



Universidade de São Paulo
Pró-Reitoria de Graduação
Curso de Ciências Moleculares



**PROVA DE SELEÇÃO PARA INGRESSO NO BACHARELADO
EM CIÊNCIAS MOLECULARES**

29/06/2019

Nome: _____

Nº USP: _____

Número da prova:

Não escrever neste local!

INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA

- **O tempo total de execução da prova é de 3 (três) horas.**
- Coloque nome e número USP apenas nesta página (capa). **Não coloque nenhuma forma de identificação pessoal na frente ou verso das páginas das questões.** As provas serão numeradas conforme ordem de recebimento e corrigidas sem identificação. Provas identificadas poderão ser desclassificadas;
- Assine a lista de presença que será passada durante a prova;
- As questões devem ser respondidas com **caneta azul ou preta.**
- **A prova tem 10 páginas**, contendo questões numeradas de 1 a 7. **Confira se sua prova está completa;**
- A questão de inglês é eliminatória e **sua resposta é obrigatória para a convocação para a próxima etapa.** As demais questões são classificatórias e irão compor a nota final da prova escrita;
- Responda as questões utilizando a frente e o verso das folhas correspondentes. **Não responda na página de outra questão.** Avise a coordenação da prova caso precise de mais espaço.
- Há duas páginas finais dedicadas a rascunho, **nada escrito nelas será considerado na correção.** Por comodidade, essas páginas podem ser destacadas durante a prova, porém devem ser devolvidas ao final. **Não leve a prova, integral ou parcialmente, para casa.**
- Todos serão informados, até o final da prova escrita, sobre sua participação na segunda etapa (dinâmica de grupo), inclusive dia e horário.

Número da prova:

Nota da questão 1:

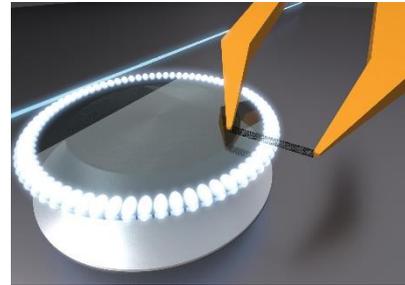
EXAME DE INGRESSO

CCM - 2019

Não escrever neste local!

Não escrever neste local!

QUESTÃO 1. NANO-VIOLÃO - No artigo “Real-time vibrations of a carbon nanotube”, publicado na Nature em janeiro de 2019, pesquisadores desenvolveram um sistema capaz de registrar as vibrações mecânicas de um nanotubo de carbono. O sistema consiste em um nanotubo posicionado no topo de uma microcavidade por meio de uma micropinça (conforme imagem ao lado). O índice de refração da cavidade muda conforme as vibrações do nanotubo se alteram e as frequências de oscilação da luz são monitoradas em tempo real. Além de registrarem as vibrações, eles foram capazes de controlar as frequências de vibração do nanotubo, esticando-o, através da pinça, como se estivessem tocando as cordas de um violão. A primeira música a ser tocada no nanoviolaço foi o hino da Universidade de Cornell, onde o trabalho foi desenvolvido.



a) Para descrever a vibração do nanotubo nesse nanoviolaço, os pesquisadores consideraram que o ressonador estaria sujeito a um potencial anarmônico assimétrico do tipo:

$$U(x) = \frac{1}{2}Kx^2 - \frac{1}{3}\alpha x^3$$

onde, K é a constante de mola e α é a constante de anarmonicidade, ambos com valores positivos. Esboce a curva desse potencial.

b) Assumindo que podemos tratar a vibração do nanotubo como uma corda de violão, as relações entre as frequências (f_1 e f_2) entre distintas cordas 1 e 2 podem ser dadas por:

$$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

onde μ_i e m_i são, respectivamente, a densidade linear de massa e a massa específica da corda i .

Proponha 4 cordas para compor um **nanocavaquinho** baseado nas propriedades físicas de nanotubos (comprimento, massa, diâmetro, densidade etc.), mas respeitando as relações entre as frequências das cordas de um cavaco real (**ré 300 Hz, sol 400 Hz, si 500 Hz, ré 600 Hz**). Considere que uma das cordas tenha diâmetro de 7nm, massa = 1,5 fg (femtograma, que equivale a 10^{-15} g) e comprimento linear de 105 nm.

c) A frequência gerada pelo nano-violão está fora do alcance do microfone mais sensível. Sugira uma maneira que nos permita ouvir o som desses nano instrumentos de corda.

RESPOSTA DA QUESTÃO 1:

Número da prova:

Nota da questão 2:

EXAME DE INGRESSO

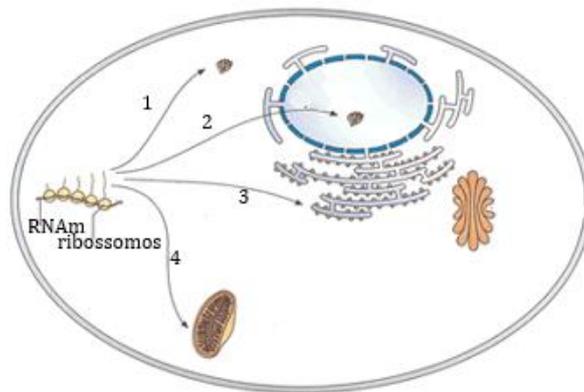
CCM - 2019

Não escrever neste local!

Não escrever neste local!

QUESTÃO 2. Alguns atletas de alto desempenho estão se submetendo ao chamado “doping genético” para alcançar desempenho cada vez maior nas competições. Uma das formas de doping genético consiste na injeção intramuscular de um plasmídeo carregando o gene da eritropoietina, fazendo essas células musculares produzirem o hormônio que estimula a proliferação de glóbulos vermelhos e, conseqüentemente, a oxigenação dos tecidos nestes esportistas. O tecido muscular possui duas cópias inativas do gene da eritropoietina, são as células do rim que produzem e secretam esse hormônio.

a) O esquema abaixo representa as possíveis rotas de síntese proteica (1 a 4). Indique a rota de síntese da eritropoietina nas células dos rins. Justifique.



b) Cite uma modificação que o gene da eritropoietina possui para que não seja expresso naturalmente no músculo.

c) Cite uma modificação que o DNA (gene e/ou plasmídeo) inserido no músculo precisaria ter para se expressar naquele tecido.

RESPOSTA DA QUESTÃO 2:

Número da prova:

Não escrever neste local!

Nota da questão 3:

Não escrever neste local!

EXAME DE INGRESSO

CCM - 2019

QUESTÃO 3. Ainda dentro do tema doping, o gás xenônio (Xe) passou a figurar, desde 2014, na lista de substâncias proibidas pela WADA (*World Anti-Doping Agency*). Isso ocorreu após denúncias de que atletas russos estavam usando esse gás em treinos para melhorar seu desempenho. Apesar de não se saber exatamente todos os seus mecanismos de atuação, sabe-se que esse gás, ao ser inalado, desloca o oxigênio, causando uma situação de hipóxia, que aumenta o teor da eritropoietina no sangue. A WADA proíbe métodos artificiais de aumento da eritropoietina no sangue. Com base nessas informações e em seus conhecimentos, responda:

- A mesma estratégia de doping usada para o Xe funcionaria se fosse usado o Hélio (He)? Justifique.
- Para identificação de doping, os laboratórios de análise tentam identificar no corpo do atleta a própria substância ou seus subprodutos, após serem metabolizados pelo corpo. Apesar do Xe ter sido proibido no esporte, uma polêmica se dá em como identificar esse doping, uma vez que o Xe é liberado do pulmão após o uso e não gera subprodutos metabólicos. Explique por que esse gás não gera subprodutos metabólicos em quantidades detectáveis.
- Apesar de não formar produtos metabólicos, uma série de moléculas com Xe já foram formadas em laboratório, como o XeF_6 e o XeO_2 . Desenhe a estrutura de Lewis dessas duas moléculas e responda por que os principais compostos de Xe são formados por ligações com Flúor e Oxigênio.

Dados:

Densidades	He: 0,18 kg/m ³	O ₂ : 1,43 kg/m ³
	N ₂ : 1,25 kg/m ³	Xe: 5,90 kg/m ³

Tabela periódica disponível na questão 5.

RESPOSTA DA QUESTÃO 3:

Número da prova:

Nota da questão 4:

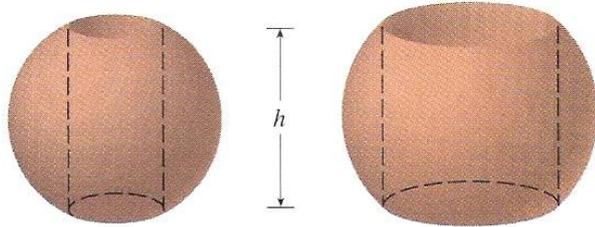
Não escrever neste local!

EXAME DE INGRESSO

CCM - 2019

Não escrever neste local!

QUESTÃO 4. Uma argola de guardanapo é descrita (os matemáticos acham que sim) como a parte que resta de uma esfera após retirarmos o miolo perfurado por um cilindro circular.

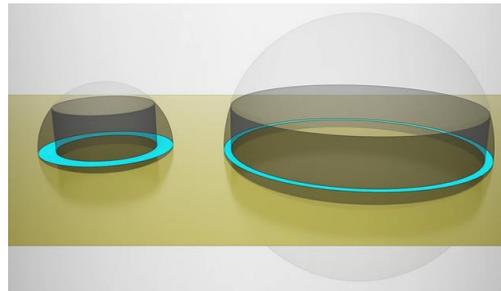


a) Use o Princípio de Cavalieri (veja abaixo) para provar que o volume da argola não depende do raio da esfera, mas somente da altura da argola. Por exemplo, as duas argolas acima têm o mesmo volume.

b) Obtenha a expressão para o volume da argola como função da altura h (sugestão: imagine a esfera como uma argola no limite em que o cilindro tem volume nulo).

Princípio de Cavalieri: Suponha que duas regiões no espaço (sólidos) estejam limitadas por dois planos paralelos. Se todo plano paralelo a estes dois planos intercepta as duas regiões em seções transversais de áreas iguais, então as duas regiões têm o mesmo volume.

No caso das argolas abaixo, as seções transversais são anéis.



RESPOSTA DA QUESTÃO 4:

Número da prova:

Nota da questão 5:

**EXAME DE INGRESSO
CCM - 2019**

Não escrever neste local!

Não escrever neste local!

QUESTÃO 5. A tabela abaixo mostra a fração em massa dos principais elementos químicos que compõem o sol, a crosta terrestre e o corpo humano. Com base na tabela e em seus conhecimentos, responda ao que se pede.

Sol		Crosta terrestre		Corpo humano	
H	71,0%	O	46,1%	O	65,0%
He	27,1%	Si	28,2%	C	18,5%
O	1,0%	Al	8,2%	H	9,5%
C	0,4%	Fe	5,6%	N	3,2%
Fe	0,1%	Ca	4,2%	Ca	1,5%
N	0,1%	Na	2,4%	P	1,0%
Si	0,1%	Mg	2,3%	K	0,4%
Mg	0,1%	K	2,1%	S	0,3%
Ne	0,1%	Ti	0,6%	Na	0,2%
Si	0,0%	H	0,1%	Cl	0,2%

Tabela Periódica

1																	18											
1	H											13	B	14	C	15	N	16	O	17	F	18	He					
2	Li	Be											13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar				
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Zn	14	Ga	15	Ge	16	As	17	Se	18	Br	19	Kr		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	13	Ga	14	Ge	15	As	16	Se	17	Br	18	Kr				
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	13	In	14	Sn	15	Sb	16	Te	17	I	18	Xe				
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	13	Tl	14	Pb	15	Bi	16	Po	17	At	18	Rn				
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	13	Nh	14	Fl	15	Mc	16	Lv	17	Ts	18	Og				
													*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
													**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

a) Uma descrição simplificada da formação do Sistema Solar é dada por: “A formação e evolução do Sistema Solar iniciou-se há cerca de 4,57 bilhões de anos com o colapso gravitacional de uma pequena parte de uma nuvem molecular. A maior parte da massa colapsada ficou no centro, formando o Sol, enquanto o resto tornou-se um disco protoplanetário, que mais tarde viria a formar os planetas, luas, asteroides e outros corpos menores do Sistema Solar.” Indique qual a principal diferença entre a composição elementar do Sol e da Terra, conforme visto na tabela, e proponha uma explicação para essa diferença.

b) A composição média dos elementos esperada para uma bactéria seria semelhante à mostrada para o corpo humano? Explique as principais semelhanças e, se houver, as diferenças.

c) O fósforo é um dos elementos fundamentais para a vida como a conhecemos. Entretanto, não é um dos elementos mais abundantes na crosta e, torna-se ainda mais raro em forma disponível para uso da vida (devido, entre outros fatores, à baixa solubilidade dos fosfatos).

(i) Cite algumas das principais biomoléculas em que o fósforo está presente.

(ii) Algum outro elemento químico mostrado na tabela de composição da crosta terrestre faz ligações químicas semelhantes ao fósforo? Explique sua resposta.

RESPOSTA DA QUESTÃO 5:

Número da prova:

Não escrever neste local!

EXAME DE INGRESSO

CCM - 2019

Nota da questão 6:

Não escrever neste local!

QUESTÃO 6. Traduza o trecho abaixo para o português. A resposta não precisa ser uma tradução literal, devendo, entretanto, manter o sentido do texto original. (Retirado de <https://www.scientificamerican.com/article/apollo-8-50-years-later-the-greater-leap>, acesso em Junho de 2019).

Apollo 8, 50 Years Later: The Greater Leap

In many ways the space race echoed other, earlier competitions. The parallels are far from perfect, but think of Roald Amundsen and Robert Falcon Scott racing to the South Pole in 1911, or Charles Lindbergh's transatlantic airplane flight in 1927 that won him a \$25,000 prize and worldwide fame. All of these have gone down in history as voyages of exploration—but in their time they were competitive efforts, with similar results. There was a sprint toward a goal and then, with victory in hand, a retreat. Amundsen did not start a wave of polar settlements; Lindbergh, who had been an airmail pilot, is not the reason for intercontinental airline travel.

Exploration can lead to great things—people may even reach the moon—but historians say it rarely happens for its own sake, or as an effort to push back the frontiers of knowledge. The reasons for going tend to be more parochial. Roger Launius, the former NASA and Smithsonian historian, talks of “the four Gs—guns, gold, glory and God”—and Apollo was about glory. That leaves out other important words, such as “sustainability” or “science.”

RESPOSTA DA QUESTÃO 6:

Continue a resposta no verso, se precisar.

Número da prova:

Não escrever neste local!

EXAME DE INGRESSO

CCM - 2019

QUESTÃO 7. Escreva aqui um pouco sobre seu interesse por ciência, sobre eventuais envolvimento em projetos na área e sobre o que você espera do Curso de Ciências Moleculares e suas razões para querer cursá-lo.

Número da prova:

Não escrever neste local!

EXAME DE INGRESSO

CCM – 2019

Página dedicada a rascunho. Nada escrito nessas páginas será considerado na correção.

RASCUNHO

Número da prova:

Não escrever neste local!

EXAME DE INGRESSO

CCM – 2019

Página dedicada a rascunho. Nada escrito nessas páginas será considerado na correção.

RASCUNHO