

TESTES REFERENTES A PARTE 1 DA APOSTILA FUNDAMENTOS DA CORROSÃO

INDIQUE SE AS AFIRMAÇÕES A SEGUIR ESTÃO CERTAS OU ERRADAS

1) Numa célula eletroquímica a solução tem que ser um eletrólito, mas os eletrodos não precisam estar em contato elétrico.

R. Errado, se os eletrodos não estiverem em contato elétrico não haverá movimentação de cargas, portanto não haverá uma célula eletroquímica.

2) Ânodos de uma célula eletroquímica são definidos como os eletrodos no qual a corrente convencional “ i ” sai da solução.

R. Errado, o ânodo é o eletrodo no qual a corrente elétrica ENTRA na solução.

3) Nos metais as cargas elétricas que estarão em movimento, quando houver corrente elétrica circulando pelo metal, são os íons formados pelas reações eletroquímicas.

R. Errado, nos metais a carga livre para se movimentar são os elétrons.

4) A transferência de carga entre eletrodo / solução ocorre através das reações eletroquímicas.

R. Correto, essa é a única maneira possível de transferência de carga numa interface metal / solução.

5) O fenômeno, ELETROQUÍMICA pode ser definido como a ciência que estuda as reações eletródicas e seus resultados.

R. Certo, essa não é a definição mais comum da eletroquímica, mas é uma maneira de definir.

6) A diferença básica entre pilhas e células eletrolíticas está em que na primeira o sentido de movimentação das cargas é espontâneo.

R. Certo, nas células eletrolíticas o sentido da movimentação de cargas é forçado através de uma fonte externa de energia.

7) Pode se afirmar que um dos motivos para se estudar a corrosão é o prejuízo que este processo de deterioração impõe a sociedade nas mais variadas aplicações dos metais.

R. Certo, no mundo inteiro a corrosão impõe um alto custo pela necessidade de reposição das partes deterioradas, mas principalmente o custo associado a incêndios, vazamentos e explosões, quando a deterioração provoca vazamento de líquidos inflamáveis ou combustíveis.

8) A corrosão pode ser definida como um processo de deterioração que ocorre nos metais devido a presença de campos de energia existentes na terra de onde é extraído o minério.

R. Errado, a corrosão é um processo de deterioração espontâneo.

9) Para que o processo corrosivo seja possível é necessário que além do contato do metal com um meio corrosivo, exista uma diferença de potencial suficiente para provocar a movimentação das cargas elétricas presentes.

R. Correto, o termo diferença de potencial necessário para que ocorra a corrosão é usado para expressar que a corrosão depende de diferenças que existe na fabricação dos metais, se o metal fosse 100% puro a corrosão seria praticamente desprezível.

10) Na corrosão uniforme, tem-se um desgaste aproximadamente igual em toda a superfície do metal, mesmo nas partes onde não houver um contato direto metal / solução.

R. Errado, só existe corrosão nas superfícies de contato do metal com o meio.

11) Pitting, é uma forma de corrosão localizada que ocorre em algumas combinações específicas metal / solução.

R. Correto, em algumas combinações metal / meio a corrosão mais provável, mas na maioria dos casos a corrosão localizada está associada a corrosão sob depósitos ou quebra localizada da passivação.

12) A diferença entre pitting e alvéolo está nas dimensões da região deteriorada, embora ambas as formas de corrosão sejam localizadas.

R. Certo, pitting são usualmente conhecidas com uma corrosão localizada com pequeno diâmetro e grande profundidade enquanto que alvéolos são caracterizados com grande diâmetro e pequena profundidade.

13) Existem algumas combinações metal / solução em que a corrosão aparece na forma de trincas sem que ocorra significativa perda de massa do metal.

R. Correto, são formas de corrosão que ocorrem em algumas combinações metal / meio, normalmente se iniciam no fundo de alvéolos ou pitting e ocorrem em locais onde existe tensão de tração, com por exemplo em regiões próximas a soldas.

14) A medida quantitativa da corrosão pode ser feita por perda de espessura ou de peso dentro de um intervalo de tempo, sendo que o primeiro método é o mais preciso, sendo por isso o mais usado no controle e determinação da taxa de corrosão dos equipamentos industriais.

R. Errado, a medida mais precisa é por perda de peso, porque nesse caso não existe interferência da rugosidade da superfície corroída no resultado.

15) Um equipamento com taxa de corrosão de 150 mpy, significa que sua espessura foi reduzida de 1,5 polegadas em 10 anos de exposição a um meio corrosivo.

R. Certo, perda de espessura = taxa de corrosão x tempo de exposição, então teremos: perda de espessura = $150/1000 \times 10 = 1,5$ polegadas.

16) Se a taxa de corrosão de um equipamento for de 2 mm por ano, pode se dizer que ele deve furar após 2 anos.

R. Errado, a taxa de corrosão, mede a perda de espessura por ano, para calcular a vida é necessário conhecer a espessura do equipamento.

17) Uma peça que durante 2 anos ficou totalmente mergulhada num meio corrosivo e apresentou uma redução de espessura de 10 mm, terá uma taxa de corrosão de 5 mm por ano.

R. Errado, porque a peça está exposta nas duas superfícies - taxa de corrosão = perda de espessura / tempo de exposição x frentes de ataque, então teremos: taxa de corrosão = $10 / 2 \times 2 = 2,5$ mm/ano.

18) Um equipamento com espessura mínima de projeto igual a 10 mm, taxa de corrosão de 0,2 mm por ano devido ao produto armazenado e 0,05 devido a intempéries da região, em ambos os casos com corrosão uniforme, e espessura atual de 12 mm, terá uma vida remanescente de 8 anos.

R. Certo, vida remanescente = (espessura atual – espessura mínima) / (taxa de corrosão interna + taxa de corrosão externa), então teremos: vida remanescente = $(12 - 10) / (0,2 + 0,05) = 8$ anos.

19) A NACE classifica a resistência a corrosão dos metais, num determinado meio corrosivo, em função da sua taxa de corrosão.

R. Certo.

20) O termo OXIDAÇÃO, em corrosão, pode ser usado para identificar um processo de corrosão que ocorra em temperaturas elevadas (acima do ponto de orvalho).

R. Certo

21) A reação anódica é *sempre* uma reação de dissolução de um metal exposto a um meio corrosivo e pode ocorrer tanto na superfície do metal quanto no seio da solução dependendo dos constituintes da solução.

R. Errado, a reação anódica é uma reação de dissolução do metal e SEMPRE ocorre na superfície do metal onde existe o contato metal / meio.

22) Num processo corrosivo podem ocorrer reações catódicas diferentes, dependendo dos constituintes do meio.

R. Certo, a reação catódica depende dos constituintes do meio, mas principalmente do pH e aeração do meio.

23) Em qualquer processo corrosivo a quantidade das reações catódica e anódica serão sempre iguais para que a neutralidade da solução seja mantida.

R. Certo

24) Pode se dizer que a natureza da reação anódica só depende da composição química do metal exposto ao meio e a catódica só depende dos constituintes e pH do meio.

R. Certo, outros fatores influenciam apenas na velocidade das reações, mas não no tipo de reação.

25) Quando uma chapa de Alumínio for mergulhada numa solução ácida aerada as reações mais prováveis serão: R. Anódica = $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ -- R. Catódica = $6H^+ + 2e^- \rightarrow 3H_2$

R. Errado, a reação anódica está correta, mas a catódica será $6H^+ + \frac{1}{2} O_2 + 2e^- \rightarrow 3H_2O$

26) Em metalurgia, chama-se de liga ferrosa a todo metal cujo principal elemento químico presente na sua composição sejam átomos de Ferro.

R. Certo.

27) Aço inoxidável é toda liga ferrosa que tem mais do que 12 % de Cromo na sua composição química.

R. Certo

28) Vazios e segregações são heterogeneidades que estão presentes na maioria dos aços usados industrialmente na fabricação de equipamentos, tubulações, estruturas metálicas etc.

R. Certo, quanto mais impuro for o metal maior será sua tendência a corrosão.

29) Os átomos que constituem a estrutura de um metal estão arrumados de maneira ordenada chamada de CRISTAIS.

R. Certo

30) A estrutura cristalina de um metal é formada por grãos e contornos de grãos.

R. Certo

31) Chama-se de MICROPILHA todo sistema de corrosão ou pilha onde a diferença de potencial entre ânodo e cátodo é devido as impurezas, segregações ou modificações físicas de um metal.

R. Certo

32) A origem das micropilhas são heterogeneidades, trabalhos térmicos ou mecânicos oriundos da fabricação do metal.

R. Certo

33) Em geral, nos casos de micropilhas, as regiões que sofrem maior corrosão são as localizadas na área de comportamento mais catódico.

R. Errado, a corrosão ocorre como consequência das reações anódicas, localizadas na áreas anódicas do metal.

34) Complete os espaços deixados em branco nas linhas abaixo, relacionando os demais fatores que interferem na corrosão dos metais de cada um dos componentes como discriminado:

- Fatores relativos ao metal: composição química, _____

- Fatores relativos ao meio corrosivo: pH, _____

- Fatores relativos ao produto da corrosão: porosidade, _____

35) Aços aclimáveis são materiais que apresentam boa resistência à corrosão em meios alcalinos oxidantes.

R. Errado, aços acimáveis ou patináveis são aços que possuem na sua composição química Cobre, podendo está ou não associado ao Níquel, cuja finalidade é reduzir a corrosão atmosférica pela formação espontânea de uma película protetora sobre a superfície exposta chamada de patina.

36) Patina é uma película protetora de óxido que se forma sobre a superfície de aços ao Cobre quando expostos a atmosferas agressivas.

R. Certo

37) Os elementos químicos presentes na composição química dos metais que mais influenciam na resistência à corrosão dos metais são: enxofre, cobre, cromo e níquel.

R. Certo

38) A dezinsificação é uma forma de corrosão seletiva de ligas metálicas que contém cobre na sua composição química.

R. Certo

39) As ligas de cobre são utilizadas quando se deseja resistência à corrosão atmosférica, mesmo em atmosferas industriais ou para a condução de águas.

R.Certo

40) As ligas de níquel e cobre, como o Monel, são utilizadas para aplicações em meios ácidos fortes.

R. Certo

41) A principal utilização das ligas de alumínio é para corrosão em alta temperatura devido ao alto ponto de fusão de seu óxido.

R. Errado, o alumínio e sua ligas são usados normalmente em temperaturas abaixo de 120 C e possuem alta resistência a corrosão atmosférica.

42) A influência do pH do meio tem grande influência na taxa de corrosão quando o meio está no estado gasoso.

R. Errado, o pH só interfere e tem sentido quando se trata de meio líquido.

43) Para as ligas ferrosas, em geral, quanto maior o pH do meio maior será a taxa de corrosão.

R. Errado, quanto menor o pH maior será a taxa de corrosão para a grane maioria dos metais.

44) A redução da taxa de corrosão das ligas ferrosas, em meios alcalinos é devido a passivação concedida pela estabilidade dos produtos de corrosão formados.

R. Certo

45) Em meios neutros a corrosão é controlada pela reação de redução do hidrogênio que ocorre nas áreas catódicas.

R. Errado, para $\text{pH} > 7$ a taxa de corrosão é controlada pelo oxigênio.

46) Para metais que não exibem passivação à aeração aumenta a quantidade das reações catódicas tendo como consequência um aumento da taxa de corrosão do metal.

R. Certo

47) Para os metais que exibem passivação em meios aerados, como os aços inoxidáveis, à aeração reduz a taxa de corrosão.

R. Certo

48) O fenômeno da passivação pode ser definido como a redução da taxa de corrosão de um metal devido a formação de um filme protetor na superfície do metal, com características protetoras.

R. Certo, a frase ficaria mais completa se estivesse escrito que a formação do filme protetor é um fenômeno espontâneo.

49) Em função da umidade relativa do ar as atmosferas podem ser classificadas em seca, normal, úmida ou molhada, sendo que a primeira delas é a mais agressiva para os metais que exibem passivação.

R. Errado, a primeira delas é menos agressiva.

50) A umidade relativa do ar a partir da qual a corrosão torna-se mais intensa, costuma ser chamada de umidade relativa crítica do ar, para as ligas ferrosas, esse valor varia na faixa de 50 a 70%.

R. Certo.

51) Para diferenciar a agressividade das atmosferas, com relação a corrosão atmosférica, as atmosferas costumam ser classificadas em função das características e tipos dos poluentes presentes na atmosferas.

R. Certo.

52) Na prática, as atmosferas são uma mistura dos tipos de atmosferas.

R. Certo

53) Tanto os aços chamados de acimáveis como os aços inoxidáveis são materiais que exibem passivação em meios oxidantes, entretanto o primeiro é mais utilizado para imersão e o segundo para resistência à corrosão atmosférica.

R. Errado, o primeiro é usado apenas para corrosão atmosférica e o segundo para imersão em meios oxidantes.

54) A corrosão é dita de corrosão pelo solo quando o meio corrosivo está no estado sólido, como o solo.

R. Errado, a corrosão pelo solo é quando o meio corrosivo são os constituintes que estão dissolvidos no solo.

55) O fator considerado mais importante na avaliação da agressividade de um solo é a sua resistividade. Assim, quanto maior a resistividade do solo maior será a agressividade do solo.

R. Errado, quanto maior a resistividade MENOR será a agressividade do meio, portanto menor corrosão.

56) O método desenvolvido por Wenner é um dos mais usados para determinar o potencial de solos.

R. Errado, o método de Wenner é o mais usado para medir a resistividade do solo.

57) Em solos com aeração diferente os metais localizados nas áreas com menor aeração terão maior taxa de corrosão.

R. Certo

58) Quando o meio corrosivo é modificado localmente devido a presença de bactérias e o meio fica mais agressivo nessa região do que em outras, provocando um aumento da taxa de corrosão do metal, esta corrosão é chamada de microbiológica.

R. Certo, por isso a corrosão microbiológica, costuma ser chamada de Corrosão Induzida por Microorganismos.

59) Os microorganismos cujo metabolismo de crescimento depende da presença do oxigênio são chamados de anaeróbicos.

R. Errado, são chamados de aeróbicos

60) As bactérias aeróbicas mais conhecidas na corrosão biológica são as oxidantes de ferro, que atuam de maneira a reduzir o pH do meio junto ao metal.

R. Certo

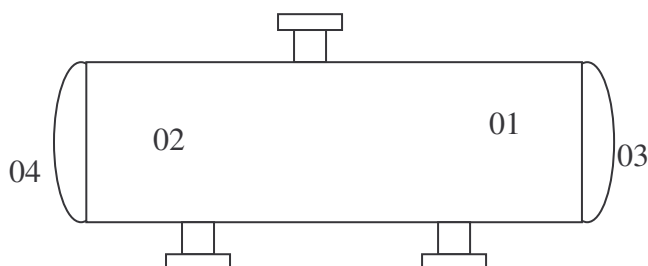
61) A cloração em meios aquosos e o uso de bactericidas são os meios mais usuais no combate a corrosão microbilógica em meios aquosos.

R. Certo.

EXERCÍCIOS DE REVISÃO

- 1) Determine a vida útil de um vaso de pressão pintado externamente que tem os valores de espessura atuais e mínimos da tabela abaixo.

Ponto	Espessura em 01/2000	Espessura em 2003	Espessura mínima	Espessura original	Valores em mm
01	10,2	10,1	8,0	12,0	
02	10,4	10,3	8,0	12,0	
03	12,0	11,8	10,0	14,0	
04	12,1	11,9	10,0	14,0	



Resposta: vida útil = vida remanescente = (espessura atual – espessura mínima) / taxa de corrosão

Ponto	Taxa de corrosão	Vida remanescente
01	0,03 mm/ano	70 anos
02	0,03 mm/ano	76,6 anos
03	0,066 mm/ano	27,2 anos
04	0,066 mm/ano	28,7 anos

Vida remanescente do vaso = 27,2 anos.

- 2) Considerando os dados da tabela abaixo referente ao resultado de um teste de campo feito com amostras de metais diferentes, responda:

2.1) Qual a taxa de corrosão de cada amostra? Em mm/ano

Metal 01: como a corrosão é localizada será usada a taxa de corrosão por perda de espessura

$$\text{Taxa de corrosão} = (20 - 18) / 2.2 = 0,5 \text{ mm/ano}$$

Metal 02: como a corrosão é uniforme será usada a taxa de corrosão por perda de peso que é mais precisa e pode ser usada quando a corrosão é uniforme

Taxa de corrosão = (peso inicial – peso final) / tempo x área de exposição

Considerando 1 ano = 365 dias, então 2 anos = 730 dias

Área de exposição = 1 x (10x5) = 50 dm² – 1 lado está protegido

Taxa de corrosão = (200 – 150) / 730 x 50 = 0,00136 mdd

2.2) Após quanto tempo cada amostra irá furar por corrosão?

Tempo para furar é quando a espessura chegar em zero.

Metal 01: tempo para furar = (espessura inicial – 0) / taxa de corrosão x frentes de ataque

Tempo para furar = (20 – 0) / 0,5 x 2 = 20 anos

Metal 02: tempo para furar = (peso inicial -0) / taxa de corrosão

Tempo para furar = 200 / 0,00136 = 147058 dias = 402 anos

Metal	Dimensões iniciais da amostra (mm)	Espessura após 2 anos de exposição ao meio (mm)	Peso inicial (mg)	Peso após 2 anos de exposição (mg)	Revestimento	Forma da corrosão observada
01	200x100x20	18	200	180	nenhum	localizada
02	100x50x20	16	200	150	1 lado	uniforme

3) Qual deverá ser o intervalo de substituição para a curva de uma tubulação que tem uma taxa de corrosão de 0,15 mm/ano, tem uma espessura mínima de 2,5 mm e espessura nominal de 4,5 mm, sabendo-se que a tubulação só pode ser liberada para substituição em intervalos de 2 anos e ela está em operação desde 01/2000?

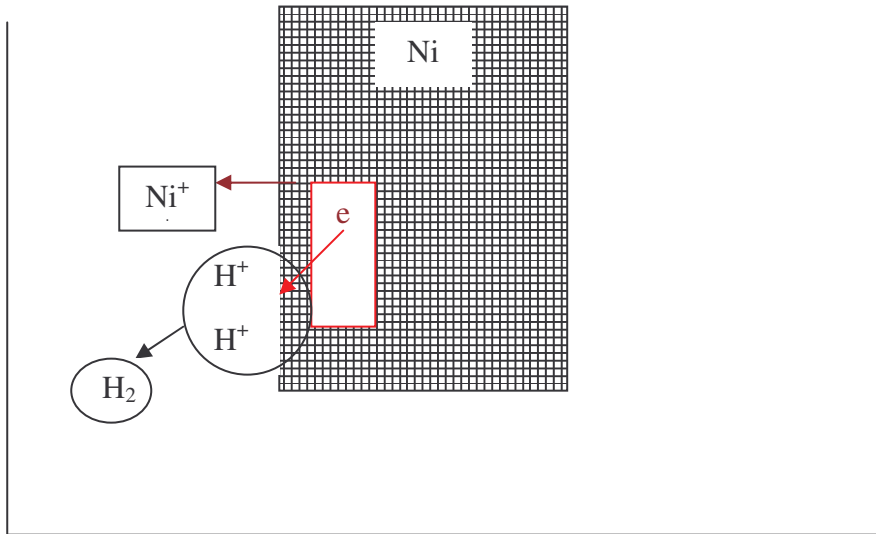
Cálculo da vida da curva: vida = (espessura atual – espessura mínima) / taxa de corrosão

Vida = (4,5 – 2,5) / 0,15 = 13,3 anos, portanto a curva deve ser substituída a cada 12 anos.

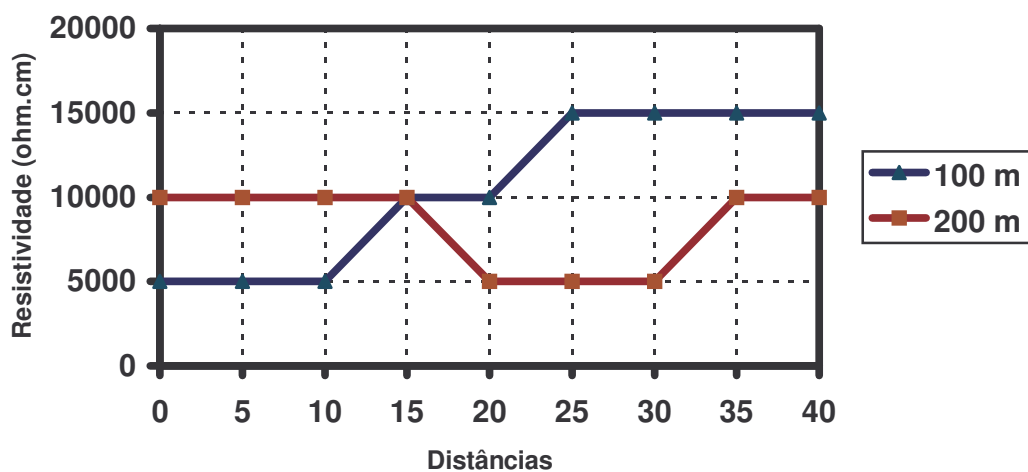
4) Construa um esquema da pilha de corrosão formada num tanque de armazenamento de ácido sulfúrico diluído, construído com chapas de níquel, identifique as reações de corrosão mais

prováveis e mostre no esquema da pilha a movimentação de cargas. Caso o meio seja aerado através de aeradores localizados no fundo do tanque a corrosão aumenta ou diminui? Porque?

Meio sem aeração:	Meio com aeração:
Reação anódica: $\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{++} + 2\text{e}$	Reação anódica: $\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{++} + 2\text{e}$
Reação catódica: $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2$	Reação catódica: $2\text{H}^+ + 2\text{e} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$



5) Com base nos valores de resistividade do solo, para uma tubulação de aço carbono, mostrado no gráfico abaixo, classifique em ordem crescente de resistência a corrosão todas os intervalos de 5 metros identificados no gráfico.



intervalo	Maior resistência a corrosão

0 – 15 metros	200 metros de profundidade
15 – 40 metros	100 metros de profundidade

Outros pontos a saber:

1. Corrosão atmosférica – exercícios feitos na sala
2. Corrosão microbiológica – considerações feitas na sala
3. Exercícios sobre taxa de corrosão, mecanismo eletroquímico e outros feitos na sala.