



OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS

OBC 2016 – Fase Final – 10 de setembro de 2016

**Preencha IMEDIATAMENTE o seu código OBC  
tanto no Caderno 2 quanto na Folha de Respostas!!**

CÓDIGO OBC

**CADERNO**

**2**

USO EXCLUSIVO DA ORGANIZAÇÃO

	TESTES	FÍSICA				QUÍMICA				BIOLOGIA				QUESTÕES	TOTAL
Máximo	30,0	10,0				10,0				10,0				30,0	60,0
Nota 1															
Nota 2															
Nota 3															
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		

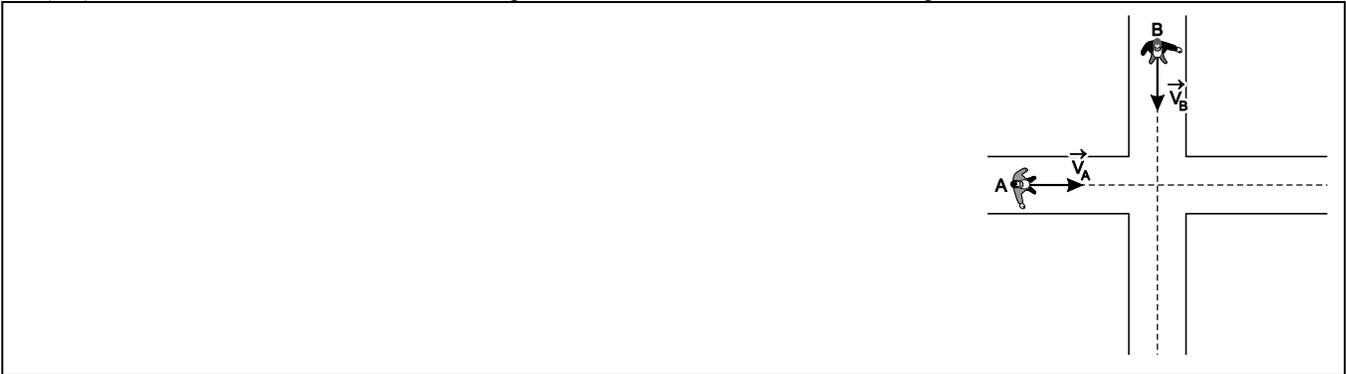
A. (0,7)	B. (0,6)	C. (0,7)	D. (1,0)	NOTA 1 (3,0)	NOTA 2 (3,0)

## FÍSICA

### Questão 01

(3,0) Duas pessoas, A e B, de mesma massa  $m_A = m_B = 50$  kg, caminham em ruas perpendiculares, com velocidades constantes. Com isso, a quantidade de movimento total do sistema formado pelas duas pessoas tem módulo  $100$  kg.(m/s). Os vetores da quantidade de movimento e da velocidade da pessoa A formam um ângulo  $\theta$  tal que  $\text{sen}(\theta) = 0,60$  e  $\text{cos}(\theta) = 0,80$ .

a. (0,7) Determine o módulo da velocidade da pessoa A e o módulo da velocidade da pessoa B.

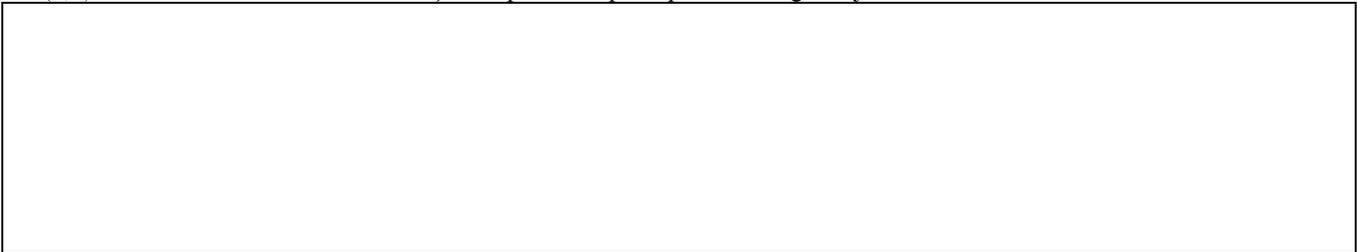


b. (0,6) Represente o vetor da velocidade relativa da pessoa A em relação à pessoa B e calcule seu módulo.

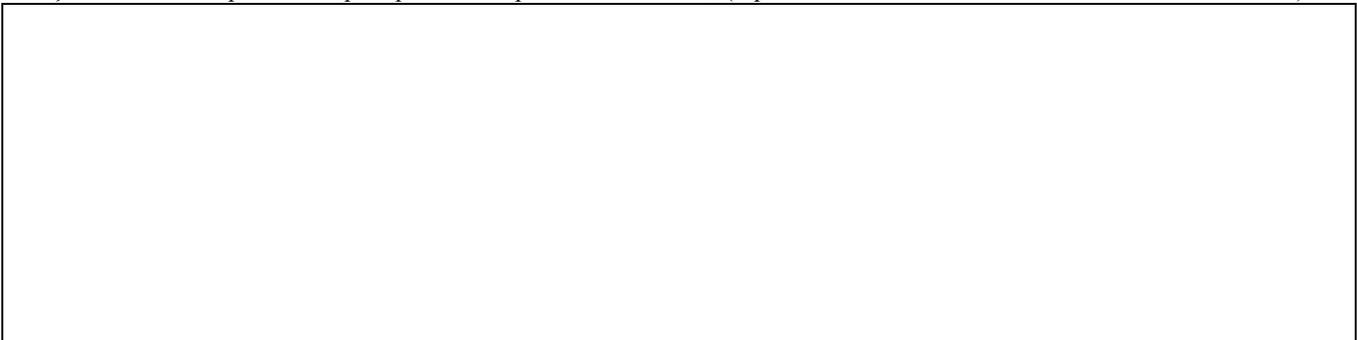


No instante  $t_0$  em que as duas pessoas estão a  $32$  metros do centro do cruzamento, a pessoa B passa a andar em movimento uniformemente variado, com aceleração na mesma direção de sua velocidade.

c. (0,7) Determine o módulo da aceleração da pessoa B para que elas cheguem juntas ao centro do cruzamento.



d. (1,0) Faça um esboço do gráfico do módulo da quantidade de movimento total do sistema formado pelas duas pessoas em função da distância percorrida pela pessoa B a partir do instante  $t_0$  (represente a faixa de distância variando de  $0$  a  $150$  m).



A. (0,7)	B. (0,6)	C. (0,8)	D. (0,9)	NOTA 1 (3,0)	NOTA 2 (3,0)

CÓDIGO OBC

Caderno 2  
página 3

*Questão 02*

(3,0) Uma mistura de gelo e água líquida a  $0^{\circ}\text{C}$  e sob pressão normal é colocada num recipiente de capacidade térmica desprezível e termicamente isolado. O sistema foi aquecido até a total fusão do gelo. O volume do conteúdo diminuiu de  $1,0\text{ cm}^3$ , a  $0^{\circ}\text{C}$ .

Calor latente específico de fusão do gelo:  $80\text{ cal/g}$

Densidade do gelo a  $0^{\circ}\text{C}$ :  $0,90\text{ g/cm}^3$

$1\text{ cal} = 4\text{ J}$

Calor específico da água:  $1,0\text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$

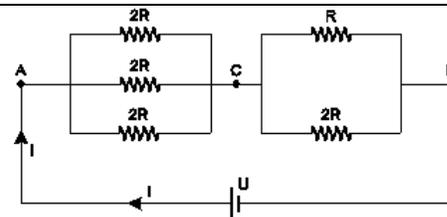
Densidade da água líquida a  $0^{\circ}\text{C}$ :  $1,0\text{ g/cm}^3$

a. (0,7) Qual é a massa de gelo que sofre fusão?

b. (0,6) Qual é a quantidade de calor que foi absorvida pela mistura gelo e água?

Logo ao final da fusão do gelo, toda a água do recipiente, cuja massa é  $150\text{g}$ , passa a receber calor de um aquecedor elétrico, cujo circuito está desenhado a seguir.

c. (0,8) Sendo  $U = 4\text{V}$  e  $R = 1\Omega$ , determine a intensidade da corrente  $I$ .



d. (0,9) Determine o tempo necessário para aquecer a água líquida deste recipiente de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $10^{\circ}\text{C}$  com a potência dissipada por todos os resistores do aquecedor elétrico esquematizado.

A. (0,7)	B. (0,6)	C. (0,7)	NOTA 1 (2,0)	NOTA 2 (2,0)

*Questão 03*

(2,0) Uma pessoa encontra-se a 50 cm de um espelho plano vertical, de modo a ver a imagem de um poste vertical AB de 2,0 m de altura e situado a 3,5 m do espelho. A pessoa tem 1,82 m de altura e a distância dos olhos O ao solo é de 1,76 m.

a. (0,7) Qual a dimensão mínima vertical que o espelho deve ter para que a pessoa possa ver inteiramente a imagem do poste?

b. (0,6) Nas condições do item a) determine a que distância a borda inferior do espelho deve ser mantida do solo.

O espelho com a dimensão e a altura indicadas nos itens a) e b) é transladado de 30 cm em direção perpendicular à sua face espelhada. O sentido desta translação do espelho é tal que a pessoa, que permanece na mesma posição, não consegue mais enxergar inteiramente a imagem do poste.

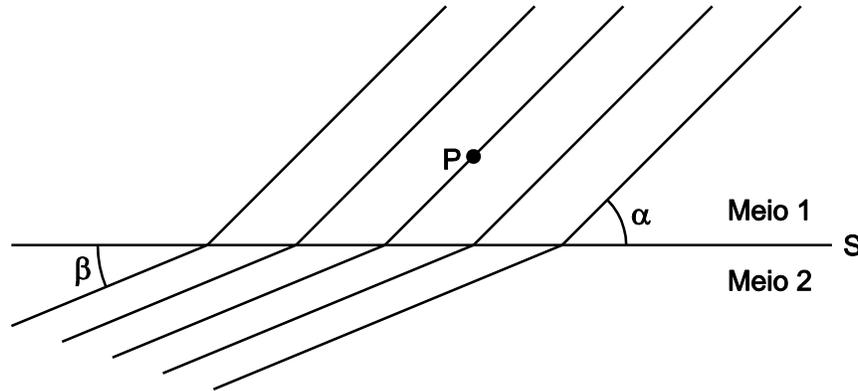
c. (0,7) Indique se o espelho foi afastado ou aproximado da pessoa e calcule a distância que separa a antiga da nova imagem do poste.

A. (0,8)	B. (1,2)	NOTA 1 (2,0)	NOTA 2 (2,0)

CÓDIGO OBC

Questão 04

(2,0) Frentes de onda passam de um meio 1 para outro meio 2, ambos homogêneos, conforme indica a figura. Sabe-se que  $\alpha = 53^\circ$  e  $\beta = 37^\circ$  ( $\text{sen}53^\circ=0,80$ ;  $\text{sen}37^\circ=0,60$ ).



a. (0,8) Represente no próprio desenho acima o raio incidente R que passa pelo ponto P, o correspondente raio refratado R', a reta normal N pelo ponto de incidência na superfície de separação S e os valores dos ângulos de incidência e de refração. Note que o que está representado no desenho anterior são as frentes de onda.

b. (1,2) A tabela a seguir indica o módulo da velocidade de propagação da onda no meio 2 e a distância entre duas frentes de ondas sucessivas no meio 1. Preencha os campos em branco e justifique mostrando os cálculos.

	Meio 1	Meio 2
Módulo da velocidade de propagação da onda		60 m/s
Distância entre duas frentes de ondas sucessivas	4,0 cm	
Frequência da onda		

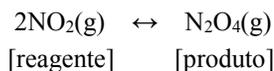
Cálculos e justificativas:

A. (0,6)	B. (0,3)	C. (0,6)	NOTA 1 (1,5)	NOTA 2 (1,5)

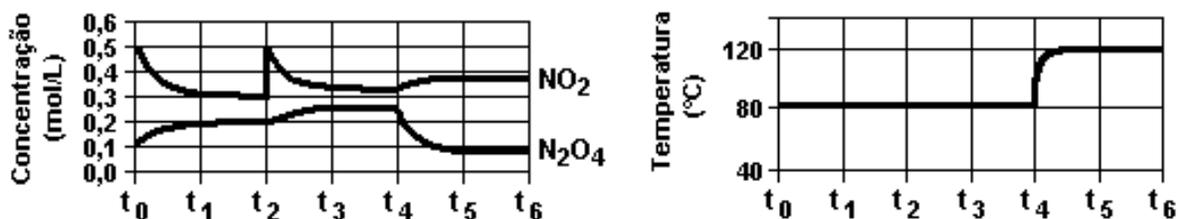
## QUÍMICA

### Questão 05

(1,5) Observe a reação química:



O gráfico concentração versus tempo a seguir apresenta alterações na concentração das substâncias  $\text{NO}_2$  e  $\text{N}_2\text{O}_4$  a pressão constante. O diagrama auxiliar de temperatura versus tempo permite analisar a dinâmica da reação apresentada; observe que a reação se dá a uma temperatura de  $80^\circ\text{C}$  no intervalo de tempo de  $t_0$  a  $t_4$  e de  $120^\circ\text{C}$  entre  $t_5$  e  $t_6$ .



a. (0,6) Escreva a equação da constante de equilíbrio ( $K_c$ ) e calcule o seu valor numérico referente à reação a  $80^\circ\text{C}$ .

b. (0,3) Com base nos gráficos, explique se a reação é endotérmica ou exotérmica.

c. (0,6) Indique o efeito sobre o equilíbrio químico causado pelos fatores a seguir:

c.i. abaixamento da pressão por aumento do volume do recipiente:

c.ii. adição de um catalisador ao sistema:

A. (0,8)	B. (0,4)	C. (0,7)	D. (0,5)	E. (0,6)	NOTA 1 (3,0)	NOTA 2 (3,0)

CÓDIGO OBC

Caderno 2  
página 7

### Questão 06

(3,0) O ácido nítrico é um importante produto industrial. Uma das formas de obtê-lo é passar amônia e ar, sob pressão, por um catalisador a cerca de 850 °C, ocorrendo a formação de monóxido de nitrogênio e água. O monóxido de nitrogênio, em presença do oxigênio do ar, se transforma no dióxido que, reagindo com a água, forma ácido nítrico e monóxido de nitrogênio.

a. (0,8) Escreva as equações balanceadas das três etapas de produção do ácido nítrico através do processo mencionado.

b. (0,4) Apresente a fórmula estrutural do ácido nítrico.

Uma solução de ácido nítrico concentrado, de densidade 1,40 g/cm<sup>3</sup>, contém 9,0% em massa de ácido nítrico.

c. (0,7) Determine a concentração de ácido nítrico, em mol/L.

d. (0,5) Determine o volume dessa solução necessário para preparar 250,0 mL de solução 0,5 mol/L.

Três frascos contêm soluções a 25 °C com diferentes pH. 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.

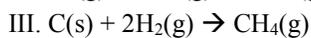
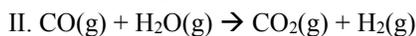
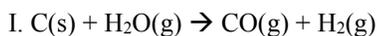
I	II	III
pH=3	pH=2	pH=?

e. (0,6) Determine o pH da solução III?

A. (0,4)	B. (0,7)	C. (0,6)	D. (0,6)	E. (0,7)	NOTA 1 (3,0)	NOTA 2 (3,0)

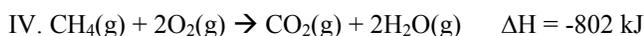
Questão 07

(3,0) As reações de oxirredução I, II, III, descritas a seguir, compõem o processo de produção do gás metano a partir do carvão, que tem como subproduto o dióxido de carbono. Nessas reações, o carvão está representado por C(s) em sua forma alotrópica mais estável.



substâncias	entalpia de formação (kJ x mol <sup>-1</sup> )
H <sub>2</sub> O(g)	-242
CO(g)	-110
CO <sub>2</sub> (g)	-393

Entre as vantagens da utilização do metano como combustível estão a maior facilidade de distribuição, a queima com ausência de resíduos e o alto rendimento térmico. O alto rendimento térmico pode ser observado na equação termoquímica IV a seguir. São dadas na tabela as entalpias de formação de algumas substâncias.



a. (0,4) Identifique os agentes redutores nas equações II e III

Equação II:

Equação III:

b. (0,7) Calcule a variação de entalpia da equação termoquímica que representa a produção do metano a partir do carvão.

c. (0,6) Quantos litros de O<sub>2</sub>(g) a 1,00 atm e 27°C seriam necessários para reagir com 40g de gás metano na reação IV?

d. (0,6) Identifique a geometria molecular e a polaridade do CH<sub>4</sub>. Indique também o tipo de ligação entre os átomos do CH<sub>4</sub>.

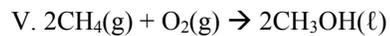
Geometria molecular do CH<sub>4</sub>:

Polaridade do CH<sub>4</sub>:

Tipo de ligação entre os átomos do CH<sub>4</sub>:

**Questão 07 (cont.)**

O metano também pode ser utilizado para a obtenção do metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), um combustível líquido que tem sido utilizado como substituto da gasolina e que pode ser produzido conforme a reação V.



Dado que:

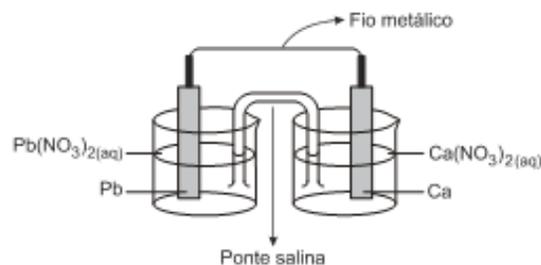


e. (0,7) Calcule a variação de entalpia ( $\Delta H$ ) da reação V em função de X, Y e Z.

A. (0,8)	B. (0,4)	C. (0,8)	D. (0,5)	NOTA 1 (2,5)	NOTA 2 (2,5)

Questão 08

(2,5) Uma solução de nitrato de chumbo II pode ser utilizada para gerar uma célula eletroquímica, conforme figura a seguir. Esta célula foi montada unindo-se uma semipilha do metal chumbo, mergulhado em solução 1 mol/L de nitrato de chumbo II, a outra semipilha do metal cálcio, mergulhado em solução 1 mol/L de nitrato de cálcio.



Dados: Potenciais de redução

$$E^0_{\text{Ca}^{2+}/\text{Ca}} = -2,87 \text{ V}, \quad E^0_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,13 \text{ V}$$

a. (0,8) Escreva as equações das 2 semipilhas, indicando qual delas se refere ao catodo, e escreva a equação global da célula.

b. (0,4) Calcule o valor da diferença de potencial padrão.

Uma outra solução de nitrato de chumbo II foi utilizada em um experimento em que foram misturadas duas soluções aquosas a 25°C, cada uma com volume igual a 500 mL. Uma delas tem como soluto o brometo de potássio na concentração de 0,04 mol/L, além da já mencionada solução que tem como soluto o nitrato de chumbo II. Esta mistura reagiu completamente, produzindo uma solução saturada de brometo de chumbo II, cuja constante do produto de solubilidade (Kps), também a 25°C, é igual a  $4 \times 10^{-6} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$ .

c. (0,8) Escreva a equação de Kps em função das concentrações de  $\text{Pb}^{2+}$  e  $\text{Br}^-$  e calcule a concentração, em mol/L, de  $\text{Pb}^{2+}$  na solução final de 1L.

d. (0,5) Calcule a concentração, em mol/L, da solução inicial de nitrato de chumbo II.

A. (0,9)	B. (0,4)	C. (0,6)	D. (0,6)	NOTA 1 (2,5)	NOTA 2 (2,5)

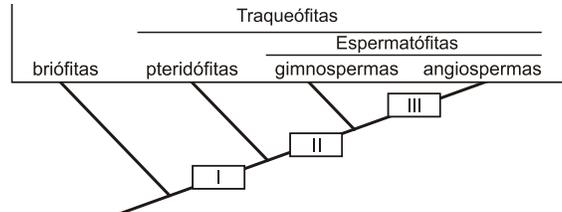
CÓDIGO OBC

Caderno 2  
página 11

## BIOLOGIA

### Questão 09

(2,5) O esquema a seguir representa um sistema de classificação do Reino Plantae.



a. (0,9) Os algarismos romanos representam a aquisição de estruturas que permitiram a evolução das plantas. Quais são as estruturas representadas por I, II e III?

I:

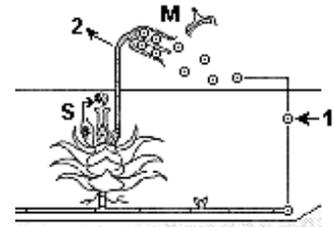
II:

III:

b. (0,4) A figura ao lado corresponde a qual grupo? A sua fase duradoura é o esporófito ou o gametófito?

Grupo:

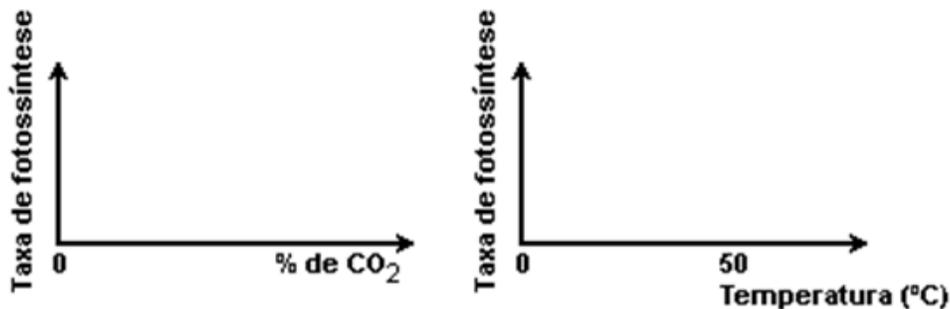
Fase duradoura:



c. (0,6) Complete o trecho a seguir sobre a dupla fecundação característica das angiospermas.

A dupla fecundação consiste dos dois núcleos espermáticos produzidos pelo(a) \_\_\_\_\_, um se funde ao núcleo do(a) \_\_\_\_\_, formando o zigoto que dará origem ao embrião. O outro núcleo espermático funde-se aos dois núcleos polares da célula central do(a) \_\_\_\_\_, originando uma célula triploide que, após sucessivas mitoses, originará o(a) \_\_\_\_\_ que nutrirá o embrião.

d. (0,6)  $\text{CO}_2$  e temperatura são dois importantes fatores que influenciam o processo de fotossíntese. Em uma das coordenadas trace a curva que representa a variação na taxa de fotossíntese em resposta à concentração de  $\text{CO}_2$  e, na outra, em resposta à variação de temperatura.

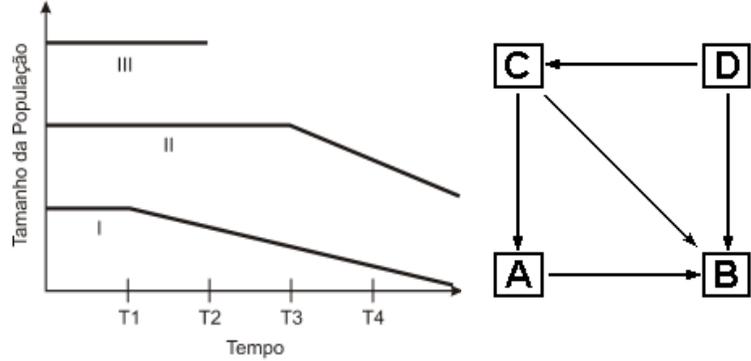


A. (0,4)	B. (0,8)	C. (0,4)	D. (0,4)	NOTA 1 (2,0)	NOTA 2 (2,0)

Questão 10

(2,0) No gráfico abaixo, está representada a variação no tamanho das populações de três organismos ao longo de um período de tempo. As populações são de um herbívoro, da planta que lhe serve de alimento e do predador deste herbívoro. Enquanto isso, o esquema mostra as relações tróficas entre 4 espécies (as 3 do gráfico e um decompositor).

Em determinado momento, a população de predadores começou a declinar devido a uma doença, o que refletiu no tamanho das duas outras populações.



a. (0,4) Complete no próprio gráfico a curva III, esboçando as consequências referentes às alterações observadas nas curvas I e II.

b. (0,8) Complete a tabela a seguir, indicando a curva referente aos herbívoros (II ou III) e a letra referente aos herbívoros, aos seus predadores e aos decompositores (A, B, C ou D).

Papel	Curva	Letra
Herbívoro		
Predador	I	
Decompositor	----	

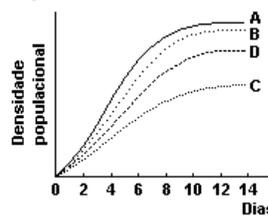
Os gráficos a seguir apresentam a densidade populacional de 4 espécies A, B, C e D, distintas dos gráficos anteriores, separadamente (gráfico I) e reunidas duas a duas (gráficos II, III e IV), fornecendo-lhes diariamente quantidades constantes de alimento. Os gráficos mostram as curvas de crescimento populacional das espécies nas diferentes situações.

c. (0,4) Que tipo de relação ecológica existe entre os pares indicados?

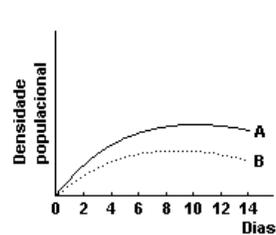
i. A e B:

ii. C e D:

I. Espécies A, B, C e D cultivadas separadamente.



II. Espécies A e B cultivadas juntas.

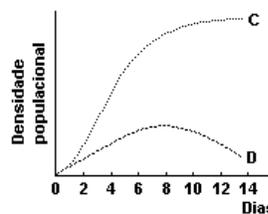


d. (0,4) Indique um par de espécies que ocupam o mesmo nicho ecológico e um par de espécies que ocupam nichos distintos.

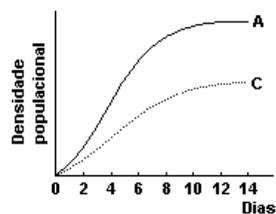
i. mesmo nicho:

ii. nichos distintos:

III. Espécies C e D cultivadas juntas.



IV. Espécies A e C cultivadas juntas.

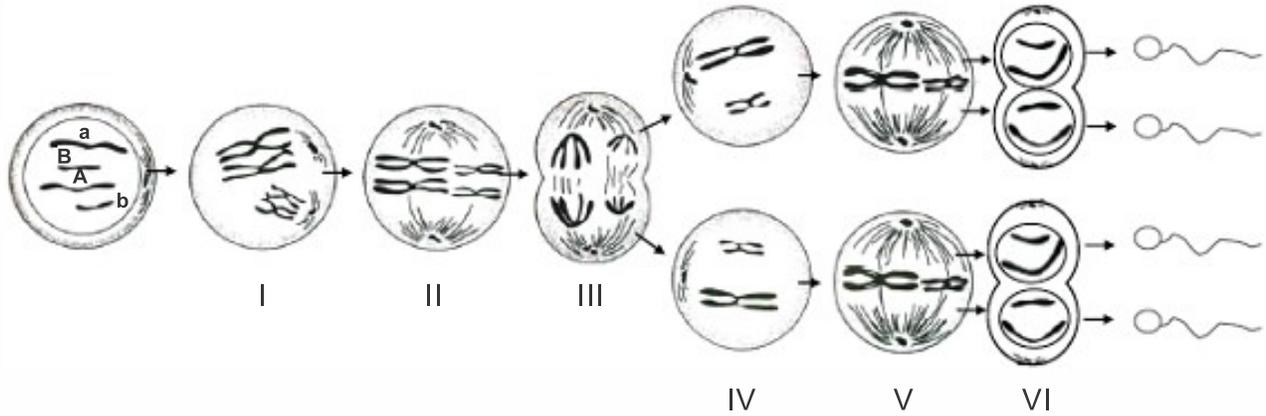


A. (0,8)	B. (0,5)	C. (0,5)	D. (0,7)	NOTA 1 (2,5)	NOTA 2 (2,5)

CÓDIGO OBC

Questão 11

(2,5) A gametogênese é fundamental para o sucesso reprodutivo dos animais. No homem, a espermatogênese é um processo que garante a produção dos gametas e ocorre nos testículos. A figura adiante ilustra algumas fases desse processo.



a. (0,8) Complete os campos da tabela a seguir, indicando os numerais romanos e os nomes das fases da meiose referentes aos eventos listados na primeira coluna.

Evento	Numeral romano	Fase da meiose
Crossing over		
Centríolos duplicam novamente	IV	
Cromossomos homólogos pareados		

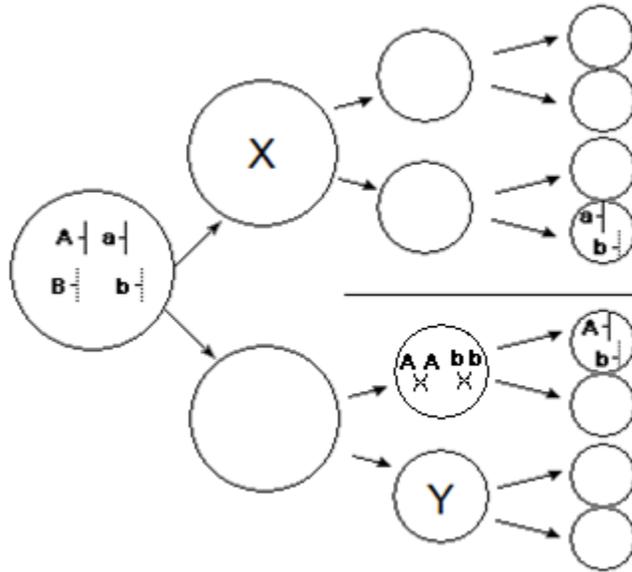
b. (0,5) Indique a característica cromossômica relacionada à Síndrome de Down e aponte qual ou quais os nomes das fases que podem originar esta síndrome.

Característica:

Nome(s) da(s) fase(s):

Questão 11 (cont.)

O esquema a seguir ilustra de forma sintética o processo de formação de gametas de um indivíduo de genótipo AaBb.



c. (0,5) Seguindo o modelo das células já preenchidas, complete o esquema referente às indicadas por X e Y.

X	Y

Considere que os genes A e B estão envolvidos na determinação da cor das flores. O alelo A permite a formação de pigmentos e é dominante sobre o alelo a, que inibe a manifestação da cor. O alelo B determina a cor vermelha e é dominante sobre o alelo b, que determina a cor rosa.

d. (0,7) Se uma planta de flores vermelhas, oriunda das sementes de uma planta de flores brancas (aabb), é autofecundada, que fenótipos são esperados na descendência e em que proporções?

	Fenótipos	Proporções

A. (0,5)	B. (0,6)	C. (1,0)	D. (0,6)	E. (0,3)	NOTA 1 (3,0)	NOTA 2 (3,0)

CÓDIGO OBC

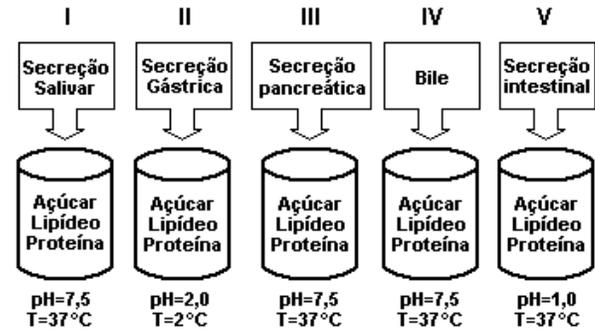
Caderno 2  
página 15

### Questão 12

(3,0) “O ser humano está adaptado estrutural e funcionalmente aos seus hábitos e ao meio em que vive. Para isso, foi necessário o desenvolvimento de diversas características e processos metabólicos.” (Aristóteles, data a.C.).

A respeito de algumas das muitas adaptações e controles metabólicos do ser humano, analise os problemas a seguir.

Secreções salivar, gástrica, pancreática, bile e intestinal foram adicionadas respectivamente aos tubos I, II, III, IV e V, contendo lipídeo, açúcar e proteína. Em seguida, os tubos foram submetidos às condições de pH e temperatura representadas na figura a seguir, sendo monitorados por um período de 10 minutos.

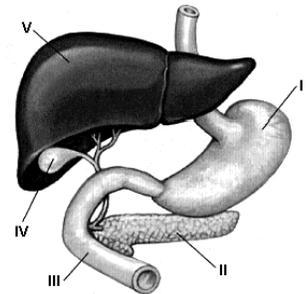


a. (0,5) Em qual ou quais tubos ocorre clivagem enzimática de macromoléculas, considerando as condições ideais para cada tipo de secreção durante o período avaliado?

b. (0,6) Sobre a bile, utilizada no tubo IV, indique o número romano e o nome dos órgãos onde ela é produzida e armazenada, com base na figura ao lado.

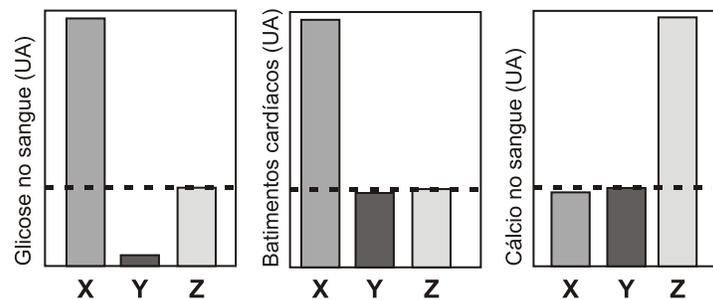
Órgão em que é produzida → número:                      nome:

Órgão em que é armazenada → número:                      nome:



São conhecidos os ditados populares que dizem que na paixão ocorre a desativação de áreas ligadas ao juízo crítico. Conjuntamente, os batimentos cardíacos aumentam e diferentes sensações têm sido descritas na literatura científica e poética em resposta ao estímulo da pessoa amada. Nesse processo, moléculas como a ocitocina, consideradas o hormônio do amor, atuam para que essas diferentes sensações atraiam os indivíduos.

Um pesquisador, estudando esse tipo de sinalização, aplicou uma concentração fixa de três hormônios em três grupos experimentais, separadamente, e observou o efeito de cada hormônio sobre alguns parâmetros fisiológicos, apresentado nos gráficos a seguir. A linha tracejada marca o nível basal do parâmetro avaliado antes do tratamento.



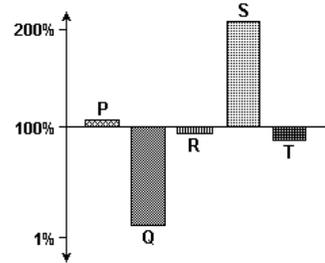
UA = unidades arbitrárias

Questão 12 (cont.)

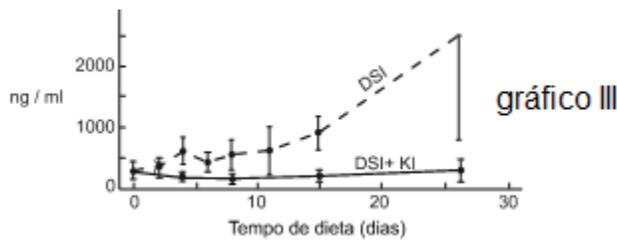
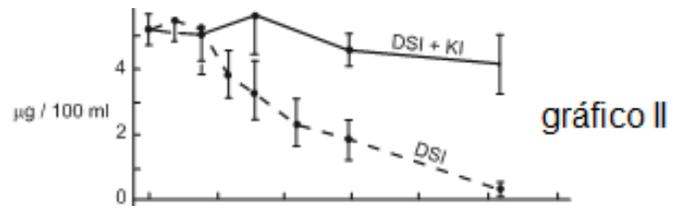
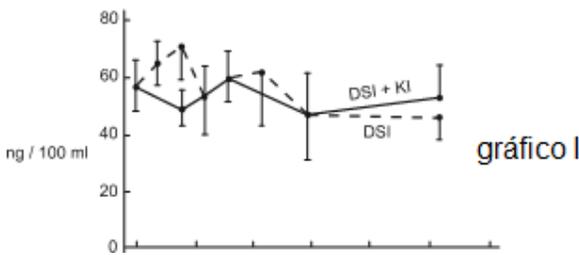
c. (1,0) Para cada um dos 2 hormônios a seguir, associe uma das letras X, Y e Z do gráfico anterior, indique o seu local de produção e apresente um hormônio que age em sentido oposto no respectivo controle metabólico.

Hormônio	Parahormônio	Insulina
Letra no gráfico		
Local de produção		
Hormônio com ação oposta		

Ao se fazer a dosagem dos hormônios identificados como P, Q, R, S e T no sangue de um paciente portador de bócio endêmico, afecção caracterizada pela deficiência alimentar de iodo, obteve-se o resultado resumido no gráfico adiante. Foram representadas nesse gráfico as variações percentuais das concentrações plasmáticas desses hormônios do paciente em relação às médias de seus respectivos valores normais de referência (consideradas como 100%).



Os gráficos I, II e III mostram como variam os níveis de 3 hormônios em grupos de pessoas submetidas a dietas diferentes: um grupo alimentado com uma dieta sem iodo (DSI), e o outro com a mesma dieta suplementada com iodeto de potássio (DSI + KI).



d. (0,6) Indique os hormônios identificados como Q e S.

Q:	S:
----	----

e. (0,3) Indique o gráfico referente ao hormônio S e justifique.

Número:	Justificativa:
---------	----------------