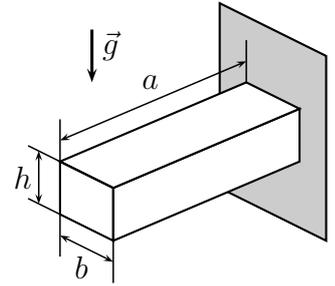


Símbolos adotados nesta prova: g : módulo da gravidade na superfície da Terra. G : constante gravitacional universal. c : velocidade da luz no vácuo. \hbar : constante de Planck reduzida.

Questão 1. O módulo de Young de um material mede sua resistência a deformações causadas por esforços externos. Numa parede vertical, encontra-se engastado um sólido maciço de massa específica ρ e módulo de Young \mathcal{E} , em formato de paralelepípedo reto, cujas dimensões são indicadas na figura. Com base nas correlações entre grandezas físicas, assinale a alternativa que melhor expressa a deflexão vertical sofrida pela extremidade livre do sólido pela ação do seu próprio peso.

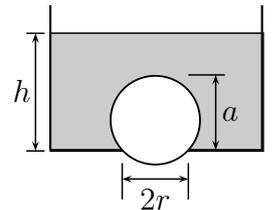


- A () $3\rho g a b / (2\mathcal{E})$ B () $3\rho g b^2 / (2\mathcal{E})$ C () $3\mathcal{E} b^2 h^2 / (2\rho g a^4)$
D () $3\rho g a^4 / (2\mathcal{E} h^2)$ E () $3\rho g b h / (2\mathcal{E})$

Questão 2. Considere dois satélites artificiais S e T em torno da Terra. S descreve uma órbita elíptica com semieixo maior a , e T , uma órbita circular de raio a , com os respectivos vetores posição \vec{r}_S e \vec{r}_T com origem no centro da Terra. É correto afirmar que

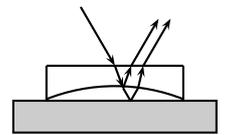
- A () para o mesmo intervalo de tempo, a área varrida por \vec{r}_S é igual à varrida por \vec{r}_T .
B () para o mesmo intervalo de tempo, a área varrida por \vec{r}_S é maior que a varrida por \vec{r}_T .
C () o período de translação de S é igual ao de T .
D () o período de translação de S é maior que o de T .
E () se S e T têm a mesma massa, então a energia mecânica de S é maior que a de T .

Questão 3. Uma esfera de massa m tampa um buraco circular de raio r no fundo de um recipiente cheio de água de massa específica ρ . Baixando-se lentamente o nível da água, num dado momento a esfera se desprende do fundo do recipiente. Assinale a alternativa que expressa a altura h do nível de água para que isto aconteça, sabendo que o topo da esfera, a uma altura a do fundo do recipiente, permanece sempre coberto de água.



- A () $m / (\rho \pi a^2)$ B () $m / (\rho \pi r^2)$ C () $a(3r^2 + a^2) / (6r^2)$
D () $a/2 - m / (\rho \pi r^2)$ E () $a(3r^2 + a^2) / (6r^2) - m / (\rho \pi r^2)$

Questão 4. Sobre uma placa de vidro plana é colocada uma lente plano-côncava, com 1,50 de índice de refração e concavidade de 8,00 m de raio voltada para baixo. Com a lente iluminada perpendicularmente de cima por uma luz de comprimento de onda 589 nm (no ar), aparece um padrão de interferência com um ponto escuro central circundado por anéis, dos quais 50 são escuros, inclusive o mais externo na borda da lente. Este padrão de interferência aparece devido ao filme de ar entre a lente e a placa de vidro (como esquematizado na figura). A espessura da camada de ar no centro do padrão de interferência e a distância focal da lente são, respectivamente,



- A () $14,7 \mu\text{m}$ e $-10,0 \text{ m}$. B () $14,7 \mu\text{m}$ e $-16,0 \text{ m}$. C () $238 \mu\text{m}$ e $-8,00 \text{ m}$.
D () $35,2 \mu\text{m}$ e $16,0 \text{ m}$. E () $29,4 \mu\text{m}$ e $-16,0 \text{ m}$.

Questão 5. Um capacitor de placas planas paralelas de área A , separadas entre si por uma distância inicial r_0 muito menor que as dimensões dessa área, tem sua placa inferior fixada numa base isolante e a superior suspensa por uma mola (figura (1)). Dispondo-se uma massa m sobre a placa superior, resultam pequenas oscilações de período T do conjunto placa superior + massa m . Variando-se m , obtém-se um gráfico de T^2 versus m , do qual, após ajuste linear, se extrai o coeficiente angular α . A seguir, após remover a massa m da placa superior e colocando entre as placas um meio dielétrico sem resistência ao movimento, aplica-se entre elas uma diferença de potencial V e monitora-se a separação r de equilíbrio (figuras (2) e (3)). Nestas condições, a permissividade ε do meio entre as placas é

A () $32\pi^2 r_0^3 / (27\alpha AV_m^2)$.

B () $16\pi^2 r_0^3 / (27\alpha AV_m^2)$.

C () $8\pi^2 r_0^3 / (27\alpha AV_m^2)$.

D () $4\pi^2 r_0^3 / (\alpha AV_m^2)$.

E () $16\pi^2 r^3 / (27\alpha AV^2)$.

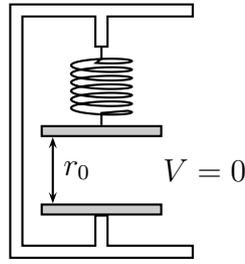


Fig. (1)

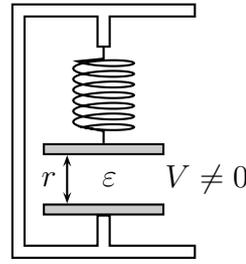


Fig. (2)

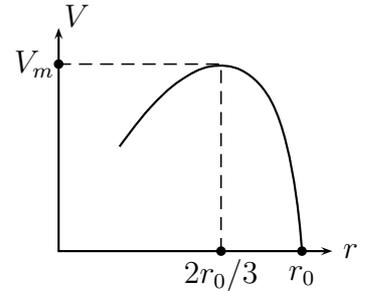


Fig. (3)

Questão 6. A figura mostra um interferômetro de Michelson adaptado para determinar o índice de refração do ar. As características do padrão de interferência dos dois feixes incidentes no anteparo dependem da diferença de fase entre eles, neste caso, influenciada pela cápsula contendo ar. Reduzindo a pressão na cápsula de 1 atm até zero (vácuo), nota-se que a ordem das franjas de interferências sofre um deslocamento de N , ou seja, a franja de ordem 0 passa a ocupar o lugar da de ordem N , a franja de ordem 1 ocupa o lugar da de ordem $N + 1$, e assim sucessivamente. Sendo d a espessura da cápsula e λ o comprimento de onda da luz no vácuo, o índice de refração do ar é igual a

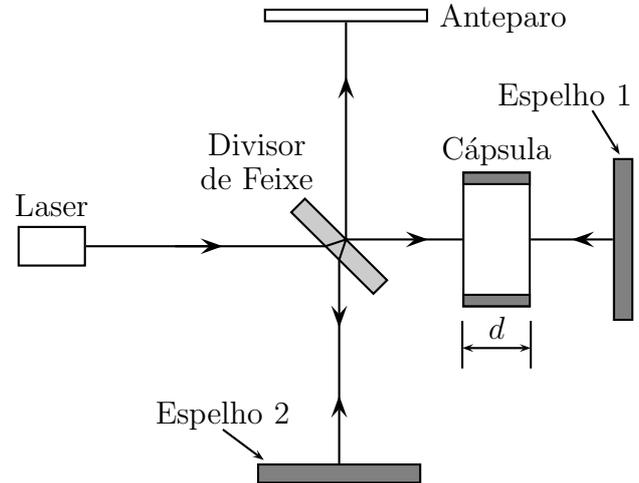
A () $N\lambda/d$.

B () $N\lambda/(2d)$.

C () $1 + N\lambda/d$.

D () $1 + N\lambda/(2d)$.

E () $1 - N\lambda/d$.



Questão 7. É muito comum a ocorrência de impurezas em cristais semicondutores. Em primeira aproximação, a energia de ionização dessas impurezas pode ser calculada num modelo semelhante ao do átomo de hidrogênio. Considere um semiconductor com uma impureza de carga $+e$ atraindo um elétron de carga $-e$. Devido a interações com os átomos da rede cristalina, o elétron, no semiconductor, possui uma massa igual a $m_r m_0$, em que m_0 é a massa de repouso do elétron e m_r , uma constante adimensional. O conjunto impureza/elétron está imerso no meio semiconductor de permissividade relativa ϵ_r . A razão entre a energia de ionização desta impureza e a energia de ionização do átomo de hidrogênio é igual a

A () 1.

B () m_r/ϵ_r^2 .

C () ϵ_r^2/m_r .

D () m_r/ϵ_r .

E () ϵ_r/m_r .

Questão 8. Considere um capacitor de placas paralelas ao plano yz tendo um campo elétrico de intensidade E entre elas, medido por um referencial S em repouso em relação ao capacitor. Dois outros referenciais, S' e S'' , que se movem com velocidade de módulo v constante em relação a S nas direções de x e y , nesta ordem, medem as respectivas intensidades E' e E'' dos campos elétricos entre as placas do capacitor. Sendo $\gamma = 1/\sqrt{1 - (v/c)^2}$, pode-se dizer que E'/E e E''/E são, respectivamente, iguais a

A () 1 e 1.

B () γ e 1.

C () 1 e γ .

D () γ e $1/\gamma$.

E () 1 e $1/\gamma$.

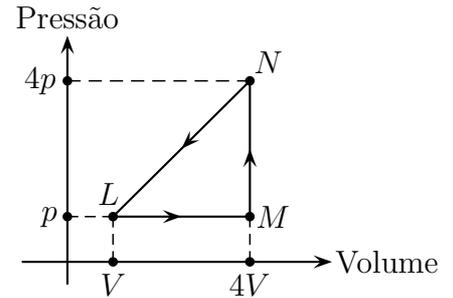
Questão 9. Considere as afirmações a seguir:

- I. Em equilíbrio eletrostático, uma superfície metálica é equipotencial.
- II. Um objeto eletrostaticamente carregado induz uma carga uniformemente distribuída numa superfície metálica próxima quando em equilíbrio eletrostático.
- III. Uma carga negativa desloca-se da região de maior para a de menor potencial elétrico.
- IV. É nulo o trabalho para se deslocar uma carga teste do infinito até o ponto médio entre duas cargas pontuais de mesmo módulo e sinais opostos.

Destas afirmações, é (são) correta(s) somente

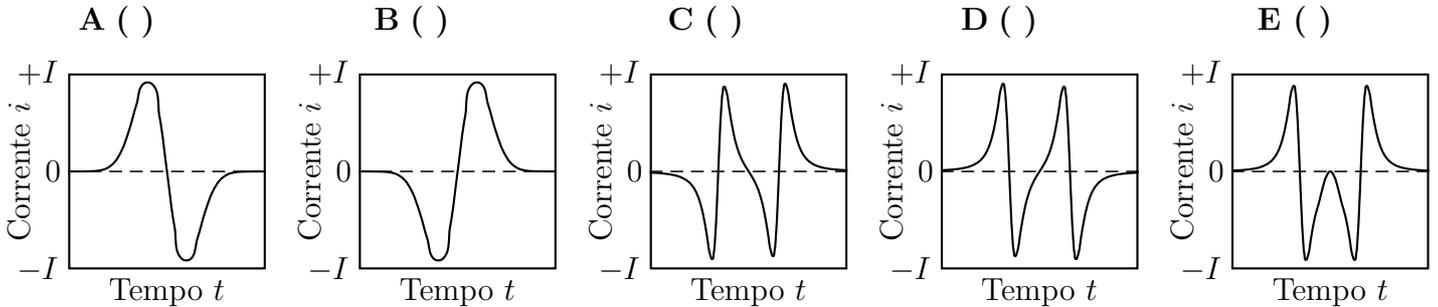
- A () I e II. B () I, II e III. C () I, II e IV. D () I e IV. E () III.

Questão 10. Um recipiente contém um gás monoatômico ideal inicialmente no estado L , com pressão p e volume V . O gás é submetido a uma transformação cíclica $LMNL$, absorvendo de uma fonte quente uma quantidade de calor Q_1 e cedendo a uma fonte fria uma quantidade de calor Q_2 . Pode-se afirmar que Q_1 é igual a

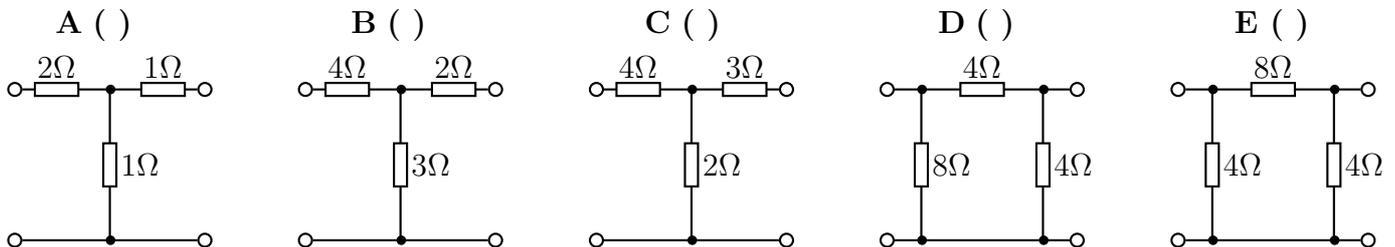
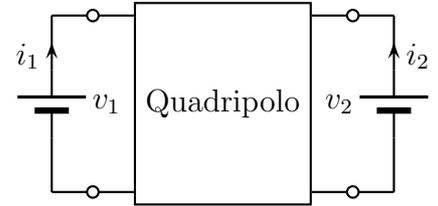


- A () $30pV$. B () $51pV/2$. C () $8pV$.
D () $15pV/2$. E () $9pV/2$.

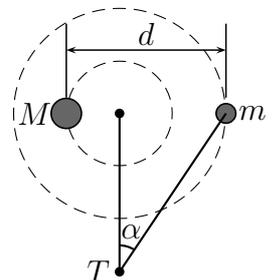
Questão 11. Considere um ímã cilíndrico vertical com o polo norte para cima, tendo um anel condutor posicionado acima do mesmo. Um agente externo imprime um movimento ao anel que, partindo do repouso, desce verticalmente em torno do ímã e atinge uma posição simétrica à original, iniciando, logo em seguida, um movimento ascendente e retornando à posição inicial em repouso. Considerando o eixo de simetria do anel sempre coincidente com o do ímã e sendo positiva a corrente no sentido anti-horário (visto por um observador de cima), o gráfico que melhor representa o comportamento da corrente induzida i no anel é



Questão 12. Um circuito elétrico com dois pares de terminais é conhecido como quadripolo. Para um quadripolo passivo, as tensões medidas em cada par de terminais podem ser expressas em função das correntes mediante uma matriz de impedância $Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix}$, de tal forma que: $\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = Z \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$. Dos quadripolos propostos nas alternativas seguintes, assinale aquele cuja matriz de impedância seja $\begin{bmatrix} 4\Omega & 2\Omega \\ 2\Omega & 3\Omega \end{bmatrix}$.



Questão 13. Um sistema binário é formado por duas estrelas esféricas de respectivas massas m e M , cujos centros distam d entre si, cada qual descrevendo um movimento circular em torno do centro de massa desse sistema. Com a estrela de massa m na posição mostrada na figura, devido ao efeito Doppler, um observador T da Terra detecta uma raia do espectro do hidrogênio, emitida por essa estrela, com uma frequência f ligeiramente diferente da sua frequência natural f_0 . Considere a Terra em repouso em relação ao centro de massa do sistema e que o movimento das estrelas ocorre no mesmo plano de observação. Sendo as velocidades das estrelas muito menores que c , assinale a alternativa que explicita o valor absoluto de $(f - f_0)/f_0$. Se necessário, utilize $(1 + x)^n \cong 1 + nx$ para $x \ll 1$.



- A () $\sqrt{GM^2/[d(M+m)c^2]}$ B () $\sqrt{Gm^2\sin^2\alpha/[d(M+m)c^2]}$ C () $\sqrt{Gm^2\cos^2\alpha/[d(M+m)c^2]}$
D () $\sqrt{GM^2\sin^2\alpha/[d(M+m)c^2]}$ E () $\sqrt{GM^2\cos^2\alpha/[d(M+m)c^2]}$

Questão 14. Uma luz monocromática incide perpendicularmente num plano com três pequenos orifícios circulares formando um triângulo equilátero, acarretando um padrão de interferência em um anteparo paralelo ao triângulo, com o máximo de intensidade num ponto P equidistante dos orifícios. Assinale as respectivas reduções da intensidade luminosa em P com um e com dois orifícios tampados.

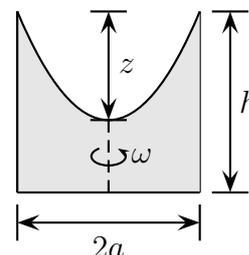
- A () 4/9 e 1/9 B () 2/3 e 1/3 C () 8/27 e 1/27 D () 1/2 e 1/3 E () 1/4 e 1/9

Questão 15. Pode-se associar a segunda lei da Termodinâmica a um princípio de degradação da energia. Assinale a alternativa que melhor justifica esta associação.

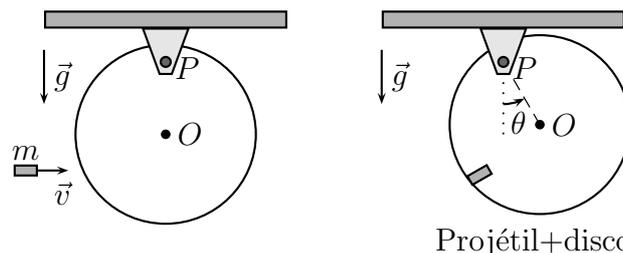
- A () A energia se conserva sempre.
B () O calor não flui espontaneamente de um corpo quente para outro frio.
C () Uma máquina térmica operando em ciclo converte integralmente trabalho em calor.
D () Todo sistema tende naturalmente para o estado de equilíbrio.
E () É impossível converter calor totalmente em trabalho.

Questão 16. Um cilindro de altura h e raio a , com água até uma certa altura, gira com velocidade angular ω constante. Qual o valor máximo de ω para que a água não transborde, sabendo que neste limite a altura z (ver figura) é igual a $h/3 + \omega^2 a^2/(4g)$? Dado: num referencial que gira com o cilindro, e, portanto, considerando a força centrífuga, todos os pontos da superfície da água têm mesma energia potencial.

- A () $\omega = \sqrt{2gh/(3a^2)}$
B () $\omega = \sqrt{4ga/(9h^2)}$
C () $\omega = \sqrt{4ga/(3h^2)}$
D () $\omega = \sqrt{4gh/(3a^2)}$
E () $\omega = \sqrt{4gh/(9a^2)}$



Questão 17. Um disco rígido de massa M e centro O pode oscilar sem atrito num plano vertical em torno de uma articulação P . O disco é atingido por um projétil de massa $m \ll M$ que se move horizontalmente com velocidade \vec{v} no plano do disco. Após a colisão, o projétil se incrusta no disco e o conjunto gira em torno de P até o ângulo θ . Nestas condições, afirmam-se:



- I. A quantidade de movimento do conjunto projétil+disco se mantém a mesma imediatamente antes e imediatamente depois da colisão.
II. A energia cinética do conjunto projétil+disco se mantém a mesma imediatamente antes e imediatamente depois da colisão.
III. A energia mecânica do conjunto projétil+disco imediatamente após a colisão é igual à da posição de ângulo $\theta/2$.

É (são) verdadeira(s) apenas a(s) assertiva(s)

A () I.

B () I e II.

C () I e III.

D () II e III.

E () III.

Questão 18. As figuras mostram três espiras circulares concêntricas e coplanares percorridas por correntes de mesma intensidade I em diferentes sentidos. Assinale a alternativa que ordena corretamente as magnitudes dos respectivos campos magnéticos nos centros B_1 , B_2 , B_3 e B_4 .

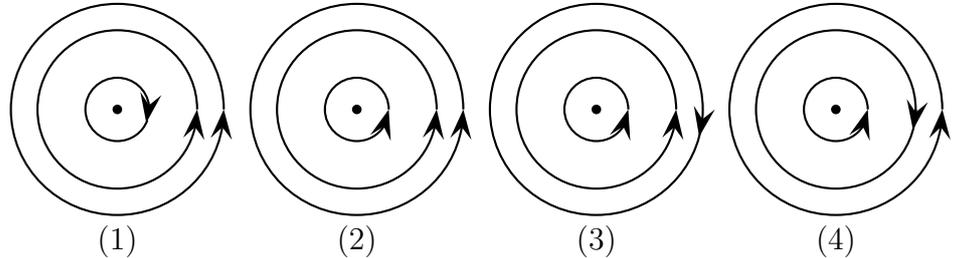
A () $B_2 > B_4 > B_3 > B_1$.

B () $B_1 > B_4 > B_3 > B_2$.

C () $B_2 > B_3 > B_4 > B_1$.

D () $B_3 > B_2 > B_4 > B_1$.

E () $B_4 > B_3 > B_2 > B_1$.



Questão 19. Duas placas de um mesmo metal e com a mesma área de $5,0 \text{ cm}^2$, paralelas e próximas entre si, são conectadas aos terminais de um gerador de tensão ajustável. Sobre a placa conectada ao terminal negativo, faz-se incidir radiação e, por efeito fotoelétrico, aparece uma corrente no circuito, cuja relação com a tensão aplicada é explicitada no gráfico. Sabendo que a função trabalho do metal é de $4,1 \text{ eV}$ e assumindo que na região de saturação da corrente todo fóton incidente sobre a placa gera um fotoelétron que é coletado, a medida da intensidade dessa radiação em $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ é igual a

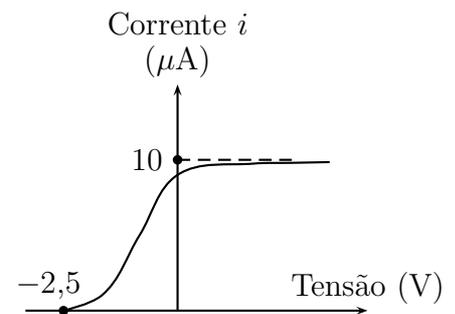
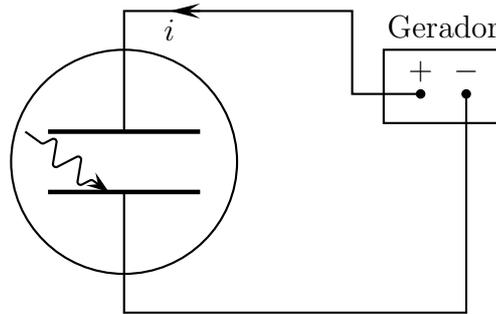
A () 13.

B () 8,2.

C () 6,6.

D () 3,2.

E () 1,6.



Questão 20. Uma amostra I de átomos de ^{57}Fe , cujos núcleos excitados emitem fótons devido a uma transição nuclear, está situada a uma altura d verticalmente acima de uma amostra II de ^{57}Fe que recebe a radiação emitida pela amostra I. Ao chegar a II, os fótons da amostra I sofrem um aumento de frequência devido à redução de sua energia potencial gravitacional, sendo, portanto, incapazes de excitar os núcleos de ^{57}Fe dessa amostra. No entanto, essa incapacidade pode ser anulada se a amostra I se afastar verticalmente da amostra II com uma velocidade v adequada. Considerando $v \ll c$ e que a energia potencial gravitacional do fóton de energia \mathcal{E} pode ser obtida mediante sua “massa efetiva” \mathcal{E}/c^2 , assinale a opção que explicita v . Se necessário, utilize $(1+x)^n \cong 1+nx$ para $x \ll 1$.

A () \sqrt{gd}

B () gd/c

C () $2\sqrt{gd}$

D () $2gd/c$

E () $gd\sqrt{gd}/c^2$

As questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, devem ser desenvolvidas, justificadas e respondidas no caderno de soluções. Atente para os algoritmos significativos.

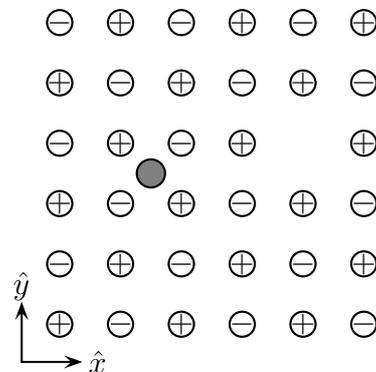
Questão 21. No sistema de unidades atômicas de Hartree, as unidades de carga elétrica, de massa, de comprimento e de tempo podem ser representadas respectivamente por q_A , m_A , L_A e t_A . Neste sistema, a carga elétrica e do próton é igual a $1 q_A$, a massa do elétron m_0 vale $1 m_A$, a constante de Planck reduzida \hbar é igual a $1 m_A \cdot L_A^2/t_A$ e a constante de Coulomb $K_0 = 1/(4\pi\epsilon_0)$ vale $1 m_A \cdot L_A^3/(q_A^2 \cdot t_A^2)$. Dados no SI: $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. $m_0 = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$. $\hbar = 1,1 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$. $K_0 = 9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

(a) Qual a medida em metros de um comprimento igual a $1,0 L_A$?

(b) Qual a medida em segundos de um tempo igual a $1,0 t_A$?

Questão 22. Considere uma esfera maciça de raio r , massa m , coeficiente de dilatação volumétrica α , feita de um material com calor específico a volume constante c_V . A esfera, sujeita à pressão atmosférica p , repousa sobre uma superfície horizontal isolante térmica e está inicialmente a uma temperatura T alta o suficiente para garantir que a sua energia interna não se altera em processos isotérmicos. Determine a temperatura final da esfera após receber uma quantidade de calor Q , sem perdas para o ambiente. Dê sua resposta em função de g e dos outros parâmetros explicitados.

Questão 23. A figura mostra parte de uma camada de um cristal tridimensional infinito de sal de cozinha, em que a distância do átomo de Na ao de seu vizinho Cl é igual a a . Considere a existência dos seguintes defeitos neste cristal: ausência de um átomo de Cl e a presença de uma impureza de lítio (esfera cinza), cuja carga é igual à fundamental $+e$, situada no centro do quadrado formado pelos átomos de Na e Cl. Obtenha as componentes F_x e F_y da força eletrostática resultante $\vec{F} = F_x\hat{x} + F_y\hat{y}$ que atua no átomo de lítio. Dê sua resposta em função de e , a e da constante de Coulomb K_0 .

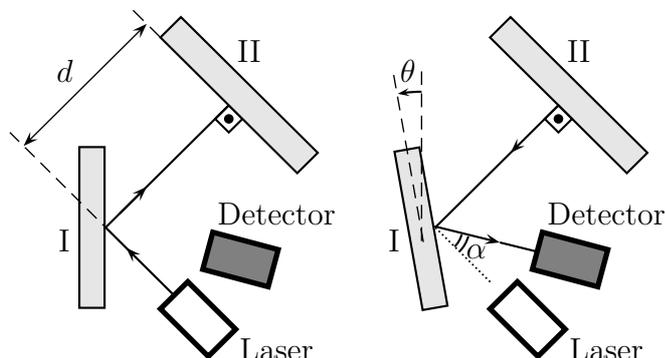


Questão 24. Em uma experiência de interferência de Young, uma luz magenta, constituída por uma mistura de luz vermelha (de comprimento de onda de 660 nm) e luz azul (comprimento de onda de 440 nm) de mesma intensidade da luz vermelha, incide perpendicularmente num plano onde atravessa duas fendas paralelas separadas de $22,0 \mu\text{m}$ e alcança um anteparo paralelo ao plano, a $5,00 \text{ m}$ de distância. Neste, há um semieixo Oy perpendicular à direção das fendas, cuja origem também está a $5,00 \text{ m}$ do ponto médio entre estas. Obtenha o primeiro valor de $y > 0$ onde há um máximo de luz magenta (intensidades máximas de vermelho e azul no mesmo local). Se necessário, utilize $\tan \theta \cong \sin \theta$, para $\theta \ll 1 \text{ rad}$.

Questão 25. Partindo do repouso, uma bolinha cai verticalmente sobre um plano inclinado de um ângulo θ com relação à horizontal, originando seguidos choques perfeitamente elásticos. Se d é a distância inicial da bolinha ao plano, obtenha, em função de d , n e θ , a distância do ponto do n -ésimo choque em relação ao ponto do primeiro choque.

Questão 26. O aparato esquematizado na figura mede a velocidade da luz usando o método do espelho rotativo de Foucault, em que um feixe de laser é refletido por um espelho rotativo I, que gira a velocidade angular ω constante, sendo novamente refletido por um espelho estacionário II a uma distância d . Devido ao tempo de percurso do feixe, o espelho rotativo terá girado de um ângulo θ quando o feixe retornar ao espelho I, que finalmente o deflete para o detector.

- Obtenha o ângulo α do posicionamento do detector em função de θ .
- Determine a velocidade da luz em função de d , ω e θ .
- Explique como poderá ser levemente modificado este aparato experimental para demonstrar que a velocidade da luz na água é menor que no ar.



Questão 27. Pontos quânticos são nanoestruturas que permitem a manipulação do estado quântico de um único elétron, sendo um caminho promissor para a Computação Quântica. Em primeira aproximação, um ponto quântico confina elétrons com um potencial semelhante ao de um oscilador harmônico, isto é, com uma energia potencial do tipo $V(x) = m\omega^2 x^2/2$, em que x é a posição da partícula em relação ao ponto de equilíbrio, m é a massa da partícula confinada, $\omega = \sqrt{k/m}$ e k é a “constante de mola” (embora não seja este um conceito apropriado no mundo quântico). De acordo com a Mecânica Clássica, a energia mecânica deste oscilador pode variar continuamente de zero até infinito. Por outro lado, na Mecânica Quântica, a energia deste oscilador varia de forma discreta, de acordo com a expressão $E_n = (n + 1/2)\hbar\omega$,

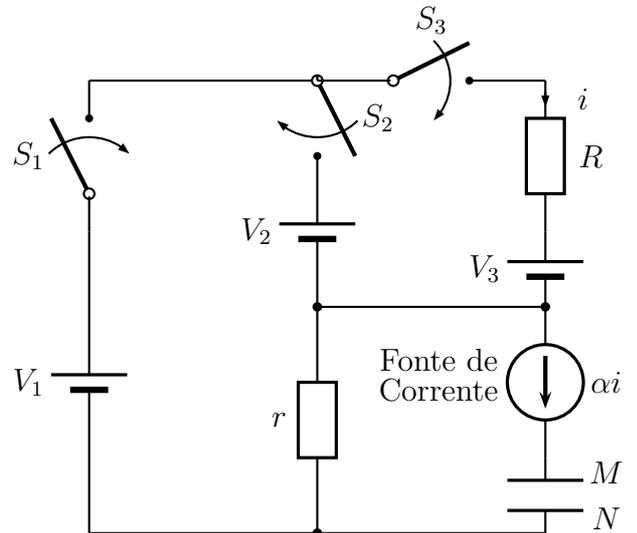
em que n pode assumir os valores $0, 1, 2, \dots$. Na descrição quântica do oscilador harmônico, o menor valor possível para a energia mecânica é $\hbar\omega/2$, diferentemente do previsto na Mecânica Clássica. Explique por que não é possível haver energia igual a zero na descrição quântica do oscilador harmônico.

Questão 28. Duas espiras verticais estacionárias com aproximadamente o mesmo diâmetro d , perpendiculares e isoladas eletricamente entre si, têm seu centro comum na origem de um sistema de coordenadas xyz , na qual também está centrado um ímã cilíndrico de comprimento $l \ll d$ e raio $r \ll l$. O ímã tem seu polo norte no semieixo x positivo e pode girar livremente em torno do eixo vertical z , sendo mantido no plano xy . Numa das espiras, situada no plano yz , circula uma corrente $I_1 = i \cos(\omega t)$, cujo sentido positivo é o anti-horário visto do semieixo x positivo, e na outra circula uma corrente $I_2 = i \sin(\omega t)$, cujo sentido positivo é o anti-horário visto do semieixo y positivo.

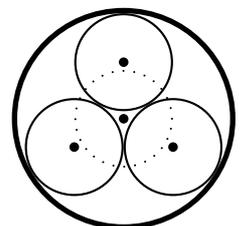
- Desprezando a diferença de diâmetro entre as espiras, obtenha o campo magnético \vec{B} na origem devido às correntes I_1 e I_2 , na forma $B_x\hat{x} + B_y\hat{y}$.
- Explique, por que, partindo do repouso em $t = 0$, o ímã adquire um movimento de rotação em torno de z . Em que sentido (horário ou anti-horário, visto a partir do semieixo z positivo) ocorre este giro?
- Ao se aumentar gradativamente a frequência angular ω das correntes, nota-se que o ímã passa a girar cada vez mais rápido. Contudo, com o ímã inicialmente em repouso e se são repentinamente aplicadas correntes I_1 e I_2 de alta frequência angular, nota-se que o ímã praticamente não se move. Explique a(s) razão(ões).

Questão 29. Uma fonte de corrente é um dispositivo que fornece uma corrente invariável independentemente da tensão entre seus terminais. No circuito da figura, a corrente αi produzida pela fonte é proporcional à corrente i que circula no resistor R . Inicialmente descarregadas, as placas M e N são carregadas após o fechamento das chaves S_1 , S_2 e S_3 , que serão novamente abertas após um intervalo de tempo T . A placa M é então retirada do circuito e é posta em contato com um condutor C descarregado (não mostrado na figura), ao qual transfere uma fração f de sua carga. Em seguida, com esse contato desfeito, o condutor C é totalmente descarregado. Na sequência, o mesmo procedimento é aplicado à placa N , a qual transfere a C a mesma fração f de sua carga, sendo então o contato desfeito e descarregando-se novamente C . Quando M e N são reintroduzidas no circuito, com as respectivas cargas remanescentes (de mesmo módulo, mas de sinais opostos), as chaves S_1 , S_2 e S_3 são fechadas outra vez, permanecendo assim durante o intervalo de tempo T , após o que são novamente abertas. Então,

como antes, repetem-se os contatos entre cada placa e C , e este processo de carga/descarga das placas é repetido indefinidamente. Nestas condições, considerando os sucessivos processos de transferência de carga entre M e C , e N e C , determine a carga q de M após todo esse procedimento em função de α , f , r , R , V_1 , V_2 , V_3 e T . Considere $V_3 < V_2 < V_1$.



Questão 30. Um recipiente cilíndrico vertical contém em seu interior três esferas idênticas de mesmo peso P que são tangentes entre si e também à parede interna do recipiente. Uma quarta esfera, idêntica às anteriores, é então sobreposta às três esferas como ilustrado em pontilhado. Determine as respectivas intensidades das forças normais em função de P que a parede do recipiente exerce nas três esferas.



Questão 9. Assinale a opção cuja reescrita não altera o sentido de: “**Though all identities are confidential, it was recently discovered that John F. Kennedy was a sample participant.**” (linha 5)

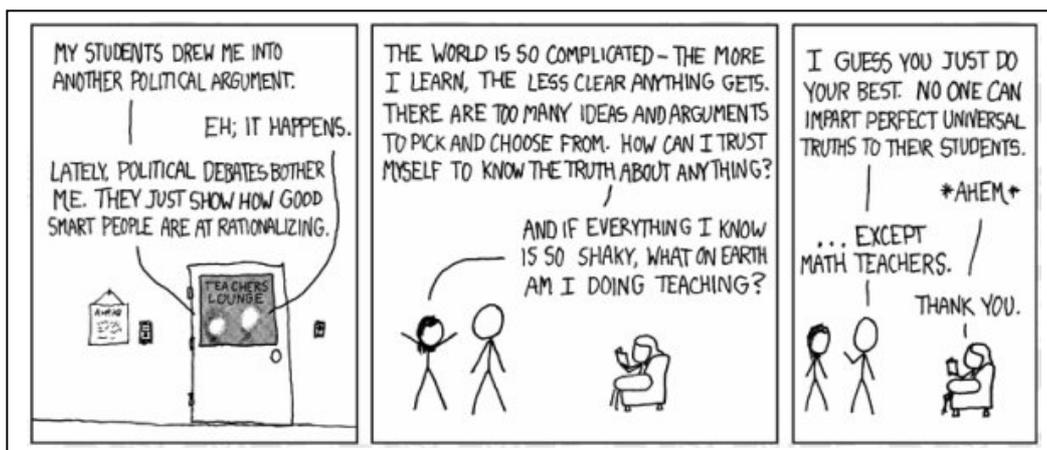
- A () John F. Kennedy was a sample participant, although nobody knew that.
- B () In spite of being a sample participant, John F. Kennedy’s identity was never discovered.
- C () The study was confidential, thus the participation of John F. Kennedy was never discovered.
- D () Besides being a confidential study, John F. Kennedy said he used to be a participant.
- E () In spite of the fact that all identities are kept confidential, it was recently found out that John F. Kennedy was a sample participant.

Questão 10. Substituindo os adjetivos **long** e **comprehensive**, respectivamente, por **easy** e **rich** na oração “**Harvard conducted one of the longest and most comprehensive studies of human development**” (linha 1), teremos:

- A () the most easy - the richest
- B () the easiest - the most rich
- C () the more easy - the richer
- D () the easiest - the richest
- E () the most easy - the most rich

As questões 11 e 12 referem-se à tirinha a seguir:

Is this what really goes on in the staff room?



http://www.math-problem-solving.com/funny_math_cartoons.html (acesso em 10/06/2013).

Questão 11. Pelo contexto, pode-se depreender que os personagens são

- A () dois alunos e um professor de matemática.
- B () um aluno e dois professores de matemática.
- C () pelo menos um professor de matemática.
- D () três professores de matemática.
- E () de identificação impossível.

Questão 12. Em “**the more I learn, the less clear anything gets**”, mantém-se o mesmo sentido em:

- A () more learning, less obscurity.
- B () more learning, more obscurity.
- C () less learning, more obscurity.
- D () less learning, less doubts.
- E () more doubts, more obscurity.

As questões de 13 a 20 referem-se ao texto a seguir:

DISTANT PEAK CAR

Carmakers worry that one day demand for cars will stop rising. But that is a long way off.

1 IN 1924 FORD ran an advertisement headlined “His First Car”, urging fathers to buy their teenage sons their first set of wheels. The idea caught on. For boys, especially, learning to drive became an essential part of growing up. By the late 1970s 86% of American 18-year-olds—of both sexes—had a driving licence. But then the trend went into reverse: researchers at the University of Michigan found that in 2010 only 61% of 18-year-old Americans had licences. 5 Other rich countries are going the same way. Teenagers are showing less interest in cars as they turn their attention to smartphones and social networking.

This is a worry for carmakers, who are wondering where their future customers are going to come from. In the two decades to 2008 the number of miles driven by Americans in their 20s fell by 8%. In Britain a study for the RAC Foundation, a transport-research body, found a 30% drop among men in the same age group between 1996 and 10 2006.

One reason for concern is that half the world’s population now lives in towns and cities, which have only so much space for cars. Even in rapidly growing car markets such as China, city governments in the more prosperous parts of the country are beginning to restrict new car registrations and invest heavily in public transport.

15 Young urban residents may also be meeting up less often in person, thanks to social-networking sites that let them keep in touch digitally. So they have less need for a car, and when they do need one they turn to car clubs, which offer rental by the hour in their neighbourhood, and to car-sharing schemes. In particular, the generation who came of age after 2000, the so-called “millennials”, express a preference for having access to rather than owning cars. But some of that may be just talk. In a survey by McKinsey, American millennials said they expected to use car clubs in the future, but when asked if owning a car would remain an important status symbol, they were much more likely to 20 answer “yes” than older consumers.

Economic factors, too, work against car ownership. Sheryl Connelly, Ford’s “global trends and futuring” manager, notes that a few decades ago teenagers in America often got free driving lessons at school, but now they may have to pay up to \$800 for them before they can sit their test. The cost of adding a young driver to the family’s car-insurance policy too has risen sharply, she says. In Britain the RAC Foundation study found that fewer young men 25 are driving because their employers have cut back on providing company cars.

However, studies also show a marked rise in the proportion of elderly people with driving licences. Baby-boomers pretty much all learned to drive, and now that they are beginning to retire they expect to continue motoring. The development of assisted driving, followed one day by fully automated cars, will allow them to stay mobile for much longer.

30 What may be happening in rich countries is a one-off shift in the timing of people’s driving careers, so that they start later but then continue well into old age. This may be no bad thing for carmakers. It has long been an open secret in the business that cars are advertised as being for the young but are bought mainly by the middle-aged with the necessary disposable income. In America the average Mercedes buyer is in his late 50s, and even the supposedly youth-oriented MINI Cooper is typically bought by people in their early 40s. The world’s biggest car markets—China, 35 North America and Europe—are all greying.

So it is not clear that declining car ownership among young urbanites will have more than a marginal effect on overall car sales. Besides, argues Renault-Nissan’s Mr Ghosn, for most people “their car is more than an object.” For some it is an extension of their home, he says, and most people would rather not share their home. For others it is their pet, and who wants to share their pet?

40 All in all, “peak car”—the point at which worldwide demand for cars will stop rising—still seems quite a long way off. In the rich world some of the economic factors that have deterred young people from taking up driving will fade away: as cars become increasingly self-piloting and accident rates fall, insurance costs should decrease, and in time there will be little or no need to take expensive lessons.

The Economist, April 20th, 2013.

Questão 13. Uma das razões para o menor uso de carros por jovens nos últimos anos é o(a)

- A () desinteresse em usar carro como símbolo de status social.
- B () realização de festas em clubes particulares.
- C () falta de segurança nas grandes cidades.
- D () uso de redes sociais digitais.
- E () insuficiência de estacionamentos e alto custo das vagas privativas.

Questão 14. Assinale a opção em que a retirada do termo sublinhado compromete o sentido da oração.

- A () “For boys, especially, learning to drive became an essential part of growing up.” (linha 2)
- B () “... to restrict new car registrations and invest heavily in public transport.” (linha 13)
- C () “... they were much more likely to answer “yes” than older consumers.” (linhas 19 e 20)
- D () “The cost of adding a young driver to the family’s car-insurance policy too has risen sharply ...” (linhas 23 e 24)
- E () “... cars are advertised as being for the young but are bought mainly by the middle-aged ...” (linha 32)

Questão 15. Considere as sentenças:

- I. A geração *millennials* não se incomoda com *status* social.
- II. A geração *millennials* já atingiu os 40 anos de idade.
- III. A geração *baby boomers* faz parte dos apreciadores da fabricante de carros Mercedes.

Está(ão) correta(s)

- A () apenas I.
- B () apenas II.
- C () apenas III.
- D () apenas I e II.
- E () apenas I e III.

Questão 16. Assinale a opção correta.

- A () O modelo *MINI Cooper* foi idealizado para o público consumidor jovem, apesar da maior comercialização para pessoas na faixa dos 40 anos.
- B () O mercado automobilístico em ascensão é constituído exclusivamente por consumidores aposentados.
- C () De acordo com a Fundação *RAC*, houve uma queda de 30% nos percursos feitos pelos americanos.
- D () O declínio de vendas de carro para o público jovem está diretamente relacionado ao alto custo de aulas de direção.
- E () Veículos fretados e transporte solidário estão entre as opções dos jovens chineses que não compram veículos.

Questão 17. Assinale a opção em que o emprego sintático do item lexical **that** é diferente dos demais.

- A () “... researchers at the University of Michigan found that ...” (linha 4)
- B () “One reason for concern is that ...” (linha 11)
- C () “... thanks to social-networking sites that ...” (linha 14)
- D () “Sheryl Connelly, Ford’s “global trends and futuring” manager, notes that ...” (linhas 21 e 22)
- E () “So it is not clear that ...” (linha 36)

Questão 18. De acordo com o texto, a expressão “**a long way off**” (no subtítulo e nas linhas 40 e 41) pode ser entendida como

- A () eminente retrocesso.
- B () acontecimento a longo prazo.
- C () grande possibilidade.
- D () evento fora de cogitação.
- E () preocupação factível.

Questão 19. A expressão “**this is a worry for carmakers**” (linha 7) resgata o(a)

- A () decréscimo do número de habilitações para motoristas britânicos.
- B () generalização da baixa venda de veículos.
- C () pequena disponibilidade de estacionamento.
- D () menor interesse dos jovens por carros.
- E () demora no amadurecimento dos adolescentes americanos.

Questão 20. Considere as sentenças:

- I. Houve queda no número de motoristas na Inglaterra até 1996.
- II. No passado, estudantes americanos geralmente tinham aulas gratuitas de direção.
- III. A propaganda “His First Car” tinha como público alvo pais de jovens rapazes.

Está(ão) correta(s)

- A () apenas I.
- B () apenas II.
- C () apenas III.
- D () apenas I e II.
- E () apenas II e III.

TEXTO 1

1 Não há hoje no mundo, em qualquer domínio de atividade artística, um artista cuja arte contenha maior universalidade que a de Charles Chaplin. A razão vem de que o tipo de Carlito é uma dessas criações que, salvo idiosincrasias muito raras, interessam e agradam a toda a gente. Como os heróis das lendas populares ou as personagens das velhas farsas de mamulengo.

5 Carlito é popular no sentido mais alto da palavra. Não saiu completo e definitivo da cabeça de Chaplin: foi uma criação em que o artista procedeu por uma sucessão de tentativas e erradas.

Chaplin observava sobre o público o efeito de cada detalhe.

10 Um dos traços mais característicos da pessoa física de Carlito foi achado casual. Chaplin certa vez lembrou-se de arremedar a marcha desgovernada de um tabético. O público riu: estava fixado o andar habitual de Carlito.

O vestuário da personagem – fraquezinho humorístico, calças lambazonas, botinas escarrapachadas, cartolinha – também se fixou pelo consenso do público.

15 Certa vez que Carlito trocou por outras as botinas escarrapachadas e a clássica cartolinha, o público não achou graça: estava desapontado. Chaplin eliminou imediatamente a variante. Sentiu com o público que ela destruía a unidade física do tipo. Podia ser jocosa também, mas não era mais Carlito.

Note-se que essa indumentária, que vem dos primeiros filmes do artista, não contém nada de especialmente extravagante. Agrada por não sei quê de elegante que há no seu ridículo de miséria. Pode-se dizer que Carlito possui o dandismo do grotesco.

20 Não será exagero afirmar que toda a humanidade viva colaborou nas salas de cinema para a realização da personagem de Carlito, como ela aparece nessas estupendas obras-primas de *humour* que são *O Garoto*, *Ombro Arma*, *Em Busca do Ouro* e *O Circo*.

25 Isto por si só atestaria em Chaplin um extraordinário dom de discernimento psicológico. Não obstante, se não houvesse nele profundidade de pensamento, lirismo, ternura, seria levado por esse processo de criação à vulgaridade dos artistas medíocres que condescendem com o fácil gosto do público.

30 Aqui é que começa a genialidade de Chaplin. Descendo até o público, não só não se vulgarizou, mas ao contrário ganhou maior força de emoção e de poesia. A sua originalidade extremou-se. Ele soube isolar em seus dados pessoais, em sua inteligência e em sua sensibilidade de exceção, os elementos de irredutível humanidade. Como se diz em linguagem matemática, pôs em evidência o fator comum de todas as expressões humanas. O olhar de Carlito, no filme *O Circo*, para a brioche do menino faz rir a criançada como um gesto de gulodice engraçada. Para um adulto pode sugerir da maneira mais dramática todas as categorias do desejo. A sua arte simplificou-se ao mesmo tempo que se aprofundou e alargou. Cada espectador pode encontrar nela o que procura: o riso, a crítica, o lirismo ou ainda o contrário de tudo isso.

35 Essas reflexões me acudiram ao espírito ao ler umas linhas da entrevista fornecida a Florent Fels pelo pintor Pascin, búlgaro naturalizado americano. Pascin não gosta de Carlito e explicou que uma fita de Carlito nos Estados Unidos tem uma significação muito diversa da que lhe dão fora de lá. Nos Estados Unidos Carlito é o sujeito que não sabe fazer as coisas como todo mundo, que não sabe viver como os outros, não se acomoda em meio algum, – em suma um inadaptável. O espectador americano ri satisfeito de se sentir tão diferente daquele sonhador ridículo. É isto que faz o sucesso de Chaplin nos Estados Unidos. Carlito com as suas lamentáveis aventuras constitui ali uma lição de moral para educação da mocidade no sentido de preparar uma geração de homens hábeis, práticos e bem quaisquer!

45 Por mais ao par que se esteja do caráter prático do americano, do seu critério de sucesso para julgamento das ações humanas, do seu gosto pela standardização, não deixa de surpreender aquela interpretação moralista dos filmes de Chaplin. Bem examinadas as coisas, não havia motivo para surpresa. A interpretação cabe perfeitamente dentro do tipo e mais: o americano bem verdadeiramente americano, o que veda a entrada do seu território a doentes e estropiados, o que propõe o pacto contra a guerra e ao mesmo tempo assalta a Nicarágua, não poderia sentir de outro modo.

50 Não importa, não será menos legítima a concepção contrária, tanto é verdade que tudo cabe na humanidade vasta de Carlito. Em vez de um fraco, de um pulha, de um inadaptável, posso eu interpretar Carlito como um herói. Carlito passa por todas as misérias sem lágrimas nem queixas. Não é força isto? Não perde a bondade apesar de todas as experiências, e no meio das maiores privações acha um jeito de amparar a outras criaturas em aperto. Isso é pulhice?

55 Aceita com estoicismo as piores situações, dorme onde é possível ou não dorme, come sola de sapato cozida como se se tratasse de alguma língua do Rio Grande. É um inadaptável?

60 Sem dúvida não sabe se adaptar às condições de sucesso na vida. Mas haverá sucesso que valha a força de ânimo do sujeito sem nada neste mundo, sem dinheiro, sem amores, sem teto, quando ele pode agitar a bengalhinha como Carlito com um gesto de quem vai tirar a felicidade do nada? Quando um ajuntamento se forma nos filmes, os transeuntes vão parando e acercando-se do grupo com um ar de curiosidade interesseira. Todos têm uma fisionomia preocupada. Carlito é o único que está certo do prazer ingênuo de olhar.

65 Neste sentido Carlito é um verdadeiro professor de heroísmo. Quem vive na solidão das grandes cidades não pode deixar de sentir intensamente o influxo da sua lição, e uma simpatia enorme nos prende ao boêmio nos seus gestos de aceitação tão simples.

70 Nada mais heróico, mais comovente do que a saída de Carlito no fim de *O Circo*. Partida a companhia, em cuja *troupe* seguia a menina que ele ajudara a casar com outro, Carlito por alguns momentos se senta no círculo que ficou como último vestígio do picadeiro, refletindo sobre os dias de barriga cheia e relativa felicidade sentimental que acabava de desfrutar. Agora está de novo sem nada e inteiramente só. Mas os minutos de fraqueza duram pouco. Carlito levanta-se, dá um puxão na casaquinha para recuperar a linha, faz um molinete com a bengalinha e sai campo afora sem olhar para trás. Não tem um vintém, não tem uma afeição, não tem onde dormir nem o que comer. No entanto vai como um conquistador pisando em terra nova. Parece que o Universo é dele. E não tenham dúvida: o Universo é dele.

75 Com efeito, Carlito é poeta.

(Em: *Crônicas da Província do Brasil*. 1937.)

idiosincrasia (linha 3): maneira de ser e de agir própria de cada pessoa.

mamulengo (linha 4): fantoche, boneco usado à mão em peças de teatro popular ou infantil.

tabético (linha 9): que tem andar desgovernado, sem muita firmeza.

dandismo (linha 18): relativo ao indivíduo que se veste e se comporta com elegância.

pulhice (linha 54): safadeza, canalhice.

estoicismo (linha 55): resignação com dignidade diante do sofrimento, da adversidade, do infortúnio.

molinete (linha 71): movimento giratório que se faz com a espada ou outro objeto semelhante.

Questão 21. Considerando que o título pode antecipar para o leitor o tema central do texto, assinale a opção que apresenta o título mais adequado.

A () A representatividade de Carlito em *O Circo*.

B () O heroísmo de Carlito.

C () As representações da vida real por Chaplin.

D () A recepção dos filmes de Chaplin.

E () A dualidade no personagem Carlito.

Questão 22. Considere o enunciado “Carlito é popular no sentido mais alto da palavra” (linha 5) e as informações de todo o texto. Na visão de Bandeira, a popularidade pode ser explicada pelo fato de Carlito

I. ser apresentado com indumentária elegante.

II. ser responsável por atrair grande público para os cinemas.

III. retratar o tipo heroico americano, que não quer ser considerado malsucedido.

IV. ter sido ajustado a partir das reações do público.

Está(ão) correta(s):

A () apenas I e II.

B () apenas I e III.

C () apenas II e IV.

D () apenas III e IV.

E () todas.

Questão 23. Assinale a opção cujo elemento coesivo em negrito substitui os dois pontos sem alterar o sentido do enunciado.

A () Não saiu completo e definitivo da cabeça de Chaplin: foi uma criação em que o artista procedeu por uma sucessão de tentativas e erradas. (linhas 5 e 6) – **já que**

B () O público riu: estava fixado o andar habitual de Carlito. (linha 9 e 10) – **visto que**

C () [...] o público não achou graça: estava desapontado. (linhas 13 e 14) – **de forma que**

D () Cada espectador pode encontrar nela o que procura: o riso, a crítica, o lirismo ou ainda o contrário de tudo isso. (linhas 33 e 34) – **posto que**

E () A interpretação cabe perfeitamente dentro do tipo e mais: o americano bem verdadeiramente americano, o que veda a entrada do seu território a doentes e estropiados, [...] (linhas 47 a 48) – **tanto que**

Questão 24. De acordo com Bandeira,

A () Carlito é essencialmente triste, apesar de não demonstrar.

B () o público se identifica com Carlito, porque ele representa um tipo universal de simplicidade.

C () Carlito faz sucesso nos Estados Unidos, porque é sonhador como os americanos.

D () Carlito representa o lado heroico do ser humano, embora isso não seja explicitado em seus filmes.

E () Carlito representa o lado debochado e despojado do ser humano, daí seu grande sucesso.

Questão 25. Sobre Charles Chaplin, o texto nos permite dizer que

- A () sua arte desperta diversas emoções e extrapola os limites geográficos.
- B () seu personagem Carlito originou-se das reações do público.
- C () seu personagem Carlito é apresentado como um tipo astuto e inteligente.
- D () seu personagem Carlito satiriza a miséria material e emocional do ser humano.
- E () sua arte desfaz no público sentimentos antagônicos.

Questão 26. Assinale a opção que retoma a palavra **variante** no trecho “Chaplin eliminou imediatamente a variante” (linha 14).

- A () as calças lambazonas e as botinas escarrapachadas.
- B () o fraquezinho humorístico e a clássica cartolinha.
- C () as botinas escarrapachadas e a clássica cartolinha.
- D () a marcha desgovernada.
- E () a unidade física do tipo.

Questão 27. Considere os enunciados abaixo, atentando para as palavras em negrito.

- I. Não há hoje no mundo, em **qualquer** domínio de atividade artística, um artista cuja arte contenha maior universalidade que a de Charles Chaplin. (linhas 1 e 2)
- II. Agrada por não sei quê de elegante que há no seu **ridículo** de miséria. (linha 17)
- III. [...] uma fita de Carlito nos Estados Unidos tem uma significação muito **diversa** da que lhe dão fora de lá. (linhas 36 e 37)
- IV. A interpretação cabe perfeitamente dentro do tipo e mais: o americano bem verdadeiramente **americano**, o que veda a entrada do seu território a doentes e estropiados, [...] (linhas 47 e 48)

As palavras em negrito têm valor de adjetivo

- A () apenas em I, II e IV.
- B () apenas em I, III e IV.
- C () apenas em II e IV.
- D () apenas em III e IV.
- E () em todas.

Questão 28. Segundo Bandeira, o comportamento de Carlito é “uma lição de moral para educação da mocidade” (linhas 41 e 42), porque:

- A () contribui como modelo para a formação de pessoas hábeis e práticas.
- B () reforça a interpretação moral das pessoas, já que desejam se parecer com o personagem.
- C () o personagem é contraditório e as pessoas se identificam com isso.
- D () o personagem exibe uma grande humanidade.
- E () as pessoas rejeitam para si as características do personagem.

Questão 29. Segundo o texto, **herói** é aquele que

- A () comove as pessoas que o rodeiam.
- B () faz as pessoas levarem a vida de maneira leve.
- C () age de maneira corajosa e previsível.
- D () enfrenta as adversidades, ainda que tenha momentos de fraqueza.
- E () despreza o sucesso, embora o considere importante.

Questão 30. Considerando a estrutura do texto, pode-se dizer que Bandeira

- I. vale-se de outro texto para refletir sobre a recepção do público americano aos filmes de Chaplin.
- II. considera fatos da época para refletir sobre o comportamento dos americanos.
- III. descreve cenas de filmes para enaltecer a criação de Chaplin.
- IV. usa recursos linguísticos, como perguntas retóricas e adjetivos, para reforçar seu ponto de vista.

Está(ão) correta(s)

- A () apenas I e II.
- B () apenas I, II e IV.
- C () apenas II, III e IV.
- D () apenas III e IV.
- E () todas.

Questão 31. Depreende-se do texto que os americanos

- I. procuram valorizar as particularidades das pessoas.
- II. julgam as pessoas, conforme seu padrão de sucesso ou fracasso.
- III. são incoerentes em suas atitudes.
- IV. não reconhecem suas próprias fraquezas.

Está(ão) correta(s)

- A () apenas I e II.
D () apenas III e IV.

- B () apenas I, II e IV.
E () todas.

- C () apenas II, III e IV.

Questão 32. Assinale a opção em que **NÃO** há avaliação do autor.

- A () Não há hoje no mundo, em qualquer domínio de atividade artística, um artista cuja arte contenha maior universalidade que a de Charles Chaplin. (linhas 1 e 2).
B () Chaplin observava sobre o público o efeito de cada detalhe. (linha 7)
C () Podia ser jocosa também, mas não era mais Carlito. (linha 15)
D () Isso por si só atestaria em Chaplin um extraordinário dom de discernimento psicológico. (linha 22)
E () Aqui é que começa a genialidade de Chaplin. (linha 26)

As questões de 33 e 34 referem-se ao Texto 2, de Ruy Castro.

TEXTO 2

Ritos

1 Nos filmes americanos do passado, quando alguém estava falando ao telefone e a linha de repente era cortada, a pessoa batia repetidamente no gancho, dizendo “Alô? Alô?”, para ver se o outro voltava. Nunca vi uma linha voltar por esse processo, nem no cinema, nem na vida real, mas era assim que os atores faziam.

5 Assim como acontecia também com o ato de o sujeito enfiar a carta dentro do envelope e lamber este envelope para fechá-lo. Era formidável a “nonchalance” com que os atores lambiam envelopes no cinema americano – a cola devia ser de primeira. Nos nossos envelopes, se não aplicássemos a possante goma arábica, as cartas chegariam abertas ao destino.

10 Outra coisa que sempre me intrigou nos velhos filmes era: o sujeito recebia um telegrama ou mensagem de um boy, enfiava a mão no bolso lateral da calça e já saía com uma moeda no valor certo da gorjeta, que ele atirava ao ar e o garoto pegava com notável facilidade. Ninguém tirava a moeda do bolsinho caça-níqueis, que é onde os homens costumam guardar moedas.

15 E ninguém tirava também um cigarro do maço e o levava à boca. Tirava-o da cigareira ou de dentro do bolso mesmo, da calça ou do paletó. Ou seja, nos velhos filmes americanos, as pessoas andavam com os cigarros soltos pelos bolsos. Acho que era para não mostrar de graça, para milhões, a marca impressa no maço.

20 Já uma coisa que nunca entendi era por que todo mundo só entrava no carro pelo lado do carona e tinha de vencer aquele banco imenso, passando por cima das marchas, para chegar ao volante. Não seria mais prático, já que iriam dirigir, entrar pelo lado do motorista? Seria. Mas Hollywood, como tantas instituições, em Roma, Tegucigalpa ou Brasília, tinha seus ritos. E vá você entender os ritos, sacros ou profanos.

(Em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniaofz2707200805.htm>, 27/07/2009)

Nonchalance: indiferença, desinteresse.

Tegucigalpa: capital de Honduras.

Questão 33. O Texto 2 é uma crítica

- A () à artificialidade dos ritos no cinema e na vida real.
C () à ausência de publicidade nos filmes.
E () ao funcionamento de aparelhos tecnológicos.

- B () às produções hollywoodianas.
D () à qualidade dos produtos americanos.

Questão 34. Está presente no Texto 1, de Manuel Bandeira, e no 2, de Ruy Castro

- A () a abordagem de que os filmes constroem realidades próprias.
B () a descrição de gestos artificiais de personagens nos filmes.
C () uma crítica a situações improváveis retratadas pelos filmes.
D () a descrição de comportamentos do público de filmes americanos antigos.
E () comentários sobre comportamentos inadequados dos americanos.

Questão 35. Em uma passagem do romance *Lucíola*, de José de Alencar, Lúcia e Paulo vão a uma praia em Niterói, local onde ela passou a infância. Podemos afirmar que esta cena

- A () reforça a percepção de que, para o Romantismo, o amor não é possível no meio urbano, mas apenas no meio natural.
- B () acentua a diferença entre a violência urbana e a paz que reina no meio natural.
- C () mostra a praia como cenário perfeito para Lúcia contar a Paulo como foi obrigada a se prostituir.
- D () faz Lúcia voltar a ser criança por um momento, revelando que, apesar de se prostituir, mantém o caráter puro e ingênuo.
- E () é apenas um bom exemplo do gosto romântico pela natureza brasileira e pela cor local.

Questão 36. Acerca da representação da infância em *Vidas secas*, de Graciliano Ramos, é **INCORRETO** dizer que

- A () tanto o menino mais velho como o mais novo encontram pouca alegria no ambiente inóspito em que vivem.
- B () os dois meninos sentem muito afeto pela cachorra Baleia, companheira inseparável da família.
- C () o menino mais velho se rebela contra a situação da família e contra a brutalidade de Sinhá Vitória.
- D () o menino mais novo quer ser igual ao pai e o mais velho entra em conflito com a mãe quando falam sobre o inferno.
- E () quando o menino mais velho associa o lugar em que vive com a ideia de inferno, começa a deixar de ser criança.

Questão 37. O poema abaixo é de Cecília Meireles:

Epigrama 8

Encostei-me em ti, sabendo bem que eras somente onda.
Sabendo bem que eras nuvem, depus minha vida em ti.

Como sabia bem tudo isso, e dei-me ao teu destino frágil,
fiquei sem poder chorar, quando caí.

É **CORRETO** afirmar que o texto

- A () contém uma expressão exagerada de dor e tristeza, decorrente do fim de um envolvimento amoroso.
- B () fala sobre o rompimento de duas pessoas, que, por já ser previsto, não causou dor no sujeito lírico.
- C () registra o término de um envolvimento afetivo superficial, pois os amantes não se entregaram totalmente.
- D () contém ambiguidade, pois, apesar de o sujeito lírico dizer que não chorou, o poema exprime tristeza.
- E () garante que a forma mais aconselhável de lidar com as decepções é estarmos de antemão preparados para ela.

Questão 38. Acerca do romance *Gabriela, cravo e canela*, de Jorge Amado, assinale a opção **CORRETA**.

- A () A história central, que retrata o amor entre Gabriela e Nacib, segue estritamente o modelo realista-naturalista de paixão sexual.
- B () O final revela que a união amorosa de Gabriela e Nacib não condiz com as regras e valores sociais ligados ao matrimônio oficial.
- C () O adultério de Gabriela com Mundinho Falcão determina o final realista do romance.
- D () As mulheres, exceto Gabriela, têm destinos semelhantes ao de Sinhazinha, morta pelo marido ao surpreendê-la com Osmundo.
- E () O adultério de Gabriela é secundário na obra, mais preocupada em denunciar o coronelismo no Nordeste.

Questão 39. O poema abaixo, sem título, é um haicai de Paulo Leminski:

lua à vista
brilhavas assim
sobre auschwitz?

(*Distraídos venceremos*. São Paulo: Brasiliense, 1987.)

Neste texto,

- I. há contraste entre a imagem natural e o fato histórico.
- II. o contraste entre “lua” e “auschwitz” provoca uma reação emotiva no sujeito lírico.
- III. o caráter interrogativo revela a perplexidade do sujeito lírico.

Está(ão) correta(s):

A () apenas I e II.

B () apenas I e III.

C () apenas II e III.

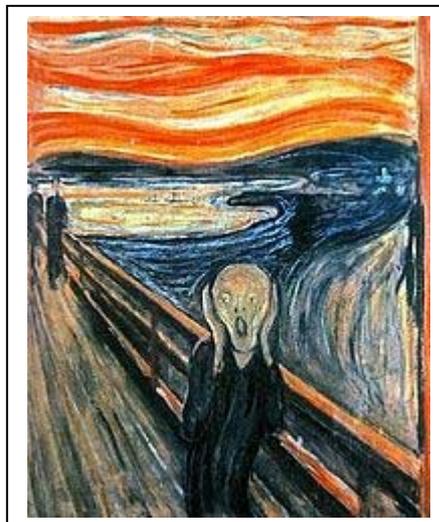
D () apenas III.

E () todas.

Questão 40. Considere o poema abaixo, de Carlos Drummond de Andrade, à luz da reprodução da pintura de Edvard Munch a que ele se refere.

O grito (Munch)

A natureza grita, apavorante.
Doem os ouvidos, dói o quadro.



O grito – Edvard Munch (1863-1944), Noruega

O texto de Drummond

- I. traduz a estreita relação entre a forma e o conteúdo da pintura.
- II. mostra como o desespero do homem retratado repercute no ambiente.
- III. contém o mesmo exagero dramático e aterrorizante da pintura.
- IV. interpreta poeticamente a pintura.

Está(ão) correta(s)

A () apenas I e II.

B () apenas I, II e IV.

C () apenas II, III e IV.

D () apenas III e IV.

E () todas.

REDAÇÃO

Abaixo, há considerações de alguns cineastas sobre cinema.

1. Num filme, o que importa não é a realidade, mas o que dela possa extrair a imaginação. (Charles Chaplin, 1889-1977, cineasta britânico)
2. O cinema não tem fronteiras nem limites. É um fluxo constante de sonho. (Orson Welles, 1915-1985, cineasta americano)
3. O cinema é um modo divino de contar a vida. (Federico Fellini, 1920-1993, cineasta italiano)
4. Cinema é a fraude mais bonita do mundo. (Jean Luc Godard, 1930, cineasta francês)
5. Muitas vezes, se usa a palavra “cinematográfico” como sinônimo de uma coisa excepcional: “Não sei o quê é cinematográfico!” Muitas vezes, o cinema é um acúmulo de momentos escolhidos, a dedo: a paisagem mais linda, com a luz mais incrível, com o momento mais emocionante, enfim... Só que eu estava interessada numa coisa muito mais simples. E, às vezes, as pessoas me perguntam: “Você trabalhou de um jeito até mais documental, às vezes. Por quê? Você queria que fosse mais verdadeiro?” Aí, eu falo: “Não! Não é isso!” Eu acho que qualquer coisa é uma construção. O documentário também é uma construção. Nada é mais ou menos verdadeiro. O que existe é a verdade de um filme. Interna. (Transcrição de parte da entrevista com a cineasta brasileira Sandra Kogut, constante do DVD do filme *Mutum*, 2007. Sandra Kogut é diretora e coautora do roteiro do filme, que foi inspirado na obra *Pequenas histórias*, de Guimarães Rosa.)

Instruções:

Considerando a relação entre as declarações dos cineastas e os textos da prova sobre o mesmo tema, redija uma **dissertação** em prosa, sustentando um ponto de vista sobre o assunto.

- A redação deve ser feita na folha a ela destinada, respeitando os limites das linhas, com caneta azul ou preta.
- A redação deve obedecer à norma padrão da língua portuguesa.
- Dê um título para sua redação.

Na avaliação de sua redação, serão considerados:

- a) clareza e consistência dos argumentos em defesa de um ponto de vista sobre o assunto;
- b) coesão e coerência do texto; e
- c) domínio do português padrão.

NOTAÇÕES

\mathbb{N}	: conjunto dos números naturais; $\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots\}$
\mathbb{Z}	: conjunto dos números inteiros
\mathbb{Q}	: conjunto dos números racionais
\mathbb{R}	: conjunto dos números reais
\mathbb{C}	: conjunto dos números complexos
i	: unidade imaginária: $i^2 = -1$
$ z $: módulo do número $z \in \mathbb{C}$
\bar{z}	: conjugado do número $z \in \mathbb{C}$
$\text{Re}(z)$: parte real do número $z \in \mathbb{C}$
$\det A$: determinante da matriz A
A^t	: transposta da matriz A
$\mathcal{P}(A)$: conjunto de todos os subconjuntos do conjunto A
$n(A)$: número de elementos do conjunto finito A
$P(A)$: probabilidade de ocorrência do evento A
$f \circ g$: função composta das funções f e g
$[a, b]$	$= \{x \in \mathbb{R}; a \leq x \leq b\}$
$[a, b[$	$= \{x \in \mathbb{R}; a \leq x < b\}$
$]a, b]$	$= \{x \in \mathbb{R}; a < x \leq b\}$
$]a, b[$	$= \{x \in \mathbb{R}; a < x < b\}$
$A \setminus B$	$= \{x; x \in A \text{ e } x \notin B\}$
$\sum_{n=1}^k a_n$	$= a_1 + a_2 + \dots + a_k, k \in \mathbb{N}$

Observação: Os sistemas de coordenadas considerados são cartesianos retangulares.

Questão 1. Das afirmações:

I. Se $x, y \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}$, com $y \neq -x$, então $x + y \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}$;

II. Se $x \in \mathbb{Q}$ e $y \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}$, então $xy \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}$;

III. Sejam $a, b, c \in \mathbb{R}$, com $a < b < c$. Se $f: [a, c] \rightarrow [a, b]$ é sobrejetora, então f não é injetora,

é (são) verdadeira(s)

A () apenas I e II.

B () apenas I e III.

C () apenas II e III.

D () apenas III.

E () nenhuma.

Questão 8. Considere as seguintes afirmações sobre as matrizes quadradas A e B de ordem n , com A inversível e B antissimétrica:

- I. Se o produto AB for inversível, então n é par;
- II. Se o produto AB não for inversível, então n é ímpar;
- III. Se B for inversível, então n é par.

Destas afirmações, é (são) verdadeira(s)

- A () apenas I.
- B () apenas I e II.
- C () apenas I e III.
- D () apenas II e III.
- E () todas.

Questão 9. Sejam $A = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ y & -x & 1 \end{bmatrix}$ e $B = \begin{bmatrix} x+1 & x \\ y-2 & y \\ z+3 & z \end{bmatrix}$ matrizes reais tais que o produto AB é uma matriz antissimétrica. Das afirmações abaixo:

- I. BA é antissimétrica;
- II. BA não é inversível ;
- III. O sistema $(BA)X = 0$, com $X^t = [x_1 \ x_2 \ x_3]$, admite infinitas soluções,

é (são) verdadeira(s)

- A () apenas I e II.
- B () apenas II e III.
- C () apenas I.
- D () apenas II.
- E () apenas III.

Questão 10. Seja M uma matriz quadrada de ordem 3, inversível, que satisfaz a igualdade

$$\det(2M^2) - \det(\sqrt[3]{2}M^3) = \frac{2}{9} \det(3M).$$

Então, um valor possível para o determinante da inversa de M é

- A () $\frac{1}{3}$.
- B () $\frac{1}{2}$.
- C () $\frac{2}{3}$.
- D () $\frac{4}{5}$.
- E () $\frac{5}{4}$.

Questão 11. Considere a equação $A(t)X = B(t)$, $t \in \mathbb{R}$, em que $A(t) = \begin{bmatrix} 2e^{-2t} & -e^{2t} & -1 \\ -1 & 1 & 1 \\ -3 & 1 & 2 \end{bmatrix}$,

$X = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ e $B(t) = \begin{bmatrix} e^t \\ -\sqrt{2} \\ 0 \end{bmatrix}$. Sabendo que $\det A(t) = 1$ e $t \neq 0$, os valores de x , y e z são, respectivamente,

- A () $2\sqrt{2}$, 0 , $-3\sqrt{2}$.
- B () $-2\sqrt{2}$, 0 , $-3\sqrt{2}$.
- C () 0 , $3\sqrt{2}$, $2\sqrt{2}$.
- D () 0 , $2\sqrt{3}$, $\sqrt{3}$.
- E () $2\sqrt{3}$, $-\sqrt{3}$, 0 .

Questão 18. Uma pirâmide de altura $h = 1 \text{ cm}$ e volume $V = 50 \text{ cm}^3$ tem como base um polígono convexo de n lados. A partir de um dos vértices do polígono traçam-se $n - 3$ diagonais que o decompõem em $n - 2$ triângulos cujas áreas S_i , $i = 1, 2, \dots, n - 2$, constituem uma progressão aritmética na qual $S_3 = \frac{3}{2} \text{ cm}^2$ e $S_6 = 3 \text{ cm}^2$. Então n é igual a

- A () 22. B () 24. C () 26. D () 28. E () 32.

Questão 19. A equação do círculo localizado no 1º quadrante que tem área igual a 4π (unidades de área) e é tangente, simultaneamente, às retas $r : 2x - 2y + 5 = 0$ e $s : x + y - 4 = 0$ é

- A () $(x - \frac{3}{4})^2 + (y - \frac{10}{4})^2 = 4$.
 B () $(x - \frac{3}{4})^2 + (y - (2\sqrt{2} + \frac{3}{4}))^2 = 4$.
 C () $(x - (2\sqrt{2} + \frac{3}{4}))^2 + (y - \frac{10}{4})^2 = 4$.
 D () $(x - (2\sqrt{2} + \frac{3}{4}))^2 + (y - \frac{13}{4})^2 = 4$.
 E () $(x - (2\sqrt{2} + \frac{3}{4}))^2 + (y - \frac{11}{4})^2 = 4$.

Questão 20. Considere o sólido de revolução obtido pela rotação de um triângulo isósceles ABC em torno de uma reta paralela à base \overline{BC} que dista $0,25 \text{ cm}$ do vértice A e $0,75 \text{ cm}$ da base \overline{BC} . Se o lado \overline{AB} mede $\frac{\sqrt{\pi^2 + 1}}{2\pi} \text{ cm}$, o volume desse sólido, em cm^3 , é igual a

- A () $\frac{9}{16}$. B () $\frac{13}{96}$. C () $\frac{7}{24}$. D () $\frac{9}{24}$. E () $\frac{11}{96}$.

AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESOLVIDAS E RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

Questão 21. Considere as funções $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = e^{\alpha x}$, em que α é uma constante real positiva, e $g : [0, \infty[\rightarrow \mathbb{R}$, $g(x) = \sqrt{x}$. Determine o conjunto-solução da inequação $(g \circ f)(x) > (f \circ g)(x)$.

Questão 22. Determine as soluções reais da equação em x , $(\log_4 x)^3 - \log_4(x^4) - 3 \frac{\log_{10} 16x}{\log_{100} 16} = 0$.

Questão 23.

- a) Determine o valor máximo de $|z + i|$, sabendo que $|z - 2| = 1$, $z \in \mathbb{C}$.
 b) Se $z_o \in \mathbb{C}$ satisfaz (a), determine z_o .

Questão 24. Seja Ω o espaço amostral que representa todos os resultados possíveis do lançamento simultâneo de três dados. Se $A \subset \Omega$ é o evento para o qual a soma dos resultados dos três dados é igual a 9 e $B \subset \Omega$ o evento cuja soma dos resultados é igual a 10, calcule:

- a) $n(\Omega)$;
 b) $n(A)$ e $n(B)$;
 c) $P(A)$ e $P(B)$.

Questão 25. Determine quantos paralelepípedos retângulos diferentes podem ser construídos de tal maneira que a medida de cada uma de suas arestas seja um número inteiro positivo que não exceda 10.

Questão 26. Considere o sistema linear nas incógnitas x , y e z

$$\begin{cases} x + y + 2z = 0 \\ -x + (\sin \theta) y + 4z = 0 \\ 2x + (1 - \cos 2\theta) y + 16z = 0 \end{cases}, \quad \theta \in [0, 2\pi].$$

- a) Determine θ tal que o sistema tenha infinitas soluções.
b) Para θ encontrado em (a), determine o conjunto-solução do sistema.

Questão 27. Determine o conjunto de todos os valores de $x \in [0, 2\pi]$ que satisfazem, simultaneamente, a

$$\frac{2 \sin^2 x + \sin x - 1}{\cos x - 1} < 0 \quad \text{e} \quad \operatorname{tg} x + \sqrt{3} < (1 + \sqrt{3} \operatorname{cotg} x) \operatorname{cotg} x .$$

Questão 28. Seis esferas de mesmo raio R são colocadas sobre uma superfície horizontal de tal forma que seus centros definam os vértices de um hexágono regular de aresta $2R$. Sobre estas esferas é colocada uma sétima esfera de raio $2R$ que tangencia todas as demais. Determine a distância do centro da sétima esfera à superfície horizontal.

Questão 29. Três circunferências C_1 , C_2 e C_3 são tangentes entre si, duas a duas, externamente. Os raios r_1 , r_2 e r_3 destas circunferências constituem, nesta ordem, uma progressão geométrica de razão $\frac{1}{3}$. A soma dos comprimentos de C_1 , C_2 e C_3 é igual a 26π cm. Determine:

- a) a área do triângulo cujos vértices são os centros de C_1 , C_2 e C_3 .
b) o volume do sólido de revolução obtido pela rotação do triângulo em torno da reta que contém o maior lado.

Questão 30. Um cilindro reto de altura $h = 1$ cm tem sua base no plano xy definida por

$$x^2 + y^2 - 2x - 4y + 4 \leq 0.$$

Um plano, contendo a reta $y - x = 0$ e paralelo ao eixo do cilindro, o secciona em dois sólidos. Calcule a área total da superfície do menor sólido.

CONSTANTES

Constante de Avogadro	= $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	= $9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	= $22,4 \text{ L (CNTP)}$
Carga elementar	= $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	= $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Constante gravitacional (g)	= $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = $101\,325 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 760 \text{ Torr}$

1 J = $1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$; 1 pm = $1 \times 10^{-12} \text{ m}$; 1 eV = $1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0°C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25°C e 1 atm

Condições-padrão: 25°C e 1 atm; concentração das soluções = $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(*s*) = sólido. (*ℓ*) = líquido. (*g*) = gás. (*aq*) = aquoso. (*CM*) = circuito metálico. (*conc*) = concentrado.

(*ua*) = unidades arbitrárias. [*A*] = concentração da espécie química *A* em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
H	1	1,01	Ti	22	47,87
B	5	10,81	Cr	24	52,00
C	6	12,01	Ni	28	58,69
N	7	14,01	Cu	29	63,55
O	8	16,00	Zn	30	65,38
F	9	19,00	As	33	74,92
Na	11	22,99	Se	34	78,96
Mg	12	24,31	Ag	47	107,90
Al	13	26,98	Sn	50	118,70
P	15	30,97	Te	52	127,60
S	16	32,07	I	53	126,90
Cl	17	35,45	Xe	54	131,30
Ar	18	39,95	Au	79	197,00
K	19	39,10	U	92	238,00

Questão 7. Assinale a opção que contém a base conjugada de OH^- .

- A () O^{2-} B () O^- C () O_2^- D () H_2O E () H^+

Questão 8. Assinale a opção que contém o número de oxidação do crômio no composto $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$.

- A () Zero B () +1 C () +2 D () +3 E () +4

Questão 9. Assinale a opção que apresenta o elemento químico com o número CORRETO de nêutrons.

- A () ${}^{19}_9\text{F}$ tem zero nêutrons. B () ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ tem 24 nêutrons.
C () ${}^{197}_{79}\text{Au}$ tem 79 nêutrons. D () ${}^{75}_{33}\text{As}$ tem 108 nêutrons.
E () ${}^{238}_{92}\text{U}$ tem 146 nêutrons.

Questão 10. A pressão de vapor de uma solução ideal contendo um soluto não-volátil dissolvido é diretamente proporcional à

- A () fração molar do soluto.
B () fração molar do solvente.
C () pressão osmótica do soluto.
D () molaridade, em $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, do solvente.
E () molalidade, em $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, do solvente.

Questão 11. Considere um mol de um gás que se comporta idealmente, contido em um cilindro indeformável provido de pistão de massa desprezível, que se move sem atrito. Com relação a este sistema, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Se o gás for resfriado contra pressão externa constante, o sistema contrai-se.
II. Se pressão for exercida sobre o pistão, a velocidade média das moléculas do gás aumenta.
III. Se o sistema for aquecido a volume constante, a velocidade média das moléculas aumenta, independentemente da natureza do gás.
IV. A velocidade média das moléculas será maior se o gás for o xenônio e menor se for o argônio.

Das afirmações acima, está(ão) ERRADA(S) apenas

- A () I e II. B () I, III e IV. C () II e III.
D () II e IV. E () IV.

Questão 12. Considere três cubos maciços de 2 cm de aresta, constituídos, respectivamente, de Cr, Ni e Ti puros. Os três cubos são aquecidos até 80°C e cada cubo é introduzido em um béquer contendo 50 g de água a 10°C . Com base nas informações constantes da tabela abaixo, assinale a opção que apresenta a relação CORRETA entre as temperaturas dos cubos, quando o conteúdo de cada béquer atingir o equilíbrio térmico.

Substância	Massa específica ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	Calor específico ($\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
H_2O	1,00	4,18
Ti	4,54	0,52
Cr	7,18	0,45
Ni	8,90	0,44

- A () $T_{\text{Cr}} > T_{\text{Ni}} > T_{\text{Ti}}$. B () $T_{\text{Ni}} = T_{\text{Ti}} > T_{\text{Cr}}$. C () $T_{\text{Ni}} > T_{\text{Cr}} > T_{\text{Ti}}$.
D () $T_{\text{Ti}} > T_{\text{Cr}} > T_{\text{Ni}}$. E () $T_{\text{Ti}} > T_{\text{Cr}} = T_{\text{Ni}}$.

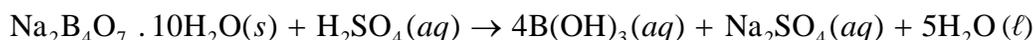
Questão 18. Considere os seguintes compostos:

I. álcoois II. aldeídos III. carbono particulado (negro de fumo) IV. cetonas

Dos componentes acima, é (são) produto(s) da combustão incompleta do n-octano com ar atmosférico apenas

A () I e II. B () I e IV. C () II e III.
D () III. E () IV.

Questão 19. Considere a reação do tetraborato de sódio:



Em relação ao produto da reação $\text{B}(\text{OH})_3$ são feitas as seguintes afirmações:

- I. $\text{B}(\text{OH})_3$ é um ácido de Brønsted – Lorry.
- II. $\text{B}(\text{OH})_3$ é uma base de Arrhenius.
- III. O produto da primeira ionização do $\text{B}(\text{OH})_3(aq)$ é o $\text{BO}(\text{OH})_2^-(aq)$.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

A () I. B () I e III. C () II. D () II e III. E () III.

Questão 20. Considere uma célula a combustível alcalina (hidrogênio-oxigênio) sobre a qual são feitas as seguintes afirmações:

- I. Sob condição de consumo de carga elétrica, a voltagem efetiva de serviço desse dispositivo eletroquímico é menor que a força eletromotriz da célula.
- II. O combustível (hidrogênio gasoso) é injetado no compartimento do anodo e um fluxo de oxigênio gasoso alimenta o catodo dessa célula eletroquímica.
- III. Sendo o potencial padrão dessa célula galvânica igual a $1,229 \text{ V}_{\text{EPH}}$ (volt na escala padrão do hidrogênio), a variação de energia livre de Gibbs padrão (ΔG°) da reação global do sistema redox atuante é igual a $-237,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S) apenas

A () I. B () I, II e III. C () I e III. D () II. E () II e III.

AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS ATÉ O FINAL, COM APRESENTAÇÃO DO VALOR ABSOLUTO DO RESULTADO.

Questão 21. O dióxido de potássio tem várias aplicações, entre as quais, a

- (a) produção de peróxido de hidrogênio (g) na presença de água.
- (b) conversão de dióxido de carbono (g) para oxigênio (g).
- (c) absorção de dióxido de carbono (g) na presença de H_2O com formação de oxigênio (g).

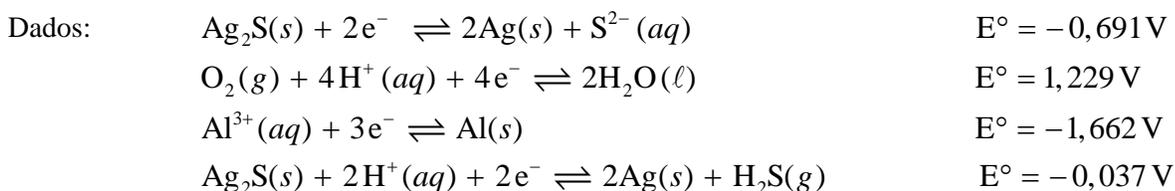
Apresente as equações químicas balanceadas que representam as reações descritas nos itens acima.

Questão 22. São descritos dois experimentos:

- I. Ovo cozido em água fervente teve sua casca quebrada, de modo que parte de sua clara permaneceu em contato com esta água, na qual a seguir foi também imerso um objeto polido de prata. Após um certo período de tempo, observou-se o escurecimento desse objeto, que foi retirado da água e lavado.
- II. Em um béquer, foi aquecida água até a fervura e adicionada uma colher das de sopa de cloreto de sódio. A seguir, esta solução foi transferida para um béquer revestido com papel alumínio. O objeto de prata utilizado no experimento I foi então imerso nesta solução e retirado após alguns minutos.

Em relação a esses experimentos:

- (a) apresente a equação global que representa a reação química ocorrida na superfície do objeto de prata no experimento I e calcule a diferença de potencial elétrico da reação química.
- (b) preveja a aparência do objeto de prata após a realização do segundo experimento.
- (c) apresente a equação global da reação química envolvida no experimento II e sua diferença de potencial elétrico.



Questão 23. Apresente as equações que representam as reações químicas de nitração do tolueno, na presença de ácido sulfúrico, levando a seus isômeros. Indique o percentual de ocorrência de cada isômero e seus respectivos estados físicos, nas condições-padrão.

Questão 24. Escreva a reação de combustão completa de um hidrocarboneto genérico ($\text{C}_\alpha\text{H}_\beta$) com ar atmosférico. Considere a presença do nitrogênio gasoso no balanço estequiométrico da reação e expresse os coeficientes estequiométricos dessa reação em função de α e β .

Questão 25. Em um processo de eletrodeposição, níquel metálico é eletrodepositado no catodo de uma célula eletrolítica e permanece coeso e aderido a esse eletrodo. Sabendo que a massa específica do níquel metálico ($\rho_{\text{Ni},25^\circ\text{C}}$) é igual a $8,9 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ e que a espessura total da camada eletrodepositada, medida no final do processo, foi de $2,0 \times 10^{-6} \text{ m}$, calcule a densidade de corrente aplicada (admitida constante), expressa em $\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$, considerando nesse processo uma eficiência de corrente de eletrodeposição de 100% e um tempo de operação total de 900 s.

Questão 26. Água líquida neutra ($\text{pH} = 7,0$), inicialmente isenta de espécies químicas dissolvidas, é mantida em um recipiente de vidro aberto e em contato com a atmosfera ambiente sob temperatura constante. Admitindo-se que a pressão parcial do oxigênio atmosférico seja igual a 0,2 atm e sabendo-se que esse gás é solúvel em $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ e que o sistema está em equilíbrio à temperatura de 25°C , pedem-se:

- (a) escrever a equação química balanceada da semirreação que representa o processo de redução de oxigênio gasoso em meio de água líquida neutra e aerada.
- (b) determinar o potencial de eletrodo (V_{EPH}), à temperatura de 25°C , da semirreação obtida no item (a), considerando as condições estabelecidas no enunciado desta questão.
- (c) determinar o valor numérico, expresso em $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, da variação de energia livre de Gibbs padrão (ΔG°) da semirreação eletroquímica do item (a).



Questão 27. Considere uma mistura gasosa constituída de C_3H_8 , CO e CH_4 . A combustão, em excesso de oxigênio, de 50 mL dessa mistura gasosa forneceu 70 mL de $CO_2(g)$. Determine o valor numérico do percentual de C_3H_8 na mistura gasosa.

Questão 28. O ácido nítrico reage com metais, podendo liberar os seguintes produtos: NO (que pode ser posteriormente oxidado na presença do ar), N_2O , NO_2 ou NH_3 (que reage posteriormente com HNO_3 , formando NH_4NO_3). A formação desses produtos depende da concentração do ácido, da natureza do metal e da temperatura da reação.

Escreva qual(is) dos produtos citados acima é(são) formado(s) nas seguintes condições:

- (a) $Zn(s) + HNO_3$ muito diluído (~2%)
- (b) $Zn(s) + HNO_3$ diluído (~10%)
- (c) $Zn(s) + HNO_3$ concentrado
- (d) $Sn(s) + HNO_3$ diluído
- (e) $Sn(s) + HNO_3$ concentrado

Questão 29. Considere os seguintes dados:

Entalpia de vaporização da água a 25 °C: $\Delta_{vap}H = 44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Massa específica da água a 25 °C: $\rho_{H_2O} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Temperaturas de ebulição a 1 bar:

$$T_{eb,H_2O} = 100^\circ\text{C}; T_{eb,H_2S} = -60^\circ\text{C}; T_{eb,H_2Se} = -41^\circ\text{C} \text{ e } T_{eb,H_2Te} = -2^\circ\text{C}$$

Com base nestas informações:

- (a) determine o valor numérico da energia liberada, em J, durante a precipitação pluviométrica de 20 mm de chuva sobre uma área de $(10 \times 10) \text{ km}^2$.
- (b) justifique, em termos moleculares, por que H_2O apresenta T_{eb} muito maior que outros calcogenetos de hidrogênio.
- (c) como se relaciona, em termos moleculares, a elevada T_{eb,H_2O} com a quantidade de energia liberada durante uma precipitação pluviométrica?

Questão 30. Velocidades iniciais (v_i) de decomposição de peróxido de hidrogênio foram determinadas em três experimentos (A, B e C), conduzidos na presença de $I^-(aq)$ sob as mesmas condições, mas com diferentes concentrações iniciais de peróxido ($[H_2O_2]_i$), de acordo com os dados abaixo:

Experimento	$[H_2O_2]_i$ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	v_i ($10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)
A	0,750	2,745
B	0,500	1,830
C	0,250	0,915

Com base nestes dados, para a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio:

- (a) escreva a equação estequiométrica que representa a reação.
- (b) indique a ordem desta reação.
- (c) escreva a lei de velocidade da reação.
- (d) determine o valor numérico da constante de velocidade, k.
- (e) indique a função do $I^-(aq)$ na reação.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA VESTIBULAR 2014

GABARITO

Física		Inglês		Português		Matemática		Química	
1	D ⁽¹⁾	1	A	21	B	1	E	1	B
2	C	2	E	22	C	2	E	2	E
3	E	3	A	23	A	3	D	3	B
4	B	4	B	24	D	4	A	4	D
5	A	5	B	25	A	5	E	5	C
6	D	6	A	26	*	6	C	6	D
7	B	7	E	27	B	7	D	7	A
8	C	8	E	28	E	8	C	8	D
9	D	9	E	29	D	9	B	9	E
10	*	10	D	30	E	10	A	10	B
11	C	11	C	31	C	11	B	11	D
12	D	12	B	32	B	12	A	12	C
13	E	13	D	33	A	13	E	13	A
14	A	14	C	34	A	14	C	14	A
15	E	15	C	35	D	15	D	15	B
16	D ⁽²⁾	16	A	36	C	16	A	16	D
17	E ⁽³⁾	17	C	37	D	17	B	17	D
18	C	18	B	38	B	18	C	18	C ⁽⁴⁾
19	A	19	D	39	E	19	D	19	*
20	B	20	E	40	E	20	C	20	B

OBSERVAÇÕES

(I) As questões 10 da prova de física, 26 da prova de português e 19 da prova de química foram consideradas corretas para todos os candidatos.

(II) Prova de Física

⁽¹⁾ Nesta questão, avalia-se a capacidade do candidato de relacionar adequadamente as grandezas físicas do problema. Assim, quanto maior ϵ , menor a deformação. Isto elimina a alternativa C. Quanto maior a , maior a deformação; o que elimina as alternativas B e E. Restam apenas as alternativas A e D. Por fim, nota-se que a resposta não pode depender de b : dois sólidos de dimensão xb e $(1-x)b$, com $0 < x < 1$, (e demais parâmetros iguais) apresentam a mesma deflexão; se forem postos um ao lado do outro, teremos um sólido “resultante” com mesma deflexão e dimensão b (em vez de xb e $(1-x)b$). Assim, a alternativa A é eliminada e somente sobra a D. Fazendo o cálculo exato através da teoria de elasticidade de

sólidos, chega-se de fato a esta resposta, mas não se espera do candidato tal conhecimento, nem é necessário para chegar a esta alternativa. O enunciado deixa isto explícito quando menciona “**Com base nas correlações entre grandezas físicas**, assinale a alternativa que **melhor** expressa” (negrito proposital).

⁽²⁾ Esta questão não exigia o conhecimento de Cálculo Diferencial em sua solução. A principal dificuldade era, seguindo-se o dado da questão, obter a energia potencial da força centrífuga, o que poderia ser feito em analogia à força elástica.

⁽³⁾ Nesta questão conceitual de Mecânica, verifica-se a habilidade do candidato aplicar em um caso concreto os conceitos de conservação da energia e da quantidade de movimento. Vale a pena mencionar que a proposição I é falsa. Durante a colisão, o sistema sofre a ação de uma força externa impulsiva (a força da articulação P), o que faz com que a quantidade de movimento não seja conservada. Convém destacar que forças impulsivas conseguem alterar a quantidade de movimento de um sistema, mesmo agindo durante um intervalo de tempo muito pequeno.

Questão 27 (dissertativa): avalia o conhecimento qualitativo do candidato acerca do princípio da incerteza. Não se esperava que o candidato tivesse algum conhecimento prévio sobre osciladores quânticos, tampouco sobre pontos quânticos (os quais apareceram no problema apenas para contextualizar a questão).

(III) Prova de Química

⁽⁴⁾ Na combustão incompleta do n-octano há emissão de aldeído, assim como ocorre na combustão incompleta de gasolina e diesel.