



REGRAS DO EXAME

1. Todos os competidores devem estar presentes em frente à sala de prova dez minutos antes do início do exame.
2. Não é permitido a nenhum competidor trazer acessórios exceto remédio ou algum equipamento médico pessoal.
3. Cada competidor deve sentar na carteira designada.
4. Antes do começo do exame, cada competidor deve checar os materiais e acessórios (caneta, régua, calculadora) fornecidos pelo organizador.
5. Cada competidor deve checar o caderno de questões e o caderno de respostas. Levante a sua mão se estiver faltando alguma folha. Comece a prova após o sinal.
6. Durante o exame não é permitido aos competidores deixar o local de prova exceto em caso de emergência e para isso um supervisor irá acompanhá-lo.
7. Não é permitido aos competidores incomodar outro competidor ou perturbar o exame. Caso seja preciso algum tipo de assistência, o competidor deve levantar a mão e o supervisor mais próximo irá ajudá-lo.
8. Não haverá nenhuma discussão ou pergunta sobre os problemas do exame. O competidor deve ficar em sua carteira até que o tempo destinado para a prova se encerre, mesmo que o competidor tenha terminado a prova mais cedo ou mesmo que não queira continuar o trabalho.
9. Ao final do tempo de exame haverá um sinal (o toque de uma campainha). Não é permitido escrever qualquer coisa no caderno de respostas após o término do tempo. Todos os competidores devem deixar o local em silêncio. O caderno de questões e o caderno de respostas devem ser colocados ordenadamente sobre sua mesa.



Leia com atenção as seguintes instruções:

1. O tempo disponível é de 3 horas.
2. O número total de questões é 3. Verifique se você tem o conjunto completo, com o caderno de problemas e o caderno de respostas.
3. Use somente a caneta fornecida.
4. Escreva seu nome, código, país e assine a sua primeira folha do caderno de respostas.
5. Leia atentamente cada problema e escreva a resposta correta no espaço designado do caderno de respostas.
6. Não é permitido a nenhum competidor trazer nenhum tipo de artigo de papelaria ou qualquer outro acessório. Após completar suas respostas, todas as folhas, tanto de questões quanto de resposta, devem ser colocadas ordenadamente sobre sua mesa.
7. Regras de pontuação: De acordo com a indicação em cada questão.

Problema I: Extração de Petróleo

Azerbaijão- “A Terra do Fogo” é famosa por suas reservas de petróleo. A obtenção do petróleo é um processo de muitas fases. Na fase inicial a estrutura da jazida de petróleo é determinada com a ajuda de métodos de prospecção geológica. Desse modo, determinam-se o número, posição, profundidade e o tipo dos poços de petróleo, bem como sua estrutura. Os poços de petróleo são construídos de tal forma que a maior quantidade possível de petróleo possa jorrar naturalmente, graças à pressão natural da jazida. Quando a pressão da jazida de petróleo diminui, a obtenção do petróleo é auxiliada pela pressão da água introduzida na jazida.

A estrutura das jazidas na península Absheron é tal que para extrair 1m^3 de petróleo do poço são gastos $E_{\text{água}} = 100\text{J}$ de energia por m^3 de água. Essa energia é necessária para forçá-la para o interior da jazida. Devido a esse processo requerer gastos extras, o custo do petróleo aumenta e o coeficiente de lucratividade da operação (OPC), diminui. OPC é definido como a razão entre a energia obtida pela energia gasta no processo de extração do petróleo da jazida. A energia específica EE para o “petróleo leve Azerbaijano” é $EE_O = 45 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ e para o gás é $EE_G = 48 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$.

Um modelo estrutural definido de acordo com os resultados da exploração geológica da jazida é mostrado na Figura I-2. O petróleo e o gás no interior da jazida têm a forma de uma esfera com raio fixo. A pressão inicial do gás no interior da jazida é igual à pressão exercida pelo solo entre a superfície e o ponto mais alto da jazida. O gráfico da energia gasta na perfuração de cada metro versus a profundidade do poço é dado na Figura I-3. Responda as seguintes questões observando a posição e profundidade dos poços.

Informações úteis:

Você precisa saber as seguintes informações a respeito da perfuração de poços:

- i) Os poços são perfurados somente na vertical.
- ii) Se você perfurá-lo através da região gasosa, o gás escapará.
- iii) Os tubos não podem ser enfiados no inteiror da jazida.

Dados:

Densidade da água - $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Densidade do “petróleo leve Azerbaijano”- $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Volume da esfera é $\frac{4}{3}\pi r^3$, use $\pi = 3$.

O volume da calota esférica (Figura I - 1)– $\frac{1}{3}\pi h^2(3r - h)$, onde h é a altura da calota.

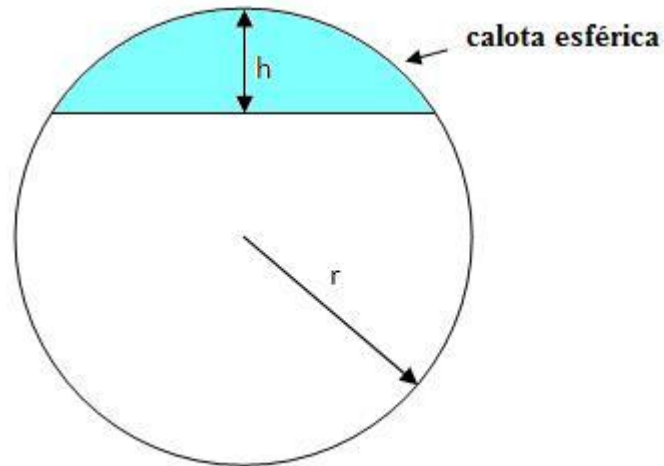


Figura I -1

A equação dos gases ideais $PV = \frac{m}{\mu}RT$ é, onde R é a constante universal dos gases, use

$R = 8 \frac{J}{mol \times K}$; P é a pressão do gás; V é o volume do gás; m é a massa do gás; μ é a massa molar do gás (a massa molar do gás natural é $0.016 \frac{kg}{mol}$); e T é a temperatura do gás. Em todas as condições, a temperatura é de 300K.

A densidade do solo é $3000 \frac{kg}{m^3}$

A pressão atmosférica é desprezada. Use $g = 10 \frac{m}{s^2}$

O diâmetro do poço d perfurado é desprezível.

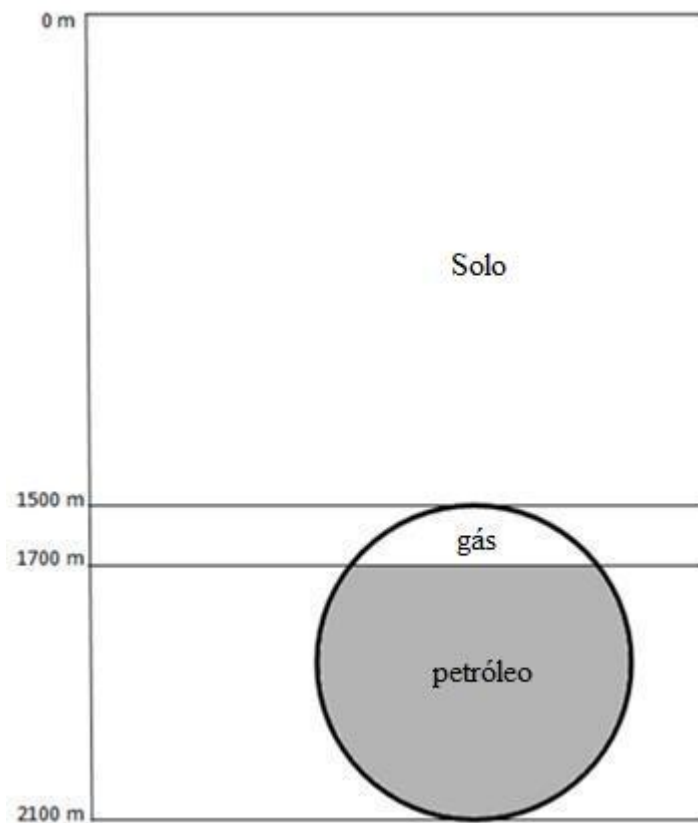


Figura I – 2.

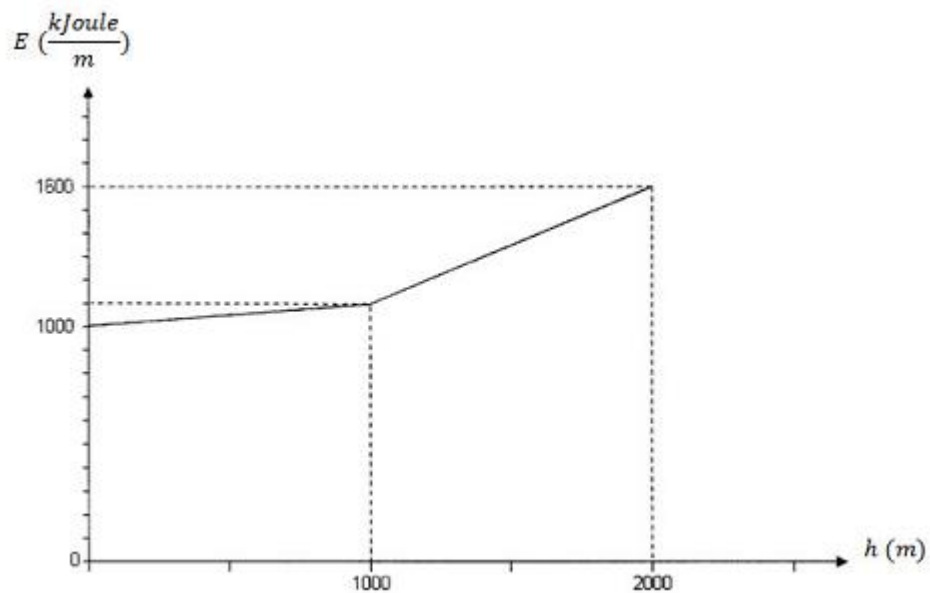


Figura I – 3.

I – 1 (1.0 ponto)

Qual é a pressão inicial do gás dentro da jazida?

I – 2 (1.0 ponto)

Calcule as massas do gás e petróleo dentro da jazida.



I – 3 (1.0 ponto)

Onde deveria ser perfurado o poço de tal modo que a máxima quantidade de petróleo seja extraída naturalmente, graças a pressão do gás? Indique a posição na figura dada na folha de respostas e justifique sua conclusão com cálculos.

I – 4 (0.5 pontos)

Qual a massa máxima de petróleo extraído?

I-5 (2.0 pontos)

Encontre o fator OPC da jazida de acordo com o método no qual o petróleo jorra naturalmente.

I – 6 (1.0 ponto)

Após o processo de extração de petróleo cessar, qual a profundidade do poço adicional a ser perfurado para a obtenção do petróleo e gás restantes no interior da jazida. Indique a posição deste poço adicional na figura mostrada na folha de resposta. O poço existente pode ser usado para injetar a água.

I – 7 (1.5 pontos)

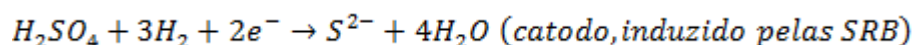
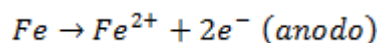
Estime a energia gasta para forçar a água para o interior do poço no sentido de obter o petróleo e o gás restantes em seu interior.

I – 8 (2.0 pontos)

Calcule o fator total OPC para tal jazida de acordo com a estratégia de extração definida acima.

Problema II: Corrosão de Metais

No problema anterior, os problemas na extração e produção na indústria petrolífera foram discutidos. Para realizar estas operações de maneira segura, o gerenciamento da integridade dos equipamentos é necessário. A ausência deste gerenciamento pode causar grandes acidentes, colocar vidas e o meio ambiente em perigo. A corrosão (oxidação de um metal) de equipamentos metálicos (oleodutos, tanques, veículos e bombas) é o principal problema do gerenciamento da integridade. Corrosão induzida por bactérias (Bactérias Redutoras de Sulfato, SRB em inglês) é amplamente observada em sistemas que contém água e é chamada de corrosão microbiológica. A corrosão microbiológica do aço baseada em ferro ocorre como descrito nas reações abaixo:



Nas dependências de indústrias petrolíferas, para o controle da corrosão microbiológica, amostras são coletadas (em condições anaeróbicas) e usadas em análises químicas e bacteriológicas. No campo petrolífero de Azeri-Chirag-Guneshli, localizado no mar Cáspio, duas amostras de água foram coletadas de duas plataformas de petróleo: a primeira é do campo Azeri e a segunda do campo Chirag. Foi identificado que a concentração inicial de FeS em Azeri e Chirag são $45,00 \frac{mg}{L}$ e $55,00 \frac{mg}{L}$ respectivamente.

Dois experimentos são feitos usando estas amostras. No primeiro experimento, $40,00 \text{ ml}$ da primeira amostra (Azeri) e $60,00 \text{ ml}$ da segunda amostra (Chirag) foram misturadas num recipiente com um prego feito de ferro com $2g$ de massa. A mistura foi mantida num ambiente anaeróbico, adequado para o crescimento bacteriano. Um precipitado preto começou a aparecer gradualmente no recipiente, e 30 dias depois, a quantidade de precipitado era $0.1936g$. No segundo experimento, $60,00 \text{ ml}$ da primeira amostra e $40,00 \text{ ml}$ da segunda amostra foram usadas, e submetidas a um procedimento idêntico ao anterior. Porém, neste caso, após 30 dias, a quantidade de precipitado foi $0.1584g$.

A concentração de precipitado acumulado foi medida durante os experimentos, com isso, obteve-se os gráficos cinéticos (veja Figura II – 1). A concentração de células SRB também cresceu com a acumulação de precipitado. Gráficos cinéticos são mostrados na Figura II – 2 descrevem o crescimento do número de células SRB nos dois recipientes com misturas das amostras {as massas atômicas são $Fe = 56, S = 32$ }

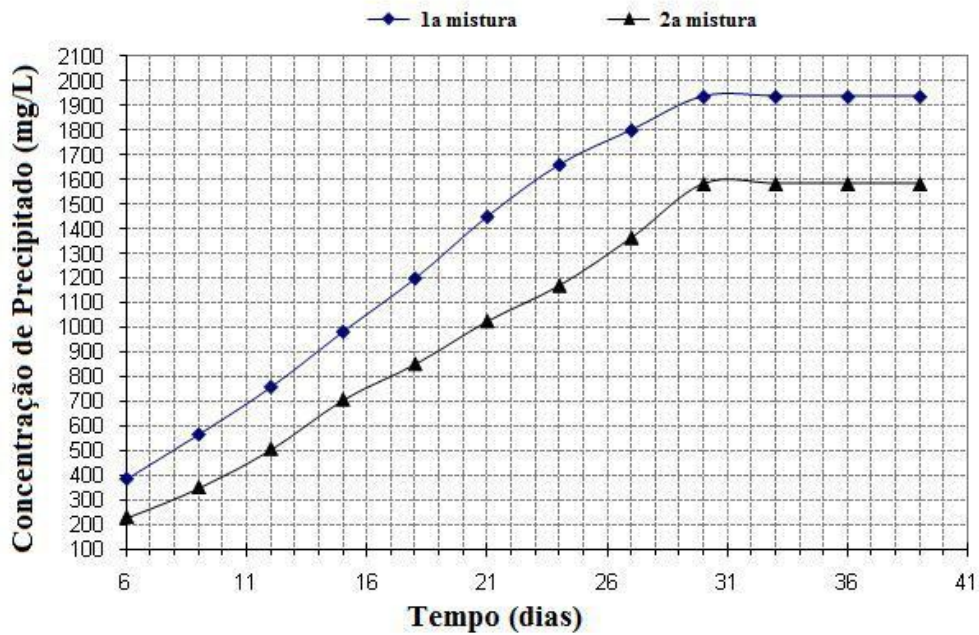


Figura II – 1.

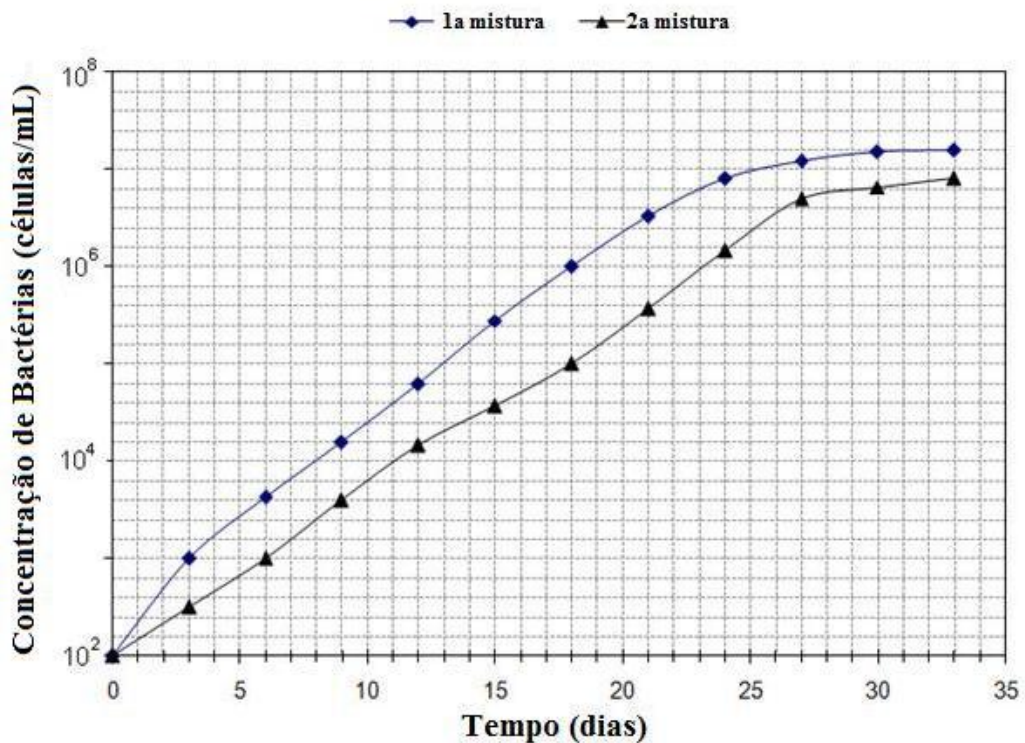


Figura II – 2

II – 1 (0.4 pontos)

Escreva a reação global de oxidação – redução do ferro induzida pelas células SRB.

II – 2 (1.1 ponto)

Ache a concentração (em mg/L) de FeS nas duas misturas no instante inicial ($t = 0$, no momento que foram misturadas) assumindo que a reação de oxidação-redução ainda não havia começado.



II – 3 (0.3 pontos)

Escreva a formula do precipitado formado nos recipientes durante os experimentos.

II – 4 (1.2 ponto)

Encontre a concentração (mol/L) de H_2SO_4 na primeira e segunda misturas no instante inicial ($t = 0$, no momento que foram misturadas) assumindo que a reação de oxidação-redução ainda não havia começado. Considere que todo H_2SO_4 nas misturas foi reduzido nos 30 dias.

II – 5 (2.0 pontos)

Encontre a concentração (mol/L) de H_2SO_4 nas amostras coletadas das plataformas de Azeri e Chirag. Considere que todo H_2SO_4 nas misturas foi reduzido nos 30 dias.

II – 6 (1.0 ponto)

Calcule a porcentagem da massa do prego de ferro perdida como resultado da corrosão em cada mistura.

II – 7 (0.8 pontos)

Calcule a taxa de corrosão média do prego (mg/ano) (um ano tem 365 dias) em cada mistura baseado nos dados dos 30 dias. $\text{Taxa de Corrosão} = \frac{\text{perda de massa do metal}}{\text{tempo}}$.

II – 8 (0.5 pontos)

Por que a concentração do precipitado preto é constante após 30 dias na Figura II – 1? Escolha a causa correta e a escreva na folha de respostas.

- a) O ferro do prego e H_2SO_4 estavam em excesso c) H_2SO_4 foi consumido
b) FeS inibiu a reação de corrosão d) O prego de ferro reagiu totalmente

II – 9 (2.2 pontos)

Use os gráficos mostrados nas duas figuras (Figura II – 1 e Figura II- 2) para identificar a concentração (celulas/mL) de células bacterianas em ambas as misturas; e a concentração de precipitado (mg/L) na segunda mistura, quando a quantidade de precipitado preto na primeira mistura foi 0.12 g .

II – 10 (0.5 pontos)

Como mudaria a quantidade de precipitado negro no fim de 30 dias se um grande prego com 10 g fosse usando, ao invés do de 2 g ? Escolha uma das respostas abaixo:

- a) cresceria 5 vezes; b) diminuiria 5 vezes; c) nenhuma alteração;
d) cresceria 2 vezes; e) diminuiria 2 vezes;

Problema III: Desenvolvimento embrionário humano

A fertilização acontece no oviduto, e em seguida o zigoto resultante começa a se dividir. A terceira divisão é completada aproximadamente 72 horas após a fertilização. Nesse estágio, um processo chamado *compactação* ocorre. Por volta de 7 dias após a fertilização, o embrião já conta com mais de 100 células organizadas em volta de uma *cavidade central* (1). Esse estágio embrionário é conhecido como blástula.

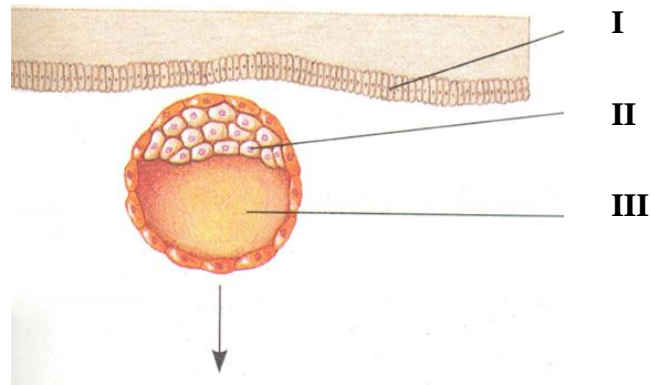


Figura III – 1.

A *massa interna celular da blástula* (2) tem a forma de um disco plano com uma camada de células superior, o *epiblasto* (3), e uma camada inferior, o *hipoblasto* (4). O epitélio externo que envolve a cavidade da blástula é o *trofoblasto* (5).

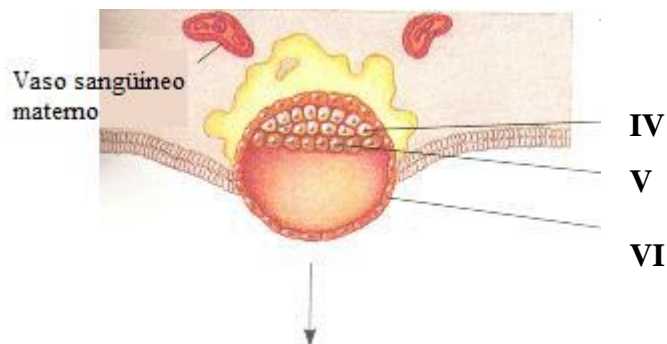
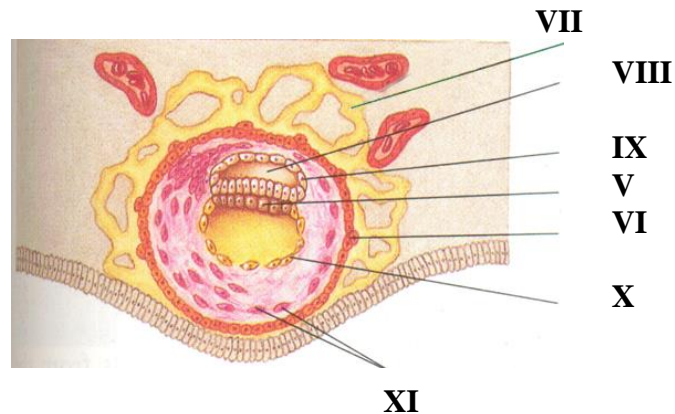


Figura III – 2.

O trofoblasto, junto com o tecido da *mesoderme*(6) formará alguns órgãos internos. O embrião se desenvolverá a partir das células do epiblasto, enquanto o hipoblasto formará o *saco vitelínico* (7). No estágio da blástula, o embrião começa a se implantar no *endométrio* (8) do útero. Após a implantação, o trofoblasto fica mais espesso dentro do tecido materno envolvente, estendendo protuberâncias. O trofoblasto então desenvolve o *córiorio* (9) e continua se expandindo no endométrio. O epiblasto forma o *âmnion* (10), o qual envolve a *cavidade amniótica* (11) preenchida de fluido. As células da mesoderme também são derivadas do epiblasto.



XI
Figura III – 3.

III – 1 (2.2 pontos)

A partir das informações acima, faça a correspondência entre as estruturas mencionadas no texto e os itens indicados nas ilustrações (Figuras III – 1, III – 2, e III – 3).

III – 2 (0.8 pontos)

- Qual, dentre as partes do embrião indicadas nas figuras, será a placenta?
- Para detectar anomalias hereditárias, uma técnica especial utiliza o fluido obtido do saco que envolve o feto. Escolha o item correto da figura III – 3 que indica a parte da qual uma amostra do fluido é extraída para análise.

III – 3 (1.0 ponto)

Pesquisas mostraram que certas substâncias químicas secretadas pelo trofoblasto enfraquecem o sistema imunológico humano. Qual dos eventos listados abaixo essa função do trofoblasto previne?

- Invasão dos antígenos maternos no sangue do feto
- Infecção do embrião por um vírus
- Rejeição do embrião
- Bloqueio do desenvolvimento do trofoblasto pelo endométrio

III – 4 (0.5 pontos)

Calcule o número de células no embrião no momento em que a compactação ocorre.

III – 5 (0.9 pontos)

O sistema nervoso é um dos primeiros sistemas orgânicos formados no desenvolvimento embrionário. A parte anterior do tubo neural se desenvolve formando o cérebro, cujas diferentes partes controlam funções distintas do corpo.

Faça a correspondência entre o evento (A), o processo celular (B) e a estrutura subcelular (C) responsável pela mudança mostrada na Figura III – 4. (*exemplo: I-a-1*).

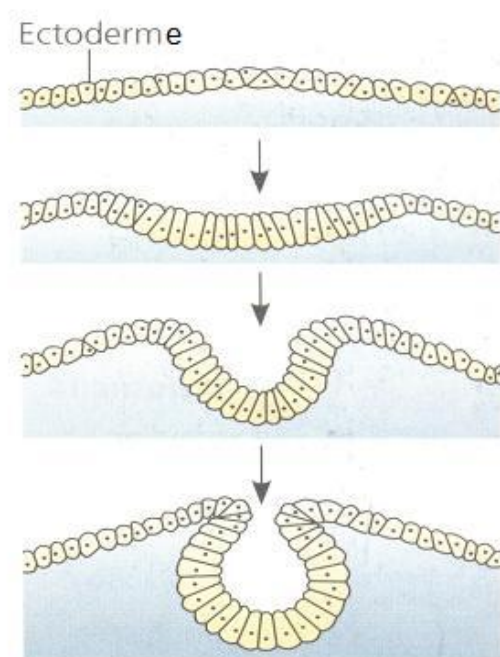


Figura III – 4.

- A.
- I. Implantação de um embrião no endométrio
 - II. Organogênese
 - III. Formação do tubo neural
 - IV. Formação do saco amniótico
- B.
- a. Respiração celular
 - b. Mudança da forma da célula
 - c. Destruição celular
- C.
- 1. Vacúolo contrátil
 - 2. Mitocôndria
 - 3. Esqueleto celular
 - 4. Parede celular

Em seres humanos, dois gânglios no hipotálamo – os Núcleos Supraquiazimáticos (SCN em inglês) recebem sinais nervosos diretamente da retina e se conectam com a glândula pineal. O SCN e a glândula pineal provavelmente interagem para determinar o relógio biológico.

O SCN avisa a glândula pineal quando ela deve produzir melatonina, um hormônio que promove o sono. Melatonina é um hormônio produzido a partir do aminoácido triptófano. Este aminoácido, quando obtido através do alimento, é convertido em serotonina, e de serotonina em melatonina, graças à enzimas específicas que controlam essas conversões. Duas dessas enzimas são mostradas na Figura III – 5.

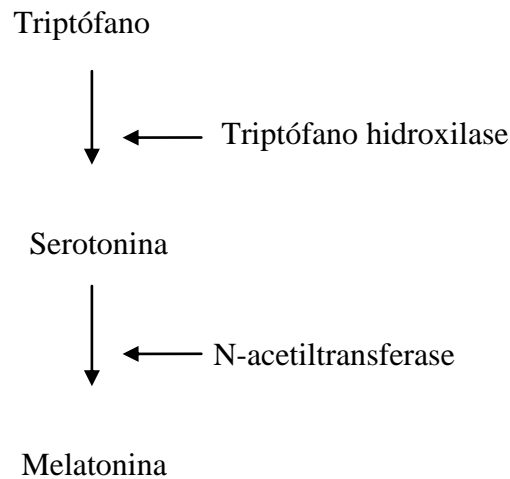


Figura III – 5.

A atividade das enzimas que controlam a conversão de serotonina em melatonina é inibida pela luz. Mostra-se que luz, especialmente com os comprimentos de onda entre 450-500 nm (Figura III – 6), elimina a produção de melatonina. Durante o dia, serotonina acumula-se na glândula pineal.

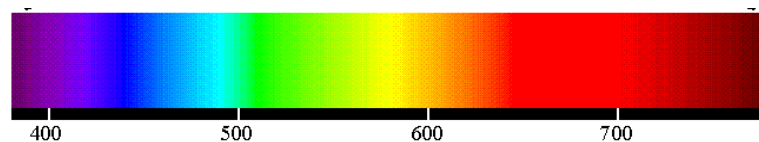


Figura III – 6. Espectro da luz visível

III – 6 (0.3 pontos)

Sr. Huseynli tem 75 anos e sofre de insônia, um distúrbio do sono. Os níveis de melatonina no sangue dele e no sangue de um homem de 30 anos saudável foram medidos. Qual das curvas da figura III – 7 mostra o nível de melatonina do Sr. Huseynli? Escolha a curva correspondente.

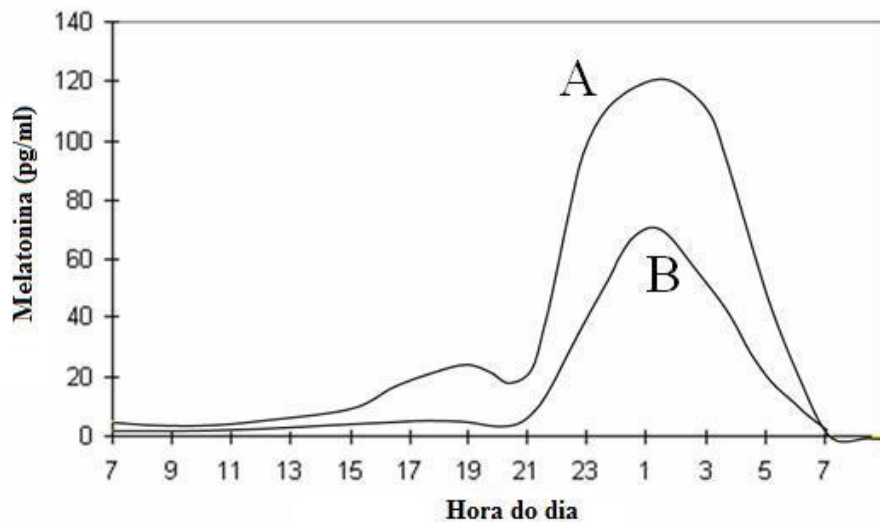


Figura III – 7.

III – 7 (1.0 ponto)

O óculos bloqueador de que cor seria aconselhável ao Sr. Huseynli para resolver o problema de sono dele? Sabe-se que ele precisa se ajustar para dormir mais cedo. Escolha a resposta correta abaixo:

- a. verde
- b. azul
- c. amarela
- d. vermelha
- e. laranja

III – 8 (0.6 pontos)

Qual das enzimas está envolvida na produção de serotonina? Escolha a curva correspondente.

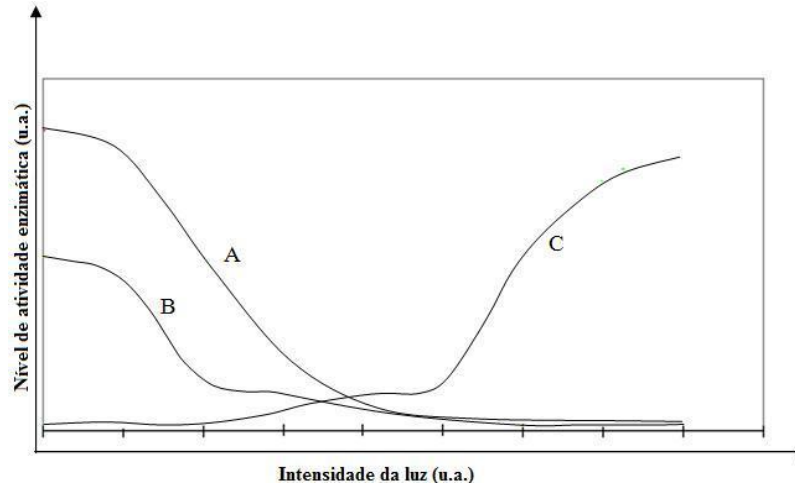


Figura III – 8.

III – 9 (1.5 pontos)

O que você sugere que acontece com a atividade da N-acetiltransferase durante os seguintes períodos de tempo?

1. das 19:00 às 23:00
2. das 23:00 às 02:00
3. das 02:00 às 07:00.

Marque com um X a alternativa apropriadas na folha de respostas:

a. aumenta

b. diminui

c. se mantém constante

III – 10 (1.2 pontos)

Qual a explicação mais provável para a glândula pineal ser chamada de “terceiro olho” em peixes, anfíbios, répteis e aves? Escolha a alternativa correta.

- a. Luz é capaz de atravessar a parte fina do crânio desses animais e é detectada pela glândula pineal.*
- b. A glândula pineal é muito grande.*
- c. A glândula pineal está situada entre os olhos.*
- d. Os impulsos nervosos dos olhos vão diretamente às glândulas pineais.*