do  $\text{SO}_2$ .
- c) o  $\text{NO}$  impede a oxidação do  $\text{SO}_2$  pelo oxigênio molecular.
- d) o oxigênio molecular catalisa apenas a oxidação do  $\text{NO}$ .
- e) o  $\text{SO}_2$  catalisa a oxidação do  $\text{NO}_2$ .

9. (FUVEST-SP) – Amostras dos gases nitrogênio, oxigênio e cloro foram recolhidas, não necessariamente nesta ordem, em recipientes rotulados A, B e C. Cada recipiente contém apenas um destes gases.

A fim de ilustrar algumas propriedades dessas substâncias, com cada recipiente foram feitas as experiências a seguir:

- I. Introduziram-se raspas de ferro aquecidas ao rubro. Apenas nos recipientes A e B observou-se transformação das raspas de ferro;
  - II. Cheiraram-se os conteúdos. O de A, assim como o de C, era inodoro. O de B provocou forte irritação da mucosa nasal.
- a) Identifique os gases dos recipientes A, B e C. Justifique.  
b) Escreva a equação balanceada da reação do conteúdo de B com ferro.

10. (I.M.T-SP) – São dados três frascos contendo, separadamente, um dos seguintes gases:

$\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$  e  $\text{NO}_2$ . Como identificar os gases de cada frasco, se se dispõe de água e papel de tornassol de cores diferentes?

11. (FUVEST-SP) – A tabela abaixo mostra o consumo brasileiro, em 1987, de substâncias importantes e a porcentagem destinada ao preparo de fertilizantes.

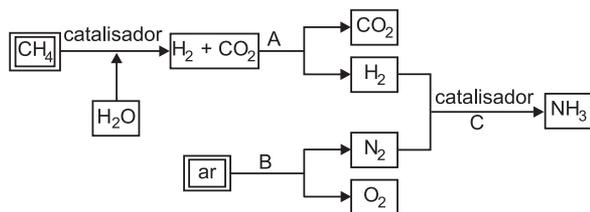
Substâncias	Consumo em toneladas	Utilização em fertilizantes %
Ácido nítrico	$4,1 \times 10^5$	77
Amônia	$1,2 \times 10^6$	83
Ácido sulfúrico	$4,0 \times 10^6$	73

Dê o nome ou a fórmula química de um fertilizante preparado pela reação entre duas das substâncias indicadas.

12. (ITA-SP) – Partindo das substâncias gasosas  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  e  $\text{O}_2$ , é possível obter, na prática,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , usando um dos seguintes processos:

- a) Síntese, sob catálise e alta pressão, a partir de 2 mols de  $\text{H}_2$ , 1 mol de  $\text{N}_2$  e  $3/2$  mol de  $\text{O}_2$ ;
- b) Reação, sob catálise, do  $\text{N}_2$  com água formada pela reação entre  $\text{H}_2$  e  $\text{O}_2$ ;
- c) Oxidação cuidadosa do gás amoníaco, produzido pela reação entre  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2$ , com oxigênio;
- d) Reação entre amoníaco, produzido cataliticamente a partir de  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2$ , com o ácido nítrico produzido a partir da reação de  $\text{NH}_3$  com  $\text{O}_2$ ;
- e) Reação de  $\text{N}_2\text{O}$ , produzido cataliticamente a partir de  $\text{N}_2$  e  $\text{O}_2$ , com 2 mols de água produzida entre  $\text{H}_2$  e  $\text{O}_2$ .

13. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – O esquema a seguir apresenta, de maneira simplificada, processos possíveis para a obtenção de importantes substâncias, a partir de gás natural e ar atmosférico.



Dados:

gás	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
temperatura de ebulição (kelvin) sob pressão de 1 atm	20	77	90	240

Considere as afirmações:

- I. Na etapa A, a separação dos gases pode ser efetuada borbulhando-se a mistura gasosa numa solução aquosa alcalina.
- II. Na etapa B, N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> podem ser separados pela liquefação do ar, seguida de destilação fracionada.
- III. A amônia, formada na etapa C, pode ser removida da mistura gasosa por resfriamento.

Está correto o que se afirma

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

## Módulo 27 – Metalurgia: Fe, Cu e Al, Principais Ligas

1. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – A exploração econômica de alumínio, carvão, ferro e ouro é feita pela retirada de depósitos naturais seguida de processamento para purificação. Por já se apresentarem isolados na natureza, não é necessário fazer transformações químicas na fase de purificação de

- a) alumínio e ouro.      b) carvão e ouro.  
c) ferro e ouro.      d) alumínio e ferro.  
e) carvão e ferro.

2. (I.M.T-SP)

- a) Em que processo industrial é utilizado o alto-forno?  
b) Cite três materiais que, no processo em questão, são utilizados para carregar o forno.

3. (FUVEST-SP) – CARACTERÍSTICAS DE ALGUNS CARVÕES BRASILEIROS

Bacia	Poder calorífico (kcal/g)	Teor de enxofre (% em massa)
Cerquilho	7,3	6,0
Rio do Peixe	6,0	4,0
Tibagi	4,4	3,0

Carvões nacionais contêm enxofre. O carvão "ideal" produziria na queima um máximo de energia com um mínimo de poluição.

- a) Quais os gases poluentes produzidos na queima de carvão nacional?  
b) Dentre os carvões listados, escolha o que mais se aproxima do "ideal". Justifique.

4. (FUVEST-SP) – Dê a fórmula e o nome de um minério de ferro. Represente por meio de equações químicas a obtenção do metal a partir do minério citado.

5. (I.M.T-SP) – O que distingue o ferro-gusa do aço?

6. (UNICAMP-SP) – Já na pré-história, o homem descobriu como trabalhar metais. Inicialmente o cobre, depois o estanho, o bronze e o ouro. Por volta de 1500 a.C., ele já trabalhava com o ferro. É bem provável que este metal tenha sido encontrado nas cinzas de uma fogueira feita sobre algum minério de ferro, possivelmente óxidos de ferro(II) e ferro(III). Estes óxidos teriam sido quimicamente reduzidos a ferro metálico pelo monóxido de carbono originado na combustão parcial do carvão na chama da fogueira. Esse é um processo bastante semelhante ao que hoje se usa nos fornos das mais modernas indústrias siderúrgicas.

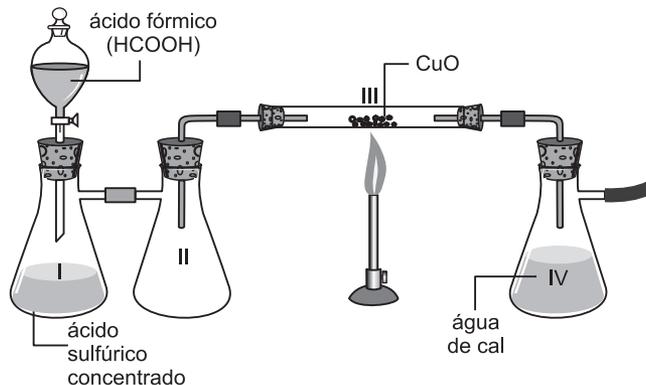
- a) Cite uma propriedade que possa ter levado o homem daquela época a pensar que “aquilo diferente” junto às cinzas da fogueira era um metal.  
b) Suponha duas amostras de rochas, de mesma massa, reagindo com monóxido de carbono, uma contendo exclusivamente óxido de ferro(II) e outra contendo exclusivamente óxido de ferro(III). Qual delas possibilitaria a obtenção de mais ferro metálico ao final do processo? Justifique.  
c) No caso do item b, escreva a fórmula estrutural do principal subproduto do processo de produção do ferro metálico.

7. (UFG-GO) – Os elementos químicos encontrados na natureza são utilizados para os mais diversos fins. Assim, (01) o potássio (K) é usado na produção de adubos agrícolas. (02) a platina (Pt) é usada na confecção de joias. (04) o alumínio (Al) é usado na fabricação de painéis. (08) o cobre (Cu) é usado na fabricação de cabo elétrico. (16) o estanho (Sn) é usado na fabricação de latas. (32) o cloro (Cl<sub>2</sub>) é usado no tratamento de água.

8. (FUVEST-SP) – Cite um metal que entra na constituição de

- a) painéis de pressão  
b) fios elétricos  
c) trilhos de trem  
d) revestimento eletrolítico de objetos metálicos

9. (FUVEST-SP)



Atenção: A demonstração só deve ser feita em ambiente adequado e com os devidos cuidados!

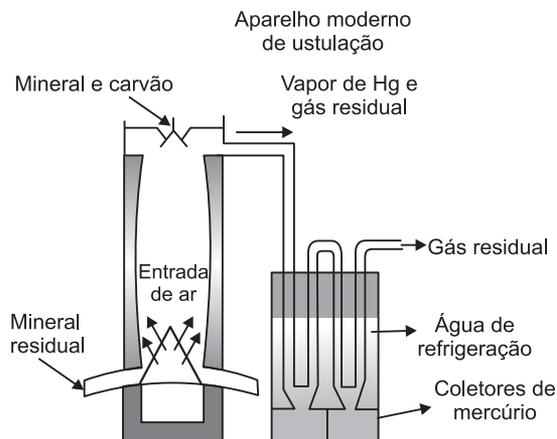
Para demonstrar, em laboratório, a obtenção de metais por redução de seus óxidos, pode ser utilizada a aparelhagem esquematizada atrás, em que há:

- I. gerador do gás redutor por desidratação do ácido fórmico
- II. frasco de segurança
- III. tubo de pirex contendo o óxido metálico
- IV. absorvedor de gás

Para essa demonstração,

- a) dê as alterações que seriam observadas, visualmente, em III e IV.
- b) escreva as equações das reações que ocorrem em I e III.
- c) escolha uma substância química, utilizada ou formada, que não seja o ácido sulfúrico, e cite uma de suas propriedades, que exija cuidados especiais no seu uso.

10. (UFRJ) – O mercúrio, que, devido ao uso em garimpos de ouro, ameaça de contaminação grandes extensões do Pantanal Matogrossense, foi um dos primeiros metais isolados pelo homem. Os egípcios antigos obtiveram-no mediante a ustulação (aquecimento em corrente de ar) de seu principal mineral, o cinábrio (sulfeto de mercúrio, HgS).



- a) Qual é o gás liberado no ustulador que resulta da reação do cinábrio com o oxigênio?
- b) Defina o tipo de ligação química entre o mercúrio e o enxofre no cinábrio (HgS). Justifique sua resposta.

11. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – Um processo de obtenção de níquel consiste em:

- I. separação do sulfeto de níquel,  $Ni_2S_3$ , do minério de pentlandita (constituído dos sulfetos de níquel e ferro);
- II. aquecimento do sulfeto de níquel ao ar, com formação do óxido de níquel, NiO, e de dióxido de enxofre;
- III. aquecimento do óxido de níquel, em forno com carvão, obtendo-se o metal e monóxido de carbono.

A equação química global que representa a transformação do sulfeto ao metal é

- a)  $Ni_2S_3 + 3O_2 \rightarrow 2Ni + 3SO_2$
- b)  $Ni_2S_3 + 4O_2 \rightarrow 2NiO + 3SO_2$
- c)  $Ni_2S_3 + 5O_2 + 2C \rightarrow 2Ni + 3SO_2 + 2CO_2$
- d)  $Ni_2S_3 + 4O_2 + 2C \rightarrow 2Ni + 3SO_2 + 2CO$
- e)  $Ni_2S_3 + O_2 + 2C \rightarrow 2Ni + 3S + 2CO$

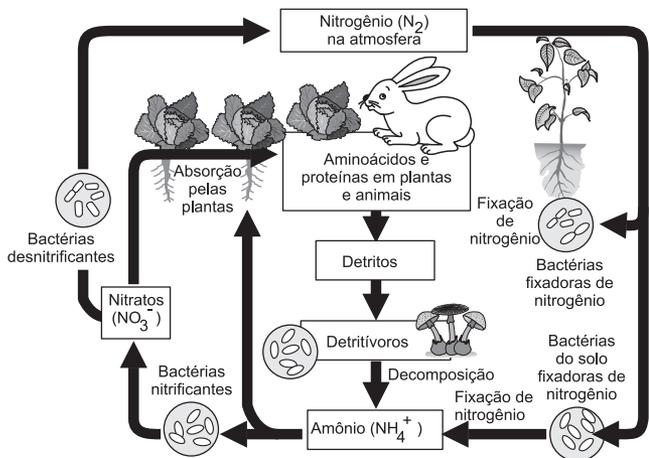
12. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – Em um bate-papo na Internet, cinco estudantes de química decidiram não revelar seus nomes, mas apenas as duas primeiras letras, por meio de símbolos de elementos químicos. Nas mensagens, descreveram algumas características desses elementos.

- É produzido, a partir da bauxita, por um processo que consome muita energia elétrica. Entretanto, parte do que é produzido, após utilização, é reciclado.
- É o principal constituinte do aço. Reage com água e oxigênio, formando um óxido hidratado.
- É o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre. Na forma de óxido, está presente na areia. É empregado em componentes de computadores.
- Reage com água, desprendendo hidrogênio. Combina-se com cloro, formando o principal constituinte do sal de cozinha.
- Na forma de cátion, compõe o mármore e a cal.

Os nomes dos estudantes, na ordem em que estão apresentadas as mensagens, podem ser

- a) Silvana, Carlos, Alberto, Nair, Fernando.
- b) Alberto, Fernando, Silvana, Nair, Carlos.
- c) Silvana, Carlos, Alberto, Fernando, Nair.
- d) Nair, Alberto, Fernando, Silvana, Carlos.
- e) Alberto, Fernando, Silvana, Carlos, Nair.

13. (PUCCAMP-SP – MODELO ENEM)



(Neil A. Campbell, Lawrence G. Mitchell & Jane B. Reece. *Biology. Concepts & Connections*. San Francisco: Addison Wesley Longman, p. 730)

No ciclo biogeoquímico do nitrogênio, os organismos que devolvem nitrogênio para a atmosfera são as bactérias

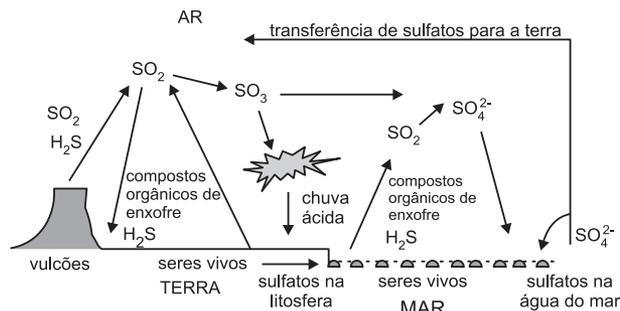
- desnitrificantes.
- decompositoras.
- que transformam nitritos em nitratos.
- que transformam nitratos em nitritos.
- que transformam resíduos orgânicos em íons amônio.

14. (FUVEST-SP) – Plantas não conseguem aproveitar diretamente o nitrogênio do ar atmosférico para sintetizar ..... Esse componente do ar precisa ser transformado em compostos. Isso ocorre, na atmosfera, durante as tempestades com relâmpagos, quando se forma ..... Na raiz das leguminosas, bactérias transformam o nitrogênio em ....., que são fertilizantes naturais. Tais fertilizantes podem ser obtidos industrialmente, a partir do nitrogênio, em um processo cuja primeira etapa é a síntese de .....

As lacunas do texto acima são adequadamente preenchidas, na sequência em que aparecem, respectivamente, por

- proteínas – amônia – sais de amônio – ozônio
- açúcares – óxido nítrico – carbonatos – amônia
- proteínas – ozônio – fosfatos – sais de amônio
- açúcares – amônia – carbonatos – óxido nítrico
- proteínas – óxido nítrico – nitratos – amônia

15. (ENEM – EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO) – O esquema representa o ciclo do enxofre na natureza, sem considerar a intervenção humana.



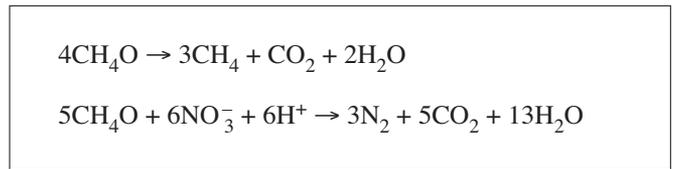
Adaptado de BRIMBLECOMBE, P. *Air Composition and Chemistry*. Cambridge. Cambridge University Press.

Algumas atividades humanas interferiram significativamente no ciclo natural do enxofre, alterando as quantidades das substâncias indicadas no esquema. Ainda hoje isso ocorre, apesar do grande controle por legislação.

Pode-se afirmar que duas dessas interferências são resultantes de

- queima de combustíveis em veículos pesados e da produção de metais a partir de sulfetos metálicos.
- produção de metais a partir de óxidos metálicos e da vulcanização da borracha.
- queima de combustíveis em veículos leves e da produção de metais a partir de óxidos metálicos.
- queima de combustíveis em indústrias e da obtenção de matérias-primas a partir da água do mar.
- vulcanização da borracha e da obtenção de matérias-primas a partir da água do mar.

16. (UNIFESP – MODELO ENEM) – Substâncias orgânicas, quando despejadas em sistemas aquáticos, podem sofrer diferentes reações em função, principalmente, do grau de oxigenação, da presença de outras espécies e do tipo de bactérias presentes. As reações seguintes ilustram duas delas:



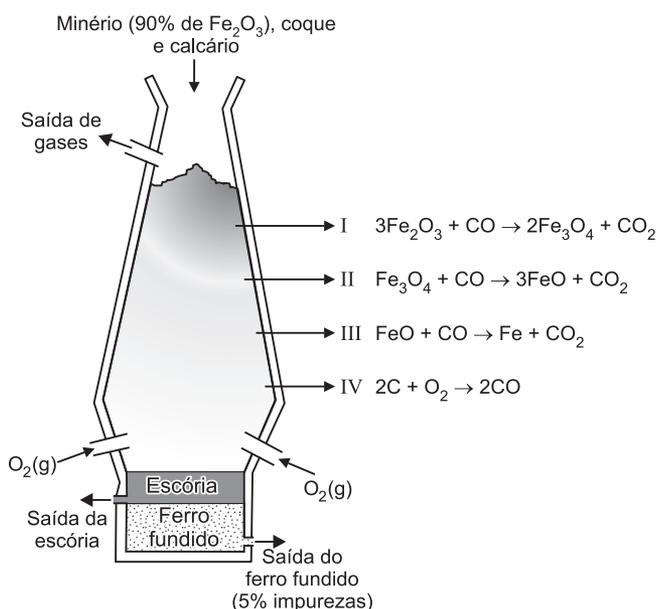
Analisando-se essas reações, foram feitas as seguintes afirmações:

- As duas reações devem ocorrer em condições anaeróbicas.
- A segunda reação contribui para a desnitrificação (redução do teor de nitrogênio dissolvido) de águas poluídas.
- Nas duas reações, formam-se gases que podem atuar como combustíveis.

São verdadeiras as afirmações

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

17. (MODELO ENEM) – A figura a seguir representa um alto-forno, onde uma mistura de minério de ferro (no caso a hematita,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), coque (carbono) e calcário (carbonato de cálcio) é aquecida. O calcário tem a finalidade de se combinar com as impurezas, formando a escória, que é então separada do ferro fundido produzido, o qual contém ainda algumas impurezas.



Com base nas informações acima, é incorreto afirmar sobre os processos que ocorrem no interior do alto-forno:

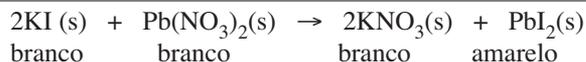
- a) A reação IV aumenta a temperatura do alto-forno.
- b) A equação global é  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ .
- c) A principal impureza do ferro fundido é o carbono.
- d) A massa de ferro fundido obtida a partir de 1,0 tonelada do minério é 663,1kg, supondo a conversão total do óxido em ferro metálico.
- e) O ferro fundido tem uma densidade menor que a da escória fundida.

Dados: Massas molares em g/mol: Fe = 56, O = 16

## Módulo 28 – Leis das Combinações Químicas: Leis de Lavoisier, Proust e Gay-Lussac

1. (UNESP) – Quando um objeto de ferro enferruja ao ar, sua massa aumenta. Quando um palito de fósforo é aceso, sua massa diminui. Estas observações violam a lei da conservação das massas? Justifique sua resposta.

2. (FUVEST-SP) – A transformação química



é um exemplo de reação entre sólidos, que ocorre rapidamente. Em um recipiente de vidro com tampa, de massa igual a 20g, foram colocados 2g de KI e 4g de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , pulverizados. O recipiente, hermeticamente fechado, foi vigorosamente agitado para ocorrer a reação.

- a) Como se pode reconhecer que ocorreu a reação?
- b) Qual é a massa total do recipiente e seu conteúdo, ao final da reação? Justifique sua resposta.

3. (UNICAMP-SP) – Antoine Laurent Lavoisier (1743–1794), o iniciador da Química Moderna, realizou, por volta de 1775, vários experimentos. Em um deles, aqueceu 100g de mercúrio em presença do ar, dentro de um recipiente de vidro fechado, obtendo 54g de óxido vermelho de mercúrio, tendo ficado ainda sem reagir 50g de mercúrio. Pergunta-se:

- a) qual a razão entre a massa de oxigênio e a de mercúrio que reagiram?
- b) qual a massa de oxigênio que seria necessária para reagir com todo o mercúrio inicial?

4. Com respeito à tabela:

carbono	+	oxigênio	$\rightarrow$	gás carbônico
12g		x		44g
y		16g		z

- I. O valor de x é 32 g.
- II. O valor de y é 6 g.
- III. O valor de z é 22 g.
- IV. Os cálculos usaram as leis de Lavoisier e Proust.

Conclui-se que

- a) apenas I, II e III são corretas.
- b) apenas I e III são corretas.
- c) apenas I e II são corretas.
- d) apenas I é correta.
- e) todas são corretas.

5. (UFV-MG) – Acerca de uma reação química, considere as seguintes afirmações:

- I. A massa se conserva.
- II. As moléculas se conservam.
- III. Os átomos se conservam.
- IV. Os mols se conservam.

São corretas as afirmativas

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

6. (UNESP-SP) – Numa viagem, um carro consome 10 kg de gasolina. Na combustão completa desse combustível, na condição de temperatura do motor, formam-se apenas compostos gasosos. Considerando-se o total de compostos formados, pode-se afirmar que eles

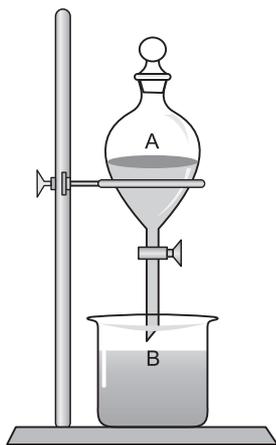
- a) não têm massa.
- b) pesam exatamente 10 kg.
- c) pesam mais de 10 kg.
- d) pesam menos que 10 kg.
- e) são constituídos por massas iguais de água e gás carbônico.

7. (UNESP) – Duas amostras de carbono puro de massa 1,00g e 9,00g foram completamente queimadas ao ar. O único produto formado nos dois casos, o dióxido de carbono gasoso, foi totalmente recolhido e as massas obtidas foram 3,66g e 32,94g, respectivamente.

Utilizando estes dados:

- a) demonstre que nos dois casos a Lei de Proust é obedecida;
- b) determine a composição de dióxido de carbono, expressa em porcentagem em massa de carbono e de oxigênio.

8. (FUVEST-SP)



O conjunto esquematizado acima contém inicialmente os reagentes A e B separados. Utilizando dois conjuntos desse tipo, são realizados os experimentos 1 e 2, misturando-se A e B, conforme o quadro a seguir.

Experimento	1	2
Reagente A Solução aquosa de	AgNO <sub>3</sub>	HCl
Reagente B Pó de	NaCl	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Produtos	AgCl(s) Na <sup>+</sup> (aq) NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (aq)	H <sub>2</sub> O(l) CO <sub>2</sub> (g) Na <sup>+</sup> (aq) Cl <sup>-</sup> (aq)

Designando de I a massa inicial de cada conjunto (antes de misturar) e de F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> suas massas finais (após misturar), tem-se:

	Experimento 1	Experimento 2
a)	F <sub>1</sub> = I	F <sub>2</sub> = I
b)	F <sub>1</sub> = I	F <sub>2</sub> > I
c)	F <sub>1</sub> = I	F <sub>2</sub> < I
d)	F <sub>1</sub> > I	F <sub>2</sub> > I
e)	F <sub>1</sub> < I	F <sub>2</sub> < I

9. (UFG-GO) – Os dados do quadro abaixo referem-se à produção do dióxido de carbono.

Experimento	Reagentes		Produto
	C(s)	O <sub>2</sub> (g)	CO <sub>2</sub> (g)
I	12g	32g	44g
II	48g	128g	176g
III	2,4g	6,8g	8,8g

Dado: Constante de Avogadro = 6,02 x 10<sup>23</sup> mol<sup>-1</sup>

Massas molares em g/mol: C: 12 ; O: 16

Pela análise dos dados, conclui-se que

- 01 – ocorre conservação das massas nos experimentos I, II, III;
- 02 – a reação de 2g de carbono produz 7,33g de CO<sub>2</sub>;
- 04 – os experimentos I e II obedecem à Lei de Proust;
- 08 – a massa de oxigênio em excesso no experimento III é 0,4g;
- 16 – são produzidos 6,02 x 10<sup>23</sup> moléculas de CO<sub>2</sub> no experimento I;
- 32 – o rendimento do experimento II é 100%;
- 64 – o volume produzido de CO<sub>2</sub> nas CNTP no experimento I é 11,2 litros.

10. (MACKENZIE-SP) – Na equação abaixo, aplicando-se a lei volumétrica de Gay-Lussac, a proporção correta obtida é, respectivamente,

	X <sub>(gás)</sub>	+ Y <sub>(gás)</sub>	→ W <sub>(gás)</sub>	+ R <sub>(líquido)</sub>
P (atm)	2	3	4	5
V (litros)	40	40	16	8
T (°C)	327	87	207	127

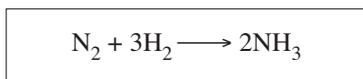
- a) 5 : 5 : 2 : 1
- b) 2 : 3 : 4 : 5
- c) 2 : 5 : 2
- d) 5 : 5 : 2
- e) 5 : 3 : 4

11. Complete a tabela abaixo, dando os valores de x, y, z, w e t.

$N_2$	+	$3H_2$	$\rightarrow$	$2NH_3$
28g		6g		x
22,4L		y		z
w		6 mol		t

Dado: N = 14u e H = 1u

12. (PUC-PR) – Aplicando a Lei de Gay-Lussac, das combinações em volume, qual a contração em volume experimentada na reação abaixo, mantendo-se constantes as condições de pressão e temperatura para os reagentes e produtos, todos gasosos?



a) 100%   b) 60%   c) 50%   d) 30%   e) 20%

13. (MACKENZIE-SP) – Para a equação abaixo, têm-se valores estequiométricos colocados nos quadros (I) e (II):

	$N_2$	+	$3H_2$	$\rightarrow$	$2NH_3$	
(I)	28g		6g		34g	
(II)	22,4L		67,2L		44,8L	(CNTP)

É correto afirmar que, usando somente esses valores, verifica-se que a Lei de

- Proust pode ser aplicada com os valores de (I) somente.
- Lavoisier pode ser aplicada com os valores de (II), embora não seja obedecida.
- Gay-Lussac pode ser demonstrada com os valores de (II) e a Lei de Lavoisier é demonstrada com os valores de (I).
- Boyle pode ser aplicada, usando-se os valores de (I) e (II).
- Proust está demonstrada com os valores de (II).

## Módulo 29 – Reações Orgânicas III: Polímeros I

1. (U. PASSO FUNDO-RS) – Os plásticos constituem uma classe de materiais que confere conforto ao homem. Sob o ponto de vista químico, os plásticos e suas unidades constituintes são, respectivamente,

- hidrocarbonetos; peptídios.

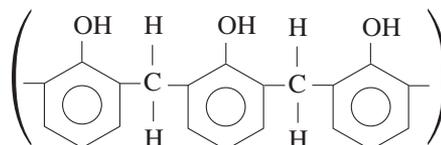
b) macromoléculas; ácidos graxos.

c) polímeros; monômeros.

d) polímeros; proteínas.

e) proteínas; aminoácidos.

2. (UNEMAT-MS) – Baquelite é um produto resultante da reação entre fenol e formaldeído, em condições apropriadas, podendo apresentar a seguinte estrutura:



A formação da baquelite envolve uma reação de

a) esterificação.

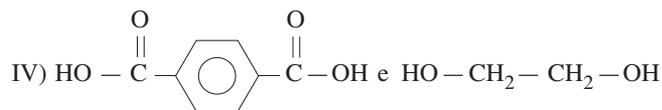
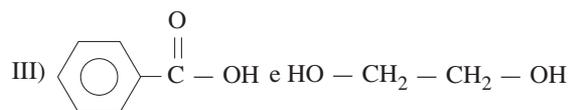
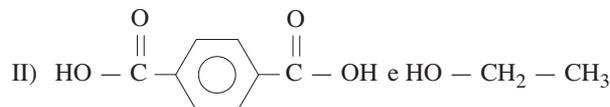
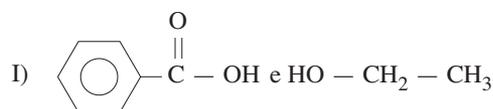
b) adição.

c) hidrólise.

d) polimerização.

e) oxidação.

3. (FUVEST-SP) – Os poliésteres são polímeros fabricados por condensação de dois monômeros diferentes, em sucessivas reações de esterificação. Dentre os pares de monômeros a seguir:



poliésteres podem ser formados

a) por todos os pares.

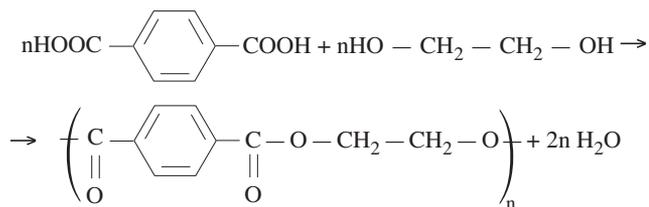
b) apenas pelos pares II, III e IV.

c) apenas pelos pares II e III.

d) apenas pelos pares I e IV.

e) apenas pelo par IV.

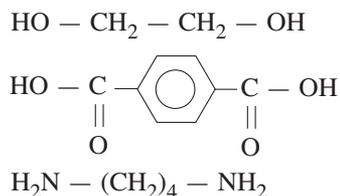
4. (UNIP-SP – MODELO ENEM) – Um polímero de grande importância, usado em fitas magnéticas para gravação e em balões meteorológicos, é obtido pela reação:



A proposição correta é:

- Um dos monômeros é o ácido benzoico.
- Um dos monômeros é um dialdeído.
- O polímero é obtido por uma reação de polimerização por adição.
- O polímero é um poliéster.
- O polímero é um poliéter.

5. (UNESP) – Os monômeros de fórmulas estruturais mostradas são utilizados na obtenção de importantes polímeros sintéticos.



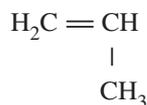
Escreva a unidade de repetição dos polímeros formados por reações de condensação (isto é, com eliminação de água) entre

- ácido dicarboxílico e diol;
- ácido dicarboxílico e diamina.

6. (UnB-DF) – Um dos produtos do refino do petróleo é o propeno, usualmente conhecido como propileno. Ao ser polimerizado na forma de polipropileno, tem importante emprego industrial. A fibra natural vegetal celulósica conhecida como juta é substituída, na fabricação de sacos para cereais e outros produtos agrícolas, pela ráfia sintética, fabricada a partir do polipropileno.

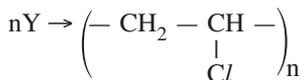
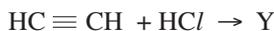
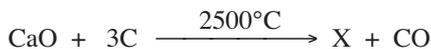
Sobre este assunto, julgue os itens a seguir:

- O propeno possui a fórmula estrutural simplificada que se segue.



- Para haver polimerização, é necessário que o monômero possua pelo menos uma insaturação.
- O propeno é um hidrocarboneto alifático saturado.
- Ao adicionar-se ácido clorídrico ao propeno, obtém-se 1-cloropropano como produto principal.

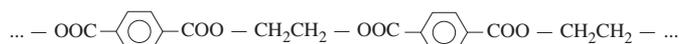
7. (FUVEST-SP) – A sequência de reações abaixo mostra a formação de cloreto de polivinila (PVC):



- Dê as fórmulas moleculares dos compostos X e Y.
- Explique qual das reações corresponde a uma adição.
- Supondo que a etapa de polimerização ocorra com rendimento de 100% e as demais 50%, calcule a massa de PVC que se forma a partir de 1 mol de CaO. Admita que os demais reagentes estejam em excesso.

Dado: massas molares em g/mol: C: 12; H: 1; Cl: 35,5

(UFU-MG) – As duas questões seguintes referem-se a uma fibra sintética conhecida como dácron. A estrutura de uma seção de sua molécula pode ser representada por:



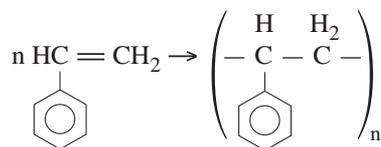
8. O dácron é um(a)

- poliálcool.
- poliamida.
- poliéter.
- poliéster.
- poliolefinas.

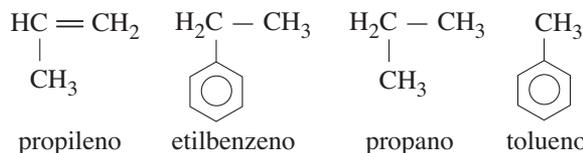
9. O dácron é um polímero obtido pela reação de condensação entre o ácido tereftálico (dicarboxílico) e o

- etano.
- eteno (etileno).
- etanol (álcool etílico).
- etanodiol (glicol).
- propanotriol (glicerol).

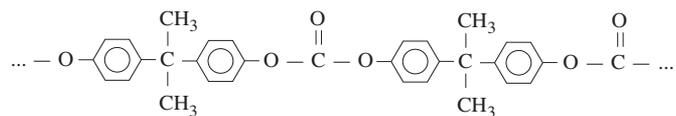
10. (UNICAMP-SP) – O estireno é polimerizado formando o poliestireno (um plástico muito utilizado em embalagens e objetos domésticos), de acordo com a equação:



Dos compostos orgânicos abaixo, qual deles poderia polimerizar-se numa reação semelhante? Faça a equação correspondente e dê o nome do polímero formado.



11. (UNIP-SP – MODELO ENEM) – Lexan é um plástico transparente como o vidro e tão resistente quanto o aço. É empregado na fabricação de janelas à prova de bala e visores dos capacetes de astronautas. O lexan apresenta a estrutura:



Pode-se afirmar que o lexan é

- uma poliamida.
- um poliéster.
- um policarbonato.
- uma policetona.
- um poliéter.

12. (UNESP) – Polímeros formados por mais de um tipo de unidade monomérica são chamados copolímeros. Um exemplo é o Nylon-66, no qual as unidades repetitivas são formadas por 1,6-diamino-hexano ( $H_2N(CH_2)_6NH_2$ ) e por ácido adípico ( $HOOC(CH_2)_4COOH$ ). Identifique nas figuras de 1 a 4 os tipos de copolímeros formados pelos monômeros A e B.

			B B
			B B
AAAABBBB	ABABABABA	AABAABAB	AAAAAAAAA
1	2	3	4

- 1 – bloco, 2 – alternante, 3 – aleatório e 4 – graftizado.
- 1 – graftizado, 2 – bloco, 3 – alternante e 4 – aleatório.
- 1 – bloco, 2 – graftizado, 3 – aleatório e 4 – alternante.
- 1 – aleatório, 2 – bloco, 3 – graftizado e 4 – alternante.
- 1 – alternante, 2 – graftizado, 3 – bloco e 4 – aleatório.

## Módulo 30 – Polímeros II

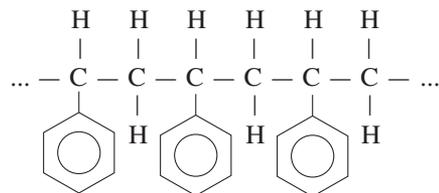
1. (CESGRANRIO) – Na coluna A estão representadas as fórmulas estruturais de alguns monômeros e na coluna B estão relacionados alguns polímeros que podem ser obtidos a partir desses monômeros.

A	B
(1) $H_2C = CH_2$	(5) PVC
(2) $H_2C = CHCl$	(6) poliestireno (isopor)
(3) $H_2C = CH$	(7) teflon
(4) $F_2C = CF_2$	(8) náilon
	(9) polietileno

Assinale a opção que apresenta todas as associações corretas:

- (1)-(5); (2)-(9); (3)-(6); (4)-(8)
- (1)-(8); (2)-(5); (3)-(6); (4)-(7)
- (1)-(9); (2)-(5); (3)-(6); (4)-(7)
- (1)-(9); (2)-(5); (3)-(7); (4)-(6)
- (1)-(9); (2)-(6); (3)-(8); (4)-(7)

2. (UFF-RJ) – Uma porção da molécula do plástico poliestireno é representada por:



Qual o monômero que por polimerização dá origem a esse plástico?

- 
- 
- 
- 
- 

3. (FUVEST-SP) – Qual das moléculas representadas a seguir tem estrutura adequada à polimerização, formando macromoléculas?

- $\begin{array}{c} Cl \\ | \\ Cl - C - H \\ | \\ Cl \end{array}$
- $\begin{array}{c} H \\ | \\ H - C - Cl \\ | \\ H \end{array}$
- $\begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ H - C - C - H \\ | & | \\ H & H \end{array}$
- $\begin{array}{c} H & & H \\ & \diagdown & / \\ & C = C & \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array}$
- $\begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ H - C - C - H \\ | & | \\ H & Cl \end{array}$

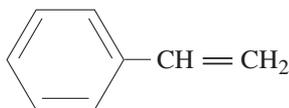
4. (FUVEST-SP)

Fórmula do monômero	Nome do polímero	Usos
$H_2C = CH_2$	A	Sacos plásticos
B	Poli (cloreto de vinila)	Capas de chuva
$H_2C = \underset{\substack{  \\ CN}}{CH}$	Poliacrilonitrila	C

Completa-se adequadamente a tabela acima se A, B e C forem, respectivamente,

- polietileno,  $H_3C - CH_2Cl$  e tubulações.
- polietileno,  $H_2C = CHCl$  e roupas.
- poliestireno,  $H_2C = CHCl$  e tomadas elétricas.
- poliestireno,  $C_6H_5 - CH = CH_2$  e roupas.
- polipropileno,  $H_3C - CH_2Cl$  e tomadas elétricas.

5. (FUVEST-SP – MODELO ENEM) – O monômero utilizado na preparação do poliestireno é o estireno:



O poliestireno expandido, conhecido como isopor, é fabricado, polymerizando-se o monômero misturado com pequena quantidade de um outro líquido. Formam-se pequenas esferas de poliestireno que aprisionam esse outro líquido. O posterior aquecimento das esferas a  $90^\circ C$ , sob pressão ambiente, provoca o amolecimento do poliestireno e a vaporização total do líquido aprisionado, formando-se, então, uma espuma de poliestireno (isopor).

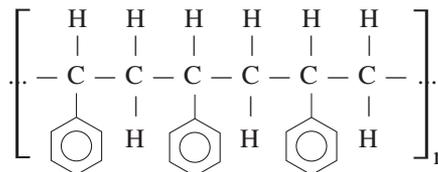
Considerando que o líquido de expansão não deve ser polimerizável e deve ter ponto de ebulição adequado, dentre as substâncias a seguir,

	Substância	Temperatura de ebulição ( $^\circ C$ ), à pressão ambiente
I	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	36
II	$NC - CH = CH_2$	77
III	$H_3C - \text{C}_6\text{H}_4 - CH_3$	138

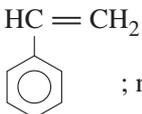
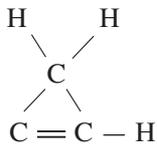
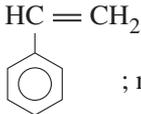
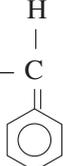
é correto utilizar, como líquido de expansão, apenas

- I.
- II.
- III.
- I ou II.
- I ou III.

6. (UNIP-SP) – Um polímero de massa molecular igual a 46800u é representado pela fórmula estrutural:



O monômero desse polímero e o valor de  $n$  são, respectivamente:

-  ;  $n = 142$
-  ;  $n = 142$
-  ;  $n = 150$
-  ;  $n = 150$
-  ;  $n = 142$

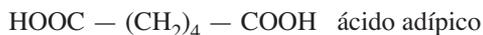
(Massas atômicas: C = 12u; H = 1u)

7. (UnB-DF) – Julgue os itens a seguir.

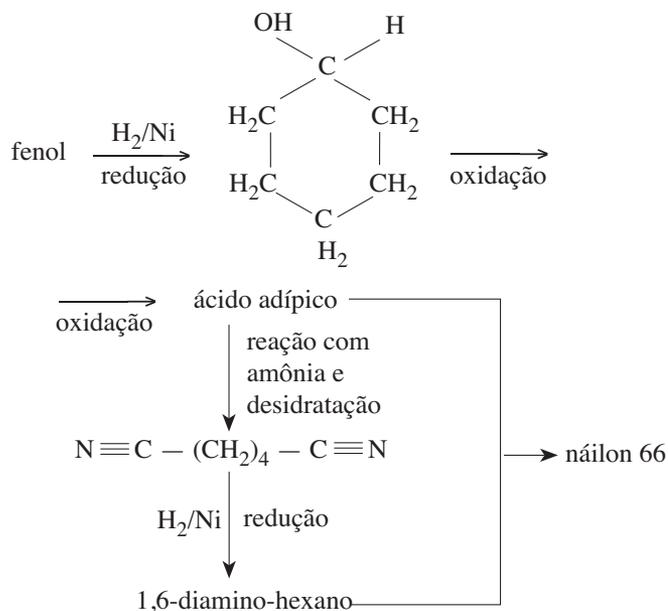
- A separação dos componentes do petróleo é feita com base na diferença entre os respectivos pontos de ebulição.
- A borracha natural é obtida por reação de adição normal (adição 1,2).
- O PVC é um copolímero.
- A existência de isômeros geométricos cíclicos é permitida pelo fato de não haver liberdade de rotação em torno da ligação C – C.



13. (FUVEST-SP) – Náilon 66 é uma poliamida, obtida pela polimerização por condensação dos monômeros 1,6-diamino-hexano e ácido hexanodioico (ácido adípico), em mistura equimolar.



O ácido adípico pode ser obtido a partir do fenol e o 1,6-diamino-hexano, a partir do ácido adípico, conforme esquema abaixo:



- a) Reagindo  $2 \times 10^3$  mol de fenol, quantos mols de  $\text{H}_2$  são necessários para produzir  $1 \times 10^3$  mol de cada um desses monômeros? Justifique. Admita 100% de rendimento em cada etapa.
- b) Escreva a equação que representa a condensação do 1,6-diamino-hexano com o ácido adípico.