



CADERNO DE QUESTÕES

VESTIBULAR 2027

1º Dia — Data: ____ / ____ / ____

Temáticas da Prova

MATEMÁTICA (Objetivas e Discursivas)

FÍSICA (Objetivas e Discursivas)

Instruções Obrigatórias — Leia Atentamente

1. Verificação do Material

Ao receber o seu kit de prova, confira imediatamente se ele contém os seguintes itens:

- **Caderno de Questões:** Contendo 35 questões objetivas de Matemática, 35 de Física e 5 discursivas;
- **Cartão-Resposta:** Cartão contendo as alternativas para as 70 questões objetivas cuja responsabilidade de preenchimento é integralmente do aluno. Grampeado diretamente ao Caderno de Respostas das questões discursivas.

Confira também se o seu nome completo e número de inscrição impressos nos documentos estão corretos. Caso note qualquer divergência ou falta de material, notifique o fiscal de sala imediatamente.

2. Como Preencher e Responder

- **Caneta Permitida:** Utilize única e exclusivamente caneta esferográfica de **tinta preta**, fabricada em material transparente.
- **Questões Objetivas:** Preencha por completo o círculo correspondente à alternativa escolhida no Cartão-Resposta. A leitura é óptica: faça marcações fortes, escuras e sem deixar espaços em branco. Marcações duplas, rasuras ou corretivos anularão a questão.
- **Assinatura:** Lembre-se de assinar o Cartão-Resposta apenas no local explicitamente indicado para evitar desclassificação.
- **Conservação:** Não dobre, amasse, molhe ou rasure o Cartão-Resposta. O leitor eletrônico é

sensível a danos físicos no papel.

3. Conduta na Sala e Critérios de Eliminação

Será sumariamente eliminado do processo seletivo o candidato que:

- For flagrado tentando se comunicar, por qualquer meio, com outros candidatos;
- Portar ou mantiver ligado qualquer tipo de aparelho eletrônico (celulares, relógios inteligentes, calculadoras, tablets) ou consultas físicas;
- Retirar-se definitivamente ou temporariamente da sala levando consigo o Caderno de Questões, Cartão-Resposta ou Caderno de Respostas;
- Recusar-se a assinar a lista de presença oficial de sala ou o próprio cartão de respostas.

*Nota de Permanência: A saída definitiva da sala de provas só será permitida após transcorridos **60 minutos** do início oficial dos exames.*

4. Finalização e Tempo

- O tempo total de prova é de **4 horas**. Reserve os 30 minutos finais para transcrever suas respostas para o Cartão-Resposta.
- **Atenção:** Anotações feitas no Caderno de Questões não serão consideradas.
- Ao terminar, entregue ao fiscal o conjunto completo (Caderno de Questões, Cartão-Resposta e Caderno de Respostas) e assine a lista de presença.

BOA PROVA!

Termo de Compromisso e Assinatura do Candidato

Inscrição Nº: _____

Assinatura do Candidato (conforme documento de identidade)

Matemática e suas Tecnologias - Questões Objetivas

01 - Uma rede de roteamento de dados possui 3 nós de servidores principais interligados. A conectividade física entre os servidores é representada pela matriz de adjacência A :

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Onde o elemento A_{ij} representa o número de canais diretos orientados de comunicação que vão do servidor i para o servidor j .

Qual é o número total de caminhos distintos de comprimento exatamente igual a 2 conexões físicas que partem do servidor 1 e chegam no servidor 3?

- A) 2
- B) 1
- C) 0
- D) 3
- E) 4

02 - Em uma implementação simplificada de algoritmo de criptografia de chave pública, a obtenção de uma chave privada d a partir da chave pública $e = 17$ baseia-se na condição de que o produto $e \cdot d$ deixe resto igual a 1 quando dividido pelo número 120.

Qual é o menor valor inteiro positivo para a chave privada d que satisfaz essa condição?

- A) 13
- B) 53
- C) 77
- D) 93
- E) 113

03 - Um veículo autônomo é equipado com um sensor LiDAR montado verticalmente a uma altura $H = 3$ metros do solo plano horizontal. O sensor emite pulsos de laser de varredura

tridimensional em formato de cone circular reto, cujo ângulo de abertura no vértice do cone é de exatamente 60° .

Qual é o volume do espaço tridimensional (em m^3) correspondente à região interna de varredura do cone de laser situada entre o sensor e o solo?

- A) πm^3
- B) $2\pi m^3$
- C) $6\pi m^3$
- D) $4\pi m^3$
- E) $3\pi m^3$

04 - Um datacenter planeja alocar instâncias virtuais Tipo X e Tipo Y para executar uma carga de IA. O lucro operacional obtido em milhares de reais é modelado por $L(x, y) = 3x + 2y$. A alocação das instâncias sujeita-se às seguintes restrições de infraestrutura física:

- 1) $x + y \leq 8$ (limite de servidores de rede)
- 2) $2x + y \leq 12$ (limite de fornecimento elétrico de fontes de alimentação)
- 3) $x \geq 0$ e $y \geq 0$

Quais são as quantidades de instâncias x e y , respectivamente, que maximizam o lucro operacional do datacenter?

- A) $x = 6, y = 0$
- B) $x = 0, y = 8$
- C) $x = 5, y = 2$
- D) $x = 4, y = 4$
- E) $x = 2, y = 6$

05 - Em transmissão digital de pacotes, um código de detecção e correção de erros adota três palavras-código válidas para representar mensagens de estado:

- $c_1 = (0, 0, 0, 0, 0)$
- $c_2 = (1, 1, 1, 0, 0)$
- $c_3 = (0, 0, 1, 1, 1)$

A distância de Hamming mínima ($d_{\min}$) determina a capacidade de detecção de erros do sistema. Qual é o valor da distância de Hamming mínima desse código?

- A) 3
- B) 2
- C) 1
- D) 4
- E) 5

06 - Um modelo estatístico descreve a navegação de usuários de internet entre 3 páginas web (A, B e C) através de uma cadeia de Markov com a seguinte matriz de probabilidades de transição:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0,5 & 0,5 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Onde o elemento P_{ij} representa a probabilidade de ir da página i para a página j no clique seguinte.

Se um usuário começa exatamente na página A, qual a probabilidade de ele estar navegando na página B após exatamente 2 cliques (passos de transição)?

- A) 25%
- B) 0%
- C) 75%
- D) 100%
- E) 50%

07 - Um sistema de localização por triangulação estima a posição bidimensional $P(x, y)$ de um celular no plano cartesiano a partir dos raios de detecção de duas antenas de rádio. As equações das circunferências de cobertura das torres são:

1) $x^2 + y^2 = 25$

2) $(x - 8)^2 + y^2 = 25$

Sabendo que o celular está posicionado no semiplano superior de forma estável ($y > 0$), quais são as coordenadas reais (x, y) estimadas de sua localização?

- A) (3, 4)
- B) (3, 3)
- C) (4, 4)
- D) (4, 3)
- E) (5, 0)

08 - A capacidade máxima de transferência de dados C (em Megabits por segundo, Mbps) de um link óptico sob interferência de ruído térmico em função da potência do sinal S é modelada pela função racional:

$$C(S) = W \cdot (5S + 2) / (S + 1)$$

Onde $W = 100$ MHz representa a largura de banda física. Qual é o valor da capacidade teórica limite do canal quando a potência do sinal S cresce indefinidamente (tende ao infinito)?

- A) 100 Mbps
- B) 200 Mbps
- C) Infinito
- D) 1.000 Mbps
- E) 500 Mbps

09 - Para projetar uma rede local redundante estável com topologia em anel físico, uma equipe de computação deve interligar 5 servidores de banco de dados totalmente distintos em torno de uma mesa de conexão circular.

De quantas maneiras geometricamente distintas esses 5 servidores podem ser posicionados ordenadamente em torno do anel circular?

- A) 24
- B) 12

- C) 60
- D) 120
- E) 240

10 - O apontamento e rastreamento automático de uma antena de satélite terrestre é modelado por um vetor unitário tridimensional v cujas componentes são dadas em coordenadas esféricas pelo azimuth $\theta = 60^\circ$ e ângulo de elevação $\zeta = 45^\circ$:

$$v = (\cos \zeta \cdot \cos \theta, \cos \zeta \cdot \sin \theta, \sin \zeta)$$

Qual é a intensidade exata da componente de elevação vertical (eixo z) do vetor direcionador v ?

- A) $\sqrt{2}/2$
- B) 0,87
- C) 0,50
- D) $\sqrt{3}/2$
- E) 1,00

11 - Em auditorias de desempenho de servidores, registra-se uma amostra do uso médio de CPU (variável X) e a latência de requisições de banco de dados (variável Y) em 3 momentos distintos. As medições foram:

(2, 4), (4, 6), (6, 8)

Qual é o valor exato do coeficiente de correlação linear de Pearson (r) para essas duas variáveis observadas?

- A) 0,00
- B) 0,50
- C) 0,80
- D) 0,90
- E) 1,00

12 - Um circuito conversor analógico-digital de precisão é calibrado interpolando uma função polinomial quadrática $P(x) = ax^2 + bx + c$ que passa exatamente pelos seguintes 3 pontos experimentais de tensão:

(1, 2), (2, 5), (3, 10)

Qual expressão polinomial quadrática descreve perfeitamente o comportamento desse circuito de calibração?

A) $P(x) = 2x^2 - x + 1$

B) $P(x) = 2x^2 + 2$

C) $P(x) = x^2 + 2x - 1$

D) $P(x) = 3x^2 - 4x + 3$

E) $P(x) = x^2 + 1$

13 - O crescimento adaptativo de pacotes na fila de processamento de um gateway de internet é modelado em tempo discreto pela equação de recorrência logística:

$$x_{n+1} = 2 \cdot x_n \cdot (1 - x_n)$$

Onde x_n representa a fração de uso do buffer no passo n . Determine o ponto fixo de equilíbrio não nulo estável x^* (onde $x_{n+1} = x_n$) do sistema.

A) 0,25

B) 1,00

C) 0,75

D) 0,50

E) 0,33

14 - Um filtro ativo amplificador de radiofrequência (RF) é composto por dois estágios de ganho e defasagem representados por números complexos em coordenadas polares (fasores):

$$W = 10 \cdot e^{j\pi/3}$$

$$V = 2 \cdot e^{-j\pi/6}$$

Onde $j^2 = -1$. Qual é o fasor de ganho complexo resultante total U obtido pelo produto em cascata dos dois estágios ($U = W \cdot V$)?

- A) $20 \cdot e^{j\pi/2}$
- B) $12 \cdot e^{j\pi/6}$
- C) $8 \cdot e^{j\pi/3}$
- D) $20 \cdot e^{j\pi/6}$
- E) $20 \cdot e^{-j\pi/6}$

15 - Uma pesquisa de mercado com 100 arquitetos de nuvem mapeia a utilização de 3 grandes provedores de infraestrutura (AWS, Azure e Google Cloud):

- * 50 usam AWS.
- * 40 usam Azure.
- * 30 usam Google Cloud.
- * 15 usam AWS e Azure.
- * 10 usam AWS e Google Cloud.
- * 12 usam Azure e Google Cloud.
- * 5 usam simultaneamente as três nuvens.

Quantos arquitetos utilizam pelo menos uma das três nuvens de nuvem?

- A) 78
- B) 83
- C) 92
- D) 88
- E) 95

16 - Na análise de dados de sensores de movimento 2D, deseja-se projetar ortogonalmente um vetor de deslocamento $v = [3, 4]$ sobre a direção definida pelo vetor unitário de referência $u = [1, 0]$ do eixo horizontal.

Qual é o comprimento (módulo geométrico) do vetor projetado p obtido?

- A) 3

- B) 4
- C) 5
- D) 0
- E) $\sqrt{7}$

17 - Em um algoritmo de criptografia simétrica baseado na clássica Cifra de César, a codificação de um caractere de texto representado por um número inteiro x (de 0 a 25) é descrita pela seguinte regra: o valor codificado y é igual ao resto da divisão de $x + 7$ por 26.

Qual das seguintes funções matemáticas expressa o valor original x em termos de y (o processo de decodificação), de modo que x seja obtido a partir do resto dessa nova expressão na divisão por 26?

- A) $x = y - 26$
- B) $x = y + 19$
- C) $x = y + 7$
- D) $x = 26y - 7$
- E) $x = 7y - 26$

18 - Um contrato inteligente de transação de blockchain opera sob a seguinte regra lógica: "Se o saldo da carteira é suficiente (A) OU a transação possui assinatura autorizada (B), então a transferência financeira é realizada (C)."

Qual das configurações de valores lógicos das proposições torna a regra do contrato inteligente Falsa?

- A) $A = F, B = F, C = F$
- B) $A = F, B = F, C = V$
- C) $A = V, B = F, C = F$
- D) $A = F, B = V, C = V$
- E) $A = V, B = V, C = V$

19 - Uma antena fractal de placa plana de circuito é fabricada inicialmente no formato de um triângulo equilátero de lado $L = 3$ cm e área total A_0 . Na primeira iteração de construção do fractal (Estrela de Davi), adiciona-se 3 triângulos equiláteros menores idênticos nas laterais, cujos lados medem $L/3 = 1$ cm.

Qual é o valor da área total final (em cm^2) da antena fractal após essa primeira iteração?

- A) $2\sqrt{3} \text{ cm}^2$
- B) $4\sqrt{3} \text{ cm}^2$
- C) $9\sqrt{3}/4 \text{ cm}^2$
- D) $6\sqrt{3} \text{ cm}^2$
- E) $3\sqrt{3} \text{ cm}^2$

20 - O tempo de processamento T (em segundos) de requisições de API sob tráfego intenso segue uma distribuição de probabilidade contínua do tipo exponencial, cuja função de densidade de probabilidade é dada por:

$$f(t) = 2 \cdot e^{-2t}, \text{ para } t \geq 0$$

Qual é o valor do tempo médio de processamento esperado (esperança matemática) em segundos de uma requisição?

- A) 1,00 s
- B) 1,50 s
- C) 2,00 s
- D) 0,25 s
- E) 0,50 s

21 - Um robô móvel industrial desloca-se em linha reta de acordo com a reta cartesiana $y = x$. Um obstáculo perigoso de formato circular e raio $R = 1$ metro está centrado no ponto cartesiano $C(2, 0)$.

Qual é a distância mínima cartesiana entre a reta de trajetória do robô e o ponto central C do obstáculo?

- A) 1,00 m
- B) $\sqrt{2}/2$ m
- C) 2,00 m
- D) $\sqrt{2}$ m
- E) 0,50 m

22 - Em redes neurais artificiais auto-associativas, a matriz de pesos sinápticos A de tamanho 3×3 deve ser obrigatoriamente simétrica ($A = A^T$) para garantir a convergência estável dos estados:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & x & 3 \\ 2 & 4 & 5 \\ y & 5 & 6 \end{bmatrix}$$

Quais devem ser os valores numéricos dos coeficientes reais x e y , respectivamente, para satisfazer essa condição?

- A) $x = 2, y = 2$
- B) $x = 3, y = 2$
- C) $x = 3, y = 3$
- D) $x = 5, y = 3$
- E) $x = 2, y = 3$

23 - O balanceamento estático de carga de tráfego de dados é representado pelo seguinte sistema de equações lineares de duas variáveis:

- 1) $x + k \cdot y = 2$
- 2) $2x + 4y = 4$

Para qual valor do parâmetro real k o sistema de equações terá infinitas soluções distintas (sistema possível e indeterminado)?

- A) 2
- B) 1
- C) 4

D) 0

E) -2

24 - Em criptografia de chaves simétricas de microprocessadores, as somas e multiplicações de polinômios operam sob coeficientes que obedecem à paridade do corpo binário (aritmética sob regra de paridade de coeficientes módulo 2, ou seja, somas de coeficientes iguais se anulam, $1 + 1 = 0$, e coeficientes são apenas 0 ou 1).

Multiplicando os polinômios $P(x) = x^4 + x + 1$ e $Q(x) = x + 1$ sob essa regra, qual será o polinômio resultante?

A) $x^5 + x^4 + x + 1$

B) $x^5 + 1$

C) $x^5 + x^2 + 1$

D) $x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

E) $x^5 + x^4 + x^2 + 1$

25 - Uma tensão elétrica contínua V medida sobre um resistor fixo R apresenta uma incerteza instrumental de 1% em relação ao seu valor nominal. A potência elétrica útil dissipada no resistor é modelada por $P(V) = V^2 / R$.

Qual é o valor estimado da incerteza percentual da potência elétrica útil dissipada?

A) 1%

B) 4%

C) 3%

D) 2%

E) 0,5%

26 - Uma fonte digital emite de forma aleatória 4 mensagens independentes com a mesma probabilidade de ocorrência ($p = 0,25$). A entropia de informação de Shannon H em bits é

dada por:

$$H = -\sum (p_i \cdot \log_2 p_i)$$

Qual é o valor exato da entropia de informação H da fonte de dados em bits?

- A)** 1 bit
- B)** 0 bits
- C)** 4 bits
- D)** 8 bits
- E)** 2 bits

27 - Um sinal de transmissão de rádio móvel com modulação de amplitude (AM) é descrito pela multiplicação de portadoras:

$$s(t) = \sin(100t) \cdot \cos(10t)$$

Esta onda complexa modulada pode ser reescrita de forma equivalente como a soma linear de dois sinais senoidais harmônicos puros y_1 e y_2 de quais frequências angulares (em rad/s)?

- A)** 90 e 110
- B)** 100 e 10
- C)** 50 e 150
- D)** 80 e 120
- E)** 95 e 105

28 - Uma equipe de 4 engenheiros de segurança (representados pelas letras A, B, C e D) sentam-se aleatoriamente em torno de uma mesa de conferência circular para debater políticas de chaves de criptografia.

Qual é a probabilidade de que os engenheiros A e B fiquem sentados exatamente lado a lado (vizinhos imediatos) na mesa?

- A)** 33,3%
- B)** 50,0%

- C) 66,7%
- D) 75,0%
- E) 100,0%

29 - Na análise de compressão de imagens digitais por matriz de covariância, uma transformação linear de redimensionamento bidimensional é descrita pela matriz diagonal A :

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$$

Quais são os autovalores λ da matriz A , que representam os fatores de escala principais de deformação geométrica?

- A) 1 e 2
- B) 2 e 2
- C) 0 e 5
- D) 2 e 3
- E) 3 e 3

30 - Duas listas de IDs de usuários ativos na base de dados do Infnet são representadas pelos conjuntos:

$$* A = \{x \in \mathbb{N} \mid x \text{ é par e } x < 10\} = \{2, 4, 6, 8\}$$

$$* B = \{x \in \mathbb{N} \mid x \text{ é múltiplo de 3 e } x < 10\} = \{3, 6, 9\}$$

Qual é o conjunto correspondente à diferença simétrica $(A \Delta B = (A \setminus B) \cup (B \setminus A))$ dessas duas bases de dados?

- A) $\{6\}$
- B) $\{2, 3, 4, 6, 8, 9\}$
- C) $\{2, 4, 6, 8, 9\}$
- D) $\{3, 6, 9\}$
- E) $\{2, 3, 4, 8, 9\}$

31 - Um teste de integração de builds de software tem as seguintes estatísticas:

* 5% dos builds submetidos contêm bugs.

* Se um build contém bugs, o teste o detecta com 90% de probabilidade.

* Se um build não contém bugs, o teste gera um falso positivo (acusa bug) com 10% de probabilidade.

Se o teste acusa que um build recém-analisado possui bug, qual é a probabilidade dele realmente ter um bug?

A) 10,0%

B) 95,0%

C) 50,0%

D) 90,0%

E) 32,1%

32 - Uma antena transmissora plana tipo 'patch' é projetada no formato de um hexágono regular plano inscrito em uma circunferência de raio $R = 2$ cm.

Qual é o valor exato da área de superfície plana emissora (em cm^2) da antena?

A) $3\sqrt{3} \text{ cm}^2$

B) 12 cm^2

C) $12\sqrt{3} \text{ cm}^2$

D) $6\sqrt{3} \text{ cm}^2$

E) 24 cm^2

33 - O erro de predição $E(n)$ de um modelo de Machine Learning durante sua fase de treinamento decai exponencialmente em função do número de épocas de treinamento n de acordo com:

$$E(n) = E_0 \cdot 10^{-0,2n}$$

Considerando o erro inicial $E_0 = 1,00$ (100% de erro), após quantas épocas de treinamento n o modelo atingirá um erro estável de apenas 0,01 (1%)?

- A) 5 épocas
- B) 50 épocas
- C) 20 épocas
- D) 10 épocas
- E) 100 épocas

34 - Em algoritmos de processamento digital de sinais (DSP), a Transformada de Fourier Discreta faz uso das chamadas Raízes da Unidade Complexas de ordem N , definidas pela função exponencial:

$$W = e^{-j \cdot 2\pi / N}$$

Considerando a ordem de amostragem $N = 4$ (com $j^2 = -1$), qual é a representação algébrica retangular de W ?

- A) 1
- B) -1
- C) j
- D) $-j$
- E) $1 + j$

35 - A estabilidade dinâmica de um filtro eletrônico analógico de 3ª ordem é governada pelas raízes de sua equação característica. O polinômio característico é dado por:

$$P(x) = x^3 - 6x^2 + 11x - 6 = 0$$

Qual é o valor exato da soma das três raízes (polos) deste sistema elétrico?

- A) 6
- B) 3
- C) 11
- D) -6
- E) 1

Física e suas Tecnologias - Questões Objetivas

36 - Um microssatélite orbital de monitoramento de rádio emite um sinal contínuo com frequência de portadora $f_0 = 10,0 \text{ GHz}$ ($10,0 \cdot 10^9 \text{ Hz}$). O satélite se aproxima diretamente de uma estação receptora na Terra com uma velocidade escalar constante $v = 300 \text{ m/s}$. Considerando a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, qual é a magnitude do desvio de frequência ($\Delta f = |f_{\text{detectada}} - f_0|$) medido pelos computadores da estação receptora?

- A) 1,0 kHz
- B) 10,0 kHz
- C) 100,0 kHz
- D) 1,0 MHz
- E) 10,0 MHz

37 - Em manobras de acoplamento de robôs móveis de almoxarifado em pisos planos horizontais e perfeitamente lisos (sem atrito), ocorrem colisões perfeitamente inelásticas onde os corpos passam a se mover juntos.

Considerando um robô A de massa m em movimento colidindo frontalmente e se acoplando a um robô B de massa $2m$ inicialmente em repouso, qual é a fração de energia cinética inicial que é dissipada sob a forma de calor e deformação na colisão?

- A) 10,0%
- B) 25,0%
- C) 33,3%
- D) 50,0%
- E) 66,7%

38 - O escoamento de um líquido refrigerante ideal e incompressível em um duto horizontal que apresenta um estrangulamento (como em um tubo de Venturi usado em sistemas de resfriamento térmico de servidores) é regido pelas leis de conservação da massa e da energia (equações de Continuidade e de Bernoulli).

Ao passar da seção mais larga do tubo para a seção estreita (garganta), o que ocorre com a velocidade do líquido e com a pressão estática exercida sobre as paredes internas?

- A) A velocidade diminui e a pressão estática aumenta.
- B) A velocidade diminui e a pressão estática diminui.
- C) A velocidade aumenta e a pressão estática aumenta.
- D) A velocidade aumenta e a pressão estática diminui.
- E) Ambas as grandezas permanecem inalteradas.

39 - Um engenheiro posiciona uma esfera condutora metálica maciça eletrizada com carga elétrica Q no interior de uma casca condutora esférica oca neutra externa. Em seguida, a casca condutora externa é conectada eletricamente ao terra (aterramento).

Após atingir o equilíbrio eletrostático estável, o que ocorre com o campo elétrico E e com a carga elétrica na região externa ao condutor aterrado?

- A) O campo elétrico externo torna-se estritamente nulo ($E = 0$) e a casca externa adquire carga induzida oposta $-Q$.
- B) O campo elétrico externo aumenta radialmente devido ao aterramento.
- C) A carga induzida no exterior da casca externa é igual a $+Q$.
- D) O potencial elétrico no interior do metal torna-se infinito.
- E) Toda a carga Q da esfera central migra instantaneamente para a Terra.

40 - Uma espira condutora quadrada com lado $L = 10 \text{ cm}$ ($0,10 \text{ m}$) e resistência elétrica total $R = 2,0 \Omega$ é colocada em uma região de campo magnético uniforme perpendicular ao plano da espira. O campo magnético varia linearmente com o tempo segundo a função $B(t) = 0,20t + 0,50$ (com B em Tesla e t em segundos).

Qual é o valor constante da corrente elétrica induzida (em mA) que percorre a espira durante essa variação de campo?

- A) 0,5 mA
- B) 1,0 mA
- C) 2,0 mA

- D) 5,0 mA
- E) 10,0 mA

41 - Um feixe de luz natural não polarizada com intensidade luminosa constante $I_0 = 800$ W/m² incide perpendicularmente sobre um conjunto de dois filtros polarizadores ideais alinhados em série. O primeiro polarizador possui seu eixo de transmissão vertical. O segundo polarizador (analisador) possui seu eixo rotacionado de um ângulo $\theta = 30^\circ$ em relação ao eixo vertical do primeiro.

Considerando $\cos(30^\circ) = \sqrt{3}/2$, qual é a intensidade da luz (em W/m²) após atravessar o segundo polarizador?

- A) 400 W/m²
- B) 300 W/m²
- C) 200 W/m²
- D) 150 W/m²
- E) 600 W/m²

42 - As pastilhas termoelétricas Peltier são amplamente utilizadas para o resfriamento ativo de processadores de alto desempenho. O seu funcionamento físico baseia-se no efeito Peltier, que consiste na criação de uma diferença de temperatura na junção de dois semicondutores distintos sob a passagem de corrente elétrica.

A respeito desse fenômeno termodinâmico, conclui-se que o efeito Peltier é:

- A) Um fenômeno irreversível térmico semelhante ao efeito Joule.
- B) Um processo que converte calor em energia mecânica por expansão volumétrica de gases semicondutores.
- C) Um fenômeno termodinamicamente reversível, em que a inversão do sentido da corrente elétrica inverte os lados de aquecimento e resfriamento.
- D) Um efeito puramente elétrico que funciona apenas em condutores metálicos puros homogêneos.
- E) Um dispositivo térmico que funciona sem realizar trabalho elétrico.

43 - O fenômeno do efeito fotoelétrico, explicado teoricamente por Albert Einstein, consiste na ejeção de elétrons (fotoelétrons) da superfície de um metal sob a incidência de radiação eletromagnética.

De acordo com essa teoria de quantização da luz em fótons, o aumento exclusivo da intensidade da luz incidente de frequência superior à frequência limite provoca:

- A) O aumento da energia cinética máxima dos elétrons ejetados.
- B) O aumento do número de fótons incidentes por segundo, gerando uma maior corrente de fotoelétrons, sem alterar sua energia cinética máxima.
- C) A diminuição do tempo de resposta da emissão de elétrons para zero.
- D) A interrupção imediata da emissão de fotoelétrons devido à saturação térmica.
- E) O aumento da frequência de corte do metal.

44 - Na astrodinâmica e exploração espacial, os pontos de Lagrange representam posições no espaço em que as forças gravitacionais de um sistema de dois corpos massivos (como a Terra e o Sol) e a força centrípeta se equilibram. O telescópio espacial James Webb, por exemplo, foi posicionado no ponto L2.

Qual é a característica física e de forças que descreve o ponto de Lagrange L2?

- A) É um ponto instável de equilíbrio localizado na linha que une o Sol e a Terra, além da órbita terrestre, onde o satélite orbita o Sol com o mesmo período da Terra.
- B) É um ponto de atração gravitacional infinita onde a força centrípeta é nula.
- C) É um ponto estável localizado no centro geométrico da massa da Terra.
- D) É o local onde a gravidade da Terra e do Sol se anulam mutuamente a $E = 0$.
- E) É um ponto móvel que se localiza estritamente na órbita da Lua.

45 - Um drone voa horizontalmente a uma altitude constante $H = 80$ m com velocidade escalar constante v . Em dado instante, o drone ejeta horizontalmente um pequeno sensor de medição climática. O sensor deve pousar no solo a uma distância horizontal à frente, mas sua trajetória de queda parabólica deve desviar de uma elevação vertical de altura $h = 35$ m localizada a uma distância horizontal de exatamente $d = 90$ m a partir do ponto de

lançamento.

Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando o atrito com o ar, qual é o valor mínimo da velocidade horizontal v (em m/s) que o drone deve ter no lançamento para que o sensor passe acima da elevação vertical?

- A) 15 m/s
- B) 20 m/s
- C) 25 m/s
- D) 30 m/s
- E) 45 m/s

46 - Os sensores de efeito Hall são frequentemente utilizados em robótica e eletrônica industrial para medir campos magnéticos e detectar a velocidade de rotação de motores.

O surgimento da diferença de potencial transversal (tensão de Hall) em um condutor plano sob campo magnético deve-se ao fato de que:

- A) A resistividade elétrica do material cai a zero sob campo intenso.
- B) A força de Lorentz desvia os portadores de carga em movimento na direção perpendicular à corrente e ao campo, gerando acúmulo de carga nas bordas.
- C) O campo magnético induz uma corrente de Faraday circular uniforme na superfície.
- D) O aquecimento Joule derrete os filamentos de cobre internos.
- E) O condutor passa a operar sob regime supercondutor a altas temperaturas.

47 - Dois diapasões geradores de ondas acústicas emitem simultaneamente ondas senoidais puras descritas por frequências harmônicas $f_1 = 440 \text{ Hz}$ e $f_2 = 444 \text{ Hz}$. Um detector de áudio posicionado próximo registra a superposição desses sinais, exibindo oscilações periódicas na intensidade da amplitude sonora (efeito de batimento acústico). Qual é o valor da frequência de batimento (f_{bat}) e qual é o período (T_{bat}) das oscilações da amplitude de som?

- A) $f_{\text{bat}} = 2 \text{ Hz}$; $T_{\text{bat}} = 0,50 \text{ s}$
- B) $f_{\text{bat}} = 4 \text{ Hz}$; $T_{\text{bat}} = 0,25 \text{ s}$

C) $f_{\text{bat}} = 4 \text{ Hz}; T_{\text{bat}} = 0,50 \text{ s}$

D) $f_{\text{bat}} = 8 \text{ Hz}; T_{\text{bat}} = 0,125 \text{ s}$

E) $f_{\text{bat}} = 2 \text{ Hz}; T_{\text{bat}} = 0,25 \text{ s}$

48 - Um circuito de rádio de sintonia RLC série é composto por um resistor $R = 30 \, \Omega$, um indutor ideal $L = 80 \text{ mH}$ ($0,08 \text{ H}$) e um capacitor de placas paralelas com capacitância C . O circuito é alimentado por uma fonte de tensão alternada dada por $v(t) = 100 \cdot \cos(1000t)$ (com v em Volts e t em segundos).

Para que o circuito opere em ressonância elétrica na frequência angular da fonte ($\omega = 1000 \text{ rad/s}$), qual deve ser a capacitância C do capacitor e qual será a amplitude da corrente elétrica I_0 ?

A) $C = 12,5 \, \mu\text{F}; I_0 = 1,25 \text{ A}$

B) $C = 8,0 \, \mu\text{F}; I_0 = 3,33 \text{ A}$

C) $C = 12,5 \, \mu\text{F}; I_0 = 3,33 \text{ A}$

D) $C = 8,0 \, \mu\text{F}; I_0 = 1,25 \text{ A}$

E) $C = 16,0 \, \mu\text{F}; I_0 = 2,50 \text{ A}$

49 - Os giroscópios e volantes de inércia (reaction wheels) são dispositivos de hardware mecânico utilizados para o controle de atitude e estabilização de satélites no vácuo espacial.

Considerando um volante de inércia em rotação isolado de torques externos, a redistribuição mecânica interna de suas massas que afaste os blocos do eixo giratório provoca:

A) O aumento imediato da velocidade angular de rotação do volante.

B) O aumento do momento de inércia do volante e a diminuição proporcional da sua velocidade angular, mantendo o momento angular constante.

C) A criação de forças internas que fazem o satélite acelerar linearmente pelo espaço.

D) O decréscimo imediato do momento angular total do sistema.

E) A transformação de torque cinético em energia térmica de calor latente.

50 - Um dissipador de alumínio de uma CPU opera inicialmente a uma temperatura estável $T_0 = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$. O computador é desligado em uma sala climatizada com temperatura ambiente constante $T_{\text{env}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. De acordo com a Lei de Resfriamento de Newton, a diferença de temperatura $\Delta T(t) = T(t) - T_{\text{env}}$ decai exponencialmente com o tempo.

Se a temperatura do dissipador cai para $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ após exatamente $t = 10$ minutos de resfriamento, qual será a temperatura da CPU (em $^{\circ}\text{C}$) após $t = 20$ minutos de desligamento?

- A) $35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- B) $40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- C) $45\text{ }^{\circ}\text{C}$
- D) $50\text{ }^{\circ}\text{C}$
- E) $55\text{ }^{\circ}\text{C}$

51 - Um feixe de laser vermelho emitido por uma fibra óptica com comprimento de onda no vácuo $\lambda_0 = 600\text{ nm}$ penetra em um prisma de quartzo com índice de refração absoluto $n = 1,50$.

Considerando a velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \cdot 10^8\text{ m/s}$, quais são os valores correspondentes de velocidade de propagação v (em m/s) e do comprimento de onda λ (em nm) da luz no interior do quartzo?

- A) $v = 2,0 \cdot 10^8\text{ m/s}$; $\lambda = 400\text{ nm}$
- B) $v = 2,0 \cdot 10^8\text{ m/s}$; $\lambda = 900\text{ nm}$
- C) $v = 1,5 \cdot 10^8\text{ m/s}$; $\lambda = 400\text{ nm}$
- D) $v = 3,0 \cdot 10^8\text{ m/s}$; $\lambda = 600\text{ nm}$
- E) $v = 2,5 \cdot 10^8\text{ m/s}$; $\lambda = 450\text{ nm}$

52 - Uma antena transmissora de dados omnidirecional (que irradia ondas eletromagnéticas igualmente em todas as direções tridimensionais) emite sinal com uma potência de transmissão total constante $P_{\text{tx}} = 400\pi\text{ Watts}$ ($\approx 1256,6\text{ W}$).

Considerando a propagação de ondas esféricas em campo livre de perdas dielétricas, qual

é o valor da intensidade do sinal medido (em W/m^2) por um receptor localizado a uma distância radial de exatamente $R = 10$ metros da antena?

- A) $0,5 \text{ W/m}^2$
- B) $1,0 \text{ W/m}^2$
- C) $2,0 \text{ W/m}^2$
- D) $4,0 \text{ W/m}^2$
- E) $10,0 \text{ W/m}^2$

53 - Um capacitor de placas paralelas no vácuo possui área de armadura $A = 0,02 \text{ m}^2$ e separação inicial $d = 2,0 \text{ mm}$ ($2,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$). O capacitor é conectado a uma fonte de tensão constante $V = 100 \text{ V}$ até ser completamente carregado, sendo então isolado e desconectado da fonte de energia.

Se afastarmos as placas duplicando a distância para $d' = 4,0 \text{ mm}$, quais serão os novos valores de campo elétrico E (em V/m) e de diferença de potencial V' (em Volts) entre as placas?

- A) $E = 5,0 \cdot 10^4 \text{ V/m}$; $V' = 100 \text{ V}$
- B) $E = 5,0 \cdot 10^4 \text{ V/m}$; $V' = 200 \text{ V}$
- C) $E = 2,5 \cdot 10^4 \text{ V/m}$; $V' = 100 \text{ V}$
- D) $E = 2,5 \cdot 10^4 \text{ V/m}$; $V' = 50 \text{ V}$
- E) $E = 5,0 \cdot 10^4 \text{ V/m}$; $V' = 50 \text{ V}$

54 - Uma célula de bateria de íons de lítio real possui força eletromotriz $\varepsilon = 3,70 \text{ V}$. Quando a bateria alimenta um resistor externo de resistência de carga $R = 18,0 \Omega$, uma corrente elétrica estável $I = 0,20 \text{ A}$ flui através do circuito.

Qual é a resistência interna r (em Ω) dessa célula e qual é a tensão terminal útil V (em Volts) entregue à carga?

- A) $r = 0,2 \Omega$; $V = 3,60 \text{ V}$
- B) $r = 0,5 \Omega$; $V = 3,50 \text{ V}$
- C) $r = 0,5 \Omega$; $V = 3,60 \text{ V}$

D) $r = 1,0 \, \Omega$; $V = 3,50 \, \text{V}$

E) $r = 0,2 \, \Omega$; $V = 3,50 \, \text{V}$

55 - Um indutor de filtragem industrial de uma linha de potência possui indutância constante $L = 50 \, \text{mH}$ ($0,05 \, \text{H}$) e é atravessado por uma corrente constante de regime de $I = 2,0 \, \text{A}$. Quais são os valores da energia magnética (U_B , em Joules) armazenada em seu campo magnético e da força eletromotriz autoinduzida média (ε , em Volts) caso o circuito seja interrompido zerando a corrente de forma linear em $\Delta t = 0,10 \, \text{s}$?

A) $U_B = 0,10 \, \text{J}$; $\varepsilon = 1,0 \, \text{V}$

B) $U_B = 0,20 \, \text{J}$; $\varepsilon = 2,0 \, \text{V}$

C) $U_B = 0,05 \, \text{J}$; $\varepsilon = 0,5 \, \text{V}$

D) $U_B = 0,10 \, \text{J}$; $\varepsilon = 0,5 \, \text{V}$

E) $U_B = 0,20 \, \text{J}$; $\varepsilon = 1,0 \, \text{V}$

56 - O sódio metálico é utilizado em sistemas avançados de transferência de calor em reatores nucleares e em dissipadores industriais específicos devido ao seu elevado calor específico e condutividade. Uma amostra sólida de sódio metálico é submetida a um fluxo de calor constante no interior de um calorímetro ideal.

Durante a mudança de estado físico do sódio de sólido para líquido (fusão), observa-se que:

A) A temperatura do sódio aumenta de forma linear contínua.

B) A energia absorvida na forma de calor latente é utilizada para romper ligações interatômicas de rede cristalina, mantendo a temperatura constante.

C) O sódio entra em superaquecimento liberando elétrons livres por ionização térmica.

D) A energia cinética média de translação das moléculas dobra de valor.

E) A massa total da amostra diminui devido à conservação de entalpia.

57 - Um robô móvel de inspeção de tubulações percorre uma pista circular plana de raio $R = 16,0 \, \text{m}$ com velocidade tangencial constante v . Sabe-se que a máxima aceleração

centrípeta suportada pelos sensores eletrônicos internos do robô, sem falhas de calibração, é de $a_c = 4,0 \text{ m/s}^2$.

Qual é a máxima velocidade linear v (em m/s) que o robô pode desenvolver nessa pista e qual é o período orbital T (em segundos) correspondente a uma volta completa nessa velocidade máxima? (Considere $\pi \approx 3,14$)

A) $v = 4,0 \text{ m/s}$; $T = 25,1 \text{ s}$

B) $v = 8,0 \text{ m/s}$; $T = 12,6 \text{ s}$

C) $v = 8,0 \text{ m/s}$; $T = 6,3 \text{ s}$

D) $v = 16,0 \text{ m/s}$; $T = 6,3 \text{ s}$

E) $v = 12,0 \text{ m/s}$; $T = 8,4 \text{ s}$

58 - Uma prensa hidráulica contendo óleo incompressível possui dois pistões verticais circulares com diâmetros internos $d_1 = 4,0 \text{ cm}$ e $d_2 = 20,0 \text{ cm}$, respectivamente. Um atuador elétrico aplica uma força vertical constante $F_1 = 80 \text{ N}$ no pistão menor.

Desprezando perdas por atrito de vedação e gravidade dos pistões, qual é o valor da força de saída F_2 (em Newtons) gerada no pistão maior e qual é a distância h_2 (em cm) percorrida pelo pistão maior caso o pistão menor desça $h_1 = 25,0 \text{ cm}$?

A) $F_2 = 400 \text{ N}$; $h_2 = 5,0 \text{ cm}$

B) $F_2 = 2000 \text{ N}$; $h_2 = 1,0 \text{ cm}$

C) $F_2 = 2000 \text{ N}$; $h_2 = 5,0 \text{ cm}$

D) $F_2 = 4000 \text{ N}$; $h_2 = 0,5 \text{ cm}$

E) $F_2 = 1000 \text{ N}$; $h_2 = 2,0 \text{ cm}$

59 - Uma peça de fundição de alumínio homogêneo apresenta uma cavidade esférica perfeitamente vazia em seu interior. A peça é submetida a um processo de tratamento térmico industrial onde sua temperatura é elevada de 20°C para 220°C .

Durante esse aquecimento térmico, o volume interno da cavidade esférica vazia da peça:

A) Diminui porque o metal se dilata em direção ao centro da cavidade.

- B)** Permanece rigorosamente inalterado porque a cavidade não contém átomos.
- C)** Aumenta na mesma proporção volumétrica que teria se fosse uma esfera maciça de alumínio.
- D)** Diminui temporariamente devido ao estresse de cisalhamento do metal.
- E)** Colapsa sob a pressão térmica do material.

60 - Um cabo elétrico retilíneo longo de cobre, disposto na vertical de uma instalação industrial, é percorrido por uma corrente contínua estável que se move de baixo para cima.

A respeito do campo magnético B gerado ao redor deste condutor cilíndrico, conclui-se que as linhas de indução magnética:

- A)** São retas verticais que apontam no mesmo sentido da corrente.
- B)** São retas horizontais que partem radialmente do centro do cabo para o infinito.
- C)** São curvas espirais cónicas tridimensionais que convergem para a Terra.
- D)** São circunferências concêntricas e horizontais ao redor do cabo, cujo sentido é anti-horário quando visto de cima, segundo a regra da mão direita.
- E)** São nulas devido à blindagem do material isolante do cabo.

61 - Em transistores de efeito de campo de alta velocidade (HEMT), elétrons (de massa $m_e \approx 9,0 \cdot 10^{-31}$ kg) deslocam-se ao longo de um canal semiconductor com velocidade linear constante $v = 2,2 \cdot 10^6$ m/s.

Considerando a constante de Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, qual é o comprimento de onda de matéria de de Broglie (λ) associado ao comportamento ondulatório desse elétron?

- A)** 0,11 nm
- B)** 0,33 nm
- C)** 0,66 nm
- D)** 1,00 nm
- E)** 3,30 nm

62 - Um único rack de servidores ativo em um datacenter produz ruído acústico correspondente a um nível de intensidade sonora de $\beta_1 = 60$ dB. Para aumentar o processamento local, um segundo rack idêntico é ativado ao lado do primeiro, duplicando a intensidade sonora acústica medida ($I_2 = 2I_1$).

Considerando a relação logarítmica de som em decibéis e o dado aproximado $\log_{10}(2) \approx 0,30$, qual é o novo nível de ruído resultante β_2 (em dB) medido no ambiente?

- A) 60,3 dB
- B) 63,0 dB
- C) 66,0 dB
- D) 80,0 dB
- E) 120,0 dB

63 - Um radiador térmico retangular plano de um satélite com área superficial $A = 2,0$ m² e emissividade $\varepsilon = 0,90$ atua dissipando calor latente residual de componentes de IA. O satélite deve dissipar um fluxo constante de potência térmica $P = 826,7$ W para o espaço profundo (temperatura de radiação externa de 0 K).

Considerando a constante de radiação de Stefan-Boltzmann $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ W/(m²·K⁴), qual é a temperatura de equilíbrio estável T (em Kelvin) aproximada em que o radiador deve operar?

- A) 150 K
- B) 200 K
- C) 250 K
- D) 300 K
- E) 400 K

64 - Um motor elétrico puxa uma caixa de hardware de massa $m = 10$ kg subindo uma rampa inclinada que faz um ângulo θ com a horizontal. As constantes trigonométricas da inclinação são $\sin(\theta) = 0,60$ e $\cos(\theta) = 0,80$. O motor mantém uma velocidade linear constante de $v = 2,0$ m/s ao longo de um percurso $d = 5,0$ m sobre a rampa. Sabe-se que o coeficiente de atrito cinético entre a rampa e a caixa é $\mu_k = 0,50$.

Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual é o trabalho W (em Joules) realizado pelo motor e a potência elétrica útil P (em Watts) entregue no deslocamento?

- A) $W = 300 \text{ J}$; $P = 120 \text{ W}$
- B) $W = 500 \text{ J}$; $P = 200 \text{ W}$
- C) $W = 500 \text{ J}$; $P = 100 \text{ W}$
- D) $W = 400 \text{ J}$; $P = 160 \text{ W}$
- E) $W = 300 \text{ J}$; $P = 200 \text{ W}$

65 - Um sensor de detecção de fluxo térmico experimental contém uma pequena amostra do isótopo radioativo Cobalto-60. A meia-vida física desse elemento é de aproximadamente 5 anos.

Após um intervalo temporal de exatamente 15 anos de armazenamento em depósito seguro, qual é a fração percentual de atividade radioativa original da amostra que restará ativamente no isótopo?

- A) 33,3%
- B) 25,0%
- C) 12,5%
- D) 6,25%
- E) 50,0%

66 - Um minifoguete meteorológico experimental é lançado verticalmente para cima a partir do solo. Ao atingir a altura máxima de sua trajetória ascendente, antes de iniciar o movimento de queda livre de retorno:

Quais são os valores instantâneos de velocidade vetorial v e aceleração vetorial a do minifoguete nesse ponto mais alto?

- A) $v = 0$; $a = 0$.
- B) $v = 0$; $a = g$ (gravidade terrestre direcionada para baixo).
- C) v é máxima; $a = g$.
- D) $v = 0$; a aponta para cima.

E) v e a são ambas infinitas.

67 - Uma plataforma móvel robótica de massa total $M = 12 \text{ kg}$ (peso $P = 120 \text{ N}$) é suspensa e amortecida verticalmente por duas molas mecânicas idênticas associadas fisicamente em paralelo. Cada uma das molas possui uma constante elástica de rigidez $k = 300 \text{ N/m}$. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual é a constante elástica equivalente k_{eq} (em N/m) do sistema de suspensão e qual será a deformação linear x (em cm) sofrida por cada uma das molas ao sustentar a plataforma?

- A) $k_{eq} = 150 \text{ N/m}$; $x = 80,0 \text{ cm}$
- B) $k_{eq} = 600 \text{ N/m}$; $x = 20,0 \text{ cm}$
- C) $k_{eq} = 300 \text{ N/m}$; $x = 40,0 \text{ cm}$
- D) $k_{eq} = 600 \text{ N/m}$; $x = 40,0 \text{ cm}$
- E) $k_{eq} = 150 \text{ N/m}$; $x = 40,0 \text{ cm}$

68 - As Leis de Kirchhoff (Lei dos Nós e Lei das Malhas) são pilares na análise de malhas elétricas e no projeto de placas de circuito impresso.

Fisicamente, a Lei dos Nós (Kirchhoff) e a Lei das Malhas (Kirchhoff) são representações e consequências diretas, respectivamente, de quais princípios de conservação fundamentais?

- A) Conservação do Momento Linear e Conservação da Energia.
- B) Conservação da Carga Elétrica e Conservação do Momento Linear.
- C) Conservação da Energia e Conservação da Massa.
- D) Conservação da Carga Elétrica e Conservação da Energia.
- E) Conservação da Massa e Conservação do Momento Angular.

69 - O fenômeno físico da reflexão interna total da luz é utilizado para confinar e guiar feixes de luz em cabos de transmissão de fibra óptica de redes de dados.

Quais são as condições ópticas necessárias para que ocorra a reflexão total do sinal luminoso?

- A)** Menos refringente para um mais refringente, com qualquer ângulo.
- B)** Mais refringente para um menos refringente, com ângulo de incidência superior ao ângulo limite.
- C)** Mais refringente para um menos refringente, com ângulo de incidência inferior ao ângulo limite.
- D)** Menos refringente para um mais refringente, com ângulo de incidência superior ao ângulo limite.
- E)** De mesmo índice de refração sob incidência normal.

70 - A Lei de Lenz estabelece que o sentido de uma corrente elétrica induzida em um condutor pela variação de fluxo magnético é tal que seus efeitos magnéticos se opõem à variação de fluxo que a gerou.

Essa lei da física é uma consequência e manifestação direta de qual princípio de conservação?

- A)** Conservação da Carga Elétrica.
- B)** Conservação da Energia.
- C)** Conservação da Quantidade de Movimento.
- D)** Conservação do Momento Angular.
- E)** Conservação da Massa.

Questões Discursivas

71 - A estabilidade operacional de buffers de pacotes em roteadores de rede pode ser representada como um sistema dinâmico linear recorrente unidimensional do tipo:

$x_n = a \cdot x_{n-1} + b$, para $n \geq 1$, com x_0 como o estado inicial e com os coeficientes reais $a = 0,80$ e $b = 10,0$.

A) Determine algebricamente o ponto fixo de equilíbrio estável x^* (onde o estado converge após muitas iterações e satisfaz $x^* = a \cdot x^* + b$).

B) Mostre que o desvio em relação ao ponto fixo $e_n = x_n - x^*$ diminui geometricamente a cada iteração n , provando a estabilidade do sistema.

72 - Um provedor de nuvem executa dois tipos de tarefas de microsserviços computacionais. Cada tarefa consome núcleos de CPU e memória RAM em um servidor conforme a tabela:

* Tarefa Tipo A (x): consome 1 CPU, 2 GB de RAM e gera R\$ 4,00 de retorno.

* Tarefa Tipo B (y): consome 2 CPU, 1 GB de RAM e gera R\$ 3,00 de retorno.

As restrições de hardware do nó do servidor são de no máximo 10 CPUs e 10 GB de RAM disponíveis. Considere que as tarefas podem ser fracionadas em tempo de execução/processamento concorrente no servidor.

A) Desenhe graficamente as equações limites no plano xy e determine os vértices cartesianos da região factível de alocação de tarefas.

B) Calcule o retorno financeiro máximo que o servidor pode obter sob as restrições e as respectivas quantidades ótimas x e y de tarefas.

73 - Um receptor de rádio de alta seletividade é projetado com um circuito RLC em série contendo um resistor de carga $R = 80 \, \Omega$, um indutor real com indutância $L = 0,20 \, \text{H}$ e resistência interna de enrolamento $r = 20 \, \Omega$ (de modo que a resistência interna total associada em série é $R_t = R + r = 100 \, \Omega$), e um capacitor variável de sintonia com capacitância C. O circuito é alimentado por um gerador de corrente alternada que fornece uma diferença de potencial senoidal descrita por $v(t) = 200 \cdot \cos(500t)$ (com v em Volts e t em segundos).

A) Determine o valor da capacitância C do capacitor variável para que o circuito opere em ressonância com a frequência angular do gerador ($\omega = 500 \, \text{rad/s}$), maximizando a dissipação de energia no resistor de carga R. Calcule o valor correspondente da potência média máxima ($P_{R,\text{max}}$, em Watts) dissipada exclusivamente no resistor de carga R.

B) Suponha que o capacitor de sintonia seja ajustado para um valor fora da ressonância, com $C' = 10 \mu\text{F}$. Determine o ângulo de fase φ (em radianos ou graus) entre a tensão do gerador $v(t)$ e a corrente resultante $i(t)$, especificando se a corrente está atrasada ou adiantada em relação à tensão. Calcule a nova potência média (P'_R , em Watts) dissipada no resistor de carga R sob esta condição. (Nota: não é necessário usar calculadora; o ângulo de fase resultante é uma das constantes trigonométricas notáveis).

74 - Uma esfera maciça, homogênea e uniforme de massa $M = 2,0 \text{ kg}$ e raio $R = 10 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$ é lançada horizontalmente sobre o piso de um galpão com velocidade linear de translação inicial $v_0 = 7,0 \text{ m/s}$ (direcionada para a direita). No instante do lançamento ($t = 0$), a esfera não possui qualquer rotação inicial ($\omega_0 = 0 \text{ rad/s}$). O coeficiente de atrito cinético entre a esfera e a superfície é $\mu_k = 0,20$.

(Dado: O momento de inércia de uma esfera maciça homogênea em relação ao seu eixo de simetria central é $I = (2/5) \cdot M \cdot R^2$. Considere a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$).

A) Durante o intervalo em que a esfera desliza sofrendo atrito cinético, determine a aceleração linear constante do centro de massa (a , em m/s^2) e a aceleração angular constante (α , em rad/s^2) ao redor de seu eixo de simetria, justificando a orientação e sentido vetorial de cada grandeza.

B) O movimento de deslizamento cessa e se estabiliza em rolamento puro (rolamento sem deslizamento) no instante em que a condição limite $v(t) = \omega(t) \cdot R$ é atingida. Calcule o tempo necessário (t_s , em segundos) para a esfera entrar em rolamento puro, a distância linear total percorrida (d , em metros) durante a fase de deslizamento, e o valor da velocidade de translação final constante (v_f , em m/s) da esfera após estabelecido o rolamento puro.

75 - Uma pastilha termoelétrica de refrigeração Peltier é utilizada para resfriar ativamente um microprocessador de silício de alto desempenho. O processador opera dissipando de forma contínua uma potência térmica constante $P_{\text{CPU}} = 8 \text{ W}$. A potência de resfriamento Q_c (taxa de calor removida da face fria em contato com a CPU, em Watts) pela pastilha Peltier é modelada pela equação de balanço térmico:

$$Q_c = \Pi \cdot I - \frac{1}{2} R \cdot I^2 - K \cdot (T_h - T_c)$$

Onde as propriedades físicas da pastilha são:

$\Pi = 4,0 \text{ W/A}$ (coeficiente Peltier);

$R = 0,40 \Omega$ (resistência elétrica interna da pastilha);

$K = 0,10 \text{ W/}^\circ\text{C}$ (condutância térmica interna entre as duas faces);

T_c é a temperatura de equilíbrio estável do chip de silício (face fria);

T_h é a temperatura da face quente da pastilha, mantida constante em $T_h = 30\text{ }^\circ\text{C}$ por um sistema de refrigeração externa.

A) Suponha que o sistema apresente um gradiente de temperatura fixo de $\Delta T = T_h - T_c = 10\text{ }^\circ\text{C}$. Escreva a equação de Q_c em função da corrente elétrica I . Determine a corrente de operação ótima (I_{opt} , em Amperes) que maximiza a potência de resfriamento Q_c para essa diferença de temperatura, e calcule a potência de resfriamento máxima resultante ($Q_{c,\text{max}}$, em Watts).

B) Quando a CPU está ligada em regime estável de operação, estabelece-se o equilíbrio térmico dinâmico em que a potência de calor removida pela pastilha equivale exatamente à dissipada pela CPU ($Q_c = P_{\text{CPU}} = 8\text{ W}$). Considerando que a pastilha Peltier opera alimentada por uma corrente constante $I = 4,0\text{ A}$, determine a temperatura final de equilíbrio do chip de silício (T_c , em $^\circ\text{C}$). Explique o significado físico da relação entre T_c e T_h observada neste sistema de refrigeração ativa.