

Exame de Ingresso  
Física Aplicada — Física Biomolecular  
Primeiro Semestre de 2018

GABARITO

# **QUESTÕES DA ÁREA DE FÍSICA**

### Questão 1:

Devido à rotação da Terra, há uma aceleração centrípeta em função da latitude,  $\theta$ . Essa aceleração modifica a aceleração da gravidade local em diferentes latitudes, ou seja, há uma aceleração da gravidade efetiva sobre a massa dando a um corpo um novo peso aparente. Considere que o raio médio da Terra é de  $6,4 \times 10^6 m$  e a aceleração da gravidade na Terra é  $g = 9,83 m/s^2$ .

- Determine a equação da aceleração centrípeta na Terra em função de  $\theta$ .
- Considerando que a aceleração centrípeta apenas modifica o módulo de aceleração gravitacional (não muda a direção com relação ao centro da Terra), determine a aceleração da gravidade efetiva local na linha do equador  $\theta = 0^\circ$ , na latitude  $\theta = 45^\circ$  e no polo  $\theta = 90^\circ$ .

### Gabarito

- Dado que a Terra gira em torno de seu eixo, a aceleração centrípeta em sua superfície para qualquer latitude pode ser determinada da seguinte maneira:

$$a_{centrípeta} = \frac{v^2}{R_{latitude}} = \left( \frac{2\pi R_{latitude}}{t} \right)^2 \frac{1}{R_{latitude}}$$
$$= \left( \frac{2\pi}{t} \right)^2 R_{latitude} = \left( \frac{2\pi}{t} \right)^2 R_{Terra} * \cos(\theta) = \left( \frac{2\pi}{24 \times 60 \times 60} \right)^2$$

Substituindo os valores e lembrando que a Terra completa uma volta em 1 dia:

$$a_{centrípeta} = \left( \frac{2\pi}{24 * 60 * 60} \right)^2 * 6,4 \times 10^6 * \cos(\theta)$$

$$a_{centrípeta} = 0,0338 * \cos(\theta)$$

- A aceleração efetiva, considerando que a aceleração centrípeta não muda a direção da aceleração gravitacional com relação ao centro da Terra, é dada pela soma vetorial entre as componentes radiais das duas acelerações. Assim, em módulo, tem-se:

$$a_{efetiva} = g - (0,0338 * \cos(\theta)) * \cos(\theta)$$

$$\text{Na linha do Equador, } \theta = 0^\circ \Rightarrow a_{efetiva} = 9,83 - 0,0338 = 9,7962 m/s^2$$

$$\text{Na latitude de } \theta = 45^\circ \Rightarrow a_{efetiva} = 9,83 - 0,0169 = 9,8131 m/s^2$$

$$\text{No polo, } \theta = 90^\circ \Rightarrow a_{efetiva} = 9,83 m/s^2$$

**Questão 2:**

Os praticantes de artes marciais sabem que um golpe de caratê pode quebrar um bloco de concreto. Imagine que sua mão tenha massa  $m = 500g$  e que você consiga golpear o bloco a uma velocidade de  $5m/s$ . Nessa situação, sua mão para  $6mm$  abaixo do ponto inicial de contato.



- a) Que impulso o bloco exerce na sua mão?  
c) Assumindo que o tempo de contato da mão com o bloco seja de  $1,25ms$ , qual a força média que o bloco exerce na sua mão?

**Gabarito**

- a) O impulso, em módulo, que o bloco exerce sobre a mão é dado pela variação do momento linear. Assim:

$$I = \Delta p = m\Delta v$$

Assumindo o eixo positivo para cima, temos que a velocidade inicial da mão é  $v_i = -5m/s$  enquanto a velocidade final é  $v_f = 0$ . Assim, o impulso exercido é:

$$I = 0,5(0 - (-5)) = 2,5 \text{ Kg m/s} = 2,5 \text{ Ns}$$

- b) A força média exercida pelo bloco na mão é dada por  $F = \frac{I}{\Delta t}$ . Assim,  $F = \frac{2,5}{1,25 \cdot 10^{-3}} = 2kN$ .

### Questão 3:

Um pêndulo é composto por uma massa  $m$  presa a um fio, de massa desprezível, de comprimento  $L$ . A massa é deslocada lateralmente de maneira que o fio forma um ângulo  $\theta_0$  com a vertical e, então, é liberada a partir do repouso. Despreze a resistência do ar.

- Determine a velocidade da massa no ponto mais baixo da trajetória.
- A tensão no fio no ponto mais baixo da trajetória.
- Deduza o período de oscilação do sistema se o ângulo  $\theta_0$  for pequeno.

### Gabarito

- a) Utilizando conservação de energia, temos:

$$mgh_i + \frac{1}{2}mv_i^2 = mgh_f + \frac{1}{2}mv_f^2$$

Adotando a referência da energia potencial na parte mais baixa da trajetória, temos que  $h_f = 0$ . Por consequência,  $h_i$  é a altura com relação à  $h_f$ , que pode ser determinado usando geometria:

$$h_i = L - L\cos(\theta_0)$$

Lembrando que o pêndulo é posto em movimento a partir do repouso ( $v_i = 0$ ), tem-se:

$$mg(L - L\cos(\theta_0)) = \frac{1}{2}mv_f^2$$
$$v_f = \sqrt{2gL(1 - \cos(\theta_0))}$$

- b) No ponto mais baixo da trajetória, a aplicação da segunda Lei de Newton resulta em:

$$T - mg = ma_y$$

Nessa situação, a massa tem aceleração centrípeta dada por

$a_c = v^2/L = 2gL(1 - \cos(\theta_0))/L = 2g(1 - \cos(\theta_0))$ . Portanto:

$$T - mg = m2g(1 - \cos(\theta_0))$$

$$T = mg(2 - 2\cos(\theta_0) + 1)$$

$$T = mg(3 - 2\cos(\theta_0))$$

- c) Da segunda Lei de Newton podemos escrever que

$$-mg\text{sen}(\theta) = m \frac{d^2S}{dt^2}$$

Onde o comprimento de arco  $S$  está relacionado com o ângulo  $\theta$  pela relação  $S = L\theta$ .

Portanto, pode-se escrever que  $\frac{d^2S}{dt^2} = L \frac{d^2\theta}{dt^2}$  e, assim:

$$-mg\text{sen}(\theta) = mL \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L}\text{sen}(\theta)$$

Se  $\theta$  for pequeno, então pode-se dizer que  $\text{sen}(\theta) \approx \theta$  e assim:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L}\theta$$

Que pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\omega^2\theta \text{ em que } \omega^2 = \frac{g}{L} \text{ é a frequência de oscilação natural desse sistema.}$$

Como o período de um sistema oscilatório é dado por  $T = 2\pi/\omega$ , tem-se que, no caso do pêndulo,  $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ .

**Questão 4:**

Considere a seguinte função de onda de uma corda fixa pelas duas extremidades:  $y(x, t) = 4,2\text{sen}(0,2x)\text{cos}(300t)$ , em que  $y$  e  $x$  estão em centímetro e  $t$  é dado em segundos.

- Qual é o comprimento de onda e a frequência dessa onda?
- Qual a velocidade das ondas transversais na corda?
- Considerando que a corda está vibrando no seu quarto harmônico, qual é o seu comprimento?

**Gabarito**

- O comprimento de onda está relacionado à função  $\text{sen}(0,2x)$ . Um comprimento de onda ocorre quando o argumento da função seno é  $2\pi$ , ou seja,  $\lambda = 2\pi/0,2 = 31,4$  cm. A frequência está relacionada à função  $\text{cos}(300t)$ . Um período inteiro ocorre quando o argumento da função cosseno é  $2\pi$ , ou seja,  $T = 2\pi/300 = 0,0209$  s que equivale a uma frequência  $f = 47,7$  Hz.
- A velocidade de uma onda é dada pela seguinte relação:  $v = \lambda/T = \lambda f$ .  
Assim:  $v = 31,4 * 10^{-2} * 47,7 = 15\text{m/s}$
- O comprimento da corda é  $L = nv/(2f)$ . Como  $n = 4$  (quarto harmônico),  $f = 47,7$  Hz,  $v = 15\text{m/s}$ , temos:  $L = 4 * \frac{15}{2 * 47,7} = 62,9$  cm.

**Questão 5:**

a) Um estudante pretende realizar um experimento de calorimetria caseiro e, para isso, monta seu próprio calorímetro com isopor e alumínio. O estudante coloca **85g** de água no calorímetro. A temperatura de equilíbrio do sistema nessa condição é **17°C**. Ele, então, deixa uma moeda de massa  **$m = 20g$**  cair no interior do calorímetro e não percebe que isso aconteceu. O estudante adiciona **85g** de água à temperatura de **55°C** e o equilíbrio térmico ocorre na temperatura de **34°C**. Considere o calor específico da água como **1 cal/g°C**.

- a) Sem perceber que a moeda estava dentro do calorímetro, qual o valor da capacidade térmica do calorímetro encontrada pelo estudante?
- b) Sabendo que capacidade térmica real do calorímetro é **18 cal/°C**, encontre a temperatura inicial da moeda. Considere o calor específico da moeda como **0,2 cal/g°C**.

**Gabarito**

- a) Em um sistema isolado, o calor cedido e o calor absorvido é igual. Desconsiderando a moeda no sistema, as trocas de calor no mesmo são descritas por:

$$m_{1\text{água}}c_{\text{água}}\Delta T_1 + C_{\text{calorímetro}}\Delta T_{\text{calorímetro}} + m_{2\text{água}}c_{\text{água}}\Delta T_2 = 0$$

Substituindo os valores e isolando a capacidade térmica do calorímetro:

$$C_{\text{calorímetro}} = \frac{-85 * 1 * (34 - 17) - -85 * 1 * (34 - 55)}{34 - 17} = 20 \text{ cal/°C}$$

- b) Considerando a moeda e sabendo o valor da capacidade térmica do calorímetro, pode-se calcular a temperatura inicial da moeda da seguinte maneira (assumindo um sistema isolado):

$$m_{1\text{água}}c_{\text{água}}\Delta T_1 + C_{\text{calorímetro}}\Delta T_{\text{calorímetro}} + m_{\text{moeda}}c_{\text{moeda}}\Delta T_{\text{moeda}} + m_{2\text{água}}c_{\text{água}}\Delta T_2 = 0$$

Assim:

$$85 * 1 * (34 - 17) + 18 * (34 - 17) + 20 * 0,2 * (34 - T_{i\text{moeda}}) + 85 * 1 * (34 - 55) = 0$$

$$1445 + 306 + 136 - 4 T_{i\text{moeda}} - 1785 = 0$$

$$T_{i\text{moeda}} = 25,5^\circ\text{C}$$



## QUESTÕES DAS ÁREAS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E BIOQUÍMICA

**Questão 1:**

Dada a composição de cadeias peptídicas e a estrutura de sua unidade básica, o aminoácido, descreva a metodologia de separação e caracterização destas macromoléculas por eletroforese, como esta exemplificada na figura abaixo, relacionando a estrutura da macromolécula e sua composição à metodologia de separação e caracterização.

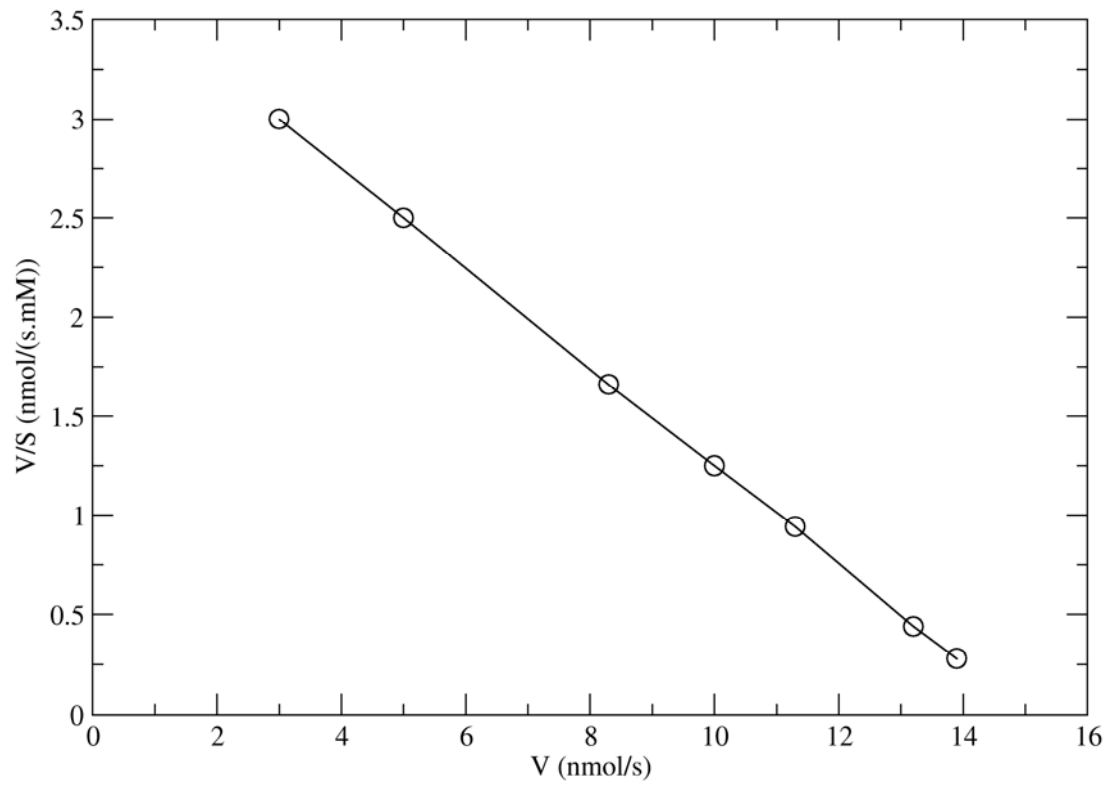


**Resposta:**

- ✓ *A distribuição de aminoácidos resulta em proteínas que tipicamente possuem cargas.*
- ✓ *Quando analisadas em um gel de poliacrilamida, uma mistura de proteínas vai migrar no gel em função de um campo elétrico de acordo com sua razão carga-massa e com o formato das proteínas.*
- ✓ *Em um gel desnaturante, na presença de um detergente como o SDS, as proteínas tendem a sofrer menor influência do seu formato enovelado e têm maior dependência da razão massa-carga. Moléculas de SDS ligam-se às proteínas adicionando cargas em uma taxa massa-dependente e tornando a análise bastante dependente da massa e menos dependente da carga.*
- ✓ *A comparação da migração relativa de uma proteína de massa desconhecida com a migração de proteínas de massa conhecida permite estimar a massa da amostra desconhecida.*
- ✓ *Amostras contendo muitas proteínas podem ser separadas para a identificação da pureza e de possíveis contaminações/misturas na amostra.*

**Questão 2:**

A cinética de muitas enzimas pode ser descrita através do modelo de Michaelis-Menten em função das variáveis  $K_M$  e  $V_{max}$ . Os dados plotados no gráfico abaixo foram obtidos para uma enzima que segue este modelo. Com base nos dados do gráfico, determine estas duas grandezas.

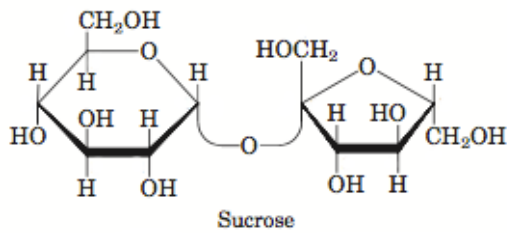
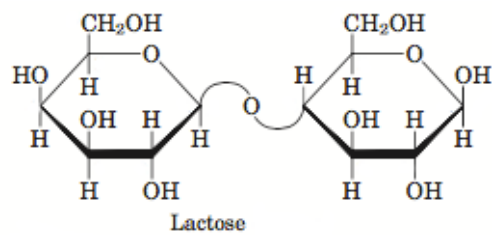


**R:**

**$K_m = 4 \text{ mM}$  e  $V_{max} = 15 \text{ nmol/s}$**

**Questão 3:**

Os dissacarídeos lactose e sacarose são formados por unidades de galactose e glicose e frutose, respectivamente. As estruturas destes dois dissacarídeos estão mostradas na figura abaixo. Descreva as ligações glicosídicas formadas entre os monossacarídeos para estes dois dissacarídeos e indique as extremidades redutoras. Para indicar a ligação glicosídica, a seguinte abreviação  $\text{Glc}(\alpha 1 \rightarrow 1\alpha)\text{Glc}$ , para indicar, por exemplo, a formação de uma ligação entre dois monossacarídeos de glicose com ligação entre carbonos na posição 1 e em disposição anomérica do tipo  $\alpha$ .



**Resposta:**

$\text{Gal}(\beta 1 \rightarrow 4)\text{Glc}$  e  $\text{Fru}(\beta 2 \leftarrow 1\alpha)\text{Glc}$

**Questão 4:**

Sobre os nucleotídeos e ácidos nucleicos, responda:

- a) As fosfodiesterases são enzimas que podem clivar sequencialmente nucleotídeos a partir de uma extremidade de uma fita de nucleotídeos. Suponha uma exonuclease que possa hidrolisar nucleotídeos a partir da extremidade 3' de um oligonucleotídeo que possua um grupo 3'-OH livre e que clive entre o 3'-OH da ribose ou desoxirribose e o grupo fosfato do próximo nucleotídeo. Suponha ainda que esta fosfodiesterase em particular tenha especificidade para clivar apenas após um nucleotídeo que contenha uma base púrica. Qual(is) seria(m) o(s) produto(s) da digestão de um nucleotídeo com sequência (5') GCGCCAUUGC(3')-OH por esta fosfodiesterase ?
- b) Muitos organismos eucariotos possuem sistemas especializados para o reparo de mismatches do tipo G-T no DNA. Estes mismatches são substituídos por G-C (ao invés de A-T). Por que as células eucarióticas possuem um mecanismo especializado para este tipo de mismatch em particular? Proponha um mecanismo que explique sua reposta.

**Resposta:**

- a.
- a. (5') GCGCCAUUGC(3')-OH
  - b. (5') GCGCCAUU(3')-OH + (5')GC(3')-OH
  - c. (5') GCGCC(3')-OH + (5')AUUGC(3')-OH
  - d. (5') GC(3')-OH + (5')GCCAUUGC(3')-OH
- b. Em células eucarióticas, 5% dos resíduos C são metilados e podem espontaneamente ser desaminados para formar timina, resultando no par G-T. Este par é o mismatch mais comum em células eucarióticas.

**Questão 5:**

A membrana plasmática é composta basicamente por proteínas, fosfolipídios e esteróis, sendo que o conteúdo proteico pode chegar a 75% do peso da membrana da bactéria *E. coli*, por exemplo. Muitas das proteínas envolvidas na sinalização entre células são proteínas integrais de membrana. Sabendo que a membrana plasmática possui em torno de 30 Å de espessura e sabendo a estrutura da membrana e de proteínas, descreva a metodologia tipicamente empregada para a predição de proteínas integrais de membrana baseada na sequência de aminoácidos, relacionando a metodologia às propriedades das macromoléculas.

**Resposta:**

*A distância entre dois aminoácidos em uma hélice  $\alpha$  é de  $\sim 1.5$  Å. Logo, uma hélice de 20-25 aminoácidos deve ser capaz de atravessar a membrana plasmática. Como o interior da membrana é hidrofóbico, formado pelas cadeias alifáticas dos fosfolipídios, a sequência de aminoácidos deve ser rica em aminoácidos hidrofóbicos em blocos na sequência. A presença destes blocos de aminoácidos hidrofóbicos pode ser identificada através do cálculo do índice de hidrofobicidade médio para uma janela de 7-20 aminoácidos. O valor médio é representado graficamente. Uma região rica em aminoácidos hidrofóbicos deve ser evidente para este gráfico.*