

Prof. Marcus Ennes

Prof. Felipe Garcia

# Química Inorgânica

## UNIDADE 27: Reações inorgânicas

Na química as reações podem ser divididas de diversas formas. Classificações das mais diversas se aplicam às reações orgânicas e inorgânicas. Para isso vários critérios são adotados, como espontaneidade, perda e recebimento de elétrons, consumo ou liberação de calor, dentre outros.

Quando o critério adotado é a quantidade de substâncias que reagem e são formadas, podemos dividir as reações inorgânicas em quatro tipos básicos: adição, análise, deslocamento e metátese.

Todos os quatro tipos de reações inorgânicas permeiam nossas vidas. A reação para produção de amônia (NH<sub>3</sub>), utilizada na fabricação de fertilizantes, é uma adição. Um dos métodos de produção de soda cáustica (NaOH) é uma reação de decomposição. A recuperação de uma jóia de prata oxidada é uma reação de deslocamento. O alívio da azia ao consumir leite de magnésia é um exemplo de metátese.



### Reações inorgânicas

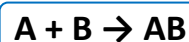
Dentre os diversos tipos de reações químicas que ocorrem, existem as reações entre

compostos inorgânicos. De uma forma geral, essas reações são mais rápidas se comparadas às reações orgânicas. Podemos classificar as reações inorgânicas em quatro tipos diferentes: síntese ou adição, decomposição ou análise, simples troca ou deslocamento e dupla troca ou permutação.

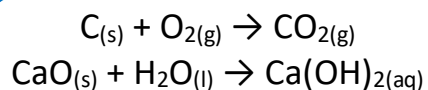
### Síntese ou adição

São as reações nas quais dois ou mais reagentes se unem, formando um único produto.

De modo geral, teremos:



Exemplos:



Pode-se observar que nas duas equações os compostos reagiram entre si formando um único produto, caracterizando a reação como uma reação de síntese.

A reação de síntese pode ser denominada síntese total quando partimos apenas de duas substâncias simples ou síntese parcial quando entre os reagentes houver no mínimo uma substância composta.

### Decomposição ou análise

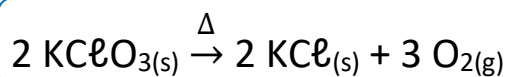
As reações de decomposição (também chamadas de reações de análise) são processos

nos quais uma substância se decompõe em duas ou mais substâncias. De uma maneira geral, teremos:

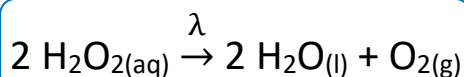


Para uma substância se decompor, deve haver ao menos um desses processos:

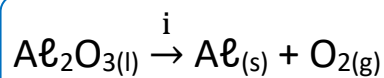
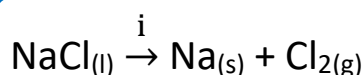
- **Aquecimento (pirólise):** Decomposição da substância pelo calor, na indústria também é chamada de calcinação. Um exemplo do uso da pirólise é na produção de bio-óleo que é considerado uma alternativa energética para combustíveis derivados do petróleo. A biomassa (substâncias de origem orgânica: vegetal ou animal) é submetida ao processo de pirólise para dar origem ao bio-óleo. O delta ( $\Delta$ ) acima da seta reacional indica que o fenômeno ocorre mediante aquecimento do sistema. Observe os exemplos:



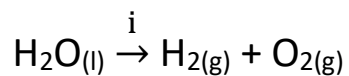
- **Ação da luz (fotólise):** Decomposição pela ação da luz. Podemos citar como exemplo a água oxigenada, se exposta a luz sofre o processo de fotólise, por isso, ela é sempre armazenada em frascos que não sejam translúcidos, opacos, para que não entre em contato com a luz e se decomponha. A letra lambda ( $\lambda$ ) acima da seta reacional indica a presença da luz no sistema reacional. Veja o exemplo:



- **Passagem de corrente elétrica (eletrolise):** Decomposição pela eletricidade. A eletrolise acontece quando uma corrente elétrica passa por um composto fazendo ele se decompor em uma substância simples. A letra *i* acima da seta reacional indica aplicação de uma corrente elétrica. Observe os exemplos de eletrolise:



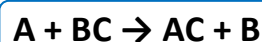
A reação, nesses casos, ocorre no composto iônico em fase líquida, na chamada eletrolise ígnea, mas também pode ocorrer em uma solução aquosa, na chamada eletrolise aquosa. Na eletrolise aquosa o eletrólito é água pura ou uma solução aquosa com íons dissolvidos. Já na eletrolise ígnea o eletrólito é uma substância fundida. Veja o exemplo de eletrolise aquosa:



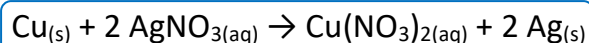
Na reação acima, a água se decompõe em duas substâncias, caracterizando-a como uma reação de decomposição.

## Simple Troca ou deslocamento

Nessas reações, uma substância simples reage com uma substância composta, ocorrendo a troca dos ligantes (e como consequência, transferência de elétrons, classificando, geralmente, a reação também como uma reação de oxirredução), formando como produto outra substância simples e outra substância composta. De modo geral teremos:



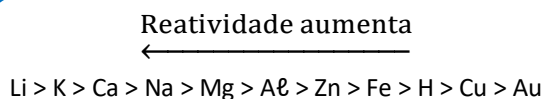
Exemplos:



Observa-se que a substância simples, o cobre (Cu), se ligou ao íon nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), formando o nitrato de prata e outra substância simples, a prata (Ag). Assim, essa reação pode ser classificada como uma reação de simples troca.

No exemplo acima podemos observar que o cobre, "trocou" de lugar com a prata. Porém, não é com qualquer combinação de metais que a reação irá acontecer. Assim, para que haja uma previsão das reações que podem ou não acontecer, devemos consultar a fila de reatividade dos metais. Nessa fila de reatividade dos metais, podemos prever se a reação vai ocorrer ou não, de acordo com a

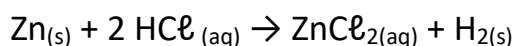
posição de um determinado elemento na fila. O cobre está mais à direita em relação à prata na fila de reatividade, logo, ele é mais reativo que a prata, por isso acontece esse deslocamento. Observe:



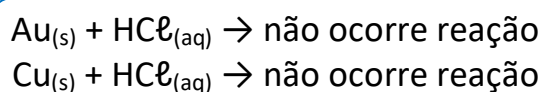
Obs.: Alguns metais foram omitidos devido à grande extensão da série de reatividade. A série completa encontra-se no material de eletroquímica - pilhas. Não é necessário decorar a série.

Um metal é mais reativo que o outro quando ele apresenta maior tendência a doar elétrons, o que significa que ele possui maior eletropositividade. Outro ponto importante é que o H (hidrogênio), apesar de não ser um metal, aparece na fila de reatividade. Isso acontece porque quando esse elemento está presente em determinadas substâncias, como por exemplo, em um ácido, ocorre o deslocamento desse hidrogênio, isto é, o desprendimento do hidrogênio, dependendo do metal com qual ele está reagindo.

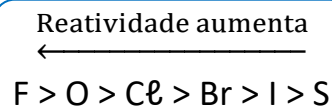
Os metais que estão à direita do hidrogênio são chamados metais nobres por serem pouco reativos. O Au (ouro) é um exemplo: ele tem alto valor comercial devido sua resistência à corrosão e oxidação. Veja o exemplo:



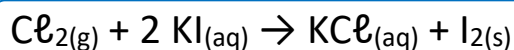
Pela fila de reatividade dos metais o zinco (Zn) desloca o hidrogênio (H), de acordo com a reação acima. Mas se ao invés do zinco, tivéssemos o cobre (Cu), ou o ouro (Au) reagindo com o ácido clorídrico (HCl), a reação não aconteceria, porque esses são menos reativos que o hidrogênio.



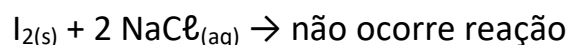
Reações de deslocamento ocorrem também com elementos não metálicos. E esses também possuem uma fila de reatividade:



Podemos observar que esses elementos são eletronegativos, ou seja, eles ganham elétrons facilmente e isso é o que define sua reatividade. Quanto mais eletronegativo, mais reativo o ametal será. Veja o exemplo:

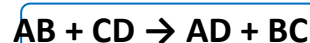


O cloro gasoso ( $\text{Cl}_{2(g)}$ ) é mais reativo, deslocando o iodeto ( $\text{I}^-$ ) para formar o cloreto de potássio ( $\text{KCl}_{(aq)}$ ). No entanto o contrário não aconteceria, pois o iodo não é reativo o suficiente para conseguir deslocar o cloro.

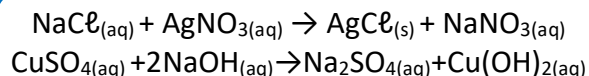


## Dupla troca ou metátese

Também conhecidas como reações de permutação ou metátese, as reações de dupla troca são reações nas quais os reagentes são duas substâncias compostas que permutam seus elementos ou radicais, originando outras duas substâncias compostas. De maneira geral temos:



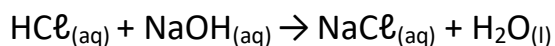
Exemplos:



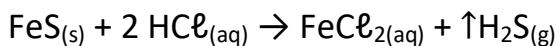
Pode-se observar a troca de ligantes de ambas as substâncias presentes no reagente, caracterizando-a como uma reação de dupla troca. Para que esses casos aconteçam, é necessário que um dos produtos seja menos ionizado, mais volátil ou insolúvel em comparação com os reagentes daquela reação.

- **Obtenção de um produto menos ionizado:** É o produto menos dissociado, aquele que é mais fraco. Um exemplo é a reação de neutralização, onde a água é a substância menos ionizada em

relação ao ácido clorídrico (HCl) e ao hidróxido de sódio (NaOH) :

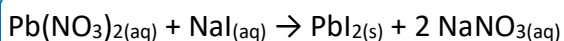


- **Obtenção de um produto mais volátil:** Reação caracterizada pela formação de um gás. O gás formado na reação abaixo é mais volátil que o sulfeto de ferro (II) (FeS) e o ácido clorídrico (HCl).



A seta para cima indica que, ao longo do processo, houve formação de um produto gasoso.

- **Obtenção de um produto menos solúvel:** Nesse tipo de reação ocorre a formação de precipitado. Quando misturamos as soluções de nitrato de chumbo (II) (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) e iodeto de sódio (NaI), temos a formação de um precipitado amarelo que é o iodeto de chumbo (PbI<sub>2</sub>).



Para prever a ocorrência de um precipitado podemos consultar uma tabela que fornece a solubilidade em água de alguns sais que geralmente, são os mais utilizados. Veja a tabela de solubilidade dos ânions e suas exceções:

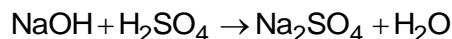
Ânion do sal	Cátion do sal	Solubilidade em Água
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Qualquer	Solúvel
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Qualquer	Solúvel
Halogênios (7A)	(Ag <sup>+</sup> , Cu <sup>+</sup> , Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> )	Pouco solúvel
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	(Ag <sup>+</sup> , Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> )	Pouco solúvel
Sulfeto (S <sup>2-</sup> )	1A, 2A e NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Solúvel
Acetato (CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> )	(Ag <sup>+</sup> , Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> )	Pouco solúvel
Outros ânions	1A e NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Solúvel

## NOTAS:



## ATIVIDADES PROPOSTAS

1) Observe a reação química abaixo e examine as afirmativas a seguir.



- I. Os coeficientes da reação balanceada são 2, 1, 1, 2.
- II. É uma reação de dupla-troca.
- III. É uma reação de neutralização ácido-base.
- IV. Nos produtos da reação, além de água, temos um ácido formado.

São verdadeiras

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

2) No nosso dia a dia é muito comum encontrarmos a matéria sofrendo uma série de transformações. Quando a transformação é muito brusca, de modo que modifica as propriedades dos materiais a ponto de, no decorrer da transformação, surgirem novas substâncias, diz-se que ocorreu uma reação química.

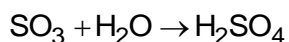
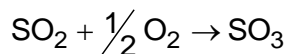
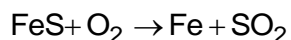
A reação  $\text{Ca} + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2$  pode ser classificada, quanto à relação entre o número de substâncias que reagem e o número de substâncias produzidas, como sendo de

- a) análise.
- b) dupla troca.
- c) síntese.
- d) adição.
- e) simples troca.

3) Grande parte dos produtos químicos industriais com os quais tomamos contato diário tem o ácido sulfúrico envolvido, direta ou indiretamente, em sua fabricação: detergentes, plásticos, tintas, corantes, fibras têxteis, fertilizantes, baterias de automóveis etc. Trata-se do composto químico de maior importância para a indústria, podendo seu consumo anual

ser usado como indicador do grau de desenvolvimento da indústria química de um país.

Industrialmente, esse ácido pode ser obtido a partir da pirita de ferro, que consiste basicamente em sulfeto ferroso (FeS), de acordo com as reações:

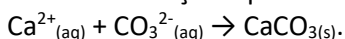


Assinale a alternativa que apresenta a classificação correta dessas reações.

- a) Dupla troca, análise, análise.
- b) Dupla troca, síntese, síntese.
- c) Deslocamento, análise, análise.
- d) Simples troca, síntese, síntese.
- e) Decomposição, síntese, síntese.

4) Mariscos possuem uma concha feita de carbonato de cálcio, a qual se forma quando os íons cálcio, secretados a partir das células do marisco, encontram a água do mar, rica em dióxido de carbono dissolvido. Considere as afirmações sobre esse processo.

I. Uma das reações que ocorre é:



II. A reação envolvendo os íons cálcio na formação da concha é uma reação do tipo ácido-base.

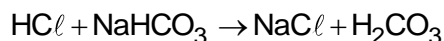
III. O produto formado é classificado como um óxido básico.

Quais estão corretas?

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

5) A função principal do ácido clorídrico no estômago é proporcionar um pH ótimo para o funcionamento normal das enzimas ali presentes. Quando há excesso, sentimos um desconforto popularmente chamado de azia, que pode facilmente ser combatida ingerindo-

se bicarbonato desódio, que vai agir como um antiácido de acordo com a equação abaixo.

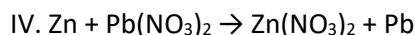
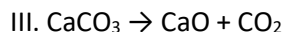
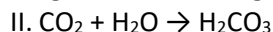
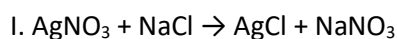


Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, os produtos da decomposição do gás carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) e o tipo de reação ocorrida entre o ácido clorídrico e o bicarbonato de sódio.

- a) Água e dióxido de carbono; dupla – troca.
- b) Água e monóxido de carbono; dupla – troca.
- c) Dióxido de carbono e monóxido de carbono; decomposição.
- d) Água e água; decomposição.
- e) Dióxido de carbono e dióxido de carbono; síntese.

6) Reação química é um processo em que ocorre a conversão de uma ou mais substâncias em outros compostos.

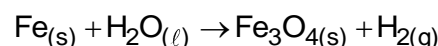
Observe as reações a seguir.



A sequência que representa, respectivamente, reações de síntese, análise, simples troca e dupla troca é

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

7) Alguns metais reagem com a água, quando aquecidos, formando óxidos e liberando gás hidrogênio, como no caso da reação abaixo:



Considerando a reação acima (não balanceada), é correto afirmar que:

- a) é uma reação de decomposição.
- b) é uma reação de neutralização.
- c) é uma reação de oxidação-redução.

- d) é uma reação que libera um mol de  $H_2$ .  
e) é uma reação que consome um mol de  $H_2O$ .

8) Na produção de eletricidade, são, algumas vezes, usados geradores a óleo. Quando o óleo queima, produz  $SO_2$ , que deve ser eliminado antes de ser emitido ao ar, pois é formador de chuva ácida. Um dos métodos para a sua eliminação usa o calcário, produzindo sulfito de cálcio que, posteriormente, é removido por precipitação eletrostática.

As reações envolvidas na eliminação do  $SO_2$  são:

1.  $CaCO_3 \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$
2.  $CaO_{(s)} + SO_{2(g)} \rightarrow CaSO_{3(s)}$

As reações 1 e 2 denominam-se, respectivamente, reações de

- a) deslocamento e análise.
- b) deslocamento e síntese.
- c) síntese e análise.
- d) análise e síntese.
- e) síntese e deslocamento.

9) Ao jogar uma moeda de cobre em uma solução de nitrato de prata, observa-se a formação de um depósito de prata metálica sobre a moeda. Classifique esta reação de acordo com a formação de nitrato de cobre (II).

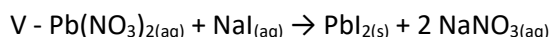
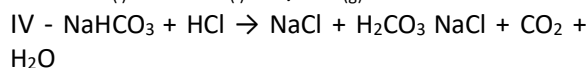
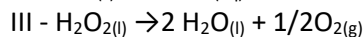
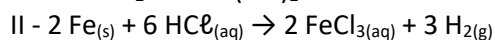
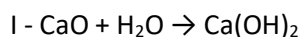
- a) Reação de decomposição.
- b) Reação de deslocamento.
- c) Reação de síntese.
- d) Reação de análise.
- e) Reação de dupla troca.

10) A azia é um desconforto gástrico que pode ser combatido pela ingestão de uma pequena quantidade de leite de magnésia, que nada mais é que uma solução aquosa de hidróxido de magnésio. Essa base neutraliza o excesso de ácido clorídrico estomacal que causa desconforto. Assinale a opção que apresenta a equação dessa reação química balanceada e sua classificação.

- a)  $Mg(OH)_2 + HClO \rightarrow MgCl_2 + H_2O$  é uma reação de simples troca.
- b)  $MgOH + HCl \rightarrow MgCl + H_2O$  é uma reação de deslocamento.

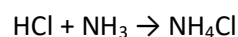
- c)  $2 Mg(OH)_2 + 2 HCl \rightarrow MgCl_2 + 2 H_2O$  é uma reação de análise.
- d)  $MgO + 2 HCl \rightarrow Mg(OH)_2$  é uma reação de síntese.
- e)  $Mg(OH)_2 + 2 HCl \rightarrow MgCl_2 + 2 H_2O$  é uma reação de dupla troca.

11) A classificação das reações abaixo é:



- a) análise, simples troca, decomposição, dupla troca, dupla troca
- b) deslocamento, síntese, decomposição, dupla troca, dupla troca
- c) síntese, simples troca, decomposição, dupla troca, dupla troca
- d) síntese, simples troca, decomposição, dupla troca, deslocamento
- e) adição, deslocamento, análise, dupla troca, simples troca

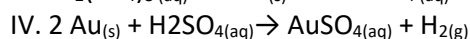
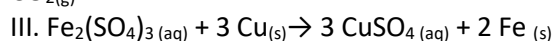
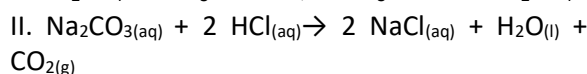
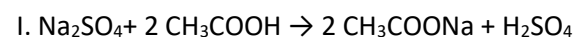
12) Colocando-se um frasco de ácido clorídrico junto a outro de amônia e retirando-se as rolhas de ambos, nota-se a formação de fumaça branca intensa, constituída de cloreto de amônio

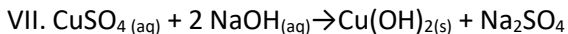
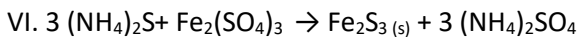


Esta experiência é um exemplo de:

- a) síntese.
- b) decomposição.
- c) reação de substituição.
- d) reação de dupla troca.
- e) sublimação.

13) Analise as equações que correspondem às reações químicas possíveis de ocorrerem.

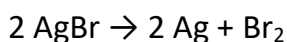




Assinale a alternativa que contempla as equações químicas corretas.

- a) I, II, V e VII, apenas.
- b) II, V, VI e VII, apenas.
- c) II, IV, V e VII, apenas.
- d) VI e VII, apenas.
- e) IV, V, VI e VII, apenas.

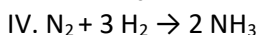
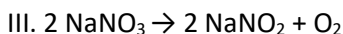
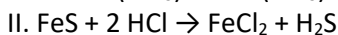
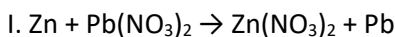
14) O filme fotográfico, quando exposto à luz, ocorre a reação:



Essa reação pode ser classificada como:

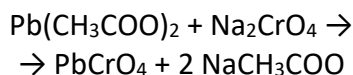
- a) pirólise.
- b) eletrólise.
- c) fotólise.
- d) síntese.
- e) simples troca.

15) A sequência que representa, respectivamente, reações de síntese, análise, simples troca e dupla troca são:



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

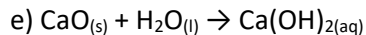
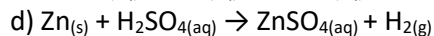
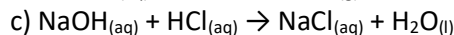
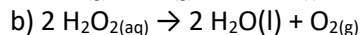
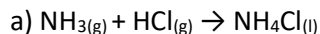
16) A reação que representa a formação do cromato de chumbo II, que é um pigmento amarelo usado em tintas, é representada pela equação:



Que é uma reação de:

- a) oxirredução
- b) dupla troca
- c) síntese
- d) deslocamento
- e) decomposição

17) Dadas as reações químicas:



Associe-as corretamente com as afirmativas abaixo

- ( ) reação de simples troca
- ( ) reação de síntese, tendo como produto um sal
- ( ) reação de síntese, tendo como produto uma base
- ( ) reação de análise
- ( ) reação de dupla troca

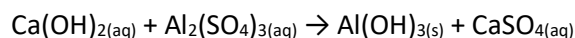
A sequência correta encontrada de cima para baixo nos parênteses é:

- a) D, A, E, B, C
- b) A, E, B, D, C
- c) D, A, E, C, B
- d) C, B, E, A, D

18) Reação que ocorre apenas quando há uma descarga elétrica.

- a) fotólise
- b) ozonólise
- c) craqueamento
- d) pirólise
- e) eletrólise

19) Uma das etapas do tratamento da água para consumo consiste na adição de cal viva e de sulfato de alumínio à água a ser tratada. Essas substâncias reagem conforme a equação química não balanceada a seguir:

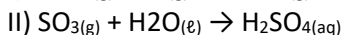
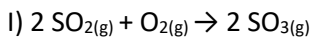


O hidróxido de alumínio formado na reação tem a função de agregar as impurezas sólidas

contidas na água, formando bolas que se depositam no fundo dos tanques e são retiradas, ficando apenas água limpa. Com base nessas informações, é correto afirmar:

- a) Os coeficientes que tornam a equação balanceada são respectivamente 2, 3, 2 e 3.
- b) A reação é de síntese, com formação de precipitado.
- c) A reação é de simples troca, com oxidação-redução.
- d) A reação é de dupla troca, com formação de precipitado.
- e) A reação é de decomposição, com oxidação-redução.

20) Nas regiões industriais, um dos principais agentes poluentes é o ácido sulfúrico formado na atmosfera de acordo com as reações representadas pelas equações:



Com relação a essas reações, é correto afirmar que:

- a) A reação I é de análise.
- b) A reação II é uma mistura heterogênea.
- c) As duas reações são de síntese.
- d) Todas espécies nas reações I são substâncias compostas.



## GABARITOS

- 1) C
- 2) E
- 3) D
- 4) A
- 5) A
- 6) B
- 7) C
- 8) D
- 9) B
- 10) E
- 11) C
- 12) A
- 13) B
- 14) C
- 15) C
- 16) B
- 17) A
- 18) E
- 19) D
- 20) C