



Universidade de São Paulo

vencerás pela
educação

RH nº 068/2025

Especialista de Laboratório
(especialidade: instrumentação para
óptica e fotônica)



Instruções

1. **Só abra este caderno quando o fiscal autorizar.**
2. Verifique se o seu nome está correto na capa deste caderno e se a folha de respostas pertence ao **grupo EOF**. Informe ao fiscal de sala eventuais divergências.
3. Durante a prova, são **vedadas** a comunicação entre candidatos e a utilização de qualquer material de consulta e de aparelhos de telecomunicação.
4. Duração da prova: **4 horas**. Cabe ao candidato controlar o tempo com base nas informações fornecidas pelo fiscal. O(A) candidato(a) poderá retirar-se da sala definitivamente apenas a partir das 15 h. Não haverá tempo adicional para preenchimento da folha de respostas.
5. O(A) candidato(a) deverá seguir as orientações estabelecidas pela FUVest a respeito dos procedimentos adotados para a aplicação deste concurso.
6. Lembre-se de que a FUVest se reserva ao direito de efetuar procedimentos adicionais de identificação e controle do processo, visando a garantir a plena integridade do exame. Assim, durante a realização da prova, será coletada por um fiscal uma **foto** do(a) candidato(a) para fins de reconhecimento facial, para uso exclusivo da USP e da FUVest. A imagem não será divulgada nem utilizada para quaisquer outras finalidades, nos termos da lei.
7. Após a autorização do fiscal da sala, verifique se o caderno está completo. Ele deve conter **60 questões objetivas**, com 5 alternativas cada, e **1 questão dissertativa**. Informe ao fiscal de sala eventuais divergências.
8. Preencha as folhas de respostas com cuidado, utilizando caneta esferográfica de **tinta azul ou preta**. Essas folhas **não serão substituídas** em caso de rasura.
9. Ao final da prova, é **obrigatória** a devolução das folhas de respostas acompanhadas deste caderno de questões.

Declaração

Declaro que li e estou ciente das informações que constam na capa desta prova, na folha de respostas, bem como dos avisos que foram transmitidos pelo fiscal de sala.

ASSINATURA

O(a) candidato(a) que não assinar a capa da prova será considerado(a) ausente da prova.

Texto para as questões de 01 a 05

Três séculos antes de Cristo, Alexandre, o Grande, conquistou o Egito e mandou erguer, do zero, uma metrópole no litoral norte do país. Alexandria, batizada em homenagem a seu patrono desumilde, seria a nova capital da região. A estética faraônica — dourada e azul — prevaleceu por lá. Mas esse novo Egito Antigo, assim como o próprio Alexandre, tinha uma pinta grega inegável. O sucessor do Xandão por aquelas bandas, nomeado Ptolomeu I, ordenou a construção de um centro de ensino e pesquisa em Alexandria para atrair a elite intelectual da época. Tipo uma versão helênica e antiquíssima do Instituto de Estudos Avançados de Princeton, onde monstros sagrados das exatas como Einstein, Gödel e Neumann trabalharam juntos na década de 1950.

O nome dessa instituição era Mouseion. Em português, “Museu”. O significado original da palavra é “templo dedicado às musas” — as deusas do panteão grego que, na tradição helênica, inspiravam as artes, a literatura e a ciência. Essa também é a origem etimológica de “música”, diga-se. Compôs uma bela canção? Legal, mas não foi bem você. Tudo que é belo emana dessas divas — artistas são só os meros mortais que, volta e meia, têm o privilégio de receber um *download* de versos do Olimpo. A Biblioteca de Alexandria acabou se tornando o mais famoso dos prédios desse complexo. Bibliotecas não eram novidade — já existiam na Suméria; são quase tão antigas quanto a escrita em si. Mas essa almejava um passo além: Ptolomeu queria uma cópia de cada obra já escrita na Terra. Por isso, os tripulantes de toda embarcação que aportava em Alexandria eram forçados, por decreto, a fornecer ao Museu os pergaminhos que tivessem a bordo — que então eram copiados por escribas e armazenados na coleção. Deu certo.

Vaiano, Bruno. *A Biblioteca de Alexandria não foi destruída pelo fogo, mas pelo esquecimento*. Revista Super Interessante. Adaptado.

01

Ao comparar o Mouseion de Alexandria com o Instituto de Estudos Avançados de Princeton, o autor

- (A) aproxima momentos históricos distantes para destacar a continuidade da valorização do saber.
- (B) denuncia o uso excessivo de referências acadêmicas em textos voltados ao público em geral.
- (C) ironiza o prestígio das instituições acadêmicas ao mostrar que pouco mudou com o tempo.
- (D) evidencia que a Grécia Antiga não possuía tecnologias e recursos comparáveis aos do século XX.
- (E) sugere que a ciência moderna supera em muito o conhecimento da Antiguidade em diferentes aspectos.

02

No trecho “Legal, mas não foi bem você”, o uso da palavra “bem” tem como principal função

- (A) atuar como advérbio de lugar, indicando o local de onde parte a avaliação estética.
- (B) atenuar a negação anterior, suavizando o impacto da correção feita ao interlocutor.
- (C) estabelecer uma ambiguidade que confunde o sujeito da ação com o destinatário da fala.
- (D) intensificar a crítica implícita ao leitor, indicando julgamento negativo sobre sua obra.
- (E) marcar oposição direta ao elogio feito na frase anterior, com tom de ironia formal.

03

Em “Tudo que é belo emana dessas divas — artistas são só os meros mortais [...]”, o uso do travessão, além de introduzir um comentário, reforça um gesto enunciativo marcado pela

- (A) ruptura sintática que interrompe o fluxo lógico da ideia anterior.
- (B) ironia que explicita a hierarquia entre divindade e criação, desvalorizando o papel do autor.
- (C) suspensão do raciocínio, como um parêntese explicativo de caráter ilustrativo.
- (D) descontinuidade discursiva que anuncia um novo tópico não ligado à frase anterior.
- (E) reafirmação da ideia central do parágrafo, mostrando que os artistas dependem das musas.

04

O excerto “Alexandria, batizada em homenagem a seu patrono desumilde, seria a nova capital da região” apresenta uma combinação de tempos verbais que

- (A) estabelece uma relação entre ações simultâneas, reforçando a ideia de continuidade histórica.
- (B) articula um fato passado já consumado à projeção de uma intenção futura à época da narrativa.
- (C) retoma um evento presente e o insere em uma sequência narrativa atemporal, com foco permanente.
- (D) introduz um juízo de valor do autor, que altera o tempo verbal para expressar opinião subjetiva.
- (E) contrapõe uma ação incerta a um fato pretérito objetivo, sugerindo dúvida à fundação da cidade.

05

No contexto em que está inserido, o trecho “Por isso, os tripulantes de toda embarcação que aportava em Alexandria eram forçados, por decreto, a fornecer ao Museu os pergaminhos que tivessem a bordo” apresenta uma articulação lógica que

- (A) problematiza a ideia de imposição política, afastando qualquer leitura ideológica das ações do governante egípcio.
- (B) explicita um nexos consequente de ordem causal, subordinando o comportamento dos navegantes ao projeto de acúmulo de saber instituído por Ptolomeu.
- (C) exemplifica simultaneidade de ações por justaposição, indicando que o fornecimento de manuscritos era voluntário e repetitivo.
- (D) apresenta causalidade ambígua, uma vez que não se pode inferir com clareza o vínculo entre o desejo de Ptolomeu e a medida descrita.
- (E) apresenta contradição entre uma expectativa liberal e a imposição estatal, em sintonia com uma crítica velada à política autoritária helenística.

Texto para as questões de 06 a 08

Soluçar pode até parecer engraçado no primeiro momento, mas quem já passou minutos —ou até horas— com aquele *hic* sabe que o incômodo pode ser real. E, por mais estranho que pareça, levar um susto de verdade pode funcionar como "cura" para essas contrações involuntárias do diafragma. A ciência explica: o choque inesperado é capaz de interromper o ciclo repetitivo do reflexo que gera o soluço. O soluço surge quando os músculos diafragma (localizado entre o abdome e o tórax) e os intercostais (entre as costelas) se contraem involuntariamente. Esse movimento puxa os pulmões para baixo e fecha a glote no momento da inspiração, gerando o som característico. A crise pode começar de formas variadas. Respirar de maneira descompassada durante um choro prolongado, por exemplo, estimula demais o diafragma e pode levar à contração involuntária. O mesmo vale para mudanças bruscas de temperatura, como beber algo gelado depois de uma refeição quente, ou para a ingestão de álcool, capaz de irritar nervos ligados ao músculo. Estresse, ansiedade, refluxo e até doenças neurológicas também podem estar por trás do problema.

O que causa o soluço. Revista Viver Bem. Adaptado.

06

Considerando sua finalidade e estrutura, o texto pode ser classificado como:

- (A) Injuntivo - instrui o leitor com comandos diretos sobre como parar de soluçar.
- (B) Narrativo - descreve acontecimentos em sequência e personagens fictícios.
- (C) Expositivo-explicativo - apresenta informações e explicações científicas.
- (D) Argumentativo - busca convencer o leitor a adotar um método específico.
- (E) Descritivo - apresenta apenas traços sensoriais do problema tratado.

07

Em relação ao texto apresentado, o soluço é representado como um fenômeno que, sob diferentes perspectivas, pode ser entendido como

- (A) uma resposta orgânica sob controle da vontade, facilmente interrompida pelo sujeito.
- (B) um sintoma exclusivo de patologias neurológicas, exigindo diagnóstico imediato.
- (C) um episódio inicialmente risível, mas, se prolongado, desconfortável ao indivíduo.
- (D) um indício de vigor fisiológico, cuja recorrência não gera preocupação médica.
- (E) uma reação corporal invariavelmente associada à comicidade e ao divertimento social.

08

A expressão "O mesmo vale para" funciona no texto como elemento de

- (A) explicitação de causa, introduzindo motivo para o que foi dito anteriormente.
- (B) formulação de hipótese, sinalizando condição possível para a ocorrência do fenômeno.
- (C) contraposição de ideias, aproximando-se semanticamente de um conectivo adversativo.
- (D) retomada anafórica que amplia a enumeração de fatores causadores do soluço.
- (E) conclusão lógica, equivalente a conectores que encerram o raciocínio apresentado.

09



Folha de São Paulo, 04.09.2025.

A tirinha apresenta uma crítica social por meio do uso do humor e da ironia. Considerando o contexto e os recursos utilizados, a principal crítica é feita à

- (A) despersonalização do indivíduo na sociedade atual.
- (B) promoção da paz como valor ultrapassado ou inútil.
- (C) expansão excessiva da publicidade nos meios de comunicação.
- (D) utilização de palavras ambíguas para manipular a opinião pública.
- (E) valorização da violência transformada em entretenimento.

Texto para as questões 10 a 15

Scientists make 'superfood' that could save honeybees

Scientists have developed a honeybee 'superfood' that could protect the animals against the threats of climate change and habitat loss. Bee colonies that ate the supplement during trials had up to 15 times more baby bees that grew to adulthood. Honeybees are a vital part of food production and contribute to pollinating 70% of leading global crops. "This technological breakthrough provides all the nutrients bees need to survive, meaning we can continue to feed them even when there's not enough pollen," senior author Professor Geraldine Wright at the University of Oxford told BBC News. "It really is a huge accomplishment," she says.

Honeybees globally are facing severe declines, due to nutrient deficiencies, viral diseases, climate change and other factors. In the US, annual colony losses have ranged between 40-50% in the last decade and are expected to increase. Beekeepers in the UK have faced serious challenges too. Nick Mensikov, chair of the Cardiff, Vale and Valleys Beekeepers Association, told BBC News that he lost 75% of his colonies last winter and that this has been seen across South Wales. "Although the hives have all been full of food, the bees have just dwindled. Most of the bees survived through January, February, and then they just vanished," he says.

Prof Wright says the food would be particularly useful during summers like this one when flowering plants appear to have stopped producing early. "It's really important in years when the summer comes early and bees will not have sufficient pollen and nectar to make it through the winter," she says. "The more months that they go without pollen, the more nutritional stress that they will face, which means that the beekeepers will have greater losses of those bees over winter," she explains. Larger-scale trials are now needed to assess the long-term impacts of the food on honeybee health, but the supplement could be available to beekeepers and farmers within two years. The study was led by the University of Oxford, working with Royal Botanic Gardens Kew, University of Greenwich, and the Technical University of Denmark.

BBC. August 21, 2025. Adaptado.

10

De acordo com o texto, as colônias de abelhas que consumiram o suplemento causaram

- (A) uma perda 75% de seu enxame durante os meses menos quentes do ano.
- (B) um crescimento de 70% na produção de mel em vários países do mundo.
- (C) uma queda anual de 40 a 50% no número de colmeias nos Estados Unidos.
- (D) um aumento notável na taxa de longevidade de seus descendentes.
- (E) um declínio acentuado no processo de polinização das colheitas globais.

11

Na oração "Scientists have developed a honeybee 'superfood' that **could** protect the animals against the threats of climate change and habitat loss.", o emprego do verbo modal *could*

- (A) indica habilidade expressa no passado.
- (B) mostra que algo é possível, mas incerto.
- (C) sugere uma ideia de maneira suave.
- (D) apresenta um pedido de forma cortês.
- (E) recomenda a tomada de uma decisão.

12

Pode-se inferir, por meio da oração "It really is a huge accomplishment", que os superalimentos

- (A) evidenciam um complemento enorme.
- (B) desafiam a preservação das abelhas.
- (C) representam um avanço para a ciência.
- (D) refletem uma grande vulnerabilidade.
- (E) denotam uma considerável ameaça.

13

A conjunção subordinativa *although* na oração "**Although** the hives have all been full of food, the bees have just dwindled", expressa a relação de

- (A) comparação.
- (B) concessão.
- (C) proporção.
- (D) condição.
- (E) finalidade.

14

Considerado o contexto, a locução verbal idiomática "make it through" na oração "[...] bees will not have sufficient pollen and nectar to **make it through** the winter", expressa a ideia de

- (A) sobrevivência.
- (B) competência.
- (C) experiência.
- (D) prudência.
- (E) inteligência.

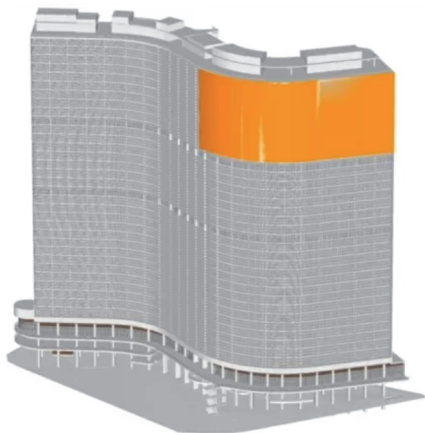
15

O trecho escrito na voz passiva "The study was led by the University of Oxford." corresponde, em relação ao tempo e ao aspecto da oração original no modo ativo, à frase " The University of Oxford

- (A) has led the study.
- (B) could lead the study.
- (C) leads the study.
- (D) led the study.
- (E) would lead the study.

16

O Edifício Copan, localizado no centro de São Paulo, é um ícone arquitetônico da cidade. A edificação possui 32 andares e sua fachada norte é curva. Para arrecadar dinheiro para custear a reforma dessa fachada, será instalado um painel publicitário cujas dimensões são de 71 metros de comprimento por 28 metros de altura, conforme pode ser visto na figura a seguir:



Qual a área do painel publicitário, em metros quadrados, que será instalado na fachada norte do Edifício Copan?

- (A) 62
- (B) 99
- (C) 198
- (D) 1.988
- (E) 2.186

17

Ismael começou a trabalhar com produção de vídeos. Utilizando sua rede de internet, um vídeo de 40 GB (*gigabytes*) levou 5 minutos para ser baixado no seu computador. Ismael vai investir em uma internet para sua residência com velocidade 20% maior do que a que possui até o momento. Considerando a nova internet de Ismael, quanto tempo, em minutos, levará um vídeo de 60 GB para ser baixado em seu computador?

- (A) 1,5
- (B) 5
- (C) 6
- (D) 7,5
- (E) 9

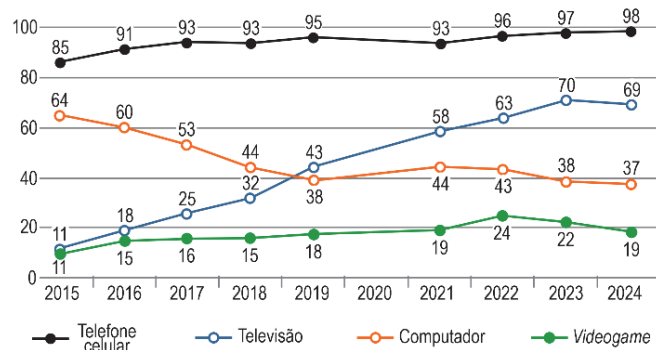
18

Um grupo de 15 funcionários precisa eleger um representante e um vice-representante dentre seus membros para apresentar a produção do grupo em um evento da empresa. Uma pessoa não pode ocupar os dois cargos. De quantas maneiras diferentes essa representação pode ser escolhida?

- (A) 30
- (B) 105
- (C) 113
- (D) 210
- (E) 225

19

O uso da internet está presente na vida de uma parcela de crianças e adolescentes brasileiras. O estudo a seguir mostra o percentual de usuários, entre 9 e 17 anos de idade, de 2015 a 2024, que utilizaram a rede a partir de 4 diferentes tipos de dispositivos.

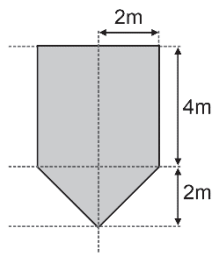


Com base no gráfico, é correto afirmar que o uso

- (A) do telefone celular aumentou 13% entre 2015 e 2024.
- (B) do computador caiu de 53% para 38%, entre 2017 e 2019, o que representa uma redução de, aproximadamente, 28% em termos relativos.
- (C) do videogame manteve-se estável entre 2015 e 2024.
- (D) da televisão cresceu entre 2015 e 2024.
- (E) dos quatro dispositivos cresceu entre 2019 e 2021.

20

Um tanque d'água de 2 metros de raio tem o formato de um cilindro de 4 metros de altura com um cone invertido na base, de 2 metros de altura.



Assinale a alternativa que indica, em m^3 , o volume total do tanque.

- (A) 57,72
- (B) 58,61
- (C) 59,10
- (D) 60,00
- (E) 62,80

Note e adote:

Use $\pi=3,14$

21

Inicialmente, um canteiro possuía 200 mudas de plantas medicinais. Após um mês, o número de mudas cresceu 20% devido a novas plantações. No mês seguinte, porém, 15% das mudas morreram por falta de chuva. Quantas mudas permaneceram no canteiro ao final desses dois meses?

- (A) 186 mudas.
- (B) 196 mudas.
- (C) 195 mudas.
- (D) 200 mudas.
- (E) 204 mudas.

22



Folha de São Paulo, 05.10.2025.

A partir do início de outubro de 2025, foi bastante comum que frequentadores de restaurantes, bares e outros estabelecimentos congêneres se deparassem com a informação de que tais estabelecimentos estavam vendendo apenas vinho e cerveja, mas não bebidas destiladas. Na charge, o garçom parece estar oferecendo, de modo “sorrateiro”, bebidas destiladas.

Assinale a alternativa que explica adequadamente a situação descrita na charge e que inspirou a crítica do autor.

- (A) A guerra comercial iniciada pelo Presidente Trump, por meio do tarifaço, tornou economicamente inviável o consumo de bebidas destiladas, que são todas importadas, favorecendo o mercado informal representado pela camuflagem das garrafas no interior do casaco do garçom.
- (B) A adulteração de bebidas destiladas em fábricas clandestinas, com o uso indevido de metanol, causou a morte de diversos consumidores, além de lesões graves decorrentes do efeito que esta substância química pode ter nos órgãos e tecidos humanos.
- (C) A divulgação de uma pesquisa científica conclusiva vinculando o câncer ao consumo de bebidas destiladas levou à proibição de sua oferta em estabelecimentos comerciais, favorecendo o mercado paralelo e ilegal desse tipo de bebida.
- (D) O boicote organizado pelos consumidores brasileiros ao consumo de bebidas destiladas, motivado pelos métodos insalubres de fabrico, fez cair exponencialmente a demanda, elevando os custos de oferta, desestimulando os estabelecimentos a comprar tais produtos, o que favoreceu o mercado paralelo.
- (E) A interação de certos componentes usados no fabrico de bebidas destiladas com certas especiarias, que passaram a ser utilizadas na culinária brasileira, produz reações químicas em cadeia durante o processo digestório, causando a formação de metanol, altamente tóxico para o corpo humano.

23



Folha de São Paulo, 27.09.2025.

A charge apresentada procura demonstrar o poder do Povo contra certas atitudes dos governantes, manifestada por passeatas e aglomerações com fins pacíficos e que se opõem a uma medida ou proposta. A palavra “blindagem” inserida na charge faz referência, especificamente, a

- (A) um projeto de lei que pretendia anistiar os envolvidos em casos pretéritos de corrupção, como o mensalão e o petróleo.
- (B) uma proposta de Emenda Constitucional que pretendia estabelecer mandatos de 9 (nove) anos para o Ministro do Supremo Tribunal Federal como reação ao julgamento do ex-Presidente Bolsonaro.
- (C) um projeto de lei que pretendia anistiar os participantes e envolvidos com o planejamento de um golpe que pretendeu abolir o Estado Democrático de Direito e que levou à condenação de pessoas comuns do povo, políticos e militares.
- (D) um projeto de lei que pretendia endurecer as penas dos participantes e envolvidos com o planejamento de um golpe visando abolir o Estado Democrático de Direito e que levou à condenação apenas de pessoas comuns do povo, absolvendo políticos e militares.
- (E) uma proposta de Emenda Constitucional que pretendia atribuir imunidade ampla a parlamentares, apontada como arriscada por especialistas, pois abriria o legislativo ao crime organizado, entre outras consequências.

24

Imagem 1



Imagem 2



Folha de São Paulo, 12.08.2025.

Durante a ditadura militar, mas sobretudo no governo Médici, era comum a referência ao Brasil como um país que deveria ser amado ou deixado. A recente charge publicada pela Folha de São Paulo retoma a expressão e a adapta para criticar o Deputado Federal Eduardo Bolsonaro, ao lhe atribuir vínculos com a frase. Os verbos deixar e sabotar referem-se, respectivamente, ao fato de o Deputado

- (A) estar nos EUA e influenciar o governo estadunidense contra autoridades brasileiras, causando prejuízos para a economia do Brasil.
- (B) estar nos EUA e influenciar o governo estadunidense contra autoridades brasileiras, causando prejuízos exclusivos a elas.
- (C) ter deixado o Brasil com destino incerto e influenciar o governo estadunidense contra autoridades brasileiras, causando prejuízos para o país como um todo.
- (D) ter deixado o Brasil com destino incerto e influenciar os governos estrangeiros contra autoridades brasileiras, causando prejuízos para a economia do Brasil.
- (E) ter deixado o Brasil com destino incerto e influenciar os governos estrangeiros contra autoridades brasileiras, causando prejuízos exclusivos a elas e aos seus familiares próximos.

25

Uma determinada Unidade da USP que exerce formação profissional em área específica demonstra o interesse de contratar um docente com experiência profissional comprovada e que atue em alguma profissão correlata, por entender que tal situação pode contribuir para a formação de seus alunos. Com base no Estatuto da USP, tal intenção poderá ser garantida, desde que a Unidade

- (A) requeira, sem necessidade de apresentar justificativa, a alteração do regime da vaga aos órgãos competentes da reitoria.
- (B) disponibilize a vaga em regime de dedicação exclusiva e nenhum candidato se inscreva.
- (C) disponibilize a vaga em regime de dedicação exclusiva e nenhum candidato seja habilitado ao final do certame.
- (D) disponibilize a vaga em regime de dedicação exclusiva e nenhum candidato se inscreva ou, caso haja inscritos, nenhum seja habilitado ao final do certame.
- (E) comprove que a contratação nos moldes descritos atende aos interesses da USP.

26

A autonomia universitária não é uma forma de isolamento entre a Universidade e a sociedade. Nos termos do Estatuto e do Regimento Geral da USP, isso é percebido, EXCETO, pela participação de representantes indicados

- (A) pelas Secretarias de Economia e Planejamento e da Fazenda para comporem o Grupo de Planejamento Setorial.
- (B) pela Assembleia Legislativa e pela Presidência da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado para comporem o Conselho Consultivo.
- (C) pelo corpo discente para compor o Grupo de Planejamento Setorial.
- (D) pelas Classes Trabalhadoras do Estado para compor o Conselho Universitário.
- (E) pela Federação da Agricultura do Estado para compor o Conselho Universitário.

27

Com base no Regimento Geral da USP, é correto afirmar que as bancas examinadoras dos concursos para a carreira docente são

- (A) compostas por 4 membros, sendo certo que o Presidente não possui direito de voto.
- (B) indicadas sempre pelas Congregações das Unidades, diretamente.
- (C) formadas, sempre, por Professores Titulares, sendo a maioria deles da própria USP.
- (D) formadas, sempre, por examinadores de mesma ou inferior titulação que a dos candidatos inscritos.
- (E) indicadas após o término do período de inscrições para evitar conflito de interesses.

28

Considere o Microsoft Excel do Microsoft 365 (Office 365 PT-BR) e funções em português (separador de argumentos ";"). Em uma coluna de notas (B2:B101), é necessário contar quantas são maiores ou iguais a 7. Assinale a alternativa que apresenta a função que resolve essa necessidade.

- (A) =CONT.VALORES(B2:B101)
- (B) =CONT.SE(B2:B101; ">=7")
- (C) =SOMASE(B2:B101; ">=7")
- (D) =PROCV(7; B2:B101; 1; VERDADEIRO)
- (E) =TEXT0(B2:B101; "0")

29

No Microsoft PowerPoint do Microsoft 365 (Office 365 PT-BR), é necessário que a apresentação exiba o mesmo logotipo em todos os *slides*. Assinale a alternativa que apresenta a forma mais eficiente de aplicar e manter esse elemento de forma integral.

- (A) Copiar e colar o logotipo manualmente em cada slide da apresentação.
- (B) Duplicar o primeiro slide com logotipo e usar as cópias como modelo.
- (C) Aplicar uma Transição e marcar "Aplicar a todos" para replicar o logotipo nos slides.
- (D) Alterar o Tema e usar uma opção "Incluir logotipo".
- (E) Abrir Exibir > Slide Mestre; inserir o logotipo no mestre/layout e fechar o modo Mestre.

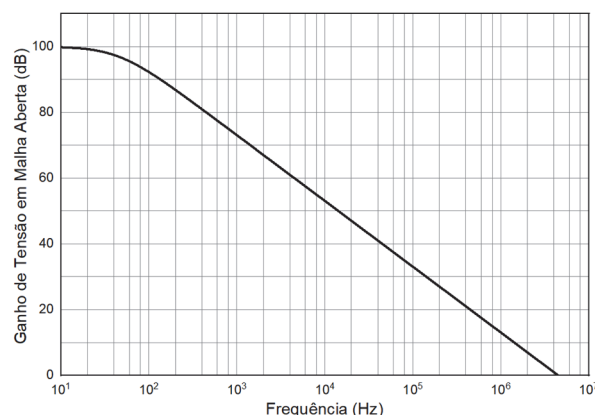
30

No Microsoft Word do Microsoft 365 (PT-BR), é necessário que o documento tenha um sumário automático que se atualize sempre que os títulos forem alterados (inseridos, renomeados ou reordenados). Assinale a alternativa que apresenta o procedimento correto para esta necessidade.

- (A) Inserir quebras de página antes de cada título, aumentar o tamanho da fonte e usar tabuladores para desenhar as linhas do sumário.
- (B) Aumentar manualmente o tamanho da fonte dos títulos e desenhar linhas com o tabulador.
- (C) Aplicar estilos "Título 1, Título 2, ..." aos cabeçalhos e inserir o Sumário em Referências -> Sumário (atualizando com F9 quando necessário).
- (D) Aplicar um Tema ao documento e selecionar "Gerar sumário pelos tamanhos de fonte" (atualizando com F9 quando necessário).
- (E) Transformar as páginas em imagens e inserir uma lista numerada no início.

31

O gráfico a seguir foi retirado do *datasheet* do amplificador operacional padrão (AOP) utilizado em indústrias e laboratórios, mostrando o ganho em malha aberta em função da frequência. Esse AOP apresenta um produto ganho-largura de banda (GBW) de aproximadamente 4,5 MHz.



Considerando essas características, assinale a alternativa correta sobre a relação entre ganho e largura de banda desse AOP.

- (A) Um ganho de 1 pode ser mantido até aproximadamente 450 kHz.
- (B) Para um ganho de 10, a frequência máxima de operação é de aproximadamente 4,5 MHz.
- (C) Para um ganho de 100, a frequência máxima de operação é de aproximadamente 45 kHz.
- (D) Um ganho de 1000 pode ser sustentado até frequências de 4,5 MHz.
- (E) O produto ganho-largura de banda não se aplica ao AOP informado.

32

Um amplificador operacional ideal é configurado como amplificador inversor com resistor de entrada $R_{in} = 10 \text{ k}\Omega$ e resistor de realimentação $R_f = 100 \text{ k}\Omega$. Uma tensão senoidal de amplitude 200 mV é aplicada na entrada. Qual será a amplitude da tensão de saída?

- (A) $0,2 \text{ V}$.
- (B) 2 V .
- (C) $-0,2 \text{ V}$.
- (D) -2 V .
- (E) 20 V .

33

Considere um amplificador operacional ideal configurado como comparador. A entrada não inversora (+) é conectada a uma referência fixa de $2,5 \text{ V}$. A entrada inversora (-) recebe um sinal senoidal variando entre 0 V e 5 V . Admitindo alimentação simétrica de $\pm 12 \text{ V}$, qual será o comportamento da saída?

- (A) O amplificador fornecerá sempre uma saída senoidal entre -12 V e $+12 \text{ V}$.
- (B) A saída alternará entre -12 V e $+12 \text{ V}$, dependendo do sinal comparado.

- (C) A saída será 0 V quando o sinal da entrada inversora for menor que $2,5 \text{ V}$.
- (D) A saída será aproximadamente $2,5 \text{ V}$ para todo o intervalo de entrada.
- (E) A saída será contínua e igual ao valor médio da entrada senoidal.

34

Sabe-se que a resolução de um conversor analógico-digital (ADC) é a quantidade de bits que o conversor usa para representar a faixa de valores analógicos. A resolução é determinada pela faixa dinâmica do sinal analógico e pela quantidade de números que representam esse sinal. Quanto maior a resolução, maior a sensibilidade do instrumento. Para calcular a resolução de um ADC, é preciso saber a quantidade de bits e a faixa de tensão.

Por exemplo:

- Um conversor de 8 bits transforma o sinal de entrada em amostras com valores entre 0 e 255.
- Um conversor de 10 bits transforma o sinal de entrada em amostras com valores entre 0 e 1023.

Um sistema utiliza um ADC de 12 bits com faixa de entrada de 0 a 5 V . Deseja-se medir a tensão de um sensor cuja saída varia entre 0 e 2 V .

Qual será a resolução em volts por bit do ADC nessa aplicação?

- (A) $1,22 \text{ mV}$.
- (B) $0,49 \text{ mV}$.
- (C) $2,44 \text{ mV}$.
- (D) $5,00 \text{ mV}$.
- (E) $0,24 \text{ mV}$.

35

Um sistema de aquisição digital é projetado para capturar sinais de até 20 MHz usando um ADC de 10 bits a 50 MS/s . Para processar esses dados em tempo real, o pesquisador utiliza um FPGA (*Field Programmable Gate Array*).

Sobre a função do FPGA nesse contexto, assinale a alternativa correta.

- (A) O FPGA reduz a latência do sistema ao realizar operações lógicas e matemáticas em hardware paralelo, sendo adequado para filtragem em tempo real.
- (B) O FPGA permite que o ADC opere acima da sua frequência de amostragem nominal, já que pode intercalar múltiplos canais de amostragem internos.
- (C) O FPGA realiza o processamento digital em *software*, o que o torna mais lento que microcontroladores em aplicações de alta taxa de amostragem.
- (D) O FPGA substitui a necessidade de processadores externos, mas apresenta maior latência que um microcontrolador típico devido à sua arquitetura orientada a *hardware*.
- (E) O FPGA atua como um conversor de dados, ajustando dinamicamente a resolução do ADC de acordo com a frequência do sinal de entrada.

36

Em um sistema de controle em malha fechada, a realimentação negativa é utilizada para

- (A) aumentar o erro em regime permanente do sistema.
- (B) tornar o sistema menos sensível a perturbações externas.
- (C) diminuir a estabilidade do sistema, tornando-o mais instável.
- (D) eliminar a necessidade de sensores para medir a saída.
- (E) garantir que a saída do sistema seja sempre maior que a entrada.

37

Qual alternativa melhor descreve o comportamento de um capacitor em um circuito de corrente contínua (DC) após longo tempo ligado?

- (A) O capacitor comporta-se como um curto-circuito, permitindo a passagem total da corrente.
- (B) O capacitor armazena energia em forma de campo magnético.
- (C) O capacitor reduz a corrente por indução de uma força contraeletromotriz.
- (D) O capacitor mantém um fluxo constante de corrente contínua.
- (E) O capacitor age como um circuito aberto, bloqueando a corrente contínua.

38

Em um circuito RL em série, um resistor de $100\ \Omega$ está ligado em série a um indutor de $0,1\ \text{H}$. Esse circuito é conectado a uma fonte de corrente alternada de frequência $f = 50\ \text{Hz}$. Qual é o valor da reatância indutiva X_L e da impedância total Z do circuito?

- (A) $X_L = 31,4\ \Omega$ e $Z \approx 105\ \Omega$.
- (B) $X_L = 314\ \Omega$ e $Z \approx 414\ \Omega$.
- (C) $X_L = 31,4\ \Omega$ e $Z \approx 100\ \Omega$.
- (D) $X_L = 314\ \Omega$ e $Z \approx 314\ \Omega$.
- (E) $X_L = 15,7\ \Omega$ e $Z \approx 115,7\ \Omega$.

Note e adote:

Considere $\omega = 2\pi f \approx 6,28f$

39

Um LED vermelho possui queda de tensão direta típica de $2,0\ \text{V}$ (dado disponível no *datasheet*). Deseja-se ligá-lo a uma fonte de bancada de $5,0\ \text{V}$, limitando a corrente a aproximadamente $10\ \text{mA}$.

Qual deve ser o valor do resistor em série mais adequado?

- (A) $150\ \Omega$.
- (B) $200\ \Omega$.
- (C) $300\ \Omega$.
- (D) $500\ \Omega$.
- (E) $750\ \Omega$.

40

Em um laboratório, vários dispositivos eletrônicos sensíveis são alimentados por uma fonte linear regulada (regulador linear). Sobre as características e limitações desse tipo de fonte, assinale a alternativa correta.

- (A) Fontes lineares apresentam tipicamente baixo ruído de saída em altas frequências e mantêm alto rendimento energético mesmo quando fornecem correntes elevadas.
- (B) A regulação de tensão em fontes lineares é incapaz de lidar com pequenas variações na tensão de entrada; por isso, só funcionam bem quando a rede é perfeitamente estável.
- (C) A dissipação térmica é um aspecto crítico em fontes lineares, pois a potência dissipada no regulador é diretamente proporcional à diferença entre a tensão de entrada e a tensão de saída.
- (D) Fontes lineares têm resposta mais lenta a mudanças rápidas de carga do que fontes chaveadas, principalmente devido à presença de grandes indutores na topologia linear.
- (E) Fontes lineares reguladas têm necessariamente *ripple* de tensão mais alto que fontes chaveadas, tornando-as inadequadas para circuitos sensíveis.

41

Qual alternativa melhor descreve uma característica dos pinos digitais de entrada/saída (I/O) do Arduino?

- (A) Podem somente emitir sinais (*Pulse Width Modulation* - Modulação por largura de pulso), não podendo ler estados digitais.
- (B) Funcionam apenas como entrada analógica, não podendo gerar sinais.
- (C) São utilizados exclusivamente para comunicação serial, não podendo interagir com dispositivos digitais.
- (D) Possuem tensão de saída variável entre 0 e $12\ \text{V}$, dependendo da configuração do *hardware*.
- (E) Permitem configurar o pino como entrada ou saída digital, possibilitando leitura de sensores ou controle de atuadores.

42

Um sistema utiliza um sensor digital (*encoder* rotativo incremental) para medir a posição angular de um eixo em um robô. O sensor fornece 1024 pulsos por revolução, e o sistema de controle opera com uma frequência de leitura de 10 kHz. Considerando a velocidade máxima do eixo de 3000 rpm, qual é o principal desafio na aquisição do sinal e como ele pode ser mitigado?

- (A) O principal desafio é a resolução insuficiente, mitigado pela interpolação analógica dos sinais de saída.
- (B) O principal desafio é a saturação do ADC do microcontrolador, que deve ser substituído por conversor de menor resolução.
- (C) O principal desafio é o ruído introduzido pelo motor, mitigado exclusivamente pela blindagem do eixo.
- (D) O principal desafio é a necessidade de sincronização do relógio do *encoder* com o microcontrolador, resolvido por comunicação SPI (*Serial Peripheral Interface*).
- (E) O principal desafio é evitar perda de pulsos (*aliasing*) devido à alta frequência, mitigado pelo uso de um circuito de *debounce* digital.

43

Um transdutor piezoelétrico gera um pequeno sinal de tensão proporcional à pressão aplicada. Para medi-lo corretamente em um sistema eletrônico, é necessário usar um circuito condicionador. Qual alternativa descreve a melhor configuração para amplificar e processar o sinal desse transdutor?

- (A) Uma fonte constante de corrente para o transdutor em série com um resistor de carga e amplificador operacional configurado em amplificador não inversor com ganho fixo.
- (B) O uso exclusivo de filtros passa-altas para eliminar componentes DC antes da conversão digital.
- (C) Um circuito conversor analógico-digital direto sem condicionamento devido à alta amplitude do sinal gerado pelo piezo.
- (D) Um circuito de amplificador transimpedância que converta a corrente gerada em tensão e realmente negativamente seu ganho para estabilidade.
- (E) Um amplificador de instrumentação com ganho fixo, ignorando a impedância do transdutor para evitar ruído.

44

Em uma rede local (LAN), vários computadores estão conectados a um *switch* para compartilhar arquivos e impressoras. Qual alternativa descreve corretamente a função do *switch* nesse tipo de rede?

- (A) O *switch* envia todos os dados recebidos para todos os dispositivos da rede, sem distinguir o destino.
- (B) O *switch* conecta diferentes redes locais à Internet, funcionando como um roteador.
- (C) O *switch* recebe os dados de um dispositivo e encaminha apenas para o destino correto, usando endereços MAC.
- (D) O *switch* transforma sinais analógicos em digitais para que os computadores consigam se comunicar.
- (E) O *switch* cria um endereço IP exclusivo para cada computador conectado, gerenciando a rede automaticamente.

45

A microscopia de fluorescência é uma ferramenta essencial na investigação de amostras biológicas e químicas, permitindo a marcação seletiva de estruturas celulares. Considerando os princípios de excitação e emissão de fluoróforos e as aplicações dessa técnica, assinale a alternativa correta.

- (A) O processo de fluorescência ocorre quando a molécula excitada emite fótons em um comprimento de onda sempre mais curto do que o da luz incidente, resultando em maior energia emitida.
- (B) Fluoróforos, como a rodamina ou a fluoresceína, são insensíveis a variações de pH, temperatura ou disponibilidade de oxigênio, mantendo suas propriedades inalteradas em qualquer ambiente celular.
- (C) A microscopia de fluorescência convencional baseia-se no uso de filtros que separam a luz de excitação da luz emitida, possibilitando a detecção seletiva do sinal fluorescente.
- (D) Técnicas baseadas em fluorescência são atualmente obsoletas em biologia celular, sendo substituídas quase integralmente por métodos interferométricos de imagem.
- (E) Todos os fluoróforos emitem luz exatamente no mesmo comprimento de onda, independentemente da sua estrutura química ou do ambiente em que estão inseridos.

46

Em microscopia óptica, a resolução de duas fontes pontuais é limitada pela difração e pelo disco de Airy. Considere um sistema ideal com abertura circular e luz monocromática. Duas fontes estão separadas por $s < 0,61\lambda/NA$. O que ocorre com a imagem dessas fontes?

- (A) As duas fontes aparecem sempre como dois discos de Airy completamente separados, sem sobreposição perceptível, mesmo para $s < 0,61\lambda/NA$.
- (B) O critério de Rayleigh não se aplica à microscopia óptica; ele vale apenas para aplicações em astronomia e não deve ser utilizado para julgar poder de resolução em microscópios.
- (C) Mesmo para $s < 0,61\lambda/NA$, a imagem sempre exibirá dois picos de intensidade bem definidos e com contraste equivalente ao caso resolvido, porque a resolução real depende apenas da intensidade de excitação e não de critérios de difração.
- (D) A separação aparente entre as imagens só pode ser melhorada reduzindo-se a abertura física da objetiva, já que uma abertura menor diminui a difração e afina o disco de Airy.
- (E) Os discos de Airy se sobrepõem; a imagem passa gradualmente de dois picos a um único lobo central à medida que s diminui.

47

No microscópio confocal, a presença do pinhole é essencial para diferenciar esse sistema de um microscópio de fluorescência convencional. Sobre seu funcionamento, é correto afirmar:

- (A) O pinhole elimina parte da luz difratada pelo disco de Airy, de modo que reduzir seu diâmetro abaixo de 0,5 unidade de Airy melhora simultaneamente a resolução axial e a eficiência de coleta de fótons.
- (B) A abertura do pinhole influencia a espessura óptica da seção obtida: pinholes muito pequenos reduzem a contribuição da luz fora de foco, mas também diminuem o sinal detectado.
- (C) O pinhole atua como um filtro espectral, permitindo separar sinais de fluoróforos que emitem em comprimentos de onda próximos, o que aumenta a seletividade cromática do sistema.
- (D) O pinhole melhora a resolução lateral do microscópio porque aumenta o NA efetivo da objetiva, tornando o disco de Airy mais estreito.
- (E) O pinhole corrige aberrações esféricas e cromáticas geradas pela lente objetiva, permitindo imagens mais nítidas em diferentes profundidades da amostra.

48

Na microscopia eletrônica de varredura (SEM), diferentes sinais de elétrons podem ser coletados para formar imagens com distintos contrastes e informações estruturais. Sobre esses sinais, é correto afirmar:

- (A) Os elétrons secundários possuem energia maior que 1 keV, resultando em profundidade de informação superior à dos elétrons retroespalhados.
- (B) Os elétrons retroespalhados apresentam forte sensibilidade ao número atômico da amostra, enquanto os elétrons secundários são mais relacionados ao relevo superficial.
- (C) O contraste topográfico em SEM é obtido principalmente pelos elétrons transmitidos que atravessam a amostra, gerando imagem de alta profundidade de campo.
- (D) Elétrons *Auger* são o principal sinal utilizado para formar imagens convencionais em SEM, por fornecerem contraste químico direto em escala micrométrica.
- (E) A profundidade de interação dos elétrons secundários é da ordem de dezenas de micrômetros, o que garante informação volumétrica da amostra.

49

Na microscopia de fluorescência, a distinção entre luz de excitação e luz de emissão é fundamental para a qualidade da imagem. Qual alternativa descreve corretamente um princípio óptico envolvido nesse processo?

- (A) A luz de emissão tem sempre o mesmo comprimento de onda da luz de excitação, mas com menor intensidade, sendo diferenciada apenas pelo tempo de vida do estado excitado.
- (B) O deslocamento de Stokes refere-se ao fato de que a emissão fluorescente ocorre em comprimentos de onda tipicamente maiores que os da excitação, devido à perda de energia não radiativa no relaxamento eletrônico.

- (C) O filtro dicróico transmite a luz de excitação e reflete a luz de emissão, permitindo a separação espectral entre ambas.
- (D) O espalhamento Rayleigh é responsável pela diferença espectral entre excitação e emissão em fluoróforos, sendo a origem física do fenômeno da fluorescência.
- (E) A largura espectral da emissão fluorescente é determinada unicamente pela largura de banda do *laser* de excitação, independentemente das características eletrônicas do fluoróforo.

50

A fluorescência e a fosforescência são fenômenos de emissão de luz após absorção de fótons, mas diferem em seus mecanismos quânticos e propriedades temporais. Sobre esses processos, é correto afirmar:

- (A) A fluorescência resulta de uma transição do estado excitado singleto para o estado fundamental singleto, enquanto a fosforescência resulta de uma transição do estado excitado tripleto para o estado fundamental singleto.
- (B) O tempo de vida típico da fluorescência está na faixa de microssegundos a segundos, enquanto o da fosforescência é geralmente da ordem de nanossegundos.
- (C) A fluorescência envolve transições eletrônicas proibidas entre estados de mesma multiplicidade, enquanto a fosforescência ocorre por transições permitidas entre estados de multiplicidade diferente.
- (D) Em materiais orgânicos, a fluorescência é frequentemente associada ao aprisionamento de elétrons em defeitos cristalinos, enquanto a fosforescência decorre da recombinação direta sem aprisionamento.
- (E) A fluorescência e a fosforescência não apresentam diferença espectral, pois ambas resultam de emissões com o mesmo deslocamento de Stokes.

51

Um pesquisador deseja analisar uma amostra biológica composta por células vivas em cultura, com estruturas subcelulares que se estendem até cerca de 100 μm de profundidade no tecido. A análise precisa fornecer informações dinâmicas sobre a localização de proteínas fluorescentes marcadas geneticamente, sem comprometer a viabilidade celular durante a observação. Qual técnica de microscopia é a mais adequada para essa aplicação?

- (A) Microscopia eletrônica de transmissão (TEM), pois permite visualizar detalhes internos com resolução na escala de subnanômetros em células vivas.
- (B) Microscopia eletrônica de varredura (SEM), pois a interação de elétrons secundários com a superfície permite mapear a fluorescência das proteínas no interior da célula.
- (C) Microscopia de fluorescência de campo amplo, pois a excitação simultânea de toda a amostra reduz o efeito de fototoxicidade em regiões profundas do tecido.
- (D) Microscopia de fluorescência por dois fótons, pois a excitação localizada em um ponto focal permite imagens em maior profundidade com menor fotodano, preservando a viabilidade celular.
- (E) Microscopia eletrônica de varredura com detecção de elétrons retroespalhados, pois fornece contraste suficiente para distinguir proteínas fluorescentes em células vivas.

52

Em microscopia de fluorescência e confocal, diferentes detectores podem ser utilizados para registrar os sinais emitidos. Considerando características como eficiência quântica, ruído e aplicações práticas, é correto afirmar:

- (A) Os detectores CCD (*Charge-Coupled Device*) apresentam ruído eletrônico mais elevado que PMTs (*Photomultiplier Tube*), mas possuem maior eficiência quântica, o que os torna mais adequados para detectar sinais extremamente fracos em confocal de varredura ponto a ponto.
- (B) Detectores CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) apresentam leitura mais rápida que CCDs (*Charge-Coupled Device*) e PMTs (*Photomultiplier Tube*), além de alta eficiência em fótons isolados, sendo, por isso, os preferidos para detecção de fluorescência em baixa intensidade em microscopia confocal clássica.
- (C) Sensores CCD (*Charge-Coupled Device*) apresentam baixa eficiência quântica em relação a PMTs (*Photomultiplier Tube*), mas a ausência de amplificação eletrônica interna reduz seu ruído, tornando-os mais apropriados para sinais extremamente fracos em varredura confocal.
- (D) PMTs (*Photomultiplier Tube*) possuem alta sensibilidade e baixo ruído de leitura, respondendo rapidamente a sinais variáveis, por isso são amplamente usados em microscopia confocal para detectar sinais ponto a ponto de fluorescência.
- (E) Tanto CCDs (*Charge-Coupled Device*) quanto CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) são preferidos em microscopia confocal de varredura ponto a ponto porque apresentam resposta temporal rápida e melhor sensibilidade que os PMTs (*Photomultiplier Tube*) em baixas intensidades.

53

A microscopia intravital, frequentemente combinada com técnicas confocais, é usada para estudar processos dinâmicos em organismos vivos. Considerando suas limitações e vantagens, assinale a alternativa correta sobre os fundamentos e caráter restritivo da microscopia intravital.

- (A) A microscopia intravital utiliza luz ultravioleta para minimizar a fototoxicidade em tecidos profundos, permitindo observação prolongada sem danos.
- (B) As imagens obtidas pela microscopia intravital são sempre bidimensionais, pois a capacidade de rejeição do sinal fora do plano focal é limitada em tecidos vivos.
- (C) O uso de microscopia confocal em técnicas intravitais elimina completamente a necessidade de exposições cirúrgicas, podendo ser aplicada sem qualquer preparação do tecido.
- (D) Os ajustes do microscópio confocal usados na microscopia intravital não influenciam significativamente a qualidade da imagem devido à alta sensibilidade do sistema.
- (E) A principal limitação da microscopia intravital é que o tecido deve ser diretamente exposto ao microscópio, o que frequentemente requer procedimentos cirúrgicos e pode limitar o acesso a estruturas internas.

54

No contexto da instrumentação óptica utilizada em técnicas de espectroscopia de absorção e emissão de luz, considere um sistema atômico ideal. Fluxos de radiação interagem com os átomos da amostra, podendo promover transições eletrônicas entre diferentes estados de energia. Sobre os mecanismos de absorção e emissão de luz observados nesse tipo de sistema, é correto afirmar:

- (A) A absorção ocorre exclusivamente quando o fóton tem energia superior à diferença de energia entre níveis eletrônicos do átomo.
- (B) A emissão espontânea possibilita a liberação de luz apenas se houver excitação simultânea de múltiplos átomos para o mesmo estado excitado.
- (C) O coeficiente de absorção é diretamente proporcional à densidade populacional do estado excitado e à intensidade da radiação incidente.
- (D) Em condições de emissão induzida, a coerência temporal da luz emitida independe da fase do campo eletromagnético estimulante.
- (E) Na ausência de radiação incidente, as transições do tipo emissão espontânea ainda ocorrem, contribuindo para a luminescência do material.

55

No âmbito do projeto e operação de *lasers* para instrumentação óptica em laboratórios de fotônica, considere um dispositivo *laser* semiconductor típico. Nele, uma cavidade ressonante óptica, espelhos de realimentação e um meio de ganho são elementos presentes. Acerca das funções desses componentes e dos processos envolvidos na amplificação *laser*, é correto afirmar:

- (A) A função exclusiva da cavidade óptica no *laser* é definir a frequência central do *laser*, sem influenciar sua direcionalidade ou eficiência de amplificação.
- (B) O meio de ganho de um *laser* apenas amplifica a luz por emissão espontânea, sendo fundamental evitar o regime de emissão estimulada para garantir alta potência de saída.
- (C) O espelho totalmente refletor, presente em uma das extremidades da cavidade, é responsável por acoplar a maior parte do feixe *laser* para fora do sistema, maximizando a potência de saída.
- (D) Para ocorrer a amplificação do feixe *laser*, a condição imprescindível é que o ganho do meio ativo supere as perdas totais da cavidade, promovendo a oscilação *laser*.
- (E) Nos *lasers* convencionais, a amplificação da luz se faz apenas pela absorção de fótons pelo meio ativo, e a presença de uma cavidade óptica não é necessária para emissão coerente.

56

Um *laser* pulsado opera com taxa de repetição de 50 kHz e cada pulso tem largura temporal de 8 ns. Um medidor de potência (*power meter*) registra que a potência média do *laser* é 0,12 W. Qual a potência de pico de cada pulso, considerando que toda energia do pulso é emitida uniformemente durante sua duração?

- (A) 300 W.
- (B) 240 W.
- (C) 120 W.
- (D) 75 W.
- (E) 10 W.

57

Em *lasers* pulsados, as técnicas de *Q-switching* e *mode-locking* são utilizadas para gerar pulsos com características distintas. Sobre essas técnicas, é correto afirmar:

- (A) *Q-switching* gera pulsos com duração tipicamente na faixa de femtossegundos, enquanto *mode-locking* produz pulsos na faixa de nanossegundos.
- (B) No *Q-switching*, a energia é acumulada no meio ativo e liberada em um único pulso curto, resultando em pulsos de alta energia e baixa taxa de repetição quando comparados ao *mode-locking*.
- (C) *Mode-locking* envolve a variação do fator de qualidade (Q) da cavidade para controlar a liberação de energia armazenada, ao passo que *Q-switching* sincroniza modos longitudinais para gerar pulsos ultracurtos.
- (D) *Lasers mode-locked* geralmente produzem pulsos com menor largura temporal, mas menor potência de pico do que os *lasers Q-switched*.
- (E) Em *Q-switching*, a sincronização das fases dos modos longitudinais do laser é essencial para a formação dos pulsos curtos.

58

Os *lasers* de diodo são dispositivos semicondutores amplamente utilizados em diversas áreas tecnológicas devido às suas características específicas. Sobre os *lasers* de diodo, sua estrutura e funcionamento, é correto afirmar:

- (A) O *laser* de diodo gera luz coerente por recombinação espontânea de elétrons em uma junção p-n, sem necessidade de cavidade ressonante óptica.
- (B) *Lasers* de diodo possuem feixe muito divergente e baixa eficiência, sendo pouco indicados para aplicações que exigem precisão ou potência.
- (C) Diodos *laser* são volumosos e complexos, sendo normalmente utilizados em laboratórios para pesquisa, mas pouco aplicados em equipamentos comerciais devido à difícil integração.
- (D) A corrente elétrica aplicada em um *laser* de diodo injeta elétrons e lacunas na junção p-n, onde ocorre emissão estimulada, proporcionando alta eficiência de conversão elétrica para óptica.
- (E) Os *lasers* de diodo não apresentam sensibilidade à temperatura, podendo operar em ampla faixa térmica sem necessidade de controle térmico.

59

Para medir a potência óptica de *lasers* em diversas faixas de potência e regimes de operação, são utilizados detectores específicos como fotodiodos PIN, detectores térmicos (termopilha, termistor) e detectores piroelétricos. Considerando suas características, acurácia e aplicações típicas, assinale a alternativa correta sobre o uso desses tipos de detectores em medidores de potência a *laser*.

- (A) Detectores PIN são indicados para medições de alta potência contínua, pois suportam altas temperaturas e exibem baixa resposta temporal.
- (B) Detectores térmicos, como termopilhas, são melhores para medições em *lasers* pulsados de alta energia devido à sua rapidez de resposta na escala de femtossegundos.
- (C) Detectores piroelétricos são normalmente usados para medir potência média contínua, sendo pouco sensíveis a pulsos rápidos e de alta intensidade.
- (D) Detectores térmicos são adequados para *lasers* de alta potência e oferecem resposta relativamente lenta, sendo ideais quando a precisão na potência média é prioritária.
- (E) Detectores PIN apresentam alta sensibilidade térmica, tornando-os impraticáveis para medições em lasers de baixa potência e curta duração.

60

Analisadores de espectro são instrumentos usados para medir e visualizar a distribuição espectral de sinais eletrônicos ou ópticos. Sobre esses equipamentos, é correto afirmar:

- (A) Analisadores de espectro ópticos operam detectando diretamente sinais elétricos, sem necessidade de conversão óptico-elétrica.
- (B) Analisadores de espectro eletrônicos exibem a amplitude de um sinal em função da frequência, permitindo identificar ruídos, harmônicos e interferências.
- (C) Analisadores ópticos não podem ser usados para caracterizar fontes coerentes como *lasers*, devido à sua incapacidade de diferenciação de modos.
- (D) Um analisador de espectro eletrônico típico não pode medir sinais em tempo real, sendo utilizado apenas para sinais estacionários.
- (E) Em analisadores ópticos, a resolução espectral é irrelevante para análises de sinal, pois a instrumentação sempre possui resolução máxima fixa.

Questão dissertativa

Em um laboratório de óptica, deseja-se medir a potência radiante emitida por um LED vermelho sobre um fotodetector BPW34. Para isso, pretende-se utilizar um amplificador operacional 741 em configuração de transimpedância (circuito que converte a corrente gerada pelo fotodiodo em uma tensão proporcional, por meio de um resistor de realimentação), seguido de leitura pelo conversor analógico-digital (ADC) de um módulo Arduino UNO. O sistema deve ser capaz de operar em três níveis de corrente no LED (5 mA, 7,5 mA e 10 mA), com saída no intervalo de 0 a 5 V.

Considere que o LED vermelho apresenta tensão direta típica de 2,0 V quando conduz. A fonte de alimentação é de 5 V, e para limitar a corrente deve ser escolhido um resistor em série com o LED.

Para responder aos itens, utilize a tabela a seguir de valores de resistores disponíveis:

| Resistor | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Valor (Ω) | 50 | 220 | 330 | 390 | 470 | 620 | 760 | 920 | 1180 | 1320 |

Explique detalhadamente como você projetaria esse sistema, incluindo:

- Qual deve ser o resistor limitador de corrente para o LED de forma a obter um valor de corrente, aproximadamente, igual a (i) 5 mA, (ii) 7,5 mA e (iii) 10 mA?
- Considerando que o fotodiodo gera correntes da ordem de μA (I_{ph}) (ou seja, valores entre 1 e 10 μA) quando iluminado pelo LED, escolha **uma faixa de valores adequados** para o resistor de realimentação (não necessariamente presente na lista) do amplificador de transimpedância, de modo que a saída do circuito se mantenha dentro da faixa 1–5 V para o ADC do Arduino. Justifique sua escolha e descreva por que a escolha desse resistor é importante.
- Como calcular, a partir da tensão medida no Arduino, a potência radiante incidente no fotodetector, usando um ou mais dados da tabela reduzida com parâmetros do BPW34 a seguir? Considerando correntes no fotodiodo da ordem de μA , quais valores típicos da potência obtida?

Tabela reduzida com parâmetros do fotodetector BPW34

| Parâmetro | Símbolo | Valor típico |
|-----------------------------|-------------|---------------------|
| Área sensível | A | 7,5 mm ² |
| Faixa espectral de resposta | λ | 430 – 1100 nm |
| Responsividade @ 950 nm | R_λ | 0,62 A/W |
| Responsividade @ 650 nm | R_λ | ~0,25 A/W |
| Corrente de escuro | I_D | 2 nA (típ.) |

Instruções:

- As respostas deverão ser redigidas de acordo com a norma padrão da língua portuguesa.
- Escreva com letra legível e não ultrapasse o espaço de linhas disponíveis da folha de respostas.
- Receberão nota zero textos que desrespeitem os direitos humanos e textos que permitirem, por qualquer modo, a identificação do(a) candidato(a).

RASCUNHO

NÃO SERÁ

CONSIDERADO

NA CORREÇÃO

RASCUNHO

NÃO SERÁ

CONSIDERADO

NA CORREÇÃO

Concurso DRH USP Dezembro 2025

Especialista de Laboratório (especialidade: instrumentação para óptica e fotônica)

Edital RH Nº 068/2025

| PROVA EOF | | | |
|-----------|---|----|---|
| 01 | A | 31 | C |
| 02 | B | 32 | D |
| 03 | E | 33 | B |
| 04 | B | 34 | A |
| 05 | B | 35 | A |
| 06 | C | 36 | B |
| 07 | C | 37 | E |
| 08 | D | 38 | A |
| 09 | E | 39 | C |
| 10 | D | 40 | C |
| 11 | B | 41 | E |
| 12 | C | 42 | E |
| 13 | B | 43 | D |
| 14 | A | 44 | C |
| 15 | D | 45 | C |
| 16 | D | 46 | E |
| 17 | C | 47 | B |
| 18 | D | 48 | B |
| 19 | B | 49 | B |
| 20 | B | 50 | A |
| 21 | E | 51 | D |
| 22 | B | 52 | D |
| 23 | E | 53 | E |
| 24 | A | 54 | E |
| 25 | E | 55 | D |
| 26 | C | 56 | A |
| 27 | E | 57 | B |
| 28 | B | 58 | D |
| 29 | E | 59 | D |
| 30 | C | 60 | B |

QUESTÃO DISSERTATIVA

RESPOSTA ESPERADA

a) Dado que a fonte de alimentação é de 5 V, a tensão direta típica do LED vermelho é 2,0 V, e o resistor limita a corrente I através do LED, aplica-se a Lei de Ohm:

$$R = \frac{V_R}{I} = \frac{V_{fonte} - V_{LED}}{I}$$

A tensão sobre o resistor é $V_R = 5,0 - 2,0 = 3,0$ V.

- Para 5 mA: $R = 3/0,005 = 600 \Omega$. Valor próximo: Resistor 6 (620 Ω).
- Para 7,5 mA: $R = 3/0,0075 = 400 \Omega$. Valor próximo: Resistor 4 (390 Ω).
- Para 10 mA: $R = 3/0,01 = 300 \Omega$. Valor próximo: Resistor 3 (330 Ω).

b) Supondo correntes de fotodiodo da ordem de μA , valores típicos de realimentação R_f entre 100 k Ω e 5 M Ω são adequados, a depender do valor da corrente.

A relação básica que deve ser satisfeita é $V_{out} = I_{ph} \times R_f$. Exemplos:

- com $R_f = 100$ k Ω , 10 μA geram 1 V de saída, dentro da faixa 1–5 V do Arduino (um valor dentro da faixa, mas ainda pode ser otimizado para resolução ótima).
- com $R_f = 5$ M Ω , 1 μA geram 5 V de saída, dentro da faixa 1–5 V do Arduino (dentro da faixa admissível, porém no limite para saturação do sinal).
- com $R_f = 1$ M Ω , 4 μA geram 4 V de saída, dentro da faixa 1–5 V do Arduino (um valor adequado e otimizado pela corrente gerada no fotodiodo).

A importância na escolha do R_f é para não saturar a saída nem perder resolução do sinal. Logo, deve-se prever a faixa esperada da corrente de fotodiodo para que isso não ocorra.

c) Na primeira parte do item c, a potência radiante incidente no fotodetector deve ser calculada pela corrente incidente dividida pela responsividade no respectivo comprimento de onda onde é realizada a medida, ou seja:

$$P_{opt} = \frac{I_{ph}}{R_\lambda}$$

Além disso, sabemos que a corrente é dada por:

$$I_{ph} = \frac{V_{out}}{R_f}$$

Logo, sabendo-se a tensão V_{out} medida no Arduino, a resistência de realimentação R_f e a responsividade R_λ para o comprimento de onda desejado, pode-se obter a potência óptica P_{opt} .

Na segunda parte do item c, considera-se que a corrente gerada pelo fotodiodo (I_{ph}) é da ordem de μA . Além disso, o BPW34 tem responsividade típica de $\sim 0,25 A/W$ em torno de 650 nm. Então:

$$P_{opt} = \frac{I_{ph}}{R_\lambda} \approx \frac{1 - 10 \mu A}{0,25 A/W} \approx 4 - 40 \mu W$$

Em termos práticos, o Arduino lê V_{out} , calcula P_{opt} e envia os resultados pela porta serial.



CRITÉRIOS DE CORREÇÃO

- **Critério 1:** Completude e abrangência dos conceitos (0 a 3 pontos):

| Faixa de nota | Critério |
|---------------|---|
| 3 | Todos os conceitos principais são abordados com profundidade e detalhamento. |
| 2 | A maioria dos conceitos principais é abordada, mas pode faltar algum detalhe ou profundidade. |
| 1 | Alguns conceitos principais são abordados, mas a explicação é superficial ou incompleta. |
| 0 | Pouco ou nenhum conceito relevante é abordado. |

- **Critério 2:** Domínio e aprofundamento dos conceitos (0 a 3 pontos):

| Faixa de nota | Critério |
|---------------|---|
| 3 | A resposta é precisa, com informações corretas e bem explicadas. |
| 2 | A resposta é em sua maioria precisa, mas pode conter alguns pequenos erros ou imprecisões. |
| 1 | A resposta contém várias imprecisões ou erros conceituais, mas a ideia geral é compreensível. |
| 0 | A resposta está incorreta e confusa. |

- **Critério 3:** Aplicação prática / exemplificação dos conceitos (0 a 3 pontos):

| Faixa de nota | Critério |
|---------------|---|
| 3 | A resposta faz uma excelente conexão entre os conceitos teóricos e suas aplicações práticas. |
| 2 | A resposta faz boas conexões entre teoria e prática, mas pode ser aprimorada com mais exemplos ou detalhes. |
| 1 | A conexão entre teoria e prática é mencionada, mas é superficial ou pouco clara. |
| 0 | A resposta não aborda a aplicação prática e não apresenta exemplos dos conceitos. |

- **Critério 4:** Clareza e Coerência (0 a 1 ponto):

| Faixa de nota | Critério |
|---------------|---|
| 1 | O texto é extremamente claro e coerente, apresentando uma explicação lógica e bem estruturada dos conceitos. |
| 0,5 | O texto é claro e coerente, com algumas pequenas falhas na estrutura ou na explicação. |
| 0 | O texto é compreensível, mas apresenta várias falhas na clareza ou na coerência que dificultam a compreensão total. |